



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

2019



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

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆՐԵՍ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ АРМЕНИИ
BIOLOGICAL JOURNAL OF ARMENIA

ՀԱՏՈՐ LXXI, 2, 2019

ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություն» հրատարակչություն

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

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

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

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻԱ

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

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԽՈՐՀՈՒՐԴ

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

THE EDITORIAL BOARD

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

THE EDITORIAL COUNCIL

Yu.T. Aleksanyan, Zh.I. Hakobyan, V.P. Hakobyan,
S.H. Movsesyan, G.H. Panosyan, L.L. Osipyanyan

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

• Փորձարարական և տեսական հոդվածներ •

Վարդանյան Յ.Ս., Ղուկասյան Է.Խ., Կոբեյան Յ.Յ. Սևանա լճի ջրիավաք ավազանի գետերի ջրերի որակի գնահատումն ըստ մանրէաբանական ցուցանիշների.....	6
Մինասյան Ս.Ս., Աղաբաբյան Ծ.Բ., Գևորգյան Է.Ս., Ղուկասյան, Լ.Է. Կեղևի տարբեր գոտիների կարգավորիչ ազդեցության առանձնահատկությունները Դեյտերոսի անդաստակային կորիզի նեյրոնային ակտիվության վրա.....	12
Սարգսյան Ս.Ա. Սեստոնում ԱԵՖ քանակությունը և դանդաղեցված ֆյուլուրեցենցիայի մեծությունը որպես Սևանա լճի պլանկտոնի կենսազանգվածի և բաշխվածության չափման էքսպրես ինդիկատորներ.....	17
Նաղաշյան Յ.Զ., Հակոբյան Ա.Ռ., Գրիգորյան Լ.Յ., Երիբեկյան Ս.Վ., Սամսոնյան Վ.Լ. Տավարի մոնիթինգի բնկումների կանխատեսումը Տավուշի և Կոտայքի մարզերում	22
Ղազարյան Կ.Ա. Պղնձով և մոլիբդենով աղտոտված հողերում աճող <i>Artemisia vulgaris</i> և <i>Medicago coerulea</i> բուսատեսակների ֆիտոէքստրակցիայի ներուժի բացահայտումը.....	26
Սարգսյան Յ.Պ., Բաղդասարյան Ն.Ս., Սարգսյան Ա.Յ. Իոնիզացնող ճառագայթի ազդեցության դեբում էրիթրոցիտների չափերի փոփոխության հնարավոր մեխանիզմները	33
Վարդանյան Տ.Վ., Բարսեղյան Ն.Է., Աղաբաբյան Ա.Լ. Սևանա լճի և Իսիկ Կուլ լճի Սևանի իշխանի որոշ ձևաչափական և պլաստիկ ցուցանիշների համեմատական վերլուծությունը.....	37
Կտրակյան Ս.Ա. Երևանի կանաչ տնկարկների դենդրոբազմազանությունը.....	43
Պարոնյան Զ.Խ., Գրիգորյան Լ.Ս., Ստեփանյան Ա.Ա., Սրապիոնյան Ռ.Ս. Հիպոթալամուսի պրոլինոլ հարուստ պեպտիդ GX-NH ₂ -ի ազդեցությունը առնետի արյան պլազմայի ֆիբրինոլիտիկ ակտիվության վրա.....	48
Համբարձումյան Ե.Ռ., Ս. Գինոսյան Վ., Տիրացույան Ս.Գ. Մալարիայի դեմ օգտագործվող դեղամիջոցների հակամիլիդային ներուժի գնահատումը մոլեկուլային մոդելավորման մեթոդների կիրառմամբ.....	52
Թերլեմեզյան Յ.Լ., Մկրտչյան Յ.Ն. Բրոկոլիի վնասատուների տեսակային կազմը Արարատյան հարթավայրի պայմաններում.....	58
Խաչատրյան Ն.Խ. Ամիդների փոխանակության ուղիները ենթաստամոքսային գեղձում.....	62
Միրզոյան Ս.Ն. H ₂ -ի արտադրությունը և հիդրոգենազների դերը <i>Escherichia coli</i> -ում գլիցերոլի և քացախաթթվի խառնուրդների խմորման ընթացքում տարբեր pH-ներում.....	66

СОДЕРЖАНИЕ

•Экспериментальные и теоретические статьи•

<i>Вардадян Г.С., Гукасян Э.Х., Кобелян Р.О.</i> Оценка качества воды рек водосборного озера Севан по микробиологическим показателям.....	6
<i>Минасян С.М., Адамян Ц.И., Геворгян Э.С., Гукасян Л.Э.</i> Особенности корректирующего влияния различных областей коры на нейрональную активность вестибулярного ядра Дейтерса.....	12
<i>Саргсян С.А.</i> Количество АТФ сестона и уровень замедленной флюоресценции как экспрессные индикаторы измерения биомассы и распределения планктона озера Севан	17
<i>Нагасян О.З., Акопян А.Р., Григорян Л.Г., Ерибекян С.В., Самсомян М.Л.</i> Прогнозирование вспышек мониезиоза крупного рогатого скота в Тавушской и Котайской областях	22
<i>Казарян К.А.</i> Выявление фитоэкстракционного потенциала <i>Artemisia vulgaris</i> и <i>Medicago coerulea</i> , растущих в почвах, загрязненных медью и молибденом.....	26
<i>Саркисян Г.П., Багдасарян Н.С., Саркисян А.Г.</i> О возможных механизмах изменения размеров эритроцитов при воздействии ионизирующего излучения.....	33
<i>Вардадян Т.В., Барсегян Н.Э., Агасян А.Л.</i> Сравнительный анализ некоторых морфометрических и пластических признаков севанской форели из озера Иссык-Куль и озера Севан	37
<i>Ктракян С.А.</i> Дендроразнообразие зеленых насаждений Еревана.....	43
<i>Паронян З.Х., Григорян Л.С., Степанян А.А., Срапионян Р.М.</i> Влияние гипоталамического пролином богатого пептида GX-NH ₂ на фибринолитическую активность плазмы крови крыс.....	48
<i>Амбарцумян Е.Р., Гиносян С.В., Тирацумян С.Г.</i> Оценка терапевтического потенциала антималярийных препаратов как ингибиторов β -амилоида методами молекулярного моделирования.....	52
<i>Терлемезян Г.Л., Мкртчян А.Н.</i> Видовой состав вредителей брокколи в условиях Араратской равнины.....	58
<i>Хачатрян Н.Х.</i> Пути обмена амидов в поджелудочной железе.....	62
<i>Мирзоян С.Н.</i> Производство H ₂ и роль гидрогеназ в периодических культурах у <i>Escherichia coli</i> при ферментации смеси глицерона и ацетата при различных рН.....	66

CONTENTS

•Experimental and theoretical articles•

<i>Vardanyan H.S., Ghukasyan E.Kh., Kobelyan H.H.</i> Water quality assessment of the rivers of Lake Sevan basin on the microbiological indices.....	6
<i>Minasyan S.M., Adamyan Ts.I., Gevorgyan E.S., Ghukasyan L.E.</i> Features of the corrective influence of various areas of the cortex on the neuronal activity of the Deiters's lateral vestibular ucleus.....	12
<i>Sargsyan S.A.</i> The amount of ATP the seston and delayed fluorescence level as rapid indicators for measuring the biomass and distribution of plankton of lake Sevan.....	17
<i>Naghashyan H.Z., Hakobyan A.R., Grigoryan L.H., Eribekyan S.V., Samsonyan V.L.</i> Prevention of monesiosis borders in Tavush and Kotayk regions.....	22
<i>Ghazaryan K.A.</i> Detection of phytoextraction potential of <i>Artemisia vulgaris</i> and <i>Medicago coerulea</i> growing in soils polluted by copper and molybdenum.....	26
<i>Sargsyan H.P., Baghdasaryan N.S., Sargsyan A.H.</i> On the possible mechanisms of the changes in erythrocyte sizes upon the impact of ionizing raddiation.....	33
<i>Vardanyan T.V., Barseghyan N.E., Aghasyan A.L.</i> Comparative analysis of some morph-metric and plastic parameters of Sevan trout from the lakes Issyk-Kul and Sevan	37
<i>Ktrakyan S.A.</i> Dendro-diversity of the green stands of Yerevan	43
<i>Paronyan Z.Kh., Grigoryan L.S., Stepanyan H.A., Srapionyan R.M.</i> Influence of hypothalamic proline-rich peptide GX-NH ₂ on fibrinolytic activity of rat blood plasma.....	48
<i>Hambardzumyan Y.R., Ginosyan S.V., Tiratsuyan S.G.</i> Assessment of the therapeutic potential of anti-malarial drugs as β -amyloid inhibitors using molecular modeling methods.....	52
<i>Terlemezyan H.L., Mkrtychyan H.N.</i> Species composition of broccoli pests in Ararat valley.....	58
<i>Khachatryan N.Kh.</i> Pathways of amids metabolism in pancreas.....	62
<i>Mirzoyan S.N.</i> H ₂ production and role of hydrogenases in <i>Escherichia coli</i> batch cultures during fermentation of mixture of glycerol and acetate at different pHs.....	66



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2 (71), 2019

ՍԵՎԱՆԱ ԼՃԻ ՋՐՀԱՎԱՔ ԱՎԱԶԱՆԻ ԳԵՏԵՐԻ ՋՐԵՐԻ ՈՐԱԿԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄՆ ԸՍՏ ՄԱՆՐԵԱՔԱՆԱԿԱՆ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԻ

Հ.Ս. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ¹, Է.Խ. ՂՈՒԿԱՍՅԱՆ², Հ.Հ. ԿՈՔԵԼՅԱՆ

¹ Սևան ազգային պարկ ՊՕԱԿ, 1501, ք. Սևան

² ՀՀ ԳԱԱ Կենդանաբանության և հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոնի
Հիդրոէկոլոգիայի և ձկնաբանության ինստիտուտ, 0014, ք. Երևան
hripsimekobelyan@mail.ru

2018 թ. Գավառագետ, Մասրիկ, Արգիճի և Լիճք գետերի տարբեր դիտակետերում իրականացվել են մանրէաբանական և հիդրոբիոլոգիական ուսումնասիրություններ: Մանրէաբանական ցուցանիշների հիման վրա կատարվել է գետի ջրի որակի գնահատում: Հետազոտության արդյունքում պարզվել է, որ ուսումնասիրված գետերը կոմունալ կենցաղային հոսքաջրերով առավել աղտոտված են գետերի միջին և ստորին հոսանքներում:

Սապրոֆիտ բակտերիաներ – կոլի-ինդեքս – ջրի որակ

В 2018 г. были проведены микробиологические исследования на разных станциях рек Гаварагет, Масрик, Аргичи и Личк. На основе количества сапрофитных бактерий проведена оценка качества речной воды. Результаты исследования показали, что изучаемые реки загрязнены коммунально-бытовыми сточными водами в среднем и нижнем течении.

Сапрофитные бактерии – коли-индекс – качество воды

The microbiological and hydrochemical investigations at the different sampling stations of the Rivers Gavaraget, Masrik, Argichi and Lichq have been conducted in 2018. Based on the microbiological indexes an assessment of the water quality has been conducted. According to the results, the middle and lower reaches of rivers were more polluted by municipal wastewater.

Saprophytic bacteria – coli-index – water quality

Սևանա լիճը, որը Հարավային Կովկասի քաղցրահամ ջրի խոշորագույն աղբյուրն է, ենթարկվում է հզոր մարդածին ազդեցության: Թեպետ վերջին տարիներին սահմանափակվել են լիճ լցվող արտադրական հոսքաջրերը, կառուցվել են կեղտաջրերի մեխանիկական մաքրման կայաններ՝ Մարտունի, Գավառ և Վարդենիս համայնքներում, այնուհանդերձ ջրի վաճառքի ավազանից լիճ ներթափանցող ֆեկալ-կենցաղային հոսքի ծավալը եապես չի նվազել:

Լճային համակարգի վրա ջրի վաճառքի ավազանը հիմնականում ազդում է գետային հոսքի միջոցով, ուստի հրատապ են դառնում լիճ թափվող գետերի ջրերի հիդրոբիոլոգիական, հիդրոկենսաբանական՝ այդ թվում նաև մանրէաբանական մոնիտորինգային ուսումնասիրությունները:

Առաջին անգամ Սևանա լիճ թափվող գետերում մանրէաբանական ուսումնասիրություններ կատարվել են Ղամբարյանի կողմից [5]: Պարզվել է, որ 1956-1957թթ. սապրոֆիտ մանրէների թվաքանակը Մասրիկի, Մաթենիսի և Գավառագետի գետա-

բերանների ջրերում համապատասխանաբար կազմել է 750, 1300 և 1380 ԳԱՄ/մլ: Վերջին 10 տարիների ընթացքում թվաքանակն ավելացել է 5-10 անգամ [9]: Պարբերաբար Սևանա լիճ թափվող գետերի մանրէաբանական ուսումնասիրությունները կատարվել են Մինասյանի [1], և Վարդանյանի [2] կողմից: Պարզվել է, որ ըստ մանրէաբանական ցուցանիշների առավել աղտոտված են Գավառագետ, Դրախտիկ, Ծակաբար և Մարտունի գետերի գետաբերանային հատվածները:

Աշխատանքի նպատակն է Սևանա լիճ թափվող գետերի աղտոտվածության գնահատումը ըստ մանրէաբանական ցուցանիշների:

Նյութ և մեթոդ: Զիդրոնկոհամակարգ ներմուծված ֆեկալ-տնտեսական հոսքաջրերի ազդեցության գնահատման հիմնական ցուցանիշ են ընտրվել սապրոֆիտ մանրէների և աղիքային ցուպիկների քանակը [6, 11]: Միաժամանակ ուսումնասիրվել են խմորասնկերի և բորբոսասնկերի քանակները, ինչպես նաև ջրում լուծված թթվածնի և օրգանական նյութի (պերմանգանատային օքսիդացում) պարունակությունը:

Աշխատանքի համար փորձանյութ են հանդիսացել 2018 թ. մայիս, հուլիս, օգոստոս ամիսներին Սևանա լիճ թափվող 4 գետերի (Գավառագետ, Մասրիկ, Արգիճի, Լիճք) տարբեր հատվածներից վերցված փորձանմուշները:

Սապրոֆիտ մանրէների թվաքանակը որոշվել է 20°C-ում և 37°C-ում չոր սննդային ագարից պատրաստված սննդամիջավայրում աճի համապատասխան երկրորդ և մեկ օրվա հաշվում, իսկ կոլի-ինդեքսը (լակտոզադրական աղիքային ցուպիկների քանակը 1 լ ջրում)՝ մեմբրանային գտման եղանակով [7]: Բորբոսասնկերի որոշման համար օգտագործվել է Չապեկի սննդամիջավայրը [8]: Խմորասնկերի թվաքանակը որոշվել է թաղցուից պատրաստված ագարային սննդամիջավայրում՝ մեմբրանային գտման եղանակով [10]: Արդյունքները արտահայտվել են գաղութ առաջացնող միավորների թվով (ԳԱՄ): Ջրում լուծված թթվածնի պարունակությունը որոշվել է ըստ Վինկլերի, իսկ օրգանական նյութի պարունակությունը (պերմանգանատային օքսիդացում)՝ ըստ Կուբելի [3]:

Արդյունքներ և քննարկում:

Գետ Գավառագետ Ակունք – կատարված հետազոտությունների արդյունքներից պարզվել է, որ գետի ակունքի ջրերում 20°C-ում և 37°C-ում աճող սապրոֆիտ մանրէների քանակը կազմել է համապատասխանաբար 1400 ԳԱՄ/մլ և 40 ԳԱՄ/մլ, իսկ կոլի-ինդեքսը՝ 0,3 հազ. ԳԱՄ/լ: Խմորասնկերի և բորբոսասնկերի թվաքանակը կազմել է համապատասխանաբար 1100 ԳԱՄ/100մլ և 12 ԳԱՄ/մլ (աղ.1): Գետի ակունքի ջրերում լուծված թթվածնի պարունակությունը կազմել է 10,4 մգ Օ₂/դմ³, իսկ պերմանգանատային օքսիդացման արժեքը՝ 2,24 մգ Օ/դմ³:

Աղյուսակ 1. Սապրոֆիտ մանրէների, խմորասնկերի, բորբոսասնկերի թվաքանակը և կոլի-ինդեքսը Գավառագետի տարբեր հատվածների ջրերում

Դիտակետ	Սապրոֆիտ մանրէների քանակ, ԳԱՄ/մլ		Կոլի-ինդեքս, հազ. ԳԱՄ/լ	Խմորասնկերի քանակ, ԳԱՄ/100մլ	Բորբոսասնկերի քանակ, ԳԱՄ/մլ
	20°C	37°C			
Ակունք	1400	40	0,3	1100	12
Նորատուս գյուղից վերև՝ ավտոմայրուղու կամրջի հարևանությամբ	10000	1200	80	1400	10
Գետաբերան	4450	520	50	600	19

Նորատուս գյուղից վերև՝ ավտոմայրուղու կամրջի հարևանությամբ – իրականացված հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է, որ գետը՝ հոսելով Գավառ քաղաքի և մի շարք գյուղերի միջով ենթարկվում է ֆեկալ-տնտեսական և գյուղատնտեսական հոսքաջրերով աղտոտման: Դեռ ավելին, դիտակետից մոտ 300 մ վերև՝ Գավառ քաղաքի կեղտաջրերի մեխանիկական մաքրման կայանի արտահոսքերը լցվելով գետ էլ ավելի են մեծացնում մարդածին ճնշումը, ինչի արդյունքում դիտակետի ջրերում ակունքի համեմատ արձանագրվել է մանրէներով՝ հատկապես աղիքային ցուպիկներով աղտոտվածության բարձր մակարդակ: Այսպես, 20°C-ում և 37°C-ում աճող սապրոֆիտ մանրէների թվաքանակը կազմել է համապատասխանաբար 10000 ԳԱՄ/մլ և 1200 ԳԱՄ/մլ, իսկ կոլի-ինդեքսը՝ 80 հազ. ԳԱՄ/լ: Խմորասկերի քանակը կազմել է 1400 ԳԱՄ/100մլ, իսկ բորբոսասկերինը՝ 10 ԳԱՄ/մլ: Դիտակետի ջրերում լուծված թթվածնի պարունակությունը կազմել է 10,9 մգ O₂/դմ³, իսկ պերմանգանատային օքսիդացման արժեքը՝ 2,1 մգ O/դմ³:

Գետաբերան – Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ գետի ջուրը Նորատուսից դեպի գետաբերան 5,8 կմ հատվածում ենթարկվում է ինքնամաքման, ինչի արդյունքում մանրէների թվաքանակը նախորդ դիտակետի համեմատ նվազել է մոտ 2 անգամ (բացառությամբ բորբոսասկերի): Այսպես 20°C-ում և 37°C-ում աճող սապրոֆիտ մանրէների թվաքանակը կազմել է համապատասխանաբար 4450 ԳԱՄ/մլ և 520 ԳԱՄ/մլ, իսկ կոլի-ինդեքսը՝ 50 հազ. ԳԱՄ/լ: Խմորասկերի քանակը կազմել է 600 ԳԱՄ/100 մլ, իսկ բորբոսասկերինը՝ 19 ԳԱՄ/մլ:

Գետաբերանում նախորդ դիտակետի համեմատ լուծված թթվածնի և օրգանական նյութի պարունակությունը գրեթե չի փոխվել:

Գետ Մասրիկ

Ակունք – իրականացված հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է, որ գետի ակունքի ջրերում 20°C-ում և 37°C-ում աճող սապրոֆիտ մանրէների քանակը համապատասխանաբար կազմել է 660 ԳԱՄ/մլ և 126 ԳԱՄ/մլ, իսկ կոլի-ինդեքսը՝ 2,0 հազ. ԳԱՄ/լ: Խմորասկերի և բորբոսասկերի թվաքանակը համապատասխանաբար կազմել է 80 ԳԱՄ/100 մլ և 1 ԳԱՄ/մլ (աղ.2): Դիտակետում պերմանգանատային օքսիդացման արժեքը կազմել է 0,7մգO/դմ³:

Մասրիկ գյուղի կամրջի հարևանությամբ – գետը, հոսելով համանուն գյուղի տարածքով, աղտոտվում է ֆեկալ-կենցաղային և գյուղատնտեսական հոսքաջրերով, ինչպես նաև կենցաղային աղբով: Արդյունքում դիտակետի ջրերում ակունքի համեմատ արձանագրվել է մանրէների քանակական աճ, ինչպես նաև օրգանական նյութի պարունակության բարձրացում: Այսպես, 20°C-ում և 37°C-ում աճող սապրոֆիտ մանրէների թվաքանակը համապատասխանաբար կազմել է 30000 ԳԱՄ/մլ և 3700 ԳԱՄ/մլ, իսկ կոլի-ինդեքսը՝ 8,4 հազ. ԳԱՄ/լ: Խմորասկերի և բորբոսասկերի քանակը համապատասխանաբար կազմել է 900 ԳԱՄ/100 մլ և 16 ԳԱՄ/մլ:

Աղյուսակ 2. Սապրոֆիտ մանրէների, խմորասկերի, բորբոսասկերի քանակը և կոլի-ինդեքսը Մասրիկ գետի տարբեր հատվածների ջրերում

Դիտակետ	Սապրոֆիտ բակտերիաների քանակ, ԳԱՄ/մլ		Կոլի-ինդեքս, հազ. ԳԱՄ/լ	Խմորասկերի թվաքանակ, ԳԱՄ /100մլ	Բորբոսասկերի թվաքանակ, ԳԱՄ/մլ
	20°C	37°C			
Ակունք	660	126	2,0	80	1
Մասրիկ գյուղից ներքև	30000	3700	8,4	900	16
Գետաբերան	19000	930	6,0	430	10

Պերմանգանատային օքսիդացման արժեքը կազմել է 3,0 մգ Օ/դմ³, իսկ լուծված թթվածնի պարունակությունը՝ 10,1 մգՕ₂/դմ³:

Գետաբերան – կատարված հետազոտությունների արդյունքում գետաբերանի ջրերում Նախորդ դիտակետի համեմատ արձանագրվել է հետազոտված մանրէների թվաքանակի և օրգանական նյութի պարունակության նվազում, ինչը պայմանավորված է գետի ջրերի ինքնամաքմամբ: Այսպես, 20°C-ում և 37°C-ում աճող սապրոֆիտ մանրէների քանակը համապատասխանաբար կազմել է 19000 ԳԱՄ/մլ և 930 ԳԱՄ/մլ, իսկ կոլի-ինդեքսը՝ 6,0 հազ. ԳԱՄ/լ: Խմորասնկերի թվաքանակը կազմել 430 ԳԱՄ/100 մլ, իսկ բորբոսասնկերինը՝ 10 ԳԱՄ/մլ: Դիտակետում լուծված թթվածնի պարունակությունը կազմել է 9,0 մգՕ₂/դմ³, իսկ պերմանգանատային օքսիդացման արժեքը՝ 2,7 մգ.Օ/դմ³:

Մանրէաքանակաւ ուսումնասիրություններ են իրականացվել նաև Մասրիկ գետի Ակունք վտակից՝ Վարդենիս քաղաքի կեղտաջրերի մեխանիկական մաքրման կայանի արտահոսքերի թափման հատվածից մոտ 100 մ ներքև՝ մինչև Մասրիկ գետին խառնվելը: Կատարված հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է, որ արտահոսքերը գետ լցվելով, ջուրն աղտոտում են մանրէներով: Այսպես, 20°C-ում և 37°C-ում աճող սապրոֆիտ մանրէների թվաքանակը համապատասխանաբար կազմել է 200 հազ. ԳԱՄ/մլ և 42000 ԳԱՄ/մլ, իսկ կոլի-ինդեքսը՝ 3,6 մլն ԳԱՄ/լ:

Գետ Արգիճի

Ակունք – կատարված հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է, որ գետի ակունքի ջրերում 20°C-ում և 37°C-ում աճող սապրոֆիտ մանրէների քանակը համապատասխանաբար կազմել է 2000 ԳԱՄ/մլ և 270 ԳԱՄ/մլ, իսկ կոլի-ինդեքսը՝ 0,7 հազ. ԳԱՄ/լ: Խմորասնկեր չեն հայտնաբերվել: Բորբոսասնկերի թվաքանակը կազմել է 10 ԳԱՄ/մլ (աղ.3): Դիտակետում լուծված թթվածնի պարունակությունը եղել է 8,68 մգՕ₂/դմ³: Գրանցվել է պերմանգանատային օքսիդացման համեմատաբար բարձր արժեք՝ 2,96 մգՕ/դմ³, ինչը վկայում է գետը արդեն ակունքում օրգանական նյութերով աղտոտվածության մասին:

Աղյուսակ 3. Սապրոֆիտ մանրէների, խմորասնկերի բորբոսասնկերի քանակը և կոլի-ինդեքսը Արգիճի գետի տարբեր հատվածների ջրերում

Դիտակետ	Սապրոֆիտ մանրէների թվաքանակ, ԳԱՄ/մլ		Կոլի-ինդեքս, հազ. ԳԱՄ/լ	Խմորասնկերի թվաքանակ, ԳԱՄ/100մլ	Բորբոսասնկերի թվաքանակ, ԳԱՄ/մլ
	20°C	37°C			
Ակունք	2000	270	0,7	Չի հայտնաբերվել	10
Ներքին Գետաշենից ներքև՝ ավտոմայրուղու կամրջի հարևանությամբ	4000	1120	25,0	620	16
Գետաբերան	3000	840	6,0	330	11

Ներքին Գետաշենից ներքև՝ ավտոմայրուղու կամրջի հարևանությամբ – գետը, հոսելով Մաղիսա, Վերին Գետաշեն և Ներքին Գետաշեն համայնքների միջով, ենթարկվում է աղտոտման, ինչի արդյունքում դիտակետում ակունքի համեմատ արձանագրվել է մանրէների՝ հատկապես սապրոֆիտ մեզոֆիլ մանրէների և աղիքային ցուպիկների քանակական աճ: Այսպես, 20°C-ում և 37°C-ում աճող սապրոֆիտ մանրէների քանակը համապատասխանաբար կազմել է 4000 ԳԱՄ/մլ և 1120 ԳԱՄ/մլ, իսկ կոլի-ինդեքսը՝ 25 հազ. ԳԱՄ/լ: Խմորասնկերի քանակը եղել է 620 ԳԱՄ/100 մլ, իսկ բորբոսասնկերը՝ 16 ԳԱՄ/մլ: Դիտակետում լուծված թթվածնի պարունակությունը կազ-

մել է $12,2 \text{ մգO}_2/\text{դմ}^3$: Նախորդ դիտակետի համեմատ օրգանական նյութի պարունակությունը նվազել է՝ կազմելով $1,84 \text{ մգO}/\text{դմ}^3$:

Գետաբերան – կատարված հետազոտությունները ցույց են տվել, որ գետի ջրերը Ներքին Գետաշենից դեպի գետաբերան հատվածում ենթարկվում են ինքնամաքման, որի արդյունքում հետազոտված մանրէների քանակը նախորդ դիտակետի համեմատ նվազել է: Այսպես, 20°C -ում և 37°C -ում աճող սապրոֆիտ մանրէների թվաքանակը համապատասխանաբար կազմել է $3000 \text{ ԳԱՄ}/\text{մլ}$ և $840 \text{ ԳԱՄ}/\text{մլ}$, իսկ կոլի-ինդեքսը՝ $6,0$ հազ. $\text{ԳԱՄ}/\text{լ}$: Խմորասնկերի քանակը կազմել է $330 \text{ ԳԱՄ}/100 \text{ մլ}$, իսկ բորբոսասնկերինը՝ $11 \text{ ԳԱՄ}/\text{մլ}$: Դիտակետում լուծված թթվածնի պարունակությունը եղել է $10,8 \text{ մգO}_2/\text{դմ}^3$, իսկ պերմանգանատային օքսիդացման արժեքը՝ $2,56 \text{ մգ. O}/\text{դմ}^3$:

Գետ Լիճք

Ակունք – հիմնականում ստորերկրյա ջրերով սնվող, գյուղամիջի խոշոր աղբյուրի ելքից մոտ 5 մ Ներքև վերցված փորձանմուշներում 20°C -ում աճող սապրոֆիտ մանրէների թվաքանակը կազմել է $32 \text{ ԳԱՄ}/\text{մլ}$: Սապրոֆիտ մեզոֆիլ մանրէներ և լակտոզադրական աղիքային ցուպիկներ չեն հայտնաբերվել: Խմորասնկերի և բորբոսասնկերի թվաքանակը համապատասխանաբար կազմել է $40 \text{ ԳԱՄ}/100 \text{ մլ}$ և $1 \text{ ԳԱՄ}/\text{մլ}$ (աղ. 4):

Աղյուսակ 4. Սապրոֆիտ մանրէների, խմորասնկերի բորբոսասնկերի քանակը և կոլի-ինդեքսը Լիճք գետի տարբեր հատվածների ջրերում

Դիտակետ	Սապրոֆիտ մանրէների թվաքանակ, $\text{ԳԱՄ}/\text{մլ}$		Կոլի-ինդեքս, հազ. $\text{ԳԱՄ}/\text{լ}$	Խմորասնկերի թվաքանակ, $\text{ԳԱՄ}/100\text{մլ}$	Բորբոսասնկերի թվաքանակ, $\text{ԳԱՄ}/\text{մլ}$
	20°C	37°C			
Ակունք	32	0	Չի հայտնաբերվել	40	1
Գետաբերան	3300	380	10,0	440	11

Լիճք գյուղից մոտ 300 մ Ներքև – Գետը, հոսելով համանուն գյուղի միջով, աղտոտվում է ֆեկալ-կենցաղային և գյուղատնտեսական հոսքաջրերով, ինչի արդյունքում ակունքի համեմատ արձանագրվել է մանրէների քանակական աճ և օրգանական նյութի պարունակության ավելացում: Այսպես, 20°C -ում և 37°C -ում աճող սապրոֆիտ մանրէների քանակը կազմել է $3300 \text{ ԳԱՄ}/\text{մլ}$ և $380 \text{ ԳԱՄ}/\text{մլ}$, իսկ կոլի-ինդեքսը՝ 10 հազ. $\text{ԳԱՄ}/\text{լ}$: Մոտ 10 անգամ ավելացել է խմորասնկերի և բորբոսասնկերի քանակը: Դիտակետում լուծված թթվածնի պարունակությունը կազմել է $10,1 \text{ մգO}_2/\text{դմ}^3$, իսկ պերմանգանատային օքսիդացման արժեքը՝ $0,9 \text{ մգ O}/\text{դմ}^3$:

Այսպիսով, ուսումնասիրված բոլոր գետերի վրա առկա է մարդածին գործոնի ինտենսիվ ազդեցությունը: Գետերը հիմնականում ֆեկալ-կենցաղային և գյուղատնտեսական հոսքաջրերով աղտոտվում են համայնքների տարածքներով հոսելիս:

Նախորդ տարիների համեմատ, 2018 թ. գետերի ջրերում մանրէների տարածական բաշխվածության պատկերը գրեթե չի փոխվել, ինչը պայմանավորված է կեղտաջրերի մշտական մուտքով:

20°C և 37°C աճող սապրոֆիտ մանրէների ընդհանուր քանակը ուսումնասիրված գետերի տարբեր հատվածների ջրերում համապատասխանաբար տատանվել է $32-30000$ և $0-3700 \text{ ԳԱՄ}/\text{մլ}$, իսկ կոլի-ինդեքսը՝ $<0,05-80$ հազ. $\text{ԳԱՄ}/\text{լ}$ սահմաններում: Մանրէներով առավել աղտոտված են Գավառագետ և Մասրիկ գետերը: Ընդ որում մանրէների մեծ քանակներ են գրանցվել համայնքներից գետի դուրս եկող հատվածների ջրերում: Գետաբերանային հատվածներում նախորդ դիտակետերի համեմատ արձանագրվել է մանրէների քանակի նվազում, ինչը պայմանավորված է գետերի ջրերի ինքնամաքմամբ:

Խմորասնկերի հանդիպման հաճախությունը կազմել է մոտ 91 %, իսկ թվաքանակը փոփոխվել է 40-1100 ԳԱՄ/100մլ սահմաններում: Բորբոսասնկեր հայտնաբերվել են բոլոր փորձանմուշներում: Նրանց թվաքանակը տատանվել է 1-19 ԳԱՄ/մլ տիրույթում: Առավել մեծ քանակներ գրանցվել են Գավառագետում: Խմորասնկերի և բորբոսասնկերի քանակական փոփոխությունները գետերի տարբեր հատվածների շրջում հիմնականում համադրելի են սապրոֆիտ մանրէների և աղիքային ցուպիկների փոփոխությունների հետ:

Ելնելով մանրէաբանական ցուցանիշների (20°C և 37°C աճող սապրոֆիտ մանրէներ, աղիքային ցուպիկներ) ստացված արդյունքներից՝ ուսումնասիրված գետերի ակունքների շրջերը, համաձայն Ռոմանենկոյի մակերևութային ջրի որակի էկոլոգասանիտարական գնահատման դասվել են՝ Գավառագետ, Մասրիկ և Արգիճի «մաքուր», իսկ Լիճք գետը՝ «չափազանց» մաքուր ջրերի կարգի [12]:

Գետերի՝ համայնքներից դուրս եկող հատվածների դիտակետերի շրջերը դասվել են.

- Լիճք (Լիճք գյուղից մոտ 300 մ ներքև)՝ «թույլ աղտոտված» դասի
- Արգիճի (Ներքին Գետաշենից ներքև՝ ավտոմայրուղու կամրջի հարևանությամբ)՝ «թույլ աղտոտվածից-չափավոր աղտոտված» դասի:

- Գավառագետ (Նորատուս գյուղից վերև՝ ավտոմայրուղու կամրջի հարևանությամբ)՝ «ուժեղ աղտոտված» դասի:

- Մասրիկ՝ (Մասրիկ գյուղի կամրջի հարևանությամբ)՝ «թույլ աղտոտվածից-խիստ աղտոտված» դասի:

Արգիճի և Գավառագետ գետերի գետաբերանների շրջերը դասվել են՝ «բավարար մաքուր», իսկ Մասրիկ գետը՝ «կեղտոտ» ջրերի դասին:

Համաձայն Ամբրագենի դասակարգման՝ ըստ 37°C աճող սապրոֆիտ մանրէների թվաքանակի հետազոտված գետերի ակունքների շրջերը դասվում են «մաքուր դասին»: Համայնքներից դուրս եկող հատվածներում Արգիճի և Գավառագետ գետերի գետաբերանների շրջերը դասվել են՝ «թույլ աղտոտված», Մասրիկ գետը՝ «չափավոր աղտոտված», իսկ գետաբերանների շրջերը՝ «թույլ աղտոտված» ջրերի դասին [4]:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Միևայան Ա.Մ. Սևանա լճի վտակների աղտոտվածությունը ըստ մանրէաբանական ցուցանիշների. Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 56, 3-4, էջ 198-201, 2004.
2. Վարդանյան Յ.Ս. Միևայան Ա.Մ., Հովհաննիսյան Ռ.Հ., Գուլանյան Վ.Գ., Նավասարդյան Է.Գ. Սևանա լճի և լիճ թափվող գետերի ջրերի որակի գնահատումը ըստ մանրէաբանական ցուցանիշների. Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 64, 1, էջ 26-30, 2012.
3. Алексин О.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Гидрометиздат, Л., 268 с., 1973.
4. Амбразене Ж.П. Классифицирование речных вод по степени загрязненности на основе микробиологических показателей. Водные ресурсы. 5, с. 102-110, 1974.
5. Гамбарян М.Е. К физико-химическому режиму и микрофлоре притоков оз. Севан. Из-во АН Арм. ССР. Сер. Биологии, 14, Н9, с. 65-71, 1961.
6. Драчев С.М. Борьба с загрязнением рек, озер и водохранилищ промышленными и бытовыми стоками. Изд-во Наука, М., 273 с., 1964.
7. Методические указания по санитарно-микробиологическому анализу поверхностных водоемов, М., 36 с., 1981.
8. Методы экспериментальной микологии. Изд-во Наукова Думка, Киев, 238 с., 1973.
9. Минасян А.М. Эколого-микробиологическая характеристика вод оз. Севан и его притоков. Автореф. канд. дисс., Ереван, 21 с., 2009.
10. Новожилова М.И. Аспорогенные дрожжи и их роль в водоемах. Изд-во, Наука, Алма-Ата, 199 с., 1979.
11. Родина А.Г. Методы водной микробиологии. Изд-во Наука, М., 362 с., 1965.
12. Романенко В.Д., Оксик О.П., Жукин В.Н., Стольберг Ф.В., Лаврик В.И. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты, Киев, Науково Думка, с. 218-221, 1990.

Ստացվել է 11.01.2019



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2 (71), 2019

ԿԵՂԵՎԻ ՏԱՐԲԵՐ ԳՈՏԻՆԵՐԻ ԿԱՐԳԱՎՈՐԻՉ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ԱՌԱՆՁԱՅԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԴԵՅՏԵՐՍԻ ԱՆԴԱՍՏԱԿԱՅԻՆ ԿՈՐԻՉԻ ՆԵՅՐՈՆԱՅԻՆ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Ս.Ս.ՄԻՆԱՍՅԱՆ, Ծ.Ի. ԱՐԱՄՅԱՆ, Է.Ս. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ, Լ.Է. ՂՈՒԿԱՍՅԱՆ

Երևանի պետական լսարան, Տ.Մուշեղյանի անվան
մարդու և կենդանիների ֆիզիոլոգիայի ամբիոն

gh.lilit@mail.ru

Մեծ կիսագնդերի կեղևը մոդուլացնող ազդեցություն է թողնում անդաստակային Դեյտերսի կորիզի (ՎԴԿ) նեյրոնային ակտիվության վրա: Բացահայտված է կապ ՎԴԿ-ի նեյրոնների ֆոնային ակտիվության հաճախության և նրանց փոխհարաբերությունների բնույթի միջև կեղևի ուսումնասիրված գոտիների էլեկտրական խթանման դեպքում:

Մեծ կիսագնդերի կեղև – նեյրոն

Кора больших полушарий оказывает модулирующее влияние на нейрональную активность вестибулярного ядра Дейтерса (ВЯД). Выявлена связь между частотой фоновой активности нейронов ВЯД и характером ее изменения при электростимуляции изученных зон коры.

Кора больших полушарий – нейрон

The cerebral cortex has a modulating effect on the neuronal activity of the lateral vestibular nucleus (Deiters's nucleus). A relationship was found between the frequency of the background activity of neurons of the Deiters's nucleus and the nature of its change under the electrical stimulation of the studied areas of the cortex.

Cerebral cortex – neuron

Կենտրոնական նյարդային համակարգի (ԿՆՀ) տարբեր գոյացությունների հետ ունեցած կապերի բազմազանությամբ առանձնանում է Դեյտերսի անդաստակային կորիզը (ՎԴԿ): Մեր կողմից ուսումնասիրված գրականության մեջ [2, 5] քիչ են տվյալները ՎԴԿ-ի նեյրոնային ակտիվության կենտրոնախույս կարգավորման առանձնահատկությունների վերաբերյալ: Մարմնագայական, անդաստակային, ընդերային տեղեկատվության բարձրագույն մշակումն ու ինտեգրացիան իրագործող կեղևային շրջանների և ՎԴԿ-ի փոխհարաբերությունների ուսումնասիրությունը օրգանիզմում ընթացող հարմարողական գործընթացների, ինչպես նաև տարբեր խանգարումների մեխանիզմների բացահայտումը ներկայացնում է գիտաբժշկական մեծ հետաքրքրություն: Գիտական գրականության մեջ չկան նաև տեղեկություններ անդաստակային կորիզների գործառույթի կարգավորման մեխանիզմում ԿՆՀ-ի վերընթաց առքերից համակարգերի, մասնավորապես տեսաթմբի փորկողմնային կորիզի (n.VL) դերի վերաբերյալ: Ժամանակակից պատկերացումների համաձայն, n.VL-ը միջնորդավորվում է ինչպես ուղեղիկ-տեսաթմբային [5, 6] այնպես էլ անդաստակատեսա թմբային ուղիներով հաղորդվող ծայրամասային ազդակահոսքի մուտքը կեղևի շարժողական, զգայաշարժական շրջաններ, որոնք ներգրավված են անդաստակային կորիզների ակտիվության կարգավորման մեխանիզմում [1, 6, 7]:

ն.VL-ի բայթայման պայմաններում կեղև-անդաստակային հարաբերությունների առանձնահատկությունների ուսումնասիրությունը կօգնի բացահայտել առերիչ մեխանիզմները և համակարգերով ԿԼՅ հաղորդվող տեղեկատվության դերը ԴԱԿ-ի նեյրոնային ակտիվության կարգավորման մեխանիզմում: Սույն աշխատանքի նպատակն է եղել ուսումնասիրել կեղևի տարբեր շրջանների էլեկտրախթանման ազդեցությունը ԴԱԿ-ի նեյրոնային ակտիվության վրա բնականոն պայմաններում:

Նյութ և մեթոդ: Յետազոտությունները կատարվել են 2,5-3,0 կգ բաշ ունեցող ճագարների վրա սուր փորձի պայմաններում: Վիրահատությունները կատարվել են քլորալոզով (30 մգ/կգ) և նեմբուլթալով (10 մգ/կգ) թմրեցման պայմաններում: Կեղևի շարժողական, մարմնագալայական, լիմբիկական, ակնակալանադաշտային շրջանների կորդինատները որոշվել են ըստ Բլինկովի [3], անդաստակային կեղևին՝ ըստ Օդկվիստի [9]: Յետազոտվող շրջանների էլեկտրական գրգռումը կատարվել է 100մկմ տրամագծով կոնստանտային երկբևեռ էլեկտրոդներով (դիմադրությունը 7-10 կՕհմ, միջէլեկտրոդային տարածությունը՝ 0,2-0,3 մմ), „Физиобар“, խթանիչից տրվող ուղղանկյուն ազդակներով (տեվոդությունը՝ 0,1 մվրկ, հոսանքի ուժը՝ 0,12-0,8 մԱ, լարվածությունը՝ 0,3-10 Վ, գրգռման տևողությունը՝ 10 վրկ, հաճախությունը՝ 5 Հց և 60 Հց): ԴԱԿ-ի նեյրոնների ակտիվությունը գրանցվել է արտաբջջային եղանակով՝ կերակրի աղի 3 М լուծույթով լցված ապակյա միկրոէլեկտրոդներով (ծայրի տրամագիծը 1-2 մկմ, դիմադրություն՝ 4-5 մՕհմ): Յետազոտվել է կեղևի տարբեր շրջանների ազդեցությունը ԴԱԿ-ի այն նեյրոնների վրա, որոնք պատասխանում են անդաստակային Նյարդի գրգռմանը (հոսանքի ուժը 0,2-0,3մԱ): Այն իրականացվել է 150մկմ տրամագծով պողպատյա էլեկտրոդներով, որոնք տեղադրվել են լաբիրինթոսի ձկան (կատող) և կլոր (անող) պատուհաններում: Ն.VL-ի բայթայումը իրականացվել է ըստ Ֆիֆկովայի և Մարշալի [4] կորդինատների (L-3, F-2,5; V-11): Ն.VL-ի բայթայումը իրականացվել է գրգռող էլեկտրոդների 45 վրկ-ի ընթացքում “Поток-1” գալվանիզատորից տրվող 1-2 մԱ ուժի հաստատուն հոսանքով: Փորձերը ավարտելուց հետո գրգռվող շրջանների էլեկտրոդիտիկ նշումից հետո (հոսանքի ուժը՝ 2 մԱ, տևողությունը՝ 20-25 վրկ) կենդանու գլխուղեղը ֆիքսվել է ֆորմալինի 10 %-անոց լուծույթով: Էլեկտրոդների տեղադրությունը և Ն.VL-ի բայթայման ճշտությունը ստուգվել է սառեցնող միկրոտոմով արված կտրվածքների վրա: Ստացված թվային տվյալները ենթարկվել են վիճակագրական մշակման ըստ Ստյուդենտի t չափանիշի:

Սրդյունքներ և քննարկում: Գրանցվել է անարատ ճագարների ԴԱԿ-ի 182 նեյրոն, որոնց 93,95 %-ը լիցքաթափվել են մեկական, 6,04 %-ը՝ խմբային պարպումներով: Կեր-ջիններիս ընդող է խմբերում 2-8 ազդակների առաջացում: Միջխմբային ժամանակը կազմել է 100-800 մվրկ: Մեկական ազդակահոսքով 141(82,45 %) նեյրոն պատասխանել են անդաստակային Նյարդի գրգռմանը: Դրանցից 45-ը (31,91 %) լիցքաթափվել են 1-10ազդ/վրկ հաճախությամբ (I խումբ): Միջազդակային ժամանակահատվածը կազմել է 123, 04 ±13,05 մվրկ: 60 (42,55 %) նեյրոններ ունեցել են 11-30 ազդ/վրկ (II խումբ), 36-ը (25,53 %)՝ 31-60 ազդ /վրկ (III խումբ) ելակետային հաճախություն: Միջազդակային ժամանակը կազմել է համապատասխանաբար 61,02±7,53 մվրկ և 25,91±4,61 մվրկ: Կեղևի անդաստակային գոտու ցածր և բարձր հաճախությամբ գրգռումն առաջացրել է համապատասխանաբար 125 (88,64 %) և 128 (90,77 %) նեյրոնների ինքնածին ակտիվության փուլային կամ լարումային փոփոխություններ՝ 6-45 մվրկ տևողությամբ գաղտնի շրջանով: Նեյրոնների ելակետային հաճախությունը վերականգնվել է էլեկտրախթանումից 500-1200 մվրկ անց: Գերակշռել են արգելակման ռեակցիաները, որոնք առավել արտահայտված են III խմբում (համապատասխանաբար 75,0 % և 77,77 % նեյրոններ): Անդաստակային կեղևի հեշտացնող ազդեցությունը հիմնականում արտահայտվել է նեյրոնային ակտիվության լարումային հաճախացմամբ և գերակշռել է I ու II խմբերում (համապատասխանաբար 26,66 % ու 25,0 % միավորներ՝ ցածր և 35,55 % ու 31,66 % միավորներ՝ բարձր հաճախությամբ գրգռելիս): ԴԱԿ-ի նեյրոնների միջին հաճախության փոփոխությունների վերլուծությունը ցույց է տվել, որ անդաստակային կեղևի ցածր հաճախությամբ գրգռմանը դրդմամբ պատասխանող I խմբի նեյրոնների ելակետային ակտիվությունը ավելացել է 62,50 %-ով ($p<0,001$), իսկ բարձր հաճախությամբ գրգռելիս՝ 42,85 %-ով ($p<0,001$): Արգելակմամբ պատասխանող նեյրոնների ազդակահոսքի միջին հաճախությունը նվազել է համապատասխանաբար 50,0 %-ով և 57,14 %-ով ($p<0,001$): III խմբի նեյրոնների պարպումների թիվը պակասել է ընդամենը 25,0 %-ով ($p<0,01$) և 29,27 %-ով ($p<0,001$): Անդաստակային կեղևի գրգռումը չի առաջացրել III խմբի նեյրոնների միջին հաճախության վիճակագրորեն հավաստի մեծացում:

Աղյուսակ 1. Դեյտերսի կորիզի նեյրոնների պարպումների միջին հաճախության փոփոխությունը կեղևի շարժողական գոտու ցածրահաճախ գրգռման դեպքում

Նեյրոնների խմբերը ազդվող	Արգելակում			Դրդում		
	Գրգռումից առաջ	Գրգռումից հետո	Փոփոխ. աստիճան %	Գրգռումից առաջ	Գրգռումից հետո	Փոփոխ. աստիճան %
1-10	7,0±0,41	3,0±0,37 p<0,001	57,14	6,0±0,33	8.5±0,39 p<0,001	29,41
11-30	18,5±1,26	12,0±0,97 p<0,001	35,13	17,0±1,128	22,0±1,31 p<0,05	29.41
31-60	38,0±1,72	32,0±1,68 p<0,02	15,78	32,0±1,66	34,0±1,69 p<0,2	6,25

Հետազոտությունների երկրորդ տարբերակում ուսումնասիրվել է կենդանիների կեղևի շարժողական գոտու էլեկտախթանման ազդեցությունը ԴԱԿ-ի նեյրոնների ակտիվության վրա: Գրանցվել է 110 նեյրոն, որոնց 90,90 %-ն ունեցել են մեկական, 9,09 %-ը՝ խմբային պարպումներով արտահայտվող ելակետային ակտիվություն: Մեկական ազդակներով լիցքաթափվող 85 (85 %) նեյրոններ պատասխանել են նյարդի գրգռմանը: Դրանցից 22-ն (25,88 %) ըստ ելակետային հաճախությամբ դասվել են I, 38-ը (44,70 %)՝ II և 25-ը (29,41 %) III խմբերին: Միջազդակային ժամանակը համապատասխանաբար կազմել է 125,04±12,75 մվրկ, 60,02±6,33 մվրկ և 36,71±4,65 մվրկ: Կեղևի շարժողական գոտու գրգռումն առաջացրել է ԴԱԿ-ի 72 (84,71 %) նեյրոնների ելակետային ակտիվության լարումային կամ փուլային փոփոխություններ՝ 15-50 մվրկ տևողությամբ գաղտնի շրջանով: Գերակշռել են արգելակման ռեակցիաները, որոնք առավել արտահայտված են II և III խմբերում (համապատասխանաբար 62,42 % և 68,00 % միավորներ): Շարժողական կեղևի ցածր և բարձր հաճախությամբ գրգռումն առաջացրել է I խմբի նեյրոնների 50,0 %-ի և 54,54 %-ի պարպումների թվի նվազում: Շարժողական կեղևի հեշտացնող ազդեցությունը գերակշռել է I խմբի նեյրոնների պատասխաններում (համապատասխանաբար 36,26 % և 31,81 %) (աղ. 1):

Աղյուսակ 2. Դեյտերսի կորիզի նեյրոնների պարպումների միջին հաճախության փոփոխությունը կեղևի լիմբիական շրջանի ցածրահաճախ գրգռման դեպքում

Նեյրոնների խմբերը ազդվող	Արգելակում			Դրդում		
	Գրգռումից առաջ	Գրգռումից հետո	Փոփոխ. աստիճան %	Գրգռումից առաջ	Գրգռումից հետո	Փոփոխ. աստիճան %
1-10	8,5±0,31	5,0±0,26 p<0,001	41,18	8,0±0,32	11,0±0,41 p<0,001	37,50
11-30	24,0±1,45	18,0±1,3 p<0,001	25,0	20,0±1,29	24,0±1,47 p<0,05	20,0
31-60	34,0±1,69	29,0±1,53 p<0,02	14,70	32,0±1,66	35,0±1,70 p<0,2	9,30

Հետազոտությունների երրորդ տարբերակում ուսումնասիրվել է կենդանիների կեղևի լիմբիական գոտու էլեկտախթանման ազդեցությունը ԴԱԿ-ի նեյրոնների ակտիվության վրա: Գրանցվել է ԴԱԿ-ի 110 նեյրոն, որոնց 91, 38 %-ը լիցքաթափվել են մեկական, 9,09 %-ը՝ խմբային պարպումներով: Մեկական ազդակահոսքով 24 (22,64 %) միավորներ դասվել են I, 55 (51,88%-ը՝ II, 27 (25,47 %)՝ III խմբերին: Միջազդակային ժամանակը կազմել է համապատասխանաբար 125,04±12,75 մվրկ, 60,02±6,33 մվրկ և 36,71±4,65 մվրկ: Կեղևի լիմբիական գոտու ցածր և բարձր հաճախությամբ գրգռումն առաջացրել է ԴԱԿ-ի 86 (81,13 %) և 91 (85,84 %) նեյրոնների ելակետային ակտիվության փուլային կամ լարումային փոփոխություններ՝ 25-60 մվրկ տևողությամբ գաղտնի շրջանով:

Գերակշռել են արգելական ռեակցիաները, որոնք առավել արտահայտված են III խմբում (համապատասխանաբար 55,55 % և 62,96 % նեյրոններ): Լիմբիկական կեղևի գրգռմանը ելակետային ակտիվության մեծացմամբ պատասխանող նեյրոնները հիմնականում պատկանում են I և II խմբերին և կազմում են համապատասխանաբար 41,66 % և 38,18 % (աղ.2):

Հետազոտությունների չորրորդ տարբերակում ուսումնասիրվել է կենդանիների կեղևի մարմնազգայական գոտու էլեկտրախթանման ազդեցությունը ԴԱԿ-ի նեյրոնային ակտիվության վրա: Հետազոտվել է ԴԱԿ-ի 97 նեյրոն, որոնց 92,98 %-ն ունեցել է մեկական, 7,21 %-ը խմբային պարպումներով արտահայտվող ելակետային ակտիվություն: Մեկական ազդակահոսքով 24 (26,66 %) միավորները դասվել են I, 42 (46,66 %-ը, II, 24 (26,66 %-ը՝ III խմբերին: Միջազգայային ժամանակը կազմել է համապատասխանաբար $120,03 \pm 12$ մվրկ, $62,01 \pm 6,13$ մվրկ և $35,68 \pm 4,55$ մվրկ:

Կեղևի մարմնազգայական գոտու ցածր և բարձր հաճախությամբ գրգռումը առաջացրել է ԴԱԿ-ի հետազոտված նեյրոններից 78 (86,66 %) և 84 (93,33%-ի փուլային կամ լարումային ռեակցիաներ, որոնք հիմնականում կրել են արգելակող բնույթ: Մարմնազգայական կեղևից 5 Հց և 60 Հց հաճախությամբ գրգռումն առաջացրել է I խմբի նեյրոնների 37,50 %-ի և 54,16 %-ի պարպումների թվի նվազում: III խմբում արգելակմամբ պատասխանող միավորները կազմել են ընդհանուրի 66, 66 %-ը և 75 %-ը: Կեղևի մարմնազգայական գոտու հեշտացնող ազդեցությունը հիմնականում արտահայտվել է I ու II խմբի նեյրոնների պատասխաններում (համապատասխանաբար 45,81 % և 30, 95 % նեյրոններ): Գրանցված պատասխանների գաղտնի շրջանները տատանվել են 10-50 մվրկ-ի սահմաններում:

Հետազոտությունների հինգերորդ տարբերակում ուսումնասիրվել է կեղևի ակնակապճաճակատային շրջանի էլեկտրախթանման ազդեցությունը ԴԱԿ-ի նեյրոնային ակտիվության վրա: Հետազոտվել է անարատ ճագարների ԴԱԿ-ի 77 նեյրոն (90,90 %-ը մեկական, 9,09 %-ը՝ խմբային պարպումներով): Ըստ ելակետային հաճախության 22 (31,42%) միավորներ դասվել են I, 36-ը (51,43 %)՝ II, 12-ը (17,14 %)՝ III խմբերին: Միջազգայային ժամանակահատվածը կազմել է համապատասխանաբար $120,03 \pm 12,35$ մվրկ, $63,05 \pm 6,33$ մվրկ, $32,68 \pm 4,85$ մվրկ: Կեղևի ակնակապճաճակատային շրջանի գրգռումը ԴԱԿ-ի նեյրոնների վրա հիմնականում թողել է արգելակող ազդեցություն, որն առավել արտահայտված է I խմբում (համապատասխանաբար 40,91 % և 54,54 % նեյրոններ): III խմբում արգելակող միավորները կազմել են 66,66 % և 75,0 %: Կեղևի ակնակապճաճակատային գոտու հեշտացնող ազդեցությունն արտահայտվել է ցածր ու միջին ելակետային հաճախությամբ նեյրոնների պատասխաններում: III խմբի նեյրոնները կեղևի գրգռմանը պատասխանել են միայն արգելակմամբ: Նեյրոնային ռեակցիաների գաղտնի շրջանները տատանվել են 15-60 մվրկ-ի սահմանում:

Ստացված տվյալների վերլուծությունը վկայում է, որ ճագարների ԴԱԿ-ի նեյրոնային ակտիվությունն ենթարկվում է կեղևի անդաստակային, մարմնազգայական, շարժողական, լիմբիկական, ակնակապճաճակատային շրջանների արդյունավետ կարգավորող ազդեցությանը: ԴԱԿ-ի նեյրոնների ամենաբարձր ռեակտիվություն դիտվում է կեղևի անդաստակային ու մարմնազգայական դաշտերի գրգռման դեպքում, որտեղ տեղակայված են ճագարների անդաստակային կեղևային ուրվագծման կիզակետերը [2, 5, 8]: Կեղևի խթանումը ԴԱԿ-ի նեյրոնային ակտիվության վրա հիմնականում թողնում է արգելակող ազդեցություն, որն առավել արտահայտված է անդաստակային և շարժողական գոտիները գրգռելիս: Կենտրոնախույս դրդող ազդեցությունը համեմատաբար արտահայտված է մարմնազգայական, լիմբիկական, ամենաթույլը՝ շարժողական գոտիների էլեկտրախթանման դեպքում: Կատուների գլխուղեղի կեղևի արգելակող ազդեցությունն անդաստակային կորիզների նեյրոնային ակտիվության, ինչպես նաև անդաստակային ռեֆլեքսների վրա բացահայտվել է մի շարք էլեկտրաֆիզիոլոգիական հետազոտություններով [2, 5, 8]: Նկատի ունենալով կեղևի խթանման անդաստակային նեյրոնների պատասխանների համեմատաբար երկար գաղտնի շրջանները, կարելի է եզրակացնել, որ կենտրոնախույս ազդեցությունները ԴԱԿ-ին հաղորդվում են բազմափնապային ուղիներով՝ միջնորդավորվելով ենթակեղևային տարբեր գոյացություններով (ուղեղիկ, ուղեղաբնի ցանցանման գոյացություն, ստորին ձիթապտուղ, Կախալի կորիզ, կարմիր կորիզ, ենթատեսաթումբ), որոնց ազդեցությունը ԴԱԿ-ի վրա բացահայտվել է ժամանակակից հետազոտություններով [1, 2, 5, 8]:

Վերջին տարիներին նյարդաբանական աշխատանքներով հայտնաբերվել են կեղևի հետազոտված շրջանների ուղիղ ուրվագծում ԴԱԿ-ում, որոնցով հաղորդվող ազդեցությունները հիմնականում հեշտացնող բնույթի են [2, 5, 8]: Ըստ մեր տվյալների, կենտրոնախույս միասինապային դրող ազդեցություններին հաջորդում են տարբեր գոյացություններով միջնորդավորված արգելակող ազդեցությունները, որոնք սահմանափակում են անդաստակային նեյրոնների ակտիվությունը և իրագործում դրանց ընթացիկ հաճախության կարգավորումը: Կեղևի տարբեր շրջանների հաջորդական գրգռման դեպքում անդաստակային նեյրոնների պատասխանների վերլուծությունը վկայում է ԴԱԿ-ում կեղևի հետազոտված շրջանների վարընթաց ազդեցության լայն զուգամիտման մասին, ինչը, ըստ երևույթին, կարևոր է միջգլայարանային ինտեգրացիայի պրոցեսների ապահովման, ողնուղեղի շարժողական կենտրոններ ուղարկվող համապատասխան հրահանգների ձևավորման մեխանիզմում: Հարկ է նշել, որ կեղևի էլեկտրախթանմանը ԴԱԿ-ի նեյրոնների պատասխանների բնույթը կախված է նրանց ինքնաձև ակտիվության մակարդակից: Դրոմամբ պատասխանող միավորները հիմնականում ունեն ցածր էլակետային ակտիվություն, իսկ 31-60 ազդվրկ հաճախությամբ լիցքաթափվող նեյրոնների ռեակցիաները գերազանցապես արգելակող բնույթի են: Ըստ ստացված տվյալների, n.VL-ի քայքայումից հետո դիտվում է շարժողական և մարմնազգայական կեղևի վարընթաց արգելակող ազդեցության թուլացում: Ստուգիչ փորձերի արդյունքների վերլուծությունից հետևում է, որ շարժողական կեղևը, հետազոտված մյուս շրջանների համեմատությամբ ԴԱԿ-ի գործառույթների վրա թողնում է առավել արտահայտված ճնշող ազդեցություն: Այսպիսով, մեր հետազոտությունների արդյունքները վկայում են, որ ուղեղն օժտված է ակտիվ փոխհատուցողական մեխանիզմներով, որոնք ապահովում են ԴԱԿ-ի նեյրոնային ակտիվության համապատասխան կարգավորումը տարբեր իրավիճակներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Бадалян С.А. Нейронные популяции-источники корковоталамических проекций к частично деафферентированному внутрилатеральному ядру таламуса. Российский физиол. ж. им. И.М. Сеченова, 100, 1, с. 3-17, 2014.
2. Бадалян С.А., Ипекчян В.А., Саркисян В.А. Особенности проявления пластической изменчивости в билатерально организованных звеньях мозжечково- и вестибулоталамических систем. Российский физиол. ж. им. И.М. Сеченова, 104, 1, с. 39-52, 2018.
3. Блинков С.М., Бразовская Ф.А., Пуцилло М.Б. Атлас мозга кролика. М., Медицина, 1973.
4. Буреш Я., Петрань М., Захар И. Электрофизиологические методы исследования. М., изд.-во Иностран. Литературы, 452 с., 1962.
5. Корытов Л.И., Сусликова М.И. Отражение стрессорного состояния организма в паттерных импульсной активности отдельных нейронов структур головного мозга. Вестник науки Сибири, 15, 2, с. 297-302, 2015.
6. Лепеницкая Т.Д., Дунаева С.А., Полякова С.П. Межцентральные отношения в коре больших полушарий головного мозга человека при хроническом действии неблагоприятных производственных факторов. Мед. Труд и промыш. Экология, 8, с. 23-28, 2004.
7. Мачинская Р.И. Управляющие системы мозга. Ж. Высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова, 65, 1, с. 33-60, 2015.
8. Силькис И.Г. Вклад синаптической пластичности в базальных ганглиях в обработке зрительной информации. Ж. Высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова, 56, 6, с. 742-756, 2006.
9. Odkvist L., Rubin A., Schwarz D. Vestibular cortical projection in the rabbit. J. Comp. Neural., 149, 1, 117-120, 1973.

Ստացվել է 27.12.2018



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2 (71), 2019

**ՍԵՍՏՈՆՈՒՄ ԱԵՖ ԲԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ԴԱՆԴԱԴԵՑՎԱԾ
ՖԼՅՈՒՐԵՍԵՆՑԻԱՅԻ ՄԵԾՈՒԹՅՈՒՆԸ ՈՐՊԵՍ ՍԵՎԱՆԻ ԼՃԻ
ՊԼԱՆԿՏՈՆԻ ԿԵՆՍԱԶԱՆԳՎԱԾԻ ԵՎ ԲԱՇԽՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ԶԱՓՄԱՆ
ԷՔՍՊՐԵՍ ԻՆԴԻԿԱՏՈՐՆԵՐ**

Ս.Ա.ՍԱՐԳՍՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ Կենդանաբանության և Հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոն,
Հիդրոէկոլոգիայի և ձկնաբանության ինստիտուտ
sarsur@bk.ru

Սևանա լճում ուսումնասիրվել է սեստոնի կենսազանգվածի բաշխվածությունը ըստ խորությունների ԱԵՖ-մետրիայի եղանակով: Դանդաղեցված ֆյուորեսցենցիայի գրանցման մեթոդով ճշտված է ֆիտոպլանկտոնի բաշխվածությունը: Միաժամանակ նույն խորություններում որոշված է ընդհանուր օրգանական նյութի քանակությունը ջրի օքսիդացվածության աստիճանի չափմամբ: Այս երեք մեթոդներով ֆիքսված օրգանական նյութի բաշխվածության դինամիկայի միջև դիտվում է զուգահեռականություն:

*Սեստոնի ԱԵՖ – կենսազանգված – դանդաղեցված ֆյուորեսցենցիա –
օրգանական նյութի բաշխվածություն*

По способу АТФ-метрии на оз. Севан исследовано распределение биомассы сестона по глубинам. Распределение фитопланктона уточнено по методу регистрации замедленной флюоресценции. Одновременно по измерению степени окисляемости воды определено общее органическое вещество по глубинам. Наблюдается параллелизм по динамике распределения органического вещества зафиксированный этими тремя методами.

*АТФ сестона – биомасса – замедленная флюоресценция – распределение
органического вещества*

The distribution of the biomass of the seston in depths was investigated by the method of ATP-metry on lake Sevan. The distribution of phytoplankton is specified by the method of recording delayed fluorescence. At the same time, the total organic matter was determined from the depths by measuring the degree of oxidation of water. There is a parallelism in the dynamics of the distribution of organic matter recorded by these three methods.

ATP seston – biomass – delayed fluorescence – distribution – organic matter

Սևանա լճի մակարդակի իջեցումը Էներգիայի ստացման համար և լճից պարբերաբար կրկնվող մեծ ջրային արտահոսքերը ի վերջո բացասական դեր են խաղում այս բարդ ինքնակարգավորվող ջրային էկոհամակարգի վրա: Այս պայմաններում առանձնապես ակտուալ են դառնում հետազոտության ժամանակակից ու մեծ ճշտություն և օպերատիվություն ունեցող մեթոդների կիրառումը, որոնցից են, մասնավորապես, ադենոզինեռֆոսֆորական թթվի (ԱԵՖ) և դանդաղեցված ֆյուորեսցենցիայի (ԴՖ)-ի գրանցման մեթոդները: Պլանկտոնային միկրոֆլորայի կենդանի կենսազանգվածի քանակական որոշումը և տրոֆիկ մակարդակների մետաբոլիկ ակտիվության

բնութագրումը հանդիսանում են պլանկտոնային համակցությունների պրոդուկցիոն պրոցեսների ուսումնասիրման հիմնարար ուղենիշները: Ջրի շերտերում կենդանի միկրոֆլորայի կենսազանգվածի չափման համար կիրառում են հիմնականում երկու մեթոդներ. 1) ուղղակի մանրադիտակային հաշվարկ և 2) կախություն ադենոզին-եռֆոսֆորական թթվի (ԱԵՖ) քանակական հաշվարկ [2, 5]: Առաջին մեթոդի թերություններն են հանդիսանում երկարատևությունը, աշխատատարությունը, կենդանի և մահացած բջիջների վատ և դժվար տարբերակումը, դեյտրիտային մասնիկների սխալմամբ հաշվարկը և այլն: ԱԵՖ-ի գրանցման մեթոդը լիովին վերացնում է նշված թերությունները և հիմնված է այն ենթադրության վրա, որ կենդանի մանրէների բջիջները պարունակում են մոտ 0,2 % ԱԵՖ-ի աղեր, որը և առկա է միայն կենդանի օրգանիզմների բջիջներում: Զանի որ սեստոնի կենսազանգվածի բաղադրության մեջ մտնում են տարբեր տրոֆիկական մակարդակների ներկայացուցիչներ, նրանց առանձին որոշումը մեծ հետաքրքրություն ունի, որը անհրաժեշտ է ցանկացած պրոդուկցիոն հաշվարկի և առավել ևս պլանկտոնային համակցությունների էներգետիկայի ուսումնասիրման համար: Այդ պատճառով աշխատանքում փորձ է կատարված մասնակիորեն տարանջատել բակտերիոպլանկտոնի հատվածը և որոշել նրանում ԱԵՖ-ի քանակությունը սեստոնի ԱԵՖ-ի հետ զուգահեռ: Ոչ պակաս էքսպրես և ինֆորմացիոն է Դանդաղեցված ֆյուրոբեսցենցիայի (ԴՖ) մեթոդը: ԴՖ-ն յուրահատուկ է հիմնականում միայն ֆիտոպլանկտոնին և պայմանավորված է բլորոֆիլի դանդաղեցված հետ-լուսարձակմամբ: ԴՖ-ի ինտենսիվությունը ուղղակիորեն արտացոլում է ֆիտո-պլանկտոնի պրոդուկցիոն ընդունակությունը և այդ պատճառով հանդիսանում է նրա կենսավերարտադրման ինֆորմատիվ ցուցանիշը [7]: ԴՖ-ն մեծամասամբ գրանցվում է սարքով, որը ներառում է ֆոսֆորոսկոպ: Սակայն ֆոսֆորոսկոպով գրանցումը սահմանափակվում է միայն ԴՖ-ի միլիվարկյանային բաղադրիչով, որը խիստ զգայուն է գրգռող լույսի ինտենսիվությունից, հաճախականությունից և պահանջվում է որոշակի ժամանակահատված գրգռվող բլորոֆիլակիր բջիջներին ստրեսային վիճակից դուրս գալու համար, որը երբեմն հանգեցնում է ոչ կայուն արդյունքների: ԴՖ-ի վարկյանային և թուլեական բաղադրիչների գրանցումը առավել մոտեցված է բնական պայմաններին, որի հետևանքով գրանցվում են առավել կայուն արդյունքներ: Այդ պատճառով այս աշխատանքում հետազոտվել են ԴՖ-ի թուլեական բաղադրիչները, որոնք զերծ են նշված թերություններից: Նշված երկու մեթոդներին զուգահեռ ջրանմուշներում ուսումնասիրվել է նաև օրգանական նյութի քանակությունը ջրի օքսիդացվածության աստիճանի չափմամբ, որը լրացնում և խորացնում է հետազոտությունների շրջանակը: Ընդ որում, այս մեթոդում մեր կողմից առաջարկված մասնակիորեն նոր մեթոդական մոտեցման շնորհիվ [9] արդյունքները ավելի խորացված և հստակ են: Ջրում օրգանական նյութի քանակության ԱԵՖ-մետրիայով որոշումը հնարավորություն է տալիս ստանալ ջրում գտնվող դեռևս չլուծված կենդանի օրգանական նյութի բաշխվածության դինամիկան, իսկ վերջինիս մեջ ֆիտոպլանկտոնի բաղադրիչի մասին պատկերացում է տալիս նույն ջրանմուշում ԴՖ-ի որոշումը: Դրանց համադրումը նույն ջրանմուշում ամբողջ օրգանական նյութի (և լուծված, և չլուծված) օքսիդացվածության աստիճանի հետ, հնարավորություն է տալիս առավել հիմնավորված պատասխաններ տալ ջրի որակի վերաբերյալ: Սկանա լճից և լիճ թափվող գետերից պարբերաբար վերցվող ջրանմուշներում այս էքսպրես մեթոդներով հետազոտությունների կազմակերպումը թույլ կտա գրանցել ջրի որակի փոփոխությունների դինամիկայի տարեկան ընթացքը լիճ թափվող գետերից յուրաքանչյուրի համար և Սկանա լճի համար ընդհանրապես, ինչը հնարավորություն կտա մշակել առավել գիտականորեն հիմնավորված բնապահպանական ծրագրեր ուղղված ջրի որակի բարձրացման ուղղությամբ: Դրա համար այս աշխատանքի նպատակն է հանդիսացել այս երեք մեթոդներով ջրանմուշների միաժամանակյա հետազոտմամբ ուսումնասիրել օրգանական նյութի բաշխվածության օրինաչափությունները Սկանա լճի օրինակով:

Նյութ և մեթոդ: Ջրանմուշները վերցվել են 07.06.2018-ին Փոքր Սկանի № 4 և Մեծ Սկանի «Ծովկար» դիտակետերից (մաքսիմալ խորությունները 65 մ և 30 մ համապատասխանաբար) յուրաքանչյուր 10 մ ըստ խորության: Թարմ ջրանմուշները լաբորատորիա էին տեղափոխվում 1,5 լ պլաստիկ շշերով: ԱԵՖ-ի քանակական անալիզների համար 200 մլ թարմ ջրանմուշները ֆիլտրվում էին «Վլադիպոր» № 10 և № 3 մեմբրանային ֆիլտրերով:

Սեստոնի խտացման համար կիրառվող № 10 ֆիլտրը որսում է 1,0 մկմ-ից մեծ ֆրակցիաները: Բակտերիոպլանկտոնի համար առաջին գոյություն չունի իդիալական մեթոդ, որը լիովին առանձնացնում և կոնցենտրացնում է բացառապես ամբողջ բակտերիոպլանկտոնը: հաշվի առնելով հայտնի փորձը [6], ընտրվել է բակտերիոպլանկտոնի մասնակի առանձնացման օպտիմալ տարբերակը: № 10 ֆիլտրից հետո անցած ֆիլտրատը անց էր կացվում № 3 մեմբրանային ֆիլտրով, որը թույլ է տալիս կոնցենտրացնել բակտերիոպլանկտոնի 0,25 մկմ-ից մինչև 1,0 մկմ չափսերի մի փոքր նեղ, բայց առավել հստակ և մաքուր առանձնացվող ֆրակցիան, որտեղ այլ կենսաձևերի առկայությունը շատ քիչ է: Իսկ 1,0 մկմ-ից մեծ բակտերիաները որսվում են № 10 ֆիլտրով և չափվում են սեստոնի ընդհանուր կենսազանգվածի հետ: ԱԵՖ-ի էքստրակցիան կատարվում էր հայտնի մեթոդով [8], որի էությունը կայանում է հետևյալում: սեստոնով խտացված ֆիլտրը տեղափոխվում է քիմիական բաժակի մեջ և վրան լցվում էռացող տրիսբուֆեր (5 մլ, 0,02 Մ, pH=7,6): Էքստրակցիան կատարվում է եռացող ջրային բաղնիքում 5 րոպեի ընթացքում: Ստացված էքստրակտում ԱԵՖ-ի քանակության որոշումը կատարվում էր յուրօրինակ-յուրօրինակ փոխարինման միջոցով [8] մեր կողմից ստանդարտ սարքավորումներից հավաքված սարքի օգնությամբ: ԱԵՖ-ի կենսազանգվածի վերահաշվարկի համար կիրառվել է 3000 գործակիցը [5]:

ԴՖ-ի ռոպեական բաղադրիչների (1-ից մինչև 3 ռ) չափումների համար կոնցենտրացված ֆիտոպլանկտոնը լուսավորվում էր 1ր 500 յուրա լուսավորվածությամբ, և տեղափոխվում սարքի մուկ կամերա և գրանցվում էտելուսարձակման ինտենսիվության մարման կինետիկան 1-ից մինչև 3 ռ ընթացքում մեր կողմից ստանդարտ սարքավորումներից հավաքված սարքի օգնությամբ:

Ջրանմուշներում ընդհանուր օրգանական նյութի քանակությունը չափվում էր ջրի օքսիդացվածության աստիճանի որոշմամբ Կուբելի մեթոդով [3], զուգահեռ կիրառելով մեր կողմից մասնակի կատարելագործված տարբերակը [9]: Ջրի կոշտությունը որոշվում էր միաժամանակ և կոմպլեքսոնոմետրիկ [4] և մեր ստացած արտոնագրված [1] եղանակներով, որը հնարավորություն է ստեղծում որոշել ջրի վերստվածքային մասում և խտվածքում օքսիդացվածության աստիճանները առանձին-առանձին: Ջրում ջրածնային իոնի կոնցենտրացիան չափվել է pH-12.1 սարքով:

Արդյունքներ և քննարկում: Մեծ Սևանի Ծովինար դիտակետի 4 խորություններից (0; 10; 20 և 30 մ) վերցրած ջրանմուշներում օքսիդացվածության աստիճանի արդյունքները Կուբելի մեթոդով բերված են աղ. 1-ում: Դրանք էականորեն իրարից չեն տարբերվում: Տարբերությունները առավել հստակ են ի հայտ գալիս վերստվածքային ջրում (աղ.1) և խտվածքում (աղ.1) աղերի հետ կապված օրգանական նյութի օքսիդացվածության աստիճաններում:

Աղյուսակ 1. Մեծ Սևանի Ծովինար դիտակետի ջրանմուշների օքսիդացվածության աստիճանի բաշխվածությունը ըստ խորությունների, մգ Օ/լ

Տող	խորությունները, մ	0	10	20	30
1	Ջրի օքսիդացվածությունը	3,36	3,36	3,20	3,20
2	Վերստվածքային ջրի օքսիդացվածությունը	2,90	2,80	2,80	2,75
3	Նստվածքի օքսիդացվածությունը	0,75	0,44	0,42	0,43

Ինչպես երևում է աղ.1-ից, Մեծ Սևանի Ծովինար դիտակետում խտվածքում օրգանական նյութը (տող 3) առավել ընդգծված մաքսիմալ է մակերեսին (0 մ) 0,75 մգ Օ/լ, ընդ որում ջրի կոշտությունը ըստ խորությունների էականորեն չի փոխվում և հավասար է 5,8 մգ-էկվ /լ: Սա կարող է ենթադրել այն հանգամանքը, որ այս դիտակետում հունիսի սկզբին սեստոնի կենդանի օրգանական նյութը (ֆիտոպլանկտոն, միկրոզոոպլանկտոն, բակտերիոպլանկտոն) մաքսիմալ է մակերեսային շերտում: Մեր հետազա փորձերում ըստ խորությունների ֆիտոպլանկտոնից ԴՖ-ի գրանցման արդյունքները հաստատում են դա: Աղ. 2-ում բերված են դանդաղեցված ֆյուլորեսցենցիայի 1-րոպեանոց բաղադրիչի արժեքները, որոնք ըստ մեր հետազոտությունների արդյունքների առավել հստակ և կայուն են արտացոլում արդյունքների տարբերությունը:

Սեստոնի և բակտերիոպլանկտոնի կենսազանգվածների ԱԵՖ-մետրիայի մեթոդով ուսումնասիրության արդյունքները բերված են աղ. 3 ում:

Արդյունքներից երևում է, որ Մեծ Սևանում սեստոնի և բակտերիոպլանկտոնի կենսազանգվածները մաքսիմալ են մակերեսային շերտում (0 մ): ԱԵՖ-ի կենսազանգվածների բերված արդյունքները համեմատած կենսազանգվածի ըստ մանրադիտակի տակ ուղղակի հաշվարկի մոտ 1,3-ից 3 անգամ նվազեցված են [6], որի պատճառն է հանդիսանում այն, որ ԱԵՖ-ի մեթոդով գրանցվում է միայն կենդանի սեստոնը, իսկ մանրադիտակի տակ կենդանի և անկենդան օրգանիզմները տարանջատելը դժվար է և

այստեղ նույնպես հաշվվում են նաև մահացած միկրոօրգանիզմները: Այս դիտակետում 0; 10 և 20 մ խորություններում ջրի pH=9,2 է, իսկ 30 մ pH=9,1:

Աղյուսակ 2. Մեծ Սևանի Շովինար դիտակետի ջրանմուշներում ֆիտոպլանկտոնի ԴՖ-ի ինտենսիվությունը ըստ խորությունների (հարաբերական միավոր)

խորությունները, մ	0	10	20	30
Դանդաղեցված ֆլուորեսցենցիան	30	17	20	17

Աղյուսակ 3. Մեծ Սևանի Շովինար դիտակետի ջրանմուշներում ԱԵՖ-ի քանակի (նգ/լ) և դրան համապատասխան կենսազանգվածների (մգ) բաշխվածությունը ըստ խորությունների

խորությունները, մ	0	10	20	30
Սեստոնի ԱԵՖ-ի քանակը	640	400	224	300
Սեստոնի կենսազանգվածը	1,92	1,20	0,67	0,90
Բակտերիոպլանկտոնի ԱԵՖ-ի քանակը	112	75	30	60
Բակտերիոպլանկտոնի կենսազանգվածը	0,34	0,25	0,10	0,18

Փոքր Սևանի № 4 կայանի 6 խորություններից – 0; 10; 20; 30; 50 և 60 մ ջրանմուշներից ստացված ջրի օքսիդացվածության անալիզի արդյունքները բերված են աղ. 4-ում:

Աղյուսակ 4. Օրգանական նյութի բաշխվածությունը ըստ խորությունների Սևանա լճի № 4 կայանում ըստ ջրի օքսիդացվածության աստիճանի, մգ Օ/լ -ով

խորությունները, մետր	0	10	20	30	50	60
Զրի օքսիդացվածությունը	3,20	3,36	3,36	3,20	3,04	2,72
Վերնստվածքային ջրի օքսիդացվածությունը	2,75	2,90	2,85	2,70	2,57	2,30
Նստվածքի օքսիդացվածությունը	0,55	0,80	0,60	0,44	0,40	0,35

Ինչպես երևում է աղ.4-ի արդյունքներից, ըստ ջրի օքսիդացվածության աստիճանի օրգանական նյութը առավել շատ է բաշխված 10 և 20 մ խորություններում, իսկ վերնստվածքային ջրում և նստվածքում այն առավել ընդգծված մաքսիմալ տեղաբաշխված է 10 մ խորությունում: Այսինքն ըստ ջրանմուշի երեք տարբեր ֆրակցիաներում (ջրում, վերնստվածքային ջրում և նստվածքում) որոշման, օրգանական նյութի բաշխվածության մաքսիմումը հանդիսանում է 10 մ խորությունը, իսկ մինիմալը 50 և 60 մ: Ջրի pH-ի արդյունքները շատ մոտ են իրար և գտնվում են 9,15-ից – 9,0-ի սահմանում: Նույն խորություններում ֆիտոպլանկտոնի ԴՖ-ի չափումների արդյունքում ևս մաքսիմալ արժեքները գրանցվում են 10 մ խորությունում (աղ.5): Աղյուսակի արդյունքները ընդգծված ցույց են տալիս, որ Փոքր Սևանի № 4 կայանում մայիսի վերջին ԴՖ-ի բոլոր երեք բաղադրիչներով որոշված ֆիտոպլանկտոնի մաքսիմալ բաշխվածությունը գտնվում է 10 մ խորությունում և դեպի հատակ աստիճանաբար նվազում է:

Աղյուսակ 5. Փոքր Սևանի № 4 կայանում ֆիտոպլանկտոնի Դանդաղեցված ֆլուորեսցենցիայի (ԴՖ) ինտենսիվությունը ըստ խորությունների (հար. միավորներ)

խորությունները, մ	0	10	20	30	50	60
ԴՖ-ի 1-րդ պեղանակային բաղադրիչը	38	53	23	15	8	7
ԴՖ-ի 2-րդ պեղանակային բաղադրիչը	14	25	8	5	4	3
ԴՖ-ի 3-րդ պեղանակային բաղադրիչը	8	13	5	3	1	1

Նույն խորություններում սեստոնի և բակտերիոպլանկտոնի կենսազանգվածների ԱԵՖ-մետրիայի մեթոդով ուսումնասիրության արդյունքները բերված են աղ. 6 ում : Բերված արդյունքներից երևում են, որ ԱԵՖ-մետրիայով ստացված սեստոնի և բակտերիոպլանկտոնի կենսազանգվածների մաքսիմալ բաշխվածությունը ըստ խորությունների նույնպես գտնվում է 10 մ: Ջրի կոշտության ցուցանիշը էականորեն չի տարբերվում և գտնվում է 5,7-ից 5,9 մգ-էկվ /լ սահմաններում:

Աղյուսակ 6. Փոքր Սևանի № 4 կայանի խորություններում սեստոնի և բակտերիոպլանկտոնի ԱԵՖ-ի բանակության (մգ/) և նրան համապատասխան կենսազանգվածի (մգ/լ) բաշխվածությունը

խորությունները, մ	0	10	20	30	50	60
Սեստոնի ԱԵՖ-ի բանակը	620	726	650	485	484	495
Սեստոնի կենսազանգվածը	1,86	2,18	1,85	1,46	1,45	1,49
Բակտերիոպլանկտոնի ԱԵՖ-ի բանակը	52	82	64	30	60	62
Բակտերիոպլանկտոնի կենսազանգվածը	0,16	0,25	0,19	0,09	0,18	0,19

Ստորև ներկայացվում են Սևանի № 4 կայանով նոյեմբերին գիտարշավի ժամանակ (6.11.2018) միայն մակերեսից վերցված ջրանմուշների հետազոտման արդյունքները. Ջրի pH=8,8; օքսիդացվածությունը 2,88 մգ-Օ/լ, իսկ ԴՖ-ի 1; 2 և 3 ռոպեանոց բաղադրիչների արժեքներն են- 13; 5 և 2,5 հարաբերական միավոր համապատասխանաբար: Արդյունքները համեմատելով նույն կայանից հունիսի գիտարշավի մակերեսից արդյունքների հետ (աղ. 4 և 5). կարելի է արձանագրել, որ ջրի օքսիդացվածությունը նոյեմբերին նվազել է մոտավորապես 0,3 մգ Օ/լ-ով, իսկ ֆիտոպլանկտոնի բոլոր երեք բաղադրիչները նվազել են եռապատիկ: Արդյունքներից կարելի է նախնական եզրակացնել, որ ջրի մակերեսային շերտի օքսիդացվածության նվազման մեջ մեծ դեր ունի նաև ֆիտոպլանկտոնի այս եռապատիկ նվազումը: Հունիսին այս երեք անկախ մեթոդներով ընդհանուր օրգանական նյութի բաշխվածության դիստրիբյուցիայի միջև դիտվում է զուգահեռականություն, ընդ վորում, Փոքր Սևանի № 4 կայանում օրգանական նյութի մաքսիմալ բաշխվածությունը 10 մ խորությունում է, իսկ Մեծ Սևանի Շովինար դիտակետում՝ մակերեսային շերտում, որը պայմանավորված է սեստոնի (միկրոզոոպլանկտոն, ֆիտոպլանկտոն, բակտերիոպլանկտոն) հենց այդ խորություններում մաքսիմալ բաշխվածությամբ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Սարգսյան Ս.Ա.* Ջրի կոշտության որոշման եղանակ; ՀՀ Արտոնագիր № 2823A, գրանցված 25.03.2014.
2. *Лопухин А.С., Кирилов И.В.* АТФ как показатель распределения биомассы микропланктона в центральной части Аравийского моря. Экология моря, 23, с. 11-16, 1986.
3. *Лурье Ю.Ю.* Общие методы для анализа воды. Изд-2, М., Химия, с.376, 1973.
4. *Лурье Ю.Ю.* Универсальные методы анализа вод в СССР. М., с.374, 1971.
5. *Мельников И.А.* Сравнение величин биомассы микропланктона, определенных по АТФ и методу прямого микроскопирования. Океанология, 1976, вып. 2, с. 324-328.
6. *Сорокин Ю.И., Люцарев С.В.,* Сравнительная оценка двух методов определения биомассы планктонной микрофлоры. Океанология, вып. 2, с. 358-364, 1978.
7. *Цылев О.П., Ткаченко В.Н., Старцева А.И.* Замедленная флюоресценция природных сообществ морского фитопланктона. Экология, 4, с.18-23, 1980.
8. *Holm-Hansen O.* Determination of microbial biomass as ocean profiles. Idem, 14, 5, p. 740-747. 1969.
9. *Sargsyan S.A.* Investigation of hardness and permanganate oxidation value in water systems by a new methodical approach. Modern Environmental Science and Engineering. April 1, 1, pp 49-52, 2015.

Ստացվել է 09.01.2019



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2 (71), 2019

ՏԱՎԱՐԻ ՄՈՆԻԵԶԻՈԶԻ ԲՈՆԿՈՒՄՆԵՐԻ ԿԱՆԽԱՏԵՍՈՒՄԸ ՏԱՎՈՒՇԻ ԵՎ ԿՈՏԱՅԻ ՄԱՐԶԵՐՈՒՄ

Յ.Զ. ՆԱՂԱՇՅԱՆ, Ա.Ռ. ՀԱԿՈՒՅԱՆ, Լ.Յ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ,
Ս.Վ. ԵՐԻՔԵԿՅԱՆ, Վ.Լ. ՍԱՄՍՈՆՅԱՆ

Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան
naghov1950@rambler.ru

Տավարի մոնիեզիոզ հիվանդության նկատմամբ կանխարգելիչ միջոցառումներ մշակելու նպատակով հանրապետության Տավուշի և Կոտայքի մարզերում մեկ տարվա կտրվածքով ուսումնասիրվել է արոտավայրերի, կենդանիների հանգստատեղերի և ջրելատեղերի հողը՝ տվյալ հիվանդության միջանկյալ տերերի՝ օրիբատիդային տզերով վարակվածության նկատմամբ: Օրիբատիդային տզերը հողում և բուսածածկում առավելապես հայտնաբերվում են գարնանը: Կենդանիների վարակվածությունը եղանակի տաքացմանը զուգընթաց մարում է:

Տավար – մոնիեզիոզ – հող – բույս – օրիբատիդային տիզ

С целью разработки профилактических мероприятий против мониезиоза крупного рогатого скота были проведены годовые исследования образцов почвы, взятых с пастбищ, мест отдыха и водопоя животных на предмет зараженности оribатидными клещами, являющимися промежуточными хозяевами возбудителя мониезиоза. Исследованиями были охвачены Тавушская и Котайская области РА. Оribатидные клещи обнаруживаются в почве и на растительном покрове преимущественно весной, поэтому случаи заражения животных мониезиозом регистрируются с приходом весны и постепенно идут на убыль параллельно с потеплением погоды.

Крупный рогатый скот – мониезиоз – почва – растение – оribатидный клещ

To develop preventive measures against moniesiosis of cattle, annual studies of soil samples were conducted, taken from pastures, resting and watering places of animals on the subject infectiousness by oribatid ticks, which are intermediate hosts of the pathogen of moniesiosis. The studies covered Tavush and Kotayk Marzes of the Republic of Armenia. Oribatid ticks were found in soil and on vegetation cover mainly in spring. Thus infections in animals by moniesiosis are registered with the advent of spring and gradually subsided in parallel with the warming weather.

Cattle – moniesiosis – soil – plant – oribatid tick

Հայաստանում տավարաբուծությունը համարվում է անասնաբուծության կարևորագույն ճյուղերից մեկը: Տավարի գլխաքանակի ավելացումը, ցեղային հատկանիշների բարելավումը, մթերատվության բարձրացումը և էկոլոգիապես անվտանգ մթերքների ստացումը հանդիսանում են անասնապահության զարգացման արդիական համալիր հիմնախնդիրները: Անասնապահության զարգացման ներկա փուլում սեփականության տարբեր ձևերի համատեղ գոյության պայմանները նպաստավոր են կենդանիների ինվազիոն - (մակաբուծային) հիվանդությունների բռնկման ռիսկի առաջացման համար:

Հայտնի է, որ Հայաստանի տարբեր մարզերի և հարևան երկրների կլիմայաաշխարհագրական առանձնահատկությունները ու անասնապահության վարման ձևերը նպաս-

տում են կենդանիների ճիճվային՝ հատկապես ցեստոդների կողմից հարուցվող մոնիեզիոզ հիվանդության տարածմանը [2-5,7,8]:

Այս հեմիկթոզը չնայած իր տարածվածությանը՝ մեր հանրապետությունում սակավ է ուսումնասիրված, անորոշ է հիվանդության գոտիականությունը, մարզերը և այլն:

Ելնելով վերոնշյալից՝ աշխատանքի նպատակն էր ուսումնասիրել Տավուշի և Կոտայքի մարզերի արոտավայրերի, ֆերմայամերձ տարածքների հողը մոնիեզիոզի նկատմամբ: Անհրաժեշտ էր նաև որոշել օրիբատիդային տզերի առկայությունը և դրանց մոնիեզիայի թրթուրներով (ցիստիցերկոիդներով) վարակվածության աստիճանը, ապա ստացված տվյալները օգտագործել տվյալ տարածքներում զարնանը տավարի մոնիեզիոզ բռնկումները կանխատեսելու նպատակով:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտությունները կատարվել են 2018 թ. գարուն, ամառ, աշուն եղանակներին, ինչպես նաև դեկտեմբերին Տավուշի և Կոտայքի մարզերում: Հետազոտության են ենթարկվել արոտավայրերի, կենդանիների հանգստատեղերի, ջրելատեղերի հողը և բուսածածկը: Հողի նմուշառումը կատարվել է մակերեսային շերտից:

Մինչև 20 սմ խորությունից վերցվել է 50 գ հողի մի քանի նմուշ, որոնք իրար խառնելով առանձնացվել է 100 գ քաշով միջին նմուշ: Խոտն առանձնացվել է արմատներով, որտեղ հիմնականում տեղակայված են լինում մոնիեզիայի հարուցիչ միջանկյալ տերերը՝ օրիբատիդային տզերը [1]:

Օրիբատիդային տզերը առանձնացվել են Տուգրենի սառքի միջոցով, իսկ նրանցում հարուցիչ ցիստիցերկոիդները դիտվել են մանրադիտակով [6]:

Արդյունքներ և քննարկում: 2018 թ. զարնանը վերցված 1մ² հողի և բուսածածկի նմուշներում՝ (թաքմ կամ նախորդ տարվա խոտ) արոտավայրերում, կենդանիների հանգստատեղերում և ջրելատեղերում հայտնաբերվել են միջինը համապատասխանաբար 135, 164 և 100 հատ օրիբատիդային տզեր: Առավելագույնը հայտնաբերվել է կենդանիների հանգստատեղերի հողում և խոտածածկում - 164 տիգ:

Ամռանը վերցված հողի և խոտի նմուշներում՝ արոտավայրերում, կենդանիների հանգստատեղերում և ջրելատեղերում հայտնաբերվել են 1 մ² տարածքում միջինը համապատասխանաբար 120, 145 և 133 հատ օրիբատիդային տզեր: Առավելագույնը կրկին հայտնաբերվել է կենդանիների հանգստատեղերի հողում և խոտածածկում, որը կազմել է 145 տիգ:

Նույն տարվա աշնանը վերցված հողի և խոտի նմուշներում՝ արոտավայրերում, կենդանիների հանգստատեղերում և ջրելատեղերում հայտնաբերվել են 1 մ² տարածքում միջինը համապատասխանաբար 112, 131 և 127 հատ օրիբատիդային տզեր: Առավելագույնը կրկին հայտնաբերվել է կենդանիների հանգստատեղերի հողում և խոտածածկում, որը կազմել է 127 տիգ (աղ. 1):

Աղյուսակ 1. Օրիբատիդային տզերով(հատ) առավելագույնը վարակված տարածքները ըստ տարվա եղանակների(նմուշ 1մ²) n = 10, M ± m

Հետազոտված տարածքների տիպը	Տարվա եղանակները		
	Գարուն	Ամառ	Աշուն
Բնական արոտավայրեր	135 ± 3,1	120 ± 1,25	112 ± 1,36
Կենդանիների հանգստատեղեր	164 ± 1,46	145 ± 1,98	131 ± 1,7
Ջրելատեղեր	130 ± 4,02	133 ± 3,9	127 ± 2,05

Այսպիսով, օրիբատիդային տզերով առավելագույնը վարակված էր կենդանիների հանգստատեղերի հողը և խոտածածկը, որն ըստ տարվա եղանակների տալիս էր չնչին տատանումներ:

Կարելի է եզրակացնել, որ դա պայմանավորված է այն հանգամանքով, որ կենդանիները երկար ժամանակ գտնվելով հանգստատեղերում արտազատում են հարուցիչ հասուն, ձվերով լեցուն հատվածներ, իսկ վերջիններս, ընկնելով գետնին, պատռվում են և ձվերը հասանելի են դառնում օրիբատիդային տզերի համար, որտեղ շարունակում են իրենց զարգացման հաջորդ փուլերը: Կենդանիների հետագա վարակման հավանականությունը ցածր է, քանի որ տավարը տրորելով տարածքը նպաստում է խոտածածկի աճի նվազմանը:

Մյուս առանձնահատկությունը կայանում է նրանում, որ Հայաստանի պայմաններում օրիբատիդային տզերի առավելագույն քանակությունը հողում և խոտածածկում արձանագրվում է գարնանը, որը հավանաբար պայմանավորված է հողի բարձր խոնավությամբ, փխրունությամբ: Այս ամենը նպաստում է հողում թթվածնի ներթափանցմանը և տզերի համար անհրաժեշտ սննդանյութերի առկայությանը, որը հետագայում նվազում է՝ ջերմաստիճանի բարձացմանը զուգընթաց:

Արոտավայրերի, կենդանիների հանգստատեղերի, ջրելատեղերի հողի և խոտածածկի հետազոտությունը օրիբատիդային տզերի օրգանիզմում մոնիթինգի հարուցչի թթուցեթթվային ձևի՝ ցիտոհցերկոհիդների առկայության նկատմամբ բացահայտեց հետևյալ պատկերը:

Գարնանը արոտավայրերից, կենդանիների հանգստատեղերից, ջրելատեղերի հողից և խոտածածկից առանձնացված օրիբատիդային տզերի մոտ ցիտոհցերկոհիդների քանակությունը նմուշում համապատասխանաբար տատանվում էր հետևյալ քանակներով՝ 31, 21 և 29 հատ վարակված տիգ: Առավելագույնը վարակված էին բնական արոտավայրերից և ջրելատեղերից առանձնացված օրիբատիդային տզերը (աղ.2):

Աղյուսակ 2. Օրիբատիդային տզերի վարակվածությունը(հատ) մոնիթինգի հարուցչի ցիտոհցերկոհիդներով ըստ տարածքների և տարվա եղանակների (նմուշում 1մ²)
n = 10, M ± m

Հետազոտված տարածքների տիպը	Տարվա եղանակները		
	Գարուն	Ամառ	Աշուն
Բնական արոտավայրեր	31,5 ± 1,35	20 ± 1,7	11,2 ± 0,52
Կենդանիների հանգստատեղեր	21,3 ± 0,93	14 ± 1,25	10,9 ± 0,73
Ջրելատեղեր	29,2 ± 1,56	15,3 ± 1,25	9,3 ± 0,52

Ամռանը արոտավայրերից, կենդանիների հանգստատեղերից, ջրելատեղերի հողից և խոտածածկից առանձնացված օրիբատիդային տզերի մոտ ցիտոհցերկոհիդների քանակությունը նմուշում համապատասխանաբար տատանվում էր հետևյալ քանակներով՝ 20, 14 և 15 հատ վարակված տիգ: Ամռան ամիսներին ցիտոհցերկոհիդներով վարակված տզերի քանակների նվազումը հավանաբար պայմանավորված է 2018թ երկարատև տաք և չոր եղանակներով, որը ընկճում է խոտածածկի և դրանցում առկա օրիբատիդային տզերի աճը:

Աշնանը արոտավայրերից, կենդանիների հանգստատեղերից, ջրելատեղերի հողից և խոտածածկից առանձնացված օրիբատիդային տզերի մոտ ցիտոհցերկոհիդների քանակությունը նմուշում համապատասխանաբար տատանվում էր հետևյալ քանակներով՝ 11, 10 և 9 հատ վարակված տիգ: Վարակված տզերի քանակների հետագա նվազումը աշնան ամիսներին ևս պայմանավորված էր՝ աշնան տաք եղանակների և տեղումների նվազագույն քանակներով:

Այսպիսով, մեկ տարվա կտրվածքով կատարված հետազոտությունների արդյունքում կարելի է կանխատեսել, որ գարնան ամիսներին հետազոտված մարզերի արոտավայրերի, կենդանիների հանգստատեղերի, ջրելատեղերի հողում և խոտածածկում օրիբատիդային տզերի մեծ քանակները կարող են նպաստել տավարի, հատկապես դրանց մատղաշի մոնիթինգի հիվանդության վարակմանը: Եղանակի տաքացմանը և չորային եղանակին զուգընթաց հիվանդությունը նվազում է, և ըստ ստացված արդյունքի՝ տվյալ տարածքներում անհրաժեշտ է իրականացել մոնիթինգի նկատմամբ բուժական խարզելիչ միջոցառումներ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Նաղաշյան Յ.Զ. Կենդանիների ինվազիոն հիվանդություններ: Երևան, էջ 21-23, 2006:
2. Նաղաշյան Յ.Զ., Շերբակով Օ.Վ. Հողային անողնաշարավորները որպես գյուղատնտեսական կենդանիների մակաբույծ որդերի միջանկյալ տերերը Հայաստանում: Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 1, էջ 68-72, 2010:

3. *Белиев С.М.* Распространение возбудителей мониезиоза овец на пастбищах разного типа на юго-востоке Северного Кавказа. Матер.-лы докл. науч. конф. Всерос. о-ва гельминтол. РАН “Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями”. М., с. 55-57, 2011.
4. *Никитин В.Ф., Дудка Н.С.* Методические положения по профилактике основных трематодозов крупного рогатого скота при пастбищном содержании. М., АЗ плюс, с. 18-28, 2012.
5. *Потемкина В.А.* Мониезиозы жвачных животных. М., 263 с., 1965.
6. *Шумакович Е.Е., Сосипатров Г.В.* Оценка пастбищ при мониезиозе / В кн. Гельминтологическая оценка пастбищ. М., с. 95-113, 1973.
7. *Mazyad S.A., El Garhy MF.* Laboratory and field studies on oribatid mites as intermediate host of *Moniezia expansa* infecting Egyptian sheep J. Egypt. Soc. Parasitol. Apr; 34, 1, 305-14, 2004.
8. *Xiao L., Herd RP.* Infectivity of *Moniezia benedeni* and *Moniezia expansa* to oribatid mites from Ohio and Georgia. Vet. Parasitol. Dec; 45, 1-2, 101-10, 1992.

Ստացվել է 06.02.2019



Հայաստանիկենսաբ. հանդես, 2 (71), 2019

**ՊՐՆՁՈՎ ԵՎ ՄՈԼԻԲԴԵՆՈՎ ԱՐՏՈՏՎԱԾ ՀՈՂԵՐՈՒՄ ԱՃՈՂ
ARTEMISIA VULGARIS ԵՎ MEDICAGO COERULEA
ԲՈՒՍԱՏԵՍԱԿՆԵՐԻ ՖԻՏՈԷՔՍՏՐԱԿՑԻԱՅԻ ՆԵՐՈՒԺԻ
ԲԱՑԱՅԱՅՏՈՒՄԸ**

Կ.Ա. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

Երևանի պետական լսարան,
kghazaryan@ysu.am

Ուսումնասիրվել են *Artemisia vulgaris* և *Medicago coerulea* բուսատեսակների պղնձի, մոլիբդենի կուտակման ունակությունը, ֆիտոէքստրակցիայի ներուժը և բացահայտվել են NH_4NO_3 -ի ու EDTA-ի ազդեցությունները պղնձի և մոլիբդենի կուտակման ունակության փոփոխության վրա: Հետազոտության արդյունքները ցույց են տվել, որ պղնձով աղտոտված հողերի մաքրման նպատակով *Artemisia vulgaris* և *Medicago coerulea* բուսատեսակների աճեցման ժամանակ ֆիտոէքստրակցիայի գործընթացի արդյունավետության բարձրացման համար անհրաժեշտ է օգտագործել խելատացնող նյութեր, իսկ մոլիբդենի դեպքում՝ լրացուցիչ խելատացնող նյութերի օգտագործումը նպատակահարմար չէ:

Հողերի աղտոտում – ծանր մետաղներ – ֆիտոռեմեդիացիա – ֆիտոէքստրակցիա

Исследовались способность растений *Artemisia vulgaris* и *Medicago coerulea* накапливать медь и молибден, их фитоэкстракционный потенциал, а также было выявлено влияние NH_4NO_3 и EDTA на изменение способности накапливать медь и молибден. Результаты исследования показывают, что при выращивании *Artemisia vulgaris* и *Medicago coerulea* для очистки почвы, загрязненной медью, для повышения эффективности фитоэкстракции необходимо использовать хелатирующие вещества, а в случае молибдена использование дополнительных хелатирующих веществ не рекомендуется.

Загрязнение почвы – тяжелые металлы – фиторемедиация – фитоэкстракция

The ability of *Artemisia vulgaris* and *Medicago coerulea* plant species to accumulate copper and molybdenum as well as their phytoextraction potential were studied. The influence of NH_4NO_3 and EDTA on changes of copper and molybdenum accumulation ability was also detected. Study results indicate that during the growth of *Artemisia vulgaris* and *Medicago coerulea* to clean the soils polluted by copper for the enhancement of phytoextraction effectiveness it is necessary to use chelating agents, but in the case of molybdenum the use of additional chelating agents is not advisable.

Soil pollution – heavy metals – phytoremediation – phytoextraction

Ներկայումս հողերի աղտոտումը ծանր մետաղներով դարձել է կարևորագույն էկոլոգիական հիմնախնդիրներից մեկը [16]: Հողի մեջ ծանր մետաղների բարձր խտություններով պարունակությունը կարող է խիստ թունավոր ազդեցություն թողնել ինչպես էկոհամակարգի տարբեր բաղադրիչների, այնպես էլ ամբողջ էկոհամակարգի վրա [19, 22]: Այն կարող է նաև վնաս հասցնել մարդկանց առողջությանն ուղղակիորեն՝

օդում պարունակվող աղտոտիչների շնչառման կամ ծանր մետաղներով աղտոտված խմելու ջրի միջոցով, կամ էլ միջնորդավորված կերպով՝ սնման շղթայի աղտոտման հետևանքով [1]: Հանքարդյունաբերությունը հանդիսանում է ծանր մետաղներով շրջակա միջավայրի աղտոտման հիմնական աղբյուրներից մեկը [2, 20]: Հաշվի առնելով այն փաստը, որ հանքարդյունաբերությունը հանդիսանում է Հայաստանի Հանրապետության արդյունաբերության հիմնական ճյուղերից մեկը, այս հիմնախնդիրը խիստ արդիական է մեր երկրում [8]:

Հողերի վերականգնումը (ռեմեդիացիան) կարող է նվազեցնել շրջակա միջավայրի վրա ծանր մետաղների հևարավոր բացասական ազդեցությունը և պահպանել հողը՝ որպես կարևոր բնական պաշար: Աղտոտված հողերի ռեմեդիացիայի համար տարբեր գիտնականների կողմից մշակվել են մի շարք մեթոդներ, որոնք բաժանվում են երկու հիմնական խմբի՝ ավանդական, տեխնիկական, ֆիզիկական և քիմիական, օրինակ՝ հողի փոխարինումը կամ լվացումը, ջերմային դետրեքցիան, թթվային լուծամզումը և նոսրացումը [14, 23], և ժամանակակից մեթոդներ, օրինակ՝ բույսերի միջոցով, այն է՝ ֆիտոռեմեդիացիայի մեթոդները [4, 5, 6, 13]: Աղտոտված հողերի ռեմեդիացիայի ժամանակակից մեթոդներն առավել ընդունելի են հասարակության կողմից, անվտանգ են շրջակա միջավայրի համար և ֆինանսական մեծ ծախսեր չեն պահանջում [7]:

Ֆիտոռեմեդիացիան բնորոշվում է որպես բույսերի օգտագործման միջոցով շրջակա միջավայրից աղտոտիչների հեռացման կամ դրանք անվնաս դարձնելու մեթոդ [11, 15]: Տարբերվում է ֆիտոռեմեդիացիայի մի բանի եղանակ՝ ֆիտոէքստրակցիա (բույսերի կողմից աղտոտիչների կլանում և կենսազանգվածի հետ միասին աղտոտված տարածքից հեռացում), ֆիտոստաբիլիզացիա (բույսերի կողմից աղտոտիչների իմոբիլիզացիա), ֆիտոդեգրադացիա (բույսերի կողմից աղտոտիչների կլանում և քայքայում), ֆիտովոլատիլիզացիա (բույսերի մակերեսից գոլորշիացման միջոցով աղտոտիչների հեռացում) և ռիզոֆիտրացիա (բույսերի արմատների կողմից աղտոտիչների աբսորբցիա կամ ադսորբցիա):

Ֆիտոէքստրակցիայի գործընթացի ժամանակ աղտոտված հողերից ծանր մետաղների կլանման արդյունավետությունը սահմանափակվում է մի շարք գործոններով, մասնավորապես բույսերի համար տվյալ մետաղների կենսամատչելիությունով [17]: Խելատացնող նյութերի կիրառումը կարող է բարձրացնել ծանր մետաղների կենսամատչելիության աստիճանը և նպաստել բույսերի կողմից դրանց կլանմանը և վերգետնյա օրգաններ տեղափոխմանը [12, 17, 18]: Այս քիմիական հավելումներն առաջացնում են մետաղների ջրալուծ կոմպլեքսներ՝ դրանց դարձնելով ավելի կենսամատչելի արմատների կողմից կլանման համար, և ճանաչվել են որպես հողից մետաղների հեռացման լավ միջոց [21]:

Հաշվի առնելով այս ամենը, հետազոտության նպատակներն են՝ (1) բացահայտել *Artemisia vulgaris* և *Medicago coerulea* բուսատեսակների պոլինձ, մոլիբդեն կուտակման ունակությունը, ֆիտոէքստրակցիայի ներուժը և (2) NH_4NO_3 ու EDTA-ի ազդեցությունները *Artemisia vulgaris* և *Medicago coerulea* բուսատեսակների կողմից պոլինձի և մոլիբդենի կուտակման ունակության փոփոխության վրա:

Նյութ և մեթոդ: Ֆիտոռեմեդիացիայի համար նախատեսված հողերը բերվել են Հայաստանի հարավ-արևելյան շրջանից (Չանգեզուրի պոլինձամոլիբդենային կոմբինատի շրջակայքից): Դրանք պատկանում են լեռնանտառային դարչնագույն հողերի տիպին:

Այս տարածքում մեր կողմից իրականացված նախկին ուսումնասիրություններից պարզվել էր, որ հողերը աղտոտված էին որոշ ծանր մետաղներով, մասնավորապես պոլինձի և մոլիբդենով [9]:

Ուսումնասիրությունների համար նախատեսված հողանմուշները չորացվել են սենյակային պայմաններում (20–22°C), տրորվել սանդղում և անցկացվել 1 մմ մաղով: Մետաղների վերլուծության համար նախատեսված հողերի նմուշները պահվել են սառնարանում: Ծանր մետաղների ընդհանուր պարունակությունը որոշելու համար հողը տրորվել է սանդի մեջ և անցկացվել 0,15 մմ մաղով: Պոլինձի և մոլիբդենի ընդհանուր պարունակության որոշման համար հողի նմուշը տարրալուծվել է $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4 + \text{HF}$ (5:1:1, v:v:v) թթվային խառնուրդում (2 ժ, 180°C) [3]: Ծանր մետաղների պարունակությունը որոշվել է ատոմային աբսորբցիոն սպեկտրաչափային մեթոդով՝ ԱԱՍ սարքի միջոցով (Atomic-absorption spectrometer PG990):

Հողանմուշներում կենսամատչելի պոլինձի և մոլիբդենի որոշման համար 1 գ մանրացված հողի վրա ավելացվել 40 մլ 0,11 մոլ/լ բացախաթթու, պահվել է 16ժ՝ 20–22°C պայմաններում, ապա ֆիլտրվել և ֆիլտրատում որոշվել է պոլինձի ու մոլիբդենի պարունակությունը ԱԱՍ սարքի միջոցով [10]:

Ex situ փորձերն իրականացվել են 2016թ. ապրիլ-հունիս ամիսներին՝ 12 լիտր ծավալով անոթների մեջ: *Artemisia vulgaris* և *Medicago coerulea* բուսատեսակներն աճեցվել են չոր տարբեր սխեմաներով՝ երեքական օրինակով:

Չորս սխեմաներն են. 1) չաղտոտված հող (ստուգիչ), 2) աղտոտված հող, 3) աղտոտված հող + NH_4NO_3 (0.1 գ/կգ հող), 4) աղտոտված հող + NH_4NO_3 (0.1 գ/կգ հող) + EDTA (5 մմոլ/կգ հող): NH_4NO_3 և EDTA բույսերին տրվել են հունիսի առաջին կեսին, որից երկու շաբաթ անց իրականացվել է բույսերի հավաքը: Ամբողջական բույսերը լվացվել են հոսող ջրի տակ, ապա ևս երկու անգամ՝ թորած ջրով: Լվացված բույսերը բաժանվել են վերգետնյա ու ստորգետնյա մասերի, կշռվել են, չորացվել (70°C) մինչև հաստատուն քաշի գալը և կրկին կշռվել: Չորացված բույսերը մանրացվել են և տարրալուծվել $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ (4:1, v:v) թթվային խառնուրդում (200°C , 150°C) [24]:

Պղնձի ու մոլիբդենի պարունակությունը որոշվել է ԱԱՍ սարքի միջոցով:

Artemisia vulgaris և *Medicago coerulea* բուսատեսակների ֆիտոէքստրակցիայի ներուժը գնահատվել է արմատների կենսակուտակման ցուցանիշի ($\text{BCF}_{\text{արմատ}}$) և տրանսլոկացիայի ցուցանիշի (TF) միջոցով [8].

Բույսերի արմատների կողմից պղնձի և մոլիբդենի կուտակման ունակությունը գնահատվել է $\text{BCF}_{\text{արմատ}}$ միջոցով:

$$\text{BCF}_{\text{արմատ}} = \text{Me}_{\text{արմատ}} / \text{Me}_{\text{հող}} \quad (1),$$

որտեղ $\text{Me}_{\text{արմատ}}$ պղնձի և մոլիբդենի պարունակությունն է բույսերի արմատներում, իսկ $\text{Me}_{\text{հող}}$ կենսամատչելի պղնձի և մոլիբդենի պարունակությունն է հողում:

TF որոշվել է հետևյալ բանաձևով.

$$\text{TF} = \text{Me}_{\text{վերգ}} / \text{Me}_{\text{արմատ}} \quad (2),$$

որտեղ $\text{Me}_{\text{վերգ}}$ բույսերի վերգետնյա մասում պղնձի և մոլիբդենի պարունակությունն է, իսկ $\text{Me}_{\text{արմատ}}$ պղնձի և մոլիբդենի պարունակությունն է բույսերի արմատներում:

Եթե $\text{BCF}_{\text{արմատ}}$ արժեքը մեծ է մեկից, ապա կարելի է ասել, որ բույսն օժտված է ծանր մետաղներ կուտակելու ներուժով և կարող է օգտագործվել ֆիտոէքստրակցիայի նպատակով, իսկ եթե $\text{BCF}_{\text{արմատ}}$ արժեքը հավասար կամ փոքր է մեկից, ապա բույսը պարզապես աքսորվում է ծանր մետաղները: TF մեկից մեծ արժեքը խոսում է ֆիտոէքստրակցիայի ներուժի մասին, իսկ մեկին հավասար կամ փոքր արժեքի դեպքում այնքան էլ նպատակահարմար չէ այդ բույսերը ֆիտոէքստրակցիայի նպատակով օգտագործման համար:

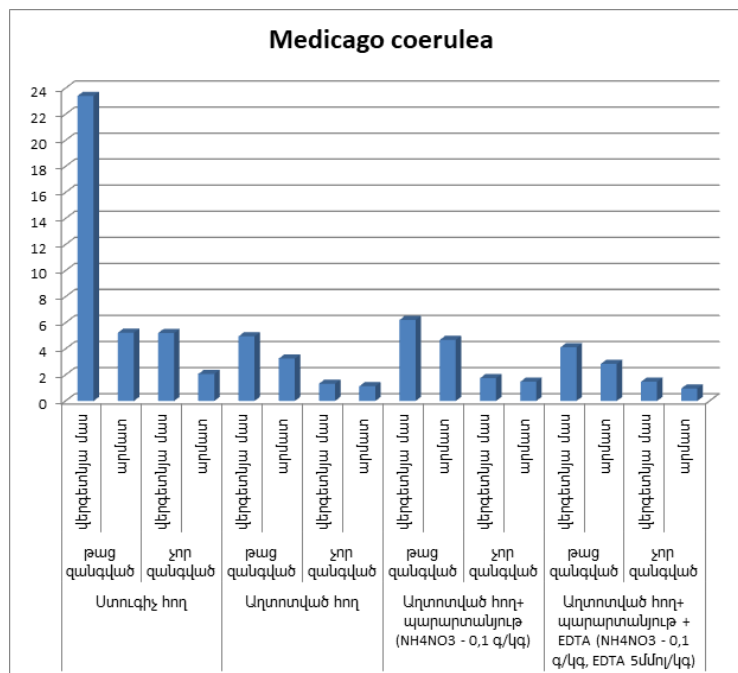
Արդյունքներ և քննարկում: Ինչպես նշվեց, ex situ պայմաններում ֆիտոռեմեդիացիայի համար նախատեսված աղտոտված հողերը բերվել էր Չանգեզուրի պղնձա-մոլիբդենային կոմբինատի ֆաբրիկայից մոտ 300 մ հեռավորությունից (N $39^\circ 09,241'$; E $46^\circ 08,520'$), իսկ ստուգիչ հողանուշը՝ մոտ 4 կմ հեռավորությունից (N $39^\circ 13,018'$; E $46^\circ 13,960'$): Հողանուշների որոշ ֆիզիկաքիմիական հատկությունների ուսումնասիրությունների արդյունքները ներկայացված են աղ. 1-ում:

Աղյուսակ 1. Աղտոտված և ստուգիչ հողանուշների քիմիական ֆիզիկաքիմիական բնութագիրը (միջին $\pm$ SD)

Հողի բնութագիրը	Աղտոտված հող	Ստուգիչ հող
pH	$7,9 \pm 0,3$	$7,8 \pm 0,1$
Հումուս, %	$3,61 \pm 0,40$	$6,48 \pm 0,38$
Ավազ, %	40 ± 4	31 ± 4
Տիղմ, %	39 ± 3	39 ± 4
Կավ, %	21 ± 1	30 ± 3
$\text{Cu}_{\text{ընդ}}$, մգ/կգ	$3480,3 \pm 209,8$	$71,6 \pm 11,0$
$\text{Cu}_{\text{կենսամատչելի}}$, մգ/կգ	$494,4 \pm 24,1$	$3,2 \pm 0,5$
$\text{Mo}_{\text{ընդ}}$, մգ/կգ	$1526,5 \pm 97,2$	$9,9 \pm 1,2$
$\text{Mo}_{\text{կենսամատչելի}}$, մգ/կգ	հետքեր	հետքեր

Հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է, որ ֆիտոռեմեդիացիայի համար նախատեսված հողերում $\text{Cu}_{\text{ընդ}}$ պարունակությունը ստուգիչի համեմատ բարձր է 48,6 անգամ, իսկ $\text{Mo}_{\text{ընդ}}$ ՝ 154,2 անգամ: Այս փաստը խոսում է այն մասին, որ ուսումնասիրվող հողերն աղտոտված են պղնձով և մոլիբդենով: Սա ուղղակիորեն պայմանավորված է մարդու տնտեսական գործունեությամբ, մասնավորապես՝ հանքարդյունաբերությամբ: Ուսումնասիրված հողանուշներում բարձր է եղել նաև $\text{Cu}_{\text{կենսամատչելի}}$ պարունակությունը. այն գերազանցել է ստուգիչին 154,5 անգամ: Իսկ $\text{Mo}_{\text{կենսամատչելի}}$ երկու հողանուշներում էլ հայտնաբերվել է հետքերի ձևով, որը հավանաբար պայմանավորված է եղել մոլիբդենի քիչ շարժունակությամբ:

Artemisia vulgaris և *Medicago coerulea* բուսատեսակները չորս սխեմաներով երեք ամիս աճեցնելուց հետո հավաքվել և որոշվել են ինչպես դրանց վերգետնյա մասի ու արմատի թաց և չոր զանգվածները (նկ. 1, 2), այնպես էլ պղնձի, մոլիբդենի պարունակությունները (աղ. 2):



Նկ. 2. Չորս սխեմաներով աճեցված *Medicago coerulea*-ի թաց և չոր զանգվածները (գրամ)

Աղյուսակ 2. Բույսերի չոր զանգվածում պղնձի և մոլիբդենի պարունակությունը

Բույսի անվանումը	Ստուգիչ հող		Աղտոտված հող		Աղտոտված հող + պարարտանյութ (NH ₄ NO ₃ - 0,1 գ/կգ հող)		Աղտոտված հող + պարարտանյութ + EDTA (NH ₄ NO ₃ - 0,1 գ/կգ հող, EDTA 5 մմոլ/կգ հող)	
	Վերգետնյա մաս	արմատ	Վերգետնյա մաս	արմատ	Վերգետնյա մաս	արմատ	Վերգետնյա մաս	արմատ
Cu մգ/կգ								
<i>Artemisia vulgaris</i>	10,1	22,8	30,4	337,5	36,75	108,65	361,9	212,87
<i>Medicago coerulea</i>	13,2	13,2	68,9	168,5	48,6	264,5	1888,33	456,33
Mo մգ/կգ								
<i>Artemisia vulgaris</i>	հետքեր	48	159	308	159	321	207	135
<i>Medicago coerulea</i>	49	հետքեր	234	165	127	245	239	387

Հարկ է նշել, որ ստուգիչում աճեցված *Artemisia vulgaris*-ի միայն արմատներում է հայտնաբերվել մոլիբդեն, իսկ *Medicago coerulea*-ի մոտ՝ միայն վերգետնյա մասում: Բույսերի կողմից մոլիբդենի կուտակման ինտենսիվության վրա կիրառվող NH₄NO₃ և EDTA եական ազդեցություններ չեն թողել: Սա խոսում է այն մասին, որ նշված միացությունները չեն ավելացնում մոլիբդենի մատչելիության աստիճանը: Եական փոփոխություններ չի նկատվել նաև պղնձի կուտակման գործընթացում, երբ կիրառվել է միայն NH₄NO₃: Բույսերի կողմից պղնձի կուտակման և վերգետնյա օրգաններ փոխադրման վրա առավել մեծ ազդեցություն է թողել NH₄NO₃ և EDTA համատեղ օգտագործումը: Մասնավորապես, *Artemisia vulgaris*-ի մոտ արմատներում պղնձի պարունակությունը մի փոքր նվազել է, բայց վերգետնյա մասում այն ավելացել է շուրջ 12 անգամ, իսկ *Medicago coerulea*-ի մոտ արմատներում պղնձի պարունակությունն ավելացել է 2,7 անգամ, վերգետնյա մասում՝ 27,4 անգամ: Սա հիմնականում պայմանա-

վորված է EDTA-ի խելատացնող հատկությամբ, որի միջոցով բույսերի համար բարձրանում է պղնձի մատչելիությունը: Հարկ է նշել, որ փորձի երկրորդ և երրորդ սխեմաներում պղինձը հիմնականում կուտակվել է արմատներում, իսկ EDTA-ի խելատացնող ազդեցության հետևանքով բարձրացել է նաև պղնձի շարժունությունը բույսի մեջ և վերգետնյա մասում ավելի շատ պղինձ է կուտակվել: Այս փաստը խոսում է այն մասին, որ EDTA-ն էականորեն բարձրացնում է բույսերի ֆիտոէքստրակցիայի ունակությունը:

Artemisia vulgaris և *Medicago coerulea* բուսատեսակների ֆիտոէքստրակցիայի ներուժի բացահայտման համար որոշվել է BCF_{արմատ} և TF (աղ. 3):

Աղյուսակ 3. *Artemisia vulgaris* և *Medicago coerulea* բուսատեսակների BCF_{արմատ} ու TF արժեքները՝ ըստ պղնձի

Բույսի անվանումը	Աղտոտված հող		Աղտոտված հող + պարարտանյութ(NH ₄ NO ₃ – 0,1գ/կգհող)	Աղտոտված հող + պարարտանյութ + EDTA (NH ₄ NO ₃ - 0,1գ/կգհող, EDTA 5մմոլ/կգհող)		
	BCF _{արմատ}	TF	BCF _{արմատ}	TF	BCF _{արմատ}	TF
<i>Artemisia vulgaris</i>	0,68	0,09	0,22	0,34	0,43	1,7
<i>Medicago coerulea</i>	0,34	0,41	0,53	0,18	0,92	4,14

Հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է, որ աղտոտված հողում (սխեմա 2) *Artemisiavulgaris*-ի մոտ նկատվել է արմատներում ծանր մետաղներ կուտակվելու ավելի մեծ ունակություն, սակայն *Medicagocoerulea*-ի մոտ ավելի լավ է արտահայտված դեպի վերգետնյա օրգաններ պղնձի փոխադրման ունակությունը: NH₄NO₃ կիրառման ժամանակ (սխեմա 3) *Artemisiavulgaris*-ի մոտ նկատվել է BCF_{արմատ} արժեքը, որը բերել է TF արժեքի մեծացմանը, բայց իրականում բույսի վերգետնյա մասում պղնձի պարունակությունը էական փոփոխության չի ենթարկվել: Իսկ *Medicago coerulea*-ի դեպքում նկատվել է BCF_{արմատ} արժեքի ավելացում և TF արժեքի նվազում: Իսկ արդեն NH₄NO₃ և EDTA համատեղ օգտագործման ժամանակ (սխեմա 4) *Artemisia vulgaris*-ի մոտ կտրուկ մեծացել է պղինձը վերգետնյա օրգաններ փոխադրելու ունակությունը, իսկ *Medicago coerulea*-ի մոտ նկատվել է պղինձի ինչպես արմատներում կուտակելու ունակության, այնպես էլ այն վերգետնյա օրգաններ փոխադրելու ունակության կտրուկ բարձրացում:

Ընդհանրացնելով ուսումնասիրության արդյունքները՝ կարելի է ասել, որ *Artemisia vulgaris*-ը համեմատաբար ավելի լավ է հարմարվել պղնձով ու մոլիբդենով աղտոտված հողերում աճելուն և ավելի քիչ է նկատվել աճի ինտենսիվության նվազում: Աճի ինտենսիվությունը մասնակիորեն կարելի է վերականգնել NH₄NO₃-ի կիրառման միջոցով: Սակայն այս երկու դեպքերում էլ պղինձն ինտենսիվ կուտակվել է արմատներում և շատ քիչ բանակությամբ է տեղափոխվել վերգետնյա օրգաններ, որով և նվազել է այդ բույսերի ֆիտոէքստրակցիայի նպատակով կիրառման արդյունավետությունը: Այս խնդրի լուծման համար անհրաժեշտ է NH₄NO₃-ի հետ միաժամանակ կիրառել նաև EDTA, որը կտրուկ բարձրացնում է բույսերի ֆիտոէքստրակցիայի նպատակով կիրառման արդյունավետությունը:

Այսպիսով, մոլիբդենով աղտոտված հողերի ֆիտոէքստրակցիայի նպատակով *Artemisia vulgaris* և *Medicago coerulea* բուսատեսակների աճեցման ժամանակ նպատակահարմար չէ լրացուցիչ խելատացնող նյութերի (NH₄NO₃, EDTA) օգտագործումը, իսկ պղնձի դեպքում՝ ֆիտոէքստրակցիայի գործընթացի արդյունավետության բարձրացման համար անհրաժեշտ է օգտագործել խելատացնող նյութեր:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Alexander A.K., Daniel V.D.L. Chemical and biological parameters as tools to evaluate and improve heavy metal phytoremediation. Biosci. Rep., 20, 4, pp. 239-258, 2000.
2. Armienta M.A., Talavera O., Morton O., Barrera M. Geochemistry of metals from mine tailings in Taxco, Mexico. Bull Environ Contam Toxicol, 71, 2, pp. 387-393, 2003.
3. Baker D. E., Amacher M. C. Nickel, Copper, Zinc, and Cadmium. In: A. L. Page, R. H. Miller, D. R. Keeney (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties, Agronomy Monograph. Wisconsin, Madison: Agronomy Society of America and Soil Science Society of America, pp. 323-336, 1982.

4. Bolan N.S., Park J.H., Robinson B., Naidu R., Huh K.Y. Phytostabilization: a green approach to contaminant containment. *Adv Agron*, 112, pp. 145-204, 2011.
5. Clemente R., Walker D.J., Pardo T., Martínez-Fernández D., Bernal M.P. The use of halophytic plant species and organic amendments for the remediation of a trace elements contaminated soil under semi-arid conditions. *J Hazard Mater*, 223-224, pp. 63-71, 2012.
6. Dickinson N.M., Baker A.J.M., Doronila A., Laidlaw S., Reeves R.D. Phytoremediation of inorganics: realism and synergies. *Int J Phytorem*, 11, pp. 97-114, 2009.
7. Garbisa C., Alkorta I. Phytoextraction: a cost-effective plant-based technology for the removal of metals from the environment. *Biores Technol*, 77, pp. 229-236, 2001.
8. Ghazaryan K., Movsesyan H., Khachatryan H., Ghazaryan N., Minkina T., Sushkova S., Mandzhieva S., Rajput V. Copper phytoextraction and phytostabilization potential of wild plant species growing in the mine polluted areas of Armenia. *Geochem: Explor Env Anal*, 2018, <https://doi.org/10.1144/geochem2018-035>
9. Ghazaryan, K., Movsesyan, H., Khachatryan, H., & Ghazaryan, N. Geochemistry of potentially toxic trace elements in soils of mining area: a case study from Zangezur Copper and Molybdenum Combine, Armenia. *Bull Environ. Contam Toxicol*, 101, 6, pp. 732-737, 2018, <https://doi.org/10.1007/s00128-018-2443-0>
10. He Q., Ren Y., Mohamed I., Ali M., Hassan W., Zeng F. Assessment of trace and heavy metal distribution by four sequential extraction procedures in a contaminated soil. *Soil Water Res*, 8, 2, pp. 71-76, 2013.
11. Lasat M. M. Phytoextraction of toxic metals: a review of biological mechanisms. *J. Environ Qual.*, 31, pp. 109-120, 2002.
12. Lombi E., Zhao F.J., Dunham S.J., McGrath S.P. Phytoremediation of heavy metal-contaminated soils: natural hyperaccumulation versus chemically enhanced phytoextraction. *J. Environ. Qual.*, 30, pp. 1919-1926, 2001.
13. Mendez M.O., Maier R.M. Phytoremediation of mine tailings in temperate and arid environments. *Rev Environ Sci Biotechnol*, 7, pp. 47-59, 2008.
14. Meuser H. Soil remediation and rehabilitation, Springer, 2013. DOI 10.1007/978-94-007-5751-6
15. Niu Z.X., Sun L.N., Sun T.H., Wang H. Evaluation of phytoextracting cadmium and lead by sunflower, ricinus, alfalfa and mustard in hydroponic culture. *J Environ Sci*, 19, pp. 961-967, 2007.
16. Peng J.F., Song Y.H., Yuan P., Cui X.Y., Qiu G.L. The remediation of heavy metals contaminated sediment. *J Hazard Mater*, 161, 2-3, pp. 633-640, 2009.
17. Quartacci M.F., Argilla A., Baker A.J.M., Navari-Izzo F. Phytoextraction of metals from a multiply contaminated soil by Indian mustard. *Chemosphere*, 63, pp. 918-925, 2006.
18. Quartacci M.F., Irtelli B., Baker A.J.M., Navari-Izzo F. The use of NTA and EDDS for enhanced phytoextraction of metals from a multiply contaminated soil by Brassica carinata. *Chemosphere*, 68, pp. 1920-1928, 2007.
19. Rajput V.D., Minkina T.M., Behal A., Sushkova S.N., Mandzhieva S., Singh R., Gorovtsov A., Tsitsuashvili V.S., Purvis W.O., Ghazaryan K.A., Movsesyan H.S. Effects of zinc-oxide nanoparticles on soil, plants, animals and soil organisms: a review. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 9, pp. 76-84, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2017.12.006>
20. Romero F.M., Armienta M.A., González-Hernández G. Solid-phase control on the mobility of potentially toxic elements in an abandoned lead/zinc mine tailings impoundment, Taxco, Mexico *Appl Geochem*, 22, 1, pp. 109-127, 2007.
21. Schmidt U. Enhancing phytoextraction: the effect of chemical soil manipulation on mobility, plant accumulation, and leaching of heavy metals. *J Environ Qual*, 32, pp. 1939-1954, 2003.
22. Vaxevanidou K., Papassiopi N., Paspaliaris I. Removal of heavy metals and arsenic from contaminated soils using bioremediation and chelant extraction techniques. *Chemosphere*, 70, pp. 1329-1337, 2008.
23. Yao Z.T., Li J.H., Xie H.H., Yu C.H. Review on remediation technologies of soil contaminated by heavy metals. *Proc Environ Sci*, 16, pp. 722-729, 2012.
24. Zemberyová M., Barteková J., Hagarová I. The utilization of modified BCR three-step sequential extraction procedure for the fractionation of Cd, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn in soil reference materials of different origins. *Talanta*, 70, pp. 973-978, 2006.

Unuquql t 26.02.2019



Биол. журн. Армении, 2 (71), 2019

О ВОЗМОЖНЫХ МЕХАНИЗМАХ ИЗМЕНЕНИЯ РАЗМЕРОВ ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Г.П. САРКИСЯН, Н.С. БАГДАСАРЯН, А.Г. САРКИСЯН

Институт химической физики им. А.Б. Налбандяна НАН РА,
hrachya_sargsyan@mail.ru

Обсуждаются возможные механизмы изменений морфофункциональных показателей эритроцитов в раннем периоде после радиационного поражения в диапазоне доз от 50 до 1000 Р. Из анализа данных в научной литературе и результатов собственных исследований установлено, что наиболее вероятным механизмом изменения размеров эритроцитов является отклонение кинетики массопереноса через биологические мембраны от нормы, которое является следствием изменения проницаемости мембраны. Причиной изменения проницаемости мембраны эритроцита являются структурные изменения внутри нее на молекулярном и надмолекулярном уровнях. Также отмечена дозовая зависимость наблюдаемых размерных сдвигов эритроцитов по сравнению с нормой.

Морфофункциональные показатели – радиационное поражение – проницаемость мембран

Ըննարկվում են 50-ից մինչև 1000 Ռ դոզայով ճառագայթային ախտահարումից հետո վաղ շրջանում էրիթրոցիտների ձևաբանական և ֆունկցիոնալ ցուցանիշների փոփոխությունների հնարավոր մեխանիզմները: Գիտական գրականական տվյալների և սեփական հետազոտությունների արդյունքների վերլուծության հիման վրա պարզաբանվել է, որ էրիթրոցիտների չափերի փոփոխության ամենահավանական մեխանիզմ է կենսաբանական թաղանթներով կոլաբատիվա-նակության կինետիկայի շեղումը նորմայից, ինչը հետևանք է կենսաթաղանթի թափանցելիության փոփոխության: Թափանցելիության փոփոխության պատճառ են թաղանթներում տեղի ունեցող կառուցվածքային փոփոխությունները մոլեկուլային և վերամոլեկուլային մակարդակում: Նշված է նաև էրիթրոցիտների մոտ դիտվող նորմայի համեմատությամբ չափային շեղումների դոզային կախվածությունը:

Ձևաբանական և ֆունկցիոնալ ցուցանիշներ – ճառագայթային ախտահարում – թաղանթի թափանցելիություն

Possible mechanisms of changes in the erythrocyte morphofunctional parameters in the early period after radiation injury within the dose range from 50 to 1000 R were discussed. The analysis of the scientific literature data and the results of our own research revealed that the most possible mechanism for changing the erythrocyte size was the deviation from the norm of the mass transfer kinetics through biological membranes, as is a result of changes in the membrane permeability. The causes of changes in the permeability of the erythrocyte membrane were structural changes inside it at the molecular and supramolecular levels. Also, the dose dependency of the observed dimensional shifts of erythrocytes as compared to the norm was noticed.

Morphofunctional parameters – radiation injury – membrane permeability

Большое количество исследований посвящено различным аспектам биологической роли составных частей системы крови при острой лучевой болезни (например, ретикулярных клеток костного мозга [2] или лимфоцитов [3]).

Существуют многочисленные данные, которые подтверждают зависимость биологического эффекта от длительности лучевого воздействия. Зависимость доза-эффект во многом определяется формой облучения – однократное, фракционированное, хроническое длительное. От формы облучения и от суммарной дозы поглощенной организмом ионизирующей энергии во многом зависят отдаленные последствия радиационного поражения [1, 4, 7, 8]. Установлено, что в процессе лучевой болезни, вызванной различными дозами облучения, сдвиг исследуемого параметра отражает изменение тяжести лучевого поражения организма. Степень тяжести лучевого поражения организма зависит от двух основных факторов: величины дозы облучения и исходного функционального состояния организма.

При исследовании проблемы радиочувствительности эритроцитов периферической крови очень важен учет некоторых особенностей системы крови как целое. С одной стороны, считается, что в норме кровь является равновесной физико-химической системой. С другой – установлено, что на воздействия экзогенного или эндогенного порядка система крови реагирует в тесной взаимосвязи с изменениями в каждой компоненте. Очевидно, что с этой точки зрения эритроцитарная часть системы крови вообще и совокупность зрелых эритроцитов циркулирующей крови в частности не являются исключением. Вместе с тем, литературные данные о чувствительности эритроцитов периферической крови к воздействию лучистой энергии неоднозначны, а иногда весьма противоречивы [5, 14]. Данные по изучению изменений физико-химических и различных структурных свойств мембран эритроцитов при лучевом поражении, функциональных свойств гемоглобинов популяций эритроцитов периферической крови можно найти в работе [14].

Разные исследователи проводили изучение сдвигов геометрических показателей (размер и форма) эритроцитов периферической крови от нормы при лучевом поражении. Логично ожидать, что экспериментально регистрируемое количественное проявление радиационно-индуцируемых размерных сдвигов существенно зависит от радиочувствительности того возрастного пула эритроцитов циркулирующей крови, который представлен в большем количестве. Очевидно, что этому условию удовлетворяют эритроциты с модальным размером, на долю которых в относительных единицах падает большая часть поглощенной всей популяцией ионизирующей энергии. Следовательно, целесообразно выбрать метод, который позволит дать статистически достоверную оценку изменений модального размера циркулирующих в кровяном русле эритроцитов в зависимости от дозы облучения. Весьма продуктивным с этой точки зрения может служить разработанный нами метод лазерной дифрактометрии для бесконтактной оценки степени дисперсности системы микрообъектов [9].

Экспериментально, на основании результатов наших исследований установлено, что при воздействии различными дозами ионизирующего излучения имеет место достоверное изменение (как уменьшение, так и увеличение) поперечных размеров эритроцитов в сухих мазках периферической крови животного [6, 10].

Полученные экспериментальные данные многих исследований дают основание делать существенное предположение о том, что эритроцитарная составляющая периферической крови является достаточно чувствительной к воздействию энергии ионизирующего излучения [6, 9, 10].

Наряду с этим, проведены лабораторные исследования определения роли мембранного бислоя живой клетки в процессах набухания и сморщивания. Опыты проводились методом дифракции рентгеновских лучей одновременно под малыми и

большими углами и методом анализа данных хемилюминесценции образцов, подвергнутых воздействию ионизирующего излучения.

Такой подход позволяет получить информацию об изменениях как толщины мембраны, так и о расстоянии между мембранообразующими фосфолипидными молекулами [11, 12].

В отличие от принятой точки зрения, что процессы набухания и сморщивания являются следствием складчатости самой мембраны, полученные нами результаты свидетельствуют, что причиной изменений геометрических характеристик биомембраны, вероятнее всего, являются структурные сдвиги внутри мембраны на молекулярном и надмолекулярном уровнях. Такие сдвиги приводят к изменению проницаемости самой мембраны, а значит и параметров диффузии различных веществ через нее. Этими изменениями, по-видимому, и обусловлены сдвиги кинетических параметров диффузионного и недиффузионного переноса веществ через биомембраны, с чем и будут связаны характерные изменения величин геометрических показателей живой клетки при разных патологиях, в частности при тотальном облучении живого организма.

С одной стороны, из литературных данных узнаем, что действие радиации на эритроциты приводит к значительным качественным и количественным изменениям структуры и физико-химических свойств его мембраны и гемоглобина, вплоть до процесса гемолиза. С другой – размер и форма эритроцитов циркулирующей крови в норме находятся в тесной взаимосвязи с другими составляющими цельной крови. По-видимому, следует ожидать, что отклонения структурных свойств мембран эритроцитов от нормы могут привести к изменению кинетики обмена веществ (диффузионного массопереноса через мембрану) между внутренней (клеточной) и внешней (плазменной) средой, в которых концентрации составляющих при лучевом поражении сильно отличаются от нормы. Многочисленные исследования свидетельствуют о лимитирующей роли диффузионных процессов через биологические мембраны [13, 15, 17, 18].

В наших исследованиях на примере эритроцитов предлагается квазихимический подход качественного и количественного описания изменений геометрических показателей живой клетки, лимитированные нелинейной диффузией, с целью выявления возможных механизмов, наблюдаемых в экспериментах закономерностей.

В дальнейших исследованиях предпочтение будет дано новым биофизическим методам, которые позволят выдвинуть новые подходы описания тонких процессов переноса через биологические мембраны, в частности, путем математического моделирования выявлять особенности влияния внешних факторов на проницаемость мембраны и связанный с ним доминирующий механизм диффузии.

По-видимому, в дальнейшем целесообразны исследования по направлению и лабораторных и численных экспериментов. Параллельное исследование на живых объектах и имитационное моделирование соответствующего процесса в рамках неравновесной термодинамики позволят дать ответы на множество вопросов о возможных механизмах изменения объема клетки при воздействии ионизирующего излучения.

В основу предлагаемых теоретических разработок и соответствующих машинных (численных) экспериментов по изучению диффузионного и недиффузионного переноса, в частности, через биологические мембраны, будут возложены эффективные схемы квазихимического описания нелинейной многокомпонентной диффузии по произвольному механизму [16].

Уравнения переноса, полученные в рамках общих схем формальной кинетики, закона действия масс и термодинамической теории сродства, применительно как для идеальных, так и для неидеальных систем. Данный квазихимический подход позволяет разработать модели нелинейной многокомпонентной диффузии, пригодные для анализа достаточно разнообразного спектра конкретных диффузионных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бак З., Александер П. Основы радиобиологии. М., Изд-во иностр. лит. 500 с., 1963.
2. Гольдберг Е.Д. Материалы о биологической роли ретикулярных клеток костного мозга при острой лучевой болезни. Томск. Изд-во ТГУ, 95 с., 1967.
3. Гольдберг Е.Д., Дыгай А.М., Карпова Г.В. Роль лимфоцитов в регуляции гемопоэза. Томск. Изд-во ТГУ, 160 с., 1983.
4. Грауль Э.Г. Лучевой синдром и радиоактивное заражение. Проблемы патогенеза, клиники, прогноза, а также проблемы генетики и санитарной тактики в атомный век. Пер. с нем. К.П.Кедрова, Под ред. Д.Э.Гродзенского. М., Изд-во иностр. лит., 207 с., 1960.
5. Лемажухин Б.К., Франк Г.М. Определение размеров эритроцитов методом дифракции света в связи с проблемой биологического действия ионизирующей радиации. Труды ИБФ АН СССР, с. 276-287, 1955.
6. Мкртчян Р.Г., Мкоян Ф.А., Саркисян Г.П. О радиочувствительности эритроцитов периферической крови. Журн. Экспер. и клинич. медицины, XXIX, 1. с. 40-44, 1989.
7. Москалев Ю.И. Отдаленные последствия воздействия ионизирующих излучений. М., Медицина, 464 с., 1991.
8. Радиационная биология, 5. Отдаленные последствия радиационного поражения, бластомогенное действие. М., ВИНТИ, 180 с., 1985.
9. Саркисян Г.П., Саркисян А.Г., Даниелян А.М., Хлебопрос Р.Г. Метод лазерной дифрактометрии популяции эритроцитов в рамках модели двух длин волн. В сб. Сложные системы в экстремальных условиях: Принципы описания и моделирования: по материалам XIX симпозиума "Сложные системы в экстремальных условиях". Красноярск, с. 76-85, 2018.
10. Саркисян Г.П., Карапетян А.Г., Мкоян Ф.А., Саркисян Д.Г. К вопросу о дозиметрии лучевых поражений. Современные аспекты радиационной медицины и ожогов. Сб. научн. трудов. Ереван, с. 5-8, 1998.
11. Саркисян Г.П., Бадалян Г.Г., Яйлоян С.М. Биофизические методы диагностики состояния крови. Сб. тезисов докладов 15-го Всероссийского симпозиума с международным участием: "Сложные системы в экстремальных условиях", 16-21 августа 2010 г., Красноярск, с. 65., 2010.
12. Саркисян Г.П., Бадалян Г.Г., Саркисян А.Г., Яйлоян С.М. Диффузионные механизмы изменения геометрических показателей живой клетки. Сб. тезисов докладов 16-го Всероссийского симпозиума с международным участием: "Сложные системы в экстремальных условиях", 22-25 мая 2012 г., Красноярск, с. 84, 2012.
13. Скирда В.Д., Стежко А.Г., Пименов Г.Г. Генератор импульсов тока для ЯМР измерений самодиффузии по методу импульсного градиента. Приборы и техника эксперимента. 3, с. 131-133, 1976.
14. Фоменко Б.С., Ким Ю.А., Длимбетова Г.К. Радиационные нарушения структуры эритроцитарной мембраны: роль некоторых структурных белков. Радиобиология, 29, вып. 6. с. 746-748, 1989.
15. Ashly S.I., Edward J.C. Antony Intracellular pH in Human Resistance Arteries in Essential Hypertension. J. Hypertension, 17, 6, pp.780-786, 1987.
16. Gorban A.N., Sargsyan H.P., and Wahab H.A. Quasichemical Models of Multicomponent Nonlinear Diffusion. Mathematical Modeling of Natural Phenomena., 6, 5, pp. 184-262, 2011.
17. Lucas P. A., Lacour B., McCarron D., Druke T. Disturbance of acid-base balance in the young spontaneously hypertensive rat. J. Clinical Science, 73, pp. 211-215, 1987.
18. Vasina E.N., Skirda V.D., Volkov V.I., Nechaev A.N., Mchedlishvili B.V. On the possibility of Studing Track Membranes by the Method of NMR with Pulsed Magnetic Field Gradient. Russian Journal of Physical Chemistry, 73, 2, pp. 229- 234, 1999.

Поступила 18.03.2019



Биол. журн. Армении, 2 (71), 2019

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ И ПЛАСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ СЕВАНСКОЙ ФОРЕЛИ ИЗ ОЗЕРА ИССЫК-КУЛЬ И ОЗЕРА СЕВАН

Т.В. ВАРДАНИЯН¹, Н.Э. БАРСЕГЯН¹, А.Л. АГАСЯН²

¹Институт гидроэкологии и ихтиологии НЦЗГЭ НАН РА

²Министерство охраны природы

vardtigran@mail.ru, nelka.84@bk.ru, agasaram@yahoo.com

В настоящее время искусственное разведение является основным источником поддержания запасов форелей в оз. Севан. Обновление выращиваемой в хозяйствах популяции севанской форели за счет дикой популяции из оз.Севан практически невозможно в связи с ничтожным количеством в озере и его притоках нерестовой форели. По морфологическим признакам севанская форель из оз. Иссык-Куль более близка к гегаркуни, чем молодь севанской форели выпускаемой в озеро и реки из рыбоводных заводов Армении. Для предотвращения дальнейшего генетического загрязнения восстанавливаемой популяции севанской форели считаем целесообразным рассмотрение вопроса о завозе оплодотворенной икры форели гегаркуни из оз.Иссык-Куль с целью обновления и повышения адаптационной способности популяции севанской форели в оз. Севан и в рыбоводных заводах Армении.

Севанская форель – озеро Севан – озеро Иссык-Куль

Արհեստական վերարտադրությունը ներկայումս հանդիսանում է իշխանի պաշարների պահպանման հիմնական աղբյուրը Սևանա լճում: Տնտեսություններում աճեցվող Սևանի իշխանի պոպուլյացիայի թարմացումը ի հաշիվ Սևանա լճի վայրի պոպուլյացիայի գործնականորեն անհնար է, ինչը պայմանավորված է լճում և նրա վտակներում իշխանի ձվադրող պոպուլյացիայի աննշան քանակներով: Ըստ ձևաչափական ցուցանիշների Իսիկ Կուլ լճի Սևանի իշխանը ավելի մոտ է գեղարքունուն, քան Սևանի իշխանի մանրածուկը, որը Հայաստանի ձկնաբուծարաններից բաց է թողնվում լիճ և գետեր: Սևանի իշխանի վերականգնվող պոպուլյացիայի հետագա գենետիկական աղտոտման կանխարգելման համար, Սևանա լճում և Հայաստանի ձկնաբուծարաններում Սևանի իշխանի պոպուլյացիայի հարմարվողական հնարավորության բարձրացման և թարմացման նպատակով, նպատակահարմար ենթադրվում դիտարկելու Իսիկ Կուլ լճից գեղարքունու բեղմնավորված ձկնկիթի բերման հարցը:

Սևանի իշխան – Սևանա լիճ – Իսիկ Կուլ լիճ

Currently, artificial breeding is the main form of sustaining trout stocks in Lake Sevan. Refreshing of growing in fish farm population by wild population from Lake Sevan is practically impossible due to lack of spawning trout in the lake and its tributaries. According to morphological features Sevan trout from Issyk-Kul lake is closer to gegharkuni than the fries of Sevan trout from fish the farms of Armenia released into the lake and rivers. In order to prevent further genetic contamination of restoring population of Sevan trout, it seems expedient to consider the possibilities of importing fertilized eggs of gegharkuni from Issyk-Kul lake for rejuvenation and increasing adaptive possibilities of Sevan trout population in Lake Sevan and fish farms of Armenia.

Sevan trout – Lake Sevan– Lake Issyk-Kul

Севанская форель – ишхан (*Salmo ischchan* Kessler) является полиморфным видом, состоящим из четырех рас: зимний ишхан – *S. Ischchan typicus* Kessler, летний ишхан – *S. ischchan aestivalis* Fortunatov, гегаркуни – *S. ischchan gegarkuni* Kessler, боджак – *S. ischchan danilewskii* Jakowlew [12]. Расы севанской форели различаются не только морфологическими особенностями, но временем и экологией размножения, темпом роста, средними размерами и долей в уловах. Понижение уровня Севана привело к обнажению прибрежной полосы литоральной зоны озера, грунты которой слагались в основном из гальки, гравия и песка и являлись нерестовым субстратом для форелей. Сокращение площади нерестелищ форелей привело к нарушению условий их естественного воспроизводства. Искусственное разведение в этот период являлось почти единственным источником воспроизводства запасов форели [11]. В 2010 г. севанская форель была включена в Красную книгу Армении как исчезающий вид. Министерство охраны природы Армении в рамках специальной программы каждый год выпускает в озеро Севан мальков 2 рас ишхана – гегаркуни и летнего ишхана.

Искусственное рыборазведение на оз. Севан начинается с 1923 г., когда в озеро выпускалось за год всего 1.4 млн. личинок форели. С 1926 г. форелеводство приобретает более широкие масштабы, ежегодный выпуск личинок в притоки озера стал составлять около 20 млн. шт., причем 80 % из них были гегаркуни.

По мнению Владимирова искусственное разведение уже в 1930-е гг. стало причиной значительных изменений в экологии нереста зимнего ишхана и гегаркуни. Это особенно важно, поскольку именно различия в экологии нереста являлись и являются основой существования различных форм севанской форели [2].

Изменения выразились в том, что у части популяции зимнего ишхана за очень короткий промежуток времени коренным образом сместились предпочтения нерестовых биотопов: озерные нерестилища сменились на речные. Все это привело к гибридизации между зимним ишханом и гегаркуни, доказательством чего стало увеличение частоты встречаемости рыб, обладающих промежуточными морфологическими признаками [2].

Изменения, произошедшие и происходящие в озере и притоках, как и искусственное воспроизводство, продолжают негативно действовать уже на восстанавливаемую популяцию севанской форели, приводя не только к изменениям морфологических признаков, но и к разного рода изменениям в экологии. Это явление может быть обусловлено тем, что во время выпуска мальков ишхана с рыбозаводов вместе с ним в озеро и его притоки может попадать молодь других видов форелей, например, ручьевой форели, которая является типичной речной рыбой [1, 4].

Изменения морфоэкологических параметров севанской форели продолжают и в настоящее время. Причиной этих изменений, по всей вероятности, является отсутствие должного контроля за генетической чистотой производителей, используемых для получения посадочного материала с целью выпуска в оз. Севан.

С 1923 г. средние значения числа чешуй в боковой линии у рас ишхана варьировали незначительно. Однако в 2012-2014 гг. было отмечено увеличение значений этого признака. То же было отмечено и для числа жаберных тычинок. Кроме вышеупомянутых признаков, изменилось также число лучей в спинном и анальном плавниках [1, 4].

Проведенный морфоэкологический анализ показывает, что выпуск особей искусственной генерации способствует появлению в воспроизводимой популяции определенных морфоэкологических изменений, которые приводят к ухудшению качества естественной популяции по целому ряду показателей.

Целью данной работы было сравнение некоторых морфологических параметров форели гегаркуни из озер Севан и Иссык-Куль.

Материал и методика. В сентябре 2015 г. из оз. Иссык-Куль в Армению были завезены плавники и головы 4 особей форели гегаркуни (для морфометрии и генетического анализа). Наиболее важными диагностическими признаками у рас севанской форели, по мнению Фортунатова, являются меристические признаки, по которым не выражен половой диморфизм – число жаберных тычинок и чешуй боковой линии [12]. Для иссык-кульской форели были определены длина, масса тела и пол рыб. Остальные исследования были проведены в лаборатории ихтиологии Института гидроэкологии и ихтиологии Научного центра зоологии и гидроэкологии [9].

Результаты и обсуждение. Нами было проведено изучение некоторых морфологических параметров форели из оз. Иссык-Куль, а также их сравнение с параметрами форели из оз. Севан. Всего было проанализировано 4 экз. иссык-кульской форели размером 37-44 см и массой 760-1320 г (табл. 1).

Результаты анализа показали, что по меристическим и морфометрическим признакам иссык-кульская форель сохранила сходство с дикой популяцией изначальной севанской форели. Подобное сходство наблюдается и на генетическом уровне [13].

Таблица 1. Некоторые морфометрические параметры форели из оз. Иссык-Куль

Иссык-Кульская форель №	Длина, см	Масса, г	Пол
1	42,0	1170	♀
2	37,0	760	♀
3	44,0	1320	♂
4	40,0	1020	♀

По морфологическим признакам иссык-кульская форель более близка к изначальной форме гегаркуни, чем молодь форели, которая выпускается в последние годы в оз. Севан и его притоки из рыбоводных заводов (табл. 2).

Искусственное разведение в настоящее время является основным источником поддержания запасов форели в оз. Севан. Разведение севанской форели более трудоемкий процесс по сравнению с разведением радужной форели (более высокий темп роста, неприхотливость в питании и т.д.), что делает разведение севанской форели с экономической точки зрения менее выгодной.

Однако некоторые хозяйства сохранили небольшое количество маточного стада и продолжают получать мальков, которые до последнего времени выпускались в нерестовые притоки оз. Севан.

При этом разведение севанской форели в этих хозяйствах проводилось без соблюдения рыбохозяйственных требований к норме. Так, вместе с севанской форелью в бассейнах выдерживались и другие представители лососевых, таких как кумжа или ручьевая форель, что зачастую не исключало их смешивание в период размножения. Кроме того, в этих хозяйствах не принималось мер против явления инбридинга – близкородственного скрещивания в пределах одной популяции, что конечно влияет на качество, и, как следствие, количество выращиваемых рыб.

Следует также отметить, что в настоящее время обновление выращиваемой в хозяйствах популяции севанской форели за счет дикой популяции из оз. Севан практически невозможно в связи с ничтожным количеством в озере и его притоках нерестовой форели.

Таблица 2. Морфологические параметры различных рас севанской форели бассейна озера Севан

Формы севанской форели	Год	L.		D	A	Автор
		lim	M±m			
Речная форма севанской форели	1936-1938	106-115	110,80±0,24	IV-V 8-10	III-V 7-8	Владимиров, 1944
Гегаркуни	1927	104-117	110,78±0,24	III 9	III 8-9	Фортунатова, 1927
	1963-1964	103-113	107,44±0,24	-	-	Дорофеева, 1968
	1979-1981	96-128	110,93±0,68	-	-	Савванитова и др., 1989
Летний ишхан	1927	105-117	111,09±0,22	III 9	III 8-9	Фортунатова, 1927
	1963-1964	105-115 (118)	109,40±0,46	-	-	Дорофеева, 1968
	1979-1981	105-127 (130)	115,15±0,45	-	-	Савванитова и др., 1989
Зимний ишхан	1927	108-119 (122)	113,00±0,24	III (IV) 8-9 (10)	III 8-9	Фортунатова, 1927
	1963-1964	104-118	110,00±0,33	-	-	Дорофеева, 1968
	1979-1981	-	-	-	-	Савванитова и др., 1989
Боджак	1927	105-118	111,78±0,31	III 9	II-III 8-9	Фортунатова, 1927
	1963-1964	103-118	108,59±0,35	-	-	Дорофеева, 1968
	1979-1981	(100) 102-120	110,35±0,30	-	-	Савванитова и др., 1989
Севанская форель	2012-2014	105-135 (140)	116,25±3,16	III-IV 7-10 (12)	III-IV 7-10	Варданян, Барсегян, 2015
Иссык-кульская форель	2015	111-117	114,41±1,01	III 9	-	Наши данные

Для восстановления естественной популяции севанской форели в 2015 г. был построен рыбоводный завод, целью которого являлось осуществление искусственного воспроизводства гегаркуни и летного ишхана, с дальнейшим выпуском мальков в озеро и реки.

Для создания маточного стада из разных хозяйств Армении были собраны наиболее подходящие экземпляры севанской форели с целью проведения дальнейших селекционных работ по получению маточного стада, близкого к дикой популяции.

Озера Севан и Иссык-Куль различаются многими параметрами, хотя во многом сходны. Оба озера являются горными водоемами, расположенными на высоте 1916 и 1621 м над ур. моря соответственно, однако Иссык-Куль значительно больше по площади и глубже. Имеются существенные различия по уровню воды, течениям, температуре, прозрачности, кислородному режиму, но особенно существенны различия в солености – соленость воды в Иссык-Куле более чем в 10 раз выше, чем в Севане [7]. Севан имеет сток через р. Раздан. Иссык-Куль озеро бессточное. Существенно различаются эти озера качественным и количеством планктона и бентоса, а также составом, ихтиофауной. Особенно эти различия касаются состава фауны гаммарид, которые имели в Севане высокую численность, составляя до 40% всей массы бентоса. В Иссык-Куле в количественном отношении они занимают небольшую часть [6].

Для использования сорных рыб как кормового объекта Берг еще в 1929 и 1930 гг. рекомендовал хищных: форель и судака, Турдаков в 1961 г. – жереха, судака и окуня. Данные рекомендации начали осуществляться впервые в 1930 г. ввозом оплодотворенной икры форели из оз. Севан в оз. Иссык-Куль. Это мероприятие было повторено в 1936 г. Форель в условиях оз. Иссык-Куль прижилась хорошо. Большую часть пищи ее составляла сорная рыба, в основном гольцы [7]. Форель широко распространилась по всему озеру, заходила на нерест почти во все крупные реки, впадающие в озеро [6].

Результаты изучения одной из рас озерной севанской форели *Salmo ischchan inf. gegarkuni*, акклиматизированной в оз. Иссык-Куль, показали, что многие морфологические признаки этой расы в новых условиях за 20-30 лет претерпели значительные изменения [7]. Изменилась ее окраска, из 21 изученного пластического признака изменилось 10, причем многие их показатели, как уже упоминалось, выходят за видовые рамки *Salmo ischchan*. Еще в большей степени изменились ее биологические особенности: сроки нерестовых миграций, сроки созревания, плодовитость, сроки инкубации и др. Гегаркуни в условиях Иссык-Куля стала значительно крупнее, достигая 89 см и более 10 кг массы, в то время как в Севане, даже в лучшие времена до падения уровня воды озера, в редких случаях рыбы достигали 50 см. На этом основании Лужин сделал вывод, что за короткий период акклиматизации в новом водоеме сформировалась новая форма, минимум подвидового ранга, которая получила название *Salmo ischchan issykogegarkuni* Lushin, 1951. Однако в основе его рассуждений лежало использование t-критерия Стьюдента как показателя величины различия. По данным Миной, вычислившего по материалам Лужина коэффициент различия, последний оказался невелик, и достоверно увеличилось лишь число жаберных тычинок [8]. Таким образом, согласно этим данным, иссык-кульских форелей можно рассматривать лишь как экотип [10].

Таким образом, по морфологическим признакам севанская форель из оз. Иссык-Куль более близка к гегаркуни, чем молодь севанской форели, выпускаемой в озеро и реки из рыбоводных заводов Армении.

Учитывая массу негативных факторов, необходимо проведение специальных исследований и проведение мероприятий по созданию более чистого маточного

стада севанской форели на рыбоводных хозяйствах Армении. Еще одной проблемой, которая снижает эффективность искусственного восстановления популяции севанских форелей, является низкая адаптационная способность выпускаемой молоди.

Для предотвращения дальнейшего генетического загрязнения восстанавливаемой популяции севанской форели, считаем целесообразным рассмотрение вопроса о завозе оплодотворенной икры форели гегаркуни из оз. Иссык-Куль с целью обновления и повышения адаптационной способности популяции севанской форели в оз. Севан и в рыбоводных заводах Армении.

Авторы выражают глубокую благодарность коллегам Азату Аламанову (Координатор проектов WWF в Кыргызстане) и Карену Манвеляну (Директор WWF в Армении) за доставку материалов по форели из оз. Иссык-Куль.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варданян Т.В., Барсегян Н.Э. Причины изменений морфоэкологических параметров севанской форели. Биолог. журн. Армении, 67, 3, с. 80-84, 2015.
2. Владимиров В.И. К изучению биологии молоди и размножения форели-гегаркуни. Тр. Севанской гидробиол. станции, Изд-во АН Арм. ССР, 6, с. 87-118, 1940.
3. Владимиров В.И. Речная форма севанских форелей *Salmo ischchan* Kessler *morpha alabalach* nova. Изв. АН Арм.ССР, 3, с. 61-72, 1944.
4. Герасимов Ю.В., Барсегян Н.Э., Варданян Т.В., Даллакян М.Р., Габриелян Б.К. Севанская форель (*Salmo ischchan* Kessler, 1877). Озеро Севан. Экологическое состояние в период изменения уровня воды /отв.ред. А.В. Крылов/. Ярославль: Филигрань, с. 236-248, 2016.
5. Дорофеева Е.А. Изменчивость некоторых систематических признаков в эволюции севанских форелей (*Salmo ischchan* Kessler). Вopr. ихтиологии, 8, 48, вып. 1, с. 45-53, 1968.
6. Дорофеева Е.А. Морфологические особенности озерных форм лососевых рыб родов *Salmo* и *Oncorhynchus* (Pisces: Salmonidae). Труды Зоологического института РАН, 312, 1/2, с. 114-126, 2008.
7. Лужин Б.П. Иссыккульская форель гегаркуни. АН Киргизской ССР, Фрунзе, 133 с., 1956.
8. Мина М.Б. Макроэволюция рыб. Изд-во "Наука", М., 207 с., 1986.
9. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. Изд-во "Пищевая промышленность", М., 376 с., 1966.
10. Савваитова К.А., Дорофеева Е.А., Маркарян В.Г., Смолей А.И. Форели озера Севан. Труды Зоологического института, АН СССР, Л., 204, 180 с., 1989.
11. Смолей А.И. Биология и запасы севанских форелей в условиях понижения уровня оз. Севан. Автореф. канд. дис., Ереван, 21 с., 1968.
12. Фортунатов М.А. Форели Севанского озера *conspicies Salmo ischchan* Kessler. Тр. Севан. озерной станции, 1, Вып. 2, 131 с. 1927.
13. Wiesław Bogdanowicz, Robert Rutkowski, Bardukh K. Gabrielyan, Akylbek Ryspaev, Anzhela N. Asatryan, Jon A. Mkrtchyan, Barbara M. Bujalska. Fish introductions in the former Soviet Union: The Sevan trout (*Salmo ischchan*) – 80 years later/ PLoS One, 2017; 12(7): e0180605, doi: [10.1371/journal.pone.0180605](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180605)

Поступила 27.03.2019



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2 (71), 2019

ԵՐԵՎԱՆԻ ԿԱՆԱԶ ՏՆԿԱՐԿՆԵՐԻ ԴԵՆԴՐՈԲԱԶՄԱԶԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ս.Ա. ԿՏՐԱԿՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ Ա.Լ. Տախտաջյանի անվան Բուսաբանության ինստիտուտ, բույսերի ներմուծման բաժին
botinst@sci.am

Երևանի կանաչապատման պրակտիկայի ընթացքում փորձարկվել են հարյուրավոր տեսակների ծառեր և թփեր: Դրանց մի մասը դրսևորել է բավարար հարմարվողականություն, իսկ շատ տեսակներ էլ կլիմայավարժեցվել են մասնակիորեն կամ չդիմանալով մի շարք գործոնների բացասական ազդեցությանը, ոչնչացել են: Հոդվածում քննարկվում են վերջին մոտ 60 տարվա ընթացքում Երևանի կանաչ տնկարկների դենդրոբազմազանության վերաբերյալ կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքները: Հեղինակի (2017-2018 թթ.) կողմից կատարված ուսումնասիրությունների համեմատական վերլուծությամբ բացահայտված է, որ տարբեր ժամանակներում օգտագործվել է շուրջ 250 տեսակի ծառեր և թփեր, որոնցից ներկայումս մայրաքաղաքի կանաչ տնկարկներում հանդիպում են ավելի քան 170-ը:

Ընտանիք – ցեղ – տեսակ – կանաչապատում – գեղազարդ տնկարկ – կլիմայավարժեցում

В практике озеленения Еревана были испытаны сотни видов деревьев и кустарников. Часть из них удовлетворительно акклиматизировалась, а многие виды адаптировались частично или не выдержали отрицательного воздействия ряда факторов местной среды. В статье рассматриваются результаты практики интродукции дендроразнообразия зеленых насаждений Еревана в течение последних 60 лет. Сравнительным анализом, выполненным автором (2017-2018 гг.), выявлено, что в разные периоды были использованы около 250 видов деревьев и кустарников, из которых в настоящее время в зеленых насаждениях столицы встречаются более чем 170.

Семейство – род – вид – озеленение – декоративное насаждение – акклиматизация

During gardening activities in Yerevan, hundreds of species of trees and bushes were tested. Some of them showed satisfactory adaptation, and many species were partially adapted or did not withstand the negative impact of a number of factors and were destroyed. The article discusses the results of research carried out on the dendro-diversity of Yerevan green stands over the past 60 years. A comparative analysis performed by the author (2017-2018) revealed that in different periods about 250 species of trees and bushes were used, of which more than 170 are currently found in the capital.

Family – genus- species – greening – green stand – acclimatization

Երևանում կանաչապատման նպատակային աշխատանքները սկսվել են 1920-ական թվերին: Անցած գրեթե հարյուրամյա պատմության ընթացքում փորձարկվել են մոտ 700-800 ծառաթփատեսակներ, որոնցից շատերը չհարմարվելով Երևանի բնակլիմայական պայմաններին, ոչնչացել են, իսկ մի մասն էլ դրսևորել են ոչ բավարար հարմարվողականություն [2, 5]:

Համաձայն 1960-ական թվականներին Հարությունյանի կողմից կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքների, այդ ժամանակահատվածում Երևանի փողոցային տնկարկներում, այգիներում և պուրակներում, անտառպուրակներում, ներհամայնքային տնկարկներում աճեցվում էին շուրջ 200 տեսակի ծառեր և թփեր: Այդ ցուցանիշով Երևանը ԽՍՀՄ տարածքում զբաղեցնում էր առաջատար տեղերից մեկը: Անհրաժեշտ է նաև նշել, որ միայն զբոսայգիներում և պուրակներում հանդիպում էին ծառերի և թփերի 136, իսկ փողոցային տնկարկներում՝ 50 տեսակ [3]:

Նյութ և մեթոդ: Որպես ուսումնասիրության օբյեկտ ծառայել են Երևանի տարբեր տիպի և կատեգորիայի կանաչ տնկարկները, դրանցում օգտագործված գեղազարդ ծառերն ու թփերը: Այդ նպատակով կատարվել է ծառերի և թփերի տաքսոնոմիական կազմի գիտական գույքագրում՝ ստացիոնար երթուղային մեթոդով: Ուսումնասիրությունները կատարվել են մայրաքաղաքի բոլոր տիպի գեղազարդ տնկարկներում: Մեր կողմից տարբեր սեզոնային փուլերում վերցվել են հերթափոխմային նմուշներ՝ ճշտելու դրանց տեսակային պատկանելիությունը: Այդ նպատակով օգտագործվել են հանրահայտ որոշիչներն ու տեղեկատվական գրական աղբյուրները [6-8]:

Ընդհանուր առմամբ ուսումնասիրությունների ընթացքում Երևանի տարբեր տիպի կանաչ տնկարկներում առկա ավելի քան 170 ծառաթփային տեսակներից վերցվել է շուրջ 200 հերթափոխմային նմուշ և որոշվել դրանց տեսակային պատկանելիությունը:

Արդյունքներ և քննարկում: Ուսումնասիրության ընթացքում ձեռք բերված տվյալները վկայում են, որ սկսած 1960-ական թվականներից Երևանի տարբեր տիպի և կատեգորիայի, ինչպես նաև մերձքաղաքային կանաչ տնկարկներում օգտագործվող մոտ 250 ծառաթփային տեսակների տաքսոնոմիական վերլուծությունը վկայում է, որ դրանք պատկանում են 45 ընտանիքի և 106 ցեղի:

Երևանի դենդրոկլիմայական պայմաններում լավագույնս հարմարվում են այն տեսակները, որոնք ներմուծվել են համեմատաբար մեղմ, ցամաքային կլիմա ունեցող տարածաշրջաններից: Համաձայն Հարությունյանի ուսումնասիրությունների, Երևանի տարբեր կատեգորիայի գեղազարդ տնկարկներում գերակշռում են հյուսիս-ամերիկյան տեսակները (20.5 %), որին հաջորդում են արևելասիականները (21 %), այնուհետև Եվրոպական և Ղրիմ-Կովկասյան դենդրոֆլորաների ներկայացուցիչները (14.2 % և 10.5 %) [3]:

Հաջորդությամբ կլիմայավարժեցված ավելի քան 85 տեսակների կազմում են. կենսածառ արևելյան (*Biota orientalis* Endl.), եղևնի կեռիկավոր (*Picea pungens* Eng. f. *glauca* Beiss), գիհի վիրգինյան (*Juniperus virginiana* L.), սոճի դրիմյան (*Pinus nigra* subsp. *Pallasiana* (Lamb.) Holmboe), թույա արևմտյան (*Thuja occidentalis* L.), ամորֆա թփային (*Amorpha fruticosa* L.), կծոխուր սովորական (*Berberis vulgaris* L.), կիպրոս սովորական (*Ligustrum vulgare* L.), գլեդիչիա սովորական (*Gleditsia triacanthos* L.), ցախակեռաս Մասկի (*Lonicera maackii* Rupr.), ցախակեռաս թաթարական (*Lonicera tatarica* L.), ուռենի սպիտակ (*Salix alba* L.), չմենի փայլուն (*Cotoneaster lucidus* Schlecht.), ռոբինիա կեղծակացիա (*Robinia pseudoacacia* L.), տոսախ մշտադալար (*Buxus arborescens* Mill.) և այլն:

Մոտ 20-30 տեսակներ հարմարվել են դժվարությամբ կամ մասնակիորեն: Դրանք մերձարևադարձային, խոնավ և հյուսիսային ծագում ունեցող տեսակներն են. Մայրի հիմալայան (*Cedrus deodara* Loud.), գետնանոճի Լավսոնի (*Chamaecyparis lawsoniana* (Andr.)), սոճի Էլդարյան (*Pinus eldarica* Medw.), իլենի ճապոնական (*Euonymus japonica* L.), արմավաշուշան հավեռատերև (*Yucca aloifolia* L.) և այլն [3]:

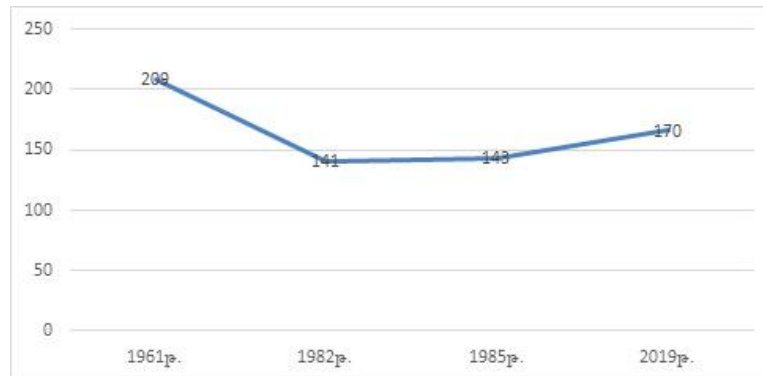
Երևանի ներքաղաքային և քաղաքամերձ կանաչ գոտու տնկարկներում օգտագործվող ծառաթփերի տեսակային կազմի առկայությանը և առանձին տեսակների հարմարողականության բացահայտման վերաբերյալ հետազայում ուսումնասիրություններ կատարվել են 1980-ական թվականներին: Այդ ժամանակահատվածում Երևանի կանաչ գոտու նպատակային հետազոտություն է իրականացրել նաև Բոգդյանը [4]:

Վերջինիս տվյալներով Երևանի կանաչապատման մեջ այդ տարիներին օգտագործվել է 34 ընտանիքի և 76 ցեղի պատկանող 141 ծառաթփային տեսակ:

Դրանցից ծառերը կազմում էին 76 տեսակ (71-ը՝ լայնատերև և 5-ը՝ ասեղնատերև), թփերը՝ 62 (53-ը՝ լայնատերև, 3-ը՝ ասեղնատերև և 1-ը՝ մշտադալար լայնատերև:) Լշված քանակությունից ընդամենը 18 տեսակներն են Հայաստանի աբորիգեն դենդրոֆլորայի ներկայացուցիչներ [4]:

Այդ տարիներին Երևանի կանաչապատման մեջ օգտագործվող ծառաբույսերի տեսակային կազմի գույքագրում իրականացվել է Նան 33 ԳԱԱ Ա. Թախտաշյանի անվան Բուսաբանության ինստիտուտի ծառագետների կողմից, համաձայն որի գրանցվել է 76 ցեղի 143 տեսակի ծառ և թուփ:

Ստորև բերված է վերջին 60 տարվա ընթացքում Երևանի կանաչապատման մեջ օգտագործվող ծառերի և թփերի տեսակային կազմի վերաբերյալ առկա տեղեկատվությունը, որում ներառված են Հարությունյանի, Բոգոյանի [3, 4], 1985 թ.-ին Բուսաբանության ինստիտուտի ծառագետների կողմից կատարված գույքագրման, ինչպես նաև բոլորովին վերջերս (2017-2018 թթ.) մեր ուսումնասիրության արդյունքները:



Նկ. 1. Երևանի ծառաթփային տեսակների քանակական տվյալները

1961թ. Երևանի կանաչապատման մեջ օգտագործված շուրջ 200 տեսակի գեղազարդ ծառերից և թփերից անցած երկու տասնամյակի ընթացքում դրանց թիվը զգալիորեն կրճատվել է՝ կազմելով ընդամենը 141 տեսակ: Գրեթե նույն պատկերն է արձանագրվել 1985թ.-ին 33 ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտի ծառագետ մասնագետների կողմից կատարված գիտական գույքագրման արդյունքներով:

Համաձայն մեր կողմից կատարված նմանատիպ ուսումնասիրության և արդյունքների համեմատությամբ պարզվում է, որ Երևանի տարբեր տիպի և կատեգորիայի կանաչ տնկարկներում ներկայումս օգտագործվում են 86 ցեղի շուրջ 170 տեսակի գեղազարդ ծառեր և թփեր:

Կանաչ տնկարկների դենդրոֆլորայի աշխարհագրական վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ընդհանուր առմամբ առավել մեծ թվով տեսակները ներմուծված են Ցիրկոմբորեայան (սոճի սովորական (*Pinus silvestris* L.), կծիխուր սովորական (*Berberis vulgaris* L.), իլենի եվրոպական (*Euonymus europaea* L.), բոխի արևելյան և կովկասյան (*Carpinus orientalis* Mill., *Carpinus caucasica* A. Grossh.), կաղնի ամառային (*Quercus robur* L.), բարդի նրբագեղ (*Populus gracilis* Grossh.) և այլն), արևելասիական (ծիրանենի սովորական (*Armeniaca vulgaris* Lam), սոֆորա ճապոնական (*Sophora japonica* L.), խենումեյես ճապոնական (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lin.), ցախակեռաս մասկի (*Lonicera maackii* Rupr.) և այլն) և Ատլանտիկա-հյուսիսամերիկյան (գիհի վիրգինյան (*Juniperus virginiana* L.), թույա արևմտյան (*Thuja occidentalis* L.), գլեդիչիա սովորական (*Gleditsia triacanthos* L.) և այլն) բուսաաշխարհագրական տարածաշրջաններից [1, 3, 4]:

Ուսումնասիրությունների ընթացքում պարզվել է, որ մինչև 1980 թվականները Երևանի տարբեր տիպի գեղազարդ տնկարկներում չեն հարմարվել և վերացել են 27 տեսակի ծառաթփային բույսեր: Մինչև 2000 թվականները այդ թիվը ավելացել է՝ հասնելով ավելի քան 60 տեսակի: Երևանի կանաչ գոտուց մեծ թվով ծառաբույսերի վերացման պատճառները միանգամայն տարբեր են, սակայն այդ տեսակների զարգացման և բազմացման համար խոչընդոտ են հանդիսացել գլխավորապես կլիմայական պայմանները:

Ավելի ջերմասեր տեսակները չդիմանալով վերացել են մի քանի տարին մեկ կրկնվող խստաշունչ ձմեռային սառնամանիքներից, երբ օդի ջերմաստիճանը իջնում է մինչև -20°C և ավելի: Համեմատաբար տաք և խոնավ շրջաններից ներմուծվածներն էլ ոչնչացել են չոր, կիսաանապատային պայմաններին չհարմարվելով, իսկ այդ պայ-

մասներն էլ ավելի անհաղթահարելի են դարձել անբավարար ոռոգման կամ վերջինիս բացակայության պատճառով:

Աղյուսակ 1. Երևանի կանաչ տնկարներում օգտագործված ծառերի և թփերի տաքսոնոմիական կազմի փոփոխության դինամիկան (1960-2018թթ.)

Ընտանիք	Գույքագրման արքուրները և ժամկետները							
	Լ.Վ. Հարությունյան 1961թ.		Հ. Ա. Բոգոյան 1982թ.		ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտի ծառագիտության բաժին 1985թ.		Հեղինակի ուսումնասիրությունները, 2017-2018թթ.	
	Ցեղ	Տեսակ	Ցեղ	Տեսակ	Ցեղ	Տեսակ	Ցեղ	Տեսակ
Aceraceae	1	9	1	5	1	9	1	8
Agavaceae	1	2	-	-	1	1	1	2
Anacardiaceae	2	2	2	4	2	2	1	1
Asteraceae	1	1	-	-	-	-	-	-
Berberidaceae	2	5	1	1	2	2	2	3
Betulaceae	3	4	1	2	3	4	3	6
Bignoniaceae	2	4	1	2	2	3	2	3
Buddlejaceae	1	2	-	-	1	1	1	1
Buxaceae	1	2	1	1	1	1	1	2
Caprifoliaceae	4	10	4	10	1	2	3	7
Celastraceae	1	3	1	1	1	1	1	2
Cornaceae	1	3	2	3	1	2	1	3
Cupressaceae	3	8	3	5	3	6	3	10
Ebenaceae	1	1	-	-	1	1	1	1
Elaeagnaceae	2	2	2	2	2	2	2	2
Fabaceae	12	16	7	7	7	9	9	13
Fagaceae	3	7	1	4	2	4	1	5
Ginkgoaceae	1	1	-	-	-	-	1	1
Grossulariaceae	2	3	1	4	1	2	1	3
Hamamelidaceae	1	1	1	1	-	-	-	-
Hippocastanaceae	-	-	1	1	1	1	1	1
Hydrangeaceae	2	8	2	7	2	3	2	4
Juglandaceae	1	2	1	1	1	1	1	2
Malvaceae	1	2	1	1	1	2	1	2
Moraceae	4	6	2	2	3	6	4	6
Oleaceae	5	15	4	18	4	13	4	10
Pinaceae	5	11	1	4	4	6	3	6
Platanaceae	1	3	1	2	1	3	1	3
Punicaceae	-	-	-	-	1	1	1	1
Ranunculaceae	1	1	1	2	1	1	1	2
Rhamnaceae	2	2	3	4	-	-	2	3
Rosaceae	19	31	17	26	15	25	16	27
Rutaceae	1	1	-	-	1	1	-	-
Salicaceae	2	15	2	15	2	12	2	10
Sambucaceae	1	2	-	-	1	2	1	2
Sapindaceae	1	1	1	1	-	-	1	1
Simaroubaceae	1	1	1	1	1	1	1	1
Solanaceae	1	1	1	1	-	-	1	1
Tamaricaceae	1	1	1	2	1	1	1	1
Taxodiaceae	1	1	-	-	-	-	1	1
Tiliaceae	1	4	1	2	1	4	1	2
Ulmaceae	2	8	2	8	1	6	1	5
Verbenaceae	1	2	-	-	-	-	1	1
Viburnaceae	1	3	-	-	-	-	1	3
Vitaceae	2	2	1	1	2	2	2	2
Ընդամենը	101	209	73	141	76	143	86	170

Կլիմայական անբավարար պայմաններից բացի, որոշ տեսակների ոչնչացմանը նպաստել են նաև խնամքի աշխատանքների, առաջին հերթին ագրոտեխնիկական միջոցառումների ոչ ճիշտ կամ թերի կազմակերպումը, օդի նորմայից շատ աղ-տոտվածությունը և այլ պատճառներ:

Երևանի կլիմայական պայմաններին չհարմարված և ոչնչացած ծառաթփային տեսակներն են՝ Աբելիա չինական (*Abelia chinensis* R. Br.), Եղևին կովկասյան (*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach), Տոսախ կոլխիդյան (*Buxus colchica* Pojark.), Սզնի կանաչ պտղամսով (*Crataegus chlorosarca* Maxim.), Կաղնի երկարակոթուն (*Quercus longipes* Stev.), Արոսենի երկակի (*Sorbus roopiana* Bordz.), Կուսածառ չինական (*Vitex negundo* L.) և այլն:

Ուսումնասիրությունների արդյունքում նաև պարզվել է, որ Երևանի կանաչապատման մեջ օգտագործված ծառաթփային տեսակների քանակը սկսած 1960 թ. մինչև օրս կազմում է շուրջ 250, որոնք պատկանում են 45 ընտանիքի և 106 ցեղի (աղ. 1):

Ընդհանուր առմամբ Հայաստանի արբորիզեն դենդրոֆլորայի ներկայացուցիչներից տարբեր ժամանակներում օգտագործվել է 72 տեսակ: Ներկայումս արբորիզեն այդ տեսակներից հանդիպում են 56-ը. Թխկի դաշտային (*Acer campestre* L.), Թխկի սրատերև, սոսիատերև (*Acer platanoides* L.), Կծոխուր սովորական (*Berberis vulgaris* L.), Կեչի Լիտվինովի (*Betula litwinowii* A.), Բոխի սովորական (*Carpinus betulus* L.), Բալենի մահալեբյան (*Cerasus mahaleb*), Մամրիչ արևելյան (*Clematis orientalis* L.), Տիլենի սովորական (*Corylus avellana* L.), Դրախտածառ սովորական (*Cotinus coggygia* Scop.), Հացենի սովորական (*Fraxinus excelsior* L.), Թխենի սովորական (*Padus racemosa* (Lam.) Gilib.), Սրնգենի կովկասյան (*Philadelphus caucasicus* Koehne) և այլն:

Կանաչ տնկարկների դենդրոֆլորայի տաքսոնոմիական կազմի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ օգտագործված ծառերի թվերի զգալի մասը պատկանում են Երկու խոշոր ընտանիքների, որոնք պարունակում են 10 և ավելի ցեղեր՝ Rosaceae (19 ցեղ և 31 տեսակ) և Fabaceae (մինչև 12 ցեղ և 16 տեսակ): Համեմատաբար հարուստ (3-5 ցեղ պարունակող) տաքսոնոմիական կազմ ունեն թվով 7 ընտանիքներ՝ Oleaceae (5 ցեղ և 18 տեսակ), Pinaceae (5 ցեղ և 13 տեսակ), Caprifoliaceae (4 ցեղ և 12 տեսակ), Moraceae (4 ցեղ և 7 տեսակ), Fagaceae (3 ցեղ և 7 տեսակ) և ուր:

Տնկարկների կազմում տեսակային մեծ բազմազանությամբ աչքի են ընկնում *Populus* (մինչև 11 տեսակ), *Acer*, *Lonicera* և *Fraxinus* (9-ական տեսակ), *Salix* (8), *Ulmus* և *Philadelphus* (7-ական), *Pinus* և *Tilia* (6-ական) և մի շարք այլ ցեղեր:

:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Պետրոսյան Ա.Գ. Ասեղնատերևավորների ներկա վիճակը և օգտագործման հեռանկարները Երևան քաղաքի կանաչ տնկարկներում, Երևան, 142 էջ, 2004:
2. Վարդանյան Շ.Հ., Գառնյան Գ.Ս., Գրիգորյան Ս.Ս., Փայտյան Յու.Ե. Գեղազարդ ծառեր և թփեր կանաչապատման համար, Երևան, 361 էջ, 2015:
3. Арутюнян Л.В. Древесные экзоты Еревана, Бюлл. Бот. сада АН АрмССР, с. 5-31, 1961.
4. Бозоян А.А. Зеленое кольцо Еревана (Дендрологическая и фитоценологическая характеристика), Ереван 1982, 160 с.
5. Варданян Ж.А. Деревья и кустарники Армении в природе и культуре. Ереван, 367с., 2003.
6. Дендрофлора Кавказа, Тбилиси, 1-5, 1959-1970.
7. Деревья и кустарники СССР, М.-Л., 1-6, 1949-1962.
8. Сосновский Д. И., Махатадзе Л.Б. Краткий определитель деревьев и кустарников Армянской ССР.-Ер. 1950,102 с.

Ստացվել է 28.03.2019



Биол. журн. Армении, 2 (71), 2019

ВЛИЯНИЕ ГИПОТАЛАМИЧЕСКОГО ПРОЛИНОМ БОГАТОГО ПЕПТИДА GX-NH₂ НА ФИБРИНОЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПЛАЗМЫ КРОВИ КРЫС

З.Х. ПАРОНЯН, Л.С. ГРИГОРЯН, А.А. СТЕПАНЯН, Р.М. СРАПИОНЯН

Институт биохимии им. Г.Х.Бунятына НАН РА
aregarpi4@gmail.com

Исследовано влияние пролином богатого пептида GX-NH₂ на фибринолитическую активность плазмы крови крыс. Для оценки внутреннего и внешнего механизмов деградации фибринового сгустка были использованы методы спонтанного эуглобулинового и XII – калликреинзависимого фибринолиза. Экспериментальные данные свидетельствуют, что GX-NH₂ ускоряет тромболитическую активность плазмы крови, дозозависимо сокращая время фибринолиза на 23-45%. Максимального эффекта (45%) он достигает при воздействии низкими дозами (1 мкг/100 г) на внутренний механизм фибринолиза (XIIa – калликреин-зависимый фибринолиз).

Пролином богатый пептид – фибринолитическая активность – эуглобулиновая фракция – гемостаз – плазминоген – альтеплаза

Ուսումնասիրվել է պրոլինով հարուստ պեպտիդ GX-NH₂-ի ազդեցությունը առնետի արյան պլազմայի ֆիբրինոլիտիկ ակտիվության վրա: Ֆիբրինային մածուկի բալթայման ներքին և արտաքին մեխանիզմները գնահատելու համար օգտագործվել են սպոնտան եուգլոբուլինային և XIIa – կալիկրեին կախյալ ֆիբրինոլիզի մեթոդները: Ստացված տվյալները վկայում են, որ GX-NH₂-ը չափաքանակից կախված արագացնում է արյան պլազմայի տրոմբոլիտիկ ակտիվությունը, կրճատելով ֆիբրինոլիզի ժամանակը 23-45 %-ով, ընդ որում, առավելագույն 45 % ազդեցության այն հասնում է ազդելով ֆիբրինոլիզի ներքին մեխանիզմով (XIIa – կալիկրեին կախյալ ֆիբրինոլիզ) և ցածր (1 մկգ/100 գ) չափաքանակների դեպքում:

Պրոլինով հարուստ պեպտիդ – ֆիբրինոլիտիկ ակտիվություն – եուգլոբուլինային ֆրակցիա – հեմոստազ – պլազմինոգեն – ալտեպլազ

The effect of proline-rich peptide GX-NH₂ on fibrinolytic activity of rat plasma was investigated. Spontaneous euglobullin and XIIa – kallikrein dependent fibrinolysis methods were used to evaluate the internal and external mechanisms of fibrin clot degradation. The data suggest that GX-NH₂ accelerates the trombolytic activity of the blood plasma by shortening the time of fibrinolysis to 23-45%. It achieved maximum of 45% of the effect it achieves by acting on the internal mechanism of fibrinolysis (XIIa – kallikrein dependent fibrinolysis) and at low doses (1 µg /100 g).

Proline rich peptide – fibrinolytic activation – euglobullin fraction – haemostasis – Plasminogen – alteplaza

GX-NH₂ – аналог галармина, является одним из гипоталамических пролином богатых пептидов (ПБП), состоящим из 10-ти аминокислотных остатков, где последний пролин амидирован. Пептид отличается хорошо выраженными антинейро-

дегенеративным и антибактериальным свойствами, стабильное соединение, его протеолитический распад в крови протекает довольно медленно. Ранее нами было исследовано влияние GX-NH₂ на систему гемостаза и выявлено его дозозависимое ускорение гемокоагуляции с параллельной активацией системы противодействия свертывания крови [3]. Было изучено также действие GX-NH₂ на некоторые показатели свертывания крови (общая свертываемость крови, время рекальцификации, протромбиновое время, изменение концентрации фибриногена) в условиях гипокоагуляции, полученное введением гепарина в дозе 0,5 Ед/мл [1]. Экспериментальные данные доказали антигепариновую активность пептида, еще раз подтверждая его прокоагулянтные свойства. Учитывая вышеупомянутые прокоагулянтные свойства ПБП GX-NH₂ и принимая тот факт, что в системе гемостаза гемокоагуляция и протеолитическое расщепление фибрина (фибринолиз) сопровождают друг друга и связь между ними происходит при активации одного и того же ферментативного каскада, было целесообразно исследовать возможное участие GX-NH₂ в процессе фибринолиза, что и явилось целью настоящей работы.

Материал и методика. Эксперименты проведены на нелинейных белых крысах-самцах Альбино массой 180-200 г. Всего было использовано 48 животных, которые были распределены на 3 группы: особи группы 1 получили внутривенные инъекции физиологического раствора (0,85% NaCl) – контроль. Животные группы 2 и 3 получили GX-NH₂, введенного в яремную вену в дозе 1 мкл/100 г и 2 мкл/100 г массы тела соответственно. Кровь для исследования брали из той же вены с антикоагулянтом 3.8%-ным цитратом натрия в соотношении 9:1. Для определения действия GX-NH₂ на фибринолитическую активность плазмы крови крыс были использованы базисные методы исследования системы фибринолиза: спонтанный эуглобулиновый фибринолиз и Хагеман (XIIa) – калликреинзависимый фибринолиз, которые позволяют оценить состояние внутреннего и внешнего механизмов растворения фибринового сгустка. Для спонтанного эуглобулинового фибринолиза выделяли эуглобулиновую фракцию плазмы, для XIIa – калликреинзависимого фибринолиза эуглобулиновую фракцию из обработанной каолином плазмы [4, 5]. В опытах использовали синтетический препарат GX-NH₂ полученный в лаборатории природных соединений химического факультета Санкт-Петербургского Госуниверситета. Для определения статистической достоверности различий между контрольными и опытными выборками использовали непараметрический критерий Манн – Уитни U. Уровень значимости $p \leq 0.05$ считали достоверным по сравнению с контролем.

Результаты и обсуждение. Для поддержания жидкого состояния крови оптимальной вязкости в организме существует специальная функциональная система, в состав которой входят свертывающие и противосвертывающие механизмы, которые в норме находятся в состоянии равновесия (гемостаз). Неотъемлемая часть системы гемостаза – фибринолиз, который предотвращает закупорку кровеносных сосудов сгустками фибрина путем его протеолитического расщепления под воздействием фермента плазмина (сериновая протеаза), который в плазме крови присутствует в виде своего неактивного предшественника плазминогена. Плазминоген под действием ферментов и белков, которые появляются и активируются в крови при различных процессах, превращается в плазмин. Фибринолиз, как и процесс свертывания, протекает по внешнему и внутреннему механизму. Активация внешнего пути осуществляется при помощи тканевых активаторов, которые в основном синтезируются в эпителии сосудов, и урокиназы. В активации фибринолиза по внутреннему механизму принимают участие лизокиназы крови: XIIa фактор, прекалликреины, высокомолекулярный кининоген (ВМК), фактор Виллебранда. Комплекс XIIa + ВМК способен превращать проактиваторы в активаторы плазминогена или непосредственно действовать на плазминоген, переводя его в плазмин. Данные, которые были получены в ходе работы, позволяют подтвердить, что в от-

личие от ранее изученного нами гипоталамического пролином богатого пептида ПБП-1, который обладает антифибринолитической активностью, дозозависимо, подавляя процесс фибринолиза на 20–65 % [2], GX-NH₂, наоборот, демонстрирует фибринолитическую активность.

Как видно из рис.1 (рис.1 А), в случае спонтанного эуглобулинового фибринолиза как при дозе 1 мкл/100 г, так и при 2 мкл/100 г GX-NH₂ обладает практически одинаковой тромболитической активностью (26 и 23% соответственно), а в случае ХПа – калликреинзависимого фибринолиза (рис.1 Б) пептид при низкой дозе (1 мкл/100 г) более активен.

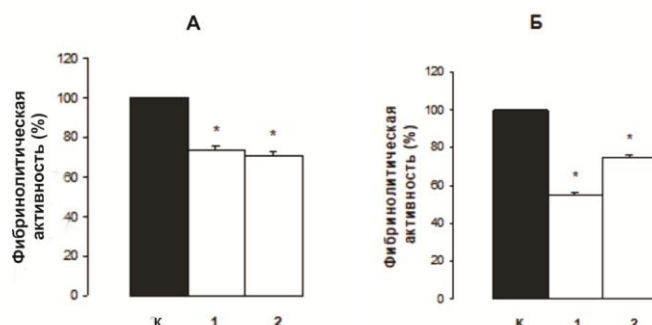


Рис.1. Изменение фибринолитической активности плазмы крови крыс под действием ПБП GX-NH₂ в дозе 1. – 1 мкг/100 г, 2. – 2 мкг/100 г. А – спонтанный эуглобулиновый фибринолиз. Б – Хагеман (ФХПа) – калликреинзависимый фибринолиз.

Достоверные отличия между контролем и опытом * $p \leq 0.05$.

Из представленной табл.1 видно, что в случае спонтанного эуглобулинового фибринолиза тромболитический эффект GX-NH₂ не зависит от его дозы, а при ХПа – калликреинзависимого фибринолиза низкая доза пептида (1 мкг/100 г) более активна (на 20 %) и время распада тромба по сравнению с контролем увеличивается на 45 %. На основании полученных данных, можно сделать вывод, что наиболее эффективное влияние GX-NH₂ на фибринолитическую активность плазмы крови происходит по внутреннему механизму фибринолиза (ХПа – калликреинзависимый фибринолиз). При низких дозах пептид более интенсивно способствует образованию активного фактора ХПа и калликреина, следовательно, превращению плазминогена в плазмин.

Таблица 1. Изменение фибринолитической активности плазмы крови крыс под действием ПБП GX-NH₂

Спонтанный эуглобулиновый фибринолиз			ХПа-калликреинзависимый фибринолиз		
Изменение продолжительности фибринолиза (%)					
К	1 мкг/100г	2 мкг/100г	К	1 мкг/100г	2 мкг/100г
100 %	74 % (-26%)	77 % (-23%)	100%	55% (-45%)	75% (-25%)

Достоверные различия между контролем и опытом $p \leq 0.05$.

Ускорение лизиса фибринового тромба означает, что фибринолитический потенциал плазмы, который зависит от состояния эуглобулиновой фракции, увеличен. Известно, что фибринолитическая активность регулируется или действием прямых ингибиторов, или нарушением связывания ферментов с субстратом. Так как в эуглобулиновой фракции плазмы исключается присутствие ингибиторов фибринолиза, то скорость эуглобулинового лизиса может зависеть от содержания

активаторов плазминогена, плазмينا, фибриногена. Одной из причин увеличения фибринолитической активности, возможно, является отклонение содержания фибриногена в плазме в сторону понижения. Имеющиеся в литературе данные показывают, что фибринолитическая активность зависит не только от активности ферментов, но и от свойств фибринового сгустка: полнота поперечной сшивки под действием фибринстабилизирующего фактора (XIIIa), плотность, толщина, разветвлённость волокон и т.д. [7]. Она зависит также от таких физических факторов, какими являются проницаемость ферментов, площадь поверхности фибриновых волокон, адсорбция и десорбция белков [8]. Для преодоления гипофибринолитического состояния и восстановления способности крови растворять тромбы применяются фибринолитические препараты (тромболитическая терапия), такие как препарат рекомбинантного тканевого активатора плазминогена (рТАП) – альтеплаза и ряд его производных [6], стрептокиназа, урокиназа и др. Однако тромболитическая терапия имеет ряд недостатков – риск кровоточивости, неэффективность тромболизиса, быстрая инактивация в кровотоке. Учитывая тот факт, что GX-NH₂ дозозависимо ускоряет фибринолитическую активность плазмы крови от 23 до 45 % и является достаточно стабильным соединением, распад которого в крови протекает довольно медленно, можно предположить, что он может быть использован при лечении различных тромботических состояний, которые поддаются лечению фибринолитическими препаратами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Паронян З.Х., Григорян Л.С., Срапионян Р.М. Влияние гипоталамического пролином богатого пептида GX-NH₂ на плазменный гемостаз в условиях гипокоагуляции. Биолог. журн. Армении, *LXIX*, 3, с. 90-93, 2017.
2. Паронян З.Х., Григорян Л.С., Степанян А.А., Срапионян Р.М. Влияние пролином богатого пептида ПБП-1 на фибринолитическую активность плазмы крови крыс. Доклады НАН РА, *118*, 2, с. 155-159, 2018.
3. Срапионян Р.М., Паронян З.Х., Саакян Ф.М., Чалян Г.С., Григорян Л.С. Влияние гипоталамических нейромодуляторов и их модифицированных фирм на гемостаз. Мед. наука Армении НАН РА, *LIV*, 3, с. 15-20, 2014.
4. Баркоган З.С., Момот А.П. Диагностика и контролируемая терапия нарушений гемостаза. М. Ньюдиамед, АО, с. 292, 2008.
5. Момот А.П. Патология гемостаза. Принципы и алгоритмы клинико-лабораторной диагностики. СПб, Формат, с. 208, 2006.
6. Bell W.R. Present-day thrombolytic therapy: therapeutic agents-pharmacokinetics and pharmacodynamics. Rev. Cardiovasc. Med., 3, suppl. 2, p. 34-44, 2002.
7. Weisel J.W. Structure of fibrin: impact on clot stability, J. Thromb. Haemost. 5, Suppl. 1, p. 116-124, 2007.
8. Weisel J. W., Litvinov R.I. The biochemical and physical process of fibrinolysis and effects of clot structure and stability on the lysis rate, Cardiovasc. Hematol. Agents Med. Chem., 6, p. 161-180, 2008.

Поступила 08.04.2019



Biolog. Journal of Armenia, 2 (71), 2019

ASSESSMENT OF THE THERAPEUTIC POTENTIAL OF ANTI-MALARIAL DRUGS AS β -AMYLOID INHIBITORS USING MOLECULAR MODELING METHODS

Y.R. HAMBARDZUMYAN¹, S.V. GINOSYAN², S.G. TIRATSUYAN¹

¹Russian-Armenian University, Institute of Biomedicine and Pharmacy,
Department of Bioengineering, Bioinformatics and Molecular Biology

²Russian-Armenian University, Institute of Biomedicine and Pharmacy,
Department of Medical Biochemistry and Biotechnology
siranush.ginosian@student.rau.am

The interaction of some secondary metabolites of the medicinal plant *Artemisia annua* with the amyloidogenic peptide $5A\beta_{17-42}$ was studied *in silico*. Docking analysis of artemisinin, dihydroartemisinin and dimer of dihydroartemisinin with $5A\beta_{17-42}$ was performed. The results were compared with curcumin, which is at stage II of clinical trials, and with the nonsteroidal anti-inflammatory drug ibuprofen. It is shown that all five ligands have a fairly high binding energy, with a maximum for dimer of dihydroartemisinin. All studied ligands interact directly with the most important sites of $5A\beta_{17-42}$ peptide. Artemisinins as well as curcumin and ibuprofen, can suspend the formation and growth of $5A\beta_{17-42}$ fibril, while dihydroartemisinin and dimer of dihydroartemisinin can destabilize already formed amyloid.

β -amyloid peptide – curcumin – ibuprofen – artemisinin – dihydroartemisinin – dimer of dihydroartemisinin

In silico հետազոտվել է *Artemisia annua* դեղաբույսի որոշ երկրորդային մետաբոլիտների փոխազդեցությունն ամիլոիդածին $5A\beta_{17-42}$ պեպտիդի հետ: Իրականացվել է արտեմիզինի, երկհիդրոարտեմիզինի, երկհիդրոարտեմիզինի դիմերի $5A\beta_{17-42}$ ֆիբրիլի հետ դոքինգի վերլուծություն: Այն համեմատվել է կուրկումինի դոքինգի հետ, որը գտնվում է կլինիկական փորձարկումների 2-րդ փուլում, ինչպես նաև ոչ ստերոիդային հակաբորբոքային դեղամիջոց իբուպրոֆենի հետ: Ցույց է տրվել, որ բոլոր լիգանդները ունեն բավականաչափ բարձր կապման էներգիա, որն առավելագույն արժեքն ունի երկհիդրոարտեմիզինի դիմերի դեպքում: Բոլոր լիգանդները անմիջականորեն փոխազդում են $5A\beta_{17-42}$ պեպտիդի կարևորագույն կայքերի հետ: Արտեմիզինները կուրկումինի և իբուպրոֆենի նման կարող են կանգնեցնել $5A\beta_{17-42}$ ֆիբրիլի առաջացումը, իսկ երկհիդրոարտեմիզինը և երկհիդրոարտեմիզինի դիմերը կարող են նաև ապակայունացնել արդեն առաջացած ամիլոիդը:

β -ամիլոիդային պեպտիդ – կուրկումին – իբուպրոֆեն – արտեմիզին – երկհիդրոարտեմիզին – երկհիդրոարտեմիզինի դիմեր

In silico исследовано взаимодействие некоторых вторичных метаболитов лекарственного растения *Artemisia annua* с амилоидогенным пептидом $5A\beta_{17-42}$. Проведен докинг анализ артемизинина, дигидроартемизинина и димера дигидроартемизинина с $5A\beta_{17-42}$, результаты которого сравнивали с докингом куркумина, который находится на II этапе клинических испытаний, и нестероидного противовоспалительного препарата ибупрофена.

Показано, что все пять лигандов имеют довольно высокую энергию связывания, с максимальной для димера дигидроартемизинина. Все исследуемые лиганды непосредственно взаимодействуют с важнейшими сайтами $5A\beta_{17-42}$ пептида. Артемизинины аналогично куркумину и ибупрофену могут приостанавливать образование и рост фибриллы $5A\beta_{17-42}$, а дигидроартемизинин и димер дигидроартемизинина могут дестабилизировать уже образовавшийся амилоид.

*β -амилоидный пептид – куркумин – ибупрофен – артемизинин –
дигидроартемизинин – димер дигидроартемизинина*

Alzheimer's disease (AD) is the most common cognitive disorder among elderly population. It is characterized by deposition of β -amyloid ($A\beta$) peptides, neurofibrillary tangles, astrogliosis and microgliosis, which lead to neuronal dysfunction and neurodegeneration [1]. Numerous epidemiological studies confirm that long-term use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs prevents AD, but does not affect the progression of the disease in already diagnosed patients [2]. It has been shown that some secondary metabolites of plants, including artemisinins, demonstrate antioxidant, anti-inflammatory, anti-amyloidogenic, neuroprotective and cognitive-stimulating features [14].

One of the main hallmarks of Alzheimer's disease is the formation of protein plaques, which consist of amyloid peptides of various lengths in the brain. Accumulation of aggregated β -amyloid peptides in the brain plays a key role in the neuropathology of Alzheimer's disease and in the neurotoxicity associated with it. The mechanism of peptide aggregation is an object of interest, which is intensely debated nowadays. There are several strategies used for AD treatment. One of them is based on prevention of peptide generation by suppressing the activity of β - and γ -secretases that promote the formation of $A\beta$ peptides. Another strategy is based on the suppression of misfolding and on reversible aggregation [15]. A large number of different origin inhibitors of amyloidogenic peptide aggregation was found. Nevertheless, there is no effective treatment for AD, which makes the development of new inhibitors based on the amyloid cascade hypothesis very relevant [8]. One of the modern approaches dedicated to the search of potential drugs is the investigation of the interactions of metabolites mentioned above with β -amyloid using molecular modeling [13].

One of the main problems in the development of drugs for the AD treatment is that the sites of small molecules in $5A\beta_{17-42}$ are not known *a priori*. Therefore, molecular docking is used to determine the possible binding sites location.

In the present study we investigated the nature of the interaction of artemisinin (ART), dihydroartemisinin (DHA) and dimer of dihydroartemisinin (DDHA) with $5A\beta_{17-42}$ peptide using docking analysis and compared with curcumin (CUR), which is at stage II of clinical trials and nonsteroidal anti-inflammatory drug ibuprofen (IBU).

Materials and methods. 3D structures of CUR [CID: 969516], IBU [CID: 3672], ART [CID: 68827], DHA [CID: 456410] and DDHA [CID: 44564070] were obtained from PubChem database [4]. Ligand topologies were generated using acpype [6]. The 3D structure of $5A\beta_{17-42}$ fibril in PDB format was taken from the RCSB Protein Data Bank database (PDB ID: 2BEG) [3]. Docking analysis was performed using Autodock Tools and Autodock Vina [16] at the exhaustiveness equal to 512 with the grid box values describing the entire surface of the fibril. The Ligplot⁺ program was used to analyze hydrophobic interactions and hydrogen bonds [17]. The data visualization was performed by PyMOL [7]. Permeability across the blood-brain barrier (BBB) and human intestinal absorption (HIA) was calculated using the PreADME software [5]. The ability to intersect via BBB is measured [12].

Results and Discussion. The 3D structure of 5A β ₁₇₋₄₂ fibril contains ten models obtained by NMR [11]. We carried out a docking analysis for five ligands with 10 given models. The 8th model of 5A β ₁₇₋₄₂ demonstrated the highest average binding energy for all five ligands (tab. 1). Further studies were performed on this model.

Table 1. The average values of binding energies from the results of the docking analysis for ligands with ten models of the peptide 5A β ₁₇₋₄₂

Models	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ΔG_b (kcal/mol)									
CUR	-6,4 $\pm 0,3$	-5,1 $\pm 0,18$	-6,1 $\pm 0,18$	-5,9 $\pm 0,18$	-5,5 $\pm 0,14$	-6,9 $\pm 0,3$	-5,5 $\pm 0,31$	-7,6 $\pm 0,44$	-5,7 $\pm 0,19$	-6,5 $\pm 0,39$
IBU	-5,3 $\pm 0,5$	-4,9 $\pm 0,3$	-4,97 $\pm 0,26$	-4,98 $\pm 0,35$	-4,96 $\pm 0,47$	-6,4 $\pm 0,55$	-4,9 $\pm 0,26$	-6,7 $\pm 0,52$	-5,08 $\pm 0,38$	-5,4 $\pm 0,32$
ART	-5,5 $\pm 0,3$	-5,5 $\pm 0,15$	-5,8 $\pm 0,3$	-5,5 $\pm 0,18$	-5,6 $\pm 0,2$	-6,04 $\pm 0,4$	-5,4 $\pm 0,25$	-6,3 $\pm 0,41$	-5,5 $\pm 0,15$	-5,8 $\pm 0,29$
DHA	-5,4 $\pm 0,28$	-5,4 $\pm 0,25$	-5,7 $\pm 0,2$	-5,3 $\pm 0,21$	-5,4 $\pm 0,22$	-5,9 $\pm 0,38$	-5,4 $\pm 0,32$	-6,1 $\pm 0,43$	-5,4 $\pm 0,17$	-5,8 $\pm 0,24$
DDHA	-6,5 $\pm 0,5$	-7,05 $\pm 0,52$	-6,9 $\pm 0,66$	-7,2 $\pm 0,33$	-7,09 $\pm 0,44$	-7,09 $\pm 0,29$	-6,6 $\pm 0,24$	-7,9 $\pm 0,45$	-7,07 $\pm 0,26$	-7,2 $\pm 0,29$

According to our results CUR and IBU have the same binding site between the β_1 and β_2 turns of the 5A β ₁₇₋₄₂ peptide, which is consistent with literature data (fig. 1) [10, 2].

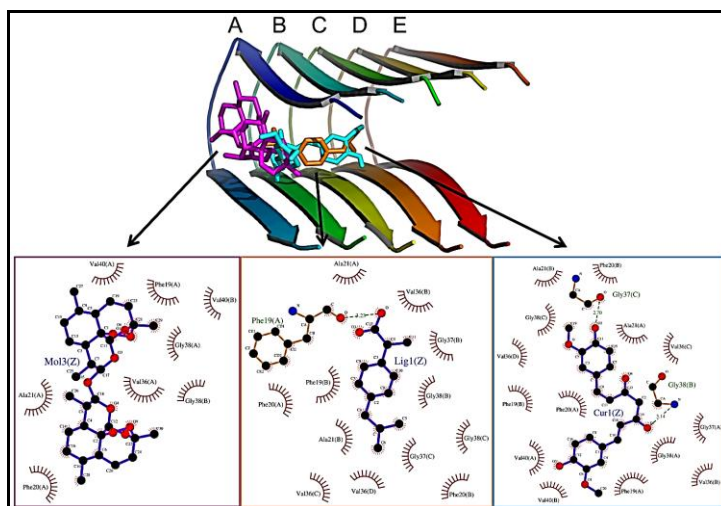


Fig. 1. Docking and analysis of hydrophobic interactions and hydrogen bonds of 1st site of DDHA (magenta), IBU (orange) and CUR (cyan) with 5A β ₁₇₋₄₂ fibril.

Curcumin forms 2 hydrogen bonds with the Gly38 of chain B, Gly37 of chain C and many hydrophobic interactions with a binding energy of 8.4 kcal/mol. Ibuprofen forms a hydrogen bond with the Phe19 of chain A and many hydrophobic interactions with a binding energy of -7.7 kcal/mol. The dimer of dihydroartemisinin has 2 binding sites, the first one coinciding with the CUR's binding site (fig. 1). The binding energy of DDHA (-8.3 kcal/mol) practically equals with binding energy of CUR. The dimer of DHA forms hydrogen bonds and hydrophobically interacts with almost the same amino acids as CUR. However, DDHA positioning is different from IBU and CUR, which interact with the amino acid residues of chains A, B, C and D at the same time DDHA interacts with the amino acids of chains A and B.

In the second site, DDHA forms a hydrogen bond with Asn27 (C) (fig. 2). The binding energy is -8.0 kcal/mol. In this site the DDHA hydrophobically interacts with amino acid residues of the B, C, D, E chains, such as Asp27 (B), Lys28 (C), Gly29 (C), Asp27 (D), Lys28 (D), Ala30 (D), Asp27 (E), Gly29 (E). It should be noted that Lys28 of C and D chains are involved in stabilization of the $5A\beta_{17-42}$ fibril [10].

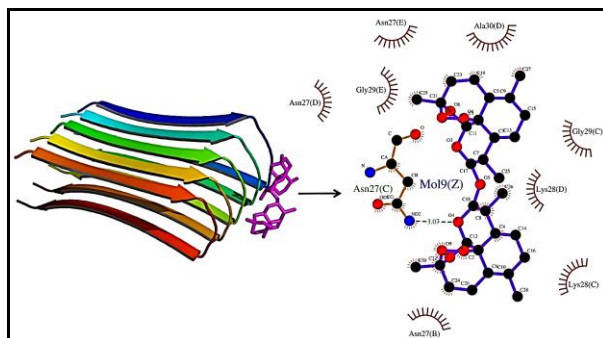


Fig. 2. Docking and analysis of hydrophobic interactions and hydrogen bonds of 2nd site of DDHA (magenta) with $5A\beta_{17-42}$ fibril

Artemisinin interacts with the site of $5A\beta_{17-42}$ formed by the N- and C-terminal of chains C, D and E with a binding energy of -7.2 kcal/mol without forming hydrogen bonds (fig. 3). It shows hydrophobic interactions with Leu17 (C), Phe19 (C), Val18 (D), Phe19 (D), Leu17 (E), Val18 (E), Phe19 (E), Val39 (E) and Val40 (E).

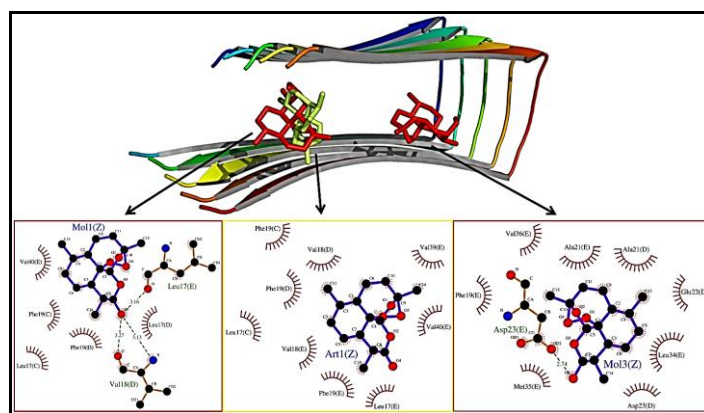


Fig. 3. Docking and analysis of hydrophobic interactions and hydrogen bonds of DHA (red) and ART (yellow) with $5A\beta_{17-42}$ fibril.

Dihydroartemisinin shows two binding sites with $5A\beta_{17-42}$. The first coincides with the ART's binding site with a binding energy of -6.9 kcal/mol. At this site, DHA forms 2 hydrogen bonds with the Val18 of chain D and the Leu17 of chain E with many hydrophobic interactions. In the second site, DHA forms a hydrogen bond with the Asp23 (E), which is involved in stabilization of $5A\beta_{17-42}$ fibril ($\Delta G_b = -6.8$ kcal/mol) (fig. 3).

The analysis shows that in some cases, for example, the binding of CUR, IBU, DHA with $5A\beta_{17-42}$ the hydrogen bond plays an important role. However, for ART and DDHA the hydrogen bonds do not play a role depending on the binding site of $5A\beta_{17-42}$. At the same time, DDHA forms one hydrogen bond in the 2nd site. This situation occurs

when the number of HB donors and ligand acceptors is small (ART has only one HB donor and one HB acceptor). In this case, the electrostatic and van der Waals interactions become dominant.

Pharmacological characteristics, such as HIA and BBB were analyzed for the studied compounds (tab. 2). It is known that compounds with $\log(\text{BB}) > 0.3$ can cross the BBB easily, unlike ones with $\log(\text{BB}) < -1.0$ [5]. It can be concluded that all ligands are able to overcome the BBB to one degree or another. At the same time they have a very high absorbability.

Table 2. Physico-chemical properties and binding energies for CUR, IBU, ART, DHA and DDHA

CID	Compound	ΔG_b (kcal/mol)	Log(BB)	HIA (%)
969516	CUR	-8.4	-1.039	94.40
3672	IBU	-7.7	0.103	98.38
68827	ART	-7.2	0.116	96.31
456410	DHA	*-6.9 **-6.8	-0.003	93.58
44564070	DDHA	*-8.3 **-8.0	-0.648	99.06

*-1st site

** -2nd site

Tab. 2 shows that the studied artemisinins have high BBB permeability values, which indicates their high bioavailability. They can be used as therapeutic agents for the treatment of CNS diseases as reported in the literature [14]. It has been noted that there is no information regarding to the dimer of dihydroartemisinin.

It is known that CUR, IBU and ART indirectly interfere with the aggregation of $A\beta$ [18, 14]. According to our results they also directly bind to $5A\beta_{17-42}$ fibril. Hence, we can conclude that inhibition of the formation of fibrils is mediated by a direct binding mechanism that modulates the ability to aggregate. It is known that the formation and further growth of fibrils occur due to amino acid residues Leu17-Ala21 and Gly37-Ala42, located in β_1 and β_2 , respectively [9]. Thus, for the first time it has been shown that ART, DHA and DDHA can suspend the formation and growth of $5A\beta_{17-42}$ fibril similarly to CUR and IBU. The already formed fibril is stabilized at the expense of Lys28 and Asp23 in the turn region between β_1 and β_2 . These amino acids form a salt bridge with a bound layer of water [10]. This means that DHA and DDHA can destabilize the already formed $A\beta_{42}$.

Acknowledgement

We are grateful for the financial support to the Ministry of Education and Science of the Republic of Armenia (grant № 10-2/I-1).

REFERENCES

1. *Alzheimer's Association*. Alzheimer's disease facts and figures. *Alzheimers Dement*, 14, 3, 367-429, 2018.
2. Azam F., Alabdullah N.H., Ehmedat H.M., Abulifa A.R., Taban I., Upadhyayula S. NSAIDs as potential treatment option for preventing amyloid β toxicity in Alzheimer's disease: an investigation by docking, molecular dynamics, and DFT studies. *J. Biomol. Struct. Dyn.*, 36, 8, 2099-2117, 2018.

3. Berman H.M., Westbrook J., Feng Z., Gilliland G., Bhat T.N., Weissig H., Shindyalov I.N., Bourne P.E. The protein data bank. *Nucleic Acids Res.*, 28, 1, 235-242, 2000.
4. Bolton E.E., Wang Y., Thiessen P.A., Bryant S.H. PubChem: integrated platform of small molecules and biological activities. *Annu Rep. Comput. Chem.*, Elsevier, 4, 217-241, 2008.
5. Clark D.E. Rapid calculation of polar molecular surface area and its application to the prediction of transport phenomena. 2. Prediction of blood-brain barrier penetration. *J. Pharm. Sci.*, 88, 8, 815-821, 1999.
6. da Silva A.W.S., Vranken W.F. ACPYPE-Antechamber python parser interface. *BMC Res. Notes*, 5, 1, 367, 2012.
7. DeLano W.L. Pymol: An open-source molecular graphics tool. *CCP4 Newsletter On Protein Crystallography*, 40, 82-92, 2002.
8. Demuro A., Smith M., Parker I. Single-channel Ca^{2+} imaging implicates $\text{A}\beta$ 1-42 amyloid pores in Alzheimer's disease pathology. *J. Cell Biol.*, 195, 3, 515-524, 2011.
9. Han W., Schulten K. Fibril elongation by $\text{A}\beta$ 17-42: Kinetic network analysis of hybrid-resolution molecular dynamics simulations. *J. Am. Chem. Soc.*, 136, 35, 12450-12460, 2014.
10. Kundaikar H.S., Degani M.S. Insights into the Interaction mechanism of ligands with $\text{A}\beta$ 42 based on molecular dynamics simulations and mechanics: implications of role of common binding site in drug design for alzheimer's disease. *Chem. Biol. Drug Des.*, 86, 4, 805-812, 2015.
11. Lührs T., Ritter C., Adrian M., Riek-Loher D., Bohrmann B., Döbeli H., Schubert D., Riek R. 3D structure of Alzheimer's amyloid- β (1-42) fibrils. *PNAS*, 102, 48, 17342-17347, 2005.
12. Ngo S.T. Interactions between small molecules and amyloid beta peptides: Implications for Alzheimer's disease (Doctor of Philosophy thesis, Institute of Physics Polish Academy of Sciences), 2015.
13. Okorji U.P. Inhibition of neuroinflammation by artemisinin and its derivatives (Doctoral dissertation, University of Huddersfield), 2015.
14. Shi Z., Chen Y., Lu C., Dong L.M., Lv J.W., Tuo Q.H., Qin L., Cheng S.W., Bu L.L., Lin N., Zhu X.X., Liao D.F., Liu X.M. Resolving neuroinflammation, the therapeutic potential of the anti-malaria drug family of artemisinin. *Pharmacol. Res.*, 136, 172-180, 2018.
15. Sun X., Jin L., Ling P. Review of drugs for Alzheimer's disease. *Drug Discov. Ther.*, 6, 6, 285-290, 2012.
16. Trott O., Olson A.J. AutoDock Vina: improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading. *J. Comput. Chem.*, 31, 2, 455-461, 2010.
17. Wallace A.C., Laskowski R.A., Thornton J.M. LIGPLOT: a program to generate schematic diagrams of protein-ligand interactions. *Protein Eng. Des. Sel.*, 8, 2, 127-134, 1995.
18. Yang F., Lim G.P., Begum A.N., Ubeda O.J., Simmons M.R., Ambegaokar S.S., Chen P.P., Kaye R., Glabe C.G., Frautsch S.A., Cole G.M. Curcumin inhibits formation of amyloid β oligomers and fibrils, binds plaques, and reduces amyloid *in vivo*. *J. Biol. Chem.*, 280, 7, 5892-5901, 2005.

Received on 08.04.2019



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2 (71), 2019

ԲՐՈԿՈԼԻ (BRASSICA OLERACEA) ՎՆԱՍԱՏՈՒՆԵՐԻ ՏԵՍԱԿԱՅԻՆ ԿԱԶՄԸ ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ՀԱՐԹԱԿԱՅՐԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Հ.Լ.ԹԵՐԼԵՄԵՉՅԱՆ, Հ.Ն.ՄԿՐՏՉՅԱՆ

Սննդամթերքի անվտանգության ոլորտի ռիսկերի գնահատման
և վերլուծության գիտական կենտրոն
hlt_arm@yahoo.com

Դիտարկումները ցույց են տվել, որ բրոկոլիին վնասում են բազմաթիվ վնասատուներ: Դրանց շարքում կան տեսակներ, որոնց վնասակարության արդյունքում խիստ դանդաղում է բույսերի աճն ու զարգացումը, իջնում է բերքի քանակը և ընկնում որակը:

Արարատյան հարթավայրում մեր կողմից կատարված հետազոտություններով բրոկոլիի տնկարկներում արձանագրվել են 32 տեսակ վնասատուներ, որոնք պատկանում են 3 դասի, 8 կարգի և 18 ընտանիքի:

Բրոկոլի – վնասատուներ – տեսակային կազմ

Наблюдения показали, что брокколи повреждается многими вредителями. Среди них есть виды, которые наносят серьезный ущерб росту и развитию растений, что приводит к снижению урожайности и качества урожая.

В нашем исследовании в Араратской долине на посадках брокколи зафиксировали 32 вида вредителей, относящиеся к 3 классам, 8 отрядам и 18 семействам.

Брокколи – вредители – видовой состав

Observations have shown that broccoli was damaged by many pests. Among them there were species that were detrimental to the growth and development of plants, which led to lower crop yields and crop quality.

In our study in the Ararat Valley, have recorded on broccoli plantings 32 species of pests belonging to 3 classes, 8 orders and 18 families.

Broccoli – pests – species composition

Բրոկոլին (Brassica oleracea) պատկանում է կաղամբազգիների ընտանիքին, ծաղկակաղամբի ենթատեսակին: Այն շատ նման է ծաղկակաղամբին և արտաքինից տարբերվում է հիմնականում կանաչ գույնով:

Այս արժեքավոր մշակաբույսի տնկարկներին մեծ վնաս են հասցնում տարբեր տեսակի վնասատուներ [1, 4]: Դրանց գործունեության հետևանքով խիստ դանդաղում է բույսերի աճն ու զարգացումը, իջնում է բերքի քանակը և ընկնում որակը:

Հաշվի առնելով այն, որ բրոկոլիի մշակության տարածքները Հայաստանում տարեց-տարի ավելանում են և այն, որ դրա վնասակար էնտոմոֆաունան մեր հանրապետությունում մինչև այժմ ուսումնասիրված չէ, խնդիր է դրվել կատարել անհրաժեշտ հետազոտություններ, ճշտել առավել վտանգավոր ֆիտոֆագերի տեսակային կազմը հետազայում դրանց դեմ արդյունավետ պայքարի միջոցառումներ մշակելու նպատակով:

Նյութ և մեթոդ: Բրոկոլիի վնասակար Էնտոմոֆաունայի տեսակային կազմը պարզաբանելու նպատակով 2017-2018 թթ-ին Արարատյան հարթավայրի, մասնավորապես Արարատի և Արմավիրի մարզերի շուրջ քսան համայնքներում կատարվել են երթուղային հետազոտություններ, որի ընթացքում ուսումնասիրվել են այս մշակաբույսի տնկարկները, հավաքվել են զարգացման տարբեր փուլերում հայտնաբերված բոլոր տեսակները: Վերջիններս տեղափոխվել են միջատաբանական լաբորատորիա և պահվել մինչև հասուն դառնալը, որից հետո ֆիքսվել են միջատաբանությունում ընդունված մեթոդների համաձայն (70⁰ սպիրտ-գլիցերինային լուծույթում կամ ասեղիկների ու բամբակյա բարձիկների վրա), պիտակավորվել են՝ հետագայում տեսակային պատկանելիությունը ճշտելու նպատակով:

Հավաքված վնասատուների տեսակային պատկանելիությունը որոշվել է տարբեր մասնագիտական որոշիչների [2, 3] և «Մենդամթերթի անվտանգության ոլորտի ռիսկերի գնահատման և վերլուծության գիտական կենտրոն» ՊՈԱԿ-ի մասնագետների օժանդակությամբ:

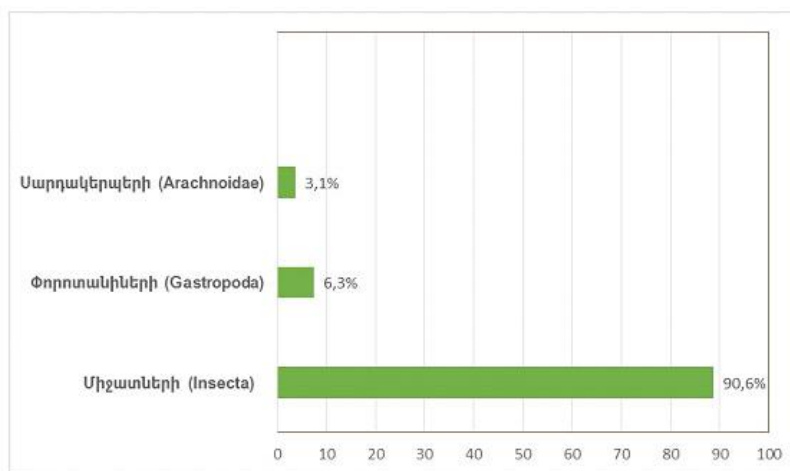
Արդյունքներ և քննարկում: Արարատի և Արմավիրի մարզերի մի շարք տնտեսություններում բրոկոլիի վրա հայտնաբերված վնասատուների տեսակային կազմը ըստ կարգաբանական դասակարգման ներկայացնում ենք ստորև (աղ. 1):

Աղյուսակ 1. Բրոկոլիի վնասատուների տեսակային կազմը

Դաս	Կարգ	Ընտանիք	Տեսակ
Gastropoda Փղորտանիներ	Stylommatophora Ցողունաչքեր	Limacidae Բուսակեր կողիիջներ	<i>Vitrinoides monticola</i> Bttg. Լեռնային կողիիջ
			<i>Deroceras melanocephalum</i> Kal. Սևագլուխ կողիիջ
Arachnoidae Սարդակերպեր	Acarina Տզեր	Tetranychidae Ոստայնավոր տզեր	<i>Tetranychus telarius</i> L. Սովորական ոստայնատիզ
Insect Միջատներ	Orthoptera Ուղղաթևեր	Gryllotalpidae Իշախառանձներ	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i> L. Սովորական արջուկ
	Thysanoptera Թրիպսներ	Thripidae	<i>Thrips tabaci</i> Lind. Ծխախոտի թրիպս
	Homoptera Միակերպաթևեր	Aphrophoridae Փրփրացիկաղներ	<i>Philaenus spumarius</i> L. Սովորական փրփրացիկաղ
		Cicadellidae Թզուկ ցիկադներ	<i>Aphrodes bicinctus</i> Schrk. Երկպտավոր թզուկ ցիկաղ
			<i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westw. Ջերմատնային սպիտակաթևիկ
		Aphididae Լվիճներ	<i>Brevicoryne brassicae</i> L. Կաղամբի լվիճ
	Heteroptera Կիսակարծրաթևեր	Miridae Կուրամյուկներ	<i>Lugus pratensis</i> L. Դաշտային կուրամյուկ
		Pentatomidae Վահանամյուկներ	<i>Apodiphus amygdali</i> Germ. Հատապտուղների վահանամյուկ
			<i>Eurydema oleracea</i> L. Հլածուկի վահանամյուկ
			<i>Eurydema ornate</i> L. Մանանեխի վահանամյուկ
			<i>Eurydema ventralis</i> Kol. Վահանամյուկ
		Ligadeidae Վտիտ մյուկներ	<i>Lygaeus equestris</i> L. Գեղեցիկ վտիտ մյուկ
		Coleoptera Բզեզներ	Chrysomelidae Տերևակերներ
	<i>Phyllotrea atra</i> F. Խաչածաղկավորների սև լվիկ		
	<i>Phyllotrea nigripes</i> F. Կապույտ լվիկ		

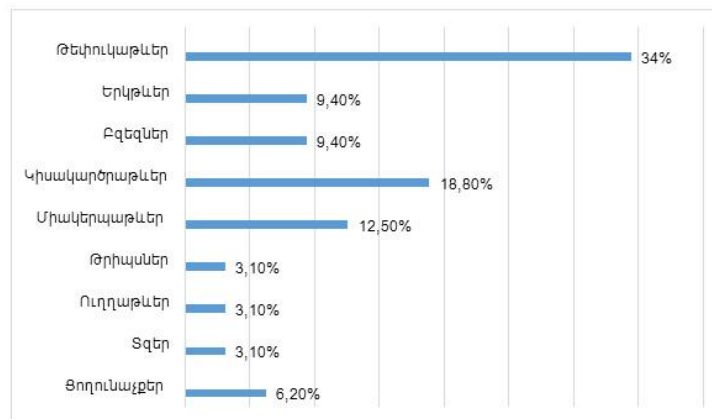
	Diptera Երկթևեր	Anthomyidae Ծողկաճանճեր	<i>Chortophila brassicae</i> Bouch Գարնախիկ կաղամբաճանճ
			<i>Delia platura</i> Mg. Ծլաճանճ
	Lepidoptera Թեփուկաթևեր	Agromyzidae Ականաճանճիկներ	<i>Phytomyza articornis</i> Meig. Բագմալեր ականաճանճիկ
		Noctuidae Բվիկներ	<i>Mamestra brassicae</i> L. Կաղամբի բվիկ
			<i>Mamestra oleracea</i> L. Բանջարանոցային բվիկ
			<i>Agrotis segetum</i> Schiff. Աշնանացանի բվիկ
			<i>Autographa gamma</i> L. Գամմա բվիկ
			<i>Agrotis ypsilon</i> Rott. Իպսիլոն բվիկ
			<i>Laphygma exigua</i> Hb. Կարադրիկա
		Pyalidae Յրաթիթեռներ	<i>Mesographe forficalis</i> L. Կաղամբի հրաթիթեռ
		Plutellidae Մանգաղաթև ցեցեր	<i>Plutella maculipennis</i> Curt. Կաղամբի ցեց
		Pieridae Ծերմակաթիթեռներ	<i>Pieris brassicae</i> L. Կաղամբի ճերմակաթիթեռ
			<i>Pieris rapae</i> L. Շաղգամի ճերմակաթիթեռ
		Arctiidae Արջաթիթեռներ	<i>Ocnogyna loewii</i> var. <i>Armata</i> Stgr. Օկնոգինա

Համաձայն աղ.1-ում ներկայացված տվյալների, բրոկոլիի վրա մեր կողմից արձանագրվել է վնասատուների 32 տեսակ, որոնք պատկանում են 3 դասի, 8 կարգի և 18 ընտանիքի: Նկ. 1-ի տվյալներից երևում է, որ գերակշռում են Միջատների (Insecta) դասին պատկանող տեսակները, որոնք 29-ն են և կազմում են ընդհանուրի 90,6 %-ը: Փորոտանիների (Gastropoda) և Սարդակերպերի (Arachnoidae) դասերը ներկայացված են համապատասխանաբար 2 (6,3 %) և 1 (3,1 %) տեսակով:



Նկ. 1. Վնասատուների դասային պատկանելիությունը

Ստացված տվյալների վերլուծությունից պարզվում է, որ առավել մեծաքանակ են Թեփուկաթևերի (Lepidoptera) կարգին պատկանող վնասատուները, որոնք ներկայացված են 11 տեսակով և կազմում են արձանագրվածների 34,4 %-ը (նկ. 2): Թվաքանակով երկրորդն են Կիսակարծրաթևերը (Heteroptera), որոնք 6 տեսակով կազմում են 18,8 %: Ընդամենը մեկական տեսակով են ներկայացված Տզերի (Acarina), Ուղղաթևերի (Orthoptera), Թրիպսների (Thysanoptera) կարգերը (3,1 % յուրաքանչյուրը):



Նկ. 2. Վնասատուների կարգային պատկանելիությունը

Արձանագրված վնասատուների գերակշիռ մասը՝ 27 տեսակ (կամ 81,5 %-ը) սնվում են բրոկոլիի կանաչ զանգվածով ու ծաղկաբույլերով և միայն 5 տեսակ՝ Սովորական արջուկը, գարնանային կաղամբաճանճի, աշնանացանի, իպսիլոն և գամմա բվիկների թրթուրներն են վնասում բույսերի արմատային համակարգը:

Համաձայն մեր ուսումնասիրությունների արդյունքների Արարատյան հարթավայրում առավել զգալի վնաս են պատճառում թեփուկաթևերի կարգի ներկայացուցիչները:

:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Մանվելյան Ա.Ա., Ավագյան Գ.Վ., Մկրտչյան Հ.Ն. Կաղամբի ճերմակաթիթեռի (Pieris brassicae) կենսաէկոլոգիական առանձնահատկությունները բրոկոլիի բույսերի վրա՝ Շիրակի մարզի պայմաններում: Ագրոգիտություն: Երևան, 11-12, էջ 641-645, 2013:
2. Определитель насекомых Европейской части СССР. М.-Л., I, 935 с., 1964.
3. Определитель вредных и полезных насекомых и клещей плодовых и ягодных культур в СССР. Л., Колос, 288 с., 1984.
4. <https://rosng.ru/post/content-vrediteli-bolezni-brokkoli>

Ստացվել է 09.04.2019



Биолог. журн. Армении, 2 (71), 2019

ПУТИ ОБМЕНА АМИДОВ В ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЕ

Н.Х. ХАЧАТРЯН

Институт биохимии им. Г. Бунятына НАН РА
narine-khachatryan-1982@mail.ru

Показано, что митохондриальная фракция поджелудочной железы содержит активную фосфатактивируемую глутаминазу, которая активируется также АТФ и кетоглутаратом. При инкубации гомогенатов поджелудочной железы с аспарагином в присутствии АТФ или кетоглутарата отмечается достоверное повышение уровня глутамина.

Аспарагин – глутамин – митохондрии – поджелудочная железа

Ցույց է տրված, որ ենթաստամոքսի զեղծի միտոքոնդրիալ ֆրակցիան պարունակում է ակտիվ ֆոսֆատակտիվացնող գլյուտամինազ, որը ակտիվանում է ոչ միայն ԱԵՖ-ով, այլև նաև α -կետոգլյուտարատով: Ենթաստամոքսի զեղծի հոմոգենատի ինկուբացիան ասպարագինի հետ ԱԵՖ-ի և α -կետոգլյուտարատի առկայությամբ հավաստիորեն բարձրացնում է գլյուտամինի կոնցենտրացիան:

Ասպարագին–գլյուտամին–միտոքոնդրիում–ենթաստամոքսայինզեղծ

It was shown that the mitochondrial fraction of pancreas contained phosphate activated glutaminase, activating also by ATP and ketoglutarate. Homogenates of pancreas catalysed glutamine formation from asparagine in present of ATP or ketoglutarate.

Asparagines –glutamine –mitochondria –pancreas

В ряде исследований показана аналогия обмена нейроактивных аминокислот в препаратах мозга и островковых клеток поджелудочной железы [7,12-15]. Выявлены высокие значения концентрации ГАМК, глутамина и дикарбоновых аминокислот в поджелудочной железе, особенно в β -клетках островков Лангерганса [9,10], которые, как и клетки мозга и иммунной системы, содержат рецепторы аминокислотных нейротрансмиттеров [6]. Подобное сходство в строении определяет и функциональное сходство, которое заключается в стимуляции нейроактивными аминокислотами таких функций β -клеток, как синтез и секреция инсулина, сопровождаемые подавлением функций других островковых клеток, в особенности в подавлении синтеза и секреции глюкагона. В свою очередь глюкагоноподобный пептид-I стимулирует синтез ГАМК панкреатическими β -клетками на уровне

глутаматдекарбоксилазы [15]. Известно, что как и в мозге основным источником нейроактивных аминокислот в панкреасе, вернее в ее β -клетках, является фосфатактивируемая глутаминаза (ФАГ), подавляемая глутаматом, но не аммиаком [8,13]. Вместе с тем мало что известно об обмене другого синтезируемого из глутамина амида аспарагина в поджелудочной железе. Взаимопереход глутамин-аспарагин был констатирован еще в середине прошлого века [3], однако реакция аспарагин-глутамин в дальнейшем не была подтверждена школой Браунштейна [5]. Нами было показано, что в мозге не исключен синтез глутамина из аспарагина [2] и было бы интересно проследить за такой возможностью также в поджелудочной железе.

Материал и методика. Опыты проводили на белых крысах-самцах массой 180-200г. Животные содержались на обычном пищевом рационе в условиях вивария Института биохимии НАН РА. Крыс после легкого эфирного наркоза забивали декапитацией, очищали поджелудочную железу от жировой мембраны, промывали охлажденным раствором 0.3М сахарозы в Трис-НСI буфере, pH 7.4, измельчали и гомогенизировали в 9 объемах Трис-сахарозы в стеклянном гомогенизаторе с тefлоновым пестиком. На пробу брали по 0.5 мл гомогената. Митохондриальную фракцию панкреаса получали методом дифференциального центрифугирования в Трис-сахарозе по модифицированному методу [11]. Аминокислоты панкреатических ТХУ экстрактов разделяли с помощью высоковольтного электрофореза на бумаге и определяли нингидриновым методом [1]. Аммиак и глутамин определяли микродиффузионным методом [4]. Результаты подвергнуты статической обработке с использованием критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение. Из табл.1 видно, что при инкубации глутамина в Трис-НСI буфере с митохондриальной фракцией поджелудочной железы имеет место статистически достоверное повышение содержания аммиака и недостоверное повышение дикарбоновых аминокислот и ГАМК.

Таблица 1. Содержание аминокислот и аммиака при инкубации глутамина с митохондриальной фракцией поджелудочной железы

ГН+добавки	ГН	ГК	АК	ГАМК	Аммиак
без инкуб.	10.1 $\pm$ 0.7	0.7 $\pm$ 0.08	0.25 $\pm$ 0.03	0.18 $\pm$ 0.02	0.6 $\pm$ 0.04
с инкуб.	9.5 $\pm$ 1.0	0.9 $\pm$ 0.1	0.35 $\pm$ 0.05	0.25 $\pm$ 0.04	0.9 $\pm$ 0.1*
NaH ₂ PO ₄	7.1 $\pm$ 0.5*	1.65 $\pm$ 0.2*	0.35 $\pm$ 0.03*	0.25 $\pm$ 0.06	1.8 $\pm$ 0.2*
АТФ	8.6 $\pm$ 0.6*	1.25 $\pm$ 0.15*	0.55 $\pm$ 0.05*	0.2 $\pm$ 0.02	1.75 $\pm$ 0.2*
ГК	9.2 $\pm$ 0.8	7.9 $\pm$ 0.9	1.1 $\pm$ 0.2*	0.38 $\pm$ 0.03*	1.1 $\pm$ 0.2*
α -КГ	7.8 $\pm$ 0.8*	1.5 $\pm$ 0.2*	0.45 $\pm$ 0.05*	0.19 $\pm$ 0.02	0.95 $\pm$ 0.1*

Примечание: Во все пробы добавлен глутамин (ГН) в количестве 10мкМ на пробу. Митохондриии инкубированы в Трис-НСI буфере, pH 7.5. В отдельные пробы добавлены NaH₂PO₄ в конечной концентрации 5мМ, АТФ-5мМ, ГК-8мМ, α -КГ-5мМ. Инкубационная смесь-1.0мл, время инкубации 40 мин $p < 0.05$ в сравнении с пробой без инкубации

Добавление фосфата в конечной концентрации в 5мМ стимулирует распад глутамина (7.1 мкМ против 10.1 мкМ) и статистически значимый прирост аммиака и дикарбоновых аминокислот. На содержание ГАМК фосфат не оказывает влияния. Аналогичное отмечается и под влиянием АТФ, но в менее выраженной степени. Добавление глутамата в инкубационную среду подавляет утилизацию глутамин-на, однако статистически значимо повышает выход аспартата, ГАМК и аммиака. Эти данные схожи с ранее полученными нами данными с митохондриями мозга и подтверждают известный факт наличия почечного и мозгового типа фосфатактивируемой глутаминазы в поджелудочной железе [12, 13].

Исходя из аналогии обмена нейроактивных аминокислот в мозге и поджелудочной железе, нами также был исследован обмен аспарагина в гомогенатах поджелудочной железы. Ранее нами было показано, что в мозге в какой то степени возможен синтез глутамина и глутамата из аспарагина [2] и представляет интерес изучение подобной возможности в панкреасе.

Таблица 2. Содержание аминокислот и аммиака при инкубации аспарагина с гомогенатами поджелудочной железы

АН + добавки	ГН	ГК	АК	NH ₃
ГК безинк.	-	9.8±1.1	-	0.9±0.08
-	1.5±0.02*	0.1±0.02	2.1±0.02	0.9±0.03
ГК	-	9.5±1.2	-	0.75±0.05
ГК + α-КГ	-	9.3±0.9	-	2.2±0.4*
ГК + АТФ	2.3±0.3*	8.9±0.8	-	0.7±0.08
α-КГ	2.1±0.07*	0.5±0.04	2.2±0.3	0.08±0.01
α-КГ + АТФ	-	0.8±0.09	-	1.2±0.08
ГК+α-КГ+АТФ	-	9.3±0.9	-	0.8±0.08

Примечание. Во все пробы добавлен аспарагин в конечной концентрации 8мМ. Инкубационная смесь содержала: 0.1М К-фосфатный буфер, рН 7.5, 0.05М Tris-HCl буфер, рН 7.5, 0.12М MgSO₄. В отдельные пробы добавлены глутамат (ГК)-8мМ, α-кетоглутарат (α-КГ) – 5мМ, АТФ – 5мМ. Инкубация 40мин при 37°С. Реакцию останавливали добавлением ТХУ в конечной концентрации 3.3%. ГК-глутамат, ГН-глутамин, АК-аспартат, АН-аспарагин. n=5. *- p < 0.05.

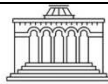
Как видно из табл. 2 инкубация гомогенатов поджелудочной железы с аспарагином приводит к образованию аспартата и глутамина без изменения уровня аммиака. Добавление глутамата подавляет выход глутамина, однако в присутствии АТФ выход глутамина в сравнении только с глутаматом возрастает. Выход глутамина из аспарагина отмечается также в присутствии кетоглутарата, который повышает также концентрацию аспартата и резко снижает уровень аммиака. При добавлении вместе с кетоглутаратом глутамата образования глутамина не отмечается, при этом резко повышается продукция аммиака. Интересно, что эти результаты аналогичны ранее полученным нами в мозге крыс [2]. Полученные результаты свидетельствуют о сходстве метаболизма нейроактивных аминокислот и их амидов в нервных и панкреатических островковых клетках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Камалян Р.Г., Бунятян Г.Х., Мовсесян С.Г. Участие некоторых нуклеотидов и пиридоксальфосфата в превращениях глутамата в митохондриальной фракции мозга. *Вопр. биохим. мозга*. Изд. АН Арм.ССР. 21,5, 16-26. 1968.
2. Камалян Р.Г., Варданян А.Г., Хачатрян Н.Х., Григорян А.Г. Некоторые особенности обмена дикарбоновых аминокислот в мозге крысы. *Доклады НАН Армении*. 113,1, стр. 59-65, 2013.
3. Лестровая Н.Н. О синтезе глутамина и аспарагина в тканях животного организма. *Биохимия*. 4, 478-484, 1954.
4. Силакова А.И., Труш Г.П., Являкова А. Микрометод определения аммиака и глутамина в тканевых ТХУ экстрактах. *Вопр. мед. химии*. 5, 538-542. 1962.
5. Сюй Тин-Сень. Механизм образования глутамина из аспарагина и глутаминовой кислоты в тканях животных. *Биохимия*. 24, 3, 528-534, 1959.

6. Brice N.L., Varadi A., Ashcroft S.J., Molnar E. Metabotropic glutamate and GABA (B) receptors contribute to the modulation of glucose-stimulated insulin secretion in pancreatic β -cells. *Diabetologia*, 45, 242-252, 2002.
7. Dong H., Kumar M., Zhang Y., Gyulkhandanyan A., Xiang Y.Y., Ye B., Perrella J., Hyder A., Zhang N., Wheeler M., Lu W.Y., Wang Q. Gamma-aminobutyric acid up- and downregulates insulin secretion from beta cells in concert with changes in glucose concentration. *Diabetologia*, 49, p. 697-705, 2006.
8. Fahien L.A., MacDonald M.J. The complex mechanism of glutamate dehydrogenase in insulin secretion. *Diabetes*, 60, 10, 2450-2454, 2011.
9. Gerber J.C., Hare T.A. GABA in peripheral tissue, with emphasis on the endocrine pancreas: presence in two species and reduction by streptozotocin. *Diabetes*, 28, 12, 1073-1076, 1979.
10. Gladkevich A., Korf J., Hakobyan V.P., Melkonyan K.V. The peripheral GABAergic system as a target in endocrine disorders. *Auton Neurosci*. 124, 1-2, 1-8, 2006.
11. Hodarnau A., Dancea C., Barzu O. Isolation of highly purified mitochondria from rat pancreas. *The Journal of Cell Biology*. 59, p. 222-227, 1973.
12. Malaisse-Lagae F., Sener A., Garsia-Morales P. The stimulus-secretion coupling of amino acid-induced insulin release. Influence of nonmetabolized analog of leucine on the metabolism of glutamine in pancreatic islets. *J. Biol. Chem.*, 257, 3754-3758, 1982.
13. Michalik M., Erecinska M. GABA in pancreatic islets: metabolism and function. *Biochem. Pharmacol.*, 44, 1, pp. 1-9, 1992.
14. Sorenson R.L., Garry D.G., Brelje T.C. Structural and functional considerations of GABA in islets of Langerhans. *Diabetes*, 40, p. 1365-1374, 1991.
15. Wan Y., Wang Q., Prud'homme G.J. GABAergic system in the endocrine pancreas: a new target for diabetes treatment. *Diabetes Metab. Syndr. Obes.*, 8, p. 79-87, 2015.

Поступила 10.04.2019



Biolog. Journal of Armenia, 2 (71), 2019

H₂ PRODUCTION AND ROLE OF HYDROGENASES IN *ESCHERICHIA COLI* BATCH CULTURES DURING FERMENTATION OF MIXTURE OF GLYCEROL AND ACETATE AT DIFFERENT pHs

S.N. MIRZOYAN^{1, 2, 3},

¹Department of Biochemistry, Microbiology and Biotechnology, Yerevan State University,

²Scientific-Research Institute of Biology, Faculty of Biology, Yerevan State University,

³Microbial Biotechnologies and Biofuel Innovation Center, Yerevan State University,
satenik.mirzoyan@ysu.am

E. coli is able to ferment sugars and/or glycerol for producing H₂. H₂ is produced via four multiple and reversible [Ni-Fe] Hyd enzymes. This study describes growth and H₂ production in batch cultures during utilization of mixture of acetate (5 g/l) and glycerol (10 g/l) at various pHs (7.5, 6.5) in *E. coli* wild type and mutants with defects in Hyd genes.

It has been determined that in batch tests at pH 7.5 and 6.5 wild type strain evolved H₂ during ~168 h. Interestingly, it was shown *hyaB* and *hybC* single mutants have exhibited the same results at bot pHs; especially H₂ generation was ~ 150 h. This is prolonged period compared to acetate alone fermentation.

Taken together, it can be concluded that cell growth and H₂ generation depends on external pH and carbon sources. Particularly, Hyd-1 and Hyd-2 work towards H₂ oxidation which is in contrast to glycerol only fermentation suggesting that acetate affects Hyd enzymes working direction. The data suggest that in these conditions Hyd-3 with Hyd-4 are major Hyd enzymes responsible for H₂ at pH 6.5. But it is opposite at pH 7.5, where Hyd-3 only is major. It is assumed that low pH is inhibitory for growth of bacterial cells. The data are significance for biofuel, especially for biohydrogen production technology, when using mixture of different carbon sources.

Escherichia coli – acetate and glycerol fermentation – bacterial growth – hydrogenases – pH

E. coli-ն կարող է խմորել շաքարներ և / կամ գլիցերոլ H₂ արտադրելու համար: H₂ արտադրվում է չորս դարձելի [Ni-Fe] Հիդ ֆերմենտների միջոցով: Այս ուսումնասիրությունը նկարագրում է աճը և H₂ արտադրությունը քացախաթթվի (5 գ/լ) և գլիցերոլի (10 գ/լ) խառնուրդի օգտագործման ընթացքում աղիքային ցուպիկի վայրի տիպի և տարբեր Հիդ-ների գեներում առկա խախտումներով մուտանտներում տարբեր pH-ներում (7.5, 6.5):

Ցույց է տրվել, որ pH 7.5 և 6.5-ում վայրի տիպում H₂ առաջացել է մինչև ~168 ժ տևողությամբ: Հետաքրքիր է, որ *hyaB* և *hybC* մուտանտներն ունեցել են նույն արդյունքները pH 7.5 և 6.5-ում, և, հատկապես, H₂ արտադրվել է մինչև ~150 ժ: Սա երկար ժամանակ է՝ համեմատած միայն քացախաթթվի խմորման հետ:

Կարելի է եզրակացնել, որ բջիջների աճը և H₂ արտադրությունը կախված են արտաքին pH-ից և ածխածնի աղբյուրից: Մասնավորապես, Հիդ-1-ը և Հիդ-2-ն աշխատում են H₂ օքսիդացման ուղղությամբ, ի տարբերություն միայն գլիցերոլի խմորման, որտեղից ենթադրվում է, որ քացախաթթուն ազդում է Հիդ ֆերմենտների աշխատանքի վրա:

Ստացված տվյալները ցույց են տվել, որ այս պայմաններում և pH 6.5-ում H₂-ի համար պատասխանատու են Հիդ-3 և Հիդ-4 ֆերմենտները: Սակայն pH 7.5-ում, կարևոր է միայն Հիդ-3-ը: Պարզվեց, որ ցածր pH-ն ունի արգելակիչ ազդեցություն բակտերիաների բջիջների աճի վրա:

Ստացված արդյունքները կարևոր նշանակություն ունեն կենսավառելիքի, հատկապես կենսաջրածնի արտադրության տեխնոլոգիայի համար, երբ օգտագործվում են ածխածնի աղբյուրների տարբեր խառնուրդներ:

Escherichia coli – քաղախաթթվի և գլիցերոլի խմորում – բակտերիաների աճ – հիդրոգենազներ – pH

E. coli способна утилизировать сахара и/или глицерин для получения H₂. H₂ с помощью четырех обратимых ферментов [Ni-Fe] Гид. Это исследование описывает рост и производство H₂ в периодических культурах во время использования смеси ацетата (5 г/л) и глицерина (10 г/л) при различных pH (7,5; 6,5) у кишечной палочки дикого типа и у мутантов с дефектами в генах Гид.

Было определено, что при pH 7,5 и 6,5 у дикого штамма H₂ производилась в течение длительного времени до ~168 ч. Интересно, что у *hyaB* и *hybC* мутантов наблюдаются те же результаты при pH 7,5 и 6,5; особенно генерация H₂ до ~150 ч. Это длительный период по сравнению с отдельной ферментацией ацетата.

Было показано, что рост клеток и генерация H₂ зависят от внешнего pH и источника углерода. В частности, Гид-1 и Гид-2 работают в направлении окисления H₂ в отличие от ферментации глицерина. Предполагается, что ацетат влияет на работу Гид-ов. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в этих условиях Гид-3 с Гид-4 являются основными ферментами, ответственными за производство H₂ при pH 6,5, однако при pH 7,5 только Гид-3 ответствен за производство H₂.

Предполагается, что низкий pH является ингибитором для роста бактериальных клеток. Эти данные имеют большое значение для производства биотоплива, особенно для технологии производства биоводорода при использовании смеси различных источников углерода.

Escherichia coli – ферментация ацетата и глицерина – рост бактерий – гидрогеназы – pH

Renewable and sustainable biofuel production is an important goal: in particular molecular hydrogen, which is alternative, renewable and ecologically clean energy source [10]. *E. coli* is one of the best studied microorganisms for hydrogen production because genetic manipulation is developed, as well as, the biochemistry of many metabolic pathways for enhanced hydrogen production is understood [13]. *E. coli* produces hydrogen by dark fermentation under anaerobic conditions when no external electron acceptors are present [9]. This process is catalyzed by special membrane-associated enzymes named hydrogenases; *E. coli* has four membrane bound reversible [Ni-Fe] Hyd enzymes. Hyd-1 and Hyd-2 encoded by the *hya* and *hyb* operons, respectively, are mainly H₂ uptake enzymes [8]. Hyd-3 and Hyd-4 encoded by the *hyc* and *hyf* operons, respectively, are mainly H₂ producing enzymes and have similarities with each other [6]. In addition, it has been confirmed that the activity of Hyd enzymes depends on external pH [11], that is why were used different pHs. This is very important property for understanding the regulatory mechanism of enzyme activity and thus enhancing H₂ production.

It is well known that *E. coli* can ferment different carbon sources like sugars (glucose, lactose) acetate and glycerol, and the mixtures of which are available in many agricultural and industrial wastes [2]. As it is well known glycerol is main waste of biodiesel industry that is why it is very cheap source for producing H₂ compared to sugars. In 2006 it has been discovered that *E. coli* is able to produce H₂ from glycerol, when the fermentation is conducted at pH 6.3 [3].

Nowadays for enhancing H₂ production experiments are on-going to use different mixtures of carbon sources like sugars and glycerol as cheap carbon is present in the wastes. In the study is presented the relationship of four Hyd enzymes both with each

other and in the cycle of producing H_2 . Particularly, the role of acetate and glycerol on ORP kinetics and H_2 production was investigated in single *hyaB*, *hybC*, *hycE*, *hyfG* (lacking large subunits of Hyd-1, Hyd-2, Hyd-3, Hyd-4, respectively), double *hycE hyfB-R* (lacking large subunits of Hyd-3 and subunits of Hyd-4) and triple *hyaB hybC hycE* (lacking large subunits of Hyds 1-3) mutants during growth in bacterial culture at both alkaline and acidic pHs up to ~200 h.

Materials and methods.

1. Bacterial strains and growth conditions

E. coli BW25113 wild type and mutant strains with deletions in the genes coding subunits for different Hyd enzymes were used in the study. The strains used are listed in tab. 1.

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

Strains	Genotype	Absent hydrogenase subunit or related protein	References
BW25113	<i>lacI^f rrnB₇₁₄ ΔlacZ_{W116} hsdR514 ΔaraBAD_{AH33} Δrha BAD_{LD78}</i>	wild type	[15]
MC4100	<i>F-araD139 D (argF-lac)U169 l-rpsL150 relA1deoC1 flhD5301 D(fruK-yeiR)725(fruA25) rbsR22 D(fimBfimE)632 (::IS1)</i>	wild type	[1]
JW0955 Km ^{Ra}	BW 25113 <i>ΔhyaB</i>	large subunit of Hyd-1	[14]
JW2962 Km ^{Ra}	BW 25113 <i>ΔhybC</i>	large subunit of Hyd-2	[14]
JW 2691Km ^{Ra}	BW 25113 <i>ΔhycE</i>	large subunit of Hyd-3	[15]
JW2472 Km ^{Ra}	BW25113 <i>ΔhyfG</i>	large subunit of Hyd-4	[14]
JRG 3633	BW25113 <i>ΔhycE ΔhyfB-R</i> ;	large subunit of Hyd-3, subunits B-R of Hyd-4	[7]
BW25113 <i>ΔhyaB ΔhybC ΔhycE</i>	BW25113 <i>ΔhyaB ΔhybC ΔhycE</i>	large subunits of Hyd-1, Hyd-2 and Hyd-3	[4]
FTD147	MC4100 <i>ΔhyaB ΔhybC ΔhycE</i>	large subunits of Hyd-1, Hyd-2 and Hyd-3	[12]

^{Ra}resistant to kanamycin

Bacteria were grown anaerobically in batch for 18-22 h culture at 37°C. Bacteria from an overnight growth culture were added (1.5 %) into the fresh peptone medium containing 20 g/l peptone, 15 g/l K_2HPO_4 , 1.08 g/l KH_2PO_4 , 5 g/l NaCl (pH 7.5), 20 g/l peptone, 7.4 g/l K_2HPO_4 , 8.6 g/l KH_2PO_4 , 5 g/l NaCl (pH 6.5) and 20 g/l peptone, 1.08 g/l K_2HPO_4 , 15 g/l KH_2PO_4 , 5 g/l NaCl (pH 5.5) and added with acetate (2 g/l), and glycerol (10 g/l) as carbon sources. During bacterial growth DCCD (0.2 mM) was added, which is an inhibitor of the membrane-associated enzyme F_0F_1 -ATPase.

The medium pH was measured by a pH-meter (HI-3220, Hanna Instruments, Romania) using a glass body combination double-junction pH electrode and adjusted by 0.1 M NaOH or 0.1 N HCl.

The bacterial biomass growth was studied with the help of spectrophotometer (UV-VIS spectrophotometer, Cary 60, Agilent Technologies, USA) monitoring the OD readings of bacterial culture absorbance under 600 nm. The bacterial SGR (μ) stated, as lg2/doubling time, was calculated where the logarithm of OD was growing linearly with time.

2. The ORP and H_2 determination of during bacterial growth

ORP of bacterial suspension and H_2 production were measured using the glass body refillable ORP electrode Pt BNC (HI-3131, Hanna Instruments, Portugal). This electrode is sensitive to H_2 or O_2 , and its readings drop to negative values (> -400 mV) confirmed the H_2 formation in the medium under anaerobic conditions. ORP, pH and OD measurements were monitored during ~200 h.

During the growth of *E. coli* H_2 production was confirmed by the appearance of gas bubbles in the test tubes over the bacterial medium with the help Durham tubes, and it was verified by chemical reaction of $KMnO_4$ solution in H_2SO_4 with H_2 , as before [14].

3. Reagents and data processing

Acetate, glycerol, agar, peptone (Carl Roths GmbH, Germany) and other reagents of analytical grade were used in the study. Three independent experiments were done and the average data were calculated with the standard errors, and mention was only made for over 3 %. The validity of differences between experimental and control data was evaluated by Student's criteria (p) [5]; $p < 0.01$ or less if this is not represented, otherwise $p > 0.5$ if the difference was not valid.

Results and Discussion.

1. Growth and H₂ production of *E. coli* wild type and mutants with defects in Hyd-1 to 4 during mixed carbon fermentation in assays supplemented with acetate and glycerol at pH 7.5

In *E. coli* *hyaB* and *hycE* strains was the same SGR compared with wild type at pH 7.5 (fig. 1A). In *hycE hyfB-R* the SGR of bacterial cells was decreased ~1.2 fold, however in *hybC* and *hyfG* mutant strains the SGR was increased ~1.3 and ~1.2 fold, respectively, compared with wild type (fig. 1 A). It was determined the SGR in the presence of DCCD inhibitor, during which only in wild type was stimulated a little, but in all mutant strains the DCCD had an inhibitory effect. DCCD had high inhibitory effect in *hyaB*, *hybC* and *hyfG* single mutant strains ~1.4, ~1.3, ~1.5 fold, respectively (fig. 1 A). This can suggest that F₀F₁-ATPase has a role in bacterial growth at pH 7.5.

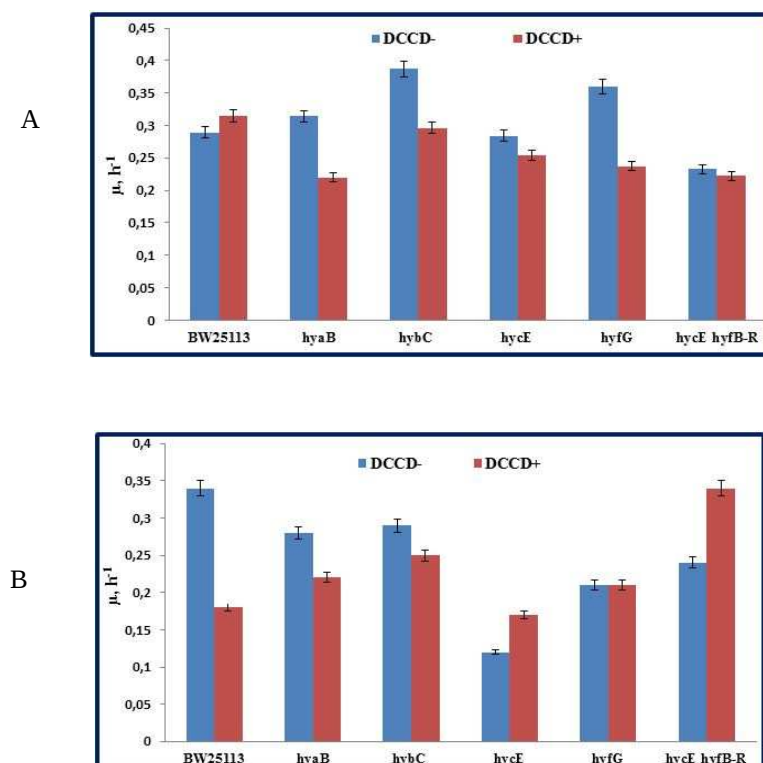
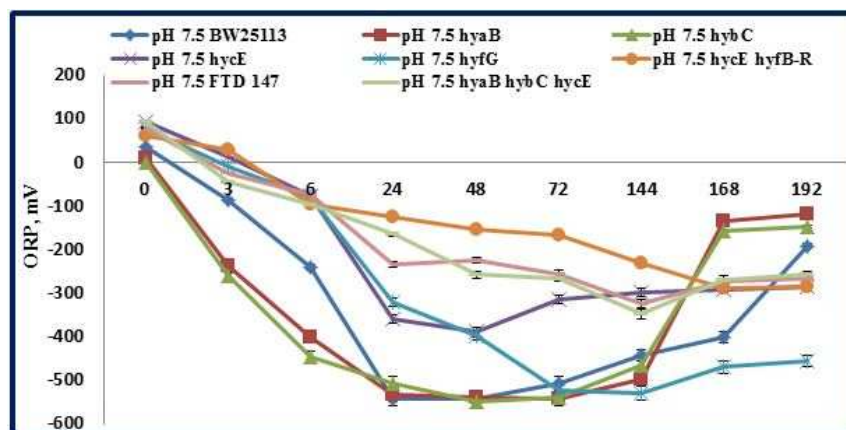
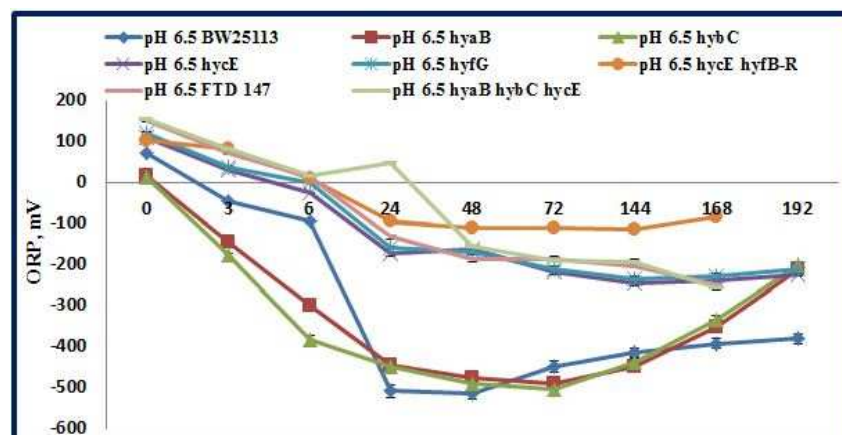


Fig. 1. Specific growth rate (μ) of *E. coli* BW25113 wild type and mutants with defects in Hyd-1 to Hyd-4 during mixed carbon fermentation in the assays supplemented with acetate and glycerol at pH 7.5 (A) and pH 6.5 (B). For mutant strains see tab.1.

It was determined that H_2 production was produced in *hyaB* and *hybC* single mutant strains from 6 h, however in wild type from 24 h (fig. 2 A). In *hyfG* mutant strain the H_2 production started from 48 h and lasted up to 200 h. It suggests that *hyfG* is the best mutant strain in this condition for H_2 production. However it was not detected in *hycE*, double and triple mutant strains suggesting that Hyd-3, but not Hyd-4, is responsible for H_2 production during fermentation of acetate and glycerol at pH 7.5 (fig. 2 A).



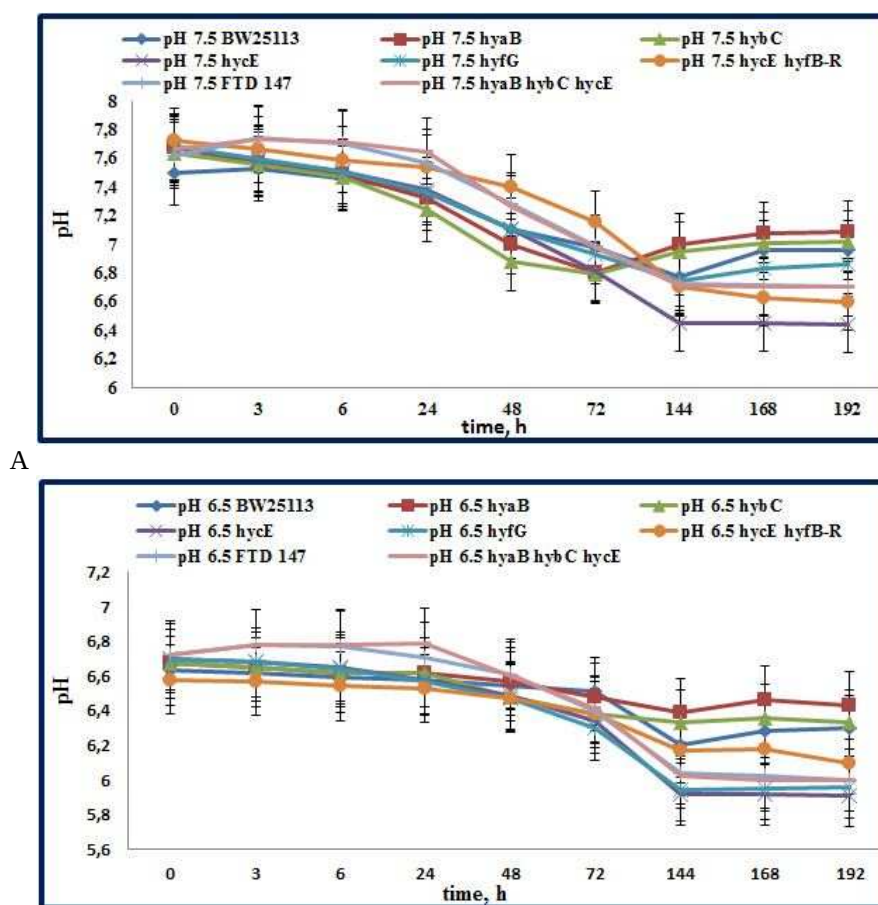
A



B

Fig. 2. The kinetics of ORP and H_2 production of *E. coli* BW25113 wild type and mutants with defects in Hyd-1 to Hyd-4 during mixed carbon fermentation in the assays supplemented with acetate and glycerol at pH 7.5 (A) and pH 6.5 (B). For mutant strains see tab. 1.

It was determined the external pH changes during growth at pH 7.5. In wild type, *hycE*, *hyfG*, double and triple mutant strains the pH was decreased by ~ 0.5 unit up to 144 h, after that it was constant (fig. 3 A). However, in *hyaB* and *hybC* mutant strains pH was decreased by ~ 0.7 unit up to 72 h and then it was increased up to 200h (fig. 3 A).



B

Fig. 3. The external pH changes of *E. coli* BW25113 wild type and mutants with defects in Hyd-1 to Hyd-4 During mixed carbon fermentation in the assays supplemented with acetate and glycerol at pH 7.5 (A) and pH 6.5 (B). For mutant strains see tab.1.

2. Growth and H₂ production of *E. coli* wild type and mutants with defects in Hyd-1 to 4 during mixed carbon fermentation in assays supplemented with acetate and glycerol at pH 6.5

The maximum SGR was determined in wild type, but in *hyaB*, *hybC*, *hyfG*, *hycE* *hyfB-R* mutants the SGR was decreased ~1.2, ~1.2, 1.6 and ~1.4 fold, respectively (fig. 1B). The SGR in *hycE* mutant strain was decreased ~2.8 fold, which suggests, that

Hyd-3 has an important role during acetate and glycerol fermentation at pH 6.5. DCCD had inhibitory effect on SGR in wild type, *hyaB* and *hybC* single mutants ~1.9, ~1.2 and ~1.2 fold, respectively. But SGR was stimulated ~1.4 fold in *hycE* and *hycE* *hyfB-R* mutants compared to wild type (fig. 1 B).

The H₂ production was determined in wild type from 24 h, but in *hyaB* and *hybC* mutant strains it was detected from 6 h, which suggests that the absence of Hyd-1 and Hyd-2 enzymes had negative effect on H₂ production generation time (fig. 2 B). It was not shown for *hycE* and *hyfG* mutant strains, which suggests that Hyd-3 and Hyd-4 are responsible for H₂ production at pH 6.5. The double and triple mutants clarified that Hyd-3 and Hyd-4 together are responsible for H₂ production (fig. 2 B).

pH monitoring was determined during growth of bacterial cells also at pH 6.5 (fig. 3 B). In all assays pH dropped by ~0.4 unit (fig. 3 B). Therefore acids were generated in the mediums.

At pH 5.5 no H₂ production was determined in all assays during acetate and glycerol utilization. It suggests that pH is important for H₂ production and pH 5.5 is not optimal condition during fermentation of mixture of acetate and glycerol.

In this study *E. coli* Hyd activity and H₂ production were studied at various pHs during mixed carbon (acetate and glycerol) fermentation. Different *E. coli* Hyd mutants were used during mixed carbon fermentation for discovering the role of Hyd enzymes in *E. coli* at various pHs. The results suggest that all Hyd enzymes can either work in H₂ uptake or producing directions depending on added carbon source and external pH. In this case mainly Hyd-3 is responsible for H₂ production at pH 6.5, but opposite effect at 7.5: Hyd-3 with Hyd-4 are major Hyd enzymes responsible for H₂. H₂ was produced earlier and SGR was higher mainly in *hybC* mutant strain. No any effect was observed in all strains at pH 5.5 (the data are not present). It seems that growth of bacterial cells was inhibited at low pHs.

In *hyaB* or *hybC* mutants H₂ production was detected earlier than in wild type at pH 7.5. But at pH 6.5 only in *hybC* mutant earlier H₂ production was detected suggesting important role of Hyd-2 under these conditions. In *hyfG* mutant strain the H₂ production started from 48 h, but was not detected in *hycE*, double and triple mutant strains at pH 7.5. These results indicate that Hyd-3, but no Hyd-4, is responsible for H₂ production during fermentation of acetate and glycerol at pH 7.5. Moreover, the data suggest that for H₂ production Hyd-3 and Hyd-4 are together responsible at pH 6.5.

The data are significant in biofuel production technology, especially for H₂ production using bacteria when applying mixture of carbon sources.

Abbreviations

ATPase- Adenosinetriphosphatase

DCCD- *N,N'*-dicyclohexylcarbodiimide

E. coli- *Escherichia coli*

H₂- molecular hydrogen

Hyd- hydrogenase

OD- optical density

ORP- oxidation-reduction potential

SGR- specific growth rate

Acknowledgements

The author wants to thank Dr. K. Trchounian for supervision, helpful advices and valuable discussions in this work.

The author thanks Prof. T.K. Wood (Pennsylvania State University, University Park, PA, USA), and Prof. R.G. Sawers (Martin Luther University of Halle-Wittenberg, Halle, Germany) for supplying *E. coli* mutants.

Thanks to H. Gevorgyan for helping in some measurements.

REFERENCES

1. Bagramyan K., Mnatsakanyan N., Poladyan A., Vassilian A., Trchounian A. The roles of hydrogenases 3 and 4, and the F₀F₁-ATPase, in H₂ production by *Escherichia coli* at alkaline and acidic pH. FEBS Lett., 516, 172-8, 2002.
2. Chatellard L., Marone A., Carrere H., Trably E. Trends and Challenges in Biohydrogen Production from Agricultural Waste. Biohydrogen Production: Sustainability of Current Technology and Future Perspective. Springer India. 69-95, 2017.

3. Dharmadi Y., Murarka A., Gonzalez R. Anaerobic fermentation of glycerol by *Escherichia coli*. A new platform for metabolic engineering. *Biotech. Bioeng.* 94:821-9, 2006.
4. Maeda T., Sanchez-Torres V., Wood T.K. Enhanced hydrogen production from glucose by metabolically engineered *Escherichia coli*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 77, 879-890, 2007.
5. Mirzoyan S., Romero-Pareja P.M., Coello M.D., Trchounian A., Trchounian K. Evidence for hydrogenase-4 catalyzed biohydrogen production in *Escherichia coli*. *Int. J. Hydrogen Energy*, 42, 21697-703, 2017.
6. Mirzoyan S., Trchounian A., Trchounian K. Role of hydrogenases 3 and 4 in *Escherichia coli* growth and H₂ producing hydrogenase activity during anaerobic utilization of lactose. *Int. J. Hydrogen Energy*, 43, 18151-59, 2018.
7. Mnatsakanyan N., Vassilian A., Navasardyan L., Bagramyan K., Trchounian A. Regulation of *Escherichia coli* formate hydrogenlyase activity by formate at alkaline pH. *Curr. Microbiol.* 45, 281-6, 2002.
8. Poladyan A., Trchounian K., Sawers R.G., Trchounian A. Hydrogen-oxidizing hydrogenases 1 and 2 of *Escherichia coli* regulate the onset of hydrogen evolution and ATPase activity, respectively, during glucose fermentation at alkaline pH. *FEMS Microbiol. Lett.*, 348, 143-8, 2013.
9. Sawers R.G. Formate and its role in hydrogen production in *Escherichia coli*. *Biochemical Society Transactions*, 33, 42-46, 2005.
10. 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, 103-13, 2015.
11. Trchounian K., Mirzoyan S., Poladyan A., Trchounian A. Hydrogen production by *Escherichia coli* growing in different nutrient media with glycerol: Effects of formate, pH, production kinetics and hydrogenases involved. *Int. J. Hydrogen Energy*, 42, 24026-34, 2017.
12. Trchounian K., Pinske C., Sawers G., Trchounian A. Characterization of *Escherichia coli* [NiFe]-hydrogenase distribution during fermentative growth at different pHs. *Cell Biochem. Biophys.*, 62, 433-40, 2012.
13. Trchounian K., Sawers R.G., Trchounian A. Improving biohydrogen productivity by microbial dark- and photofermentations: novel data and future approaches. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 80, 1201-16, 2017.
14. Trchounian K., Trchounian A. *Escherichia coli* hydrogenase 4 (*hyf*) and hydrogenase 2 (*hyb*) contribution in H₂ production during mixed carbon (glucose and glycerol) fermentation at pH 7.5 and pH 5.5. *Int. J. Hydrogen Energy*, 38, 3921-9, 2013.
15. Trchounian K., Trchounian A. Hydrogenase 2 is most and hydrogenase 1 is less responsible for H₂ production by *Escherichia coli* under glycerol fermentation at neutral and slightly alkaline pH. *Int. J. Hydrogen Energy*, 34, 8839-45, 2009.

Received on 13.05.2019

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

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

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

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

Հրատ. պատվեր՝ 952
Ստորագրված է տպագրության՝ 24.06.2019:
Թուղթը՝ օֆսեթ. № 1:
4,75 տպ.մամուլ: Տպաքանակ՝ 150:
ՀՀ ԱԱ «Գիտություն» հրատարակչության տպարան:
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ. 24: