



ISSN 0366-5119

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

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆԴԵՍ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ АРМЕНИИ
BIOLOGICAL JOURNAL OF ARMENIA

2016

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, Է.Գ. Աֆրիկյան, Մ.Ա. Դավթյան, Ժ.Ի. Հակոբյան, Վ.Պ. Հակոբյան, Ս.Հ. Մովսիսյան, Կ.Ս. Պողոսյան, Գ.Հ. Փանոսյան, Լ.Լ. Օսիպյան

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Э.С. Геворкян (*главный редактор*), Р.М. Арутюнян (*заместитель главного редактора*), А.Г. Есаян (*ответственный секретарь*), Г.Г. Геворкян, А.А. Трчунян, Л.Р. Манвелян, С.Х. Маýрапетян, Ж.А. Варданян

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Ю.Т. Алексанян, Э.Г. Африкян, М.А. Давтян, Ж.И. Акопян, В.П. Акопян, С.О. Мовсесян, К.С. Погосян, 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, E.G. Afrikyan, M.A. Davtyan, Zh.I. Hakobyan, V.P. Hakobyan,
S.H. Movsesyan, K.S. Poghosyan, G.H. Panosyan, L.L. Osipyan

•Փորձարարական և տեսական հոդվածներ •

Ստեփանյան Լ.Գ., Համբարյան Լ.Ռ. Տարբեր ջրային համակարգերում ֆիտոպլանկտոնային համակեցության հիմնական ցուցանիշների նմանության գնահատումը	6
Խուդավերդյան Ա. Յու., Ժամկոչյան Ա.Ս., Հակոբյան Ն.Գ. Հովհաննավանքի բնակչությունը միջնադարում.....	13
Վարդանյան Ժ.Հ., Մուրադյան Ն.Ն., Գրիգորյան Մ.Մ., Գատրոչյան Գ.Մ. Հայաստանի ԳԱԱ բուսաբանական այգու բարձր գեղագարդ ծառաբույսերի կիրառումը Երևան քաղաքի կանաչապատման տարբեր տիպերում.....	22
Նաղաշյան Հ.Զ., Հակոբյան Ա.Ռ., Գրիգորյան Լ.Հ., Սամսոնյան Վ.Լ., Երիցեկյան Ս.Վ. Երևան քաղաքի հասարակական վայրերի հողի հետազոտությունը մակաբույծների ձվերով և սաղմնապարկերով վարակվածության նկատմամբ.....	31
Մայրապետյան Ս.Խ., Մամիկոնյան Վ.Խ., Ալեքսանյան Զ.Ս., Թովմասյան Ա.Հ., Դարյադար Մ.Խ., Ստեփանյան Բ.Թ. Մշակման տարբեր պայմանների ազդեցությունը եթերայուղատու և դեղատու մշակաբույսեր <i>Mentha piperita</i> L.-ի և <i>Ocimum basilicum</i> L.-ի արդյունավետության ու հակաօքսիդանտային ակտիվության վրա.....	35
Վարդանյան Պ.Հ., Աստուկյան Ա.Պ., Սահակյան Վ.Գ. Ակրիդին նարնջագույնի կապման առանձնահատկությունները ԴՆԹ-ի հետ.....	40
Գրիգորյան Ա.Վ. Հրազդան գետի աղտոտվածության տարբեր աստիճաններով բնութագրվող հատվածներում բնակվող լճագորտի (<i>Pelophylax ridibundus</i>) հեպատոցիտների կորիզաբանական ուսումնասիրությունը.....	45
Ալեքսանյան Տ.Վ. Որոշ հազվագյուտ բուսատեսակների և էկոհամակարգերի խոցելիությունը կախված կլիմայի փոփոխության կանխատեսումներից.....	51
Պողոսյան Ա.Ս. Արցախահայերի մայրագծային գենետիկական կառուցվածքը.....	57
Պիպոյան Ս.Խ., Առաքելյան Ա.Ս., Ղոնջյան Տ.Լ., Ստեփանյան Ի.Է. Աղստև գետում ոսկեգույն ծակակի <i>Sabanejewia aurata</i> (De Filippi, 1863) (<i>Cobitidae</i> , <i>Actinopterygii</i>) հայտնաբերման մասին.....	61
Ղազարյան Կ.Ա., Մովսեսյան Հ.Ս., Ժամհարյան Հ.Գ., Ղազարյան Ն.Փ. Ագարակի պղնձամուխիթենային կոմբինատի շրջակա հողերի միկրոտարրերով աղտոտվածության հետ կապված էկոլոգիական ռիսկերի նահատումը.....	66
Բաբիկյան Դ.Թ. Բավականաչափ ինֆորմատիվ սպիտակուցների բազմակի հաջորդականությունների համադրության կիրառումը BRCA2 միսսենս տեղակալումների բացակայի ռիսկի գնահատման համար.....	76
Թորոսյան Մ.Ա. AT- և GC- զույգ հիմքերի հետ լիզանդների փոխազդեցության ընտրողականության հետազոտումը ԴՆԹ-ի հալման դիֆերենցիալ կորերի միջոցով.....	81
Բլբուլյան Ս.Ս. Խմորման պայմաններում <i>Escherichia coli</i> -ի ԱԵՖ-ազային ակտիվության կախվածությունը գլյուկոզի կոնցենտրացիայից և հիդրոգենազ-4-ի դերը.....	85
Գևորգյան Գ.Ա., Վարազյան Վ.Մ., Վարազյան Ա.Լ. Ողջի գետի ջրահավաք ավազանի գետային էկոհամակարգերի ծանր մետաղներով և հանքային աղերով աղտոտվածության գյուղատնտեսական ռիսկերի գնահատումը.....	92
Հովհաննիսյան Ն.Ա., Դավթաբյան Մ. Վ., Եսոյան Ս.Ս., Մանուկյան Ի.Մ., Եսայան Ա.Հ. Նախնական տվյալներ Հայաստանի խաղողի մոռացված տեղական սորտերի ձևաբանական, գենետիկական և էկոլոգիական բազմազանության մասին.....	98

• Համառոտ հաղորդումներ •

Հովսեփյան Ա.Հ., Մայրապետյան Ս.Ս., Պողոսյան Գ.Յ., Էլոյան Ս.Ա., Եղիազարյան Ա.Ս. Դիլիջանի անտառների վերականգնումը հիդրոպոնիկ տնկիների միջոցով՝ պոլիմերի կիրառմամբ.....	105
Հարություն Զրիստափորի Սարգիսով՝ անասնաբուժական սնկաբանության և սնկավարակաբանության հիմնադիր.....	108
Գիտնական-մանրեաբան և “Նարինե” բուժիչ-դիետիկ կաթի գյուտարար (Լ.Ե.Երզնկյանի ծննդյան 110-րդ ամյակին).....	110
Գիտության և կրթության երախտավորը. (ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ Ռուբեն Միքայելի Հարությունյանի 70-ամյա հոբելյանի առթիվ)	112

СОДЕРЖАНИЕ

•Экспериментальные и теоретические статьи•

Степанян Л.Г., Гамбарян Л.Р. Оценка сходства основных показателей фитопланктонного сообщества разнотипных водных экосистем.....	6
Худавердян А.Ю., Жамкоян А.С., Акопян Н.Г. Население Ованнаванка в эпоху средневековья.....	13
Вардамян Ж.А., Мурадян Н.Н., Григорян М.М., Гатрчян Г.М. Высокодекоративные древесные растения ботанического сада НАН Армении для применения в различных типах озеленения г. Еревана	22
Нагашиян О.З., Акопян А.Р., Григорян Л.Г., Самсомян В.Л., Ерибекян С.В. Исследование образцов земли из общественных мест Еревана на наличие яиц и цист паразитов.....	31
Майрапетян С.Х., Мамиконян В.Х., Алексанян Дж.С., Товмасян А.О., Дарядар М.Х., Степанян Б.Т. Влияние условий выращивания на продуктивность и антиоксидантную активность эфиромасличных и лекарственных растений <i>Mentha piperita</i> L. и <i>Ocimum Basilicum</i> L.	35
Вардеванян П.О., Антонян А.П., Саакян В.Г. Особенности связывания акридинового оранжевого с ДНК.....	40
Григорян А.В. Кариологическое исследование гепатоцитов озерной лягушки (<i>Pelophylax ridibundus</i>), обитающей в разных участках реки Раздан, характеризующихся различной степенью загрязненности.....	45
Алексанян Т.В. Уязвимость некоторых редких растительных видов и экосистем в связи с прогнозируемым изменением климата.....	51
Погосян А.С. Матрилинейная генетическая структура армян Арцаха.....	57
Пипоян С.Х., Аракелян А.С., Креджян Т.Л., Степанян И.Э. Об обнаружении золотистой щиповки <i>Sabanejewia aurata</i> (De Filippi, 1863) (Cobitidae, Actinopterygii) в р. Агстев.....	61
Казарян К.А., Мовсесян А.С., Жамгарян Г.Г., Казарян Н.П. Оценка экологических рисков, связанных с загрязнением почв микроэлементами вокруг Агаракского медно-молибденового комбината.....	66
Бабилян Д.Т. Информативность метода множественного выравнивания белковых последовательностей для определения миссенс-вариантов гена BRCA2 и риска развития рака.....	76
Торосян М.А. Исследование избирательности связывания лигандов с АТ- и GC- пар оснований при помощи дифференциальной кривой плавления ДНК.....	81
Блбулян С.С. Зависимость АТФ-азной активности от концентрации глюкозы у <i>Escherichia coli</i> в условиях брожения и роль гидрогеназы-4.....	85
Геворгян Г.А., Варагян В.М., Варагян А.Л. Оценка сельскохозяйственных рисков загрязнения тяжелыми металлами и минеральными солями речных экосистем водосборного бассейна реки Вохчи.....	92
Ованесян Н.А., Даллакян М.В., Есоян С.С., Манукян И.М., Есаян А.Г. Предварительные сведения о морфологическом, генетическом и энтомологическом разнообразии забытых армянских сортов винограда.....	98

•Краткие сообщения•

Овсепян А.О., Майрапетян Х.С., Погосян Г.Ю., Элоян С.А., Егиазарян А.С. Восстановление лесов Дилижана гидропоническими саженцами с применением полимера.....	105
Арутюн Христофорович Саркисов – основоположник ветеринарной микологии и микотоксикологии.....	108
Ученый-микробиолог и изобретатель лечебно-диетического молока “Наринэ” (к 110-летию со дня рождения Л.Е. Ерзинкяна).....	110
Выдающийся ученый (посвящено 70-летию юбилею чл.-корр. НАН РА Рубена Михайловича Арутюняна)	112

CONTENTS

•Experimental and theoretical articles•

Stepanyan L.G., Hambaryan L.R. Assessment of similarities of main parameters of phytoplankton communities in water bodies of different types.....	6
Khudaverdyan A.Yu., Zhamkochyan A.S., Hakobyan N.G. The population of Hovhannavank in the middle ages.....	13
Vardanyan Zh.H., Muradyan N.N., Grigoryan M.M., Gatrchyan G.M. Ornamental woody plants of botanical garden of NAS RA for applying in different types of gardening of Yerevan city....	22
Naghashyan H.Z., Akopyan A.R., Grigoryan L.H., Samsonyan V.L., Eribekyan S.V. The study of the soil samples from public parks of Yerevan for the presence of cysts and eggs of parasites.....	31
Mairapetyan S.Kh., Mamikonyan V.Kh., Alexanyan J.S., Tovmasyan A.H., Daryadar M.Kh., Stepanyan B.T. Productivity, biochemical indices and antioxidant activity of peppermint (<i>Mentha piperita</i> L.) and basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.) in conditions of hydroponics.....	35
Vardevanyan P.O., Antonyan A.P., Sahakyan V.G. Peculiarities of acridine orange binding with DNA.....	40
Grigoryan A.V. The karyologic study of frogs (<i>Pelophylax ridibundus</i>) hepatocytes living in different surrounding areas of Hrazdan river characterized by different degrees of pollution.....	45
Aleksanyan T.V. The vulnerability of some rare plant species and ecosystems due to projected climate change impact	51
Poghosyan A.S. Matrilinial genetic structure of the Artsakh armenians.....	57
Pipoyan S.Kh., Arakelyan A.S., Kredzhyan T.L., Stepanyan I.E. On discovery of the golden spiny loach <i>Sabanejewia aurata</i> (De Filippi, 1863) (Cobitidae) in the R. Aghstev	61
Ghazaryan K.A., Movsesyan H.S., Zhamharyan H.G., Ghazaryan N.P. Ecological risk assessment of soil contamination by trace elements around Agarak copper-molybdenum mine complex	66
Babikyan D.T. The utility of sufficiently informative protein multiple sequence alignment for cancer risk assessment OF BRCA2 missense substitutions.....	76
Torosyan M.A. Investigation of the affining of the ligands with AT- and GC- pairs by differential melting curve of DNA	81
Blbulyan S.S. Glucose concentration dependent ATP-ase activity in <i>Escherichia coli</i> during fermentation and the role of hydrogenase 4.....	85
Gevorgyan G.A., Varagyan V.M., Varagyan A.L. Agricultural risk assessment of the heavy metal and mineral salt pollution of river ecosystems in the Voghji river catchment area, Armenia...92	
Hovhannisyan N.A., Dallakyan M.V., Esayan S.S., Manukyan I.M., Yesayan A.H. Preliminary data on morphological, genetic and enological diversity of neglected autochthonous grape varietals of Armenia.....	98

• Short communications •

Hovsepyan A.H., Mayrapetyan Kh.S., Poghosyan G.Y., Eloyan, S.A. Eghiazaryan A.S. Restoration of Dilijan forest by hydroponic saplings through use of polymer.....	105
Harutyun Kristophori Sarkisov – the founder of the veterinary mycology and micotoxicology.....	108
Scientist-microbiologist and inventor of therapeutic-dietary milk "Narine" (the 110 th anniversary of L.E. Erzinkyan birthday)	110
The highly merited person of science and education (the 70 th anniversary of corr. member of NAS RA Rouben Aroutiunian)	112



Биолог. журн. Армении, 4 (68), 2016

ОЦЕНКА СХОДСТВА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИТОПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА РАЗНОТИПНЫХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Л.Г. СТЕПАНЯН¹, Л.Р. ГАМБАРЯН^{1,2}

НЦ зоологии и гидроэкологии НАН РА; Институт гидроэкологии и ихтиологии,
listeus@yahoo.com

Ереванский госуниверситет, кафедра экологии и охраны природы
lusinehambaryan@ysu.am

В 2015 г., были проведены исследования количественных и качественных показателей фитопланктона разнотипных водоемов: р. Мармарик, места слияния рек Мармарик и Раздан и водохранилища Ахпара. В изученных пунктах наблюдения из зарегистрированных 109 видов водорослей 30 (29%) имели высокую частоту встречаемости и являлись видами с широкой степенью толерантности. Наиболее высокие показатели сходства видового состава фитопланктона отмечены для р. Раздан и его притока р. Мармарик, что позволяет сделать вывод о влиянии гидрофизических и гидробиологических показателей р. Мармарик на формирование показателей фитопланктонного сообщества р. Раздан.

Фитопланктонное сообщество – коэффициент Соренсена – частота встречаемости

2015 թ. կատարվել են տարաբնույթ հիդրոլոգիական ռեժիմ ունեցող՝ Մարմարիկ գետի, Հրազդան և Մարմարիկ գետերի խառնման հատվածի և Ախպարա ջրամբարի ֆիտոպլանկտոնային համակցության բանական և որակական ուսումնասիրություններ: Ուսումնասիրված դիտակետերում գրանցված ջրիմուռներից 30-ը (29%) ունեցել են հանդիպման բարձր հաճախականություն և տոլերանտության լայն սահմաններ ունեցող տեսակներ: Ֆիտոպլանկտոնային համակցության տեսակային կազմի մեծ նմանություն գրանցվել է Հրազդանի և Նրա վտակ Մարմարիկի միջև, որը պայմանավորված է ոչ միայն հիդրոֆիզիկական և հիդրոլոգիական պայմանների ընդհանրությամբ, այլև թույլ է տալիս եզրակացնել, որ Հրազդան գետի ֆիտոպլանկտոնի տեսակային կազմի ձևավորման վրա իր ազդեցությունն ունի Մարմարիկ գետի ջրիմուռների տեսակային կազմը:

Ֆիտոպլանկտոնային համակցություն – Սորենսենի գործակից – հանդիպման հաճախականություն

The quantitative parameters and species composition of phytoplankton community in the polytypic water bodies, namely Marmarik river, in the confluence of the Marmarik and Harzdan rivers and Akhpara reservoir in 2015 were studied. At the studied observation sites the 30 algae species (29 %) had a high frequency of occurrence and wide range of tolerance. High similarity of phytoplankton composition was recorded between Hrazdan and its tributary – Marmarik river, which is caused not only by the generality of hydrophysical and hydrological conditions but also leads to a conclusion that the algae species of Marmarik river contributes to the formation of phytoplankton composition of the Hrazdan river.

Phytoplankton community – Sorensen coefficient – frequency of occurrence

Формирование качества воды больших рек довольно сложный процесс, в котором большое влияние имеют гидрохимические и гидрофизические показатели впадающих рек. Фитопланктон как первичное автотрофное звено быстро реагирует на изменения водной среды, а флуктуация и разнообразие фитопланктонного сообщества широко используются при оценке биологических показателей качества воды. На развитие показателей фитопланктона влияет гидрологический режим водоемов, в частности скорость течения. Таким образом, количественные характеристики, флористический состав фитопланктона в разнотипных водных экосистемах, в гидросистеме река – водохранилище должны отличаться друг от друга [4].

Нами изучены основные показатели фитопланктона разнотипных водоемов рр. Раздан и Мармарик, а также в-ща Ахпара. Раздан берет свое начало из озера Севан, ее длина составляет 141 км, площадь водосборного бассейна около 2560 км². Воды реки используются в энергетических целях и орошения. Самым крупным притоком р. Раздан является р. Мармарик (37 км), площадь водосбора 427 км², воды ее используются для орошения. На р. Раздан в 1953 году в энергетических целях построено в-ще Ахпара, с объемом воды 5.6 млн. м³ [10].

Исследуемые гидроэкосистемы по гидрологическому режиму являются разнотипными водными экосистемами, и, следовательно, формирование основных показателей фитопланктона должны различаться.

Цель работы – изучить количественные показатели, видовой состав фитопланктона р. Мармарик и выявить его влияние на формирование фитопланктона р. Раздан, а также сравнить флористический состав водорослей рек с фитопланктоном в в-ще Ахпара.

Материал и методика. Изучения гидробиологических показателей р. Мармарик и в-ща Ахпара проводились с 2003 по 2005 гг. [2, 8]. Исследования рр. Раздан, Мармарик и в-ща Ахпара, нами были проведены весной (май), летом (июль) и осенью (сентябрь) 2015 года. Выбраны следующие пункты пробоотбора: нижнее течение р. Мармарик (1), место слияния рр. Мармарик и Раздан (2), береговая часть в-ща Ахпара (3).

Консервация и обработка проб проводились согласно современным гидробиологическим методам [1]. Пробы отбирались объемом 1 л, фиксировались 40%-ным раствором формалина (0,4% окончательная концентрация) и хранились в темном месте. Дальнейшие исследования проводились в лабораторных условиях. Расчет численности клеток и идентификация видов осуществлялись с помощью микроскопа XSZ-107 BN в камере Нажотта объемом 0,01 мл.

Для определения видового состава водорослей использовался ряд определителей [5, 7, 9, 13].

Степень сходства видового состава фитопланктона рек и водохранилища рассчитывалась по коэффициенту Соренсена [11]

$$K=2j/a+b,$$

где a и b – число видов, обнаруженных в каждом из сравниваемых биоценозов, j – число общих для них видов.

Был рассчитан индекс частоты встречаемости видов [6] фитопланктона рр. Раздан, Мармарик и в-ща Ахпара.

Результаты и обсуждение. В наших исследованиях 2015 г. выявлено, что в р. Мармарик, в месте слияния рек Мармарик и Раздан основной состав фитопланктона был образован отделами: Bacillaryophyta (диатомовые), Chlorophyta (зеленые), Cyanophyta (синезеленые) и Euglenophyta (эвгленовые). В водохранилище Ахпара основными отделами были: Bacillaryophyta, Chlorophyta, Cyanophyta. Во всех трех пунктах пробоотбора по количественным и качественным показателям доминировали диатомовые водоросли (рис. 1).

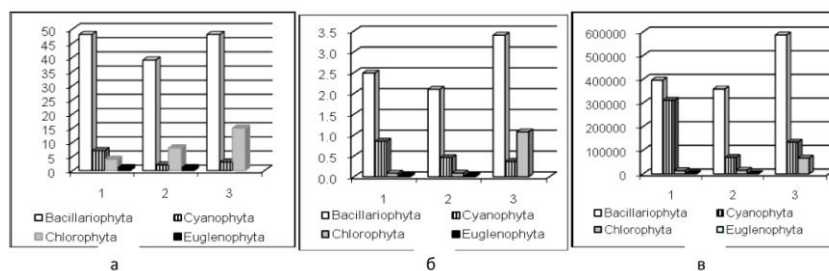


Рис. 1. Динамика средних показателей видового состава(а), численности кл/л (б) и биомассы г/м³(в) водорослей 1 – в р. Мармарик, 2- в месте слияния рек Мармарик и Раздан и 3– в-ще Ахпара.

Таблица 1. Видовой состав фитопланктона разнотипных водоемов. 1- р. Мармарик, 2- место слияния рек Мармарик и Раздан, 3- в-ще Ахпара [3].

Виды водорослей	р.Мармарик	Место слияния двух рек	В-ще Ахпара	Частота встречаемости, %	Приуроченность к местообитанию фитопланктона
1	2	3	4	5	6
Отдел Cyanophyta					
1. <i>Aphanothece clathrata</i> W.	+	+	+	100	Р*
2. <i>Anabaena flos aquae</i> (L.) Ralfs.	+		+	67	Р
3. <i>Microcystis aeruginosa</i> (Kutz.) Kutz.	+	+	+	100	Р
4. <i>Oscillatoria lauterbornii</i> Schmidle	+			33	-
5. <i>Oscillatoria tenuis</i> f. <i>tenuis</i> Ag.	+			33	Р-В*
6. <i>Plectonema tomasinianum</i> Gom.	+			33	В *
7. <i>Spirulina</i> sp.	+			33	-
Отдел Bacillariophyta					
8. <i>Achnantes microcephala</i> (Kutz.) Grun.	+	+	+	100	В
9. <i>Achnantes minutissima</i> Kutz.	+			33	В
10. <i>Amphora ovalis</i> Kutz.	+		+	67	В
11. <i>Amphipleura pellucida</i> Kutz.			+	33	В
12. <i>Asrterionella formosa</i> Hass.	+	+	+	100	Р
13. <i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve	+			33	В
14. <i>Ceratoneis arcus</i> (Ehrb.) Ralfs.	+	+	+	100	В
15. <i>Closterium acerosum</i> (Ehrb.) Ralfs.	+			33	-
16. <i>Cocconeis placentula</i> Ehrb.	+	+	+	100	Р-В
17. <i>C. pediculus</i> Ehrb.	+	+	+	100	В
18. <i>Cyclotella comta</i> (Ehr.) Kutz.	+	+	+	100	Р
19. <i>C. radiosa</i> (Grun.) Lemm.		+		33	Р
20. <i>Cymbella cistula</i> (Ehrb.) Kirchn.			+	33	В
21. <i>C. lanceolata</i> (Ehrb.) Kirchn.	+		+	67	В
22. <i>C. linearis</i> Ostrap.	+			33	-
23. <i>C. parva</i> (W. Sm.) Kirchn.	+			33	В
24. <i>C. prostrata</i> (Berk.) Cleve	+	+	+	100	В
25. <i>C. ventricosa</i> var. <i>ventricosa</i>	+		+	67	В
26. <i>Cymatopleura solea</i> W. Sm.		+	+	67	-
27. <i>Diatoma hiemale</i> (Lyngb.) Heib.	+	+	+	100	Р-В
28. <i>D. vulgare</i> Bory	+	+	+	100	Р-В
29. <i>D. elongatum</i> (Lyngb.) Ag.	+	+	+	100	Р-В
30. <i>Didmosphenia geminata</i> (Lyngb)	+	+		67	В
31. <i>Diploneis ovalis</i> Cleve			+	33	В
32. <i>Eunotia arcus</i> Ehrb.	+			33	В
33. <i>Fragilaria capucina</i> Desm.	+	+	+	100	В
34. <i>F. construens</i> (Ehrb.) Hust.			+	33	Р-В
35. <i>F. crotonensis</i> Kitt.	+	+	+	100	Р
36. <i>F. islandica</i> Grun.			+	33	-

ОЦЕНКА СХОДСТВА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИТОПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА РАЗНОТИПНЫХ ВОДНЫХ...

1	2	3	4	5	6
37. <i>Frustulia rhomboidis</i> (Ehrb.) De Toni			+	33	B
38. <i>Gomphonema angustatum</i> (Kutz.) Rbh.	+			33	B
39. <i>G. pumilum</i> var. <i>elegans</i> Reichardt	+	+		67	-
40. <i>G. olivaceum</i> (Lyngb.) Kutz.			+	33	B
41. <i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kutz.) Rabenh.			+	33	P-B
42. <i>Hantzchia amphioxys</i> (Ehrb.) Grun.	+			33	B
43. <i>Melosira varians</i> Ag.	+	+	+	100	P-B
44. <i>Meridion circulare</i> Ag.			+	33	B
45. <i>Navicula anglica</i> (Greg.) Ralfs.			+	33	B
46. <i>N. cryptocephala</i> (Kutz.)	+	+	+	100	B
47. <i>N. directa</i> W. Sm.			+	33	B
48. <i>N. gastrum</i> (Ehrb.) Kutz.	+			33	B
49. <i>N. gracilis</i> Ehrb.	+	+		67	B
50. <i>N. meniscus</i> Schum.			+	33	B
51. <i>N. oblonga</i> Kutz.	+	+		67	B
52. <i>N. peregrine</i> (Ehrb.) Kutz.	+			33	B
53. <i>N. pygmaea</i> Kutz.			+	33	B
54. <i>N. radiosa</i> Kutz.	+	+	+	100	B
55. <i>N. robusta</i> (Ehrb.)	+			33	B
56. <i>N. rotacea</i> (Rabenh.) Grun			+	33	-
57. <i>N. rhyncocephala</i> Kutz.		+		33	B
58. <i>Neidium affine</i> (Ehrb.) Pfitz.			+	33	B
59. <i>N. iridis</i> (Ehrb.) Cleve	+			33	B
60. <i>Nitzschia acicularis</i> (Kutz.) W. Sm.	+			33	P-B
61. <i>N. amphibia</i> Grun.	+			33	P-B
62. <i>N. angustata</i> (W. Sm.) Grun.	+			33	P
63. <i>N. dissipata</i> (Kutz.) Grun.	+	+	+	100	B
64. <i>N. fonticola</i> Grun.			+	33	B
65. <i>N. hantzschiana</i> Rabenh.		+		33	B
66. <i>N. kuetzingiana</i> Hilse		+		33	B
67. <i>N. linearis</i> (Ag.) W.Sm.	+		+	67	B
68. <i>N. palea</i> (Kutz.) W. Sm.		+	+	67	P-B
69. <i>N. sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Sm.		+		33	P-B
70. <i>Pinnularia leptosoma</i> (Grun.) Cl.		+		33	B
71. <i>P. virdis</i> (Nitzsch.) Ehrb.	+	+	+	100	P-B
72. <i>Rhoicophenia curvata</i> (Kutz.) Grun.	+	+	+	100	P-B
73. <i>Stephanodiscus astraea</i> Grun	+	+	+	100	P
74. <i>S. hantzschii</i> Grun			+	33	P
75. <i>Surirella angustata</i> Kutz.	+	+	+	100	B
76. <i>S. ovata</i> Kutz.	+	+	+	100	B
77. <i>S. robusta</i> Ehrb.	+	+	+	100	P-B
78. <i>Stauroneis acuta</i> W. Sm.		+		33	B
79. <i>S. anceps</i> Ehrb.	+	+		67	P-B
80. <i>S. phoenicentron</i> (Nitzsch.) Ehrb.	+	+	+	100	B
81. <i>Synedra acus</i> Kutz.	+	+	+	100	P
82. <i>S. ulna</i> Kutz.		+		33	P
83. <i>Tabellaria fenestrata</i> Kutz.			+	33	P-B
Отдел Chlorophyta					
84. <i>Ankistrodesmus acicularis</i> Korsch.	+	+	+	100	P
85. <i>Ankistrodesmus falcatus</i> Ralfs.	+	+	+	100	P-B
86. <i>Characium accuminatum</i> A. Br.		+	+	67	-
87. <i>Characium naegali</i> A. Br.			+	33	-
88. <i>Characium sieboldii</i> A. Br.			+	33	-
89. <i>Chlorella vulgaris</i> Beijer.		+	+	67	P-B
90. <i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang) Senn	+			33	P-B
91. <i>Dictiosphaerium pulchellum</i> Wood			+	33	P-B
92. <i>Oocystis borgei</i> Snow			+	33	P-B
93. <i>Oocystis solitaria</i> Witr.			+	33	P
94. <i>Pandorina morum</i> Bory			+	33	P

1	2	3	4	5	6
95. <i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen			+	33	P-B
96. <i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp) Breb.		+	+	67	P
97. <i>Selenastrum gracile</i> Reinsch			+	33	-
98. <i>Staurastrum boreale</i> W.	+	+		67	-
99. <i>S. sp.</i>		+		33	-
100. <i>Tetraedron minimum</i> (A. Br.) Hansg.		+	+	67	P-B
101. <i>Volvox aureus</i> Ehrb.			+	33	P
Отдел Euglenophyta					
102. <i>Trachelamonas volvocina</i> Ehrb.	+	+		67	B

P*-планктонные виды, B*-бентосные виды, P*-B- планктонно-бентосные виды

В в-ще Ахпара было обнаружено 68 видов водорослей, из коих 50 диатомовые, 15 зеленые, 3 синезеленые. Из общего количества видов 40% бентосные, 27% планктонно-бентосные и 21% планктонные (табл. 1).

По количеству видов среди диатомей доминировали роды *Navicula* (13 видов), *Nitzschia* (10), *Cymbella* (6), а среди зеленых – *Characium* (3 вида) (табл. 1).

Наибольшие количественные показатели фитопланктона р. Мармарик наблюдались в летний период, суммарно составляя 1012500 кл/л и 4.9 г/м³ по численности и биомассе. Доминировали диатомовые водоросли, составляя 66% от суммарной численности и 79% от суммарной биомассы сообщества (рис. 2). Такие высокие показатели численности и биомассы были обусловлены высокими показателями вида *Rhoicophenia curvata*, численность которого составляла 202500 кл/л, а биомасса 0.8 г/м³.

Наименьшие количественные показатели зарегистрированы весной, составляя 575000 кл/л и 2.5 г/м³ по численности и биомассе соответственно. В альгоценозе доминировали синезеленые водоросли: *Aphanotecea clathrata* и *Microcystis aeruginosa* – 53 % от общей численности. Группа зеленых водорослей в период исследования составляла 2-3 % от количественных показателей реопланктона сообщества (рис. 2).

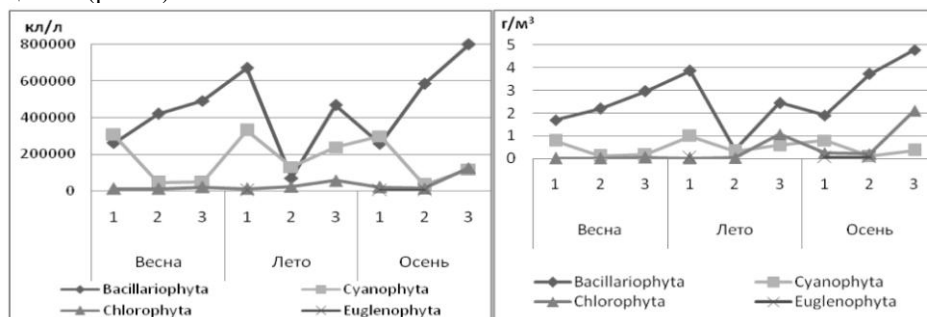


Рис. 2. Показатели численности (а) и биомассы (б) водорослей 1- в р. Мармарик, 2- в месте слияния рр. Мармарик и Раздан, 3- в в-ще Ахпара.

Во втором пункте пробоотбора наивысшие показатели водорослей по численности и биомассе зарегистрированы осенью: 632500 кл/л и 4.9 г/м³ соответственно. Такие высокие показатели – результат развития видов: *Diatoma hiemale* (60000 кл/л, 0.27 г/м³) и крупной одноклеточной водоросли *Cymbella prostrata* (60000 кл/л и 1.85 г/м³) из группы диатомовых. Наименьшие количественные показатели водорослей зарегистрированы летом: 225000 кл/л численности и 0.75 г/м³ биомассы. Доминантами являлись виды – *Aphanotecea clathrata* и *Microcystis aeruginosa*, которые составляли 58% численности и 41% биомассы сообщества суммар-

но. Увеличение количественных показателей синезеленых водорослей, по всей вероятности, связано с повышением температуры воды (табл. 2).

Таблица 2. Показатели температуры и скорости течения в 3 пунктах пробоотбора

Станции	Весна		Лето		Осень	
	Т°С	V (м/сек)	Т°С	V (м/сек)	Т°С	V (м/сек)
р. Мармарик (1)	7	0,4	16	0,4	15	0,2
Место слияния рек Мармарик и Раздан (2)	7	0,5	16	0,5	14	0,3
В-ще Ахпара (3)	9	-	16	-	16	-

Зеленые водоросли во все сезоны имели незначительные количественные показатели и составляли от 1 до 10% от общих показателей биомассы и численности реопланктона сообщества. Низкие количественные показатели в реках обнаружены у эвгленовой водоросли *Trachelomonas volvocina*, которая ранее не была отмечена в фитопланктоне [2]. В альгоценозе в-ща Ахпара наблюдалось увеличение количественных показателей в период с весны до осени, достигнув максимума к осени, составляя 1042500 кл/л и 7.25 г/м³ по численности и биомассе соответственно. Доминировали диатомовые водоросли, которые составляли 77% от общей численности и 66% от общей биомассы сообщества (рис. 1). Высокие показатели численности и биомассы были обусловлены развитием видов *Melosira varians* (180000 кл/л и 0.9 г/м³) и *Stephanodiscus astraea* (85000 кл/л и 0.4 г/м³). В весенний период были зарегистрированы наименьшие количественные показатели, доминантным видом был вид *Stephanodiscus astraea*, который составлял 19% от общей численности и 15% от общей биомассы сообщества [12]. Численность зеленых водорослей была довольно низкой, однако по показателям биомассы они доминировали над синезелеными водорослями, что было обусловлено развитием таких крупных колониальных видов как *Dictyosphaerium pulchellum*, *Volvox aureus* и *Pandorina morum*, которые не были обнаружены в составе планктона в предыдущих исследованиях альгоценоза Ахпара [8]. Видовой состав зеленых водорослей в водохранилище Ахпара был более разнообразен, чем в реках Мармарик и Раздан (табл. 1).

Во всех исследованных 3-х пунктах пробоотбора из обнаруженных 102 видов водорослей около 30 видов (29%) имели высокую частоту встречаемости (табл. 1). Данные виды встречались во всех исследованных водных экосистемах, а следовательно имеют высокую степень экологической толерантности.

Нами были проведены расчеты коэффициента Соренсена, который выявил высокую степень сходства видового состава между пунктами пробоотбора Мармарик – Раздан (табл. 3).

Таблица 3. Показатели коэффициента Соренсена в исследованных пунктах: 1 -р. Мармарик, 2 -место слияния рр. Мармарик и Раздан, 3 –в-ще Ахпара.

р. Мармарик – место слияния рек Мармарик и Раздан (1-2)	0,64
р. Мармарик – водохранилище Ахпара (1-3)	0,57
Место слияния рр. Мармарик и Раздан – в-ще Ахпара (2-3)	0,54

Как видно из табл. 3, сравнительно низкое сходство видового состава фитопланктона наблюдалось в пункте пробоотбора Раздан – Ахпара. По всей вероятнос-

ти, это обусловлено различием гидрологического режима разнотипных водных экосистем, так как в месте слияния с рекой Раздан скорость течения была выше, чем в р. Мармарик (табл. 2).

Таким образом, в результате исследований разнотипных водных экосистем в различные сезоны, проведенных в р. Мармарик, в месте слияния рр. Мармарик и Раздан, а также в водохранилище Ахпара, выявлено, что в гидрологически отличающихся разнотипных водных экосистемах наибольшее видовое сходство фитопланктона наблюдалось в месте слияния рек Мармарик и Раздан. Это позволяет заключить, что качественный состав фитопланктона реки Мармарик влияет на формирование качественных показателей фитопланктонного сообщества р. Раздан. Наименьшее видовое сходство наблюдалось в пункте наблюдения Раздан-Ахпара, что можно объяснить различием гидрологического режима. В изученных пунктах наблюдения из зарегистрированных 102 видов водорослей около 30 видов (29%), имели высокую частоту встречаемости и являлись видами с широкой степенью толерантности. В составе фитопланктона разнотипных водоемов преобладают бентосные виды – 46%, на втором месте планктонно-бентосные виды – 23%, наименьший процент составили планктонные виды – 17%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений, Л., Гидрометиздат, с.78-86, 1983.
2. Бадалян К.Л. Флористический состав фитопланктонных альгоценозов Малого Севана, р. Раздан и р. Мармарик, МАНЕБ, Санкт-П., 10, 6. с. 67-69, 2005.
3. Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель Авив: PiliesStudio, 498 с., 2006.
4. Вандыш О.И., Денисов Д.Б., Черепанов А.А. Особенности планктонных сообществ Губы Белой Озера Имандра при долговременном воздействии сточных вод горно-рудного производства. Труды Кольского Научного Центра РАН, 16, 3, с. 36-43, 2013.
5. Гамбарян Л.Р., Шахазизян И.В. Определитель родов водорослей пресноводных водоемов, Ереван, 60 с., 2014.
6. Девяткин В.Г., Митропольская И.В. Встречаемость видов водорослей как показатель биологического разнообразия альгоценозов. Динамика разнообразия гидробионтов во внутренних водоемах России. Российская Академия Наук Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина, Ярославль с. 5-22, 2002.
7. Процкина-Лавренко А.И., Макарова И.В. Водоросли планктона Каспийского моря, Л., Наука, 205 с., 1986.
8. Степанян Л.Г., Бадалян К.Л., Гамбарян Л.Р. Динамика развития биомассы фитопланктонного сообщества Ахпаранского и Ереванского водохранилищ в летний период 2005 года. Современные климатические и экосистемные процессы в уязвимых природных зонах (арктических, аридных, горных), тезисы докладов меж. научной конф., Ростов на Дону, с. 194, 2006.
9. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР, К., Наукова Думка, 199 с., 1990.
10. Чилингарян Л.А., Мнацаканян Б.П., Агабабян К.А., Токмаджян О.В. Гидрография рек и озер Армении. Ереван, 49 с., 2002.
11. Sørensen T.A. method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, K. danske vidensk Selsk., 5, 4, pp. 1-34, 1948.
12. Stepanyan L.G., Hambaryan L.R. Development dynamics of phytoplankton community of Akhpara reservoir. Proceedings of the YSU, 2016, № 1, p. 30–33.
13. Streble H., Krauter D. Das Leben im Wassertropfen, Stuttgart, Kosmos, 415 p., 2001.

Поступила 17.02.2016



Биол. журн. Армении, 4 (68), 2016

НАСЕЛЕНИЕ ОВАННАВАНКА В ЭПОХУ СРЕДНЕВЕКОВЬЯ

А.Ю. ХУДАВЕРДЯН, А.С. ЖАМКОЧЯН, Н.Г. АКОПЯН

*Институт археологии и этнографии НАН РА
akhudaverdyan@mail.ru*

Антропология средневековой Армении фактически не исследована из-за отсутствия материалов. Исследование измерительных и дискретно-варьирующих (неметрических) признаков показало, что антропологический материал из Ованнаванка имеет особенности арменоидной группы популяции. В антропологическом варианте зубной системы максимально выражены элементы западного подтипа южного грацильного типа. По своим особенностям средневековая серия занимает промежуточное положение между палеоантропологическими материалами эпохи поздней античности и современными армянами. Наличие таких маркеров стресса, как эмалевая гипоплазия, поротический гиперостоз и т.д., указывает на систематическое воздействие негативных факторов среды (инфекции, паразиты, периоды голодания).

Армения – Ованнаванк – средневековье – антропология

Նյութի բացակայության պատճառով, միջնադարյան Հայաստանի մարդաբանությունը համարյա ուսումնասիրված չէ: Ուսումնասիրության արդյունքում պարզվել է, որ Հովհաննավանքի մարդաբանական նյութի չափագրական և նկարագրական (դիսկրետ) հատկանիշները բնորոշ են արմենոիդ տիպին: Ատամնաբանության համակարգի տարբերակը առավելագույն կերպով արտահայտում է հարավային գրացիլ տիպի արևմտյան ենթատիպի տարրերը: Իր առանձնահատկություններով հնամարդաբանական նյութը միջանցիկ տեղ է գրավում Հայաստանի ուշ անտիկ դարաշրջանի և ժամանակակից հայերի միջև: Այդպիսի հատկանիշների առկայությունը ինչպիսիք են՝ porotic hyperostosis, արծնածակի հիպոպլազիան և այլն վկայում են այն մասին, որ այստեղ ճորգանիզմն ենթարկվել է արտաքին տևական ազդեցությունների:

Հայաստան – Հովհաննավանք – մարդաբանություն

The article is devoted to an anthropological characteristics of the population from Armenia during the Age of Middle Ages. Anthropology of medieval Armenia is actually not investigated due to lack of materials. The complex of morphological signs and discrete (non-metric) are peculiar to the Armenoid people. The dental system in which the elements are expressed at most is peculiar to the western subtype of the southern gracile type. According to its characteristics, it occupies an intermediate position between paleoanthropological materials of the late antiquity and the modern Armenians. The presence of these markers of stress as enamel hypoplasia, porotic hyperostosis etc, indicates a systematic impact of negative environmental factors (infections, parasites, periods of fasting).

Armenia – Hovhannavank – anthropology

Относящийся к средневековому периоду антропологический материал с территории Армении невелик. Практически мы располагаем единичными черепами из памятников Гарни [1], Бюракна [23] и Двина [14]. Краниологические особенности

черепов характеризовались комплексом признаков, свидетельствующих о принадлежности их к арменоидному типу. Мы сталкиваемся здесь с антропологической чертой, которая так характерна для физического облика современных армян – брахикранией [1, 14, 23]. По сравнению с черепами поздней античности не наблюдаются заметных различий признаков лица и черепа. Следовательно, преемственность с более ранним населением Армении сохраняется и в средневековье.

К позднему средневековью относится новый антропологический материал из Ованнаванка. Ованнаванк – один из средневековых монастырских комплексов Армении, который расположен на краю скалистого обрыва ущелья реки Касах, напротив горы Араилер (2600 м.), в Арагацотнской области. Строительство Ованнаванка народное предание приписывает Гр. Просветителю (начало IV в.). В историографической же литературе монастырь Ованнаванк фигурирует уже в VII в. Он упоминается в “Книге посланий” (*liber epistolarum* VII-VIII вв.) [9]. Существование монастыря Иоанна отмечается и историком X в. Ухтанесом [4].

В данной работе предпринимается попытка комплексно рассмотреть антропологические особенности и последствия физиологической адаптации населения Ованнаванка.

Материал и методика. В 2015 году у церкви Ованнаванк проведены археологические раскопки Института археологии и этнографии НАН РА. Археологам А.С. Жамкочян и Н.Г. Акопян пришлось очистить и освободить от земли стены церкви. В результате раскопок были обнаружены костные останки 8 индивидов (4 мужчин, 2 женщин, 2 детей). Для получения антропологической характеристики черепов суммируются результаты по изучению многих систем признаков (краниология, генетические маркеры, одонтология, палеопатология), т.е. по широкому профилю антропологического анализа популяций, что в полной мере отражает высокий уровень современного развития палеоантропологии [2, 6, 7, 8, 10, 14, 15, 16, 27, 28]. Была использована предложенная Жировым [5] классификация видов искусственной деформации черепов.

Результаты и обсуждение. В Ованнаванке на двух мужских черепах обнаружена искусственная лобно-затылочная деформация. Обычай преднамеренной кольцевой деформации головы был известен у античного (Бениамин, Вардбах, Кармракар, Ширикаван I) [19, 20, 23] и раннесредневекового (Бюракан) [22] населения Ширакской равнины. На территории Ширакской равнины наблюдается деформация 3 типов: кольцевая лобно-затылочная, приближающаяся по форме к конусу, кольцевая лобно-затылочная, башенная и точечная. Мотивы преднамеренной деформации головы различные: непреднамеренное воздействие предмета быта (особый вид колыбели, приводящий к уплощению затылочной кости); подчеркивание социального статуса и отличие от инородных групп; исправление “неправильной” формы черепа и получение “красивой” формы головы, удовлетворяющей определенным эстетическим нормам; возможность изменить психотип человека; необходимость приостановить быстрый рост мозгового вещества; стремление ускорить процесс застывания родничка; результат массажа (для снятия головных болей); желание защитить голову новорожденного от природных факторов (холод, ветер, жара) [3, 11, 12].

Усредненные данные по краниологическому типу населения Ованнаванка приведены в табл. 1. Мужские черепа с кольцевой лобно-затылочной деформацией имеют брахикранную черепную коробку с очень малым продольным, малым поперечным, средним высотным диаметрами. Высота черепа характеризуется гипсикранией и акрокранией. Лицо мезогнатное, среднеширокое, высокое, уплощенность горизонтального профиля средняя. Орбиты среднеширокие и высокие, характеризуются гипсиконхным высотно-широтным указателем. Нос высокий и широкий,

небо узкое. Мужские черепа (без деформации) имеют брахикранную черепную коробку с очень малым продольным, средним поперечным и очень большим высотным диаметрами. Высота черепа характеризуется гипсикранией и акрокранией. Ширина лба очень большая, ширина затылка – средняя. Лицо ортогнатное, средне-высокое и узкое, орбиты высокие и широкие, нос узкий и средневысокий.

Таблица 1. Средние значения краниологических признаков и указателей в серии Ованнаванк

	Признак	♂ Деформированные черепа		♂ Недеформированные черепа		♀ Недеформированные черепа	
		n	x	n	x	n	x
1	Продольный диаметр	2	168,5	1	165,0	1	170,0
8	Поперечный диаметр	2	136,5	2	141,0	2	146,75
17	Высотный диаметр	2	134,5	1	142,0	2	129,0
20	Высотный диаметр	2	130,4	1	137,9	1	127,0
5	Длина ос. черепа	2	97,5	1	101,5	1	98,5
9	Наименьш. ширина лба	2	83,1	1	103,0	1	91,5
10	Наибольшая ширина лба	2	119,0	1	127,0	1	122,0
11	Биаурикуляр. ширина	2	125,0	2	119,5	2	125,5
12	Ширина затылка	2	110,25	2	107,5	2	113,0
29	Лобная хорда	2	111,5	1	107,0	1	111,5
30	Теменная хорда	2	101,5	2	109,5	2	103,5
31	Затылочная хорда	2	101,65	2	92,75	2	95,1
45	Скуловой диаметр	2	134,5	1	126,5	1	127,5
40	Длина основания лица	2	99,4	1	88,0	1	83,5
48	Верхняя высота лица	2	76,4	1	71,0	1	62,8
43	Верхняя ширина лица	2	104,0	1	107,0	1	97,0
46	Средняя ширина лица	2	96,75	1	89,5	1	90,5
60	Длина альвеол. дуги	2	54,5	1	48,0	1	47?
61	Ширина альвеол. дуги	2	61,15	1	60,5	1	52,8
62	Длина неба	2	46,35	1	38,0	1	37,8?
63	Ширина неба	2	34,75	1	31,0	1	31,0
55	Высота носа	2	57,0	1	52,0	1	54,0
54	Ширина носа	2	26,5	1	22,0	1	26?
51	Ширина орбиты mf	2	42,5	1	43,0	1	40,8
51a	Ширина орбиты d	2	39,0	1	37,8	1	38,0
52	Высота орбиты	2	36,75	1	36,0	1	35,5
	Бимальяр. ширина fmo-fmo	2	96,5	1	99,8	1	91,0
	Высота наз. fmo-fmo	2	15,25	1	21,5	1	17,5
	Зиго-макс. ширина	2	97,25	1	88,8	1	90,0
	Высота zpn	2	30,5	1	25,0	1	23,5
DC	Дакриальная хорда	2	24,5	1	27,0	1	18,5
DS	Дакриальная высота	2	14,5	1	16,0	1	13,0
SC	Симотическая хорда	2	11,35	1	10,2	1	9,0
SS	Симотическая высота	2	5,9	1	5,0	1	4,5
MC	Максиллофронталь. хорда	2	19,9	1	21,0	1	16,0
MS	Максиллофронталь. высота	2	10,75	1	10,0	1	9,0
65	Мышелковая ширина н.ч.	2	118,0	1	114,0	1	114,0
66	Бигональ. ширина н.ч.	2	103,0	1	107,0	1	96,0
68	Проек. длина н.ч.	2	76,9	1	73,2,0	1	73,0
68(1)	Длина н.ч. от мышелков	2	100,9	1	103,0	1	99,0
67	Передняя ширина	2	49,5	1	43,0	1	43,0
69	Высота симфиза	2	29,75	1	32,8	1	27,0
69(1)	Высота тела н.ч.	2	26,9	1	23,5	1	21,0
69(3)	Толщина тела н.ч.	2	14,5	1	13,0	1	11,0
70	Высота ветви	2	64,5	1	52,0	1	60,5
71a	Наименьшая шир. ветви	2	31,0	1	29,2	1	27,0

А.Ю. ХУДАВЕРДЯН, А.С. ЖАМКОЧЯН, Н.Г. АКОПЯН							
32	Угол лба n-m	2	80,5	1	86,0	1	82,0
-	Угол лба g-m	2	73,0	1	82,0	1	80,0
72	Общий угол лица	2	83,0	1	88,0	1	97?
73	Угол сред. част. лица	2	83,0	1	84,0	1	92,0
74	Альвеол. угол лица	2	88,0	1	98,0	1	106?
75	Угол нак. нос. кос.	2	50,0	1	56,0	1	66,0
75(1)	Угол нос. костей	2	33,0	1	32,0	1	31,0
8:1	Черепной указатель	2	81,01	1	84,85	1	87,36
17:1	Выс.-прод. указатель	2	79,83	1	86,07	1	78,24
20:1	Выс.-прод. указатель	2	78,095	1	83,58	1	74,71
17:8	Выс.-поп. указатель	2	98,595	1	101,43	2	87,89
20:8	Выс.-поп. указатель	2	95,587	1	98,5	1	85,53
9:8	Лобно-поп. указатель	2	68,33	1	73,58	1	61,62
48:45	Лицевой указатель	2	56,82	1	56,13	1	49,26
54:55	Носовой указатель	2	46,4	1	42,31	1	48,15
52:51	Орбитный указатель	2	86,69	1	83,73	1	87,01
63:62	Небный указатель	2	75,251	1	81,58	1	82,02
DS:DC	Дакриальный указатель	2	58,55	1	59,26	1	70,28
SS:SC	Симотичес. указатель	2	50,765	1	49,02	1	50,0

Останки женщин характеризуются общей грацильностью строения, с очень слабо выраженным рельефом в области надбровья. Черепная коробка брахикранная, со средним продольным, очень большим поперечным, средним высотным диаметрами. Высота черепа характеризуется гипсикрацией и метриокрацией. Наибольшая ширина лба – очень большая, наименьшая ширина – средняя. Лицо ортогнатное, невысокое и среднеширокое, орбиты средневысокие и среднеширокие, высота носа – очень большая, ширина – большая.

При сопоставлении деформированных и недеформированных черепов оказалось 30 признаков (из 53) с определенными различиями (из-за малочисленности деформированных черепов нельзя говорить о достоверно значимых различиях). Деформированные черепа более узкие, длинные – лобные, теменные и затылочные хорды, высокое лицо, выше у них и носовые кости. Так как повязка шла через лобную и затылочную кости, то произошло снижение высоты изгиба этих костей. Лобная кость стала покатой – “убегающий” назад лоб. Понижение кривизны чешуи затылочной кости привело к повышению черепного свода.

Использование краниоскопических (дискретно-варьирующих) признаков непосредственно связано с популяционными исследованиями, занимающими важное место в исследованиях этнической антропологии. У населения Ованнаванка завышенные частоты горизонтального шва скуловой кости, подбородочного отверстия, птериона Х-образной формы, выступающей формы латерального края лобного отростка скуловой кости, шовных косточек в лямбдовидном, чешуйчатом швах, резцового шва, проникающего тела клиновидной кости в области ямки турецкого седла, отростка затылочной кости (processus paramastoideus), непостоянных отверстий позади затылочных мыщелков (canalis condyloideus), вставной кости в области теменной вырезки, лобного отверстия и отростка височной чешуи, височного отростка лобной кости, отверстий в затылочно-сосцевидном шве, теменных, добавочных косточек неправильной формы в области астериона, двухсоставного затылочного мыщелка. Население характеризуется умеренными и низкими частотами встречаемости надглазничных, подглазничных, крылоостистых отверстий, Инковских, межвисочных костей, мендозного шва, отсутствия задней стенки остистого отверстия (foramen spinosum inco.). У индивидов отсутствуют следующие дискретно варьирующие признаки: sutura frontalis, spina trochlearis, os parietale bipartitum, os wormii suturae coronalis, os bregmaticum, os wormii suturae sagittalis, os triquetrum, os quadratum, os apicis lambda, os interparietale s. sagittalis, propessus in-

terparietalis, manifestatio vertebrae occipitalis, tuberculum praecondylare, sulcus mylohyoideus, foramina mandibularia.

Таблица 2. Частоты краниоскопических признаков у индивидов из Ованнаванка

Признак	%
Foramina supraorbitalia	25 (4)
Foramina frontalia	25 (4)
Foramina zygomaticofacialia	100 (5)
Os zygomaticum bipartitum tripartitum	40 (5)
Spina processus frontalis ossis zugomatici прямой выступ отросток	100,0 (4)
Stenocrotaphia Н-обр. К-обр. Х-обр	100,0 (5)
Processus frontalis squamae temporalis	80,0 (5)
Processus temporalis ossis frontalis .	50,0 (4)
Os epiptericum	20,0 (5)
Os Wormii suturae squamosum	50,0 (8)
Os postsquamosum	66,57 (6)
Foramina parietalia	57,15 (7)
Os Incae completus	25,0 (8)
Os Wormii suturae lambdoidea	87,5 (8)
Sutura mendosa	14,29 (7)
Os asterion	42,86 (7)
Foramina mastoidea на шве	50,0 (8)
вне шва	62,5(8)
Sutura palatina transversa прямой	1
П-образный	3
Sutura incisiva	75,0 (4)
Foramen pterygospinosum	25,0 (4)
Canalis craniopharyngeus	75,0 (4)
Отсутствие foramina spinosum	14,29 (7)
Condylus occipitalis bipartitum	33,34 (6)
Processus paramastoideus	80,0 (5)
Canalis condyloideus	50,0 (8)
Foramina mentalia	100,0 (4)

Одонтологический комплекс характеризует население Ованнаванка как представителей “западного” одонтологического ствола. Полученные результаты свидетельствуют о преобладании у населения псалидодонтной формы прикуса. У одного индивида встречается лабидодонтная форма. Диастемы между верхними медиальными резцами не выявлены. Общая частота встречаемости краудинга в группе 33,34% (1/3). На латеральных резцах лопатообразной формы зафиксированы у одного индивидуума. Редукция гипоконуса на вторых верхних молярах выявлена у 66,67% субъектов (2/3). Встречаемость бугорка Карабелли равна 33,34% (1/3). Форма 3 первой борозды эконуса на первом верхнем моляре выявлена у одного индивида. Отсутствуют шестибугорковые формы на первых нижних молярах, пятибугорковые формы характеризуются высокими частотами распространенности (75%, 3/4), четырехбугорковые формы отмечены у одного индивидуума. Межбугорковые борозды на первом нижнем моляре фиксируют высокую частоту “У” тип узора. Четырехбугорковые формы вторых нижних моляров выявлены у 2 субъектов (66,67%, 2/3). Межбугорковые борозды на втором нижнем моляре фиксируют “Х” тип узора. На нижней челюсти практически полностью отсутствуют признаки вос-

точного одонтологического ствола. Протостилид, дистальный гребень тригонид, 6-бугорковые первые нижние моляры, коленчатая складка метаконид не встречены. Внутренний средний дополнительный бугорок на первом нижнем моляре зафиксирован у одного индивидуума. Вариант “2” второй борозды метаконид также встречается у одного субъекта.

В последние годы палеопатология входит в состав физической антропологии. У женщины 50-59 лет (N 1) наблюдается плагиоцефалия (греч. *plágios* – кося, скошенный) – асимметрия правой половины черепной коробки. Плагиоцефалия обычно бывает врожденной [21]. Плагиоцефалия также обнаружена у женщины 18-22 лет из средневекового памятника Двин (раскопки 2011г., археолог Ф.С. Бабаян) [13].

Травмы с признаками заживления костной ткани встречаются у 5 индивидов (3 мужчин, 2 женщин). К разряду лицевых травм можно отнести: заживший перелом носовых костей (N 3, ♂ 18-22 лет; N 2, ♂ 40-45 лет), повреждение нижней челюсти (череп N 3, ♂ 18-22 лет) и надорбитальной области (N 4, ♂ 40-45 лет; N 2, ♂ 40-45 лет). Травмы носовых костей получены от удара слева, т.е. индивиды пытались уклониться, отступили чуть назад и вправо. Повреждение нижней челюсти – это следствие удара по лицу в область передних зубов. А травмы в надорбитальной области получены от контактного удара с правой стороны, т.е. мужчины не успели отреагировать на удар. К другому варианту можно отнести вдавленное повреждение от удара тупым предметом в левую сторону лобной кости (N 2, ♂ 40-49 лет). Следы заживления и отсутствие признаков воспалительного процесса свидетельствуют о том, что травмы были получены задолго до смерти индивидов. В другом случае - продолговатый шрам (N 3, ♂ 18-22 лет -длина рубца 29мм; N 2, ♂ 40-49 лет - длина рубца 4,5мм) от орудия с острым режущим краем обнаружен на лобной кости слева. Два других варианта повреждений отличаются от предыдущих локализаций: они выявлены на теменных костях и на сосцевидном отростке. У мужчины (N 4, 50-59лет) и у двух женщин отмечены следы заживших переломов теменных костей (N 1, ♀ 50-59лет; N 5, ♀ 30-35лет). У мужчины (N 4, 50-59 лет) и у двух женщин (N 1, ♀ 50-59лет; N 5, ♀ 30-35лет) фиксируются вдавления верхней пластинки теменной кости с правой стороны. У двух индивидов (N 4, ♂ 50-59лет; N 5, ♀ 30-35лет) дефекты обнаружены с левой стороны. Они нанесены справа и повредили теменные кости. У женщины (N 5, ♀ 30-35лет) на правом сосцевидном отростке имеется поверхностное нарушение внешней компакты (3×3мм). Глубина ямки 3 мм. В области травмы наблюдаются элементы склеротизирования краев повреждений. Травмы с летальным исходом в Ованнаванке не обнаружены.

В изучаемой серии выявлены высокие показатели встречаемости такой патологии, как поротический гиперостоз (50%). У одного взрослого индивида (N 1, ♀ 50-59лет) был зафиксирован поротический гиперостоз глазниц. По данным некоторых палеопатологов, *cibra orbitalia* в большинстве случаев ассоциируется с железодефицитной анемией, которая развивается при хроническом течении инфекционных и паразитарных заболеваний [24, 26]. Поротический гиперостоз костей свода черепа зафиксирован на 3 черепках (N 8, ребенок 2-3 лет; N 6, ♂30-35лет; N 5, ♀ 30-35лет). Ряд исследователей считает, что эти патологические проявления на костных останках взаимосвязаны [26, 18].

При охлаждении отдельных участков тела происходит расширение периферических кровеносных сосудов. Поражение (типа *cibra*) в области наружных слуховых проходов отмечены у 6 индивидов. Данное поражение представляет собой результат адаптации организма к ветряным условиям. В ушных каналах у отмеченных индивидов отмечаются оссеофитные образования. Появление оссеофитных об-

образований связывается с напряжением надкостницы и формированием нового костеобразования под действием холодной воды, способствующей сужению кровеносных сосудов в ушном канале. Корреляция, обнаруженная между поражениями *crista* в области наружных слуховых проходов и оссеофитными образованиями, не может быть случайной. Данный феномен, видимо, объясняется специальным родом деятельности человека, которая была связана с постоянным пребыванием на холодном воздухе.

На левой теменной кости (N 1, ♀ 50-59 лет) имеются 2 остеомы различных размеров (от 5 до 11 мм). Очень плотные образования с гладкой поверхностью по своей структуре ничем не отличаются от нормальной костной ткани. Остеома – доброкачественная опухоль может возникнуть после тяжелой травмы, инфекционного поражения и т.д. Экспертизой выявлено у ребенка (N 9, 1,4-1,6 лет) воспаление правого сосцевидного отростка височной кости (мастоидит). Воспаление ячеек сосцевидного отростка чаще является осложнением острого гнойного воспаления среднего уха. При мастоидите бактерии проникают из среднего уха в ячейки сосцевидного отростка, где воспаление приводит к разрушению костных структур [25]. У женщины (N 1, ♀ 50-59 лет) зафиксировано окостенение гортани или трахеи. Окостенение гортани или трахеи может быть связано с распространением различных инфекционных заболеваний.

Эмалевая гипоплазия свидетельствует о резком стрессовом воздействии, испытанном индивидом в детском возрасте (как правило, в интервале от 6 мес. до 7 лет). Дефект зубной эмали выявлен у трех индивидов (N 2, ♂ 40-49 лет, N 3, ♂ 18-22 лет, N 4, ♂ 50-59 лет). Чаще признак зафиксирован на клыках, премолярах и резцах. У двух индивидов (N 1, ♀ 60-65 лет, N 4, ♂ 50-59 лет) фиксируется пародонтоз. Причиной возникновения данного заболевания могут быть разнообразные факторы: инфекционные заболевания, нарушение питания, обмена веществ, расстройства эндокринной системы, возрастной фактор, нарушение витаминного баланса, плохая оральная гигиена, богатая углеводами пища, различные аномалии роста зубов, осложнения, возникающие во время беременности [17, 24]. Пародонтоз обнаружен в области моляров (M^2 - N 4, ♂ 50-59 лет; M_1 и M_2 - N 1, ♀ 60-65 лет). Установлено, что зубной камень и пародонтоз – сопутствующие друг другу патологии зубной системы [17]. Признак зафиксирован у 3 индивидов (N 1, ♀ 60-65 лет, N 2, ♂ 40-49 лет, N 4, ♂ 50-59 лет). Следы одонтогенного остеомиелита (*альвеолярный абсцесс*) обнаружены у двух индивидов (N 2, ♂ 40-49 лет, N 4, ♂ 50-59 лет). Альвеолярный абсцесс наблюдается у мужчины 50-59 лет (N 4) на правой стороне верхней челюсти в области M^1 и на левой стороне в области M^2 . У второго индивида (N 2, ♂ 40-49 лет) признак зафиксирован и на верхней челюсти (на правой стороне в области P^2 , M^1 , на левой стороне – C, P^1 , P^2) и на нижней (в области I_2 /с двух сторон/). Альвеолярные абсцессы могут быть спровоцированы парадонтитом, травмами и некрозом пульпы. Фиксируется у мужчины 40-49 лет (N 2) патологическая стертость зубной ткани (P^2 /прав/), вызванная, очевидно, ненормированной нагрузкой на зубочелюстной аппарат. Преждевременное стирание эмали и дентина могло быть обусловлено и диетой с использованием жесткой и грубоволокнистой пищи. Прижизненная утрата зубов наблюдается у 3 индивидов (N 1, ♀ 60-65 лет, N 2, ♂ 40-49 лет, N 4, ♂ 50-59 лет). Наиболее чаще были утеряны моляры.

Итак, материалы из Ованнаванка, полученные в ходе археологических раскопок в 2015г., позволили комплексно описать антропологические особенности и адаптации населения позднего феодального периода к экобиологическим и социальным факторам среды. Информативность материала обусловлена комплексным антропологическим подходом к объекту исследования. Включение в научный оборот новых материалов позволяет говорить об устойчивом феномене искусствен-

ной деформации черепов на территории Армении. У одного индивида наблюдается плагиоцефалия, односторонняя асимметрия свода черепа. В списке видов патологических нарушений черепа большое место занимают травматизм и некоторые зубные болезни. Травмы свидетельствуют об агрессивном состоянии среды. Переохлаждение организма на фоне хронических очагов стафилококковой и стрептококковой природы могло провоцировать воспаление среднего уха. Распространение такого маркера эпизодического стресса, как эмалевая гипоплазия, указывает на систематическое воздействие негативных факторов среды (инфекции, паразиты, периоды голодания). Выявленные маркеры стресса можно расценивать как комплекс адаптивных реакций, способствующих повышению устойчивости организма к внешним воздействиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеев В.П.* Происхождение народов Кавказа, 317с., М., 1974.
2. *Алексеев В.П., Дебец Г.Ф.* Краниметрия (методика антропологических исследований), 128с., М., 1964.
3. *Дьяченко В.И.* Воспитание детей у якутов. В сб. Традиционное воспитание детей у народов Сибири, 8. Ленинград, с. 46-49, 1988.
4. *Епископ Ухтанес.* История Армении, 444с, Вагаршапат, 1871. (на древнеарм. яз.).
5. *Жиров Е.В.* Об искусственной деформации головы. Краткие сообщения Института истории материальной культуры, 8, 81-88, 1940.
6. *Зубов А.А.* Одонтология (методика антропологических исследований), 200с., М., 1968.
7. *Зубов А.А.* Этническая одонтология, 252с, М., 1973.
8. *Зубов А.А.* Одонтоглифика. В кн: Расогенетические процессы в этнической истории, М., с. 11-42, 1974.
9. Книга посланий. 480с., Тбилиси, 1901. (на древнеарм. яз.)
10. *Мовсесян А.А., Мамонова Н.Н., Рычков Ю.Г.* Программа и методика исследования аномалий черепа. Вопросы антропологии, 51, 127-150, 1975.
11. *Попов А.Н., Чикашева Т.А., Шпакова Е.Г.* Бойсманская археологическая культура Южного Приморья (по материалам многослойного памятника Бойсмана-2), 95с, Новосибирск, 1997.
12. *Худавердян А.Ю.* Атлас палеопатологических находок на территории Армении, 286с, Ереван, 2005.
13. *Худавердян А.Ю., Бабаян Ф.С., Акопян Н.Г., Жамкочян А.С.* К вопросу о декапитации в Двине: антропологическая экспертиза средневековых черепов из Армении. Вестник археологии, антропологии и этнографии, 27, 4, 96-107, 2014.
14. *Aufderheide A.C., Rodríguez-Martin C.* The Cambridge encyclopaedia of human palaeopathology, 496p, Cambridge, 1998.
15. *Buikstra J.E., Ubelaker D.H.* Standards of data collection from human skeletal remains, 272p, Fayetteville, 1994.
16. *Goodman A.H., Martin D.L., Armelagos G.J., Qark G.* Indications of stress from bones and teeth. In: Paleopathology at the origins of agriculture, A.H. Goodman, D.L. Martin, G.J. Armelagos, G.Qark, p. 13-49, New York, 1984.
17. *Hillson S.* Dental anthropology, 373p, Cambridge, 1996.
18. *Fairgrieve S.I.* Cribra Orbitalia in Two Temporally Disjunct Population Samples From the Dakhleh Oasis, Egypt. American Journal of Physical Anthropology, 111, 319-331, 2000.
19. *Khudaverdyan A.* Artificial modification of skulls and teeth from ancient burials in Armenia. Anthropos, 106, 2, 602-609, 2011.
20. *Khudaverdyan A.Yu.* Trepanation and artificial cranial deformations in ancient Armenia. Anthropological Review, 74, 1, 39-55, 2011.

21. *Khudaverdyan A.Yu.* Unusual occipital condyles and craniovertebral anomalies of the skulls burials Late Antiquity period (1st century BC – 3rd century AD) from Armenia. *European Journal of Anatomy*, 15, 3, 162-175, 2011.
22. *Khudaverdyan A.Yu.* Cranial deformation and Torticollis of Early Feudal burial of Byurakn from Armenia. *Acta Biologica Szegediensis*, 56, 2, 133-139, 2012.
23. *Khudaverdyan A.Yu.* Les inhumations de la cimetières de la plaine Chirak (Arménie), approche biologique et sociale. *Etnoantropološki problem*, 9, 1, 219-242, 2014.
24. *Larsen C.S.* Bioarchaeology: Interpreting Behavior from the Human Skeleton, 461p, Cambridge, 1997.
25. *Nussinovitch M., Yoeli R., Elishkevitz K., Varsano I.* Acute mastoiditis in children: Epidemiologic, clinical, microbiologic, and therapeutic aspects over past years. *Clinical Pediatrics*, 43, 261-267, 2004.
26. *Ortner D.J., Putschar W.G.J.* Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains, 479 p, Washington, 1981.
27. *Phenice T.W.* A newly developed visual method of sexing the os pubis. *American Journal of Physical Anthropology*, 30, 297-302, 1969.
28. *Ubelaker D.H.* Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis, Interpretation, 172p, Washington, 1989.

Поступила 22.09.2016



Биол. журн. Армении, 4 (68), 2016

ВЫСОКОДЕКОРАТИВНЫЕ ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН АРМЕНИИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ Г. ЕРЕВАНА

Ж.А. ВАРДАНЯН, Н.Н. МУРАДЯН, М.М. ГРИГОРЯН, Г.М. ГАТРИЧЯН

Институт ботаники НАН РА
botinst@sci.am

В составе чрезвычайно богатой дендрокolleкции Ереванского ботанического сада НАН РА выделены 83 вида, разновидностей и садовых форм древесных интродуцентов (из 27 семейств и 54 родов), которые отличаются высокой декоративностью по форме кроны, окраске, обилию цветков и плодов, осенней окраске листьев, а также по срокам и продолжительности цветения.

Дана оценка пригодности отдельных видов древесных интродуцентов для применения в различных типах озеленения: в качестве солитеров, для уличных и аллейных, а также групповых посадок, живых изгородей и бордюров, вертикального озеленения, садов длительного цветения и т. п.

Интродукция – древесное растение – декоративность – озеленение – зеленые насаждения

ՀՀ ԳԱԱ Երևանի բուսաբանական այգու չափազանց հարուստ դենդրոֆլորայի կազմում առանձնացված են ներմուծված ծառաբույսերի 83 տեսակ, տարատեսակ և պարտեզային ձև (27 ընտանիք, 54 ցեղ), որոնք աչքի են ընկնում բարձր գեղագարդությամբ՝ սաղարթի ձևով, ծաղիկների և պտուղների գունավորմամբ ու առատությամբ, ծաղկման ժամկետներով և տևողությամբ, ինչպես նաև տերևների աշնանային գունավորմամբ:

Գնահատված է ներմուծված ծառաբույսերի գեղագարդությունը, որպես սոլիտեր և տարբեր տիպի ու կատեգորիայի (փողոցային տնկարկներում, ծառուղիներում, խմբերում, կենդանի ցանկապատերում, երկարատև ծաղկող այգիներում, ուղղաձիգ կանաչապատման մեջ և այլն) այգեպուրակային տնկարկներում օգտագործելու համար:

Ներմուծում – ծառաբույս – գեղագարդություն – կանաչապատում – կանաչ տնկարկ

Eighty-three species, varieties and garden forms of wood plants (from 27 families and 54 genera) are registered in rich dendrocollection of Yerevan Botanical Garden of NAS of Armenia. They are highly ornamental by foliage shape, color and abundance of flowers and fruits, autumn color of leaves, as well as the timing and duration of flowering.

The suitability of certain types of exotic species of wood for use in landscaping types was assessed to be used as the tapeworm, for street and alleys, as well as group plantings, hedges and borders, vertical gardening, long flowering gardens, etc.

Introduction – woody plant – ornamentation – greening – green stand

Интродукция древесных растений в Армении и создание их экспозиционных коллекций непосредственно связаны с деятельностью ботанических садов НАН РА (Ереванский, Ванадзорский и Севанский). Благодаря усилиям и кропотли-

вой работе специалистов нескольких поколений, в Ереванском ботаническом саду и в его двух горных отделениях создана богатая дендрокolleкция, накоплен опыт по привлечению и выращиванию древесных растений, изданы многочисленные ценные публикации [1, 7] по их интродукции и акклиматизации. В этом отношении особенно ценна и полезна монография Варданяна “Научные основы интродукции древесных растений в Армении”, в которой дается оценка приспособляемости представителей различных дендрокolleкций, а также сравнительная характеристика их феноритмов в разных дендроклиматических условиях Армении [7].

Дендрокolleкции создаются, исходя из целевого назначения ботанических садов в течение нескольких десятилетий. Основным принципом их создания является традиционный – эколого-географический. По такому же принципу в 1950-х годах были созданы экспозиционные коллекции дендрофлор Кавказа, Евросибири, Северной Америки и Восточной Азии, в которых сосредоточена основная дендрокolleкция Ереванского ботанического сада. В дальнейшем (1970-1990 гг.) были созданы коллекции по совершенно разным принципам: хвойных, древесных лиан, красивоцветущих кустарников и садовых форм, а также коллекции некоторых интересных и богатых в видовом отношении родов – *Syringa*, *Juniperus*, *Lonicera*, *Spiraea* и др. В составе указанных дендрокolleкций насчитывается около 1100 видов, разновидностей и садовых форм [7].

Целью настоящей работы являлось выявление высокодекоративных древесных интродуцентов Ереванского ботанического сада с оценкой их декоративности по форме крон, по окраске, обилию цветков и плодов, осенней окраске листьев, а также пригодности применения отдельных видов в различных типах озеленения и садово-парковых композициях г. Еревана.

Материал и методика. Материалом для данных исследований служил интродуцированный ассортимент древесных растений – представители различных экспозиционных дендрокolleкций Ереванского ботанического сада. В течение вегетационного периода над интродуцированными растениями нами проводились регулярные фенологические наблюдения (2014-2016 гг.) для оценки их адаптационных возможностей и особенностей сезонного развития, в частности, сроков и продолжительности окраски цветков и обильности цветения; обилия и окраски плодов; осенней окраски листьев и т. п. При определении критериев по оценке декоративности древесных растений применялись методические указания, рекомендованные Главным ботаническим садом РАН [6, 8, 9], а также работы отечественных ученых [2-5].

При обработке полученных данных использованы результаты наших фенологических наблюдений. Обильность цветения оценивалась по разработанной Арутюняном [2] 5-бальной шкале: I – крона сплошь покрыта цветками; II – цветками покрыто до 75 % кроны; III – до 50 %; IV – около 25 %; V – цветками покрыто до 25 % кроны. При этом рекомендуемый ассортимент древесных интродуцентов для сада длительного цветения нами сгруппирован следующим образом:

- виды, цветущие очень обильно – I – II балла,
- виды со средней обильностью цветения – III балла,
- виды, цветущие необильно – IV – V балла.

Результаты и обсуждение. В процессе обсуждения результатов исследования выделены 83 вида, разновидностей и садовых форм из 54 родов и 27 семейств, в их числе 12 хвойных и 71 лиственных таксонов. Ассортимент отличается высокой декоративностью и представлен следующими группами древесных растений по их пригодности для применения в различных типах зеленых насаждений и ком-

позиционных оформлений: для групповых посадок, солитеров, уличных и аллейных посадок, вертикального озеленения, живых изгородей и бордюров, создания сада длительного цветения, а также карликовые и низкорослые виды для рокариев альпинариев. Подробные данные по декоративным свойствам указанных групп обобщены в табл. 1.

В качестве солитеров пригодны одиночные высокодекоративные экземпляры по форме кроны, цвету или орнаменту листа, а также деревья (редко и кустарники) по форме и окраске цветков, выращиваемые отдельно на открытом месте, большей частью на газоне. Они являются важным элементом скверов и парков. Что касается солитеров-кустарников, то они подбираются и распределяются на переносимом плане открытых пространств.

Из 83 видов высокодекоративных древесных интродуцентов в качестве солитера рекомендуем следующие, у которых крона отличается правильной геометрической формой: шаровидной (*Robinia pseudoacacia* f. *compacta*, *Biota orientalis* f. *globosa*, *Aesculus hippocastanum*), пирамидальной (*Thuja occidentalis* f. *fastigiata*, *Corylus colurna*, *Quercus robur* f. *fastigiata*), плакучей (*Betula pendula* f. *Pendula*, *Salix alba* f. *pendula*) и др. Из кустарников-солитеров пригодны *Berberis juliane*, *B. vulgaris*, *B. v.* f. *atropurpurea*, *Cotoneaster horizontalis*, *Deutzia scabra*, *Forsythia intermedia*, *Hibiscus syriacus*, *Philadelphus caucasicus*, *Pyracantha coccinea*, представители родов *Chaenomeles*, *Spiraea*, *Syringa*, *Weigela* и др.

Аллеи и уличные насаждения. В парковой композиции применяются главным образом в виде аллейных посадок, а также в виде защитных полос в один или несколько рядов по границам садов и парков. Для уличных насаждений целесообразно подбирать деревья, у которых форма и фактура кроны соответствуют характеру застройки и общему архитектурному ансамблю улицы.

Для аллейных и уличных посадок г. Еревана предлагаются: из хвойных – *Juniperus virginiana*, *Picea pungens* f. *glauca*, *Pinus pallasiana*, а из лиственных – *Acer pseudoplatanus*, *A. ps.* f. *purpureum*, *Aesculus hippocastanum*, *Betula litwinowii*, *Catalpa ovata*, *Cercis canadensis*, *Corylus colurna*, *Crataegus macracantha*, *Fraxinus excelsior*, *F. ornus*, *Koelreuteria paniculata*, *Platanus acerifolia*, *P. orientalis*, *Populus bolleana*, *Quercus castaneifolia*, *Q. robur* f. *fastigiata*, *Robinia pseudoacacia*, *R. ps.* f. *compacta*, *R. viscosa*, *Sophora japonica*, *Sorbus aucuparia*, *Tilia caucasica*.

Живые изгороди, бордюры также создаются в виде линейных насаждений. Они используются для выделения полотна дорог и разграничения полос движения, разделения парка на отдельные участки. Эти композиционные посадки создают эффектный фон для малых архитектурных форм и скульптур.

Многолетний опыт специалистов Ботанического сада подтверждает, что в условиях Еревана живые изгороди и бордюры целесообразно создавать из следующих видов, которые легко поддаются обрезке: *Buxus sempervirens*, *Ligustrum vulgare*, *Mahonia aquifolium*, *Philadelphus caucasicus*, представители родов *Spiraea*, *Symphoricarpos* и др.

Вьющиеся древесные растения являются незаменимыми элементами для вертикального озеленения. С одной стороны, они используются как самостоятельный элемент садово-парковой композиции в виде солитеров или небольших групп на газоне и на опоре, а с другой – служат для декорирования стен сооружений, устройства крытых аллей – пергол и беседок.

Таблица 1. Высокодекоративные древесные интродуценты Ереванского ботанического сада НАН Армении, пригодные для применения в различных типах озеленения г. Еревана

Вид	Жизненная форма и биологический тип	Декоративность					Пригодность применения по типам озеленения						
		Форма кроны	Окраска и обилие цветков	Сроки и продолжительность цветения	Обилие и цвет плодов (шишек)	Осенняя окраска листьев	В качестве солитера	Для уличных и аллейных насаждений	Для групповых посадок	Для живых изгородей бордюров	Для вертикального озеленения	Для рокария, альпинария	Сезонность цветения
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Хвойные													
<i>Biota orientalis</i> f. <i>globosa</i> Биота восточная шаровидная	Дхв	Ш	-	-	К I-II	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Cryptomeria japonica</i> f. <i>elegans</i> Криптомедия японская элегантная	Дхв	Пм	-	-	-	Пк	+	+	+	-	-	-	-
<i>Juniperus chinensis</i> f. <i>variegata</i> Можжевельник китайский пестрый	Дхв	Пм	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Juniperus sabina</i> Можжевельник казацкий	Кхв	-	-	-	Сн I-II	-	+	-	+	-	-	+	-
<i>Juniperus sabina</i> f. <i>spicata-aurea</i> М. Казацкий колосистозолотистый	Кхв	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-
<i>Juniperus virginiana</i> Можжевельник виргинский	Дхв	Пм	-	-	Сн I-II	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Picea pungens</i> f. <i>glauca</i> Ель колючая сизая	Дхв	Кн	-	-	Кр, К I-II	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Pinus pallasiana</i> Сосна крымская	Дхв	Пм	-	-	К I-II	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Pinus sylvestris</i> Сосна обыкновенная	Дхв	З	-	-	К III	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Thuja occidentalis</i> f. <i>aureo-variegata</i> Туя западная золотистопестрая	Дхв	Пм	-	-	К III	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Thuja occidentalis</i> f. <i>aurea</i> Туя западная золотистая	Дхв	Пм	-	-	К III	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Thuja occidentalis</i> f. <i>fastigiata</i> Туя западная пирамидальная	Дхв	Пм	-	-	К I-II	-	+	+	+	-	-	-	-
Лиственные													
<i>Acer palmatum</i> f. <i>atropurpurea</i> Клен веерный темно-пурпурный	Длп	Р	П IV-V	IV 20-30	П IV-V	П	+	+	-	-	-	-	В
<i>Acer pseudoplatanus</i> Клен ложноплатановый, явор	Длп	Э	Жз, III	V 30	К IV-V	Ж	+	+	-	-	-	-	В
<i>Acer pseudoplatanus</i> f. <i>purpureum</i> Клен ложноплатановый багрянистый	Длп	Э	Жз, III	30 V	К IV-V	Пж	+	+	-	-	-	-	В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Albizzia julibrissin</i> Альбиция ленкоран- ская, шелковая ака- ция	Длп	З	Р I-II	VI-IX 110	К I-II	Ж	+	+	+	-	-	-	Л
<i>Berberis julianae</i> Барбарис Юлианы	Клв	-	Ж I-II	IV-V 20	Кр III	С	+	-	+	-	-	+	В
<i>Berberis vulgaris</i> Барбарис обыкно- венный	Клп	-	Ж I-II	V 30	Кр I-II	К	+	-	+	-	-	+	В
<i>Berberis vulgaris</i> f. <i>atropurpurea</i> Барба- рис обыкн. пурпу- ролистный	Клп	-	Ж I-II	V 30	П III	П	+	-	+	-	-	+	В
<i>Betula litwinowii</i> Береза Литвинова	Длп	Я	-	-	К I-II	Ж	+	+	+	-	-	-	-
<i>Betula pendula</i> f. <i>pen- dula</i> Береза Литвино- ва плакучая	Длп	Пл	-	-	К I-II	Ж	+	-	-	-	-	-	-
<i>Buddleia davidii</i> Буддлея Давида	Клп	-	С I-II	VII-XI 120	-	Ж	+	+	+	-	-	-	ЛО
<i>Buxus sempervirens</i> Самшит вечнозеле- ный	Клв	-	-	-	К III	-	+	+	+	+	-	+	-
<i>Campsis radicans</i> Камписис укореняю- щийся	Ллп	-	О I-II	VI-IX 90	К I-II	Ж	-	-	-	-	+	-	ЛО
<i>Catalpa ovata</i> Катальпа яйцевидная	Длп	Шт	Жб I-II	VI-VIII 70	К I-II	Ж	+	+	+	-	-	-	Л
<i>Cercis canadensis</i> Церцис канадский	Длп	Шт	Р I-II	IV-V 20	К I-II	Ж	+	+	+	-	-	-	В
<i>Chaenomeles japonica</i> Хеномелес японский	Клп	-	Кр I-II	IV-V 30	Ж IV-V	Ж	+	+	+	-	-	-	В
<i>Chaenomeles maulei</i> Хеномелес Маулея	Клп	-	Окр I-II	IV-V 30	Ж IV-V	Ж	+	-	+	-	-	+	В
<i>Corylus colurna</i> Ле- щина древовидная, медвежий орешник	Длп	Пм	-	-	К III	Ж	+	+	+	-	-	-	-
<i>Cotinus coggygria</i> Скумпия или жел- тинник	Длп	Ш	Жб III	V-VI 30	К III	П	+	+	+	-	-	-	ВЛ
<i>Cotoneaster horizon- talis</i> Кизильник горизонтальный	Клп	-	Р I-II	V-VI 45	Кр I-II	П	+	-	-	+	-	+	ВЛ
<i>Crataegus macracan- tha</i> Боярышник круп- ноколючковый	Длп	Ш	Б I-II	V 20	Кр I-II	Жо	+	-	+	-	-	-	В
<i>Crataegus monogyna</i> f. <i>rosea</i> Боярышник однопестичный ро- зовый	Длп	Пм	Р I-II	V 20	-	Ж	+	+	+	-	-	-	В
<i>Deutzia scabra</i> Дейция шершавая	Клп	-	Б I-II	45 V-VI	-	Ж	+	+	+	-	-	-	ВЛ
<i>Forsythia intermedia</i> Форзиция промежу- точная, средняя	Клп	-	Ж I-II	III-IV 40	-	К	+	+	+	+	-	-	Рв
<i>Fraxinus excelsior</i> Ясень обыкновенный	Длп	Ш	-	-	К I-II	Ж	+	+	+	-	-	-	-
<i>Fraxinus ornus</i> Ясень белый	Длп	Я	Б I-II	V-VI 20	К I-II	Ж	+	+	+	-	-	-	ВЛ
<i>Hedera helix</i> Плющ обыкновенный	Лв	-	Жз I-II	VIII- IX 40	Ч I-II	-	-	-	-	-	+	-	ЛО
<i>Hibiscus syriacus</i> Гибискус сирийский	Клп	-	Б, Ф I-II	VI-VIII 70	К I-II	Ж	+	+	+	-	-	-	Л
<i>Koeleruteria panicu- lata</i> Кельрейтерия метельчатая	Длп	Ш	Ж I-II	VI-VII 15	К I-II	Ж	+	+	+	-	-	-	Л

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Ligustrum vulgare</i> Бирючина обыкновенная	Клп	-	Б I-II	V-VI 30	Ч I-II	К	-	-	+	+	-	-	ВЛ
<i>Lonicera caprifolium</i> Жимолость капри- фоль	Ллп	-	Жб I-II	V 30	Окр III	Ж	-	-	-	-	+	-	В
<i>Lonicera flava</i> Жимо- лость желтая	Ллп	-	Ж I-II	V-VI 30	Кр III	Ж	-	-	-	-	+	-	ВЛ
<i>Lonicera japonica</i> Жимолость японская	Лв	-	Б, Ж I-II	VI 30	Ч IV-V	-	-	-	-	-	+	-	Л
<i>Mahonia aquifolium</i> Магония падуболист- ная	Клв	-	Ж I-II	IV 20	Сн I-II	П	+	+	+	+	-	-	В
<i>Padus avium</i> Черему- ха обыкновенная, кистевая	Длп	Р	Б I-II	IV-V 20	Ч I-II	Ж	+	+	+	-	-	-	В
<i>Parthenocissus quin- quefolia</i> Девичий ви- ноград пятилисточ- ковый	Ллп	-	Жз I-II	VI-VII 15	Сн I-II	П	-	-	-	-	+	-	Л
<i>Periploca graeca</i> Обвойник греческий	Лв	-	Ф I-II	V-VI 30	К IV-V	-	-	-	-	-	+	-	ВЛ
<i>Philadelphus cauca- sicus</i> Чубушник кав- казский	Клп	-	Б I-II	VI 30	-	Ж	+	+	+	+	-	-	Л
<i>Platanus acerifolias</i> Платан западный	Длп	Я	-	-	К I-II	Ж	+	+	-	-	-	-	-
<i>Platanus orientalis</i> Платан восточный	Длп	Шт	-	-	К I-II	Ж	+	+	-	-	-	-	-
<i>Populus bolleana</i> Тополь Болле	Длп	Я	-	-	-	Ж	+	+	+	-	-	-	-
<i>Populus euphratica</i> Тополь евфратский	Длп	Шт	-	-	-	Ж	+	-	+	-	-	-	-
<i>Pyracantha coccinea</i> Пираканта ярко- красная	Клп	-	Б I-II	V-VI 25	О I-II	-	+	-	+	-	-	-	ВЛ
<i>Quercus castaneifolia</i> Дуб каштанolistный	Длп	Шт	-	-	К I-II	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Quercus robur f. fasti- giata</i> Дуб летний пи- рамидальный	Длп	Пм	-	-	К I-II	Ж	+	+	+	-	-	-	-
<i>Robinia pseudoacacia</i> Робиния лжеакация (Акация белая)	Длп	Р	Б I-II	V 20	К I-II	Ж	+	+	+	-	-	-	В
<i>Robinia pseudoacacia</i> f. <i>compacta</i> Робиния лжеакация компакт- ная	Длп	Ш	-	-	-	Ж	+	+	+	-	-	-	-
<i>Robinia viscosa</i> Робиния клейкая	Длп	Ш	Р I-II	V-VI 25	К I-II	Ж	+	+	+	-	-	-	ВЛ
<i>Rosa hemisphaerica</i> Роза полушаровид- ная	Клп	-	Ж I-II	V 20	О I-II	Ж	+	-	+	-	-	-	В
<i>Salix alba f. pendula</i> Ива плакучая	Длп	Пл	-	-	-	Ж	+	+	+	-	-	-	-
<i>Sambucus nigra f. albo- variegata</i> Бузина чер- ная бело-пестрая	Клп	-	Б I-II	V-VI 30	Ч I-II	Ж	+	+	+	-	-	-	ВЛ
<i>Sambucus nigra f. la- ciniata</i> Бузина черная рассеченнолистная	Клп	-	Б I-II	V-VI 30	Ч I-II	Ж	+	+	+	-	-	-	ВЛ
<i>Sophora japonica</i> Софора японская	Длп	Ш	Жб I-II	VII-VIII 40	К I-II	Ж	+	+	+	-	-	-	Л
<i>Sorbus aucuparia</i> Рябина обыкновенная	Длп	Я	Б I-II	V-VI 20	Кр, О I-II	Окр	+	+	+	-	-	-	ВЛ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Spiraea chamaedryfolia</i> Таволга дубравколистная	Клп	-	Б I-II	IV-V 20	-	Пк	-	+	+	+	-	-	В
<i>Spiraea douglasii</i> Таволга Дугласа	Клп	-	Р I-II	VI-IX 100	-	Пк	-	+	+	-	-	-	ЛО
<i>Spiraea japonica</i> Таволга японская	Клп	-	Р I-II	VI-IX 90	-	Пк	+	+	+	+	-	-	ЛО
<i>Spiraea x vanhouttei</i> Таволга Вангутта	Клп	-	Б I-II	V-VI 30	-	Пк	+	+	+	+	-	-	ВЛ
<i>Symphoricarpos albus</i> Снежноягодник белый	Клп	-	-	-	Б I-II	К	-	-	+	+	-	-	-
<i>Symphoricarpos orbiculatus</i> Снежноягодник округлый, обыкновенный	Клп	-	-	-	Р I-II	К	+	-	+	+	-	-	-
<i>Syringa vulgaris</i> (с сортами) Сирень обыкновенная	Клп	-	С I-II	IV-V 20	-	Ж	+	+	+	-	-	-	В
<i>Tilia caucasica</i> Липа кавказская	Длп	Я	Жб I-II	VI-VII 30	К III	Ж	+	+	+	-	-	-	Л
<i>Tilia cordata</i> Липа мелколистная, сердцевидная	Длп	Я	Жб I-II	VI 30	К III	Ж	+	+	+	-	-	-	Л
<i>Viburnum opulus</i> Калина обыкновенная	Клп	-	Б I-II	IV-V 25	Кр I-II	Окр	+	+	+	-	-	-	В
<i>V. opulus f. roseum</i> Калина обыкновенная снежный шар	Клп	-	Б I-II	IV-V 25	-	Окр	+	+	+	-	-	-	В
<i>Vitis amurensis</i> Виноград амурский	Ллп	-	Жз I-II	V 20	Ч I-II	Ж	-	-	-	-	+	-	В
<i>Weigela floribunda</i> Вейгела обильноцветущая	Клп	-	Кр I-II	V-VII 70	-	Ж	+	+	+	-	-	-	ВЛ
<i>Weigela florida</i> Вейгела цветущая	Клп	-	Р I-II	V-VI 30	-	Ж	+	+	+	-	-	-	ВЛ
<i>Wisteria sinensis</i> Вистерия китайская	Ллп	-	С I-II	V 25	К I-II	Ж	-	-	-	-	+	-	В
<i>Yucca filamentosa</i> Юкка нитчатая	Клв	-	Б I-II	VI-VII 20	-	-	+	+	+	-	-	+	Л

Примечание: Жизненная форма и биологический тип (графа 2) Длп – дерево листопадное, Дхв – дерево хвойное, Клв – кустарник лиственный вечнозеленый, Клп – кустарник листопадный, Кхв – кустарник хвойный, Лв – лиана вечнозеленая, Ллп – лиана листопадная.

Форма кроны (графа 3) З – зонтичная, Кн – колоновидная, Пл – плакучая, Пм – пирамидальная, Р – раскидистая, Ш – шаровидная, Шт – шатровидная, Э – эллиптическая, Я – яйцевидная.

Окраска цветков, плодов и листьев (графа 4, 6, 7) Б – белая, Ж – желтая, Жб – желтовато-белая, Жз – желтовато-зеленая, Жо – желто-оранжевая, З – зеленая, К – коричневая, Кр – красная, О – оранжевая, Окр – оранжево-красная, П – пурпурная, Пж – пурпурно-желтоватая, Пк – пурпурно-коричневая, Р – розовая, С – сиреневая, Сн – синяя, Ф – фиолетовая, Ч – черная.

Сезонность цветения (графа 14) В – весенний аспект, ВЛ – весенне-летний аспект, Л – летний аспект, ЛО – летне-осенний аспект, Рв – ранневесенний аспект.

В условиях длительного и жаркого лета в Ереване крайне необходимо вертикальное озеленение древесными лианами, однако, как показывает опыт ботанического сада, подавляющее большинство их теплолюбивые и мезофильные виды, и лишь немногочисленные адаптировались и успешно выращиваются в различных типах декоративных насаждений. К ним относятся 9 видов: *Campsis radicans*, *Hedera helix*, некоторые представители рода *Lonicera*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Periploca graeca*, *Vitis amurensis*, *Wisteria sinensis*.

Красивоцветущие виды. Как известно, важным признаком декоративности древесных растений является характер их цветения и плодоношения. В ботаническом саду интродуцированы и акклиматизированы десятки видов и форм, которые отличаются обильным, красивым и большей частью продолжительным цветением. Их количество в течение вегетационного периода сильно варьирует. Если в мае-июне одновременно цветет около 30 видов, то в остальные сезоны года число цветущих видов резко сокращается. А уже в “мертвом сезоне” (ноябрь-март) в условиях резко континентального климата Еревана цветущих древесных растений нет. Для декоративного эффекта целесообразно значительно увеличить число цветущих видов в куртинах зеленых насаждений города.

Создание сада длительного цветения требует знания прежде всего сроков, длительности и характера цветения каждого вида, для группирования растений в композиции и достижения максимального эффекта декоративности. Наши исследования показывают, что более 70% интродуцированных в ботаническом саду древесных растений – красивоцветущие, которые по срокам цветения нами условно распределены следующим образом: растения ранневесеннего (1 вида), весеннего (23), весенне-летнего (16), летнего (11), летне-осеннего (5) цветения.

Для создания сада длительного цветения важное значение имеет также продолжительность последнего. В условиях Еревана многие виды цветут довольно долго. Этому способствуют теплые, ясные солнечные дни, продолжительный летний период, а также регулярный и обильный полив. По продолжительности цветения древесные растения принято группировать следующим образом:

- виды с длительным периодом цветения (60-150 дней), 8 видов: *Albizzia julibrissin*, *Buddleia davidii*, *Campsis radicans*, *Spiraea douglassii*, *S. japonica* и др.
- виды со средним периодом цветения (20-60 дней), 46 видов: *Aesculus hippocastanum*, *Cercis canadensis*, *Berberis vulgaris*, *Chaenomeles japonica*, *Wisteria sinensis* и др.,
- виды с коротким периодом цветения (до 20 дней), 2 вида: *Koelreuteria paniculata* и *Parthenocissus quinquefolia*.

В условиях Еревана у древесных интродуцентов различной таксономической принадлежности наблюдается богатая осенняя окраска листьев. Теплая сухая и продолжительная осень способствует появлению разнообразных окрасок у растений: от желтого, золотисто-желтого цвета до пурпурного, красного и темно-коричневого. Благодаря этому, создается возможность для осуществления высокодекоративных сочетаний в садах длительного цветения, особенно осенью, когда цветущие растения почти отсутствуют. У изученных интродуцированных 20 видов и садовых форм осенью наблюдается весьма разнообразная окраска листьев: появляется нестандартная желтоватая, пурпурно-коричневая (*Cryptomeria japonica* f. *elegans*, *Spiraea japonica*, *S. douglassii*, *S. x vanhouttei*), пурпурная (*Acer palmatum* f. *atropurpurea*, *Berberis vulgaris* f. *atropurpurea*, *Cotinus coggygria*, *Cotoneaster horizontalis*, *Parthenocissus quinquefolia*), красная (*Berberis vulgaris*, *Forsythia intermedia*, *Symphoricarpos orbiculatus*), оранжево-красная (*Sorbus aucuparia*, *Viburnum opulus*, *V. op.* f. *roseum*) и т.д.

Обобщая результаты многолетних исследований по оценке декоративности древесных интродуцентов, можно утверждать, что из интродуцированных в ботанические сады Армении древесных растений различного географического происхождения более чем 80 видов и разновидностей отличаются высокой декоративностью как по форме кроны, окраске и обилию цветков и плодов, так и по срокам и продолжительности цветения. Эти декоративные качества растений необходимо учитывать при создании насаждений различных типов и категорий озеленения, а также разнообразных садово-парковых композициях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аннотированный каталог деревьев и кустарников ботанических садов и дендропарков Армянской ССР. Бюлл. Бот. сада АН АрмССР, 27, 164 с, 1985.
2. Арутюнян Л.В. Декоративные элементы для сада длительного цветения в условиях Араратской равнины. Биолог. журн. Армении, 19, 5, с. 81-95, 1966.
3. Арутюнян Л.В. Основы проектирования озеленяемых объектов, 265 с., Ереван, 1977.
4. Арутюнян Л.В., Саядян Л.Е., Мишинева Г.Ф. Основные принципы создания сада круглогодичного цветения в условиях полусухого субтропического дендрологического района Армении. Биолог. журн. Армении, 29, 7, с. 43-51, 1976.
5. Григорян Арц.А. Принципы создания сада длительного цветения в предгорьях Араратской равнины. Бюлл. ГБС, вып. 133, с. 69-76, 1984.
6. Лапин П.И., Сиднева С.В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений. Опыт интродукции древесных растений, с. 7-67. М., 1973.
7. Варданян Ж.А. Научные основы интродукции древесных растений в Армении. Ереван, 400 с., 2012.
8. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР, 27 с., М., 1975.
9. Колесников А.И. Декоративная дендрология. 704 с., М., 1974.

Поступила 07.04.2016



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4(68), 2016

**ԵՐԵՎԱՆԻ ԶԱՄԱՐԱԿԱԿԱՆ ՎԱՅՐԵՐԻ ՀՈՂԻ
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԸ ՄԱԿԱԲՈՒՅԾՆԵՐԻ ԶՎԵՐՈՎ ԵՎ
ՍԱՂՄՆԱԿԱՐԿԵՐՈՎ ՎԱՐԱԿՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ԱՌՈՒՄՈՎ**

**Հ.Զ. ՆԱՐԱԾՅԱՆ, Ա.Ռ. ՀԱԿՈԲՅԱՆ, Լ.Յ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ,
Վ.Լ. ՍԱՄՍՈՆՅԱՆ, Ս.Վ. ԵՐԻՔԵՎՅԱՆ**

Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան
naghov@rambler.ru

2015-2016 թթ. ընթացքում Երևան քաղաքի 12 վարչական շրջանների հասարակական վայրերի հողի մակաբուծասանիտարական հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է, որ հողը բոլոր վարչական շրջաններում վարակված է կենդանիների և մարդու մակաբույծների ձվերով ու սաղմնապարկերով, ինչն իրական վտանգ է ներկայացնում ընտանի կենդանիների և ազգաբնակչության առողջության համար:

Քաղաքի հասարակական վայրերի հողի մակաբույծների տեսակային կազմի ուսումնասիրությունը թույլ է տալիս գնահատել այդ հարուցիչների նկատմամբ ստեղծված համաճարակաբանական իրավիճակը և հնարավորության սահմաններում կանխել հողի հետագա աղտոտումը:

Չքոսայգի – մակաբույծներ – վարակվածություն – ձու – սաղմնապարկ

В результате санитарно-паразитологических исследований образцов почвы, взятых из общественных мест, расположенных в 12 административных районах города Еревана, была выявлена зараженность всех исследованных районов яйцами и ооцистами паразитов человека и животных.

Исследование видового состава паразитофауны образцов почвы, взятых из общественных мест, дает возможность оценить сложившуюся в городе эпизоотологическую ситуацию по отдельным возбудителям заболеваний, а также провести ряд мероприятий, предупреждающих дальнейшее заражение почвы.

Парк – паразиты – зараженность – яйца – ооциста

As a result of sanitary and parasitological studies of soil samples taken from public places located in 12 administrative districts of Yerevan, the infection of all studied areas by eggs and cysts of human's and animal's parasites was found.

Research of species composition of parasites of the soil samples taken from public places helps to reveal the current epidemic situation in the city against specific pathogens, as well as develop measures for the prevention of further soil contamination.

Park – parasite – infection – egg – oocyst

Մարդկային խոշոր կուտակումները սահմանափակ տարածքներում զգալի ազդեցություն են թողնում շրջակա միջավայրի վրա, խախտելով էկոլոգիայի ընթացքում ձևավորված էկոհամակարգերի հավասարակշռությունը: Որոշակի տարածքներում էկոլոգիայի ընթացքում ձևավորված մակաբուծային համակարգերը մարդկային գործունեության

հետևանքներին արձագանքում են համալիր հակազդեցությունների տարաբնույթ ձևերով, որոնցից շատ-շատերը դեռևս գիտականորեն ուսումնասիրված չեն:

Քաղաքներում մակաբուծային համակարգերը ձևավորվում են կենցաղային թափոնների, կենդանական ծագում ունեցող թափոնների (սպանդային և կենդանական ծագում ունեցող մթերքների վերամշակման ձեռնարկությունների, հասարակական սննդի օբյեկտների, մթերային խանութների և շուկաների թափոնների և այլնի), կրծողների, սինանտրոպ միջատների և թռչունների, որոշ գիշատիչների քաղաքային աղբավայրեր ներթափանցելու հետևանքով[4] :

Շրջակա միջավայրի մակաբուծային վարակվածությունը պատճառ է հանդիսանում ինվազիոն հիվանդություններով ազգաբնակչության և կենդանիների վարակման համար: Ներկայումս աշխարհի քաղաքային բնակչության և կենդանիների մոտ արձանագրվում են այնպիսի պարագիտոզներ, որոնք ոչ հեռու անցյալում քաղաքներում երբեք չեն արձանագրվել[10, 14-16]:

Խոշոր քաղաքներում մակաբուծային համակարգերի ձևավորմանը նաև նպաստում են թափառող և տնային պայմաններում բուծվող ընտանի կենդանիները՝ շները և կատուները, որոնց արտաթորանքներով աղտոտվում են քաղաքային հանրային զբոսայգիները, դպրոցների և մանկապարտեզների տարածքները, հատկապես բազմաբնակարան շենքերի բակերը: Ըստ Վերետայի տվյալների, տարբեր տարիներին Մոսկվա քաղաքում շների գլխաքանակը տատանվում էր 350 միլիոն 1 մլն շրջանակներում, իսկ կատուներինը՝ 150 հազար: Յուրաքանչյուր օր Նրանս արտաքին միջավայր են արտազատում մոտավորապես 270 տոննա կղկղանք[6,7]:

Հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է, որ յուրաքանչյուր կենդանու 1գ կղկղանքում հայտնաբերվել է այդ նույն կենդանատեսակների և հատկապես մարդու համար խիստ վտանգավոր հելմինթոզների միևնույն 40000 ձու և ախտածին նախակենդանիների միևնույն 1 մլն սաղնապարկ [8]: Նման իրավիճակ նկարագրվել է նաև Կազանի, Բերենցիի և Մարագիի և ուրիշների կողմից Իրանի խոշոր քաղաքներում [9, 11, 12]:

Բրազիլիայի Սան Պաուլու քաղաքում 12 ամիսների ընթացքում 25 զբոսայգիների հողի հետազոտության արդյունքում պարզվել է, որ հետազոտված օբյեկտների 96% վարակված էին *Toxocara spp* հարուցիչի ձվերով: Հողի մեկ սմ-ում հայտնաբերվել է միջին 1-398 նշված հարուցիչի ձու: Հարկ է նշել, որ վերը նշված հարուցիչի ձվերը հողում իրենց կենսունակությունը պահպանում են մինչև 10 տարի [13]:

Ներկայումս մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում շների և կատուների ինվազիոն հիվանդությունները: ԱՊՀ երկրներում այդ կենդանատեսակների մոտ արձանագրվել են 82 տեսակի մակաբույծներ, որոնցից 32-ը կարող են մակաբուծվել նաև մարդկանց մոտ: Մարդու համար առավելագույն վտանգ են ներկայացնում *Toxocara canis* և *Toxoplasma gondii* հարուցիչները[5]:

Նման հետազոտություններ կատարվել են նաև աշխարհի խոշորագույն քաղաքներում, ընդգծելով կենդանիների և մարդու առողջության համար նրանց խիստ կարևորությունը [11, 12, 15]:

Ըստ Արամյանի տվյալների Երևանում շների գլխաքանակը վերջին 5 տարիների ընթացքում 20000-ից հասել է 40000-ի: Եվրոպական խոշոր քաղաքների համեմատությամբ Երևանում բացակայում են տնային պայմաններում պահվող շների համար նախատեսված հատուկ զբոսահրապարակները և աղբամանները, հետևաբար դրանց զբոսանքի են հանում հասարակական վայրերում, բակերում՝ կարելի է ասել ամենուր[1]:

Ելնելով վերոհիշյալից՝ աշխատանքի նպատակն էր հետազոտել Երևան քաղաքի հասարակական վայրերի հողածածկը կենդանիների և մարդու առողջության համար վտանգավոր մակաբույծների ձվերով, թրթուրներով, սաղմնապարկերով վարակվածության նկատմամբ և տալ դրա անասնաբուժասանիտարական գնահատականը:

Նյութ և մեթոդ: Հողի անասնաբուժասանիտարական այսպիսի լայնածավալ հետազոտություն Երևանում կատարվել է առաջին անգամ մեր կողմից 2015-2016թթ ընթացքում: Հետազոտության են ենթարկվել Երևանի 12 վարչական շրջանների թվով 28 զբոսայգիներից վերցված հողի նմուշները: Աջափնյակ վարչական շրջանում հետազոտվել են Թումանյանի անվան այգու, Աջափնյակ վարչական շրջանի Հանգստյան պուրակի, Արաբկիր վարչական շրջանի՝ Հաղթանակ զբոսայգու, Վ.Դավթյանի անվան այգու, Սիրահարների այգու, Ավան վարչական շրջանի՝ Բուսաբանական այգու, Ընտանիքի այգու, Դավթաշեն վարչական շրջանի՝ Դավթաշեն զբոսայգու, Էրեբունի վարչական շրջանի՝ Լիոնի այգու, Վարդավառի զբոսայգու, Զանաբեռ-Չեյթուն վարչական շրջանի՝ Դավիթ Անհաղթի անվան

զբոսայգու, Պ.Սևակի այգու, Կենտրոն վարչական շրջանի՝ Օդակաձև զբոսայգու, Մանկական այգու, Անգլիական այգու, Կոմիտասի անվան պուրակի, Մանկական երկաթուղու, Մալաթիա-Սեբաստիա վարչական շրջանի՝ Վահան Չատիկյանի անվան այգու, Մայրության զբոսայգու, Նոր Նորքի Նանսենի անվան այգու, Կենդանաբանական այգու, Նուբարաշեն վարչական շրջանի՝ Կենտրոնական զբոսայգու և թիվ 95 դպրոցի շրջակայքի, Շենգավիթ վարչական շրջանի՝ Կոմիտասի անվան զբոսազու, Շողակաթի զբոսայգու, Ս.Գևորգ եկեղեցու շրջակայքի, Նորք-Մարաշ վարչական շրջանի՝ Սուրբ Աստվածածին եկեղեցու և թիվ 124 մանկապարտեզի շրջակայքի հողի նմուշները: Յուրաքանչյուր վարչական շրջանից վերցվել է 10 նմուշ, ընդհանուր առմամբ հետազոտվել են 120 նմուշներ:

Հողի հետազոտությունները կատարվել են Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանի Հ. Պետրոսյանի անվան հողագիտության, ագրոբիմիայի և մելիորացիայի գիտական կենտրոն մասնաճյուղի և Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանի համաճարակաբանության և մակաբուժաբանության ամբիոնի մակաբուժաբանական հետազոտությունների լաբորատորիայում: Միևնույն նմուշները համեմատական կարգով հետազոտվել են երկու մեթոդներով՝ հողում հեղինքների ձվերի հայտնաբերման՝ ըստ Ռոմանենկոյի [3] և հողում հեղինքների ձվերի, տզերի և աղիքային նախակենդանիների սաղմնապարկերի հայտնաբերման մեթոդով ([2]: Մակաբուժաբանական հետազոտության համար հողի յուրաքանչյուր նմուշային տարածքից 10-20 սմ խորությունից վերցվել է միջև 50-100գ նմուշներ: Հողից առանձնացված մակաբույծների ձվերն ու սաղմնապարկերը հետազոտվել են մանրադիտակի փոքր խոշորացման տակ:

Արդյունքներ և քննարկում: 2015-2016թթ. հետազոտությունների արդյունքում բոլոր վարչական շրջաններից բերված հողի նմուշներում հայտնաբերվել են կենդանիների մոտ մակաբուծվող հետևյալ որդերի, նեմատոդներից՝ *Toxocara canis*, *Toxascaris leonina*, *Trichocephalus vulpis*, *Uncinaria stenocephala*, *Ancylostoma caninum*, ցետոդներից՝ *Dipilidium caninum*, *Taenia Hydatigena*, *Diphyllobothrium latum*-ի ձվեր, իսկ նախակենդանիներից՝ *Neospora caninum*, *Cystoisospora canis* հարուցիչների սաղմնապարկեր: Մարդու հարուցիչներից՝ *Ancylostoma duodenale*, *Ascaris lumbricoides*, *Trichocephalus trichiurus* կլոր որդերի ձվեր, իսկ նախակենդանիներից՝ *Entamoeba histolytica* և *Balantidium coli*-ի ցիստեր: Հարկ է ընդգծել, որ *Diphyllobothrium latum* որդի զարգացման համար մեր հանրապետությունում պայմանները բացակայում են: Նշված հարուցիչի ձվերը հայտնաբերվել են Շենգավիթ վարչական շրջանի՝ Կոմիտասի անվան զբոսայգու տարածքում, որտեղ տարիներ շարունակ տեղակայվում էր Հայաստան ժամանած շրջիկ կրկեսը: Ամենայն հավանականությամբ կրկեսի աշխատակիցներն են վարակված եղել այս հարուցիչով կամ էլ՝ կրկեսի մասկեր կենդանիները:

Աղյուսակ 1. Մանրադիտակի մեկ տեսադաշտում հայտնաբերված ախտածին որդերի ձվերի քանակները

Հարուցիչների անվանումը	Մայրաքաղաքի հիմնական վարչական շրջանները		
	Կենտրոն	Արաբկիր	Նորք-Մարաշ
<i>Toxocara canis</i>	17	14	2
<i>Ancylostoma caninum</i>	8	9	0
<i>Dipilidium caninum</i>	5	3	0
<i>Ascaris lumbricoides</i> (մարդու հարուցիչ)	9	11	2
<i>Trichocephalus trichiurus</i> (մարդու հարուցիչ)	4	6	2

Ըստ Երևանի վարչական շրջանների՝ հետազոտված հողը ախտածին որդերի ձվերով և սաղմնապարկերով առավել վարակված էր՝ Կենտրոն վարչական շրջանի Օդակաձև զբոսայգու, Մանկական այգու, Անգլիական այգու, Կոմիտասի անվան պուրակի, Մանկական երկաթուղու այգիներում: Վարակվածությամբ երկրորդ տեղում էր Արաբկիր վարչական շրջանի՝ Հաղթանակ զբոսայգու, Սիրահարների այգու, Ավան վարչական շրջանի՝ Բուսաբանական այգու, Դավթաշեն վարչական շրջանի՝ Դավթաշեն զբոսայգու հողը:

Մարդու և կենդանիների մակաբույծների ձվերով և սաղմնապարկերով առավել քիչ էին վարակված Երևանի Աջափնյակ, Ավան, Էրեբունի, Մալաթիա-Սեբաստիա, Նոր Նորք, Նորք-Մարաշ վարչական շրջանների հասարակական վայրերի հողերը: Այս փաստը կարելի է բացատրել նրանով, որ տնային կենդանիների գլխաբանակը այս շրջաններում ավելի քիչ է, և վարչական շրջանների ղեկավարությունը ուշադրություն է դարձնում հասարակական վայրերի սանիտարական վիճակի վրա:

Այսպիսով, Երևանում բացակայում էր որևէ հասարակական վայր, որ լիովին ազատ լիներ կենդանիների կամ մարդու մակաբույծների ձվերից կամ սաղմնապարկերից:

Երևանի 12 վարչական շրջանների հասարակական վայրերի հողի աղտոտվածությունը կենդանիների, մարդու մակաբույծների ձվերով և սաղմնապարկերով պայմանավորված է քաղաքում տնային կենդանիների գլխաքանակի աճով, քաղաքի մասշտաբով պլանային կանխարգելիչ միջոցառումների և ազգաբնակչության շրջանում տվյալ հիմնախնդրին վերաբերվող տեղեկատվության բացակայությամբ: Չկա քաղաքի համապատասխան մարմինների հսկողությունը, քաղաքում բացակայում են կենդանիների համար հատուկ պատրաստված, ցանկապատված զբոսահրապարակները, չկան առանձին աղբամաններ՝ կենդանիների կղկղանքի հավաքման և կենտրոնացված կարգով հետագա ոչնչացման համար, կենդանատերերը ծանոթ չեն տնային կենդանիների պահվածքի պայմաններին և դրանց ինվազիոն հիվանդությունների նկատմամբ իրականացվող կանխարգելիչ միջոցառումներին և ժամկետներին, իսկ մարդու հարուցիչներով հողի այդպիսի վարակվածությունը հետևանք է հասարակական զուգարանների բացակայության:

Այսպիսով, Երևանի հասարակական վայրերի հողը զգալի քանակով վարակված է մակաբույծների ձվերով և սաղմնապարկերով, որը իրական վտանգ է ներկայացնում տնային կենդանիների և ազգաբնակչության առողջության համար: Քաղաքի հասարակական վայրերի հողի մակաբույծների տեսակային կազմի ուսումնասիրությունը թույլ է տալիս գնահատել քաղաքում այդ հարուցիչների նկատմամբ ստեղծված համաճարակաբանական իրավիճակը և հնարավորության սահմաններում կանխել հողի հետագա աղտոտումը:

Հետազոտությունները կատարվել են ՀՀ պետական բյուջեից գիտական և գիտատեխնիկական գործունեության պայմանագրային՝ 15T-4A030 ծածկագրով թեմային շրջանակներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Արամյան Ն. Թափառող շների վիճակագրություն, «Փրո Փոուզ» կենդանիների բարեկեցության բարեգործականի (Միացյալ Թագավորություն) հայաստանյան ներկայացուցիչ www.pro-paws.org;
2. Հակոբյան Ա.Ռ. Մեթոդական ցուցումներ՝ Արտաքին միջավայրի օբյեկտների մակաբուծասանիտարական հետազոտության մթոնները, Երևան, ՀԱԱՀ, 2014, 39)
3. Նաղաշյան Հ.Զ. Կենդանիների ինվազիոն հիվանդություններ, ՀՊԱՀ հրատարակչություն, Երևան, 20, 2006:
4. Акбаев М.И. Паразитология и инвазионные болезни животных. М. Колос. 2000.
5. Архипов И.А., Борзунов Е.Н., Шайкин В.И. Зоопаразитозы, передаваемые человеку от собак и кошек. Мат. IX между. вет. конгресса по болезням мелких домашних животных. М., с. 230-231, 2001.
6. Верета Л.Е. Гельминты и гельминтозы пищеварительного тракта собак в Москве и их санитарно-эпидемиологическое значение. Бюллетень ВИГИС, вып. 43, с. 25-30, 1986.
7. Верета Л.Е. Гельминты кошек в Москве и эпизоотологические аспекты отдельных гельминтозов. Бюллетень ВИГИС. М., вып.42, с. 20-26, 1986.
8. Завойкин В.Д., Семенова Т.А., Аляутдина Л.В. Гетерогенность паразитарного загрязнения почв мегаполиса. Медицинская паразитология и паразитарные болезни, 2, с.7-9, 2011.
9. Berenji F, Movahedi Rudy AG, et. al. Soil Contamination with Toxocara Spp. Eggs in Public Parks of Mashhad and Khaf, North East of Iran. Iran. J. Parasitol. Apr-Jun;10, 2, 286-289, 2015.
10. Carter, T.R. Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations. IPCC WMO, UNEP, 51, p. 12. 1992.
11. Khazan H, Khazaei M, et. al. Prevalence of Toxocara Spp. eggs in Public Parks in Tehran City, Iran. Iran J Parasitol., 7, 3, 38-42, 2012.
12. Maraghi S., Mazhab Jafari K., et. Al. Study on the contamination of Abadan public parks soil with Toxocara spp. eggs. J Environ Health Sci Eng. May 19, 12, 86, 2014.
13. Santarém V.A., Pereira V.C., Alegre B.C. Contamination of public parks in Presidente Prudente (São Paulo, Brazil) by Toxocara spp. eggs. Rev Bras Parasitol Vet. Jul-Sep; 21, 3, 323-325, 2012.
14. Schulz S., Kroeger A. Soil contamination with Ascaris lumbricoides eggs as an indicator of environmental hygiene in urban areas of north-east Brazil. J. Trop. Med. Hyg., 95, 2. p. 95-103, 1992.
15. Sprenger L.K., Green K.T., Molento M.B. Geohelminth contamination of public areas and epidemiological risk factors in Curitiba, Brazil. Rev Bras Parasitol Vet. Mar; 23, 1, 69-73, 2014.
16. Technologies for Adaptation to Climate Change. UNF CCC, 40 p., 21, 2006.

Ստացվել է 16.05.2016



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4(68), 2016

**ՄՇԱԿՄԱՆ ՏԱՐԲԵՐ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ԱՇԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԵԹԵՐԱՅՈՒՂԱՏՈՒ ԵՎ ԴԵՂԱՏՈՒ ՄՇԱԿԱԲՈՒՅՍԵՐ MENTHA
PIPERITA L.-Ի ԵՎ OCIMUM BASILICUM L.-Ի
ԱՐԴՅՈՒՆԱԿԵՏՈՒԹՅԱՆ ՈՒ ՀԱԿԱՕՔՍԻԴԱՆՏԱՅԻՆ
ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ**

Ս.Խ. ՄԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ*, Վ.Խ. ՄԱՄԻԿՈՆՅԱՆ, Զ.Ս. ԱԼԵՔՍԱՆՅԱՆ*,
Ա.Յ. ԹՈՎՄԱՍՅԱՆ*, Մ.Խ. ԴԱՐՅԱՂԱՐ*, Բ.Թ. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ***

* ՀՀ ԳԱԱ Գ.Ս. Դավթյանի անվան հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտ,
hydrop@netsys.am

** ՀՀ ԳԱԱ Օրգանական և դեղագործական քիմիայի գիտատեխնոլոգիական կենտրոն,
vkhmamikonyan@gmail.com

Հիդրոպոնիկական տարբեր եղանակների (գլանային, ակոսային, համատարած և դասական) կիրառմամբ աճեցված պղպեղային դաղձի (*Mentha piperita* L.) և բուրավետ ռեհանի (*Ocimum basilicum* L.) բուսահումքը չոր քաշով 1.2-2.7 և 1.8-2.7 անգամ գերազանցել է հողային մշակությամբ: Միաժամանակ, երկրորդային ծագման կարևորագույն ցուցանիշների առավելագույն ել (1.6-3.1 անգամ), պղպեղային դաղձի բարձր արդյունավետության շնորհիվ, դիտվել է գլանային և դասական հիդրոպոնիկական համակարգերում, իսկ ռեհանի դեպքում՝ գրանցվել է գլանային հիդրոպոնիկական համակարգում (1.2-2.9 անգամ):

Հակաօքսիդանտային ակտիվությունը որոշելու համար կշռված բույսերից ստացված սպիրտային էքստրակտների տարբեր չափաքանակներից առավել արդյունավետ ընտրվել է դաղձի մոտ 5.0 մգ/մլ, որի դեպքում լիպիդների ազատ ռադիկալային օքսիդացման գործընթացների ճնշումը կազմել է 68-84%, իսկ ռեհանի մոտ 1.0 մգ/մլ-ի դեպքում՝ 23-31%:

*Ջրաշիթային հիդրոպոնիկա – պղպեղային դաղձ – բուրավետ ռեհան –
էքստրակտիվ կյութեր – հակաօքսիդանտ – արդյունավետություն*

Лекарственное сырье мяты перечной и базилика душистого, выращенных в разных гидропонических системах /цилиндрическая, бороздовая, сплошная и классическая/ по сухому весу превосходит почвенную культуру в 1.2-2.7 и 1.8-2.7 раз. Одновременно наивысший выход важнейших показателей вторичного происхождения, благодаря высокой продуктивности мяты перечной, наблюдался в цилиндрической и классической гидропонических системах (1.6-3.1 раза), а в случае базилика – в цилиндрической гидропонической системе (1.2-2.9 раза).

Для определения антиоксидантной активности из разных количеств спиртовых экстрактов указанных растений наиболее эффективным был для мяты 5.0 мг/мл, при котором подавление процесса свободнорадикального окисления липидов составило 68-84%, а для базилика при 1.0 мг/мл – 23-31%.

Струйная гидропоника – мята перечная – базилик душистый – экстрактивные вещества – антиоксидант – продуктивность

Dry raw material of both peppermint and sweet basil grown with the application of different hydroponic methods (cylindrical, gully, continuous, classical) exceeds soil culture by 1.2-2.7 and 1.8-2.7 times. At the same time a high output by (1.6-3.1 times) of secondary origin bioactive substances was observed in cylindrical and classical hydroponics systems due to the high productivity of peppermint and in the case of basil in cylindrical hydroponics system by (1.2-2.9 times).

For determining antioxidant activity from different quantity of alcoholic extracts obtained from the mentioned plants the more effective is chosen in peppermint 5.0 mg/ml in which case free radical oxidation process of lipids is repressed from 68-84%, and in case of basil 1.0 mg/ml 23-31%.

Water stream hydroponics – peppermint – sweet basil – extractives – antioxidant – productivity

Շրջակա միջավայրի աղտոտումը սպառնում է մարդու առողջությանը, բույսերի ու կենդանիների տեսակային բազմազանության խախտմանը՝ հանգեցնելով կենսահամակարգի նորմալ գործունեության վատթարացմանը [11, 13]:

Ներկայումս մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում կենսաբանական ակտիվ նյութերի անբաժան մասը կազմող հակաօքսիդանտները, որոնք ընդունակ են նվազեցնելու մուտագենների ազդեցությունը՝ կարգավորելով ազատ ռադիկալների օքսիդացման ընթացքը: Ուստի հակաօքսիդանտային ակտիվություն ունեցող բնական աղբյուրների հայտնաբերումը և ուսումնասիրությունը ներկայումս հանդիսանում է հրատապ խնդիր: Ըստ գրականության տվյալների, հայտնի են մեծ թվով կենսաբանական ակտիվ նյութեր, որոնք սինթեզվում են բույսերի կողմից և ունեն հակաօքսիդանտային ակտիվություն: Դրանցից են α -տոկոֆերոլը (վիտամին E), տանինները, ասկորբինաթթուն (վիտամին C), β -կարոտինը, ֆերմենտային ակտիվությամբ մի շարք սպիտակուցային միացություններ, ֆլավոնոիդներ, պոլիսախարիդներ, տերպենոիդներ, պոլիֆենոլային միացություններ և այլն [9, 14, 17]:

Նմանատիպ հետազոտություններ կատարվել են նաև անհող մշակույթի (հիդրոպոնիկայի) պայմաններում աճեցված ծակոտկեն սրճիկուկի (*Hypericum perforatum* L.), ուրց մարշալի (*Thymus marschallianus* Willd) և ոսկե բեղիկի (*Callisia fragrans* (Lindl) Woodson) բուսահումքում: Փորձարկված նմուշների էքստրակտները ցուցաբերել են դրական հակառադիկալային ակտիվություն [10, 16]:

Հակաօքսիդանտները լայն կիրառություն են գտել բժշկության, գյուղատնտեսության մեջ, ինչպես նաև քիմիական և սննդի արդյունաբերություններում: Օրգանիզմում հակաօքսիդանտների պակասը, ինչպես արդեն վերը նշվեց, նպաստում է ազատ ռադիկալային գործընթացների ակտիվացմանը, որն էլ իր հերթին պատճառ է դառնում մի շարք ախտաբանական վիճակների առաջացման և զարգացման համար: Հակաօքսիդանտների մակարդակի կարգավորումը նպաստում է կյանքի տևողության երկարացմանը, ամրացնում է իմունային համակարգը:

Պղպեղային դաղձը (*Mentha piperita* L.), բուրավետ ռեհանը (*Ocimum basilicum* L.) շատ տարածված եթերայուղատու և դեղատու բույսերից են (նկ. 1), որոնք լայն կիրառություն ունեն բժշկության, դեղագործության ու օծանելիքի արտադրության մեջ, միևնույն ժամանակ օգտագործվում են որպես համեմունք, թուրմերի, թեյերի ձևով և օժտված են հակաօքսիդանտային հատկությամբ [12, 15]:



ա)



բ)

Նկ. 1. Բուրավետ ռեհանը (ա) և պղպեղային դաղձը (բ) ջրաշիթային հիդրոպոնիկայի պայմաններում

Հաշվի առնելով պղպեղային դաղձի և բուրավետ ռեհանի ինքնատիպ հատկությունները, նպատակ է դրվել ուսումնասիրել նորագույն ջրաշիթային հիդրոպոնիկայի տարատեսակների¹ (գլանային, ակոսային, համատարած), դասական հիդրոպոնիկայի (ՂՀ) և հողային մշակույթի (ստուգիչ) պայմաններում աճեցված այս մշակաբույսերի արդյունավետության, կենսաքիմիական ցուցանիշների ու հակաօքսիդանտային հատկության համեմատական բնութագրումը:

Նյութ և մեթոդ: Գիտափորձերում օգտագործվել են հիդրոպոնիկ եղանակով ստացված պղպեղային դաղձի և բուրավետ ռեհանի տնկանյութը: Բոլոր հիդրոպոնիկական համակարգերում, որպես լցանյութ օգտագործվել են 3-15 մմ մասնիկների տրամագծով հրաբխային կարմիր խարամ լցանյութը: Բույսերի սնուցումը կատարվել է Գ.Ա.Դավթյանի սննդալուծույթով [7]: Չոր դեղահումքում եթերայուղի, էքստրակտիվ նյութերի, դաբաղանյութերի պարունակությունը որոշվել է ըստ ՊՂ XI-ի [6], ֆլավոնոիդներինը՝ ըստ Բորիսովի [4], իսկ էքստրակտիվ նյութերում բույսերի հակաօքսիդանտային ակտիվությունը (ՅՕԱ) որոշվել է մալոնային երկալդեհիդի քանակական որոշման եղանակով [5]:

Պղպեղային դաղձի և բուրավետ ռեհանի հակաօքսիդանտային հատկությունը որոշելու համար վերցվել է նշված բույսերից ստացված էքստրակտիվ նյութերի տարբեր չափաքանակներ (0.5; 1.0; 2.0; 5.0 և 10.0 մգ/մլ), որոնցից որպես առավել արդյունավետ ընտրվել է դաղձի մոտ 5.0մգ/մլ, իսկ ռեհանի մոտ՝ 1.0 մգ/մլ: Ուսումնասիրությունները կատարվել են լյարդի հոմոգենատում, լիպիդների գերօքսիդային օքսիդացման գործընթացներն ակտիվացվել են Մորի աղի (ՄԱ) /FeSO₄•(NH₄)₂SO₄•6H₂O/ 0.5 մլ (15.7 մգ/լ) ջրային լուծույթի կիրառմամբ: Որպես հնարավոր հակաօքսիդանտներ կիրառվել են պղպեղային դաղձի և բուրավետ ռեհանի սպիրտային էքստրակտները:

Փորձերը դրվել են 4-8 կրկնողությամբ, տվյալների մաթեմատիկական մշակումը կատարվել է ըստ Դոսպխովի [8]:

Արդյունքներ և քննարկում: Հետազոտվող բույսերի աճի առանձնահատկություններն ու արդյունավետության ցուցանիշները հիդրոպոնիկ և հողային մշակույթի պայմաններում էականորեն տարբեր են, ինչն արդյունք է հիդրոպոնիկայում բույսերի աճը, զարգացումը և արդյունավետությունն ապահովող մի շարք գործոնների (մասնավորապես, սննդա-օդա-ջրային ռեժիմի) որոշակի կարգավորման: Աղյուսակ 1-ի և 2-ի վերլուծությունից ակնհայտ է դարձել, որ հիդրոպոնիկական տարբեր եղանակների կիրառմամբ ստացված և՛ պղպեղային դաղձի, և՛ բուրավետ ռեհանի բուսահումքը չոր քաշով 1.2-2.7 և 1.8-2.7 անգամ գերազանցել է հողային մշակույթին: Միաժամանակ պղպեղային դաղձի բարձր արդյունավետության շնորհիվ, փորձարկված համակարգերից եթերայուղերի (1.6-2.6 անգամ), էքստրակտիվ նյութերի (1.7-3.1 անգամ), ֆլավոնոիդների (1.6-2.3 անգամ), դաբաղանյութերի (1.6-2.8 անգամ) առավելագույն ելունք են ապահովել գլանային և դասական հիդրոպոնիկական համակարգերը, իսկ ռեհանի դեպքում գլանային հիդրոպոնիկայում վերոհիշյալ միացությունների ելունքը, բացառությամբ դաբաղանյութերի, 1 բույսի հաշվով, փորձարկված մյուս տարբերակների համեմատությամբ ավելացել է 1.2-2.7; 1.5-2.8; 1.3-2.9 անգամ, համապատասխանաբար:

Ստացված տվյալների վերլուծությունից պարզվում է, որ մշակման պայմանները որոշակիորեն ազդել են պղպեղային դաղձի հակաօքսիդանտային ակտիվության վրա: Գլանային և համատարած հիդրոպոնիկական համակարգերում աճեցված դաղձի բուսահումքն օժտված է ավելի ցածր հակաօքսիդանտային հատկությամբ և զիջում է մյուս տարբերակներին 1.6-1.9 անգամ: Մինչդեռ բուրավետ ռեհանի դեպքում տարբերությունը էական չէ: Սակայն երկու դեպքում էլ նկատվել է լիպիդների ազատ ռադիկալային օքսիդացման գործընթացների ճնշում:

Պղպեղային դաղձի 5 մգ/մլ էքստրակտի դեպքում այն կազմում է 68-84 %, իսկ բուրավետ ռեհանի 1 մգ/մլ-ի դեպքում՝ 23-31 %: Անհրաժեշտ է նշել նաև, որ գլանային հիդրոպոնիկական համակարգում փորձարկված մշակաբույսերի առավել բարձր արդյունավետությունը իր հերթին նպաստել է վերոհիշյալ միացության ելունքի 1.6-4.9 և 1.2-2.6 անգամ ավելացմանը:

¹Բույսերի անհող մշակույթի տնտեսական արդյունավետության բարձրացման և դրա լայն տարածման կարևոր խնդիրներից մեկն էլ համարվում է սկզբունքային տր և էժան հիդրոպոնիկ համակարգերի մշակումը: Դրանցից ամենահեռանկարայինը շուրջ 25 տարվա հետազոտությունների արդյունքում Զ.Գ.Ա.Լ. Զիդրոպոնիկայի պորբեմների ինստիտուտում մշակված, պոլիմերային թաղանթի օգտագործմամբ՝ ջրաշիթային հիդրոպոնիկական համակարգն է, որը թույլ է տալիս կտրուկ (5-6 անգամ) նվազեցնել հիդրոպոնիկումի կառուցման ծախսերը[1-3]:

Աղյուսակ 1. Պղպեղային դաղձի դեղաբիմիական արժեքը պայմանավորող նյութերի պարունակությունը և ելունքը հիդրոպոնիկական տարբեր համակարգերի և հողային մշակույթի պայմաններում*

Տարբերակ	Դեղահումքի չոր քաշը, գ/բույս	Եթերայուղ		Էստրակտիվ նյութեր		Գումարային ֆլավոնոիդներ		Դաբաղանյութեր	
		%	գ/բույս	%	գ/բույս	%	գ/բույս	%	գ/բույս
Գլանային	155.0	3.98	6.15	20.63	32.0	2.80	4.3	14.76	22.9
Ակոսային	83.7	4.16	3.48	18.16	15.2	3.0	2.5	13.96	11.7
Համատարած	69.7	3.93	2.74	20.20	14.1	3.16	2.2	14.34	10.0
ԴՀ	149.0	3.80	5.66	17.23	25.7	2.66	4.0	12.56	18.7
Հող (ստուգիչ)	57.0	4.09	2.33	18.07	10.3	3.26	1.9	14.63	8.3
ԱԷՏ ₀₅	15.3								

*Բերվում են երեք հարերի միջին տվյալները

Աղյուսակ 2. Բուրավետ ռեհանի դեղաբիմիական արժեքը պայմանավորող նյութերի պարունակությունը և ելունքը հիդրոպոնիկական տարբեր համակարգերի և հողային մշակույթի պայմաններում*

Տարբերակ	Դեղահումքի չոր քաշը, գ/բույս	Եթերայուղ		Էստրակտիվ նյութեր		Գումարային ֆլավոնոիդներ		Դաբաղանյութեր	
		%	գ/բույս	%	գ/բույս	%	գ/բույս	%	գ/բույս
Գլանային	85.3	0.77	0.66	26.78	22.8	2.72	2.3	8.72	7.4
Ակոսային	75.2	0.74	0.56	18.45	13.9	2.10	1.6	10.36	7.8
Համատարած	57.4	0.82	0.47	26.25	15.1	2.44	1.4	10.81	6.2
ԴՀ	61.3	0.60	0.37	25.28	15.5	2.91	1.8	8.18	5.0
Հող (ստուգիչ)	31.3	0.78	0.24	26.30	8.2	2.42	0.8	8.56	2.7
ԱԷՏ ₀₅	12.8								

*Բերվում են երեք հարերի միջին տվյալները

Աղյուսակ 3. Պղպեղային դաղձի և բուրավետ ռեհանի հակաօքսիդանտային ակտիվությունը (%) հիդրոպոնիկական տարբեր համակարգերի և հողային մշակույթի պայմաններում

Տարբերակ	Դեղահումքի չոր քաշը, գ/բույս	Եթերայուղ		Էստրակտիվ նյութեր		Գումարային ֆլավոնոիդներ		Դաբաղանյութեր	
		%	գ/բույս	%	գ/բույս	%	գ/բույս	%	գ/բույս
Գլանային	85.3	0.77	0.66	26.78	22.8	2.72	2.3	8.72	7.4
Ակոսային	75.2	0.74	0.56	18.45	13.9	2.10	1.6	10.36	7.8
Համատարած	57.4	0.82	0.47	26.25	15.1	2.44	1.4	10.81	6.2
ԴՀ	61.3	0.60	0.37	25.28	15.5	2.91	1.8	8.18	5.0
Հող (ստուգիչ)	31.3	0.78	0.24	26.30	8.2	2.42	0.8	8.56	2.7
ԱԷՏ ₀₅	12.8								

Ստացված արդյունքների հիման վրա կարելի է կատարել հետևյալ եզրակացությունները.

- Հիդրոպոնիկական տարբեր եղանակների կիրառմամբ ստացված և՛ պղպեղային դաղձի, և՛ բուրավետ ռեհանի բուսահումքը չոր քաշով 1.2-2.7 անգամ գերազանցում է հողային մշակույթին:
- Հիդրոպոնիկական տարբեր համակարգերում աճեցված պղպեղային դաղձի և բուրավետ ռեհանի բուսահումքում ստացվել է երկրորդային ծագման կենսակտիվ նյութերի 1.2-3.1 անգամ բարձր ելունք:

• Հիդրոպոնիկական տարբեր համակարգերի և հողային մշակույթի պայմաններում աճեցված դաղձի և ռեհանի բույսերը կարող են հանդես գալ որպես հակաօքսիդանտների բնական աղբյուրներ: Պղպեղային դաղձի 5մգ/մլ էքստրակտի դեպքում հակաօքսիդանտային ակտիվությունը կազմել է 68-84%, իսկ բուրավետ ռեհանի 1 մգ/մլ-ի դեպքում՝ 23-31%:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Մայրապետյան Ս.Խ., Թադևոսյան Ա.Յ., Հովսեփյան Ա.Յ., Մայրապետյան Խ.Ս. «Տնկարկվող բույսերի անհող աճեցման եղանակ և դրա իրականացման համակարգ», ՀՀ գյուղի արտոնագիր, թիվ 1946 A2, 2007թ.(ա):
2. Մայրապետյան Ս.Խ., Թադևոսյան Ա.Յ., Հովսեփյան Ա.Յ., Մայրապետյան Խ.Ս. «Ցանովի խոտաբույսերի անհող աճեցման եղանակ և դրա իրականացման համակարգ», ՀՀ գյուղի արտոնագիր, թիվ 1988 A2, 2007թ.(բ):
3. Մայրապետյան Ս.Խ., Թադևոսյան Ա.Յ., Հովսեփյան Ա.Յ., Մայրապետյան Խ.Ս. «խոտաբույսերի անհող աճեցման եղանակ և դրա իրականացման համակարգ», ՀՀ գյուղի արտոնագիր, թիվ 1989 A2, 2007թ.(գ):
4. Борисов М.И., Беликов В.В., Исаков Т.И. Количественное содержание флавоноидов в растениях родов *Asperula* L. и *Galium* L./ Растительные ресурсы, XI, вып. 3, с. 351-358, 1975.
5. Владимиров Ю.А., Азизова О.А., Деев А.И., Козлов А.В. Свободные радикалы в живых системах. Итоги науки и техники, М., ВИНТИ, 29, с.126-130, 1991.
6. Государственная фармакопея СССР, XI изд., выпуск 2. М., Медицина, www.fito.nnov.ru/pharmacopaea, 1990.
7. Давтян Г.С. Гидропоника. В кн. Справочная книга по химизации сельского хозяйства. М., Колос, с. 382-385, 1980.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта, М., 351 с., с. 223-228, 1985.
9. Сажина Н.Н., Мусин В.М., Короткова Е.И. Исследование антиоксидантных свойств водного экстракта мяты электрохимическими методами. Химия растительного сырья. 4, с. 77-82, 2010.
10. Саркисян Э.Д., Варданян А.П. Изучение антиоксидантной активности гидропонического и дикорастущего лекарственного сырья чабреца Маршала. Материалы XXI международного симпозиума "Охрана био-ноосферы. Эниология. Нетрадиционное растениеводство. Экология и медицина", 9-16 сентября 2012, г. Алушта, Симферополь, с. 434-438.
11. Allaby M. Basics of Environmental Science. 2nd edition. Routledge. London, 2000. p. 1-17.
12. Daryadar M.Kh. The Productivity of *Ocimum Basilicum* L. in the Newest Experimental Modules of Water Stream Hydroponics. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences. 4, 2, p. 284-288, Text Road Publication, 2014.
13. Ghalachyan L.M., Asatryan A.Z., Kocharyan K.A., Tadevosyan L.S. The Accumulation of Artificial Radionuclides in Spice Herbs in Different Zones under the impact of the Armenian NPP. Bulletin of State Agrarian University of Armenia, 2, p. 17-20, 2014.
14. Gromovaya V.F., Shapoval G.S., Mironyuk I.E., Nestyuk N.V. Antioxidant properties of medicinal plants. Pharmaceutical Chemistry Journal, 42, 1, p. 25-28, 2008.
15. Mairapetyan S. Kh., Daryadar M. Kh., Alexanyan J.S., Tadevosyan A.H., Tovmasyan A.H., Stepanyan B.T., Galstyan H.M. Comparative description of productivity and content of biologically active substances of some essential, oil-bearing plants in condition of new water stream hydroponics. Biological Journal of Armenia, 65, 3, p. 80-84, 2013.
16. Malakyan M.H., Karapetyan A.S., Mairapetyan S.Kh. Radioprotective activity of *Callisia fragrans* grown in soilless (hydroponics) and soil culture conditions. Electronic Journal of Natural Sciences, pp. 20-23, 2015.
17. Williams R.J., Spencer J.P., Rice-Evans C. Flavonoids: antioxidants or signalling molecules. Free Radical Biology & Medicine, 36, 7, p. 838-849, 2004.



Biolog. Journal of Armenia, 4 (68), 2016

PECULIARITIES OF ACRIDINE ORANGE BINDING WITH DNA

P.O. VARDEVANYAN, A.P. ANTONYAN, V.G. SAHAKYAN

*YSU, Department of Biophysics,
p.vardevanyan@ysu.am*

Absorption and fluorescence spectra of acridine orange (AO) complexes with DNA at 0.02 M ionic strength of the solution have been obtained. It was revealed that maximums of absorption spectra of AO complexes with DNA at low concentrations of DNA decrease and are shifted to longer wavelength region. At further enhancement of DNA concentration the absorption spectra of AO-DNA complexes start increasing. Moreover, in the spectra of AO-DNA complexes an isosbestic or pseudo-isosbestic point does not emerge. At the same conditions the fluorescence spectra of the complexes enhance as compared to AO fluorescence spectrum, which indicates the intercalation binding mode of AO with DNA.

DNA – acridine orange – AO-DNA complexes – absorption spectra – fluorescence spectra

Ստացվել են ԴՆԹ-ի հետ ալրիդին սարնջագույնի (ԱՆ) կոմպլեքսների կլանման և ֆլուորեսցենցիայի սպեկտրները լուծույթի 0.02 Մ իոնական ուժի պայմաններում: Ցույց է տրվել, որ ԴՆԹ-ի հետ ԱՆ-ի կոմպլեքսների կլանման սպեկտրների մաքսիմումները նվազում են ԴՆԹ-ի փոքր կոնցենտրացիաների դեպքում և շեղվում են դեպի երկարալիք տիրույթ: ԴՆԹ-ի կոնցենտրացիայի հետագա աճի դեպքում ԱՆ-ԴՆԹ կոմպլեքսների կլանման սպեկտրները սկսում են աճել: Ընդ որում, ԱՆ-ԴՆԹ կոմպլեքսների սպեկտրների վրա իզոբեստիկ կամ պսևդոիզոբեստիկ կետեր չեն հայտնվում: Միևնույն պայմանների դեպքում կոմպլեքսների ֆլուորեսցենցիայի սպեկտրները աճում են ԱՆ-ի ֆլուորեսցենցիայի սպեկտրի համեմատ, ինչը վկայում է ԴՆԹ-ի հետ ԱՆ-ի կապման ինտերկալյացիոն եղանակի մասին:

ԴՆԹ – ալրիդին սարնջագույն – ԱՆ-ԴՆԹ կոմպլեքսներ – կլանման սպեկտրներ – ֆլուորեսցենցիայի սպեկտրներ

Получены спектры поглощения и флуоресценции комплексов акридинового оранжевого (АО) с ДНК при ионной силе раствора 0.02 М. Выявлено, что максимумы спектров поглощения комплексов АО с ДНК при низких концентрациях последней уменьшаются и претерпевают сдвиг в длинноволновую область. При дальнейшем увеличении концентрации ДНК спектры поглощения комплексов АО-ДНК начинают увеличиваться. При этом в спектрах АО-ДНК изобестическая или псевдоизобестическая точка не образуется. При тех же условиях спектры флуоресценции комплексов возрастают по сравнению со спектром флуоресценции АО, что указывает на интеркаляционный способ связывания АО с ДНК.

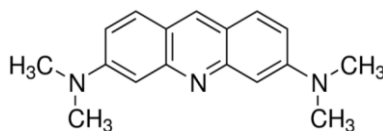
ДНК – акридиновый оранжевый – комплексы АО-ДНК – спектры поглощения – спектры флуоресценции

Nowadays biomacromolecules (DNA, proteins) are targets for numerous studies connected to designing of nano-particles and nanotechnologies on their basis. DNA molecule is one of the main elements in the development of new nano-materials [7, 11].

It is connected to DNA physical-chemical peculiarities and ability to self-assemble and form highly ordered structures from separate nano-particles. Besides, DNA

carries negative charge (is poly-anion), possesses certain rigidity (in short areas) [5, 7, 11, 12, 18].

Many organic dyes (acridine orange (AO), ethidium bromide (EtBr), methylene blue (MB) etc.) are biologically active compounds, since they can perform a photo-dynamic effect. These phenomena can occur due to binding of the mentioned dyes with DNA [5, 7, 11, 12, 18]. Particularly, AO (scheme 1) is applied as a fluorescence dye and is intensively used for DNA staining in cell to study apoptosis in the latter [8]. The interest to acridine dyes is conditioned by the fact that these compounds have different properties. They have anti-bacterial or mutagenic activity. Their structure and ability to bind with other biological molecules, including DNA, condition their cancerogenic properties [7, 11]. Besides, several dyes, including AO, show metachromism, which lies in the basis of wide application of this ligand in cytochemistry [4]. These properties of AO can be the result of different binding modes with DNA.



Scheme 1. Structure of AO.

The aim of this work is to study the binding of AO to DNA by absorption and fluorescence spectroscopy methods for revelation of interaction molecular mechanisms.

Materials and methods. Calf thymus DNA – D-1501 (“Sigma”, USA), AO (“Sigma”, USA), NaCl, Na-citrate, EDTA (ethylenediaminetetraacetate) (chemically pure) were used in experiments. Preparations were used without further purification. Concentrations of DNA and AO were determined spectrophotometrically using the following values of extinctions: $\epsilon_{260}=6600 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ for DNA c.t. and $\epsilon_{490}=35000 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ for AO. Experiments were carried out at $t=25^{\circ}\text{C}$ and $\text{pH}=7.0$, $I=0.02 \text{ M}$.

Spectrophotometric measurements were carried out on double-beam spectrophotometer UV-VIS Unicam-SP8-100 (England) and single-beam spectrophotometer UV-VIS Jenway 6715. Absorption measurements were realized in quartz cuvettes with 1 cm optic pathway length and similar optic parameters. Spectrophotometric titration of solutions was realized by 1 μl total volume micropipette (“Hamilton”, USA). Fluorescence measurements were carried out on Varian Cary Eclipse Fluorescence spectrophotometer (Australia).

Results and Discussion. Alterations in the absorption spectra of ligands at their interaction with DNA really reflect those peculiarities that lie in the basis of molecular mechanisms of these interactions. Particularly, at complex-formation of some intercalators with DNA, one or more isosbestic points (IP) can be formed in the absorption spectra [13-15]. Though the isosbestic point formed in spectra of different compounds, in majority of cases, is rarely applied for qualitative or quantitative analysis of information contained in studying system [2, 3, 9, 10, 16, 17]. It is accepted to consider that IP emerges when one existing compound in the solution, which has certain absorption, transits to other one with other absorption; moreover, the spectra of these forms cross in one point (or points) which is called isosbestic [2, 3, 9, 10, 16, 17]. From this point of view, in the case of classical intercalator EtBr all the mentioned representations are entirely maintained, because this ligand along with intercalation and electrostatic modes, binds to DNA by semi-intercalation mode as well [13-15]. Simultaneous exhibition of these modes conditions the presence of the isosbestic point in the spectra of DNA-EtBr complexes.

From this point of view, it was considered earlier that the presence of IP in the absorption spectra of DNA-ligand complexes is a sufficient argument for benefit of the intercalation binding mechanism of the given ligand with DNA. Moreover, our studies show that the presence of IP in the spectra of DNA-ligand complexes cannot be considered as a sufficient condition for revelation of the intercalation mode. Particularly, AO is an intercalator. It is indicated by the fluorescence spectra of the complexes of this ligand with DNA that are presented in fig. 1.

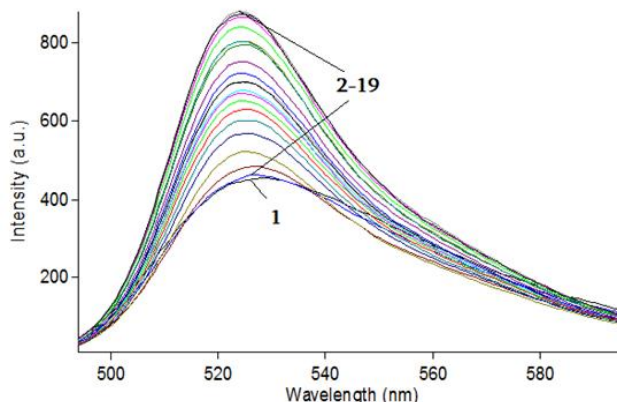


Fig.1. Fluorescence spectra of AO (1) and its complexes (2-19) with DNA at 0.02 M ionic strength of the solution.

It is obvious from the presented figure that the fluorescence spectra of AO-DNA complexes (curves 2-19) rise with enhancement of DNA concentration in the solution as compared to AO spectrum (curve 1). This fact is conditioned both by parallel orientation of this ligand molecules to planes of DNA base pairs (intercalation between planes of these pairs) and by interaction through stacking contacts. Moreover, in intercalated state molecules of AO are thoroughly screened from water (fluorescence quencher) [6]. It should be mentioned that in the case of MB, which also belongs to acridine dyes, analogous phenomenon is not observed [1], which in turn is conditioned by the fact that MB is not entirely intercalated into DNA. We assume that the increase of AO fluorescence intensity at complex-formation with DNA is the result of intercalation binding mode of this ligand.

Absorption spectra of AO-DNA complexes in the wavelength interval $220 \leq \lambda \leq 600$ nm are presented in fig. 2. It is obvious from fig. 2 that IP is not formed in the absorption spectra of these complexes.

It should be mentioned that the absorption spectra of AO-DNA complexes were obtained against DNA spectra, moreover, its concentration in the presence and absence of AO is similar (differential spectra). From the presented figure it is obvious that with DNA concentration enhancement in the solution the absorption spectra of the complexes (curves 2-26) decrease in minimums at $400 \leq \lambda \leq 600$ nm and are shifted to longer wavelength region as relative to free AO spectrum (curve 1). It should be also noted that at DNA low concentrations a monotonous decreasing of maximums of the spectra of complexes take place, moreover, in these conditions a relevant shift to longer wavelengths does not occur (this effect is not clearly reflected in the spectra due to covering). With further enhancement of DNA concentration in the solution a reverse image is observed – maximums in the absorption spectra of the complexes start increasing and shifting to longer wavelengths by 15-20 nm in the mentioned interval of changes.

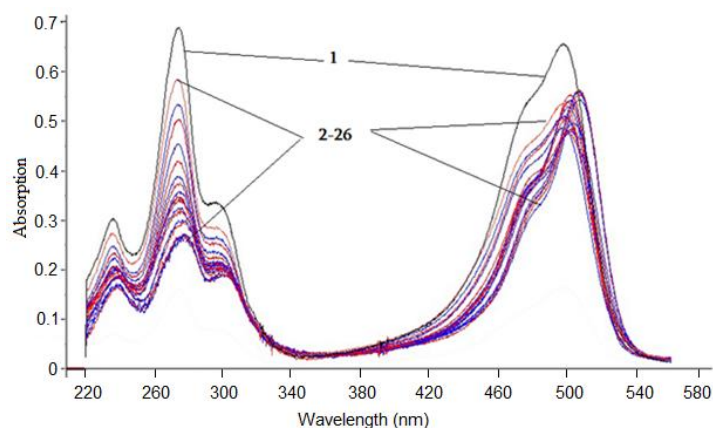


Fig.2. Absorption spectra of AO (1) and its complexes with DNA (2-26) at 0.02 M ionic strength of the solution.

At the same time in the region of $\lambda=220-340$ nm, at $\lambda=275-280$ nm the absorption spectra of the complexes decrease monotonously. This effect emerges along whole interval of DNA concentration enhancement and indicates that the forming complexes have less absorption as compared to free AO absorption. We assume that the displayed hypochromism effect at short wavelengths (in UV region) is a result of parallel arrangement (intercalation) of chromophore groups of AO molecules bound to DNA. In the absence of DNA only dilution of AO solution takes place, which results in less decreasing of maximums of the spectra that is not comparable to hypochromism effect (spectra are not presented). On the basis of behavior of the absorption spectra of AO complexes with DNA it is concluded that the absorption intensity decreasing at $\lambda=275-280$ nm and enhancement of maximums at $\lambda=500-520$ nm are conditioned by intercalation binding mode.

Based on the fact that in $\lambda=400-600$ nm interval maximums of the spectra of the complexes decrease at relatively low concentrations of DNA, we assume that AO binds to DNA by more than one mode. Being a cationic in the solved state, the more probable mechanism of this mode is electrostatic. Moreover, the other – for instance, stack-like mode (this binding type corresponds to dimerization) by external side of DNA helix is not excluded, at which in the fluorescence spectra minor peaks at longer wavelengths relative to the main peak should appear. Such minor peaks are absent in the fluorescence spectra presented in fig. 1 [6]. Consequently we assume that the external stack-like binding does not appear in our experiment conditions, but the second – non-intercalation mode is electrostatic mechanism at which positively charged ligand molecules interact with negatively charged phosphate groups of DNA.

Therefore, the obtained data indicate that AO binds to DNA by two modes – intercalation and electrostatic. It is also revealed that in the absorption spectra of AO-DNA complexes IP is not formed despite the intercalation binding mode of this ligand. Based on this it is concluded that this mode is not a reason of IP formation in the spectra of some intercalators at binding with DNA. Most probably, in the spectra of these intercalators the peaks emerging at longer wavelengths compared to the main peak are the result of intercalation mode performance.

This work was supported by the RA MES State Committee of Science, in the frames of the research project № 15T-1F105.

REFERENCES

1. *Antonyan A.P., Hambardzumyan L.A., Vardevanyan P.O.* Analysis of fluorescence spectra of complexes of methylene blue with DNA. *Biolog. Journal of Armenia*, 67, p. 35-39, 2015.
2. *Berlett B.S., Levine R.L., Stadtman E.R.* Use of Isosbestic Point Wavelength Shifts to estimate the fraction of a Precursor That Is Converted to a Given product. *Analytical Biochemistry*, 287, p. 329-333, 2000.
3. *Greger M., Kollar M., Vollhardt D.* Isosbestic points: How a narrow crossing region of curves determines their leading parameter dependence. *Phys. Rev. B*, 87, p. 195140, 2013.
4. *Kapuschinski J., Darzynkiewicz Z., Melamed M.R.* Interactions of acridine orange with nucleic acids. Properties of complexes of acridine orange with single-stranded ribonucleic acid. *Biochemical Pharmacology*, 32, 24, p. 3679-3694, 1983.
5. *Kawabe Y., Wang L., Nakamura T., Ogata N.* Thin-film lasers based on dye-deoxiribonucleic acid-lipid complexes. *Appl. Phys. Lett.*, 81, p. 1372-1374, 2002.
6. *Lakowicz J.R.* Principles of Fluorescence Spectroscopy (Third Edition), University of Maryland School of Medicine Baltimore, Maryland, USA, 954 p., 2006.
7. *Lantukh Yu.D., Pashkevich S.N., Letuta S.N., Alidzhanov E.K., Kul'sarin A.A.* Spectroscopic properties of DNA-Acridine orange biopolymer films. *Optics and Spectroscopy*, 110, 6, p. 932-937, 2011.
8. *Nafisi Sh., Saboury A.A., Keramat N., Neault J-F., Tajmir-Riahi H-A.* Stability and structural features of DNA intercalation with ethidium bromide, acridine orange and methylene blue. *Journal of Molecular Structure*, 827, p. 35-43, 2007.
9. *Pouet M.-F., Baures E., Vaillant S., Thomas O.* Hidden Isosbestic Point(s) in Ultraviolet Spectra. *Applied spectroscopy*, 58, 4, p. 486-490, 2004.
10. *Sanjeev R., Jagannadram V., Veda Vrat R.* Implications of a novel interpretation of the isosbestic point. *Chemistry in New Zealand*, p. 133-135, 2012.
11. *Seeman N.S.* Nanomaterials based on DNA. *Annu. Rev. Biochem.*, 79, p. 65-87, 2010.
12. *Van den Beucken J.J.J.P., Vos Matthijn R.J., Thune P.C., Hayakawa T., Fukushima T., Okahata Y., Walboomers X.F., Sommerdijk N.A.J.M., Nolte R.J.M., Jansen J.A.* Fabrication, characterization and biological assessment of multilayered DNA-coatings for biomaterial purposes. *Biomaterials*, 27, 5, p. 691-701, 2006.
13. *Vardevanyan P.O., Antonyan A.P., Parsadanyan M.A., Shahinyan M.A., Melkonyan G.A.* Behavior of ethidium bromide-Hoechst 33258-DNA and ethidium bromide-methylene blue-DNA triple systems by means of UV melting. *Int. J. of Spectroscopy*, 2015, p. 1-5, 2015.
14. *Vardevanyan P.O., Shahinyan M.A., Antonyan A.P., Parsadanyan M.A., Minasyants M.V.* Spectral Characteristics of DNA-EtBr and DNA-MB Complexes, *J. of Biomol. Struct. & Dyn.*, Albany, The 19th Convers., June 9-13, p. 87, 2015.
15. *Vardevanyan P.O., Antonyan A.P., Parsadanyan M.A., Minasyants M.V.* Absorption and fluorescence spectra of polynucleotide complexes with ethidium bromide. *Proc. Of NAS of Armenia, Physics*, 50, 4, p. 511-519, 2015.
16. *Vardevanyan P.O., Elbakyan V.L., Shahinyan M.A., Minasyants M.V., Parsadanyan M.A., Sahakyan N.S.* Determination of the isosbestic point in the absorption spectra of DNA-ethidium bromide complexes. *J. of Applied Spectroscopy*, v. 81, N6, 2015, p. 1060-1063.
17. *Vyazmin S.Y., Ryabukhin D.S., Vasilev A.V.* Electronic spectroscopy of organic compounds. Academic hand-book, S. Peterburg, SPbGLTA, 2011, p. 10-11.
18. *Yevdokimov Yu.M., Salyanov V.I., Zakharov M.A.* A novel type of microscopic size chip based on double-stranded nucleic acids. *Lab. Chip.*, v. 1, 2001, p. 35-41.

Received on 12.07.2016



Biol. Journal of Armenia, 4 (68), 2016

THE KARYOLOGIC STUDY OF FROGS (*PELOPHYLAX RIDIBUNDUS*) HEPATOCYTES LIVING IN SURROUNDING AREAS OF HRAZDAN RIVER CHARACTERIZED BY DIFFERENT DEGREES OF POLLUTION

A.V. GRIGORYAN

YSU, Department of Zoology
annagrigoryan@ysu.am

The main purpose of this research was studying the peculiar features of frogs (*Pelophylax ridibundus*) livers' glandular cell nucleus and nucleolar (nucleolus) DNA quantity, mitotic activity, and the formation peculiarities of micronuclei in them, which live in Hrazdan rivers' surrounding areas, characterized by different pollution degrees. Results of the study show that in the livers of frogs which live near Hrazdan River with medium or heavy pollution status have acquired adaptive, countervailing changes, which find their expression in proliferative activity of cells, in activation of transcription processes and increase in body mass. At the same time in areas described with the highest pollution – “bad” status/level a disruption of normal mitotic separation process of cells is observed, the result of which is the formation of micronuclei.

Pelophylax ridibundus – liver –DNA quantity –mitotic activity – micronuclei

Աշխատանքում նպատակ էր դրված ուսումնասիրել Զրազդան գետի աղտոտվածության տարբեր աստիճաններով բնութագրվող հատվածների շրջակայքում բնակվող լճագորտի լյարդի գեղձային բջիջների կորիզային և կորիզակային ԴՆԹ-ի քանակության, միտոտիկ ակտիվության, դրանցում միկրոկորիզների առաջացման առանձնահատկությունները: Ստացված տվյալները վկայում են այն մասին, որ Զրազդան գետի աղտոտվածության «միջակ» և «վատ» կարգավիճակ ունեցող հատվածների շրջակայքում բնակվող գորտերի լյարդում դիտվում են հարմարողական, փոխհատուցողական փոփոխություններ, որոնք իրենց արտահայտությունն են գտնում բջիջների պրոլիֆերատիվ ակտիվության, տրանսկրիպցիայի պրոցեսների ակտիվացման, օրգանի զանգվածի մեծացման մեջ: Միաժամանակ, աղտոտվածության ամենաբարձր՝ «վատ» կարգավիճակով բնութագրվող հատվածներում դիտվում է բջիջների միտոտիկ բաժանման պրոցեսների բնականոն ընթացքի խաթարում, որի հետևանքը միկրոկորիզների առաջացումն է:

Pelophylax ridibundus – լյարդ – ԴՆԹ քանակություն – միտոտիկ ակտիվություն – միկրոկորիզներ

Целью настоящей работы является изучение количества ядерной и ядрышковой ДНК, митотической активности гепатоцитов, а также особенностей образования микроядер в гепатоцитах озерной лягушки, обитающей в разных участках реки Раздан, характеризующихся различной степенью загрязненности. Полученные данные свидетельствуют о том, что в печени лягушек, обитающих в участках со “средним” и “высоким” уровнем загрязненности, наблюдаются компенсаторно – приспособительные реакции, выражающиеся в активации пролиферации клеток, процессов транскрипции и увеличении массы органа. Одновременно у животных из участков с высокой степенью загрязненности воды наблюдается образование микроядер в результате нарушения процессов митотического деления клеток.

Pelophylax ridibundus – печень – количество ДНК – митотическая активность – микроядра

According to the data released by the Environmental Impact Monitoring Center of the Ministry of Nature Protection of Armenia, water pollution is observed in different sections of Hrazdan River [12].

In five sampling points of the Center (near Qaghshi, Argel, Darbnik, Geghanist villages and down the Arzni Hydropower plant) in 2009 the following values of indicators of pollution were recorded (tab. 1).

Table 1. Values of pollution parameters at different sampling points on Hrazdan river for 2009

Water facility	Indicator's number on themap	Points (station) location	number of samples	MPC exceeded indicator's name	The number of cases exceeding MPC	Overflow of the average concentrations from MPC
Hrazdan	52	0,5 km down the village Qaghshi	5	vanadium	5	5,0
				manganese	4	3,0
	53	0,5 km down the village Argel	5	vanadium	5	9,0
				manganese	5	3,0
	54	0,5 km down the Arzni Hydroelectric - power station	5	manganese	5	9,0
				chrome	3	2,0
				manganese	4	9,0
				copper	3	4,0
				nitrite ion	11	7,0
	55	Near the village Darbnik	12	ammonium ion	12	29,3
				The five-day biochemical oxygen demand	11	3,4
				vanadium	5	13,0
			5	manganese	5	7,0
				chrome	5	7,0
				copper	5	5,0
				nitrite ion	11	3,8
		Near the village Geghanist		ammonium ion	12	6,3
				The five-day biochemical oxygen demand	11	2,3
				vanadium	11	10,0
				manganese	12	5,0
				copper	12	4,0

According to the data shown above, the water near the villages Qaghshi and Argel can be considered relatively clean because the maximum permissible concentration exceeds only for vanadium and manganese ions.

In the samples taken from different sampling points at the river in 2014 the general quality of water varied between 3rd (medium) to 5th (bad). The 3rd water pollution status was observed downstream the villages Qaghshi, Argel and Arzni HPP due to chemical oxygen demand, phosphate and nitrate ions. With Waters near to villages Geghanist and Darbnik, as well as waters near Hrazdan river source were characterized by “bad” pollution status due to ammonium, phosphate and nitrate ions, total inorganic nitrogen, and total phosphorus (12).

The method of morphophysiological indicators is nowadays successfully used to study the unfavorable exposure of harmful environment components on organisms, including humans.(1, 2, 3, 7).

Pylophylax ridibundus which runs the coastal as well as an aquatic lifestyle is a very suitable object for assessing the environmental pollution exposure as it absorbs various environmental pollutants with its skin during breathing and with water as well as with food because it eats terrestrial and aquatic food. (5). Therefore the disruptions of different morphophysiological features of these frogs can be used as a reliable testing criteria for measuring terrestrial and aquatic environments harmful impact degree (4).

The liver hepatocytes are extremely sensitive to the environmental impact of man-made pollution, which plays an important role in maintenance of organisms' homeostasis. (10,11):

The main purpose of the given work was to study the peculiar features of frogs (*Pylophylax ridibundus*) livers' glandular cell nucleus and nucleolar (nucleolus) DNA quantity, mitotic activity, and the formation peculiarities of micronuclei in them, which lives near Hrazdan rivers' surrounding areas, characterized by different pollution degrees. Micronuclei test is successfully used to test/assess the environmental harmful impact. The micronuclei appear in cells from nuclear chromatin because of different harmful impact, when the processes of spindle formation and chromosome segregation are violated. These are the round chromatin structures detected during the interphase in the cytoplasm of cells which arise from the parts of chromosomes. Micronuclei may include complete chromosomes as well as its separate parts.

Materials and methods. Bacteria, bacterial growth, membrane vesicles. As a material for given work were used 15 frogs with weight of 15-20 g belonging to *Pylophylax ridibundus*. The frogs were euthanized, smears were prepared from their livers, which were put in ethyl alcohol for 30 minutes and were painted by Schiff solution according to Feulgen.

The DNA quantity in nuclei and in nucleolar was decided in conventional units in 575 nm wavelength conditions, by the cells commensurate method, on image trace analyzer which was created on the basis of SMP 05 Microscope photometer (OPTION, Germany) and was connected to the computer.

The quantity of DNA in nuclei and nucleolar was determined in each animals liver's 100 cells.

The peripheral blood lymphocytes and diploid hepatocytes of frogs living near Argel village were used as a DNA diploid standard.

On the basis of comparison of DNA quantity with standards the hepatocytes distribution was established by the nuclei ploidy, the surface of nuclei and nucleolar, DNA mass and the quantity of nucleolar was also determined.

The photometric examination of samples/micro-preparations revealed that the quantity of DNA varies no more than of 10 percent.

Mitotic activity of hepatocytes was determined and number of hepatocytes with micronuclei was counted on the micro-samples of liver.

The numerical data were developed by a computer program Statistica, the degree of differences probability between the compared values was also determined.

Results and Discussion. Anthropogenic pollution of water creates extreme conditions for living organisms. This creates an additional load on organisms and the level of metabolism is changed. The liver cells play a vital role for preserving homeostasis and providing desintoxication.

The data obtained in our study prove the fact of increase in relative liver weight of frogs living in Hrazdan rivers' surrounding area-villages Geghanist and Darbnik described with the highest water pollution level [fig.1]. There are numerous data in literature which show that the presence of toxic substances in environment cause an increase in relative liver weight [8, 10]:

As it follows from the karyologic study a considerable role belongs to DNA synthesis and the increase of mitotic activity. The data from tab. 2 show the increase of nucleolar quantity in hepatocytes of frogs living in Hrazdan river's surrounding areas characterised by high level of pollution.

This indicates the activation of transcription processes in cells. Besides that in livers of frogs living in points down the Arzni power station, where the waters of Hrazdan river have medium pollution level, the percentage increase of hepatocytes having nucleus DNA 3c hepatocytes quantity is observed (fig 2). We may assume that these are the cells that are in S phase of cell cycle, in which a DNA synthesis occurs.

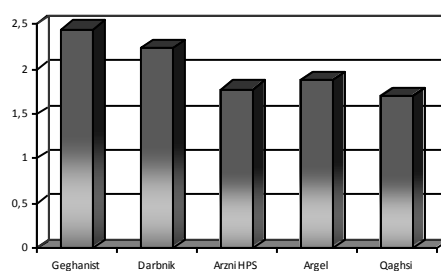


Fig. 1. The relative liver weight of frogs living in Hrazdan river.

Table 2. Nucleolar quantity in hepatocytes of frogs living in Hrazdan river's surrounding areas

Observatory name	0 nucleolus	1 nucleolus	2 nucleolus	Average number of nucleoli per nucleus
Argel village	36	62	2	0.7±0.05
Qaghsi village				
Arzni HPS	29	65	6	0.8±0.05
Geghanist village	30	64	6	0.8±0.06
Darbnik village	30	62	8	0.8±0.06

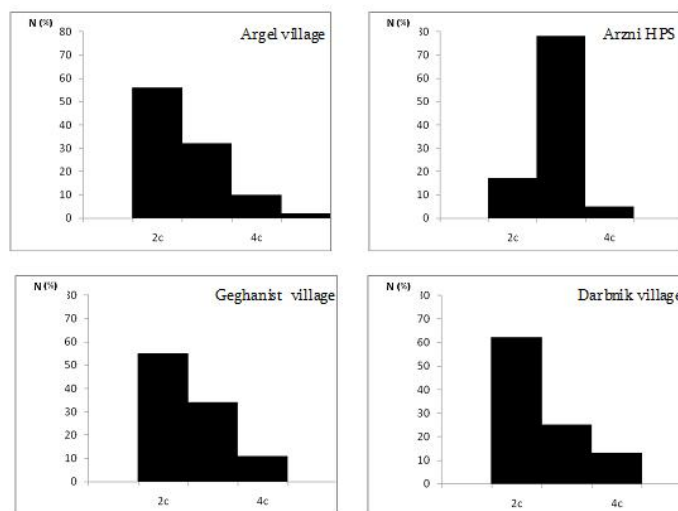


Fig. 2. Ploidy distribution of nuclei in frog liver cells from Hrazdan rivers' surrounding areas, characterized by different pollution degrees

This assumption is also confirmed by the existence of high level of mitotic activity of cells in the livers of frogs caught from these observatories (tab. 3).

In comparison to the livers of frogs living near Argel village this indicator has statistically significant difference.

In cases of extremely high doses of toxic substances disruptive factors prevail over the protective mechanisms.

In rivers' areas described with the highest pollution level the mitotic activity of hepatocytes is smaller in comparison to the livers of frogs living in areas with medium pollution status. Moreover in the livers of the frogs living in this observatories the amount of cells containing micronuclei is statistically significant.

Table 3. The mitotic activity of hepatocytes in livers of frogs living in different surrounding areas of Hrazdan rivers observatories

Observatory name	Mitotic activity (‰)	p
Argel village	8.67 ± 3.56	
Qaghsi village	6.67 ± 1.47	$p > 0.05$
Arzni HPS	17.00 ± 0.71	$p < 0.05$
Geghanist village	14.67 ± 8.89	$p > 0.05$
Darbnik village	6.67 ± 2.86	$p > 0.05$

Table 4. The quantity of cells containing micronuclei in livers of frogs living in different observatory surrounding areas of Hrazdan river.

Observatory name	$M \pm m, \%$	P
Argel village	8.00 ± 1.41	
Qaghsi village	8.67 ± 2.68	$p > 0.05$
Arzni HPS	7.00 ± 0.71	$p > 0.05$
Geghanist village	16.00 ± 2.45	$p < 0.05$
Darbnik village	15.67 ± 2.20	$p < 0.05$

This fact illustrates that the normal mitotic process of separation in that cells is destroyed.

Thus the data obtained come to witness the fact that in the livers of frogs which live near Hrazdan river waters with medium or bad pollution status have acquired adaptive, countervailing changes, which find their expression in proliferative activity of cells, in activation of transcription processes and increase in body mass.

At the same time in areas described with the highest pollution – “bad” status/level a disruption of normal mitotic separation process of cells is observed, the result of which is the formation of micronuclei.

REFERENCES

1. *Alshehri Mohammad A.* Studies on Clastogenic Effects of Alberk Swamp Water , Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 12, 6, 303-307, 2012.
2. *Carlos Alberto Machado Da Rocha.* The Micronucleus Test in Erythrocytes of Amphibian Larvae as Tool for Xenobiotic Exposure Risk Assessment: A Brief Review and an Example Using *Lithobates catesbeianus* Exposed to Copper Sulphate, Middle-East Journal of Scientific Research, 8, 1, 23-29, 2011.
3. *Kamel Ahmad, Jaber Saleh.* Clastogenic studies on Tandaha Dam water in Asser. J. Black Sea. Mediterranean Environment. 16, 1, 33-42, 2010.
4. *Жуков Т.И., Пескова Т.Ю.* Реакция крови бесхвостых амфибий на пестицидное загрязнение. Экология, 4, с. 282-292, 1999.
5. *Зарипова Ф.Ф.* Анализ полиморфизма популяции озерной лягушки *Pelophylax ridibunda* Pallas, 1771 (Anura, Amphibia) в Республике Башкортостан. Сборник докладов XVI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых “Ломоносов-2009”, М., МГУ, 2009.
6. *Калашиникова М.М., Фадеева Е.О.* Особенности ультраструктуры клеток печени грачей, обитающих в экологически неблагоприятных зонах // Известия РАН. Серия биологическая, 2. с. 133-141, 2006.

7. *Минеева О.В., Минеев А.К.* Нарушения морфологии эритроцитов периферической крови озёрной лягушки RANA RIDIBUNDA PALLAS, 1771, Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, 2010.
8. *Оленев Г.В. Пасичник Н.М.* Экологический анализ феномена гипертрофии селезенки с учетом типов онтогенеза цикломорфных грызунов. Экология, 3, с. 208-219, 2003.
9. *Романова Е.В.* Оценка цитогенетического гомеостаза Rana ridibunda Pall. Ульяновской области. Сборник студенческих статей "Первые шаги в науку" с. 45-48, 2008-2009.
10. *Спирина Е.В.* Морфофизиологические адаптации Rana ridibunda Pall. под влиянием загрязнения. Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 62, 12, 2009.
11. *Шишкина Л.Н., Материй Л.Д., Кудяшева А.Г., Загорская Н.Г., Таскаев А.И.* Структурно-функциональные нарушения в печени диких грызунов из районов аварии на Чернобыльской АЭС. Радиобиология, 32. вып.1., с. 19-29. 1992.
12. Environmental Impact Monitoring Center of the Ministry of Nature Protection of Armenia. URL: <http://www.armmonitoring.am>, 2014.

Received on 25.07.2016



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

Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4(68), 2016

ՈՐՈՇ ՀԱՉՎԱԳՅՈՒՏ ԲՈՒՍԱՏԵՍԱԿՆԵՐԻ ԵՎ ԷԿՈՅԱՍՏԱԿԱՐԳԵՐԻ ԽՈՅԵԼԻՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿԱՆՎԱԾ ԿԼԻՄԱՅԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ԿԱՆԱՏԵՍՈՒՄՆԵՐԻՑ

Տ. Վ. ԱԼԵՔՍԱՆՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտ, երկրաբուսաբանության
և էկոլոգիական ֆիզիոլոգիայի բաժին
taron.aleksanyan@gmail.com

Գնահատվում է Ջաջուռի լեռնանցքի հարակից տարածքում հազվագյուտ էկոհամակարգերից մեկի կլիմայի փոփոխության հավանական ազդեցությունը: Որպես էկոհամակարգի ինդիկատոր ուսումնասիրության օբյեկտ են հանդիսացել ՀՀ կարմիր գրքում գրանցված 11 բուսատեսակներ: Բնական պայմանների փոփոխությունը այս տեսակների համար մոդելավորվել է կենսակլիմայական մոդելների միջոցով, որտեղ օգտագործվել է կլիմայի փոփոխության վատատեսական սցենարները:

*Էկոհամակարգ – հազվագյուտ տեսակներ – կլիմայի փոփոխություն –
կենսակլիմայական մոդելներ – ՀՀ Կարմիր գիրք*

Оценено вероятное влияние прогнозируемого изменения климата на одну из редких экосистем Армении, расположенную на Ширакском хребте близ Джаджурского перевала. В качестве индикаторов изменения экосистемы были исследованы 11 видов растений, включенных в Красную книгу Армении. Изменение природных условий моделировалось с помощью биоклиматических моделей с пессимистическими сценариями изменения климата.

*Экосистема – редкие виды – изменение климата –
биоклиматические модели – Красная книга Армении*

In the article possible impact of climate change on one of important ecosystem of Armenia, which is located near the Jajur pass was presented. 11 plant species included in the Red Data Book of Armenia as indicators of ecosystem condition were investigated. In order to understand climate change impact on these species suitability bioclimatic models with pessimistic scenarios of future climate change were applied.

Ecosystem – Rare species – Climate Change – Bioclimatic models – Red Book of Armenia

Երկրի կլիման պայմանավորված է բարդ բնական պայմանների համալիր ազդեցությամբ: Մարդու գործունեության արդյունքում վերջին տասնամյակներում նկատվում է կլիմայի փոփոխության տեմպերի արագացում, որն էլ իր հերթին ազդում է բնական էկոհամակարգերի վրա [9, 12]:

Աշխատանքում ուսումնասիրվել է կլիմայի գլոբալ ազդեցության հետևանքով լուրջ բնական մի կարևորագույն էկոհամակարգի հավանական փոփոխությունը: Ուսումնասիրության մեջ ներառվել են Հայաստանի Կարմիր գրքում ընդգրկված և միևնույն էկոհամակարգում աճող 11 բուսատեսակներ: Այս բուսատեսակները ուսումնասիրվել են ըստ կլիմայի փոփոխության վատատեսական սցենարի (RCP 8.5), որտեղ կիրառվել են տեսակների տարածման մոդելները: Ջաջուռի ռելիկտային տափաստանը գտնվում է Շիրակի ֆիզիկաաշխարհագրական շրջանում, Շիրակի լեռնաշղթայի հարավային լանջի Ջաջուռի լեռնանցքի մոտ:

Դա եզակի Էկոհամակարգ է Հայաստանի համար, որի նմանները հանդիպում են Ջավախքում, Կովկասի հյուսիս – արևմուտքում և Դրիմում: Այստեղ ռելիեֆի միջին նիշը կազմում է մոտ 2150 մ: Ջաջուռի ռելիկտային տափաստանը ներկայացված է որպես հազվագյուտ բուսատեսակներ ներառող մի կարևորագույն Էկոհամակարգ, որը ընդգրկված է Հայաստանի չափազանց հազվագյուտ բնակմիջավայրների ցանկում – F2.33711-AM [4]: Այստեղ խճանկարային ներկայացված են տափաստանային հատվածներ, տափաստանային թփուտներ և քարացրոնային աճեղավայրեր: Տափաստանային թփուտներից խոշոր խմբավորումներ են առաջացնում *Spiraea crenata* L. և *Spiraea hypericifolia* L., տափաստանային հատվածներում ներկայումս գերակշռում են *Agropyron imbricatum* Roem. et Schult., *Koeleria macrantha* (Ledeb.) Schult., *Festuca valesiaca* Gaudin և ոչ մեծ խմբավորումներով հանդիպում է *Stipa pulcherrima* K.Koch: Այստեղ աճում են 11 հազվագյուտ և վտանգված բուսատեսակներ, որոնք ընդգրկված են Հայաստանի Կարմիր գրքում [17]: Շնորհիվ այս հազվագյուտ և Էնդեմիկ տեսակների առկայությանը և Էկոհամակարգի հազվագյուտ լինելուն, ուսումնասիրվող տարածքը առանձնանում է որպես կարևորագույն բուսաբանական տարածք [3]: Այն առաջարկվում է որպես Էկոլոգիական «Էմերալդ» ցանցի տարածք [6]: Մենք ենթադրում ենք, որ այս տեսակների անհետացումը կամ դրանց ներկայացվածության հարաբերակցության փոփոխությունը կառաջացնի Էկոհամակարգի հերթափոխում այլ Էկոհամակարգով: Կլիմայի փոփոխության ազեցությունը Էկոհամակարգի վրա պարզելու նպատակով ուսումնասիրվել են հետաքրքրություն ներկայացնող յուրաքանչյուր 11 բուսատեսակները:

Նյութ և մեթոդ: Մեր հետազոտության մեջ ներառվել են հետևյալ տեսակները.

Asphodeline taurica (Pall.) Kunth – վտանգված (EN) տեսակ է, Հայաստանում հանդիպում է Շիրակի և Լոռու ֆլորիստիկական շրջաններում (ՖՇ): *Paracaryum laxiflorum* Trautv. – կրիտիկական (CR) վիճակում գտնվող տեսակ է, ՀՀ-ում հանդիպում է միայն Շիրակի ՖՇ-ում: *Tragopogon armeniacus* Kuthath. – վտանգված (EN) տեսակ է, հանդիսանում է Հայաստանի Էնդեմիկ, հայտնի է Շիրակի ՖՇ-ից: *Rhaponticoides tamanianae* (Agababian) Agababian et Greuter – կրիտիկական (CR) վիճակում գտնվող տեսակ է, հանդիսանում է Հայաստանի Էնդեմիկ, հանդիպում է Շիրակի և Դարեղեգիսի ՖՇ-ում: *Allium struzlianum* Ogan. – խոցելի (VU) վիճակում գտնվող տեսակ է, հանդիսանում է Հայաստանի Էնդեմիկ, տարածված է Շիրակի և Երևանի ՖՇ-ում: *Allium rupestre* Steven – խոցելի (VU) վիճակում գտնվող տեսակ է, Հայաստանում հայտնի աճեղավայրերն են Վերին Ախուրյանի և Շիրակի ՖՇ-ները: *Allium oltense* Grossh. – վտանգված (EN) տեսակ է, Հայաստանում տարածված է Շիրակի, Ապարանի և Երևանի ՖՇ-ում: *Hedysarum elegans* Boiss. et Huet – վտանգված (EN) տեսակ է, հայտնի է Շիրակի և Դարեղեգիսի ՖՇ-ից: *Asperula affinis* Boiss. et Huet – վտանգված (EN) տեսակ է, հանդիպում է Վերին Ախուրյանի և Շիրակի ՖՇ-ում: *Valeriana eriophylla* (Ledeb.) Utkin – վտանգված (EN) տեսակ է, Հայաստանի տարածքում հանդիպում է Վերին Ախուրյանի և Շիրակի ՖՇ-ում: *Rhaponticoides hajastana* (Tzvelev) Agababian et Greuter – վտանգված (EN) տեսակ է, հանդիսանում է Հայաստանի Էնդեմիկ, հայտնի է միայն Շիրակի ՖՇ-ում [17]:

Ներկա կենսակլիմայական տվյալներ

ժամանակակից կլիմայական տվյալները ստացվել են WorldClim գլոբալ կենսակլիմայական բազայից [20], որոնց տարածական լուծաչափը կազմում է 1 կմ: Հետագա վերլուծության համար գլոբալ ծածկույթի տվյալները վերամշակվել են ArcGIS 10.1 ծրագրի միջոցով:

Ապագա կենսակլիմայական տվյալներ

Հետազոտվող հազվագյուտ տեսակների նպաստավոր պայմաններով տարածքներն որոշելու համար մեր կողմից օգտագործվել են մթնոլորտի ընդհանուր շրջանառության մոդելներից (ՄԸՇՄ) չորսից ստացված տվյալներ (CCSM4, GISS-E2-R, HadGEM2-AO և GFDL-CM3) [12]: Աշխատանքում ներառվել են կլիմայի փոփոխության վատագույն սցենարի (RCP 8,5) տվյալները: Օգտագործել ենք 2041-2060 թթ. և 2061-2080 թթ. կենսակլիմայական տվյալները [20]: ՄԸՇՄ ընտրությունը պայմանավորված է այն ենթադրությամբ, որ Նրանք միմյանց նկատմամբ ունեն մի շարք բանական և որակական տարբերություններ [12]:

Լեռնագրական և երաֆիկ տվյալներ

Լեռնագրական տվյալները ստացվել են NASA-ի և METI-ի համատեղ մշակված Նոր ռելիեֆի թվային մոդելի (DEM) վերլուծության արդյունքում [19]: Ռելիեֆի թվային մոդելից ստացվել են կողմնադրությունների տվյալները: Հողածածկի և լանդշաֆտների տարածական տվյալները վերցվել են Հայկական ՍՍՀ առկայից [2], որոնք թվայնացվել և ճշգրտվել են GIS համակարգում:

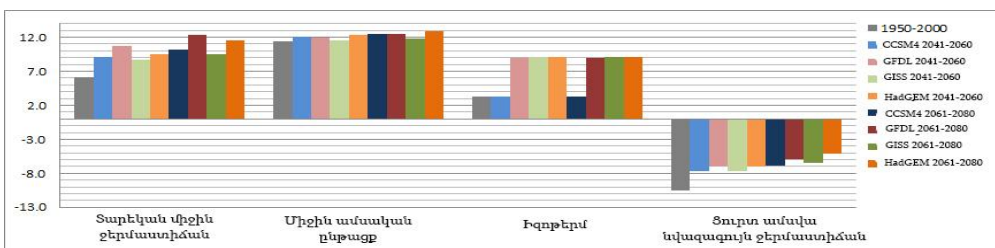
Տեսակների տարածման մոդելներ

Տեսակների տարածման մոդելները հատկապես օգտակար «գործիքներ» են դարձել հատուկ պահպանվող տարածքների կառավարման, հազվադեպ և անհետացող տեսակների պահպանման համար: Դրանք կարևոր նշանակություն են ունեցել նաև Էկոլոգիական ամպլիտուդայի ուսումնասիրման և կլիմայի փոփոխության հետևանքով բնական պայմանների հավանական փոփոխության ուսումնասիրության հարցերում:

Աշխատանքում օգտագործվել է R ծրագրավորման լեզվում [15] ինտեգրված biomod 2 փաթեթը [18]: Տեսակների տարածման մոդելներից ընտրվել են Generalized Boosted Regression Models (GBR) [16], Breiman and Cutler's random forests for classification and regression (RF) [7], Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS) [10] և Maximum Entropy (MAXENT) [14]: Ուսումնասիրվող տարածքում այդ մոդելների արդյունավետությունը ապացուցվել է ավելի վաղ հրատարակված աշխատանքներում [1, 5]: Տեսակների տարածման մոդելների հիմքում ընկած է Հաթչինսոնի էկոլոգիական խորշի գաղափարը [8, 11]:

Արդյունքներ և քննարկում: Ուսումնասիրվող ՄԸՀՄ տվյալների համեմատություն

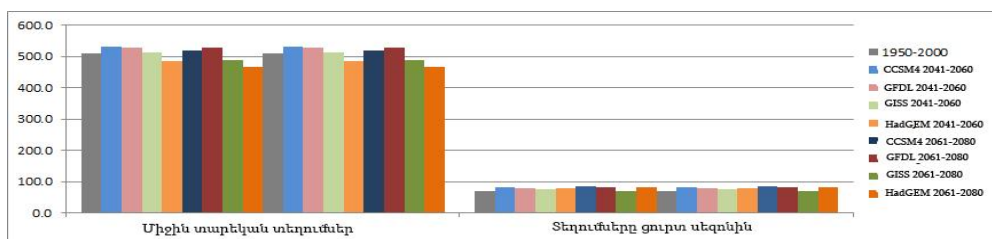
Տեսակների տարածման մոդելներում կրկնակի ազդեցություն ունեցող տվյալների առկայությունը բացառելու նպատակով Պիրսոնի կոռելյացիայով հաշվարկվել է յուրաքանչյուր փոփոխականի կոռելյացիայի գործակիցը մնացած փոփոխականների հետ: Մոդելավորման մեջ օգտագործվել են միայն 0,7 և ցածր կոռելյացիոն գործակից ունեցող տվյալները:



Նկ. 1. Ջերմաստիճանային փոփոխականները ըստ տարածքի և ՄԸՀՄ-ի փոփոխության 2041-2060 թթ. և 2061-2080 թթ.:

Բոլոր կլիմայական մոդելների վերլուծության արդյունքում ակնհայտ երևում է, որ 2041-2060 թթ. և 2061-2080 թթ. միջին տարեկան ջերմաստիճանը աճում է, որոնցից առավել մեծ արժեքներ ունեն GFDL և HadGEM մոդելները: Միջին օրական ջերմաստիճանի տարբերությունների փոփոխությունը ընտրված մոդելներում նույնպես աճել է միջինում տարածքի նկատմամբ 0,6°C 2041-2060 թթ. -ին և 1°C 2061-2080 թթ.-ին (Նկ. 1):

Ըստ կլիմայական մոդելների կանխատեսվող մթնոլորտային տեղումները ակնհայտ են փոփոխվում: Այստեղ մոդելներից երկուսը ցույց են տալիս, որ ժամանակի ընթացքում տեղումները նվազում են, մինչդեռ մյուս երկուսը գրանցում են մթնոլորտային տեղումների աճ (Նկ. 2):



Նկ. 2. Մթնոլորտային տեղումների փոփոխությունը ըստ տարածքի և ՄԸՀՄ-ի 2041-2060 թթ. և 2061-2080 թթ. -ին:

Ուսումնասիրվող տեսակների կանխատեսվող բարենպաստ գոտիներ

Ուսումնասիրվող յուրաքանչյուր 11 տեսակի համար հաշվարկվել են տեսակների տարածման մոդելներ: Ստուգման գործակիցների միջոցով մոդելներից ստացված տվյալները բերվել են հավասարակշռված անսամբլային միջինի [13]:

Անսամբլային տվյալներից ստացվել է յուրաքանչյուր տեսակի համար ներկա և ապագա բնակության բարենպաստ տարածքների բաշխվածությունը, որոնք բաժանվել են 1 x 1 կմ քայլով:

Այստեղ յուրաքանչյուր կետ բնութագրում է հազվագյուտ տեսակների քանակը 1 կմ² տարածքում: 1950-2000 թթ. տվյալների համաձայն, ուսումնասիրվող տարածքի հարավային և հարավ-արևմտյան հատվածում հետազոտվող տեսակների համար առկա են համեմատաբար բարենպաստ պայմաններ (սկ. 3):



Սկ. 3. Հետազոտվող տեսակների տարածման սխեման ուսումնասիրվող տարածքում (1950-2000 թթ.):

CCSM4-ով հաշվարկված տեսակների տարածման մոդելները որոշ անհամապատասխանություններ են ցույց տալիս. նախ բարենպաստ գոտիները Ջաջուռի տարածքի հարավ և հարավ-արևմտյան ուղղություններով պահպանվում են, այնուհետև դարավերջին այն կտեղափոխվեն հարավային ուղղությամբ և կսկսվի բարենպաստ գոտիների տեղաբաշխում, որը կասկածելի է: Էկոհամակարգում նմանատիպ արագ բնական պայմանների փոփոխությունը քիչ հավանական է: Ըստ GISS ՄԸՇՄ-ից ստացված տվյալների Ջաջուռում դիտվում է Հայաստանի Կարմիր գրքային տեսակների բնակության պայմանների վատացում, նախ 2041-2060 թթ., այնուհետև այդ միտումը կշարունակվի մինչև 2061-2080 թթ.:

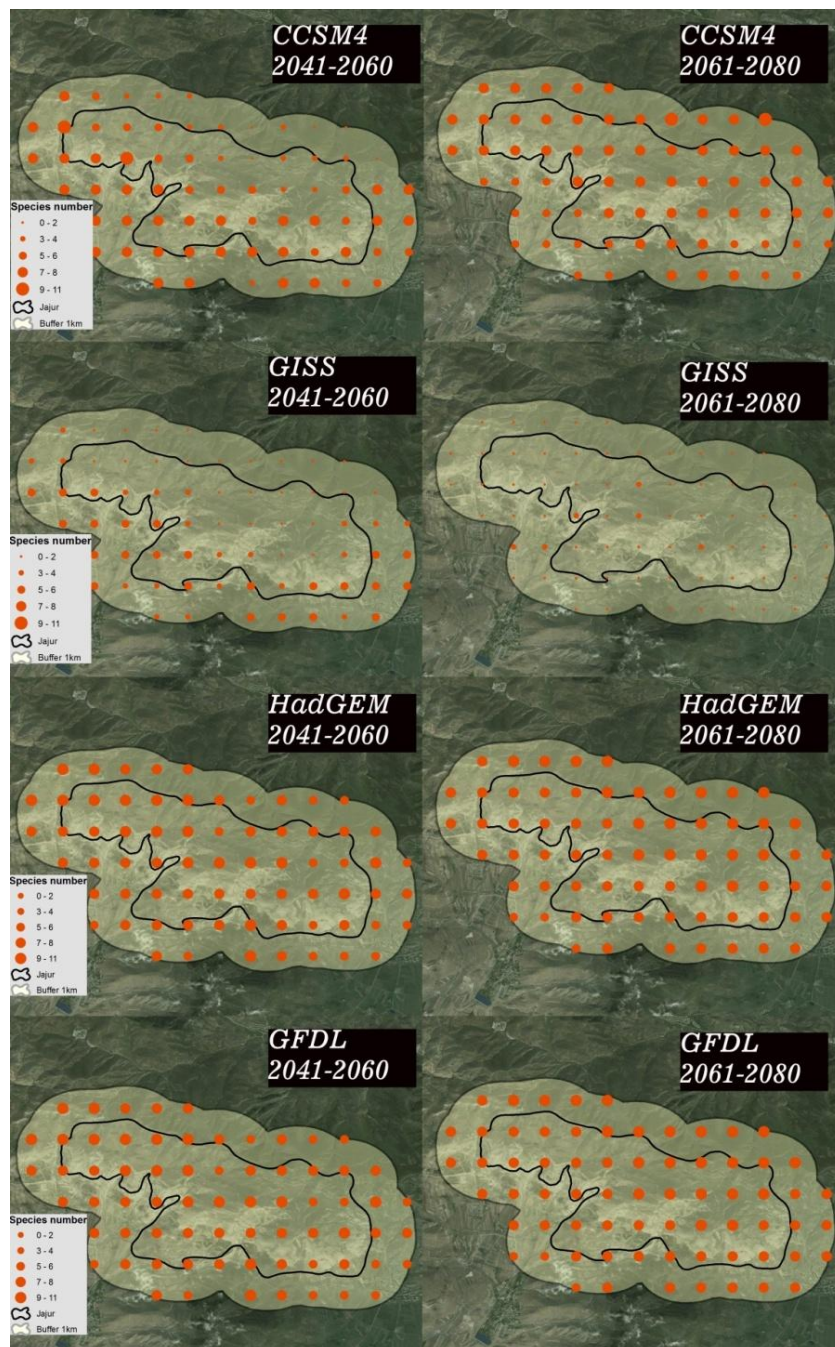
Ըստ HadGEM ՄԸՇՄ-ի հաշվարկների 2041-2060 թթ. տեսակների ապագա տարածման արդյունքները նորմայում այս տեսակների բաշխվածության խտության արդյունքներից չնչին տարբերությամբ բարձր են: Ինչպես GISS-ը, այնպես էլ HadGEM ՄԸՇՄ-ի կանխատեսման արդյունքները համընկնում են թե՛ ջերմաստիճանի և թե՛ մթնոլորտային տեղումների միջ ալժամ եղած մշտադիտարկման հետ: Սակայն այս կլիմայական մոդելի միջոցով ուսումնասիրվող տեսակների տարածման տվյալները GISS մոդելի համեմատ ավելի լավատեսական են: Անհամապատասխանությունները մեծ են GFDL ՄԸՇՄ-ի միջոցով ստացված ուսումնասիրվող տեսակների տարածման տվյալներում: Այստեղ ուսումնասիրվող տեսակների քանակը մեծանում է 2041-2060 թթ.-ին, այնուհետև այն գրեթե փոփոխություն չի կրում 2061-2080 թթ.:

Ուսումնասիրելով մթնոլորտի ընդհանուր շրջանառության և տեսակների տարածման մոդելների արդյունքները, մենք առավել նպատակահարմար ենք գտնում Ջաջուռի ռելիեֆային տափաստանում և նրա շրջակայքում Հայաստանի Կարմիր գրքում ընդգրկված տեսակների ապագա բաշխվածության փոփոխությունը դիտարկել համաձայն GISS և HadGEM մոդելների:

1. CCSM4 և GFDL մոդելների կանխատեսման տվյալները, հատկապես մթնոլորտային տեղումների փոփոխության ընթացքում, չեն համապատասխանում մինչ ալժամ կատարված մշտադիտարկման տվյալների հետ:

2. Ելնելով նրանից, որ Էկոհամակարգում բնական պայմանների փոփոխությունը բերում է որա ձևափոխման, ինչը բացասական կանոդադառնա այդ Էկոհամակարգում գտնվող տեսակների վրա, դժվար թե կլիմայի փոփոխության արդյունքում մեր կողմից ուսումնասիրվող տեսակների համար միանգամից նպաստավոր պայմաններ ստեղծվեն:

3. GBR, RF, MARS և MAXENT տեսակների տարածման մոդելների տվյալներում GISS և HadGEM կլիմայական մոդելներն ունեցել են առավել ճշգրիտ տարածվածություն, որն ուսումնասիրվել է բոլոր 11 տեսակների համար:



Նկ. 4. 2041-2060 թթ. և 2061-2080 թթ. ուսումնասիրվող տեսակների բարենպաստ աճելավայրով գոտիները, ըստ CCSM4, GISS, HadGEM և GFDL մթնոլորտի ընդհանուր շրջանառության մոդելի:

Սակայն այս ՄԸՇՄ-ի միջոցով հաշվարկված տեսակների համար ապագայում բնակության պայմանները կվատանան, որն էլ իր անմիջական ազդեցությունը կունենա Էկոհամակարգի հերթափոխման կամ ոչնչացման գործում:

Անհրաժեշտ ենք համարում կլիմայի փոփոխության մեղմացմանն ուղղված միջոցառումների անցկացումը, որոնք կնվազեցնեն Ջաջուռում գտնվող Էնդեմիկ և վտանգված տեսակների բնակմիջավայրի պայմանների հնարավոր բացասական փոփոխությունները:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Ալեքսանյան Տ. Որոշ հազվագյուտ տեսակների բաշխվածությունը ըստ կենսակլիմայական մոդելների կլիմայի փոփոխության պայմաններում, Բուսաբանական գիտությունը ժամանակակից աշխարհում, 383-338, 2015:
2. АТЛАС АрмССР. Ереван-Москва: Главное Управление геодезии и картографии МГНОН СССР, 111 с., 1961.
3. Таманян К., Файвущ Г. О ключевых ботанических территориях в Армении. Флора, растительность и растительные ресурсы Армении, 17, с. 78-81, 2009.
4. Файвущ Г., Алексанян А. Местообитания Армении. Ереван: Институт ботаники НАН РА, 360 с., 2016.
5. Файвущ Г., Алексанян Т. *Asphodeline taurica* (Pall.) Kunth (Asphodelaceae) в Армении. Географические исследования Краснодарского края. Сб. научных трудов, 9, с. 207-212, 2015.
6. Asatryan A., Fayvush G. Important Plant Areas; Representing the Rare and Threatened Habitat Types of Armenia. Yerevan, 78 p., 2013.
7. Breiman L. Random forests. Machine Learning. 45 p., 2001.
8. Davis A., Jenkinson L., Lawton J., Shorrocks B., Wood S. Making mistakes when predicting shifts in species range in response to global warming. Letters to Nature, 391, p. 783-786, 1998.
9. Fayvush G. Climate change impact, vulnerability assessment and adaptation. Third National Communication on Climate Change under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Yerevan, p. 48-83, 2015.
10. Friedman J. Multivariate adaptive regression splines. The Annals of Statistics. 19, p. 1-67, 1991.
11. Hutchinson G. Population studies. Animal Ecology and Demography. 53, pp. 193-213, 1991.
12. IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Cambridge and New York : Cambridge University Press, 1535 pp., 2013.
13. Marmion M., Parviainen M., Luoto M., Heikkinen R., Thuiller W. Evaluation of consensus methods in predictive species distribution modelling. Diversity and Distribution, 15, p. 59-69. 2009.
14. Phillips S., Dudik M., Schapire R. A Maximum Entropy Approach to Species Distribution Modeling. Proceedings of the Twenty-First International Conference on Machine Learning, pp. 655-662, 2004.
15. R Core Team. R. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, p.3311, 2015.
16. Ridgeway G. The State of Boosting. Computational and Mathematical Methods in Medicine . 1999, 31, p. 172-181.
17. Tamanyan K., Arevshatyan I., Fayvush G., Gabrielyan E., Hhukasyan A., Hakobyan Zh., Khanjyan N., Nersesyan A., Oganessian M., Vardanyan Zh., Nanagyulyan S.. The Red Book of Plants of the Republic of Armenia. Yerevan : 2010. p. 594.
18. Thuiller W., Georges D., Engler R., Breiner F. Biomod2: Ensemble Platform for Species Distribution Modeling. 2016.
19. USGS. Land Processes and Active Archive Center. https://lpdaac.usgs.gov/products/aster_products_table/aster_gdem_version_2_validation. 28.08.2015
20. WorldClim- Global Climate Data. <http://www.worldclim.org/>. 09.09.2015.

Ստացվել է 24.08.2016



Biolog. Journal of Armenia, 4 (68), 2016

MATRILINEAL GENETIC STRUCTURE OF ARMENIANS OF ARTSAKH

A.S. POGHOSYAN

*Laboratory of Ethnogenomics, Institute of Molecular Biology, NAS RA
arthur.pogosyan.83@mail.ru*

The Armenians living in Artsakh, a landlocked region in the South Caucasus, are characterized by strong and distinct national identity. The genetic legacy of this geographic group is of particular scientific interest due to its reproductive isolation during many centuries. However, there is no comprehensive study of matrilineal genetic variation of the Artsakh population so far. Here, we have analyzed the high resolution mitochondrial DNA typing data of 44 unrelated males from Artsakh and compared it with those of other neighboring Armenian and non-Armenian populations. The results indicate that matrilinear gene pool of the Artsakh population predominantly comprises the European lineages, while only weak traces of Central Asian genetic influence were detected. In addition, along with other Armenian geographic groups, the Armenians of Artsakh has close genetic affinity to the Near Eastern populations.

Artsakh Armenians – mtDNA – population genetics

Արցախում, Հարավային Կովկասի լեռնային շրջանում, բնակվող հայերը, բնութագրվում են հստակ արտահայտված ազգային ինքնությամբ: Տվյալ աշխարհագրական խմբի գենետիկական կառուցվածքի ուսումնասիրությունը բազմադարյան մեկուսացման պատճառով առաջացնում է մեծ գիտական հետաքրքրություն: Սակայն, մինչ օրս ամբողջությամբ ուսումնասիրված չէ տվյալ պոպուլյացիայի մայրագծային գենետիկական բազմազանությունը: Այստեղ մենք վերլուծել ենք Արցախում բնակվող 44 հայրական գծով ոչ ազգակից տղամարդկանց միտոքոնդրիումային ԴՆԹ-ի գենատիպավորման արդյունքները և համեմատել դրանք հայկական և տարածաշրջանի այլ պոպուլյացիաների համապատասխան տվյալների հետ: Ստացված արդյունքների համաձայն Արցախի պոպուլյացիայի մայրագծային գենոֆոնդի գերակշռող մասը բաղկացած է եվրոպական հապլոխմբերից, դրա հետ մեկտեղ Կենտրոնասիական գենետիկական հետքերը գրեթե բացակայում են: Բացի այդ, հայերի այլ աշխարհագրական խմբերի հետ մեկտեղ, Արցախի պոպուլյացիան ունի գենետիկական ակնհայտ նմանություն մերձավորարևելյան եթնիկական խմբերի հետ:

Արցախի հայերը – միտոքոնդրիումային ԴՆԹ – պոպուլյացիոն գենետիկա

Армяне Арцаха, горного региона на Южном Кавказе, характеризуются выраженной национальной идентичностью. Многовековая изоляция данной географической группы вызывает пристальный научный интерес к изучению ее популяционной структуры. Однако до настоящего времени отсутствуют достаточно полные сведения о матрилинейной составляющей ее генофонда. Мы проанализировали результаты высокоразрешающего генотипирования митохондриальной ДНК у 44 не родственных по отцовской линии мужчин, жителей Арцаха, и сравнили их с соответствующими данными по остальным географическим группам армян и других популяций региона. Полученные результаты выявили, что большая часть матрилинейного генофонда популяции Арцаха представлена европейскими гаплогруппами, в то время как центральноазиатские родословные практически отсутствуют в

нем. Кроме того, наряду с другими географическими группами армян, карабахская популяция характеризуется выраженным генетическим сходством с этническими группами Ближнего Востока.

Армяне Арцаха – митохондриальная ДНК – популяционная генетика

The origin of the population of Artsakh is among primary issues in the Armenian studies and remains the subject of intensive debates for scholars of various disciplines. According to the historical records, Artsakh was a part of the Greater Armenia and played an important role in its administrative and cultural life [1, 2]. The region has its specific background and peculiarities, being separated from the entire Armenia since the beginning of V century AD with the preservation of unique ethno-national identity of the population.

The paucity of unequivocal linguistic, historical and archaeological data necessitates the use of more sensitive and objective approaches to reconstruct the history of this population. With the recent rapid development of molecular techniques, genetic studies have been extensively applied to shed light on the genetic roots of Armenians from Artsakh. Here, we have analyzed high resolution mitochondrial data and compared the output with comparative datasets of other Armenian and neighboring populations from the region.

Materials and methods. DNA samples from 44 unrelated individuals, whose ancestors inhabited Artsakh region at least on the grandmother level, were collected and further typed for mtDNA HVSI region. Additionally, for the analysis we used unpublished data of Armenians representing different regions within the Armenian Highland: Salmast (n=200), central (n=85) and western parts of the plateau (n=44). Our Armenian samples were compared with those of other ethnic groups – Libyans (n=30), Tunisians (n=160), Syrians (n=230), Lebanese (n=970), Palestinians (n=120) [3], Ashkenazi-Jews (n=583) [4], Chechens (n=176), Ingushs (n=103), Dargins (n=110) [17], Georgians (n=104) [12, 15], Turks (n=104) [13, 15], Iranians (n=181) [6], Austrians (n=187), Germans (n=527), Scottish (n=891) [11], Mongols (n=47), Buryats (n=295) [5].

F_{ST} genetic distances based on mtDNA haplogroup frequency data were assessed using Arlequin v.3.5 package [8]. Principal Coordinate Analysis (PCA) was performed on similarity matrices calculated as one minus genetic distance using Genstat software [16]. To assess the summary statistics and gene diversity parameters of the samples, we have converted mtDNA haplotypes obtained by RFLP into mtDNA HVRI sequences from 16024-16400 b.p. positions by Haplosearch [10]. The mtDNA HVRI sequences were aligned with rCRS by multiple sequence alignment tool MUSCLE [7] and further were used to calculate basic parameters of genetic diversity of studied populations using the DnaSP v.5 software package [12].

Results and Discussion. The analysis of mitochondrial haplogroup distribution (fig.1) demonstrates the prevalence of the H, U, T and J lineages, together accounting for 69% of the sampled group. According to the geographic distribution, these lineages are considered as the European ones since these are found at very high proportions in the West European ethnic groups. Specifically, haplogroup H, which supposed to be originated in West Asia ca. 20-25 kya [9], is a modal matrilineal lineage in all Armenian populations. Notable, Central and Eastern Asian haplogroups, namely the lineages A, B, C, D, F, G, M and N, are not common in all Armenian populations and their aggregate frequency encompasses less than 6%.

In the Armenian samples from Artsakh, 38 different haplotypes, 58 segregating sites with total number of 58 mutations were observed. Highly negative value of Tajima's D parameter indicates the probable recent population expansion or the presence of purifying selection of some variable sites in the Armenian population. On the contrast to the Y chromosomal data [14], the gene diversity pattern in the population of Artsakh is among the highest ones in the region, indicating the absence of reproductive isolation for women.

Haplogroups	Population			
	CA (n=85)	Artsakh (n=44)	Salmast (n=200)	WA (n=44)
A	-	-	-	-
B	-	-	-	-
C	-	-	0.010	-
D	-	-	0.010	-
F	-	-	-	-
G	-	-	-	-
H	0.212	0.227	0.295	0.205
HV	0.082	0.068	0.075	0.114
I	0.024	-	0.010	0.045
J	0.106	0.114	0.150	0.159
K	0.059	0.091	0.045	0.023
L	0.012	-	-	-
M	0.012	-	-	-
N	0.047	0.023	0.030	0.114
R	0.047	-	0.010	0.023
T	0.165	0.182	0.110	0.136
U	0.200	0.205	0.165	0.159
V	-	-	0.005	-
W	-	0.068	0.050	0.023
X	0.035	0.023	0.035	-

Fig.1. mtDNA haplogroup composition of the Armenian populations studied.
(WA – Western Armenia, CA – Central Armenia).

To visualize genetic affinity between the populations studied, we have performed principal coordinate analysis based on the values of F_{ST} genetic distance (fig. 2). The results reveal strong regional clustering with the separation of African, East Asian, European and Middle Eastern/Caucasus clusters. Within the PCA plot, Armenians are appeared to be close to the populations from the Levant, indicating the genetic proximity of these groups.

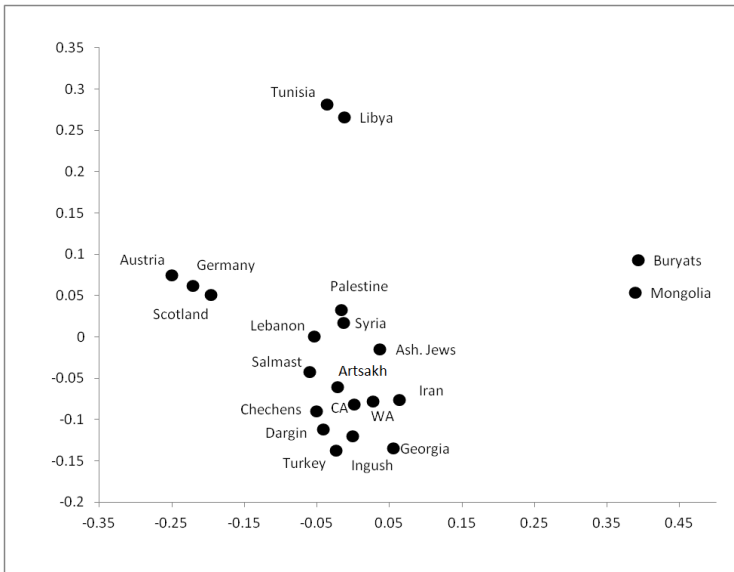


Fig.2. Principal coordinates plots (first two axes) based on F_{ST} values calculated from mtDNA haplogroup frequency data.

On the whole, matrilinear genetic structure of the population of Artsakh is characterized with high genetic diversity pattern. Studies based on both uniparentally transmitted genetic markers demonstrate close affinity of all Armenian and Near Eastern

populations. Further studies with sufficiently large sample sizes from the Artsakh region and using genome-wide data should provide further insights into the genetic peculiarities of the population.

REFERENCES

1. Աճառյան Յր. Հայ բարբառագիտություն, Մոսկվա-Նոր Նախիջևան, էջ 61, 1911.
2. Асрян Ю. Урартские клинообразные надписи, М., с. 310, 446, 1960.
3. Badro D.A., Douaihy B., Haber M., Youhanna S.C., Salloum A., Ghassibe-Sabbagh M., Johnsrud B., Khazen G., Matisoo-Smith E., Soria-Hernanz D.F., Wells R.S., Tyler-Smith C., Platt D.E., Zalloua P.A. Genographic Consortium. Y-chromosome and mtDNA genetics reveal significant contrasts in affinities of modern Middle Eastern populations with European and African populations. *PloS one*. 8, 1, e54616, 2013.
4. Behar D.M., Metspalu E., Kivisild T., Achilli A., Hadid Y., Tzur S., Pereira L., Amorim A., Quintana-Murci L., Majamaa K., Herrnsstadt C., Howell N., Balanovsky O., Kutuev I., Pshenichnov A., Gurwitz D., Bonne-Tamir B., Torroni A., Villems R., Skorecki K. The matrilineal ancestry of Ashkenazi Jewry: portrait of a recent founder event. *Am J Hum Genet.*, 78, 3, 487-497, 2006.
5. Derenko M., Malyarchuk B., Grzybowski T., Denisova G., Dambueva I., Perkova M., Dorzhu C., Luzina F., Lee H.K., Vanecek T., Villems R., Zakharov I. Phylogeographic analysis of mitochondrial DNA in northern Asian populations. *Am J Hum Genet.*, 81, 5, 1025-1041, 2007.
6. Derenko M., Malyarchuk B., Bahmanimehr A., Denisova G., Perkova M., Farjadian S., Yepiskoposyan L. Complete Mitochondrial DNA Diversity in Iranians. *PloS One*. 8(11): e80673, 2013.
7. Edgar R.C. MUSCLE: a multiple sequence alignment method with reduced time and space complexity. *BMC bioinformatics*. 5, 1, 113, 2005.
8. Excoffier L., Lischer H.E. Arlequin suite ver 3.5: a new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. *Molecular ecology resources*. 10, 3, 564-567, 2010.
9. Forster P. Ice Ages and the mitochondrial DNA chronology of human dispersals: a review. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*. 359, 1442, 255-264, 2004.
10. Fregel, R., & Delgado, S. HaploSearch: A tool for haplotype-sequence two-way transformation. *Mitochondrion*, 11, 2, 366-367, 2011.
11. Helgason A., Hickey E., Goodacre S., Bosnes V., Stefánsson K., Ward R., Sykes B. mtDNA and the islands of the North Atlantic: estimating the proportions of Norse and Gaelic ancestry. *Am J Hum Genet.*, 68, 3, 723-737, 2001.
12. Librado P., Rozas J. DnaSP v5: a software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. *Bioinformatics*. 25, 11, 1451-1452, 2009.
13. Mergen H., Oner R., Oner C. Mitochondrial DNA sequence variation in the Anatolian Peninsula (Turkey). *J Genet.*, 83, 1, 39-47, 2004.
14. Poghosyan A., Hovhannisyan H., Hovhannisyan A., Khachatryan Z., Yepiskoposyan L. Y chromosome diversity in the Armenian population of Karabakh. *Biolog. Journal of Armenia*, 67, 1, 2015.
15. Schonberg A., Theunert C., Li M., Stoneking M., Nasidze I. High-throughput sequencing of complete human mtDNA genomes from the Caucasus and West Asia: high diversity and demographic inferences. *Eur. J. Hum. Genet.*, 19, 9, 988-994, 2011.
16. Trust L.A. Genstat Software Version 5 Release 3.2 for Windows NT (Software for Statistical Analysis). Rothamstead Agricultural Station, 1995.
17. Yunusbayev B., Metspalu M., Järve M., Kutuev I., Rootsi S., Metspalu E., Behar D.M., Varendi K., Sahakyan H., Khusainova R., Yepiskoposyan L., Khusnutdinova E.K., Underhill P.A., Kivisild T., Villems R. The Caucasus as an asymmetric semipermeable barrier to ancient human migrations. *Mol. Biol. Evol.*, 29, 1, 359-365, 2012.

Received on 07.09.2016



Биол. журн. Армении, 4 (68), 2016

**ОБ ОБНАРУЖЕНИИ ЗОЛОТИСТОЙ ЩИПОВКИ
SABANEJEWIA AURATA (DE FILIPPI, 1863) (COBITIDAE,
ACTINOPTERYGII) В Р. АГСТЕВ**

С.Х. ПИПОЯН*, А.С. АРАКЕЛЯН, Т.Л. КРЕДЖЯН**, И.Э. СТЕПАНИАН****

*Армянский государственный педагогический университет им. Х. Абовяна

** Научный центр зоологии и гидроэкологии НАН РА, Институт зоологии
s.pipoyan@gmail.com

Приведено морфологическое описание золотистой щиповки *Sabanejewia aurata*, впервые обнаруженной в р. Агстев. Предложены рекомендации по ее охране и определению охранного статуса.

Золотистая щиповка – Sabanejewia aurata – морфологические признаки – р. Агстев

Նկարագրված է Աղստև գետում առաջին անգամ հայտնաբերված ոսկեգույն ծականի *Sabanejewia aurata* ձևաբանական առանձնահատկությունները: Առաջարկված են երաշխավորություններ նրա պահպանության, ինչպես նաև պահպանության կարգավիճակը որոշելու համար:

Ոսկեգույն ծական – Sabanejewia aurata – ձևաբանական հատկանիշներ – Աղստև գետ

The research of the morphological features of Golden spiny loach *Sabanejewia aurata* found for the first time in Aghstev river was done. The recommendations for its protection and determination of its protection status were purposed.

Golden spiny loach – Sabanejewia aurata – morphological characteristics – Aghstev river

В последние годы интенсивно изучается нами ихтиофауна р. Агстев, где продолжается обнаружение новых для данной реки видов рыб. Так, если Дадибян [7] для р. Агстев приводит 7 видов рыб – ручьевая форель *Salmo trutta fario* L., каспийский лосось *Salmo caspius* Kessler, 1877, куринская храмуля *Capoeta capoeta capoeta* (Güldenstädt, 1773), куринский усач *Barbus lacerta* De Filippi, 1865, кавказский голавль *Squalius orientalis* Heckel, 1847, куринская уклейка *Alburnus filippii* Kessler, 1877, восточная быстрянка *Alburnoides eichwaldii* (De Filippi, 1863), то в настоящее время нами обнаружены следующие виды: ручьевая форель, куринский усач, кавказский голавль, куринская и закавказская *Alburnus hohenackeri* Kessler, 1877 уклейки, восточная быстрянка, куринская и севанская *Capoeta sevangi* De Filippi, 1865 храмули, мурца *Luciobarbus mursa* (Güldenstädt, 1773), куринский голец *Oxynoemacheilus brandtii* (Kessler, 1877), серебряный карась *Caras-*

sius gibelio (Bloch, 1782), амурский чебачок *Pseudorasbora parva* Temminck & Schlegel, 1846, карп *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, радужная форель *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792) [3, 10, 11, 12, 13].

Неожиданностью для нас оказалась поимка половозрелой самки золотистой щиповки *Sabanejewia aurata* (De Filippi, 1863) из нижнего течения р. Агстев. Согласно литературным данным [7, 16], эта рыба, за исключением притоков оз. Севан, распространена почти во всех реках Армении, но редко встречается из-за скрытого образа жизни. Однако некоторые авторы отмечают только единичные поимки данного вида из отдельных местообитаний в Армении. Так, золотистая щиповка указывается только для р. Мецмор у с. Тароник (Зейва) [4, 8], р. Аракс у устья р. Акеры [9], рр. Аракс и Ахурян у с. Ервандашат [9, 10].

Золотистая щиповка, как исчезающий и недостаточно изученный вид, включена в Красную книгу животных Армении (2010) и, согласно критериям Красного списка МСОП, статус этого вида определен как категория “Недостаточность данных” (DD).

Целью настоящей работы является описание нового для ихтиофауны р. Агстев вида золотистой щиповки.

Материал и методика. Исследуемый экземпляр (самка, рис.1) был пойман сачком на участке р. Агстев, расположенном между селами Севкар и Дитаван (Тавушская область, северо-восточная Армения) и помещен в 96%-ный раствор этанола. Морфометрические измерения проводили, согласно общепринятым методикам [5, 14]. Последние 2 ветвистых луча спинного и анального плавников принимали как один.



Рис.1. Золотистая щиповка *Sabanejewia aurata* из р. Агстев, самка.

В работе использовали следующие сокращения: *A* – число лучей в анальном плавнике; *aO* – длина рыла; *C* – число лучей в хвостовом плавнике; *Cs* – длина верхней лопасти хвостового плавника; *Si* – длина нижней лопасти хвостового плавника; *D* – число лучей в спинном плавнике; *H* – наибольшая высота тела; *h* – наименьшая высота тела; *hc* – высота головы у затылка; *hA* – высота анального плавника; *hD* – наибольшая высота спинного плавника; *io* – ширина лба (межглазничного промежутка); *L* – абсолютная длина тела; *LA* – длина основания анального плавника; *lc* – длина головы; *ID* – длина основания спинного плавника; *lpc* – длина хвостового стебля; *O* – горизонтальный диаметр глаза; *Oop* – заглазничное расстояние головы; *P* – число лучей в грудном плавнике; *SL* – стандартная длина (длина тела от вершины рыла до конца чешуйного покрова); *V* – число лучей в брюшном плавнике; *VA* – расстояние между основаниями брюшного и анального плавников.

Результаты и обсуждение. Описание. У исследуемой особи золотистой щиповки L 72.2 мм, SL 62.7 мм, D III 6, A III 5, P I 9, V II 6, C I 12 I. Жаберные тычинки на первой дуге снаружи отсутствуют, изнутри их 9. Тело покрыто мелкой циклоидной с большой фокальной зоной чешуей. Наибольшая длина чешуй между спинным плавником и боковой линией составляет 0.4-0.6 мм. Тело удлинненное, сжатое с боков, толщина его составляет 7.3 % SL , а толщина хвостового стебля (измеренная посередине его длины) – 4.5 % SL . От основания брюшного плавника до анального отверстия и на хвостовом стебле сверху и снизу имеется хорошо выраженный кожистый гребень. Под глазом имеется направленный назад двухвершинный сильный шип, его наибольшая длина – 17.9 % lc . Дистальный кончик подглазничного шипа заходит за задний край глаза. Антедорсальное расстояние составляет 47.2 % SL , постдорсальное – 42.0 % SL , антепекторальное – 21.2 % SL , антевентральное – 48.3 % SL , антеанальное – 72.7 % SL , пектовентральное – 30.1 % SL , вентроанальное – 26.8 % SL , длина хвостового стебля – 23.3 % SL . Наибольшая высота тела составляет 17.1 % SL , наименьшая высота – 8.5 % SL . Длина основания спинного плавника и его высота соответственно – 9.3 % SL и 17.4 % SL . Длина основания анального плавника и его высота, соответственно, 9.3 % SL и 14.5 % SL . Хвостовой плавник прямо усеченный, длина его лучей 18.5 % SL . Длина грудного плавника – 16.3 % SL , длина брюшного плавника – 17.2 % SL . Начало брюшных плавников находится под началом спинного плавника. Длина головы составляет 19.0 % SL , ее высота – 12.9 % SL . Рыло тупое, его длина составляет 37.0 % lc , посторбитальное расстояние головы – 55.5 % lc . Глаз сравнительно маленький, его горизонтальный диаметр составляет 18.5 % lc . Межглазничное расстояние почти равно диаметру глаза и составляет 19.3 % lc . Рот нижний, полулунный, обрамлен характерной мясистой двуплодной нижней губой и тремя парами усиков. Длина первой пары усиков составляет 26.1 % lc , достигают ноздрей. Длина второй пары усиков составляет 34.5 % lc , достигают переднего края глаза, а длина третьей пары усиков составляет 38.7 % lc , достигают средней части глаза.

На боках тела 15 темных, нерезко выраженных крупных, несколько вытянутых сверху-вниз пятен. Выше этих пятен много мелких пятнышек, не образующих продольного ряда. На спине впереди спинного плавника 6, а позади его – 7 крупных поперечных пятен. У основания хвостового плавника темная поперечная узкая полоса, посреди прерванная. На лучах спинного, хвостового и отчасти анального плавников имеются несколько продолговатых темных пятен, расположенных в 3-5 рядов. На брюшных и грудных плавниках, а также на брюхе пятна отсутствуют.

Сравнительные замечания. По габитусу и деталям окраски изученный нами экземпляр самки из р. Агстев заметно не отличается от золотистых щиповок из других водоемов [2, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 15]. В то же время наблюдаются некоторые различия морфометрических признаков нашего экземпляра по отношению к выборкам золотистой щиповки из р. Кура [2, 15]. Так, у золотистой щиповки р. Агстев несколько больше лучей в грудном плавнике, более длинные хвостовой стебель, основание анального плавника, грудной и хвостовой плавники (табл. 1).

Как отмечено выше, золотистая щиповка включена в Красную книгу животных Армении (2010) как вид, не определенный по статусу из-за отсутствия достаточных сведений о состоянии его популяций. В р. Мецамор, где эта рыба считалась обычной [8], до настоящего времени не обнаружена, несмотря на наши многолетние исследовательские работы и, видимо, исчезла из бывших мест обитания. Причиной этого, по всей вероятности, являются различные факторы антропогенного воздействия. Среди них, на наш взгляд, наибольшее значение имеет строительство и эксплуатация гидротехнических объектов ирригационного назначения.

Таблица 1. Морфометрические признаки золотистой щиповки из различных водоемов Южного Кавказа.

Признаки	р. Кура у Мингечаура (Абдурахманов, 1962), $n=100$			р. Кура, Рустави (Эланидзе, 1983), $n=20$			р. Агстев (наши данные) $n=1$
	<i>M</i>	<i>m</i>	<i>lim</i>	<i>M</i>	<i>m</i>	<i>lim</i>	
<i>L</i> , мм	-	-	-	70.2	1.64	60.00-86.00	72.2
<i>SL</i> , мм	54.05	0.32	38.0-72.0	60.25	1.64	50.00-74.00	62.7
<i>D</i>	6.17	0.04	II-III 5-7	-	-	II-III (5) 6-7	III 6
<i>A</i>	5.12	0.03	II-III 5-6	-	-	II-III 5-6	III 5
<i>P</i>	6.52	0.05	I 6-8	-	-	I 6-8	I 9
<i>V</i>	5.17	0.04	I 5-6	-	-	II 5-6	II 6
<i>C</i>	13.29	0.05	12-14	-	-	12-14	II 1 I
<i>sp.br.</i>	-	-	-	-	-	7-10	9
B % <i>SL</i>							
<i>aO</i>	-	-	-	7.55	0.23	6.15-8.69	7.02
<i>O</i>	-	-	-	2.65	0.14	1.72-3.13	3.51
<i>lc</i>	19.00	0.07	17.5-21.0	17.8	0.23	16.13-19.61	18.98
<i>hc</i>	-	-	-	11.50	0.23	9.70-13.72	12.90
<i>io</i>	-	-	-	2.86	0.15	1.73-4.00	3.67
<i>H</i>	16.81	0.08	11.31-19.0	15.85	0.21	13.79-17.65	17.06
<i>h</i>	7.96	0.07	6.8-9.5	8.35	0.21	6.06-10.00	8.45
<i>aD</i>	48.53	0.06	45.0-52.0	47.60	0.29	46.27-50.98	47.21
<i>pD</i>	43.00	0.15	39.2-46.9	43.40	0.43	39.22-46.77	41.95
<i>lpc</i>	17.92	0.10	14.7-21.1	-	-	-	23.29
<i>lD</i>	8.36	0.04	6.9-10.4	8.05	0.24	6.06-9.78	9.25
<i>hD</i>	16.03	0.12	13.3-19.2	14.70	0.36	11.11-17.65	17.38
<i>lA</i>	7.47	0.05	5.6-8.8	6.55	0.15	5.17-7.84	9.25
<i>hA</i>	12.69	0.09	10.0-16.7	13.15	0.26	10.77-15.69	14.51
<i>lP</i>	15.39	0.07	13.5-18.4	15.30	0.24	13.68-17.65	16.27
<i>lV</i>	12.54	0.06	10.2-15.2	11.70	0.21	10.35-13.73	17.22
<i>PV</i>	28.82	0.13	26.8-33.7	28.65	0.41	25.00-31.03	30.14
<i>VA</i>	26.7	0.09	22.9-29.4	-	-	-	26.29
<i>Cs</i>	15.79	0.07	13.5-18.4	-	-	-	18.5
<i>Ci</i>	15.61	0.03	13.5-18.0	-	-	-	18.5
B % <i>lc</i>							
<i>aO</i>	43.36	0.27	36.0-52.8	-	-	-	36.97
<i>O</i>	18.07	0.12	13.3-20.0	13.90	0.52	10.00-18.18	18.49
<i>hc</i>	73.2	0.35	62.3-85.4	64.95	1.04	54.16-70.90	68.07
<i>io</i>	16.65	0.07	12.7-20.2	15.85	0.78	10.00-22.22	19.33
B % <i>lpc</i>							
<i>h</i>	44.50	-	-	-	-	-	36.30

Эти объекты обычно не имеют рыбозащитных и рыбопропускных сооружений, вследствие чего такие мелкие рыбы, как щиповка, не могут свободно перемещаться из одного участка реки в другой и с течением времени могут исчезнуть из отдельных мест обитаний. Исходя из вышеизложенного, мы предлагаем проектировать и строить рыбопропускные и рыбозащитные сооружения на реках, где раньше или в настоящее время обнаружена золотистая щиповка (рр. Мецамор, Агстев), согласно разработанным ранее рекомендациям [1]. В то же время необходимы дальнейшие исследования по выявлению возможных мест обитания золотистой щиповки и оценке численности ее популяций, что даст возможность разработки предложений по окончательному охранному статусу данного вида в Армении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Սամվելյան Ա.Լ., Գաբրիելյան Գ.Ս. Պիպոյան Ս.Խ. Ձկնատեսակների մարմնի չափերը որպես ձկնուղի կառուցվածքի չափերը որոշող գործոն: Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարանի տեղեկագիր, 6, էջ 31-37, 2014:
2. Абдурахманов Ю. А. Рыбы пресных вод Азербайджана. Изд-во АН Аз.ССР. Баку, 407 с, 1962.
3. Аракелян А.С., Пипоян С.Х. Восточная быстрянка *Alburnoides eichwaldii* (Actinopterygii, Cyprinidae) водоемов национального парка “Дилижан” (Армения). Научные труды Государственного природного заповедника “Присурский”, 30, вып. 1. Чебоксары, с. 4-7, 2015.
4. Барач Г.П. Рыбы Армении. Тр. Севан. гидробиол. ст., 6, с. 5-70, 1940.
5. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. 4-е изд. М.-Л.: Изд-во АН СССР, ч. 2, с. 469-925, 1949.
6. Бозуцкая Н.Г., Кияшко П.В., Насека А.М., Орлова М.И. Определитель рыб и беспозвоночных Каспийского моря. 1, Рыбы и моллюски. СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 543 с., 2013.
7. Дадикян М.Г. Рыбы Армении. Ереван: АН АрмССР, 245 с., 1986.
8. Державин А.Н. Рыбы реки Кара-Су. Известия бакинской ихтиологической лаборатории, II, вып. 1, с. 161-184, 1926.
9. Левин Б.А., Рубенян А.Р. Аннотированный список ихтиофауны Армении. Многолетняя динамика запасов рыб озера Севан и их современное состояние. В кн. “Экология озера Севан в период повышения его уровня. Результаты исследований Российско-Армянской биологической экспедиции по гидроэкологическому обследованию озера Севан (Армения) (2005-2009 гг.)”, Махачкала: Наука ДНЦ, с. 229-242, 2010.
10. Пипоян С.Х. Современная ихтиофауна рек Армении. Уч. записки. Арм. гос. педагог. ун-та им. Х. Абовяна, N 1 (11), с. 19-23, 2009.
11. Пипоян С.Х. Ихтиофауна Армении и этапы ее формирования. Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. д. б. н., Ереван, Научный центр зоологии и гидроэкологии НАН РА, с. 42, 2010.
12. Пипоян С.Х. Ихтиофауна Армении: этапы формирования и современное состояние. ISBN 978-3-8473-9977-3, 548 с., 2012.
13. Пипоян С.Х., Аракелян А.С. Ихтиофауна водоемов Тавушской области (Северная Армения) и влияние антропогенного воздействия на ее биоразнообразие. Материалы XVII международной научной конференции “Биологическое разнообразие Кавказа и юга России”, Нальчик, с. 407-410, 2015.
14. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 376 с., 1966.
15. Эланидзе Р.Ф. Ихтиофауна рек и озер Грузии. Тбилиси: Мениереба, 320 с., 1983.
16. Gabrielyan B.K. An Annotated Checklist of Freshwater Fishes of Armenia. Naga, The ICLARM Quarterly (Vol. 24, Nos. 3 & 4) July-Desember, p. 23-29. 2001.

Поступила 07.09.2016



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4(68), 2016

**ԱԳԱՐԱԿԻ ՊՂՆՁԱՄՈՒԼԻԲԴԵՆԱՅԻՆ ԿՈՄԲԻՆԱՏԻ ԾՐՋԱԿԱՆ
ՀՈՂԵՐԻ ՄԻԿՐՈՏԱՐՐԵՐՈՎ ԱՂՏՈՏՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏ ԿԱՊԱԾ
ԷԿՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՌԻՍԿԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ**

Կ.Ա. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Հ.Ս. ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ, Հ.Գ. ԺԱՄՅԱՐՅԱՆ, Ն.Փ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

ԵՊՀ, Էկոլոգիայի և բնության պահպանության ամբիոն
ghazaryank@mail.ru, hasmikmov@ysu.am, nairakazaryan@yahoo.com

Ուսումնասիրվել են Ագարակի պղնձամոլիբդենային կոմբինատի (Սյունիքի մարզ) առավել ռիսկային հինգ շրջանները: Ծանր մետաղներով հողերի աղտոտման մակարդակը գնահատվել է Աղտոտման գործոնների (*Cf*), Աղտոտման աստիճանի (*Cd*), Գեոակումուլյացիայի ցուցանիշի (*I-geo*) և Հարստացման գործոնի (*EF*) կիրառմամբ: Հետքային մետաղների բախշման եղանակը հողի կտրվածքում համաձայն Նշված ցուցանիշների վկայում է հողի լուրջ աղտոտման մասին: Ուսումնասիրված համարյա բոլոր տարածքներում *Cu*-ը, *Mo*-ը, *Pb*-ը և *Cd*-ը հիմնական աղտոտող ծանր մետաղներն էին, և դա պայմանավորված է Ագարակի պղնձամոլիբդենային կոմբինատի գործունեությամբ:

*Ագարակի պղնձամոլիբդենային կոմբինատ – ծանր մետաղներ – հողերի աղտոտում –
հարստացման գործոն (EF)*

Изучены почвы пяти наиболее уязвимых участков Агаракского медно-молибденового комбината (Сюникская область). Уровень загрязнения почв тяжелыми металлами был оценен с помощью факторов загрязнения (*Cf*), степени загрязнения (*Cd*), геоаккумуляционного показателя (*I-geo*) и фактора обогащения (*EF*). Модель распределения металлических микроэлементов по профилю почвы согласно указанным показателям, выявила значительное загрязнение почв. Почти во всех исследованных участках *Cu*, *Mo*, *Pb* и *Cd* являлись основными загрязняющими тяжелыми металлами, и это обусловлено функционированием Агаракского медно-молибденового комбината.

*Агаракский медно-молибденовый комбинат – тяжелые металлы –
загрязнение почв – фактор обогащения (EF)*

The soils from five the most risky sites of Agarak Copper Molybdenum Combine (Syunik Province) were studied. The level of soil contamination by heavy metals was assessed by Contamination factors (*Cf*), Degree of contamination (*Cd*), Geoaccumulation index (*I-geo*) and Enrichment factor (*EF*). The distribution pattern of trace metals in the soil profile according to mentioned parameters shows that the soil is significantly polluted. Almost at all studied sites *Cu*, *Mo*, *Pb* and *Cd* were the main polluting heavy metals and this is conditioned by Agarak Copper Molybdenum Combine activity.

*Agarak Copper Molybdenum Combine – heavy metals – soil pollution –
Enrichment factor (EF)*

Հողը՝ որպես ցամաքային էկոհամակարգերի կարևոր մաս, վճռական դեր ունի տարրերի շրջապտույտում: Այն կենսական և ոչ կենսական բաղադրիչների հոմեոստատիկ փոխկապակցվածությունը ապահովող՝ պահպանման, մաքրման, վերափոխման

և բուժերային միջավայր է [9]: Արտադրական տարբեր պրոցեսների արդյունքում՝ հանքարդյունաբերության, ձուլման, հալեցման, գալվանապատման աշխատանքների, էներգիայի և վառելիքի ստացման, էլեկտրահաղորդակցման, ինտենսիվ գյուղատնտեսության, կեղտաջրերի հեռացման և այլ, ծանր մետաղները մեծ քանակություններով կուտակվում են հողում [11, 16, 21, 26]: Վերջին տասնամյակների ընթացքում հանքարդյունաբերության վտանգավոր ազդեցությունը լրջորեն մտահոգում է աշխարհի շատ երկրների գիտնականներին [7, 15, 17, 19, 24]: Արդյունաբերության այս ճյուղը նպաստում է հողում ծանր մետաղների բնական պարունակության կտրուկ ավելացմանը, ինչը վնասում է էկոհամակարգերին, աղտոտում մակերեսային և ստորերկրյա ջրերը, սննդամթերքը և վտանգում մարդկանց առողջությունը [3, 4, 10, 12, 22, 23]:

Վերջին տարիներին հանքարդյունաբերության արագ զարգացման հետևանքով հողերի աղտոտումը ծանր մետաղներով լուրջ խնդիր է դարձել նաև Հայաստանի Հանրապետությունում [5, 6]: Ծանր մետաղներով աղտոտվածության տարածումը հանքավայրերի շուրջ և դրա աստիճանը փոփոխվում են՝ կախված հանքարդյունաբերական աշխատանքների ծավալից և տարածքի երկրաբանական բնութագրերից: Ուստի ծանր մետաղների կուտակման և տարաշարժի ուսումնասիրությունը ներկայումս չափազանց հրատապ է դարձել: Մեր հետազոտությունների հիմնական նպատակն է եղել ծանր մետաղներով Ագարակի պղնձամոլիբդենային կոմբինատի հարստացուցիչ ֆաբրիկայի, բաց հանքի և պղնձաքարների շրջակայքում գտնվող տարածքների հողերի աղտոտվածության աստիճանի գնահատումը: Ստացված արդյունքները կնպաստեն աղտոտման նվազեցմանն ուղղված ռազմավարության մշակմանը՝ հանքարդյունաբերական տարածքների շուրջ աղտոտիչների տարածումը վերահսկելու նպատակով:

Նյութ և մեթոդ: 1. Ուսումնասիրման տարածք. Ագարակի պղնձամոլիբդենային կոմբինատը գտնվում է Հայաստանի Հանրապետության հարավ-արևելքում՝ Սյունիքի մարզում: Ուսումնասիրվել են այդ տարածքի առավել ռիսկային հինգ շրջանները՝

- բաց հանքի շրջակա տարածքները (սմուլներ №№ 1-5),
- Ագարակի պղնձամոլիբդենային կոմբինատի հարստացուցիչ ֆաբրիկայի հարևան տարածքները (սմուլներ №№ 6-7),
- Դարազամի ակտիվ պղնձաքարի շրջակայքը (սմուլ № 8),
- «Կիրճ - 2»-ի ռեկուլտիվացված պղնձաքարը (սմուլ № 9),
- «Կիրճ - 3»-ի ռեկուլտիվացված պղնձաքարը (սմուլ № 10):

Ուսումնասիրման տեղանքի հողատարածքները պատկանում են դարչնագույն լեռնանտառային հողերի տիպին՝ դրանց հետևյալ երկու ենթատիպերով. դարչնագույն լեռնանտառային տիպի (սմուլներ №№ 1-5) և դարչնագույն լեռնանտառային կարբոնատային (սմուլներ №№ 6-10 և ստուգիչ նմուշ): Հայաստանում այս հողատիպը տարածված է ծովի մակարդակից 500-1700 մ բարձրությունների սահմաններում, իսկ հարավային դիրքադրության չորային լանջերում դրանք հասնում են մինչև 2400 մ բարձրության [1]:

Դարչնագույն լեռնանտառային տիպի հողերը իրենց աշխարհագրական դիրքով, ձևաբանական և ֆիզիկաքիմիական բնութագրերով միջին դիրք են զբաղեցնում կարբոնատային և կրազերծված հողերի միջև: Հողերի այս տիպը մեր ուսումնասիրված տարածքներում, համեմատած կարբոնատային հողերի հետ, հանդիպել է ավելի բարձրադիր մասերում (1100-1300 մ ծ.մ.բ.), 0-35 աստիճան թեթություններում, միկրոռելիեֆը հարթ էր: Այս ենթատիպի հողերը բերրի չեն և այդ պատճառով պիտանի չեն գյուղատնտեսության համար, բացառությամբ № 4 և № 5 նմուշների: Դարչնագույն լեռնանտառային կարբոնատային ենթատիպի հողերը հանդիպել են 700-1000 մ ծ.մ.բ., 0-30° թեթություններում, միկրոռելիեֆը հիմնականում հարթ է: Այս հողերը հիմնականում քարքարոտ են, կարբոնատները տարածված են մակերեսից մինչև խորք: Հողերի այս ենթատիպը նույնպես բերրի չի և չի կարող օգտագործվել գյուղատնտեսության համար, բացառությամբ № 7 և ստուգիչ նմուշների:

2. Հողերի նմուշառում. Հողերի ուսումնասիրության նպատակով (2015 թ.) ընտրվել էր նմուշառման 10 տարածք, ստուգիչ կտրվածքը արվել էր հարստացուցիչ ֆաբրիկայից 2 կմ հեռավորության վրա՝ Ագարակ քաղաքի ուղղությամբ (ավտոմայրուղուց 550 մ հեռավորության վրա): Նմուշառման կոորդինատները գրանցվել են GPS համակարգով: Հողերի նմուշառումն իրականացվել է դասական եղանակով: Լաբորատոր և նմուշառման սարքավորումը մեկ օր առաջ նախապես մշակվել է ագրոտական թթվի 5%-ոց լուծույթով, այնուհետև լվացվել թորած ջրով՝ մետաղների հետքային քանակությունները հեռացնելու նպատակով: Հողի նմուշները վերցվել են 0-20 սմ խորությունից՝ 20 մ x 20 մ վանդակի սահմաններում՝ 5-ական մետր միջակայքով (նմուշառումը կատարվել է 5 մ x 5 մ վանդակների զազաթներում): Կտրվածքներն արվել են ձեռքով:

Վերցված նմուշները հավաքվել են նմուշառման պոլիէթիլենային տոպրակների մեջ և տեղափոխվել լաբորատորիա: Անցանկալի պարունակությունը (քաւեր, բուսական նյութ և այլն)

հեռացնելուց հետո հողի նմուշները չորացվել են սենյակային պայմաններում (20-22°C), տրորվել, անցկացվել 1 մմ մաղով և պահվել ապակյա անոթներում՝ հետագայում դրանց հատկությունները որոշելու համար:

3. *Հողի նմուշներում ծանր մետաղների քանակության որոշում*. Ծանր մետաղների պարունակությունը հողի նմուշներում որոշվել է ատոմային արսորբցիոն սպեկտրաչափային մեթոդով՝ ԱԱՍ սարքի միջոցով (AAS, Atomic-absorption spectrometer PG990 (PG Instruments LTD, UK))՝ այդ նմուշները համապատասխան մշակման ենթարկելուց հետո [25]:

4. *Ծանր մետաղներով աղտոտման գնահատում*. Ծանր մետաղներով հողերի աղտոտման մակարդակը գնահատվել է աղտոտման ցուցանիշներով. կիրառվել են Աղտոտման գործոնները (Contamination factors (Cf)), Աղտոտման աստիճանը (Degree of contamination (Cd)), Գեոակումուլյացիայի ցուցանիշը (Geoaccumulation index (I-geo)) և Հարստացման գործոնը (Enrichment factor (EF)):

Cf-ը և Cd-ն հաշվարկվել են համաձայն Հակասոնի [8] հետևյալ բանաձևերով.

$$Cf = Cs^i / Cb^i \quad (1)$$

$$Cd = \sum Cf \quad (2),$$

որտեղ Cs^i -ն ուսումնասիրված i մետաղի չափված խտությունն է հողի նմուշում և Cb^i -ն i ծանր մետաղի ֆոնային արժեքն է չաղտոտված հողում (ստուգիչ): Մետաղներով աղտոտման մակարդակները գնահատելու համար Հակասոնը առաջարկել է Cf-ի չորս կարգ, ինչպես ցույց է տրված աղ. 1-ում: Այդ նպատակով օգտագործվել են նաև Cd-ի առաջարկված չորս կատեգորիաները: Եթե Cd-ի արժեքը 20-ից մեծ է, ապա անհրաժեշտ է անհապաղ միջոցներ ձեռնարկել՝ ծանր մետաղներով հողերի աղտոտումը նվազեցնելու նպատակով:

Մյուսների կողմից [18] սահմանված Գեոակումուլյացիայի ցուցանիշը (I-geo) հաշվարկվում է նստվածքների աղտոտումը մետաղներով որոշելու և բնութագրելու նպատակով՝ համեմատելով ներկայիս խտությունները մինչաղտադրական մակարդակների հետ.

$$I-geo = \log_2 Cs^i / 1.5 Cb^i, \quad (3)$$

որտեղ Cs^i -ն i տարրի խտությունն է նմուշներում, Cb^i -ն i տարրի ֆոնային արժեքն է, իսկ 1.5 գործոնը օգտագործվում է լիթոլոգիական հնարավոր տատանումները հաշվի առնելու նպատակով: I-geo-ի արժեքների շարքը և դրանց բացատրությունը նույնպես տրված են աղ. 1-ում:

EF արժեքը հաշվարկվել է Կոմիշտոֆի և համահեղինակների [14] կողմից տրված բանաձևի կիրառմամբ, որը Բուատ-Մենարդի և Չերսելեթի [2] առաջարկած հավասարության ձևափոխված տարբերակն է: EF-ը հիմնված է փորձարկված տարրի ստանդարտացման վրա՝ որևէ չափանմուշային տարրի համեմատությամբ: Չափանմուշային կարող է համարվել այն տարրը, որը բնութագրվում է պարունակության փոքր տատանումներով [20]: Մեր ուսումնասիրություններում որպես չափանմուշային տարր օգտագործվել է ալյումինը (Al), քանի որ այն պատկանում է լիթոֆիլ տարրերի շարքին և հողմահարման ժամանակ օժտված է բարձր քիմիական կայունությամբ: EF արժեքը հաշվարկվել է համաձայն հետևյալ բանաձևի՝

$$EF = \frac{(C_n / C_{ref})}{(B_n / B_{ref})}, \quad (4)$$

որտեղ C_n -ը n տարրի խտությունն է հողում, C_{ref} -ը չափանմուշային տարրի պարունակությունն է հողում, B_n -ը ուսումնասիրված n տարրի պարունակությունն է ստուգիչ հողանմուշում, իսկ B_{ref} -ը չափանմուշային տարրի պարունակությունն է ստուգիչ հողանմուշում:

5. *Վիճակագրական վերլուծություն*. Տեղանքների միջև ծանր մետաղների միջին խտությունները համեմատելու համար օգտագործվել է վարիացիոն վերլուծությունը: Վիճակագրական վերլուծությունը կատարվել է SPSS ծրագրային փաթեթով, տարբերակ 15:

Արդյունքներ և քննարկում: Որոշվել են V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Mo, Pb և Cd-ի պարունակությունները Ագարակի պղնձամոլիբդենային կոմբինարի բաց հանքի շրջակա հողերում, և գնահատվել է ծանր մետաղներով հողերի աղտոտման աստիճանը: Ուսումնասիրված հինգ տարածքներում ծանր մետաղների միջին խտությունների (մգ/կգ) շարքը հետևյալն էր. V (8,2-16,3), Cr (0,6-6,8), Mn (39,2-184,5), Co (1,2-2,1), Ni (0,7-4,1), Cu (17,4-145,5), Zn (4,4-19,2), As (0,4-1,6), Mo (0,6-13,2), Pb (0,6-6,4) և Cd (0,01-0,22) (աղ. 2):

Աղյուսակ 1. Մոդելների տարբեր տիպերը և հողերի աղտոտումը
նկարագրելու կատեգորիաները

Մոդել	Դաս	Նկարագրություն	Աղբյուր
Աղտոտման գործոն (Cf)	$Cf \leq 1$	Ցածր	[8]
	$1 < Cf \leq 3$	Չափավոր	
	$3 < Cf \leq 6$	Չզալի	
	$6 < Cf$	Շատ բարձր	
Աղտոտման աստիճան (Cd)	$Cd \leq 11$	Ցածր	[8]
	$11 < Cd \leq 22$	Չափավոր	
	$22 < Cd \leq 33$	Չզալի	
	$33 < Cd$	Շատ բարձր	
Գեոակումուլյացիայի ցուցանիշ ($I\text{-}geo$)	$I\text{-}geo \leq 0$	Չաղտոտված	[18]
	$0 < I\text{-}geo \leq 1$	Չաղտոտվածից՝ չափավոր աղտոտված	
	$1 < I\text{-}geo \leq 2$	Չափավոր աղտոտված	
	$2 < I\text{-}geo \leq 3$	Չափավոր աղտոտվածից՝ խիստ աղտոտված	
	$3 < I\text{-}geo \leq 4$	Խիստ աղտոտված	
	$4 < I\text{-}geo \leq 5$	Խիստ աղտոտվածից՝ շատ խիստ աղտոտված	
	$5 < I\text{-}geo$	Շատ խիստ աղտոտված	
Հարստացման գործոն (EF)	$EF \leq 2$	Սպառումից՝ նվազագույն հարստացում, ենթադրվող կամ նվազագույն աղտոտում	[13]
	$2 < EF \leq 5$	Չափավոր հարստացում, ենթադրվող չափավոր աղտոտում	
	$5 < EF \leq 20$	Չզալի հարստացում, համարվում է զգալի աղտոտման ազդանիշ	
	$20 < EF \leq 40$	Չափազանց հարստացված, համարվում է շատ խիստ աղտոտման ազդանիշ	
	$EF > 40$	Շայրահեղ հարստացված, համարվում է ծայրահեղ աղտոտման ազդանիշ	

Քանի որ մետաղների պարունակությունը հողում սպեցիֆիկ է և կախված է հողի առաջացնող ապարների կազմից և հողագոյացման պայմաններից, ապա ստացված տվյալները աղտոտվածության մակարդակը որոշելու համար համեմատվել են ֆոնային ստուգիչ նմուշի հետ:

1. Կոռելյացիոն վերլուծություն

Այս վերլուծությունը երկչափ մեթոդ է, որն արտացոլում է երկու կամայական փոփոխականների միջև գոյություն ունեցող կապի աստիճանը: Կոռելյացիայի մեկնաբանությունը կարող է ծառայել որպես հողի որակի արագ մոնիտորինգի մեթոդ: Կոռելյացիոն վերլուծության համար հողի որակի տասնմեկ պարամետրերի, այն է՝ V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Mo, Pb և Cd-ի միջև հաշվարկվել է Սփիրմանի տարակարգային կոռելյացիայի գործակիցը (Spearman's rank coefficient of correlation), ինչպես բերված է աղ. 3-ում: Կոռելյացիոն վերլուծությունը հնարավորություն է տալիս պարզել, արդյո՞ք ծանր մետաղների պարունակությունների փոփոխությունները տարբեր տարածքների հողերում ունեն համանման միտում, թե՞ ոչ: Բացի այդ, ուժեղ դրական կոռելյացիան կարող է աղտոտման միասնական աղբյուրի առկայության ցուցանիշ լինել: Ուժեղ դրական կոռելյացիա ($\rho > 0.7$) է հայտնաբերվել Cu-ի և Mo-ի, Cr-ի և Ni-ի, Mn-ի և Zn-ի, Mn-ի և Pb-ի, Mn-ի և Cd-ի, Zn-ի և As-ի, Zn-ի և Pb-ի, Zn-ի և Cd-ի, As-ի և Pb-ի, As-ի և Cd-ի, Pb-ի և Cd-ի միջև: Ամենաբարձր դրական կոռելյացիան դիտարկվել է հատկապես Cu-ի և Mo-ի միջև, ինչը վկայում է աղտոտման միասնական աղբյուրի առկայության մասին և պայմանավորված է նշված ծանր մետաղների բարձր պարունակությամբ հանքաքարում: Այնուամենայնիվ, ընդհանուր առմամբ, վերը նշված ծանր մետաղների ավելանալու համանման միտումը մասամբ կարող է պայմանավորված լինել երկրաբանական գործոններով:

Աղյուսակ 2. Որոշ ծանր մետաղների միջին խտությունը (մգ/կգ) հողերի ուսումնասիրված նմուշներում

Նմուշի թիվը	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Pb	Cd
1	12,5±3,4	1,4±0,4	54,3±14,9	2,1±0,4	1,3±0,4	53,3±18,0	4,9±1,8	0,6±0,2	5,2±1,7	1,1±0,3	0,03±0,01
2	16,3±4,6	0,6±0,2	61,5±21,1	1,6±0,3	2,3±0,7	145,5±35,8	10,4±3,7	1,5±0,4	13,2±3,8	2,3±0,7	0,06±0,02
3	11,9±2,9	0,7±0,2	32,3±9,1	1,3±0,3	0,7±0,2	123,5±36,1	7,1±2,1	1,0±0,3	8,5±3,0	3,9±0,9	0,04±0,001
4	14,1±5,1	3,8±1,1	99,9±24,5	2,1±0,5	4,1±1,1	23,4±6,0	11,7±2,0	0,8±0,3	1,2±0,4	1,5±0,4	0,05±0,002
5	7,5±1,8	2,7±0,9	70,0±19,2	1,3±0,2	2,2±0,6	25,3±5,4	7,7±2,2	0,4±0,1	1,5±0,4	1,7±0,4	0,03±0,01
6	11,2±3,1	2,0±0,7	184,5±34,9	1,6±0,4	1,7±0,4	56,2±16,9	19,2±5,4	1,6±0,5	4,2±1,5	6,4±1,9	0,22±0,07
7	8,9±2,2	1,3±0,4	113,0±35,1	1,4±0,4	1,0±0,3	81,2±24,4	10,8±3,8	1,0±0,4	6,2±2,0	3,5±1,4	0,04±0,01
8	9,5±3,0	6,8±2,1	50,9±11,2	1,6±0,5	4,1±1,3	35,4±13,1	6,6±1,9	0,8±0,2	1,2±0,3	1,2±0,4	0,04±0,01
9	9,2±2,8	6,0±1,6	49,0±12,4	1,4±0,3	3,7±0,9	39,7±11,7	6,5±2,3	0,9±0,2	0,9±0,2	1,4±0,4	0,05±0,02
10	8,2±3,1	2,8±0,5	39,2±9,5	1,2±0,3	1,7±0,5	17,4±4,9	4,4±1,4	0,7±0,3	0,6±0,2	0,6±0,2	0,01±0,004
Ստու-գիչ	7,5±1,4	2,6±0,7	56,4±13,1	1,3±0,4	2,0±0,7	9,5±3,6	8,0±1,7	0,6±0,2	0,5±0,2	0,8±0,3	0,02±0,007

2. Աղտոտման գնահատում Աղտոտման գործոնների (Cf) հիման վրա

Նկ. 1-ում բերված են Աղտոտման գործոնները (Cf), որոնք հաշվարկված են հողի նմուշներում որոշված ծանր մետաղների համար: Հետազոտությունների ընթացքում պարզվել է, որ հողերի համարյա բոլոր նմուշներում հիմնական աղտոտող ծանր մետաղներ են հանդիսանում Cu-ը, Mo-ը, Pb-ը և Cd-ը: Մասնավորապես, Cu-ի դեպքում Cf-ի առավելագույն արժեքը 15,32 էր, Mo-ի համար՝ 26,4, Pb-ի՝ 8,0, իսկ Cd-ի՝ 11,0: Այս բոլոր արժեքները համապատասխանում են աղտոտման շատ բարձր մակարդակին: Հողերի այսպիսի աղտոտումը ուղղակիորեն պայմանավորված է վերը նշված ծանր մետաղների բարձր պարունակությամբ Ագարակի պղնձամոլիբդենային կոմբինատում վերամշակվող հանքաքարում: Դիտարկվող ծանր մետաղների համար Cf-ի միջին արժեքները կազմում էին հետևյալ նվազող շարքը. Mo (9,36) > Cu (6,82) > Pb (3,19) > Cd (3,11) > As (1,59) > V (1,5) > Mn (1,41) > Co (1,230) > Zn (1,18) > Ni (1,17) > Cr (1,08):

3. Աղտոտման գնահատում Աղտոտման աստիճանի (Cd) հիման վրա

Աղտոտման աստիճանի (Cd) արժեքները ներկայացված են նկ. 2-ում: Ըստ այս ցուցանիշի նվազման՝ հողի ուսումնասիրված 10 նմուշները կազմում են հետևյալ շարքը $2 > 6 > 3 > 7 > 1 > 4 > 9 > 8 > 5 > 10$: Համաձայն Cd արժեքների՝ հողի նմուշների 10%-ը համապատասխանում է աղտոտման ցածր մակարդակին ($Cd \leq 11$), 40%-ը՝ չափավոր մակարդակին ($11 < Cd \leq 22$), 10%-ը՝ զգալի մակարդակին ($22 < Cd \leq 33$), իսկ նմուշների մնացած 40%-ը՝ շատ բարձր մակարդակին ($33 < Cd$):

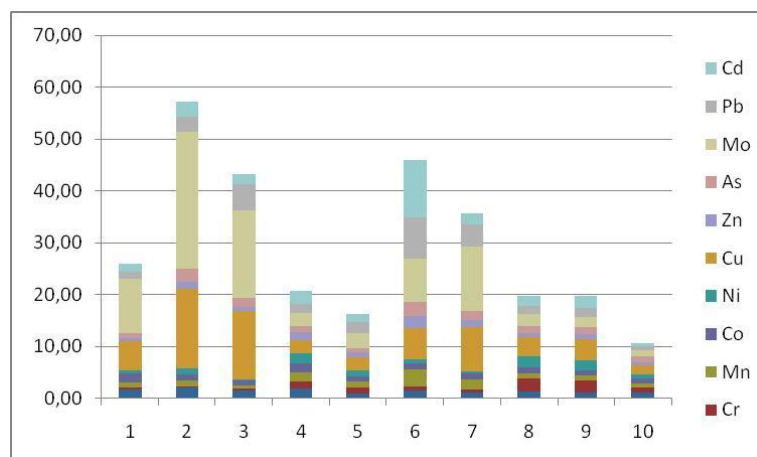
4. Աղտոտման գնահատում I-geo-ի հիման վրա

Գեոակումուլյացիայի ցուցանիշը (I-geo) օգտագործվել է հողերում մետաղային աղտոտման աստիճանը հաշվարկելու համար (աղ. 4): Գեոակումուլյացիայի ցուցանիշի արժեքները V-ի համար ցույց են տալիս, որ նմուշների 60 %-ը համապատասխանում է չաղտոտված դասին (≤ 0), իսկ 40 %-ը՝ չաղտոտվածից չափավոր աղտոտված դասին (0-1): I-geo-ի արժեքները Cr-ի համար ցույց են տալիս, որ նմուշների 80 %-ը համապատասխանում է չաղտոտված դասին (≤ 0), իսկ 20%-ը՝ չաղտոտվածից չափավոր աղտոտված դասին (0-1), Mn-ի համար ցույց են տալիս, որ նմուշների 70%-ը համապատասխանում է չաղտոտված դասին (≤ 0), 20%-ը՝ չաղտոտվածից չափավոր աղտոտված դասին (0-1), իսկ 10%-ը՝ չափավոր աղտոտված է (1-2), Co-ի համար ցույց են տալիս, որ նմուշների 80%-ը համապատասխանում է չաղտոտված դասին (≤ 0), իսկ 20%-ը՝ չաղտոտվածից չափավոր աղտոտված դասին (0-1), Ni-ի համար ցույց են տալիս, որ նմուշների 70%-ը համապատասխանում է չաղտոտված դասին (≤ 0), իսկ 30%-ը՝ չաղտոտվածից չափավոր աղտոտված դասին (0-1), Cu-ի համար ցույց են տալիս, որ նմուշների 30%-ը համապատասխանում է չաղտոտվածից չափավոր աղտոտված դասին (0-1), 40%-ը՝ չափավոր աղտոտված դասին (1-2), 10%-ը՝ չափավոր աղտոտվածից խիստ աղտոտված դասին (2-3), իսկ 20%-ը՝ խիստ աղտոտված է (3-4), Zn-ի համար ցույց են տալիս, որ նմուշների 90%-ը համապատասխանում է չաղտոտված դասին (≤ 0), իսկ 10%-ը՝

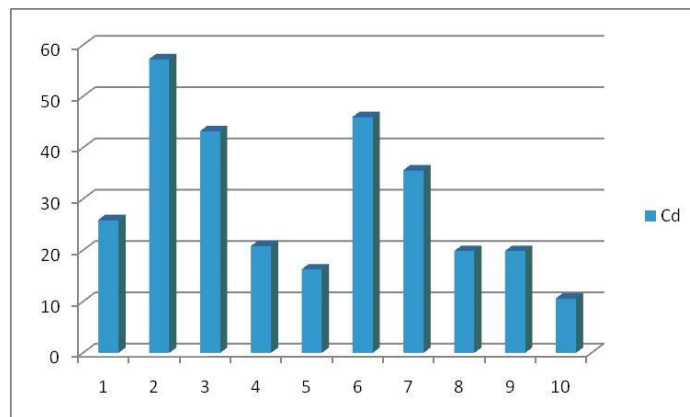
չաղտոտվածից չափավոր աղտոտված դասին (0-1), As-ի համար ցույց են տալիս, որ նմուշների 60%-ը համապատասխանում է չաղտոտված դասին (≤ 0), իսկ 40%-ը՝ չաղտոտվածից չափավոր աղտոտված դասին (0-1), Mo-ի համար ցույց են տալիս, որ նմուշների 10%-ը համապատասխանում է չաղտոտված դասին (≤ 0), 40%-ը՝ չաղտոտվածից չափավոր աղտոտված դասին (0-1), 20%-ը՝ չափավոր աղտոտվածից խիստ աղտոտված դասին (2-3), 20%-ը՝ խիստ աղտոտված է (3-4), իսկ 10%-ը խիստ աղտոտվածից շատ խիստ աղտոտված է (4-5), Pb-ի համար ցույց են տալիս, որ նմուշների 30%-ը համապատասխանում է չաղտոտված դասին (≤ 0), 40%-ը՝ չաղտոտվածից չափավոր աղտոտված դասին (0-1), 20%-ը՝ չափավոր աղտոտված է, իսկ 10%-ը՝ չափավոր աղտոտվածից խիստ աղտոտված է (2-3), Cd-ի համար ցույց են տալիս, որ նմուշների 30%-ը համապատասխանում է չաղտոտված դասին (≤ 0), 60%-ը՝ չաղտոտվածից չափավոր աղտոտված դասին (0-1), իսկ 10%-ը՝ չափավոր աղտոտվածից խիստ աղտոտված է (2-3):

Աղյուսակ 3. Կոռելյացիայի մատրից

	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Pb	Cd
V	1										
Cr	-0,350	1									
Mn	0,110	-0,164	1								
Co	0,650	0,027	0,241	1							
Ni	0,085	0,847	-0,064	0,318	1						
Cu	0,645	-0,587	-0,028	-0,010	-0,407	1					
Zn	0,292	-0,222	0,935	0,188	-0,023	0,175	1				
As	0,565	-0,295	0,551	0,061	-0,115	0,652	0,721	1			
Mo	0,699	-0,696	0,023	0,090	-0,458	0,969	0,204	0,632	1		
Pb	0,211	-0,409	0,746	-0,053	-0,409	0,466	0,809	0,746	0,419	1	
Cd	0,238	-0,108	0,850	0,161	-0,050	0,152	0,888	0,747	0,154	0,839	1



Նկ. 1. Տարբեր մետաղների Աղտոտման գործոնի (Cf) արժեքները Ագարակի պղնձամոլիբդենային կոմբինատի շրջակա տարածքներում



Նկ. 2. Աղտոտման աստիճանը (Cd) Ագարակի պղնձամոլիբդենային կոմբինատի շրջակա տարածքներում

Դիտարկված մետաղների *I-geo*-ի միջին արժեքները նվազման կարգով կազմում էին հետևյալ շարքը. $Mo (1,83) > Cu (1,75) > Pb (0,65) > Cd (0,50) > As (-0,06) > V (-0,08) > Co (-0,35) > Mn (-0,36) > Zn (-0,56) > Ni (-0,62) > Cr (-0,88)$: *I-geo*-ի հաշվարկված ոչ մի արժեք չէր գերազանցում 5-ը (այսինքն՝ շատ խիստ աղտոտված դաս), և միայն նմուշ № 2-ում Mo-ի համար որոշված մեկ արժեքն էր (4,14) համապատասխանում խիստ աղտոտվածից շատ խիստ աղտոտված դասին:

5. Աղտոտման գնահատում Զարստացման գործոնի (EF) հիման վրա

Հողերի վրա մարդածին ազդեցության գնահատման ընդունված մեթոդ է հանդիսանում մետաղների խտությունների համար միասնականացված (նորմալացված) *EF*-ի հաշվումը՝ չաղտոտված ֆոնային մակարդակների համեմատությամբ:

6. Աղտոտման գնահատում Զարստացման գործոնի (EF) հիման վրա

EF-ի հաշվումը կատարվում է՝ նվազեցնելու համար մետաղների պարունակության փոփոխականությունը, որը տեղի է ունենում հողում կավ/ավազ հարաբերակցության տատանումների ժամանակ: Այն հարմար գործիք է հանդիսանում կավի և ավազի հարաբերակցության զգալի տատանումներ ունեցող՝ մեծ աշխարհագրական տարածքների երկրաբանական միտումները պատկերելու համար: Հետազոտությունների ընթացքում պարզվել է (աղ. 5), որ հողի բոլոր նմուշներում 11 ծանր մետաղների համար *EF* արժեքների 70%-ը 2-ից փոքր է եղել, և դա բնութագրվել է որպես աղտոտման նվազագույն աստիճան, *EF* արժեքների 21%-ը համապատասխանել է աղտոտման չափավոր մակարդակին, իսկ 9 %-ը աղտոտման զգալի մակարդակին: *EF*-ի ամենաբարձր արժեքները դիտարկվել են Cu-ի, Mo-ի, Pb-ի և Cd-ի դեպքում, ինչը մեկ անգամ ևս հաստատում է այն փաստը, որ վերը նշված մետաղները հանդիսանում են ուսումնասիրված տարածքի հողերի հիմնական աղտոտիչները:

Կատարվել է Ագարակի պղնձամոլիբդենային կոմբինատի շրջակայքում ընտրված տարածքների (բաց հանք, հարստացուցիչ ֆաբրիկա, ակտիվ պոչամբար և երկու ռեկուլտիվացված պոչամբարներ) հողերի ծանր մետաղներով (V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Mo, Pb և Cd) աղտոտման գնահատումը, համեմատելով դրանք ստուգիչ տարածքի հետ:

Ուսումնասիրվող տարածքում խիստ դրական կոռելյացիա է հայտնաբերվել որոշ ծանր մետաղների միջև: Ամենաուժեղ դրական կոռելյացիան հայտնաբերվել է Cu-ի և Mo-ի միջև, ինչը աղտոտման միասնական աղբյուրի առկայության նշան է հանդիսանում և պայմանավորված է նշված ծանր մետաղների բարձր պարունակությամբ հանքաքարի մեջ: Հետքային մետաղների բախշման եղանակը հողի կտրվածքում, համաձայն *Cf*, *Cd*, *I-geo* և *EF* արժեքների, վկայում է, որ հողը բավականին աղտոտված է: Ուսումնասիրված

համարյա բոլոր տարածքներում Cu-ը, Mo-ը, Pb-ը և Cd-ը հիմնական աղտոտող ծանր մետաղներն էին: Համաձայն EF արժեքների, աղտոտումը նշված մետաղներով հողի որոշ նմուշներում գնահատվում է որպես «զգալի աղտոտում»:

Աղյուսակ 4. Ծանր մետաղներով հողերի նմուշների աղտոտվածության աստիճանը՝ համաձայն Գեոակումուլյացիայի ցուցանիշի (*I-geo*)

Նմուշի թիվը	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Pb	Cd
1	0,15	-1,48	-0,64	0,11	-1,21	1,90	-1,29	-0,58	2,79	-0,13	0,00
2	0,53	-2,70	-0,46	-0,29	-0,38	3,35	-0,21	0,74	4,14	0,94	1,00
3	0,08	-2,48	-1,39	-0,58	-2,10	3,12	-0,76	0,15	3,50	1,70	0,42
4	0,33	-0,04	0,24	0,11	0,45	0,72	-0,04	-0,17	0,68	0,32	0,74
5	-0,58	-0,53	-0,27	-0,58	-0,45	0,83	-0,64	-1,17	1,00	0,50	0,00
6	-0,01	-0,96	1,12	-0,29	-0,82	1,98	0,68	0,83	2,49	2,42	2,87
7	-0,34	-1,58	0,42	-0,48	-1,58	2,51	-0,15	0,15	3,05	1,54	0,42
8	-0,24	0,80	-0,73	-0,29	0,45	1,31	-0,86	-0,17	0,68	0,00	0,42
9	-0,29	0,62	-0,79	-0,48	0,30	1,48	-0,88	0,00	0,26	0,22	0,74
10	-0,46	-0,48	-1,11	-0,70	-0,82	0,29	-1,45	-0,36	-0,32	-1,00	-1,58

Աղյուսակ 5. Ծանր մետաղներով հողերի նմուշների աղտոտվածության աստիճանը՝ համաձայն Հարստացման գործոնի (*EF*)

Նմուշի թիվը	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Pb	Cd
1	1,39	0,45	0,80	1,34	0,54	4,67	0,51	0,83	8,65	1,14	1,25
2	1,31	0,14	0,65	0,74	0,69	9,20	0,78	1,50	15,85	1,73	1,80
3	1,28	0,22	0,46	0,81	0,28	10,48	0,72	1,34	13,70	3,93	1,61
4	1,85	1,43	1,74	1,59	2,01	2,42	1,44	1,31	2,36	1,84	2,45
5	0,92	0,96	1,14	0,92	1,01	2,45	0,89	0,61	2,76	1,96	1,38
6	1,17	0,60	2,57	0,97	0,67	4,64	1,88	2,09	6,59	6,28	8,63
7	1,01	0,43	1,71	0,92	0,43	7,9	1,15	1,42	10,58	3,73	1,71
8	1,30	2,68	0,93	1,26	2,10	3,82	0,85	1,37	2,46	1,54	2,05
9	1,39	2,61	0,98	1,22	2,09	4,73	0,92	1,70	2,04	1,98	2,83
10	1,29	1,28	0,82	1,09	1,01	2,17	0,65	1,38	1,42	0,89	0,59

Աղտոտման աստիճանի (*Cd*) բարձր արժեքները բաց հանքի շրջակայքում վերցված հողի № 2 և № 3 նմուշներում (57,27 և 43,21, համապատասխանաբար) պայմանավորված են ռելիեֆի առանձնահատկություններով, մասնավորապես՝ համեմատաբար ցածր դիրքադրությամբ ծովի մակարդակից և բամու ուղղությամբ:

Աղտոտման աստիճանի (*Cd*) բարձր արժեքը հողի № 6 նմուշում կապված է այդ կետի մոտակայքում գործող հանքաքարի աղացով: Երեք պոչամբարներից *Cd*-ի առավելագույն արժեքը դիտարկվել է Դարազամի ակտիվ պոչամբարի մոտակայքում վերցված հողանմուշներում, որը գործող պոչամբար է, և այդ պատճառով աղտոտման մակարդակը այդտեղ համեմատաբար ավելի բարձր է:

Հաշվի առնելով վերը նշվածը՝ անհրաժեշտ է իրականացնել Ագարակի պղնձամոլիբդենային կոմբինատի շրջակայքի հողերի շարունակական մոնիտորինգ, ինչպես նաև՝ մշակել հողի որակի բարելավման արդյունավետ մեթոդներ: Նշված միջոցառումները չափազանց կարևոր են այդ տարածքում էկոլոգիական հավասարակշռությունը պահպանելու համար, ինչպես նաև՝ հանրային առողջության պահպանման տեսանկյունից, քանի որ ծանր մետաղները, հողի միջոցով ընդգրկվելով սննդային շղթաների մեջ, կարող են մարդկանց մոտ բազմաթիվ հիվանդությունների պատճառ հանդիսանալ:

ԵՐԱԽՏԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ

Հետազոտությունն իրականացվել է ՀՀ ԿԳՆ գիտության պետական կոմիտեի տրամադրած ֆինանսավորմամբ՝ 15T-4C251 ծածկագրով գիտական թեմայի շրջանակներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Атлас почв Республики Армения. Глав. ред. Р.А. Эдилян, Ереван, 69 с., 1990.
2. Buat-Menard P., Cherselet R. Variable influence of the atmospheric flux on the trace metal chemistry of oceanic suspended matter. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 42, 398-411, 1979.
3. Callender E. Heavy metals in the environment - historical trends. In: Lollar B.S., (ed) Treatise on Geochemistry, Environmental Geochemistry, US Geological Survey, Westerly, RI, USA, 67-105, 2004.
4. Dudka S., Adriano D.C. Environmental impacts of metal ore mining and processing: a review. *J. Environ. Qual.*, 26, 590-602, 1997.
5. Ghazaryan K.A., Gevorgyan G.A., Movsesyan H.S., Ghazaryan N.P., Grigoryan K.V. The evaluation of heavy metal pollution degree in the soils around the Zangezur Copper and Molybdenum Combine. *International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering*, 9, 5, 11-16, 2015.
6. Ghazaryan K.A., Movsesyan H.S., Ghazaryan N.P., Gevorgyan G.A., Grigoryan K.V. Soil pollution level of ecologically vulnerable areas around Kajaran town and ways of their improvement. *Chem. J. of Mold.*, 9, 2, 52-57, 2014.
7. Gomes M.E.P., Favas P.J.C. Mineralogical controls on mine drainage of the abandoned Ervedosa tin mine in north-eastern Portugal. *Appl. Geoch.*, 21, 1322-1334, 2006.
8. Håkanson L. An ecological risk index for aquatic pollution control - a sedimentological approach. *Water Res.*, 14, 975-1001, 1980.
9. Kabata-Pendias A., Sadurski W. Trace elements and compounds in soil. In: Merian E., Anke M., Ihnat M., Stoeppler M. (eds) Elements and their compounds in the environment. Occurrence, analysis and biological relevance, v. 1: General aspects. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 79, 2004.
10. Kachenko A.G., Singh B. Heavy metals contamination in vegetables grown in urban and metal smelter contaminated sites in Australia. *Water Air Soil Pollut.*, 169, 101-123, 2006.
11. Krishna A.K., Govil P.K. Heavy metal contamination of soil around Pali Industrial Area, Rajasthan, India. *Environ. Geol.*, 47, 38-44, 2004.
12. Krishna A.K., Govil P.K. Heavy metal distribution and contamination in soils of Thane Belapur industrial development area, Mumbai, Western India. *Environ. Geol.*, 47, 1054-1061, 2005.
13. Krishna K., Mohan K.R., Murthy N., Periasamy V., Bipinkumar G., Manohar K., Rao S.S. Assessment of heavy metal contamination in soils around chromite mining areas, Nuggihalli, Karnataka, India. *Environ. Earth Sci.*, 70, 2, 699-708, 2013.
14. Krzysztof L., Wiechula D., Kornis I. Metal contamination of farming soils affected by industry. *Environ. Int.*, 30, 159-165, 2003.
15. Lee C.H. Assessment of contamination load on water, soil and sediment affected by the Kongjujeil mine drainage, Republic of Korea. *Environ. Geol.*, 44, 501-515, 2003.
16. Li M.S., Luo Y.P., Su Z.Y. Heavy metal concentrations in soils and plant accumulation in a restored manganese mineland in Guangxi, South China. *Environ. Pollut.*, 147, 168-175, 2007.
17. Moreno T., Oldroyd A., McDonald I., Gibbons W. Preferential fractionation of trace metals-metalloids into PM 10 resuspended from contaminated gold mine tailings at Rodalquilar, Spain. *Water Air Soil Pollut.*, 179, 93-105, 2007.
18. Muller G. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. *Geol. J.*, 2, 3, 108-118, 1969.

19. Navarro A., Collado D., Carbonell M., Sanchez J.A. Impact of mining activities on soils in a semi-arid environment: Sierra Almagrera district, SE Spain. *Environ. Geochem. Health*, 26, 383-393, 2004.
20. Reimann C., De Caritat P. Intrinsic flaws of element enrichment factors (EF's) in environmental geochemistry. *Environ. Sci. Technol.*, 34, 5084-5091, 2000.
21. Samarghandi M.R., Nouri J., Mesdaghinia A.R., Mahvi A.H., Nasser S., Vaezi F. Efficiency removal of phenol, lead and cadmium by means of UV/TiO₂/H₂O₂ processes. *Int J Environ Sci Te*, 4, 1, 19-25, 2007.
22. Selim H.M., Sparks D.L. (eds) Heavy metals release in soils. Boca Raton, CRC Press LLC, 265 pp., 2001.
23. Selinus O., Alloway B., Centeno J.A., Finkelman R.B., Fuge R., Lindh U., Smelday P. (eds) Essentials of medical geology: impacts of the natural environment on public health. Amsterdam, Elsevier Academic Press, 793, 2005.
24. Sun Y., Xie Z., Li J., Xu J., Chen Z., Naidu R. Assessment of toxicity of heavy metal contaminated soils by the toxicity characteristic leaching procedure. *Environ. Geochem. Health*, 28, 73-78, 2006.
25. USEPA United States Environmental Protection Agency. Method 3050B: Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils, and Oils. SW-846., Washington D.C., 1996.
26. Wang X.S., Qin Y. Accumulation and sources of heavy metals in urban topsoils: a case study from the city of Xuzhou, China. *Environ. Geol.*, 48, 101-107, 2005.

Ստացվել է 07.09.2016



Biolog. Journal of Armenia, 4 (68), 2016

THE UTILITY OF SUFFICIENTLY INFORMATIVE PROTEIN MULTIPLE SEQUENCE ALIGNMENT FOR CANCER RISK ASSESSMENT OF BRCA2 MISSENSE SUBSTITUTIONS

D.T. BABIKYAN

Center of Medical Genetics and Primary Health Care, Yerevan, Armenia
davidbio@yahoo.com

Although the breast cancer risk, that is specific to BRCA1 and BRCA2 genes, is similar one to another, the analysis of missense substitutions has focused mainly on BRCA1. However, more than 40% of BRCA2 full-sequence tests in which a reportable DNA sequence variant is found present unclassified missense variants. The results of this study present amino acid sequence conservation across BRCA2 protein using protein multiple sequence alignment of 12 BRCA2 orthologs capturing enough evolutionary time to predict the role of unclassified missense variants of BRCA2 gene on BRCA2 protein function by means of bioinformatics analysis.

Missense substitutions – BRCA2 gene – protein multiple sequence alignment

Չնայած BRCA1 և BRCA2 գեներին ընդհանուր է կրծքագեղձի բաղկացված կառուցվածքային նման գենետիկական ռիսկ, հիմնականում ուսումնասիրվել են BRCA1 գենի միսսենս տեղակալումները: Այնուամենայնիվ, գենետիկական թեստերի միջոցով հայտնաբերված BRCA2 գենի ամբողջ հաջորդականության փոփոխությունների 40% իրենցից ներկայացնում են չդասակարգված միսսենս տարբերակներ: Այս հետազոտության արդյունքները ցույց են տալիս BRCA2 սպիտակուցի ամինաթթվային հաջորդականության կոնսերվացիան՝ 12 BRCA2 օրթոլոգ սպիտակուցների բազմակի հաջորդականությունների համադրման կիրառմամբ: Վերջինը ընդգրկում է բավարար էվոլյուցիոն ժամանակահատված՝ BRCA2 սպիտակուցի ֆունկցիայի վրա BRCA2 գենում չդասակարգված միսսենս տարբերակների դերի կանխորոշման համար՝ կենսաինֆորմատիկ վերլուծության միջոցով:

Միսսենս տեղակալումներ – BRCA2 գեն – սպիտակուցների բազմակի հաջորդականությունների համադրում

Мутации генов BRCA1 и BRCA2 способствуют повышенному риску развития рака молочной железы. Поиск миссенс-мутаций был сосредоточен главным образом на гене BRCA1. Тем не менее, при секвенировании последовательностей гена BRCA2 выявлено более 40% неклассифицированных миссенс-вариантов. В данном исследовании использованы методы выравнивания последовательностей 12 ортологов белка BRCA2 с использованием биоинформатического метода. Полученные результаты свидетельствуют о стабильности аминокислотной последовательности белка BRCA2 на протяжении длительного эволюционного периода, достаточного для прогнозирования влияния неклассифицированных миссенс-вариантов гена BRCA2 на функции белка BRCA2.

Миссенс-замены – ген BRCA2 – множественные выравнивания белковых последовательностей

Since identification of BRCA1 and BRCA genes, extensive research has been carried out to elucidate their function in breast and ovarian cancer. BRCA1 and BRCA2 are both tumor suppressor genes involved in the signaling and repair of DNA. To date, more than 1000 and 500 deleterious mutations have been found in BRCA1 and BRCA2, respectively. Mutations in either gene lead to a compromise of DNA repair [14], resulting in DNA replication errors. In the current working model, this extra mutational load ultimately leads to the development of breast or ovarian cancer [2].

Classifying missense variants is difficult because genetic testing is performed on small families or isolated individuals in the contrary to large pedigrees. This makes it difficult to use segregation analyses to classify. In addition, most of the unclassified substitutions are too rare for standard genetic and/or epidemiological analyses. As opposed to the linkage analysis, the sequence analysis of BRCA2 from a diverse set of organisms allows identify positions within the alignments that are functionally constrained or not-constrained. Sequence analysis/bioinformatics is a frequency-independent way for the observed substitutions to be initially put in sets that are enriched for neutral substitutions or deleterious substitutions using quantitative measures of amino-acid physical-chemical similarity [1].

Thus, creation of “a sufficiently informative” protein multiple sequence alignment (PMSA) capturing a combined evolutionary time (cladogram path length) of at least 2,000 million years is a prerequisite for such an analysis.

Materials and methods. Creation of BRCA2 PMSA: The BRCA2 PMSA was constructed from existing full length sequences of 6 mammals (human, U43746; chimpanzee XP_509619; monkey XP_001118184; rat, AAB71378; dog, NP_001006654; cow, XP_583622), chicken (AAL89470), green spotted pufferfish (EF564374) and fugu pufferfish. Alignment was prepared using the M-Coffee server (<http://www.tcoffee.org/Projects/mcoffee/index.html>), which rather than computing a multiple sequence alignment on its own, it uses other packages to compute the alignments. Using Malign_id_pair, Mslow_pair, Mmuscle_msa, Mclustalw_msa and Mt_coffee_msa methods, the server then used T-Coffee method to combine all these alignments into one unique final alignment. The initial PMSA was then re-aligned using the Genetic Database Environment program (version MacGDE 2.4), resulting in the alignment used for the analyses presented here.

Assembling BRCA2 Sequence from the Genomic Sequences: Three new sequences - opossum (*Monodelphis domestica*), frog (*Xenopus tropicalis*) and sea urchin (*Strongylocentrotus purpuratus*) BRCA2 were also targeted for addition to the PMSA. For these, a combination of tBLASTn (The National Center for Biotechnology Information) and splice junction prediction was used to build initial gene models from the available genomic sequences. First, the ortholog protein of more diverged organism was subjected to BLAST and gene orthologs were predicted. Genes were referred to as unique if they do not satisfy the criteria of bi-directional best hits. Such a unique gene prediction of a given organism was then searched against the genome of the other model organism to exclude any missing prediction because of the limitation of the tBLASTn program. Only when a unique gene and no other match were detected then the gene ortholog was considered as unique and was taken into the PMSA.

Molecular genetic confirmation of low confidence segments: The parts of three gene models with low rate of conservation were PCR-amplified from initially synthesized cDNAs and sequenced by using the same primer sets and Dye-terminator sequencing reactions (BigDye Terminator, version 3.1, LifeTechnologies). Sequencing reaction products were then run on a 96-capillary Spectrumedix Sequencer (Transgenomics) in accordance with the manufacturer's recommendations.

Analysis of sequence invariance in the alignment: Three statistical models were considered for calculating, from the PMSA, the number of positions in the alignment where human BRCA2 has a residue that remain invariant due to common ancestry and strong sequence conservation as against those that are invariant due to common ancestry even though the position is probably under weak functional constraint. In the Model 1, probability of missense substitutions

does not depend on position in the sequence. In the Model 2, the alignment is treated as if it consisted of two groups positions – invariant and variable positions. In the Model 3, the alignment is treated as if it consisted of two groups positions – slowly and rapidly substituting positions. All three models follow and the expected number of invariant positions for all three models was calculated as explained in the Fitch's development of the covarion hypothesis [3, 5, 6].

Results and Discussion. The contribution and significance of germline BRCA1&2 mutations to breast cancer, both in high-risk patients and in the general population, is still incomplete and remains unclear. In cases of clearly deleterious mutations (frameshift, nonsense and splice junction mutations, large gene rearrangements), the test results are of precious importance for subsequent clinical implication. However, missense substitutions observed in these genes are a difficult challenge as their classification as neutral variants or deleterious mutations presents a serious obstacle for medical genetics. The most successful approaches used to date combine cross-species sequence comparison of the gene of interest with analysis of the physical characteristics of wild-type and mutant amino acids. The amino acid sequence of BRCA2 is poorly conserved across mammalian species. For example, the sequence identity of human BRCA2 with mouse Brca2 is 59% [13]. This is far below the average (>80% identity) for human/mouse gene comparisons. Only the C-terminal DNA binding domain (DBD) and BRC repeats in the central portion of BRCA2 are also somewhat well-conserved [4].

Therefore, the accurate assessment of unclassified and rare missense variations identified across the BRCA2 gene would require creation of a sufficiently informative PMSA of BRCA2 which is the central aim of this study.

Orthologs are genes in different species that evolved from a common ancestral gene by speciation. Normally, orthologs retain the same function in the course of evolution. Given the availability of complete genome sequences from related organisms, the BRCA2 PMSA was constructed from 6 mammalian (human, chimpanzee, monkey, rat, dog, and cow), chicken, green spotted and fugu pufferfish full length sequences. However, identification of new orthologs is critical for the construction of the PMSA of sufficient size for classification of missense variations. Therefore, the PMSA has to sample enough sequences at sufficient evolutionary remove from each other ("alignment depth") to contribute missense substitutions analysis with reasonable sensitivity and specificity.

For this reason, three model organisms – *Monodelphis domestica*, *Xenopus tropicalis*, and Sea urchin with recently available genome sequences were included in the developing BRCA2 PMSA. Opossums are the closest phylogenetic relatives of placental mammals. Marsupial genomes are approximately the same size as other mammalian genomes. The *Monodelphis domestica* is becoming an increasingly important model organism for comparative genomic research. *X. tropicalis* is an important model amphibian organism for the study of developmental genetics and vertebrate biology which genome contains some gene segments well conserved from human to frog and beyond. Sea urchin is a member of the Echinoids, invertebrate marine animals which are useful in evolutionary studies as non-chordate deuterostomes. Regions of synteny between sea urchins and mammals have been identified, and they are more closely related to humans and other chordates than flies or nematodes.

An approach of BLAST analysis with sequence conservation providing important clues for predicting gene structure was applied to achieve high quality gene prediction for these three newly-sequenced species. The predicted sequences are exon by exon predictions of BRCA2 gene which span only one sequence contig and are consequently predicted by a single gene model. Because of the high variability of BRCA2 orthologs, some predicted exons had wrong splice junctions or were missing from the predictions. Furthermore, it was not observed one-to-one correspondence of human BRCA2 with the

REFERENCES

1. Abkevich V., Zharkikh A., Deffenbaugh A.M., Frank D., Chen Y., Shattuck D., Skolnick M.H., Gutin A., Tavtigian S.V. Analysis of missense variation in human BRCA1 in the context of interspecific sequence variation. *J. Med. Genet.*, 41, 7, 492-507, 2004.
2. Antoniou A., Pharoah P.D., Narod S., Risch H.A., Eyfjord J.E., Hopper J.L., Loman N., Olsson H., Johannsson O., Borg A., Pasini B., Radice P., Manoukian S., Eccles D.M., Tang N., Olah E., Anton-Culver H., Warner E., Lubinski J., Gronwald J., Gorski B., Tulinius H., Thorlacius S., Eerola H., Nevanlinna H., Syrjäkoski K., Kallioniemi O.P., Thompson D., Evans C., Peto J., Lalloo F., Evans D.G., Easton D.F. Average risks of breast and ovarian cancer associated with BRCA1 or BRCA2 mutations detected in case Series unselected for family history: a combined analysis of 22 studies. *Am J Hum Genet.*, 72, 5, 1117-30, 2003.
3. Fitch W.M., Markowitz E. An improved method for determining codon variability in a gene and its application to the rate of fixation of mutations in evolution. *Biochem Genet.* 4, 579-93, 1970.
4. Jasin M. Homologous repair of DNA damage and tumorigenesis: the BRCA connection. *Oncogene*, 58, 16, 21, 8981-93, 2002.
5. Markowitz E. Estimation and testing goodness-of-fit for some models of codon fixation variability. *Biochem. Genet.*, 4, 595-601, 1970.
6. Miyamoto M.M., Fitch W.M. Testing the covarion hypothesis of molecular evolution. *Mol. Biol. Evol.*, 12, 503-13, 1995.
7. Tavtigian S.V., Babikyan D., Monnier S., Voegelé C. BRCA2 (*Strongylocentrotus purpuratus*), GenBank: ABP57025.2, 2007.
8. Tavtigian S.V., Babikyan D., Monnier S., Voegelé C. *Strongylocentrotus purpuratus* BRCA2 (*brca2*) mRNA, partial coding sequence, GenBank: EF523433.2, 2007.
9. Tavtigian S.V., Babikyan D., Voegelé C. BRCA2 (*Xenopus (Silurana) tropicalis*), GenBank: ABP48763.1, 2007.
10. Tavtigian S.V., Babikyan D., Voegelé C. *Xenopus tropicalis* BRCA2 (*brca2*) mRNA, partial coding sequence, GenBank: EF508681.1, 2007.
11. Tavtigian S.V., Babikyan D., Voegelé C., Samollow P.B. BRCA2 (*Monodelphis domestica*), GenBank: ABP48762.1, 2007.
12. Tavtigian S.V., Babikyan D., Voegelé C., Samollow P.B. *Monodelphis domestica* BRCA2 (*brca2*) mRNA, partial coding sequence, GenBank: EF508680.1, 2007.
13. Warren M., Smith A., Partridge N., Masabanda J., Griffin D., Ashworth A. Structural analysis of the chicken BRCA2 gene facilitates identification of functional domains and disease causing mutations. *Hum Mol Genet.*, 71, 11, 841-51, 2002.
14. Welcsh P.L., King M.C. BRCA1 and BRCA2 and the genetics of breast and ovarian cancer. *Hum Mol Genet.*, 7, 10, 705-13, 2001.

Received on 08.09.2016



Биолог. журн. Армении, 4 (68), 2016

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ СВЯЗЫВАНИЯ ЛИГАНДОВ С АТ- И GC- ПАР ОСНОВАНИЙ ПРИ ПОМОЩИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ КРИВОЙ ПЛАВЛЕНИЯ ДНК

М.А. ТОРОСЯН

Национальный университет архитектуры и строительства Армении
megi.torosyan@mail.ru

Предложен новый метод для выяснения избирательности взаимодействия лигандов с АТ- и GC- нуклеотидными парами ДНК. Рассматривается влияние исследуемого лиганда на термостабильность определенных с различным GC-содержанием блоков одной и той же гетерогенной ДНК. Предложенным способом исследовано взаимодействие мультимодального лиганда митоксантрона (MTX) на нуклеотидные пары ДНК. Показано, что характер взаимодействия MTX с АТ- и GC- парами зависит от относительной концентрации лиганда, причем с увеличением концентрации лиганда наблюдается сильное отклонение термостабильности GC- богатых участков от линейности.

ДНК- дифференциальная кривая плавления – митоксантрон – температура плавления

Առաջարկվել է նոր մեթոդ ԴՆԹ-ի АТ և GC զույգ հիմքերի հետ լիգանդների փոխազդեցության ընտրողականության պարզաբանման համար: Ի տարբերություն արդեն գոյություն ունեցող եղանակների, առաջարկված մեթոդում ընտրողականությունը պարզաբանվում է ուսումնասիրելով միևնույն հետերոգեն ԴՆԹ-ի տարբեր GC պարունակությամբ տեղամասերը: Այս մեթոդով ուսումնասիրվել է բազմաբևույթ լիգանդի՝ միտոքսանտրոնի (MTX) փոխազդեցությունը ԴՆԹ-ի նուկլեոտիդային զույգերի հետ: Ցույց է տրված, որ նուկլեոտիդային զույգերի հետ MTX-ի փոխազդեցության բնույթը կախված է լիգանդի հարաբերական կոնցենտրացիայի աճի հետ, ընդ որում GC հարուստ տեղամասերի ջերմակայության աճը ոչ գծային է:

ԴՆԹ-հալման դիֆերենցիալ կոր – միտոքսանտրոն – հալման ջերմաստիճան

A new method for determination of the affinity of the ligands with AT- and GC- nucleotide pairs of DNA is suggested. The effect of the testing ligand to the different GC- content blocks of the same heterogen DNA is considered. It is shown that the nature of the mitoxantron(MTX) interaction with AT- and GC- pairs depends on the relative concentrations of the ligand and significant non linear increases of the thermal stability of GC- rich regions are registered.

DNA-the differential melting curve – mitoxantron – melting point

Одним из путей обнаружения особенностей взаимодействия лигандов с нуклеотидными парами является исследование влияния данного лиганда на ДНК из различных источников с определенными последовательностями с различными GC- содержаниями. В ряде случаев выявляются характерные отличия, которые могут быть незначительными и, чтобы избежать систематических ошибок, нужно рассматривать влияние исследуемого лиганда на определенные с различным GC-содержанием участки одной и той же ДНК.

Противоопухолевой препарат митоксантрон (МТХ) с успехом применяется в химиотерапии опухолей [12,6]. Однако до настоящего времени многие вопросы, связанные с механизмами и избирательностью взаимодействия с ДНК, остаются не выясненными. В работах [8,5] было показано, что при связывании МТХ с нуклеотидными парами ДНК избирательность почти не наблюдается, хотя в литературе существуют экспериментальные данные, где показано, что взаимодействие с синтетическими полинуклеотидами, содержащими только АТ-пары, слабее, чем с GC-последовательностями [4-7]. Известно, что при слабо проявленной особенности способности взаимодействия с АТ и GC-парами общепринятый способ исследования избирательности связывания иногда приводит к некорректным результатам. В данной работе на примере МТХ предлагается новый способ исследования избирательности связывания лигандов с нуклеотидными парами на примере плавления комплексов МТХ только с одним гетерогенным ДНК тимуса теленка.

Материал и методика. Использовали ДНК тимуса теленка (Sigma) с коэффициентом экстинкции ε_{260} (P)=6550 M⁻¹см⁻¹. Все образцы ДНК изучали в цитратно-солевом растворе 0.1SSC (1 SSC =0.15M Na Cl+0.015M цитрат Na), pH=7.3, [Na⁺]=0.0195M. Концентрацию МТХ определяли спектрофотометрически, учитывая, что в мономерном состоянии его коэффициент экстинкции составляет ε_{659} =25900 M⁻¹см⁻¹[8].

Спектры поглощения и кривые плавления ДНК получали на спектрофотометре Unicam SP 8-100 (Англия). Плавление ДНК осуществлялось при непрерывном нагреве растворов со скоростью ~0,25град/мин. Измерения повторялись 5-6 раз, с последующим усреднением. Точность определения температуры $\pm 0,05^\circ\text{C}$, а оптической плотности— 10^{-4} оптических единиц.

Предлагаемый метод значительно информативный и позволяет с большой достоверностью обнаружить специфичность связывания взаимодействия мультимодального лиганда МТХ с гетерогенной ДНК тимуса теленка. Анализ полученных данных позволяет заключить, что метод довольно универсальный и его можно применять для обнаружения специфичности взаимодействия других мультимодальных лигандов с гетерогенной ДНК.

Дифференциальные кривые плавления (ДКП) были получены путем численного дифференцирования нормированных кривых плавления по специальной программе. Программа предназначена для получения сглаженной нормированной кривой плавления и ее первой производной при трех режимах сглаживания. О достоверности полученных ДКП ДНК можно судить, сравнивая полученные в настоящей работе ДКП с уже полученными другими способами [10].

Результаты и обсуждение. ДНК большинства из высших организмов состоят из блоков, последовательность пар нуклеотидов которых близка к случайной [3]. Как правило, их кривые плавления ступенчатые, однако в большинстве случаев, они (ступеньки) на опыте трудно различимы. Это объясняется тем, что блоков со случайными последовательностями довольно много, а GC-содержание таких блоков довольно близко. Обычно в этих случаях производится дифференцирование кривых плавления по температуре. По положению максимумов на ДНК определяется среднее GC-содержание данного участка (набора блоков) ДНК. Наиболее достоверную информацию о нуклеотидном составе ДНК дает метод разложения ДКП на гауссовы составляющие [1].

На рис. 1 приведена ДКП ДНК тимуса теленка и ее разложения на 5 гауссовых составляющих. Известно, что каждую гауссовую составляющую можно представить как определенный участок ДНК с некоторым средним GC-содержанием (см. например [11]). Поэтому, изучая поведение этих участков под действием МТХ, на основе полученных данных можно судить об избирательности связывания этого лиганда и с GC-пар основаниями ДНК. Вследствие большого перекрыва-

ния местоположение максимумов первых двух гауссовых составляющих по температурной шкале (T_m) не определяется однозначно, и поэтому даже незначительное изменение положения ДКП (в пределах ошибки эксперимента) приводит к разложению с максимумами уже при других температурах.

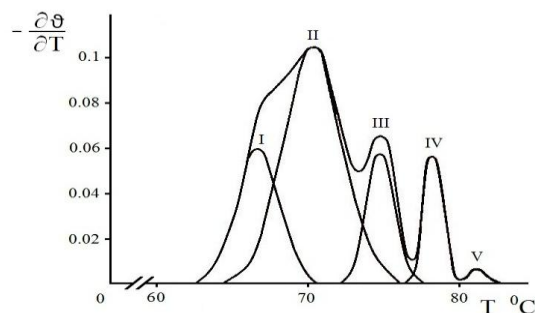


Рис. 1. Дифференциальная кривая плавления ДНК тимуса теленка у ее разложения на 5 гауссовых составляющих.

Четко разделяющиеся третья, четвертая и пятая составляющие можно использовать как участок с квазислучайным распределением нуклеотидных пар с некоторым средним GC-содержанием. Используя формулу (1), зная температуру плавления (T_m) составляющих, можно найти среднее GC-содержание данного участка ДНК [10]

$$T_m = 82,1 + \bar{X} (40 - 14 \lg[Na^+]) + 17,3 \lg[Na^+] \quad (1)$$

где $\bar{X}$ - для GC-содержание участка с температурой плавления T_m .

Расчеты показывают, что для третьей, четвертой и пятой пиков среднее GC-содержание равно соответственно $\bar{X}_3 = 0,5$, $\bar{X}_4 = 0,58$ и $\bar{X}_5 = 0,66$.

Метод разложения ДКП ДНК используется для выяснения влияния противоопухолевого препарата МТХ на АТ и GC-содержание нуклеотидных пар ДНК. Известно, что МТХ является полуинтеркаляционным соединением. Возможно также внешнее связывание образования стопкообразных структур молекул МТХ вдоль цепи ДНК [4,2]. При таком связывании термостабильность ДНК увеличивается [5,2].

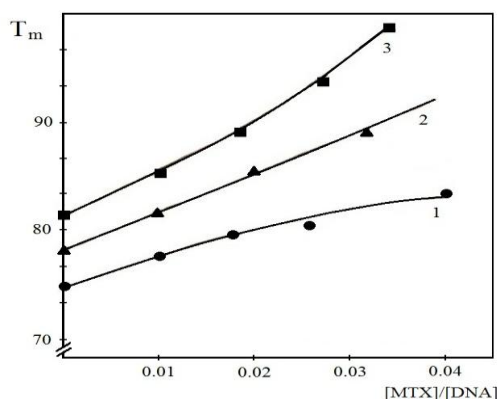


Рис. 2. Зависимость температуры плавления третьей (1), четвертой (2) и пятой (3) составляющих ДКП ДНК от относительной концентрации МТХ.

На рис. 2 показана зависимость T_m исследуемых составляющих от относительной концентрации МТХ $\left(\frac{[MTX]}{[DNK]}\right)$. Как следует из рис. 2, с увеличением концентрации МТХ T_m увеличивается. Увеличение T_m гораздо сильнее для GC-богатых блоков. Следовательно, МТХ избирательно влияет на термостабильность АТ- и GC- нуклеотидных пар. Из рис. 2 следует, что наклон кривой T_m от $\left(\frac{[MTX]}{[DNK]}\right)$ сильно зависит от GC-содержания, причем с увеличением GC-содержания

увеличивается тангенс угла наклона. Вероятнее всего, это обусловлено тем, что в зависимости от концентрации лиганда механизмы взаимодействия МТХ с АТ- и GC-парами резко отличаются друг от друга [4,7].

Таким образом, обобщая вышеприведённые экспериментальные данные и сравнивая их с литературными данными [8-7], можно заключить, что предложенный подход имеет определённые преимущества по сравнению с другими методами, так как не требует проведения экспериментов с ДНК с разными GC-содержаниями, и избирательность взаимодействия лигандов с АТ- и GC-нуклеотидными парами можно выявить непосредственно с прямого эксперимента на гетерогенной ДНК.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ахрем А.А., Асланян В.М., Бабаян Ю.С., Ландо Д.Ю.* О причинах несоответствия характеристик первичной структуры ДНК, определенных из кривых плавления и химическими методами, Докл. АН БССР, 24, 3, сс 264-267, 1980.
2. *Бабаян Ю.С., Манзини Дж.* Взаимодействие противоопухолевого соединения митоксантрона с двуспиральными нуклеиновыми кислотами, Мол. биология, 24, 4, сс. 1084-1094, 1990.
3. *Пшугалий А.В., Франк-Каменецкий М.Д., Лазуркин Ю.С.* Блочная гетерогенность ДНК из тимуса теленка и *E. coli*, Мол. биология, 5, 5, сс. 766-771, 1971.
4. *Awashi P., Dodra S., Barthwal R.* Multispectroscopic methods reveal different modes of interaction of anti cancer drug mitoxantrone with poly (dG-dC), poly(dG-dC) and poly(dA-dT), J. Photochem. Photobiol. B. Biology, 127, pp. 78-87, 2013.
5. *Bhattacharyya J., Basu A., Kuma G.S.* Intercalative interaction of anticancer drug mitoxantrone with double stranded DNA. A calorimetric characterization of the energetics, J. Chem. Thermodynamics, 75, 8, pp. 45-51, 2014.
6. *Carnbleet M.A., Stuart-Harris R.C., Smith I.E., et al.* Mitoxsantrone for the treatment of advance breast cancer: single-agent therapy in previously untreated patients. Eur J. Cancer Oncol., 20, pp. 1141-1146, 1984.
7. *Dogra S., Awashti P., Tripattis S., Pradeep T. P., Nair M.S., Barthwal R.* NMR-based structure of anticancer drug mitoxantrone stacked with terminal base pair of DNA hexamer sequenece d-(ATCGAT)₂, J. Biomol. Struct. Dyn., 32, 7, pp. 1164-1183, 2014.
8. *Kapuscinski J., Darzynkiewicz Z.* Interaction of antitumor agent ametontrone and mitoxantrone with doudle-standed DNA. Biochem. Pharmacology, 34, 24,pp. 4203-4213, 1985.
9. *Lazurkin E.N., Frank-Kamenetskii M.d., Trifonov E.N.* Melting of DNA: its study and application as a research method, Biopolymers, 9, 10, pp. 1253-1306, 1970.
10. *Pavlov V.M., Lyubchenko Yu.L.* A new method for recording DNA differential melting curves, Biopolymers, 17, 3, pp. 795-798, 1978.
11. *Varadwaj P., Misra K., Sharma A., Kumar R.* Mitoxantrone an agent with promises for anticancer therapies. Electronic J. Biology, 6, 2, pp. 36-42, 2010.

Поступила 14.09.2016



Biol. Journal of Armenia, 4 (68), 2016

GLUCOSE CONCENTRATION DEPENDENT ATP-ASE ACTIVITY IN *ESCHERICHIA COLI* DURING FERMENTATION AND THE ROLE OF HYDROGENASE 4

S.S. BLBULYAN

YSU, Department of Biochemistry, Microbiology and Biotechnology,
sblbulyan@ysu.am

The dependence of *E. coli* BW25113 wild type's and JRG3621 (*hyfB-R*) mutant's membrane vesicles ATPase activity on glucose concentration and cooperation of F_0F_1 -ATPase with Hyd-4 (*hyf*) under different conditions were studied. Different values of the *N,N'*-dicyclohexylcarbodiimide (DCCD)-sensitive ATPase activity were observed upon 0.2% and 0.8 % glucose fermentation conditions. These values depended on pH and K^+ content in the assay medium. DCCD-sensitive ATPase activity of 0.2 % glucose fermented *hyfB-R* mutant was lower 1.5-fold compared to wild type in K^+ -free medium, and slightly increased by 100 mM K^+ . The wild type demonstrated lower ATPase activity in both case, in K^+ -free and in K^+ -present media at pH 6.5, respectively ~1.5 and ~2-fold under 0.2% glucose fermentation, compared with pH 7.5. Unlike 0.2 % glucose fermentation, K^+ had suppressed effect on wild type's ATPase activity upon 0.8 % glucose fermentation at pH 6.5, whereas *hyfB-R* showed K^+ stimulated ATPase activity at the same conditions. The results pointed out the F_0F_1 -ATPase's interaction with Hyd-4 and K^+ uptake systems upon 0.2% glucose fermentation at pH 7.5 which is important for understanding the role of F_0F_1 and Hyd-4 under fermentation.

F₀F₁-ATPase – membrane proteins – hydrogenases – Hyd-4 – glucose fermentation – Escherichia coli

Ուսումնասիրվել է *E.coli*-ի BW25113 վայրի տիպի և JRG3621 (*hyfB-R*) մուտանտ շտամի թաղանթային բշտիկների ԱԵՖ-ազային ակտիվության կախվածությունը գլյուկոզի կոնցենտրացիայից և F_0F_1 -ԱԵՖ-ազի ու Յիդ-4-ի փոխազդեցությունը խմորման տարբեր պայմաններում: 0.2 % և 0.8 % գլյուկոզի խմորման պայմաններում *N,N'*-դիցլոկոհեքսիլկարբոդիիմիդ (ԴՅԿԴ)-զգայուն ԱԵՖ-ազային ակտիվությունը՝ կախված ռեակցիոն միջավայրի pH-ից և K^+ -ի պարունակությունից տարբեր է: 0.2 % գլյուկոզի խմորման պայմաններում (K^+ -ից զուրկ միջավայրում) *E.coli*-ի *hyfB-R* մուտանտի ԴՅԿԴ-զգայուն ԱԵՖ-ազային ակտիվությունը՝ համեմատած վայրի տիպին՝ ցածր է 1.5 անգամ, և քիչ խթանված 100 մՄ K^+ -ի ներկայությամբ: Վայրի տիպի ԱԵՖ-ազային ակտիվությունը pH 6.5-ի դեպքում՝ համեմատած pH 7.5-ի՝ ցածր է, ինչպես K^+ -ից զուրկ, այնպես էլ K^+ -պարունակող միջավայրերում, համապատասխանաբար ~1.5 և ~2 անգամ: 0.8 % գլյուկոզի խմորման դեպքում (pH 6.5) վայրի տիպի ԱԵՖ-ազային ակտիվությունը ընկճվել է K^+ -ի ներկայությամբ, մինչդեռ նույն պայմաններում *hyfB-R* մուտանտում դիտվել է K^+ -խթանված ԱԵՖ-ազային ակտիվություն: Այս տվյալները ցույց են տալիս 0.2 % գլյուկոզի խմորման պայմաններում pH 7.5 արժեքի դեպքում F_0F_1 -ԱԵՖ-ազի և Յիդ-4-ի, ինչպես նաև K^+ կլանող համակարգերի փոխազդեցությունը, որն էլ կարևոր է խմորման պայմաններում F_0F_1 -ի և Յիդ-4-ի դերը հասկանալու համար:

F₀F₁- ԱԵՖ-ազ – թաղանթային սպիտակուցներ – հիդրոգենազներ – Յիդ-4 – գլյուկոզի խմորում – Escherichia coli

Исследованы АТФ-азная активность мембранных везикул *E. coli* BW25113 дикого типа и мутанта JRG3621 (*hyfB-R*) в зависимости от концентрации глюкозы, и взаимодействия F_0F_1 -АТФ-азы с Гид-4 при различных условиях среды. Мембранные везикулы *E. coli* проявляли разную *N,N'*-дициклогексилкарбодимид (ДЦКД)-чувствительную АТФ-азную активность при сбраживании 0.2 % и 0.8 % глюкозы. АТФазная активность зависела от pH и наличия K^+ в реакционной среде. ДЦКД-чувствительная АТФ-азная активность *hyfB-R* мутанта при сбраживании 0.2 % глюкозы понижалась в 1.5 раза по сравнению с диким типом в отсутствие K^+ и возрастала в присутствии 100 мМ K^+ . Дикий тип демонстрировал более низкую АТФ-азную активность в ~1.5 раза при pH 6.5, по сравнению с pH 7.5 (~2 раз), как в присутствии K^+ , так и при отсутствии данного иона. При сбраживании 0.8 % глюкозы (pH 6.5) K^+ подавлял АТФ-азную активность дикого типа, в отличие от 0.2 % глюкозы, а при тех же условиях *hyfB-R* показывал K^+ -индуцированную АТФ-азную активность. Полученные результаты свидетельствуют о взаимодействиях F_0F_1 -АТФ-азы с Гид-4 и с системами поглощения K^+ при сбраживании 0.2 % глюкозы при pH 7.5, что имеет важное значение для выявления роли F_0F_1 и Гид-4 при условиях брожения.

F₀F₁-АТФ-аза – мембранные белки – гидрогеназы – Гид-4 – брожение глюкозы – Escherichia coli

Escherichia coli has capacity to anaerobically ferment different carbon sources, such as glucose, glycerol, producing molecular hydrogen (H_2); the latter is considered an effective, ecologically clean and renewable energy source [13]. The genome of *E. coli* encodes four membrane-associated enzymes – [Ni-Fe]-hydrogenases (Hyd) [7, 15], two of which-Hyd-1(*hya*) and Hyd-2 (*hyb*) depend on carbon source and can function in different mode: during glucose or glycerol fermentation they operate in H_2 uptake or producing mode, respectively [15]. Hyd-3 (*hyc*) and Hyd-4 (*hyf*) are parts of two forms of membrane-associated formate hydrogen lyase complex (FHL); the complex containing Hyd-3 is considered as FHL-1, whereas Hyd-4 containing FHL is considered as FHL-2 [1, 6, 15]. Hyd-4 activity have been shown to depend on glucose concentration and seen during glucose low concentration [16, 18]. Interestingly, this finding is in favor with that glucose in higher concentrations can inhibit H_2 production [11].

Hyd-3 encoded by *hyc* operon which contains 9 genes is composed of various large and small subunits [8, 15]. Moreover, expression of this operon depends on pH_{out} , formate concentration, and molybdenum [10]. It was shown that Hyd-4 is primarily active at slightly alkaline pH and this enzyme is mainly responsible for H_2 production by *E. coli* [6]. The *hyf-focB* operon encodes 10 putative subunits of Hyd-4 and, moreover, the homologues of seven Hyd-3 subunits were encoded by *hyf* operon [1]. The *hyfR* gene encodes a format-sensitive regulatory protein, and terminal *focB* encodes putative formate transporter homologous with FocA [3, 15]. It is presumed that protein product of *hyfD*, *hyfE* and *hyfF* genes give H^+ -translocating activity to Hyd-4 [1]. These Hyd enzymes require the proton F_0F_1 -ATPase [4, 5]: some interaction of Hyd with F_0F_1 is suggested to maintain proton motive force [17]. In such respect, F_0F_1 -ATPase activity dependence on glucose should be demonstrated.

Besides, under fermentative growth, in the absence of oxidative phosphorylation, F_0F_1 seems to be implicated as an essential part of H^+ movement and ATP hydrolysis, associated with secondary transporters, namely, the constitutive low affinity K^+ uptake TrkA system, responsible for K^+ accumulation in the cells [12, 14]. But the dependence of Hyd activity on K^+ is not clear.

The main goal of the present paper was to study dependence of F_0F_1 -ATPase activity of *E. coli* on glucose concentration under different conditions and to determine Hyd-4 input in such dependence if any.

Materials and methods. Bacteria, bacterial growth, membrane vesicles

The *E. coli* BW25113 wild type and JRG3621 mutant strains were used in this study (tab. 1). Bacteria were grown under anaerobic conditions at 37°C for 18-20 h in high buffered peptone medium (20 g L⁻¹ peptone, 15 g L⁻¹ K₂HPO₄, 1.08 g L⁻¹ KH₂PO₄, 10 g L⁻¹ NaCl) with different concentrations of glucose (0.2% and 0.8%) in glass vessels with plastic press caps at different pHs (pH 7.5 and pH 6.5), as described elsewhere [4, 5]. The growth medium pH was determined by a pH-meter with a selective pH-electrode (HJ1131B, Hanna Instruments, Portugal) and adjusted using of 0.1 N HCl or 0.1 M NaOH if required.

Table 1. Characteristics of the *E. coli* wild type and mutant used

Strain	Genotype	Reference
BW 25113	<i>lac^q rrnB_{T14} ΔlacZ_{W116} hsdR514 ΔaraBAD_{AH33} Δrha BAD_{LD78}</i>	Sanchez-Torrez et al., 2003
JRG3621	MC4100 Δ(<i>hyfB-R</i>): <i>spc</i>	Andrews et al., 1997

Membrane vesicles were isolated from lysozyme-treated bacteria by the method of Konings and Kaback [4].

ATPase assay

ATPase activity of membrane vesicles was determined from the amount of inorganic phosphate (P_i) produced in the reaction of membrane vesicles with 5 mM ATP (pH 7.5 and 6.5) [3, 5] in the assay mixture (50mM Tris-HCl buffer (pH 7.5 and 6.5) containing 1 mM MgSO₄). The ATPase activity was expressed in nM P_i/min (μg protein). P_i was determined spectrophotometrically (with UV-VIS Auto PS scanning spectrophotometer, LaboMed, USA) by the method of Tausski and Shorr as described [3, 5].

N,N'-dicyclohexylcarbodiimide (DCCD) was used as an inhibitor of F₀F₁ [4, 12]. Membrane vesicles were treated by DCCD for 5 min prior to assay.

Other, Reagents and data processing

Protein levels were measured by the method of Lowry et al. (1951) using bovine serum albumin (BSA) as a standard [4]. All assays were done at 37 °C.

Agar, pepton, glucose, Tris-HCl (Carl Roth GmbH, Germany), ATP (Tris salt), DNAase 1, DCCD (Sigma, USA) and other reagents of analytical grade were used.

Average data obtained from 2-3 independent assays were represented and standard deviation of values did not exceed 3 %. For the differences between different series of experiments, Student validity criteria (p) were determined using Microsoft Excel 2010; the difference was valid if p<0.05.[4, 5]

Results and Discussion. ATPase activity of glucose (0.2% and 0.8%) fermented *E. coli* membrane vesicles at pH 7.5.

The overall ATPase activity of membrane vesicles from glucose-fermented *E. coli* BW25113 wild type and JRG3621 (*hyfB-R*) mutant and its inhibition by DCCD were investigated at different pHs. It is worth to mention that at pH 7.5 upon 0.2% glucose fermentation ATPase activity of wild type of 350 nM P_i/min (μg protein) was similar with previous results [3]. DCCD-sensitive ATPase activity was increased ~1.4-fold by K⁺ (100 mM) compared to that at the absence of K⁺ (fig.1a). This finding pointed out a close relationship of *E. coli* F₀F₁ and TrkA under certain conditions. Note, 0.2 mM DCCD strongly inhibited (5-fold, p< 0.001) ATPase activity in K⁺-free assay buffer, but inhibition by DCCD was higher (~7-fold, p<0.002) at the presence of K⁺ (tab. 2). Moreover, DCCD-sensitive ATPase activity of 0.2 % glucose fermented *hyfB-R* mutant was 5-fold in comparison with wild type in K⁺-free medium at pH 7.5. It was also shown that ATPase activity of *hyfB-R* membrane vesicles increased ~1.2-fold (p>0.05) by 100 mM K⁺ (fig.1a). These data confirmed a role of Hyd-4 during glucose fermentation at slightly alkaline pH that is in maintaining of proton-motive force as suggested before [12, 17, 18]. It might be explained by mediated role of this Hyd enzyme in the formation of F₀F₁-TrkA complex and in direct transfer of energy from F₀F₁ to TrkA [12].

In contrast to 0.2% glucose fermentation at pH 7.5, during growth on 0.8% glucose in K^+ -free medium, the overall and DCCD-sensitive ATPase activity of wild type, was approximately 18-22% higher (fig.1a,1b). Note, DCCD inhibited significantly (~ 7 -fold, $p < 0.001$) and (~ 4 -fold, $p < 0.002$) ATPase activity of wild type in K^+ -free and K^+ -containing medium, respectively (tab. 2). However, it was worth to mentioning that membrane vesicles of 0.8% glucose fermented wild type demonstrated lower DCCD-sensitive ATPase activity in K^+ -containing medium compared with K^+ -free medium (fig.1b). These results indicated that F_0F_1 -ATPase activity is glucose-concentration dependent: F_0F_1 is active mainly at low concentration of glucose (0.2%) at pH 7.5. Probably, at higher concentration of glucose (0.8%) there is no link between F_0F_1 and TrkA. Then, upon 0.8 % glucose at pH 7.5 the membrane vesicles of *hyfB-R* demonstrated ~ 2.2 -fold ($p < 0.01$) lower ATPase activity in K^+ -free medium, compared to wild type, and 100 mM K^+ had no effect on ATPase activity (fig. 1b). These results are likely to those suggesting a different mode of TrkA depending on pH [14] and a role of Hyd-4 in association of F_0F_1 with TrkA complex [12, 17, 18].

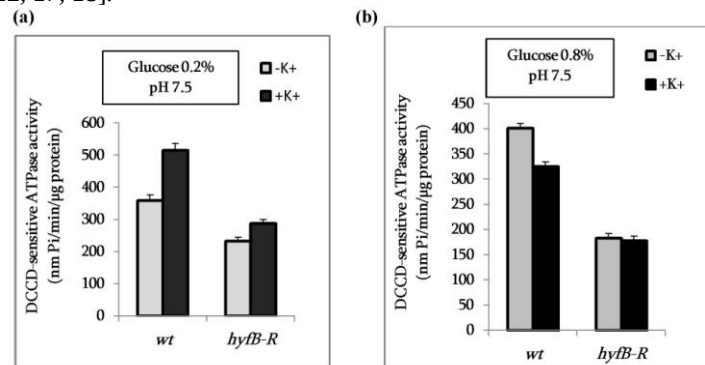


Fig. 1. ATPase activity of membrane vesicles of *E. coli* wild type (wt) and *hyfB-R* mutant grown on peptone medium supplemented with 0.2% glucose (a) and 0.8% glucose (b) at pH 7.5. The DCCD (0.2mM) was added into the assay medium when indicated. The assays pH was the same as growth pH. For the strains see tab. 1; for others, see Materials and methods.

ATPase activity of glucose (0.2% and 0.8%) fermented *E. coli* membrane vesicles at pH 6.5.

The ATPase activity of *E. coli* wild type and *hyfB-R* was determined upon different concentration of glucose (0.2% and 0.8%) at pH 6.5. Under 0.2% glucose fermentation membrane vesicles of wild type demonstrated lower ATPase activity in both cases, in K^+ -free and in K^+ -contented media at pH 6.5, compared with those at pH 7.5 (fig.2a, comp. fig. 1a). 100mM K^+ was slight effect (~ 1.2 -fold, $p < 0.02$) on wild type DCCD-sensitive ATPase activity, whereas DCCD markedly inhibited ATPase activity ~ 7 -fold ($p < 0.001$) and ~ 12 -fold ($p < 0.001$) in K^+ -free and in K^+ -contented assay buffers, respectively (tab. 2). Mutant, also showed similar DCCD-sensitive ATPase activity, as wild type, in K^+ -free medium (fig. 2a). Note, that K^+ had no effect on ATPase activity of *hyfB-R*; moreover, it was decreased in K^+ -containing medium (fig.2a). The obtained results allow suggestion of a mediated role of Hyd-4 for F_0F_1 -TrkA association.

Then, in 0.8% glucose fermented cells, compared with 0.2% glucose fermented cells, DCCD-sensitive ATPase activity at pH 6.5 in K^+ -free medium, was lower ~ 1.2 -fold ($p > 0.05$) in wild type and ~ 4 -fold ($p < 0.01$) in *hyfB-R* mutant (fig. 2a, 2b). It should be noted that in K^+ -containing medium membrane vesicles of wild type showed ~ 1.6 -fold ($p < 0.02$) lower ATPase activity compared with that in K^+ -free medium, whereas in mutant

K^+ increased ATPase activity ~1.7-fold ($p < 0.05$) (fig. 2b). These data pointed out a relationship between F_0F_1 -ATPase and K^+ -uptake upon 0.8% glucose fermentation at pH 6.5 but Hyd-4 had no any role. Note, the DCCD-sensitive ATPase activity of mutant was ~30 % of wild type activity (fig. 2a). DCCD suppressed ATPase activity of wild type ~7-fold ($p < 0.02$) and ~2.4-fold ($p < 0.01$), respectively, in K^+ -free and K^+ -containing media

In comparison with wild type, the inhibition of mutant's ATPase activity by DCCD in K^+ -present medium was significant - ~8-fold ($p < 0.02$) (see tab. 2).

Table 2. DCCD-inhibited ATPase activities of membrane vesicles of *E. coli* wild type and mutant grown under different concentrations of glucose fermentation (tab. 1).

Strain	DCCD-inhibited ATPase activity, %*							
	pH 7.5				pH 6.5			
	0.2% Glucose		0.8% Glucose		0.2% Glucose		0.8% Glucose	
	- K^+	+ K^+	- K^+	+ K^+	- K^+	+ K^+	- K^+	+ K^+
wt	79 ± 1	85 ± 1	86 ± 1	73 ± 2	84 ± 1	92 ± 1	84 ± 1	63 ± 2
hyfB-R	82 ± 1	87 ± 1	92 ± 1	82 ± 2	85 ± 2	84 ± 1	67 ± 1	87 ± 2

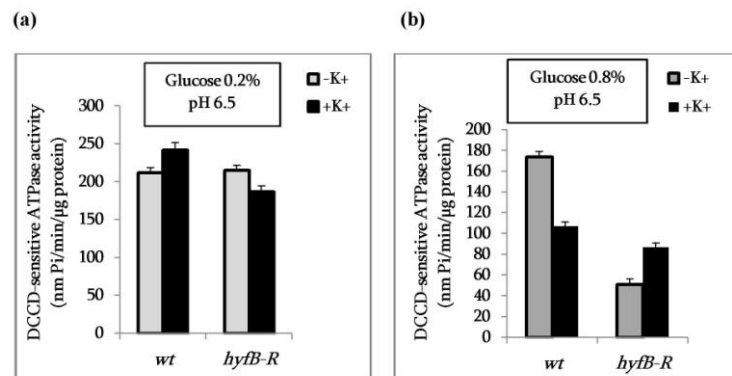


Fig. 2. ATPase activity of membrane vesicles of *E. coli* wild type and *hyfB-R* mutant grown on peptone medium supplemented with 0.2% glucose (a) and 0.8% glucose (b) at pH 6.5.

For the others, see **Materials and methods** and legends to fig. 1.

The present results allow suggesting that high concentration of glucose (0.8%) impacts on *E. coli* F_0F_1 -ATPase activity and its association with Hyd-4, as well as with secondary transporters, such as TrkA. 100mM K^+ increased ATPase activity of wild type only at glucose limited conditions under fermentation at pH 7.5 and pH 6.5.

These findings support the F_0F_1 -TrkA association formed during fermentative conditions at low concentration of glucose (0.2 %) and at alkaline pH in *E. coli* [12, 14, 17]. It was suggested that Hyd-4 could be linked to the F_0F_1 -ATPase supplying reducing equivalents for energy transfer [12, 17, 18]. The lower ATPase activity of *hyfB-R* upon high concentration of glucose (0.8 %) at pH 6.5 can be presumably explained by high production of formate, which is acidificated intracellular medium and as a result F_0F_1 -ATPase switches on regulatory mechanism suppressing ATPase activity.

Moreover, the lower ATPase activity of wild type in presence of K^+ under 0.8 % glucose fermentation at both pH 7.5 and pH 6.5, also showed that functional link between F_0F_1 -ATPase and secondary transport systems like TrkA is depended on glucose concentration and external pH.

Thus, the reported results pointed out the interaction of the F_0F_1 -ATPase with Hyd-4 and K^+ uptake systems which is important for understanding the role of F_0F_1 and Hyd-4 under fermentation.

Acknowledgements

The author thanks Prof. Armen Trchounian for valuable advice and comments.

REFERENCES

1. Andrews S.C., Berks B.C., McClay J., Ambler A., Quail M.A., Golby P., Guest J.R. A 12-cistron *Escherichia coli* operon (*hyf*) encoding a putative proton-translocating formate hydrogenlyase system. *Microbiology*, 143, 3633-3647, 1997.
2. Bagramyan K., Mnatsakanyan N., Poladian A., Vassilian A., Trchounian A. The roles of hydrogenases 3 and 4, and the F_0F_1 -ATPase, in H_2 production by *Escherichia coli* at alkaline and acidic pH. *FEBS Lett.*, 516, 172-178, 2002.
3. Bagramyan K., Mnatsakanyan N., Trchounian A. Formate increases the F_0F_1 -ATPase activity in *Escherichia coli* growing on glucose under anaerobic conditions at slightly alkaline pH, *Biochem.Biophys. Res. Comm.*, 306, 361-365, 2003.
4. Blbulyan S., Avagyan A., Poladyan A., Trchounian A. Role of *Escherichia coli* different hydrogenases in H^+ efflux and F_0F_1 -ATPase activity during glycerol fermentation at different pH. *Biosci. Rep.*, 31, 179-184, 2011.
5. Blbulyan S., Trchounian A. Impact of membrane-associated hydrogenases on the F_0F_1 -ATPase in *Escherichia coli* during glycerol and mixed carbon fermentation: atpase activity and its inhibition by N, N'-dicyclohexylcarbodiimide in the mutants lacking hydrogenases. *Arch. Biochem. Biophys.*, 579, 67-72, 2015.
6. Mnatsakanyan N., Bagrmyan K., Trchounian A. Hydrogenase 3 but not hydrogenase 4 is major in hydrogen gas production by *Escherichia coli* formate hydrogenlyase at acidic pH and in the presence of external formate. *Cell Biochem.Biophys.*, 41, 3, 357-66, 2004.
7. Pinske C., Jaroschinsky M., Sargent F., Sawers G. Zimographic differentiation of [NiFe]-hydrogenases 1, 2 and 3 of *Escherichia coli* K-12. *BMC Microbiology*, 12, 134, 2012.
8. Rossmann R., Sauter M., Lottspeich F., Böck A. Maturation of the large subunit (HycE) of *Escherichia coli* hydrogenase 3 requires nickel incorporation followed by C-terminal processing at Arg537. *Eur. J. Biochem.*, 220, 2, 377-384, 1994.
9. Sanchez-Torrez V., Mohd Yusoff M.Z., Nakano C., Maeda T., Ogawa H.I., Wood T.K., Influence of *Escherichia coli* hydrogenases on hydrogen fermentation from glycerol, *Int. J. Hydrogen. Energy*, 38, 3905-3912, 2013.
10. Self W.T., Grunden A.M., Hasona A., Shanmugam K.T. Transcriptional regulation of molybdoenzyme synthesis in *Escherichia coli* in response to molybdenum: ModE-molybdat, a repressor of the modABCD (molybdate transport) operon is a secondary transcriptional activator for the hyc and nar operons. *Microb.*, 145, 41-55, 1999.

11. Self W.T., Hasona A., Shanmugam K.T. Expression and regulation of a silent operon, *hyf*, coding for hydrogenase4 isoenzyme in *Escherichia coli*. J. Bacteriol., 186, 580-587, 2004.
12. Trchounian A. *Escherichia coli* proton-translocating FoF₁-ATP synthase and its association with solute secondary transporters and/or enzymes of anaerobic oxidation–reduction under fermentation. Biochem. Biophys. Res. Commun., 315, 1052-1057, 2004.
13. Trchounian A. Mechanisms for hydrogen production by different bacteria during mixed-acid and photo-fermentation and perspectives of hydrogen production biotechnology. Crit. Rev. Biotechnol., 35, 103-113, 2015.
14. Trchounian A., Kobayashi H. K⁺ uptake by fermenting *Escherichia coli* cells: pH dependent mode of the TrkA system operating. Biosci Rep., 20, 277-288, 2000.
15. Trchounian K., Poladyan A., Vassilian A., Trchounian A. Multiple and reversible hydrogenases for hydrogen production by *Escherichia coli*: dependence on fermentation substrate, pH and the F₀F₁-ATPase. Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol., 47, 236-49, 2012.
16. Trchounian K., Sargsyan H., Trchounian A. Hydrogen production by *Escherichia coli* depends on glucose concentration and its combination with glycerol at different pHs. Int. J. Hydrogen Energy, 39, 6419-6423, 2014.
17. Trchounian A., Sawers R.G. Novel insights into the bioenergetics of mixed-acid fermentation: can hydrogen and proton cycles combine to help maintain a proton motive force? IUBMB Life, 66, 1-7, 2014.
18. Trchounian K., Trchounian A. Hydrogen producing activity by *Escherichia coli* hydrogenase 4 (*hyf*) depends on glucose concentration. Int. J. Hydrogen Energy, 39, 16914-16918, 2014.

Received on 12.19.2016



Biolog. Journal of Armenia, 4 (68), 2016

AGRICULTURAL RISK ASSESSMENT OF THE HEAVY METAL AND MINERAL SALT POLLUTION OF RIVER ECOSYSTEMS IN THE VOGHJI RIVER CATCHMENT AREA, ARMENIA

G.A. GEVORGYAN¹, V.M. VARAGYAN², A.L. VARAGYAN²

¹ Institute of Hydroecology and Ichthyology of Scientific Center of Zoology and Hydroecology of NAS RA, ² Chair of Ecology and Nature Protection of Faculty of Biology of YSU
gev_gor@mail.ru

The irrigation properties of the Voghji and its main tributaries – Artsvanik and Geghi rivers and their agricultural risks according to the content of some heavy metals and dissolved mineral salts were investigated. Water sampling was implemented in irrigation period (July) of 2016. The results of the study showed that waters in the Voghji river site located in the downstream from Kapan town and in the area of the Artsvanik river mouth, according to molybdenum, manganese, iron and sulfate contents, were unallowable for the use for irrigation purpose and may pose agricultural risks.

*Voghji river catchment basin – dissolved mineral salts – heavy metals –
irrigation properties – agricultural risks*

Ուսումնասիրվել են Ողջի և նրա հիմնական վտակներ՝ Արծվանիկ ու Գեղի գետերի ոռոգիչ հատկությունները և դրանց գյուղատնտեսական ռիսկերը ըստ որոշ ծանր մետաղների ու լուծված հանքային աղերի պարունակության: Ջրերի նմուշառումն իրականացվել է 2016 թ. ոռոգման շրջանում (հուլիս): Հետազոտության արդյունքները ցույց են տվել, որ Ողջի գետի Կապան քաղաքից ներքև, ընկած և Արծվանիկ գետի գետաբերանային հատվածի ջրերը, ըստ մոլիբդենի, մանգանի, երկաթի և սուլֆատի պարունակության, անթույլատրելի են եղել ոռոգման նպատակով օգտագործման համար և կարող են առաջացնել գյուղատնտեսական ռիսկեր:

*Ողջի գետի ջրահավաք ավազան – լուծված հանքային աղեր – ծանր մետաղներ –
ոռոգիչ հատկություններ – գյուղատնտեսական ռիսկեր*

Изучены ирригационные свойства реки Вохчи и ее основных притоков – Арцваник и Гехи, и их сельскохозяйственных рисков, по содержанию некоторых тяжелых металлов и растворенных минеральных солей. Отбор проб воды осуществлялся в поливной период (июль) 2016 года. Результаты исследования показали, что воды в участке реки Вохчи расположенной ниже города Капан и в устье реки Арцваник, по содержанию молибдена, марганца, железа и сульфата, были недопустимы для использования оросительных целей и могут создавать сельскохозяйственные риски.

*Водосборный бассейн реки Вохчи – растворенные минеральные соли – тяжелые металлы –
иригационные свойства – сельскохозяйственные риски*

Water, as it's known, is a base of all the processes occurring on the Earth. It's also required in all the spheres of human economic activities. Irrigation water has also high importance. Incorrect irrigation may cause the secondary salinisation, swamping and technogenic matter pollution of the significant part of irrigated soils, as a results of which, they become unallowable for use for agricultural purpose.

In many countries (USA, Germany, Czech Republic, etc.), the issues of the assessment, monitoring and management of irrigation waters are under the governmental control [18].

The irrigation properties of waters in the Republic of Armenia (RA) are slightly studied, whereas the necessity for solving these problems is highlighted by the fact that existing water resources are permanently exposed to pollution, as a result, they obtain new irrigation properties [13, 18].

Surface waters in the Voghji river catchment area are mainly used for irrigation and energetic purposes [17]. The results of our previous investigations showed that river ecosystems in this area are under the impact of such anthropogenic factors as mining industrial and household activities [3–5, 14, 15, 19, 20]. Due to the insufficient management of anthropogenic discharges in the Voghji river catchment area, the pollution of aquatic ecosystems may become the reason of the deterioration of the irrigation properties of waters. Therefore, by performing hydrochemical investigation in the risky sites of the Voghji river catchment area, it's possible to characterize the water irrigation properties and their possible agricultural risks.

The aim of the present study was to assess the agricultural risks of the heavy metal and dissolved mineral salt pollution of the river ecosystems in the Voghji river catchment area.

Materials and methods. The Voghji (length – 82 km), Geghi (length – 30 km) and Artsvanik (length – 17 km) rivers in the Voghji river catchment area were investigated. The Voghji river catchment area is situated in the south of the RA and includes the southern part of Syunik Marz/Province in the territory of the RA. The surface area of the river catchment basin is 1175 km² (933 km² in the territory of the RA). The rivers in the area are mainly short, fast flowing, shallow and belong to the catchment basin of the transboundary Araks river [17].

The investigations were conducted in 2016. Samples for hydrochemical analysis were taken in irrigation period, in July (tab.1).

Table 1. Coordinates of the rivers investigated sites in the Voghji river catchment basin under investigation

Sampling site number	N/Lat	E/Long	River site location
1	39°09'21.7"	46°07'59.0"	Voghji river site located about 2.0 km upstream from Kajaran town
2	39°09'01.8"	46°11'34.3"	Voghji river site located about 3.2 km downstream from Kajaran town
3	39°13'27.7"	46°20'19.4"	Voghji river site located about 6.0 km upstream from Kapan town
4	39°11'52.5"	46°28'05.4"	Voghji river site located about 5.4 km downstream from Kapan town
5	39°11'55.0"	46°28'05.2"	Artsvanik river mouth
6	39°11'58.7"	46°15'32.8"	Geghi river mouth

Electrical conductivity (EC) values in the river waters were measured by “HI98129” multi-parameter analyzer.

The contents of calcium (oxalate method), magnesium (calmagite method), potassium (turbidimetric tetraphenylborate method), sulfate (turbidimetric method), copper (bichinchonate method), molybdenum (mercaptoacetic acid method) ions as well as iron (phenanthroline method), zinc (zincon method) and manganese (PAN method) elements were determined by “HI83200” multiparameter photometer [6]. Chloride ion content was determined by the silvermetric method, and the concentrations of carbonate and hydrocarbonate ions – by the titrimetric methods [21]. Prior to the molybdenum ion measurements, the water samples were evaporated to increase the density of the metal in the water, which made it possible to increase the sensitivity of the metal measurements. Due to the limited sulfate ion measurement range of the photometer, the water samples in some cases were diluted to decrease the density of sulfates in the water.

The agricultural risks of river water pollution were assessed by comparing the registered values of the parameters to the surface water quality norms accepted in the RA, as well as by the residual sodium carbonate (RSC) index and the magnesium adsorption ratio (MAR) [1, 12, 16].

Individual heavy metal pollution degree for river water use for irrigation purpose was assessed by the pollution index (PI) [11].

Integrated heavy metal pollution degree for river water use for irrigation purpose was evaluated by the Nemerow and Sumitomo’s water pollution index (NSWPI) [7].

Results and Discussion. The values of some heavy metals (HM) and dissolved mineral salts (DMS) contents, RSC index, MAR and EC in the river ecosystems of the Voghji river catchment basin are presented in tab. 2.

Table 2. Some HM, DMS (mg/l) contents, RSC index (meq/l), MAR (%) and EC (mS/cm) values in the waters of the Voghji, Artsvanik and Geghi rivers.

Parameter	Observation site number					
	1	2	3	4	5	6
Ca ²⁺	20.0	35.0	35.0	50.0	85.0	30.0
BL	18.3				22.8	
MPC	300.0					
Mg ²⁺	5.0	10.0	5.0	10.0	10.0	5.0
BL	4.8				4.4	
MPC	200.0					
K ⁺	1.50	2.50	1.50	5.00	8.50	1.50
BL	1.45				1.12	
MPC	11.62				8.96	
Cl ⁻	0.70	1.27	5.64	2.22	12.42	5.81
BL	6.00				3.53	
MPC	200.00					
SO ₄ ²⁻	25.00	45.00	30.00	180.00	375.00	25.00
BL	26.72				16.00	
MPC	250.00					
HCO ₃ ⁻	94.3	146.7	154.0	151.5	131.4	142.6
BL	-					
MPC	-					
CO ₃ ²⁻	absent					
BL	-					
MPC	-					
RSC	0.14	-0.16	0.37	-0.83	-2.91	0.43
MPC	2.50					
MAR	29.2	32.0	19.0	24.8	16.2	21.5
SL*	50.0					
EC	90.0	127.0	186.0	496.0	670.0	152.0
BL	168.5				182.6	
MPC	1500.0					

Parameter	1	2	3	4	5	6
Cu ²⁺	0.006	0.019	0.017	0.094	0.043	0.003
BL**	0.004				0.002	
MPC***	0.100					
Mo ⁶⁺	0.007	0.046	0.043	0.137	0.161	0.008
BL**	0.015				0.007	
MPC***	0.120				0.056	
Mn	0.004	0.017	0.010	0.172	0.166	0.008
BL	0.004				0.005	
MPC	0.032				0.040	
Fe	0.290	0.550	0.570	6.880	9.340	0.120
BL	0.031				0.063	
MPC	1.000					
Zn	0.040	0.060	0.050	0.090	0.100	0.020
BL	0.003				0.001	
MPC	0.500					

* safety level

** BL of the total content of the element

*** MPC of the total content of the element

The results of the study showed that DMS and HM contents in the investigated river waters were conditioned by both natural and anthropogenic sources, as the concentrations of different DMS and HM in all the observation sites exceeded the background level (BL), which confirmed the existence of anthropogenic pressure on the river ecosystems (tab. 2). Tab. 2 shows that comparatively high concentrations of HM and DMS were registered in the observation sites located in the downstream from Kajaran, Kapan towns and Artsvanik tailing dump (Nos 2 – 5), which were probably conditioned by the impact of urban and mining industrial discharges.

According to DMS (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Cl^- , HCO_3^- and CO_3^{2-}) content, RSC index, MAR and EC values, the river waters in all the investigated observation sites were allowable for use for irrigation purpose. Only the Artsvanik river waters in the investigated observation site (No 5), according to sulfate ion content, were unallowable for use for irrigation purpose. In this observation site, sulfate ion content exceeded the maximum permissible concentration (MPC) for water use for irrigation purpose by 1.5 times (tab. 2). Although sulfate ion is one of components composing total DMS content in irrigation waters and has high importance for increasing the productivity of crops, however the unallowable content of sulfate ion in irrigation waters may negatively affect the growth of plants growing on soils irrigated by these waters and can cause a decrease in phosphorus availability for plants [8].

According to HM content, the river waters in the observation sites Nos 4 and 5 were unallowable for use for irrigation purpose, as molybdenum content exceeded the MPC for water use for irrigation purpose by 1.1 and 1.3 times respectively, manganese content – by 5.4 and 5.2 times respectively, and iron content – by 6.9 and 9.4 times respectively (tab. 2). In these river sites, the river waters for the use for irrigation purpose were estimated as “potentially polluted” according to molybdenum content and “heavily polluted” according to manganese, iron, as well as integrated HM contents. From the point of view of HM content, the river waters in other observation sites were assessed as “non-polluted” for use for irrigation purpose (tab. 3).

Irrigation waters with high molybdenum content may cause the pollution of soils and vegetation growing on them and toxically affect livestock through forage [2]. High concentrations of manganese in irrigation waters can toxically affect crops causing the swelling of cell walls, the withering of leaves and brown spots on leaves [2, 9, 10]. In

case of irrigation with waters having the unallowable content of iron, soil acidification and the loss of essential phosphorus and molybdenum may occur [2].

Table 3. HM pollution degree (for water use for irrigation purpose) in the Voghji, Artsvanik and Geghi rivers

Observation site number	PI _{Cu}	PD	PI _{Mo}	PD	PI _{Mn}	PD	PI _{Fe}	PD	PI _{Zn}	PD	NSWPI	PD
1	0.1	NP	0.1	NP	0.1	NP	0.3	NP	0.1	NP	0.2	NP
2	0.2		0.4		0.5		0.5		0.1		0.4	
3	0.2		0.4		0.3		0.5		0.1		0.4	
4	0.9		1.1	PP	5.2	HP	6.3	HP	0.2		4.8	HP
5	0.4		1.3		5.0		8.5		0.2		6.4	
6	<0.1		0.1		0.2		0.1		<0.1		0.2	

Although from the point of view of DMS (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Cl^- , HCO_3^- and CO_3^{2-}) content, RSC index, MAR and EC values, the investigated river waters were allowable for use for irrigation purpose, however in case of individual salts, particularly sulfate ion content, the irrigation waters of the Artsvanik river can pose agricultural risks.

Some HM (Mo^{6+} , Mn and Fe) contents in the Voghji river site located in the downstream from Kapan town and in the mouth area of the Artsvanik river were risky for water use for irrigation purpose and may cause the loss of crop productivity and livestock production.

Acknowledgements

The work was partly supported by OKF Foundation, in the frame of the research project funded as a result of “OKF Fellowship 2015” contest.

REFERENCES

1. Eaton F.M. Significance of carbonates in irrigated waters. *Soil Science*, 69, 2, pp. 127-128, 1950.
2. Fipps G. Irrigation water quality standards and salinity management. Available at: <http://soiltesting.tamu.edu/publications/B-1667.pdf>
3. Gevorgyan G.A. Determination of organic pollution level in the Voghchi and Meghriget rivers (Armenia) by the chemical and bacteriological parameters. *Materials of XV International Scientific Conference “Biological Diversity of Caucasus and Southern Russia”*, pp. 403-405, 2013.
4. Gevorgyan G.A., Hambaryan L.R., Grigoryan K.V., Minasyan S.H. Heavy metal pollution of the catchment basins of the Voghchi and Meghriget rivers (Armenia) and risks to the environment associated with water pollution. *Academic Journal of Science*, 2, 2, pp. 255-268, 2013.
5. Gevorgyan G., Danielyan A., Grigoryan K., Minasyan S. The content of organic matter in river water of Meghriget and Voghchi rivers catchment basins. *The New Armenian Medical Journal*, 4, 1, pp. 44-45, 2010.
6. Instruction manual. Available at: http://hannainst.com/downloads/dl/file/id/1168/man83200_18_04_12.pdf
7. Nemerow N.L., Sumitomo H. Benefit of water quality enhancement. Report № 16110 DAJ, U.S. Environmental Protection Agency. Syracuse University, Syracuse, New York, 1970.
8. Saleh L.A.M. Assessment of the irrigation water quality for Al-Kifl river in Al-Hindya city. *Journal of Babylon University/Engineering Sciences*, 24, 1, pp. 266-276, 2016.

9. *Singare P.U., Mishra R.M., Trivedi M.P.* Sediment contamination due to toxic heavy metals in Mithi river of Mumbai. *Advances in Analytical Chemistry*, 2, 3, pp. 14-24, 2012.
10. *Singare P.U., Trivedi M.P., Mishra R.M.* Sediment heavy metal contaminants in Vasai Creek of Mumbai: Pollution impacts. *American Journal of Chemistry*, 2, 3, pp. 171-180, 2012.
11. *Singh P.K., Verma P., Tiwari A.K., Sharma Sh., Purty P.* Review of various contamination index approaches to evaluate groundwater quality with geographic information system (GIS). *International Journal of Chem Tech Research*, 7, 4, pp. 1920-1929, 2014-15.
12. *Szabolcs I., Darab C.* The influence of irrigation water of high sodium carbonate content of soils. *Proceedings of 8th International Congress of ISSS*, 2, pp. 803-812, 1964.
13. *Գրիգորյան Կ.Ա., Գրիգորյան Կ.Վ., Չևրոյան Գ.Ա.* Արփի լճի ջրի ոռոգիչ հատկությունների գնահատումն ըստ իոնական կազմի: Տեսական և կլինիկական բժշկության հարցեր, 85, 8, էջ 28-31, 2013
14. *Չևրոյան Գ.Ա., Դանիելյան Ա.Ա., Գրիգորյան Կ.Վ., Մինասյան Ս.Յ.* Մեղրիգետ, Ողջի և Արծվանիկ գետերի ծանր մետաղներով և ալյումինով աղտոտվածության աստիճանը: ԵՊՀ գիտական տեղեկագիր, 226, 3, էջ 50-53, 2011
15. *Չևրոյան Գ.Ա., Դանիելյան Ա.Ա., Գրիգորյան Կ.Վ., Մինասյան Ս.Յ.* Ողջի գետի և Նրա ջրահավաք ավազանի հիմնական գետերի էկոլոգիական գնահատականը հիդրոֆիզիկական և հիդրոքիմիական ցուցանիշներով: Հայաստանի կենսաբան. հանդես, 63, 1, էջ 62-66, 2011:
16. Հայաստանի Հանրապետության մակերևութային ջրերի որակի առաջարկվող նորմեր (ՀՀ կառավարության 2011 թ. հունվարի 27-ի № 75-Ն որոշում): Ինտերնետային հղում՝ <http://www.armmonitoring.am/Documentations/MAR-75%5B1%5D.1.pdf>
17. *Մանասյան Ս.Գ., Գրիգորյան Ա.Թ., Պոտոսյան Ա.Յ.* Սյունիքի մարզ (բնությունը, բնակչությունը, տնտեսությունը): Երևան, «ԵՊՀ», 155 էջ, 2002
18. *Վարազյան Վ.Ս.* Տեխնածին ազդեցության գոտում գտնվող Դեբեդ գետի և Նրա հիմնական վտակների ջրերի ազրոէկոլոգիական գնահատականը: Ատենախոսություն, Երևան, 104 էջ, 2011:
19. *Бояджян Э.С., Геворкян Г.А.* Оценка санитарного состояния воды рек Сюникской области Армении по *E. coli*. Сборник тезисов международной студенческой биологической конференции, посвященной 90-летию Ереванского государственного университета и 75-летию Факультета биологии, с. 55, 2009.
20. *Геворкян Г., Даниелян А., Григорян К.* Уровень загрязнения водосбора реки Вохчи тяжелыми металлами. Сборник тезисов 14-й международной Пушинской школы-конференции молодых ученых “Биология – наука XXI века”, с. 18-19, 2010.
21. *Семенова А.Д.* (ред.). Руководство по химическим анализу поверхностных вод суши. Ленинград, “Гидрометеиздат”, 541 с., 1977.

Received on 25.07.2016



Biolog. Journal of Armenia, 4 (68), 2016

PRELIMINARY DATA ON MORPHOLOGICAL, GENETIC AND ENOLOGICAL DIVERSITY OF NEGLECTED AUTOCHTHONOUS GRAPE VARIETIES OF ARMENIA

**N.A. HOVHANNISYAN, M.V. DALLAKYAN, S.S. ESOYAN,
I.M. MANUKYAN, A.H. YESAYAN**

Yerevan State University, Institute of Biology
Nelli.hovhannisyanyan@ysu.am

In this study the neglected and endangered local grape varieties were rediscovered in native areas of their cultivation. The genetic, morphological and enological diversity were characterized. These results are giving a good perspective for endangered autochthonous grapevine cultivars preservation and future use.

Grape – autochthonous – preservation – diversity

Այս աշխատանքում իրենց բնական աճելավայրերում հայտնաբերվել և նկարագրվել են խաղողի անտեսված և մոռացված մի շարք աուտոխտոն սորտեր: Ուսումնասիրվել է դրանց գենետիկական, ձևաբանական և էնոլոգիական բազմազանությունը: Ստացված արդյունքները կարևոր են և՛ հեռանկարային խաղողի աուտոխտոն վտանգված սորտերի պահպանության և՛ դրանց հետագա օգտագործման համար:

խաղող – աուտոխտոն – պահպանություն – բազմազանություն

В данном исследовании были описаны забытые и исчезающие местные сорта винограда в местах их естественной культивации. Описанно их генетическое, морфологическое и энологическое разнообразие. Полученные результаты имеют важное значение для сохранения находящихся под угрозой исчезновения местных сортов винограда и их использования в будущем.

Виноград - аутохтонный – сохранение – разнообразие

Armenia is one of the ancient cradles of viticulture and wine-making, with a rich diversity of local varieties. Despite the economic significance and the possibility of obtaining the very unique wines, many of these varieties are on the verge of extinction.

Current situation in the wine market, globalization and standardization of production technologies gradually lead to reduction in the number of varieties worldwide, resulting in the contraction of wine range.

Native grape varieties are of cultural, financial, social and environmental significance. The study and evaluation of properties of local wine grape varieties tell that we may increase the volume of indigenous varieties together with the production of different types of wine and beverages with unique properties that can be valuable on the international markets. Due to this effort, many forgotten wines with unique bouquets can become competitive again and regain the attention of the consumers [4]. They may represent the culture of the country and the certain areas of it just as historical monuments do.

The aim of the present study is the detection, identification and recovery of Armenian autochthonous neglected and endangered grape varieties, via eco geographical survey, followed by the identified varieties ampelographic, genetic and enological characterization.

Materials and methods. *Literature survey:* The research started by thorough literature survey and available databases, as well as with interviews with oenologists and grapevine professionals, in order to choose locations of vineyards in the region on the possible occurrence of varieties, considering the age of vineyard as a limiting factor.

Field identification and ampelographic description: The sites of each grapevine discovery were marked by GPS and mapped. Standard methods were used for the ampelographical characterization as required by The International Organization of Vine and Wine (OIV) descriptors [7]. A total of 24 descriptors were included.

Molecular characterization: The genetic analyses were implemented at Center of Excellence in Applied Biosciences, Yerevan State University, (Yerevan, Armenia). Genomic DNA was isolated according to the protocol for DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen, Hilden, Germany). 23 polymorphic microsatellites considered as the most appropriate to evaluate the grapevines (European project GENRES081, <http://www.genres.de/vitis>) were used.

Enological characterization: grape of each single cultivar was winemaking processed following standardized steps for red and white wine production. Besides routine chemical tests, that accompany the various phases of the working process, detailed analyses of the composition of finished wines was carried out, including phenolic and aromatic compounds [5,8]. Sensory evaluation of wines was performed according to the Consumer Test. For each sample were evaluated colour, odour and taste. For each parameter a nine point hedonistic scale was used.

Results and Discussion. The 12 varieties were identified and investigated as follows Arevik, Tchilar, Qrdi Tchakat, Mormor, Movuz, Movses, Mskhali, Tozot, Garan Dmak, Xhatun Xhargi, Bananc, Lalvari. During field studies 5 unknown grape varieties have been found, which are not described in any ampelography, within the local communities these are known as: Bui Achq, Mer u Bala, Unknown, Spitak Khagog, and were labeled, positioned by GPS and require detailed study.

Multi-crop passport descriptor data was collected for all above mentioned varieties. For known grape varieties information were transformed from old local ampelographies [1, 2] into standardized OIV [7] descriptors. For each variety 23 SSR fingerprinting data were collected and analyzed. According to genetic data all the varieties are considered to be true to type and are not clones. Microsatellite data analyses shown high level of polymorphism among the studied varieties. Expected heterozygosity for each locus ranged from 75,45% (VrZAG83) to 95, 25% (VVS 2), while observed heterozygosity varied from 36,64% (VVIN73) to 85,26% (VVIP31). The high rate of heterozygosity may be explained as a results of hybridization during grape domestication process [6] and is considered as a commonly observed among clonally propagated, outbreeding species [3]. Several OIV codes showed uniformity for characterized cultivars, for example code 051 (Young leaf: color of upper side of blade (4th leaf)), 068 (Mature leaf: number of lobes), 151 (Flower: sexual organs), 209 (Bunch: number of wings of the primary bunch), 502(Bunch: single bunch weight), 504(Yield per m²), 505 (sugar content of the must), for other OIV indicators, higher or smaller diversity was determined.

Below are a number of common and rare grape varieties. Cultivation of some of these varieties is not profitable due to low yields, but in compensation one may produce fine wines of unique flavors that can be in great demand in domestic and foreign markets. Descriptions of grape varieties and wines presented below are based on ampelographic, genetic data and the enological description based on Consumer test data.

Arevik



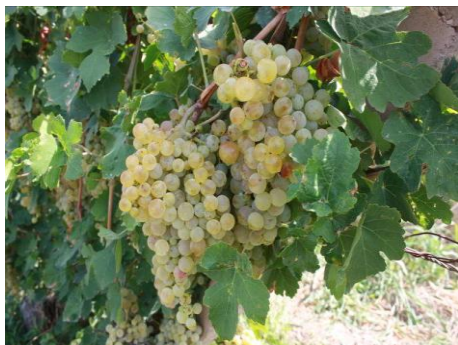
Synonyms: Alaghurna, Arna grna, Spitak arevik, Aldara

The name Arevik derives from Arevik village in Meghri region. Variety is more widely cultivated in Syuniq region: Meghri and Kapan. Arevik is characterized by big or medium size, conical, pretty dense bunches, and big, round berries. The skin is thick, covered by layer of epicuticular wax, the flesh is dense, juicy and sweet. The clusters grown under the shadow have greenish color, which are grown under the sun are light

amber color. Variety is late ripening and high productive.

Arevik is used to make white table wines with unique flavor, as well as strong/full-bodied and fortified wines. Meghri's region famous dessert wine was made from Arevik variety.

Bananc



Synonyms: Spitak Khaghogh, Rundvejs

This variety typical to northeastern zone and partly to Ararat Valley (Ararat, Armavir and Aragatsotn regions) and belongs to oriental eco-geographical group. Bananc is characterized by big size, more often cylindrical sometimes conical, quite dense bunches and large, round, yellowish-green berries. The skin is thick, covered with dense layer of epicuticular wax, the flesh is juicy, with some tartness. Variety is late ripening and high productive.

Fully rip berries have low sweetness and acidity.

Bananc is used to make brandy, sparkling wines, table wines and juice. Variety gives well balanced wines with harmonious bouquet of taste.

Tozot



Tozot mainly grows in old vineyards of Vayots Dzor.

Tozot is characterized by different size, dense, conical bunches and medium size, black, slightly oval/elongated or ovate berries. The skin is medium thickness/thick, covered by a dense/bushy/heavy, bloom/epicuticular wax, the flash is juicy with pleasant taste. Variety is late ripening and high productive. Fully ripe berries have high sweetness and medium acidity.

Tozot is used to make wines with uniuquetaste and pleasant crispness.

Garan dmak

Synonyms: Halivoruk, Anali khaghogh, Diq khardgi, Ankotch khardgi, Cancar khardgi

Garan Dmak is common to Armavir and Artashat community of Ararat Region.

Garan dmak is characterized by big or medium size, usually dense, sometimes loose, cylindrical bunches, sometimes with wings and medium size, black, round, yellowish-green berries, if the sunny sides are amber colored. Because of the clusters, density/looseness variety also received Cancar (sparse) Kharji name. The skin is thick; the flesh is soft and juicy. Variety is late ripening and high productive, gives first harvest in third year of planting. Fully ripe berries have medium sweetness and acidity.

Garan dmak is used to make white wines: light or strong/light- or full bodied, depending on *terroir*.

**Lalvari**

Synonyms: Glgan

This variety common to north-eastern horticultural zone, mainly to Noyemberian region. The name of the variety derives from Lalvar Mountain.

Lalvari is characterized by big, dense; conical bunches, sometimes with wings from both sides and big, ovate berries. The clusters grown under the shadow have greenish berries, which are grown under the sun are light amber colored. The skin is rough, with small brown/grimy/dark spots covered by bloom/epicuticular wax layer, the flesh is soft and juicy with unique taste, juice is colorless. Variety is medium ripening and low productive. Fully ripe berries have low sweetness and high acidity.

Lalvari is used to make sparkling wines and light table wines well-balanced and tart. It is used also as a table grape.

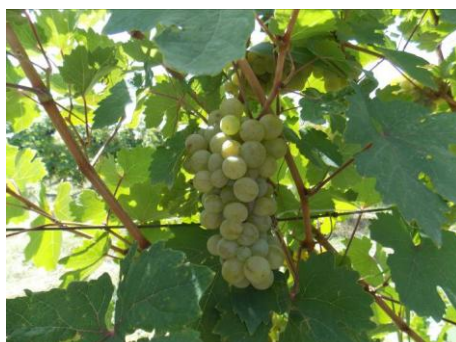
**Khatun Khardgi**

Khatun Khardgi may grow in old vineyards of Vayots Dzor.

Khatun Khardgi is characterized by medium size, medium dense, conical or cylindrical bunches and medium size, round, yellowish-green or yellow berries, with small brown/grimy/dark spots. The skin is thick, the flesh is juicy, with unique aroma, and the juice is colorless. Variety is medium ripening and high productive. Fully ripe berries have high sweetness and moderate acidity.

Khatun Khardgi is wine variety, used to make wines with unique taste and crispness.

Aromas and flavors include field flowers, honey, pumpkin and pineapple bouquet.



Qrdi khaghogh



Synonyms: Qrdi tchakat

Qrdi Tchakat mainly grows in Vayots Dzor region.

The bunch is medium size, cylindrical with wings, medium dense. The berry is big or small size, slight ellipsoid, greenish. The skin is medium thick. The flash is juicy, with pleasant and harmonious taste. The berries have low level of sweetness and high acidity. Grape is highly productive and late ripening variety.

Qrdi tchakat is characterized by medium size, medium dense, cylindrical bunches, with wings

and big or small, greenish, slight ellipsoid berries. The skin is medium thick, the flash is juicy, with pleasant and harmonious taste, Variety is late ripening and high productive. Fully ripe berries have low sweetness and high acidity.

Qrdi tchakat is universal grapevine variety, is used for making assembled red wines, in blend with other grapes varieties.

Tchilar



Synonyms: Tchilal, Tchilar, Skhtoruk, Aghvesi poch

Tchilar is mostly cultivated in the regions of Aragatsotn and Kotayk, also in communities of Ashtarak and Etchmiadzin.

Tchilar is characterized by medium size, dense or loose, cylindrical or cylindrical-conical bunches, which looks like a fox tail/fox tail like, where variety received Aghvesi potch (Fox tail) name from. Berries are medium in size or large, round/ellipsoid or ovate, greenish or yellowish-green, on the sun side it has brown/grimy/dark spots. The skin is thick, covered by a thin bloom/layer of epicuticular wax, the flash is

juicy, with unique/special aroma, Variety is mid-late ripening and high productive. Fully ripe berries have moderate sweetness and high acidity.

Tchilar is high quality wine variety and used to make table wines full-bodied, with harmonious bouquet of taste and dessert wines, also fortified style wines.

Movuz



Synonyms: Milari, Milahi, Meleji, Sev urza, Urdisi, Milay Chernyi, Milakhi, Urza Sev, Areni Cernyi

Movuz is mainly grown in Ararat and Vayots Dzor regions.

Movuz is characterized by medium size, very dense, conical, sometimes cylindrical bunches, with wings and large, black, broad ellipsoid or ovate berries. The skin is thick and rich colored, covered with medium thick/dense layer of bloom/epicuticular wax, the flash is very thick and colorless. Variety is late ripening and medium productive. Fully ripe berries have

high sweetness and low acidity.

Movuz is used to make light and full-bodied refined table wines with freshness, silky roundness and a wonderful bouquet. Well balanced acidity and tannic wine finishes with notes of honey, laurel and vanilla.

Movses

Unique plants of Movses are preserved in old vineyards of Vayots Dzor.

In Soviet times, it was attributed to over 100 years old vineyards of Vayots Dzor region, community of Aghavnadzor.

Movses is characterized by big, sometimes medium and small size, dense, occasionally very or medium in density, cylindrical, rarely conical bunches and large, deep red, almost black, ovoid berries. The skin is medium thick, covered with medium thick/dense layer of bloom/ epicuticular wax, the flash is juicy with harmonious and pleasant taste. Variety is late ripening and medium productive. Fully ripe berries have low sweetness and low acidity.

Movses is wine variety, used to make wines with unique taste and crispness.

**Mormor**

Synonyms: Ampagujn khaghogh, Mokhragujn khaghogh

Mormor is mainly preserved in old vineyards of Vayots Dzor.

Mormor is characterized by medium size, medium dense, conical bunches and medium, rarely big, grey, ellipsoid berries. The skin is medium thick, covered with thick/dense layer of bloom/epicuticular wax, the flash is juicy with harmonious and pleasant taste. Variety is late ripening and medium productive. Fully ripe berries have high sweetness and moderate acidity.

Mormor is wine variety, used to make wines with unique taste. Compound and refined/ delicate, well-balanced with red berries taste and silky roundness. Also used in blend with other grapes varieties.

**Mskhali**

Synonyms: Dolband, Spitak khaghogh

Mskhali mainly grows in Armavir and Ararat regions.

Mskhali is characterized by medium size, loose or dense, cylindrical-conical or conical, bunches sometimes with wings and big or medium, white with yellowish or yellowish-green hue, round berries. The skin is thick, transparent, covered by a slight bloom/ epicuticular wax and brown points/spots, the flash is juicy, squashy, and colorless with pleasant taste. Variety is late ripening and high productive, gives first harvest in third to fourth year of planting and goes into complete fertility in the seventh to eighth year. Fully ripe berries have low sweetness and medium acidity.

Mskhaly from foothills are used to make soft table wines crispy, harmonious/balanced, refreshing and from plains, strong/full-bodied table wines with well balanced. Also used as a raw material for brandy and juice production. Sometimes is used also as a table grape and in raisins production.



REFERENCES

1. Հայկական Սովետական Սոցիալական Ռեսպուբլիկայի Ամպելոգրաֆիա (Armenian Soviet Socialist Republic Ampelography), 1947, Հատոր 1 (Volume 1), Պատ. Խմբագիր Մ.Թումանյան (ed. M. Tumanyan), Գինեգործության և Ալգեգործության Ինստիտուտ, ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիա (SSR Academy of Science, Institute of Winemaking and Fruit growing), Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի Հարատարակչություն (SSR Academy of Science Press), Երևան (Yerevan), 359 pp.
2. Հայկական Սովետական Սոցիալական Ռեսպուբլիկայի Ամպելոգրաֆիա. (Armenian Soviet Socialist Republic Ampelography), 1962, Պատ. Խմբագիր Ս.Հ. Պողոսյան (ed. S.H. Poghosyan) Գինեգործության և Ալգեգործության Ինստիտուտ (SSR Academy of Science, Institute of Winemaking and Fruit growing), Հատոր 2 (Volume 2), Հայաստանի Ազգային Ակադեմիայի Հարատարակչություն (SSR Academy of Science Press), Երևան. Yerevan, 742 pp.
3. Aradhya M.K., Dangl G.S., Prins B.H., Boursiquot J.M., Walker A.M., Meredith C.P., Simon C.J., 2003, Genetic structure and differentiation in cultivated grape *Vitis vinifera* L. Genet Res (Camb) 81, pp. 179–192.
4. D'Agata I. 2014. Native wine grapes of Italy, University of California press, Berkeley Los Angeles London, 638 pp.
5. Jackson R.S. 2014. Wine Science. Principles and applications, fourth edition, Academic press is an imprint of Elsevier, 984 pp.
6. Lamboy W.F., Alpha C.G., 1998, Using simple sequence repeats (SSRs) for DNA fingerprinting germplasm accessions of grape (*Vitis* L.) species, Journal of the American Society for Horticultural Science, 123 (2), pp. 182-188.
7. OIV descriptor list for grape varieties and *Vitis* species 2nd edition. International Organization of Vine and Wine (OIV), 2009. <http://www.oiv.int>.
8. Stevenson T. 2005. "The Sotheby's Wine Encyclopedia". Fourth Edition, Dorling Kindersley, United Kingdom, 664 pp.

Received on 25.10.2016



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4(68), 2016

ԴԻԼԻՋԱՆԻ ԱՆՏԱՌՆԵՐԻ ՎԵՐԱԿԱՆՔՆՈՒՄԸ ՀԻԴՐՈՊՈՆԻԿ ՏՆԿԻՆԵՐԻ ՄԻՋՈՑՈՎ՝ ՊՈԼԻՄԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՄԲ

Ա.Յ.ՅՈՎՍԵԹՅԱՆ, Խ.Ս.ՄԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ, Գ.Յ.ՊՈՂՈՍՅԱՆ,
Ս.Ա.ԷԼՈՅԱՆ, Ա.Ս.ԵՐԻԱԶԱՐՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ Գ.Ս. Դավթյանի անվան հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտ
hydrop@netsys.am

Ուսումնասիրվել է հիդրոֆիլային հատկությամբ օժտված 87C պոլիմերի ազդեցությունը Դիլիջանի անտառային անջրդի գոտում վերատնկված երեք տարեկան կաղնու հիդրոպոնիկ տնկիների կաջողականության և աճի վրա:

Պարզվել է, որ վերատնկման ժամանակ տնկիների արմատաքնակ հողաշերտին 87C պոլիմերի հավելումը՝ 30 գ/բույս չափաքանակով ապահովել է կաղնու տնկիների 92 % կաջողականություն և 16 սմ տարեկան միջին աճ:

Հիդրոպոնիկա – կաղնի – տնկի – անտառ – պոլիմերային հավելանյութ

Изучено влияние гидрофильного 87 С полимера на приживаемость и рост 3-летних гидропонических саженцев дуба, пересаженных в неорошаемую лесную зону Дилиджана.

Выяснилось, что во время пересадки добавление 87 С полимера в корнеобитаемую зону саженцев в дозе 30 г/раст. обеспечило 92 % приживаемости саженцев и 16 см среднего годового прироста.

Гидропоника – дуб – саженец – лес – полимерная добавка

Influence of 87 C polymer with hydrophilic properties on 3 years replanted hydroponic oak saplings' sticking and growth abilities in Dilijan forest waterless area was studied.

It turned out, that 87 C polymer addition on the root – inhabited zone of soil for the saplings (30g/plant) ensured 92 % sticking ability and 16 cm average annual growth of oak saplings during the replanting.

Hydroponics – oak – sapling – forest – polymer additives

Մեր հանրապետությունում ինտենսիվ անտառօգտագործման, ապօրինի ծառահատումների և այլ գործոնների հետևանքով կանաչապատ տարածքները շուրջ 1/3-ով կրճատվել են: Հիմնական համակեցությունների՝ կաղնուտների և հաճարկուտների, ինչպես նաև մյուս տեսակների ինքնավերականգնման ունակությունը և բնապահպանական հատկությունները խիստ նվազել են:

Հանրապետության ռելիեֆի խիստ կտրտվածության, սակավ անտառապատվածության և էքստենսիվ հողագործության հետևանքով հողերի անապատացումը հասել է խոշոր չափերի:

Իրողություն է, որ սակավանտառ Հայաստանում անխնա անտառահատման հետևանքով զգալիորեն խաթարվել են անտառային կենսաերկրահամակեցությունները: Միայն 1992-1995 թթ. վնասվել է մոտ 27000 հա անտառ կամ անտառածածկ տարածքի 8 %-ը, իսկ մոտ 7000 հա հատվել է համատարած: Ներկայումս բնական անտառների 70 %-ը կազմալուծված է [5]:

Ցավալիս այն է, որ կատարվել են ոչ միայն սանիտարական հատումներ, այլև դրանց հետ միասին հատվել են արժեքավոր ծառատեսակներ, որոնց փոխարեն աճել են մոլախոտային ծառեր: Մեր հանրապետությունն ունի չոր, մերձարևադարձային կլիմա և ծովի մակերևույթից մինչև 1500-1600մ բարձրությունների գոլորշիացման ունակությունը 2-4 անգամ ավելի է, քան մթնոլորտային տեղումները: Ուստի, անտառի ինքնավերականգնման հնարավորությունը ծայրահեղ ցածր է և յուրաքանչյուր կորուստ՝ անդառնալի [1, 2, 5, 6, 8]:

Նշված խնդրի լուծման գործում իր ուրույն տեղն ունի բույսերի անհող մշակույթը [3, 9], որը հնարավորություն է տալիս կարճ ժամկետում (2-3 տարում) կազմակերպել տարբեր ծառափառեսակների տնկանյութի արագացված արտադրություն, ինչը կնպաստի Հայաստանի նոսրացված անտառների, այգիների ու կանաչ պուրակների վերականգնմանը:

Հայաստանում անտառները հիմնականում կազմավորված են լայնատերև, ամուր և թանկարժեք բնափայտ ունեցող ծառատեսակներից (կաղնի – *Quercus* L., հաճարենի – *Fagus* L., բոխենի – *Garpinus* L., թխկի – *Acer* L., հացենի – *Fraxinus* L. և այլն) [1, 6, 8]:

Հայաստանում բնական պայմաններում հանդիպող կաղնու հինգ տեսակներից (արևելյան – *Quercus macranthera*, վրացական – *Q. iberica*, արաքսյան – *Q. araxina*, երկարա-կույթուն – *Q. longipes* և ոսկեգույն – *Q. hypochrysa*) փորձարկվել է արևելյանը, որը ցրտա-դիմացկուն և երաշտադիմացկուն է, պահանջկոտ չէ հողի նկատմամբ: Կաղնին աճում է ոչ միայն անտառներում, այլև որպես դեկորատիվ և ֆիտոնցիդային հատկություններով օժտված ծառատեսակ, վաղուց ի վեր օգտագործվում է բնակավայրերի կանաչապատման համար: Այն առանձնապես լայն կիրառում ունի արհեստական անտառապատման բնագավառում:

Ելնելով անտառածածկից և սոսու տնկիների բարձր պահանջարկից՝ արդիական է նաև դրանց տնկիների անհող աճեցման կենսատեխնոլոգիայի մշակումը:

Հայտնի է սոսու շուրջ 10 տեսակ, որոնք տարածված են Հյուսիսային Ամերիկայում և Միջերկրական ծովի արալյան երկրներից մինչև Հնդկաչին: Նախկին ԽՍՀՄ-ում և մեր հանրապետությունում մշակվում է սոսու 3 տեսակ՝ Ս. արևելյան (*Platanus orientalis* L.), Ս. արևմտյան (*P. occidentalis* L.) և Ս. հիբրիդային (*P. hybrida* կամ *P. accrifolia*), որը, հավանա-բար, նախորդ 2 տեսակների հիբրիդն է [1, 4]: Նշված տեսակներից փորձարկվել է Սոսի արևելյանը:

Սոսին գեղեցիկ, հզոր ծառ է, բուսական աշխարհի հսկաներից, արագ է աճում: Նրա տնկիները լայնորեն օգտագործվում են հանրապետության բնակավայրերի կանա-չապատման բնագավառում:

Աշխատանքի նպատակն է հիդրոպոնիկ կաղնու և սոսու տնկիներով նպաստել անտառների վերականգնմանը՝ փորձարկելով պոլիմերային հավելանյութի ազդեցությունը:

Նյութ և մեթոդ: Ուսումնասիրությունները կատարվել են Հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինս-տիտուտի Դիլիջանի անտառային փորձակայանում (ԴԱՓԿ): ԴԱՓԿ-ն գտնվում է Հայաստանի հյուսիս արևելյան մասում, ծովի մակերևույթից 1400-1500 մ բարձրության վրա, տեղումների քանակը տարեկան կազմում է 660-750 մմ [7]: Հետազոտության օբյեկտ են հանդիսացել կաղնի արևելյանը – *Q. orientalis* L., որը պատկանում է հաճարագզիների (Fagaceae) ընտանիքին և սոսի արևելյանը – *Platanus orientalis* L., որը պատկանում է սոսագզիների (Platanaceae) ընտանիքին:

2009 թ-ից ուսումնասիրվել է հիդրոպոնիկական փորձարարական կայանի (ՀՓԿ) հրաբխային խարամ լցանյութում աճեցված՝ երեք տարեկան կաղնու (32 հատ) և երկու տարեկան սոսու (16 հատ) հիդրոպոնիկ տնկիների վերատնկարկումը ԴԱՓԿ-ի անջրդի գոտում:

Վերատնկարկման ժամանակ տնկիների արմատաբնակ հողաշերտին, որպես հավելանյութ, ավելացվել է «Երպաստպոլիմեր» ՓԲԸ-ում սինթեզված, հիդրոֆիլային հատկությամբ օժտված 87C պոլիմերը 30գ/բույս չափաբանակով (նկ. 1):

Հետազոտվել է նշված պոլիմերի կիրառման ազդեցությունը տնկիների կաջողականության և հետագա տարիների աճի վրա: Մեր կողմից նախկինում կատարված հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է, որ տնկիների կաջողականության համար նպաստավոր պայմաններ են ապահովել 87 C պոլիմերի 30-50 գ/բույս չափաբաժինները [3]:

Ելնելով տարիների փորձից, Դիլիջանի անտառային գոտում տնկիների վերատնկարկման ժամանակ տրվել է 30 գ/բույս չափաբանակը: Ստուգիչ են հանդիսացել առանց 87C պոլիմերի տնկարկված տնկիները:

Արդյունքներ և քննարկում: Գիտափորձերի արդյունքում պարզվել է (աղ. 1), որ տնկիների վերատնկարկման ժամանակ արմատաբնակ շերտում 30 գ/բույս 87C պոլիմե-րային հավելանյութի կիրառումը Դիլիջանի կենսատեխնոլոգիայի անջրդի պայ-մաններում ապահովում է կաղնու տնկիների տնկարկման առաջին տարում 96 %, երկրորդ և հետագա տարիներում 92 % կաջողականություն և բավարար աճ (2009-2015 թթ. տարեկան միջին աճը կազմել է 16 սմ):



Նկ. 1. Սոսու տնկիների տնկարկի ժամանակ պոլիմերի ավելացումն արմատաբնակ հողաշերտին

Աղյուսակ 1. Դիլիջանի կենսատերկրահամակեցության անջրդի պայմաններում 87 C պոլիմերի ազդեցությունը հիդրոպոնիկ տնկիների կաչողականության և աճի վրա

Տնկիներ	Տարբերակներ	Տնկիների քանակը, հատ	Վերատնկված տնկիների		Կաչողականությունը, %			Տնկիների աճը, 2015թ.				Տարեկան միջին աճը 2009-2015թթ.	
			բարձրությունը, սմ	բնի տրամագիծը, մմ	2009թ.	2010թ.	2011թ.	բարձրությունը, սմ	բնի տրամագիծը, մմ	ճյուղերի քանակը, հատ	սաղարթի շրջագիծը, սմ	բարձրությունը, սմ	բնի տրամագիծը, մմ
Կաղնի	պոլիմեր, 30գ/բույս ստուգիչ	24	118	17	96	92	92	228	35	12	221	16	2,6
		8	118	17	50	25	---	---	---	---	---	---	---
Սոսի	պոլիմեր, 30գ/բույս ստուգիչ	8	163	23	25	---	---	---	---	---	---	---	---
		8	163	23	12	---	---	---	---	---	---	---	---

Սոսու նույն տարբերակի կաչողականությունը առաջին տարում կազմել է 25 %, սակայն երկրորդ տարվա աշնանը տնկիները ամբողջությամբ չորացել են: Միևնույն պայմաններում ստուգիչ տարբերակում կաղնու տնկիները չորացել են երկրորդ տարում, իսկ սոսին՝ առաջին տարվա աշնանը (աղ. 1): Այսինքն, պոլիմերի կիրառումը սոսու տնկիների կաչողականության վրա դրական ազդեցություն չի թողել:

2009-2015 թթ. ստացված տվյալները թույլ են տալիս հավաստելու, որ Դիլիջանի կենսատերկրահամակեցության անջրդի պայմաններում 87C պոլիմերի (30 գ/բույս) ազդեցությունը հիդրոպոնիկ կաղնու տնկիների կաչողականության և աճման վրա արդյունավետ է ու հեռանկարային: Ուսումնասիրությունների արդյունքները թույլ են տալիս կատարելու մեծածավալ արտադրական փորձարկումներ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Հարությունյան Լ.Վ., Հարությունյան Ս.Լ.* Հայաստանի դեկորոֆլորան, Գիտահանրամատչելի ակնարկ, Երևան, առաջին մաս, 440 էջ, 1985:
2. *Հովսեփյան Ա.Յ., Էդյան Ա.Ա., Պողոսյան Գ.Յ., Մայրապետյան Խ.Ս., Ոսկանյան Պ.Ս.* Արևելյան կաղնու հիդրոպոնիկ տնկիների փորձարկումը Դիլիջանի կենսատերկրահամակեցության պայմաններում, ՀՀ ԳԱԱ Հայի «Հաղորդումներ», N 31, Երևան, էջ 69-73, 2007:
3. *Հովսեփյան Ա.Յ., Մայրապետյան Խ.Ս., Էդյան Ա.Ա., Պողոսյան Գ.Յ.* Հիդրոպոնիկ տնկիների և պոլիմերային հավելանյութի փորձարկումը Դիլիջանի անտառային գոտում, Материалы международной научной конференции, Государственный аграрный университет Армении, Ереван, с. 132-135, 2011.
4. *Հովսեփյան Ա.Յ., Պողոսյան Գ.Յ., Մայրապետյան Խ.Ս., Էդյան Ա.Ա.* Սոսու տնկանյութի հիդրոպոնիկական արտադրության հնարավորությունն ու արդյունավետությունը, Ազրոգիտություն, N 3-4, էջ 208-211, 2013:
5. ՀՀ Գյուղատնտեսության նախարարության, Անտառային տնտեսության, ՀՀ անտառների բնութագիրը, www.minagro.am/anton.asp/, 2006:
6. *Վարդանյան Ժ.Յ.* Ճառագիտություն, Երևան, ՀԳԱ, 370 էջ, 2005:
7. *Վալետյան Լ.Վ.* /Խմբ. Հայաստանի ազգային անտառ, Ա հատոր, Երևան, 232 էջ, 2007:
8. *Григорян А.А.* Ценные виды деревьев и кустарников лесов Армении, Ереван, 230с, 1973.
9. *Майрапетян С.Х.* Культура эфиромасличных растений в условиях открытой гидропоники, Ереван, 313с, 1989.

Ստացվել է 27.05.2016



Биолог. журн. Армении, 4 (68), 2016

АРУТЮН ХРИСТОФОРОВИЧ САРКИСОВ – ОСНОВОПОЛОЖНИК ВЕТЕРИНАРНОЙ МИКОЛОГИИ И МИКОТОКСИКОЛОГИИ



С именем А.Х. Саркисова связана целая эпоха в развитии микологической науки. Им были заложены теоретические и методические основы всестороннего изучения грибов, вызывающих микозы у животных, создано новое в микологической науке направление – микотоксикология, разработаны и предложены для практического использования целое поколение вакцинных препаратов и антибиотиков для ликвидации опасных болезней животных.

Арутюн Христофорович родился в 1908 г. в г. Баку. В 1931 г. окончил Закавказский ветеринарный институт (г.Эривань). В годы учебы этот институт по профилю был единственным не только в Закавказье, но и в ближайших регионах, включая Среднюю Азию. Здесь преподавали крупные ученые, получившие образование в Европе. С 1932 по 1934 годы С.Х. Саркисов работал в Азербайджанском научно-исследовательском ветеринарном институте младшим научным сотрудником. С 1934 по 1939 гг. он старший научный сотрудник Государственного научно-контрольного института по ветеринарным препаратам (ГНКИ, г. Москва). С 1939 по 1955 гг. – директор Всесоюзной лаборатории по изучению токсичных грибов. В 1956 г. – зав. Лабораторией по контролю антибиотиков ГНКИ. С 1957 г. – зав. Лабораторией микологии и антибиотиков Всесоюзного (ныне Всероссийского) научно-исследовательского института экспериментальной ветеринарии. С 1989 г. – советник при дирекции этого института.

В 1937 г. А.Х. Саркисов возглавил научную экспедицию по изучению причин массовой гибели лошадей в Украине. Это был период, когда конница была ведущей в вооруженных силах Советской армии. Ему удалось выяснить причину гибели животных от гриба *Stachybotrys alternans* и продуцируемого им токсина. Возглавив в 1939 г. первую Всесоюзную научно-исследовательскую лабораторию по изучению токсигенных грибов, А.Х. Саркисов фактически заложил основы ветеринарной микологии.

В годы Великой Отечественной войны Саркисов возглавил две экспедиции на Алтай с целью расшифровать причину смертельно опасного, широко распространенного заболевания людей и животных, вызывающего алиментарно-токсическую алейкию. Возбудителями болезни оказались токсины, образуемые видами рода *Fusarium*. В 1944 г. им был предложен термин “микотоксикоз”, который прочно вошел в мировую научную литературу. Работа с токсическими микромицетами привела к созданию нового микотоксикологического направления в микологии, суть которого впервые была изложена в крупнейшем монографическом труде “Микотоксикозы” (1954). А.Х. Саркисов впервые подразделил микотические заболевания на две группы: микозы и микотоксикозы.

Исследования по ветеринарной микологии проводились А.Х. Саркисовым по трем направлениям: микотоксикология, иммунология, создание и применение антибиотиков широкого спектра действия.

Микотоксикологические работы были направлены на изучение причин массового отравления животных и человека токсигенными грибами из родов *Stachybotrys*, *Fusarium*, *Aspergillus* и др. Под руководством А.Х. Саркисова развернулись работы по выявлению токсичных грибов в зерне и кормах, были разработаны методы выявления токсинов в организме животных, значительное внимание уделялось изучению механизмов токсинообразования.

На основе учения о микотоксикозах А.Х. Саркисовым и его школой было разработано иммунологическое направление в профилактике болезней животных. Был создан и разработан метод промышленного производства высокоиммуногенного препарата ТФ-130. Большое внимание в работах Лаборатории, возглавляемой А.Х. Саркисовым, уделялось разработке и внедрению в практику средств специфической профилактики болезней животных. Создавались вакцины против микроспории крупного рогатого скота, лошадей, овец, собак, кошек, кроликов, пушных зверей. В 1983г. в Государственном реестре СССР было зарегистрировано первое открытие в области ветеринарии "Раскрытие ранее неизвестных свойств иммуногенности у клеток возбудителя стригущего лишая". Созданные на основе этого открытия вакцины резко снизили заболеваемость животных.

За достигнутые успехи в создании вакцин против дерматомикозов А.Х. Саркисов был награжден Золотой медалью Всемирной организации интеллектуальной собственности ООН. Впервые в ветеринарии стали применяться антибиотики с высоким терапевтическим эффектом. Под руководством А.Х. Саркисова были разработаны новые формы антибиотиков, эффективные при терапии и профилактике респираторных и желудочно-кишечных заболеваний животных.

А.Х. Саркисов автор более 200 научных статей и 10 монографий, изданных в СССР и зарубежом, около 40 изобретений и патентов. Много сил и энергии отдавал А.Х. Саркисов подготовке научных кадров. Им подготовлено более 60 докторов и кандидатов наук. Он оказывал постоянное внимание всем, кто в той или иной степени работал с токсичными микромицетами. За выдающийся вклад в развитие биологической науки, внедрение научных достижений в производство и подготовку научных кадров А.Х. Саркисову было присвоено звание Героя Социалистического Труда. Его труды были удостоены Государственной премии СССР. Он был избран академиком ВАСХНИЛ. Его научные работы в области ветеринарной микологии и микотоксикологии составляют одну из славных страниц мировой науки.

Несмотря на свой уже преклонный возраст (умер С.Х. Саркисов в возрасте 92 лет), он проявлял живой интерес к любым микотоксикологическим исследованиям, начиная от видового состава фитопатогенных грибов, продуцирующих токсины, вплоть до мероприятий по защите зерновых культур от болезней. С неиссякаемой активностью и настойчивостью он на всех уровнях доказывал необходимость расширения микотоксикологических работ, создания новых лабораторий, подготовки кадров микотоксикологов.

А.Х. Саркисов постоянно поддерживал связь с научным коллективом альма-матер – Ереванского зоотехническо-ветеринарного института и содействовал успешному развитию научных исследований в области микотоксикологической безопасности кормов и микотоксикозов сельскохозяйственных животных. Неоценимо его влияние и на возникновение и развитие исследований в области микотоксикологической безопасности пищевых продуктов в Ереванском государственном университете, ставшими одними из первых в СССР.

Это была яркая личность, человек высокой культуры, такта, исключительной интеллигентности. Память об Арутюне Христофоровиче Саркисове сохранится у многих знавших его людей. Важно, чтобы и будущие поколения помнили и почитали этого выдающегося ученого.

Л.Л. Осибян, академик НАН РА, доктор биологических наук, профессор
М.М.Левитин, академик РАР, доктор биологических наук, профессор



Биол. журн. Армении, 4 (68), 2016

УЧЕНЫЙ-МИКРОБИОЛОГ И ИЗОБРЕТАТЕЛЬ ЛЕЧЕБНО-ДИЕТИЧЕСКОГО МОЛОКА “НАРИНЭ”

(к 110-летию со дня рождения Л.А. Ерзинкяна)



В 2016г. исполнилось 110 лет со дня рождения одного из ведущих специалистов в области микробиологии и технологии молока и молочных продуктов, заслуженного изобретателя республики, доктора биологических наук, профессора Левона Акоповича Ерзинкяна.

Л.А. Ерзинкян учился в промышленном техникуме в Тбилиси у выдающегося химика Чичибабина, затем – в Ереванском госуниверситете и во ВНИИ животноводства, стал крупным ученым-микробиологом. Он – автор свыше 250 научных работ, 4-х монографий, 18 авторских свидетельств СССР, 15-ти рационализаторских предложений и свыше 10-ти методических рекомендаций по экологии новых видов и штаммов молочнокислых бактерий и их применению в медицине, животноводстве и молочной промышленности. “Его отличительной особенностью являлось постоянное стремление тесно увязывать свои работы с практикой и внедрять результаты исследований в производство” – отмечал академик Э.Г. Африкян.

С именами Ерзинкяна и его супруги – заслуженного деятеля науки республики, доктора биологических наук, профессора *Фарандзем Георгиевны Сарухян* (110-летие со дня рождения которой также исполняется в 2016г.) связано становление и развитие в Армении общей и прикладной, в том числе сельскохозяйственной и технической микробиологии. Особое значение имели их работы по использованию молочнокислых бактерий в производстве кисломолочного масла и некоторых сортов рассольных и европейских (швейцарских) сыров, повышению их качества и сокращению сроков созревания.

Л. Ерзинкян был первым, кто в 30-40 гг. двадцатого столетия на примере молочнокислых бактерий открыл эру пробиотиков и успешно использовал их в медицине для профилактики и лечения обширного круга заболеваний. Заслуга Л. Ерзинкяна в том, что он разработал методику выделения высокоактивных штаммов молочнокислых бактерий вообще и ацидофильных бактерий в частности. К концу 40-х годов им разработан и новый метод ацидофилотерапии: он определил нормы кормления ацидофильным молоком детей, включая грудного возраста, и взрослых. Этот метод получил поддержку врачей различных специальностей. В 1966г. Правительство Армении приняло постановление “Об организации производства лечебного ацидофильного молока и молока “Наринэ” в детских больницах и на молочных заводах”.

В 1987 г. была разработана биотехнология питательной и лечебной кисломолочной смеси “Наринэ-3” на основе штамма *Lactobacillus acidophilus* 317/402 “Наринэ”. Эта технология успешно используется во многих странах. В последние годы показано также иммуностимулирующее действие “Наринэ”.

Молочнокислые бактерии, выделенные Л.А. Ерзинкяном и отличающиеся своими культуральными, физиологическими и биохимическими свойствами, получили применение также при производстве детского мацуна “Наири” и другого кисломолочного продукта – йогурта.

Среди множества молочнокислых бактерий штамм *L. acidophilus* Ер-317/402, выделенный Л.А. Ерзинкяном более 50 лет назад, на основе которого далее был разработан кисломолочный продукт “Наринэ”, закрепленный авторским свидетельством, который вызвал широкий интерес микробиологов, биотехнологов и врачей. Такой интерес обусловлен кризисом, вызванным развитием устойчивости микроорганизмов к антибиотикам, когда молочнокислые бактерии становятся перспективным средством борьбы с различными заболеваниями и для сохранения здоровья человека.

А.А. ТРЧУНЯН,

Член-корр. НАН РА, доктор биологических наук, профессор



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4(68), 2016

ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՐԱՆՏԱՎՈՐԸ

(ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ Ռուբեն Միքայելի Հարությունյանի 70-ամյա հոբելյանի առթիվ)



Ռուբեն Միքայելի Հարությունյանը ծնվել է 1946թ. սեպտեմբերի 23-ին Երևանում, մտավորականների ընտանիքում: 1964թ. գերազանցությամբ ավարտելով Երևանի Պուշկինի անվան թիվ 8 միջնակարգ դպրոցը, ընդունվել է Երևանի պետական համալսարան՝ կենսաբանության ֆակուլտետ: Դեռ ուսանողական տարիներից նա առանձնանում էր գիտելիք ձեռքբերելու իր անհագ ցանկությամբ, բարձր առաջադիմությամբ, գիտահետազոտական աշխատանք կատարելու ունակությամբ և պարկեշտ, կիրթ պահվածքով: Այդ հատկանիշները չէին կարող աննկատ մնալ ֆակուլտետի ղեկավարության կողմից, և շուտով Ռուբեն Հարությունյանին թույլատրվում է անցնել անհատական պլանով ուսուցման: 1969թ. գերազանցությամբ ավարտելով համալսարանը և ստանալով կենսաբանի որակավորում գեներտիկա մասնագիտացմամբ, նա ընդունվում է

Մոսկվայի Բժշկական գեներտիկայի ինստիտուտի ասպիրանտուրա և 1972թ. պաշտպանում թեկնածուական ատենախոսություն ակադեմիկոս Ն.Բոչկովի ղեկավարությամբ: Վերադառնալով Հայաստան Ռուբեն Հարությունյանը որպես գիտաշխատող աշխատանքի է անցնում ԵՊՀ գեներտիկայի և բջջաբանության ամբիոնին կից գործող պրոբլեմային լաբորատորիայում՝ իր հետագա գիտամանկավարժական ողջ գործունեությունը կապելով հարազատ ամբիոնի հետ: Նպատակասլաց գիտական աշխատանքն ամբիոնում, գիտական ստաժավորումը ԱՄՆ-ում, գիտական սերտ համագործակցությունը Մոսկվայի Բժշկական գեներտիկայի ինստիտուտի և այլ գիտական կենտրոնների մասնագետների հետ պսակվեցին հաջողությամբ, և 1981 թվականին, 35 տարեկանում, Ռուբեն Հարությունյանը պաշտպանում է դոկտորական ատենախոսություն: Շուտով նա ամբիոնին կից գործող պրոբլեմային լաբորատորիայի ղեկավարն էր, իսկ 1991 թվականից մինչ օրս՝ գեներտիկայի և բջջաբանության ամբիոնի վարիչն է: 2006 թվականին պրոֆեսոր Ռուբեն Հարությունյանն ընտրվում է ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ: Վերջին 10 տարիների ընթացքում պրոֆեսոր Ռուբեն Հարությունյանը համատեղությամբ աշխատում է նաև ՀՀ ԳԱԱ Մոլեկուլային կենսաբանության ինստիտուտում, իսկ այս տարվանից նաև ՀՀ ԳԱԱ Նախագահությունում՝ որպես Բնական գիտությունների բաժանմունքի ակադեմիկոս-բարոնդար:

Ներկայումս պրոֆեսոր Ռ.Հարությունյանը Հայաստանում գեներտիկայի բնագավառի առաջատար գիտնականն է, մեզանում գեներտիկայի, մասնավորապես՝ Էկոլոգիական և թունաբանական գեներտիկայի ու մոլեկուլային բջջագեներտիկայի դպրոցի հիմնադիր:

Բազմաբնույթ է նրա գիտական հետազոտությունների շրջանակը: Նրա ղեկավարությամբ տասնյակ տարիներ շարունակ իրականացվել է Հայաստանի վնասակար արտադրություններում ներգրավված աշխատողների բջջագեներտիկական և գեներտիկական մոնիթորինգ, իսկ Ֆրանսիայի և Իսրայելի գիտնականների հետ համատեղ առաջին անգամ բացահայտել է պարբերական հիվանդությամբ տառապողների արյան պլազմայում մուտագեն գործոնի առկայությունը: Պրոֆեսոր Ռ.Հարությունյանի անմիջական նախաձեռնությամբ Հայաստանի Չեռնոբիլի լիկվիդատորների խմբում ուսումնասիրվել է հակաօքսիդանտների բուժիչ ազդեցությունը, Անդրկովկասում առաջին անգամ ներդրվել է լեյկոզների մոլեկուլային-բջջագեներտիկական ախտորոշում, ինչի շնորհիվ ար-

յան քաղցկեղով տառապող հարյուրավոր հիվանդներ տարիներ շարունակ անվճար ստացել են կենսականորեն կարևոր դեղամիջոց: Պրոֆեսոր Ռ.Յարությունյանն աջակցել է Հայաստանում պրենատալ բջջագենետիկական ախտորոշման ներդրմանը, իրագործել է նաև բջջագենետիկական տվյալների մաթեմատիկական մոդելավորման ուսումնասիրություններ և այլն:

Պրոֆեսոր Ռ.Յարությունյանի և իր աշխատակիցների ջանքերով ներդրված մեթոդական մոտեցումները հնարավորություն տվեցին իրականացնել Հայաստանի տարբեր շրջանների ջրի և հողի աղտոտվածության գենետիկական ռիսկի գնահատումը՝ կիրառելով տեղաբնակ կենդանական կենսացուցիչներ: Այդ հետազոտությունները Ռուսաստանի Դաշնության գիտնականների հետ համագործակցության հիմք դարձան, ինչն էապես ընդլայնեց Սևանա լճի և այլ ջրային էկոհամակարգերի աղտոտվածությանն ուղղված ուսումնասիրությունների սպեկտրը: Ռուբեն Յարությունյանի կողմից ուսումնասիրության նոր մոտեցումներ են մշակվել նաև բույսերի գենետիկայի բնագավառում, որոնք հիմք հանդիսացան այդ ոլորտում Իտալիայի, Իսպանիայի և Գերմանիայի տարբեր առաջատար գիտական կենտրոնների հետ կայուն համագործակցության:

Պրոֆեսոր Ռուբեն Յարությունյանի նպատակաւաց գիտահետազոտական գործունեությունը միշտ ուղեկցվել է լարված և բազմաբնույթ դասախոսական աշխատանքով: Անգնահատելի է նրա մանկավարժական ավանդը՝ ուղղված երիտասարդ սերնդի կրթմանը և գիտական առաջընթացին: Նրա ջանքերով բազմաթիվ ուսանողներ և երիտասարդ գիտնականներ հնարավորություն են ստացել ուսումը շարունակելու և իրականացնելու ամբողջ շարք գիտական ուսումնասիրություններ արտասահմանյան առաջատար համալսարաններում և գիտական կենտրոններում:

Պրոֆեսոր Ռ.Յարությունյանը դասախոսություններ է կարդացել տասնյակ երկրներում: Նա մասնակցել է արտասահմանյան տարբեր դրամաշնորհներով ֆինանսավորվող գիտական և ուսումնական ծրագրերի կատարմանը, կազմակերպել է NATO-ի գիտաժողով ԱՄՆ-ում՝ նվիրված գենետիկական թունաբանության նորագույն մեթոդներին: Ռ. Յարությունյանը Հայաստանի ներկայացուցիչն է Ռուսաստանի գիտությունների ակադեմիայի ռադիոկենսաբանության խորհրդում, և վերջին տարիներին բազմիցս հրավիրվել է Դուբնա ճառագայթային գենետիկայի ասպարեզում դասախոսություններ կարդալու: Նա նաև երկու միջազգային ամսագրերի խմբագրական կոլեգիաների անդամ է, «Հայաստանի կենսաբանական հանդեսի» գլխավոր խմբագրի տեղակալ:

Պրոֆեսոր Ռ.Յարությունյանի գիտական հետազոտությունների արդյունքները, բազմաթիվ միջազգային գիտաժողովներում զեկույցները բերել են նրան իրավամբ միջազգային ճանաչում: Կուտակելով գիտամանկավարժական գործունեության հարուստ փորձ, կրթության և գիտության ոլորտում ներդրելով նորարարական մոտեցումներ, նա գիտական զեկույցներով և դասախոսություններով հանդես է եկել ԱՄՆ, Ֆրանսիայի, Գերմանիայի, Ռուսաստանի և այլ երկրների առաջատար գիտական կենտրոններում և համալսարաններում՝ բարձր պահելով հայաստանյան գիտության և Երևանի պետական համալսարանի հեղինակությունը: Նրա արգասաբեր գործունեության ապացույցն ավելի քան 290 գիտական աշխատություններն են, այդ թվում՝ 4 մենագրություն և ուսումնական ձեռնարկները, 170 գիտական հոդվածները, որոնցից 60-ը միջազգային գրախոսվող ամսագրերում, Springer միջազգային հրատարակչությունում անգլերեն լեզվով լույս ընծայած հակամուտագենետիկ օրինաչափություններին նվիրված ունիկալ մենագրությունը և այլն: Պրոֆեսոր Ռ. Յարությունյանն արդյունավետ գիտական գործունեության ընթացքում ղեկավարել է թեկնածուական 20 ատենախոսություն, եղել դոկտորական 2 ատենախոսության գիտական խորհրդատու: Նա վերջին տարիներին անընդմեջ ՀՀ ԿԳՆ Գիտության կոմիտեի կողմից կազմակերպվող գիտական բարձր արդյունավետություն ունեցող գիտնականների մրցույթի հաղթողների շարքում է, բազմիցս արժանացել է հանրապետության և ԵՊՀ բարձր պարգևների, մեդալների:

«Հայաստանի կենսաբանական հանդեսի» խմբագրության կողմից հորեյանի առթիվ շնորհավորելով գիտական լայն մտահորիզոն և մարդկային հմայք ունեցող հարգելի պրոֆեսորին մաղթում ենք քաջ առողջություն, երիտասարդական ավյուն, չխամրող խանդավառություն և ամենայն բարիք:

Է.Ս. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ

*«Հայաստանի կենսաբանական հանդեսի»
գլխավոր խմբագիր, ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ*