



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

2017

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

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

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

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻԱ

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

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԽՈՐՀՈՒՐԴ

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

THE EDITORIAL BOARD

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

THE EDITORIAL COUNCIL

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

•Փորձարարական և տեսական հոդվածներ•

Հակոբյան Ս.Ն., Շահինյան Մ.Ա., Բաբայան Յ.Ս. Նուկլեինաթթուների հետ լիզանդների կապման հաստատունի որոշումը թույլ կապման դեպքում.....	6
Բաբիկյան Դ.Թ. Բարձր թույլատրելիության հալման կորի վերլուծությունը որպես խոշոր գետերի սկրինինգի բարձրարդյունավետ մեթոդ.....	13
Գալստյան Մ.Հ., Մկրտչյան Ն.Հ. Կենսահումուսի, հակաբյոցի պարարտանյութերի և փոշոտման ազդեցությունը հատիկաբնոցող բույսերի էկոլոգիական ֆունկցիայի վրա ՀՀ Կոտայքի մարզի բնական էկոհամակարգերում և ագրոցենոզներում.....	19
Ադամյան Ծ.Ի., Մինասյան Ս.Ս., Կարապետյան Հ.Մ., Գևորգյան Է.Ս., Սարգսյան Ն.Վ., Ասատրյան Ս.Լ. Մեդրախոտի (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni) էրիթրոպոեզ խթանող ազդեցությունը իմոբիլիզացիոն սթրեսի պայմաններում.....	23
Պառալյան Զ.Մ. Մացառային ծաղման <i>Ailanthus altissima</i> և <i>Robinia pseudoacacia</i> ինվազիվ ծառատեսակների ֆիզիոլոգիական որոշ առանձնահատկությունները Երևանի կանաչ տնկարկներում.....	30
Ղալաչյան Լ.Ս., Թադևոսյան Ա.Հ. Ռադիոնուկլիդների կուտակման առանձնահատկությունները բանջարային մշակաբույսերում Հայկական ԱԷԿ-ի գոտում.....	34
Սավիլով Դ.Ն. Հիպերբարիկ օբսիդենացման ազդեցությունը փայծաղում ազոտային նյութափոխանակության վրա յարդի ռեգենցիայի ժամանակ քրոնիկ տետրաբլոմբեանային հեպատիտի դեպքում.....	39
Անանյան Վ.Յու., Պիպոյան Ս.Խ. Հայաստանի ճպուռների (<i>Odonata, insecta</i>) հայերեն անվանումները.....	47
Աչոյան Ա.Լ. Հայաստանում աճող <i>Scilla</i> ցեղի որոշ տեսակների ծաղկասլաքների անատոմիական կառուցվածքը.....	52
Թերլեմեզյան Հ.Լ., Հարությունյան Հ.Ռ. Տանձենու ֆիտոֆագերի տեսակային կազմը Արարատի մարզի պայմաններում.....	57
Սահակյան Ն.Ա., Շողերյան Ս.Ա., Սիմոնյան Լ.Յու., Ավանեսյան Լ.Գ. Տաուրինի ազդեցությունը սրտային ռիթմի փոփոխականության և մակերիկամների, յարդի կառուցվածքային ու ֆունկցիոնալ փոփոխությունների վրա իմոբիլիզացիոն սթրեսի պայմաններում.....	61
Խաչատրյան Ն.Խ., Վարդանյան Ա.Գ., Թառոյան Ս.Բ., Խաչատրյան Հ.Ս., Քամայան Ռ.Գ. Էթանոլամին-օ-սուլֆատի ազդեցությունը նյարդաակտիվ ամինաթթուների պարունակության վրա առնետի օրգաններում նորմալում և փորձարարական ալոբեանային դիաբետի ժամանակ.....	68
Միրզոյան Վ.Ս., Անիսյան Ռ.Ն., Կարապետյան Տ.Դ., Ստեփանյան Ա.Ս. Տոպագի և կոնֆիդորի ազդեցությունը ծիրանենու աճման գործընթացների վրա և ֆենոլային միացությունների պարունակությունը տերևներում և պտուղներում.....	73
Հովսեփյան Լ.Ս., Առաքելյան Ա. Ա., Մալաթյան Մ.Գ., Ղազարյան Գ.Ս., Չանգինյան Հ.Վ. Ազատ ռադիկալային գործընթացների ուսումնասիրությունը օխրատոբսիկոլ առաջացող միկոտոբսիկոզի և բուժման ժամանակ.....	80
Նիկոյան Ա.Ա., Թումանյան Լ.Ռ., Սարգսյան Ս.Հ. Կենսաքիմիական և էլեկտրաֆիզիոլոգիական փոփոխությունները առնետների ուղեղի տարբեր հատվածներում աջակողմյան լաբիրինթէկտոմիային հաջորդող նեյրառեգեներատիվ շրջանում.....	84
Հայրապետյան Ա.Ս., Ֆայվուշ Գ.Մ., Մուրադյան Ա.Գ. Հազվագյուտ էնդեմիկ բուսատեսակների ներկայացվածությունը ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտի հերբարիումում (ERE). Մաս III. Տվյալներ առանձին տեսակների վերաբերյալ (<i>Brassicaceae – Colchicaceae</i> ընտ.).....	90
Մուխանյան Ժ.Հ. Ցորենի ծիլերի որոշ մորֆոմետրիկ ցուցանիշների փոփոխությունը ԾԲՀ ԷՄՃ ազդեցությամբ.....	96
Խաչատրյան Ն.Ս., Տիրունի Ֆ.Ն., Բալաբեկյան Ծ.Ռ., Վերդյան Ա.Ա. Որոշ միցելիալ սնկերի աճի ճնշումը հակամանրէային կենսապատրաստուկներով.....	102
Գուրալ-Սվերլովա Ն.Վ., Ամիրյան Ա.Լ., Գուրալ Ռ.Ի. <i>Harmozica zangezura</i> sp. nov. (Pulmonata, Hygromiidae) ցամաքային փափկամարմնի նոր տեսակ Հարավային Հայաստանից, Կովկասյան <i>Harmozica</i> Lindholm, 1927 ցեղի տեսակների որոշիչ բանալիներով.....	107

• Համառոտ հաղորդումներ •

Թռչունյան Ա.Հ. Ավանու գիտական-կենսաբանը և գիտության մեծ կազմակերպիչը (Նորայր Մարտիրոսի Սիսակյանի ծննդյան 110-ամյակի առթիվ)	113
--	-----

СОДЕРЖАНИЕ

•Экспериментальные и теоретические статьи•

<i>Акопян С.Н., Шагинян М.А., Бабаян Ю.С.</i> Определение константы связывания лигандов с нуклеиновыми кислотами при слабом связывании.....	6
<i>Бабибян Д.Т.</i> Анализ кривой плавления с высокой разрешающей способностью как высокопроизводительный скрининговый метод для исследования генов больших размеров.....	13
<i>Галстян М.А., Мкртчян Н.А.</i> Влияние биогумуса, минеральных удобрений и пчелоопыления на экологическую функцию бобовых в природных экосистемах и агроценозах Котайкской области Республики Армения.....	19
<i>Адамян Ц.И., Минасян С.М., Карапетян А.М., Геворкян Э.С., Саркисян Н.В., Асатрян С.Л.</i> Стимулирующее эритропоэз влияние стевии (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni) при иммобилизационном стрессе.....	23
<i>Паравян З.М.</i> Физиологические особенности инвазивных видов порослевого происхождения <i>Ailanthus altissima</i> и <i>Robinia pseudoacacia</i> в зеленых насаждениях Еревана.....	30
<i>Калачян Л. М., Тадевосян А.О.</i> Особенности накопления радионуклидов в овощных культурах в зоне Армянской АЭС.....	34
<i>Савилов П.Н.</i> Влияние гипербарической оксигенации на азотистый метаболизм в селезенке при резекции печени на фоне хронического тетрахлорметанового гепатита.....	39
<i>Ананян В.Ю., Пипоян С.Х.</i> Армянские названия стрекоз (Odonata, insecta) Армении.....	47
<i>Ачоян А.Л.</i> Анатомическое строение цветоносов некоторых видов рода <i>Scilla</i> , произрастающих в Армении.....	52
<i>Терлемезян Г.Л., Арутюнян А.Р.</i> Видовой состав фитофагов груши в условиях марза Арагат.....	57
<i>Саакян Н.А., Шогерян С.А., Симонян Л.Ю., Аванесян Л.Г.</i> Влияние таурина на вариабельность сердечного ритма и структурно-функциональные изменения печени и надпочечников при иммобилизационном стрессе.....	61
<i>Хачатрян Н.Х., Варданян А.Г., Тароян С.К., Хачатрян Р.С., Камалян Р.Г.</i> Влияние этаноламин-о-сульфата на содержание нейроактивных аминокислот в органах крыс в норме и при экспериментальном аллоксановом диабете.....	68
<i>Мирзоян В.С., Анисян Р.М., Карапетян Т.Д., Степанян А.С.</i> Действие топаза и конфидора на ростовые процессы абрикоса и содержание фенольных соединений в листьях и плодах.....	73
<i>Овсепян Л.М., Аракелян А.А., Малакян М.Г., Казарян Г.С., Зангинян А.В.</i> Исследование свободнорадикальных процессов при микотоксикозе, вызванном введением охратоксина и при лечении.....	80
<i>Никоян А.А., Туманян Л.Р., Саркисян С.Г.</i> Биохимические и электрофизиологические изменения в разных отделах мозга крыс в нейрорегенеративный период после правосторонней лабиринтэктомии.....	84
<i>Айрапетян А.М., Файвуш Г.М., Мурадян А.Г.</i> Представленность редких эндемичных видов растений Армении в гербарии Института ботаники НАН РА (ERE). Часть III. Информация по отдельным видам (сем. <i>Brassicaceae</i> – <i>Colchicaceae</i>).....	90
<i>Мухаелян Ж.Г.</i> Изменение некоторых морфометрических показателей проростков пшеницы, облученных ЭМИ КВЧ- диапазона.....	96
<i>Хачатурян Н.С., Тхруни Ф.Н., Балабекян Ц.Р., Вердян А.А.</i> Подавление роста некоторых мицелиальных грибов антимикробными биопрепаратами.....	102
<i>Гураль-Сверлова Н.В., Амирмян Л., Гураль Р.И.</i> Новый вид наземных моллюсков из Южной Армении <i>Harmozica zangezurica</i> sp. nov. (Pulmonata, Hygromiidae) с ключом для определения Кавказских видов рода <i>Harmozica</i> Lindholm, 1927.....	107

•Краткие сообщения•

<i>Трчунян А.А.</i> Выдающийся ученый-биолог и крупный организатор науки (к 110-летию со дня рождения Норайра Мартиросовича Сисакяна)	113
---	-----

CONTENTS

•Experimental and theoretical articles•

<i>Hakobyan S.N., Shahinyan M.A., Babayan Y.S.</i> Determination of binding constant of ligands with nucleic acids at weak binding.....	6
<i>Babikyan D.T.</i> High-resolution melt curve analysis as a high-throughput screening method of large genes.....	13
<i>Galstyan M.A., Mkrtchyan N.H.</i> Effect of biohumus, mineral fertilization and bee-pollination on the ecological function of legumes in natural ecosystems and agrocyanosis of Kotayk region of the Republic of Armenia.....	19
<i>Adamyany Ts.I., Minasyn S.M., Karapetyan H.M., Gevorgyan E.S., Sargsyan N.V., Asatryan S.L.</i> Erythropoiesis stimulating effect of stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni) in immobilization stress conditions.....	23
<i>Paravyan Z.M.</i> Physiological peculiarities of Yerevan green plantations <i>ailanthus altissima</i> and <i>robinia pseudoacacia</i> invasive species in terms of scrub growth.....	30
<i>Ghalachyan L.M., Tadevosyan A.H.</i> Peculiarities of accumulation of radionuclides in vegetable crops in the Armenian NPP zone.....	34
<i>Savilov P.N.</i> The effect of hyperbaric oxygenation on nitrogen metabolism in the spleen after liver resection on the background of chronic hepatitis tetrachlormethane.....	39
<i>Ananyan V.Yu., Pipoyan S.Kh.</i> Armenian common names of the dragonflies (Odonata, insecta) of Armenia.....	47
<i>Achoyan A.L.</i> The scape anatomy of some <i>Scilla</i> species growing in Armenia.....	52
<i>Terlemezyan H.L., Harutunyan H.R.</i> Species composition of pear phytophages in Ararat marz.....	57
<i>Saakyan N.A., Shogheryan S.A., Simonyan L.Yu., Avanesyan L.G.</i> Effect of taurine on heart rate variability, structural and functional changes of the liver and adrenal glands during immobilization stress.....	61
<i>Khachatryan N.Kh., Vardanyan A.G., Taroyan S.Q., Khachatryan H.S., Qamalyan R.G.</i> The influence of ethanolamine-o-sulphate on neuroactive amino acids content in the rat organs in norm and in a case of experimental alloxan diabetes.....	68
<i>Mirzoyan V.S., Anissyan R.M., Karapetian T.D., Stepanyan A.S.</i> Influence of topaz and confidor on the growth processes of apricot trees and content of phenolic compounds in the leaves and fruits.....	73
<i>Hovsepyan L.M., Arakelyan A.A., Malakyan M.M., Kazaryan G.S., Zanginyan A.W.</i> The study of free radical processes in mycotoxicosis induced by ochratoxin and administration in the treatment.....	80
<i>Nikoyan A.A., Tumanyan L.R., Sargsyan S.H.</i> Biochemical and electrophysiological changes in different parts of rat brain in neuroregenerative period after labirinthectomy.....	84
<i>Hayrapetyan A.M., Fayvush G.M., Muradyan A.G.</i> Representativeness of rare endemic plant species in the herbarium of the Institute of Botany NAS RA (ERE). Part III. Information on some species (fam. <i>Brassicaceae</i> – <i>Colchicaceae</i>)	90
<i>Mukhaelyan Zn. H.</i> The change of some morphometrical parameters of wheat seedlings by exposure to EMI EHF.....	96
<i>Khachatryan N.S., Tkhruni F.N., Balabekyan T.S.R., Verdyan A.A.</i> Growth inhibition of some mycelial fungi by antimicrobial biopreparations.....	102
<i>Gural-Sverlova N.V., Amiryany A.L., Gural R.I.</i> A new species of land molluscs from Southern Armenia <i>Harmozica zangezura</i> sp. nov. (Pulmonata, Hygromiidae), with a key to Caucasian species <i>Harmozica</i> Lindholm, 1927.....	107

• Short communications •

<i>Trchounian A.H.</i> Outstanding scientist-biologist and big organizer of science (The 110-th anniversary of Norair Sisakyan)	113
---	-----



Биолог. журн. Армении, 1 (69), 2017

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТЫ СВЯЗЫВАНИЯ ЛИГАНДОВ С НУКЛЕИНОВЫМИ КИСЛОТАМИ ПРИ СЛАБОМ СВЯЗЫВАНИИ

¹Տ.Ն. ԱԿՕՍՅԱՆ, ²Մ.Ա. ՏԱԳԻՆՅԱՆ, ³Յ.Տ. ԲԱԲԱՅԱՆ

¹Армянский госуниверситет инженерии, кафедра механической инженерии,

²Ереванский госуниверситет, кафедра биофизики,

³Национальный университет архитектуры и строительства Армении,
кафедра физики и электротехники,

babayanyura@gmail.com

Показано, что вычисление значений константы связывания из изотерм связывания по методу Скэтчарда является довольно трудной задачей, так как для ее определения необходимо знать физические характеристики полностью связанного состояния. Предложена формула, с помощью которой можно определить константу связывания, имея несколько измерений при малых концентрациях лигандов.

*Полинуклеотид – бромистый этидий – митоксантрон – изотерма связывания –
константа связывания*

Ցույց է տրվել, որ կապման հաստատունի արժեքների հաշվարկը Սկետչարդի մեթոդով կապման կորերից բավականին բարդ խնդիր է, քանի որ դրա որոշման համար անհրաժեշտ է իմանալ ամբողջությամբ կապված վիճակի ֆիզիկական բնութագրիչները: Առաջարկված է բանաձև, որի օգնությամբ կարելի է որոշել կապման հաստատունը՝ ունենալով մի քանի չափումներ լիգանդների փոքր կոնցենտրացիաների դեպքում:

*Պոլինուկլեոտիդ – էթիդիումի բրոմիդ – միտոքսանտրոն – կապման կոր –
կապման հաստատուն*

It was shown that calculation of values of the binding constant from the binding isotherms by Scatchard's method is quite a hard task, since physical characteristics of the totally bound state should be known for its determination. A formula was suggested which will make it possible to determine the binding constant, having several measurements at small concentrations of ligands.

Polynucleotide – ethidium bromide – mitoxantrone – binding isotherm – binding constant

При функционировании клетки молекулы нуклеиновых кислот (НК) взаимодействуют с различными низкомолекулярными соединениями. Многие из них представляют из себя лекарственные препараты, канцерогенные и мутагенные вещества и т.д. Поскольку НК играют ключевую роль в процессах, происходящих в клетке, их модификация при связывании с этими соединениями оказывает сильное влияние на клеточный метаболизм, замедляя или ускоряя биохимические процессы в клетках, а в некоторых случаях и прекращая их рост [6, 16].

Биохимические исследования показали, что большинство противоопухолевых лекарственных соединений, проникая в клетку, взаимодействуют с НК [9, 10]. Связывание с клеточной ДНК является главной причиной их фармакологической активности [7, 9, 17]. Связывание нековалентно взаимодействующих с ДНК лигандов обычно обратимо и может быть описано в рамках классической термодинамики. В подавляющем большинстве случаев адсорбированная молекула не диффундирует по поверхности ДНК. Важными параметрами связывания являются константа связывания (K) и число нуклеотидов НК (n), с которыми связывается одна молекула лиганда при насыщении взаимодействия. Параметры связывания обычно определяют из анализа изотерм адсорбции [1, 11]. Для построения изотерм связывания из кривых титрования по формулам (1) определяют концентрации свободного (C_f) и связанного (C_b) лигандов

$$C_f = \frac{A - A_b}{A_f - A_b} C_0 \quad \text{и} \quad C_b = C_0 - C_f \quad (1)$$

В формуле (1) A_f и A_b - физические характеристики свободного и связанного лиганда, A - при промежуточных концентрациях лиганда.

Однако очень часто из-за слабого связывания лигандов с НК невозможно точно определить A_b , и поэтому на основе формул (1) построенная изотерма адсорбции получается приближенной, и из общепринятого представления изотерм адсорбции [1] можно определить лишь приближенные значения K и n .

Поэтому в данной работе на примере исследований связывания бромистого этидия и митоксантрона с двуспиральными нуклеиновыми кислотами предлагается новый метод обработки спектроскопических кривых титрования и определения константы связывания.

Материал и методика. Использовали ДНК тимуса теленка, poly(G), poly(C), митоксантрон (MX) и бромистый этидий (БЭ). Все препараты из фирмы "Sigma" использовались без дополнительной очистки. Измерения проводили в водном растворе, содержащем 0.01 М буфер Трис и 0.1 М NaCl, pH 7.4.

Концентрация препаратов была определена с использованием следующих коэффициентов экстинкции ($M^{-1}cm^{-1}$): ДНК тимуса теленка ($\epsilon_{260}(p) = 6550$), poly(C) ($\epsilon_{260}(p) = 5100$), poly(G) ($\epsilon_{260}(p) = 9900$), poly(G)poly(C) ($\epsilon_{260}(p) = 7900$), MX ($\epsilon_{659} = 21500$) [15], и БЭ ($\epsilon_{480} = 5850$) [1]. Двуспиральный полирибонуклеотид poly(G)poly(C) был приготовлен нагреванием раствора смеси poly(G) и poly(C) в эквимольных количествах [1].

Спектрофотометрическое титрование проводили на спектрофотометрах PYE Unicam-SP8-100 (Англия) и "Cary-219" (США), термостатирование - с использованием термостата "Haake-F3" (Италия). Измерения проводили с использованием 10 мм кварцевых кювет с плотно закрывающимися крышками. Для спектрофотометрического титрования концентрации БЭ брали приблизительно $C_0 \approx 10^{-4}$ М, а концентрации MX - $C_0 \approx 3 \cdot 10^{-6}$ М. В работах было показано, что в указанных концентрациях БЭ [15] и MX [8] самопроизвольными ассоциациями молекул БЭ и MX можно пренебречь.

Результаты и обсуждение. Взаимодействие БЭ и MX с двуспиральными ДНК и полирибонуклеотидом исследовалось по характеру изменения спектров поглощения лигандов в видимой области спектра, вследствие связывания с НК. Следует отметить, что в видимой области спектра НК не поглощает, и следовательно, изменение спектров поглощения их обусловлено только комплексообразованием с НК. Как следует из рис. 1, при постоянной концентрации MX с увеличением содержания ДНК в растворе наблюдается гипохромизм и смещение максимума поглощения при 665 нм в сторону длинных волн. При этом на спектрах имеется четко выраженная изобестическая точка при 676 нм. Следовательно, в исследуемых условиях (при

ионной силе 0.11 М NaCl и температуре 300 К) МХ взаимодействует с ДНК одним, вполне возможно, полуинтеркаляционным способом [4, 5, 12].

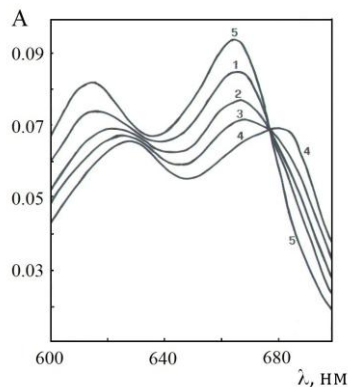


Рис.1. Изменение спектров поглощения МХ при связывании с ДНК тимуса теленка в буфере при 300 К температуре. В процессе титрования концентрация МХ остается постоянной ($c_0 = 3 \cdot 10^{-6}$ М). Концентрация ДНК в расчете на пару оснований равна: $c_p = 1.35 \cdot 10^{-5}$ М (1); $2.85 \cdot 10^{-5}$ М (2); $4.5 \cdot 10^{-5}$ М (3) и $1.1 \cdot 10^{-5}$ (4); 5 – спектр поглощения чистого МХ.

При некоторых значениях C_p/C_0 (где C_p – концентрация нуклеотидов и C_0 – концентрация лиганда (в данном случае МХ в растворе) с увеличением C_p прекращается дальнейшее изменение спектров поглощения (рис.1). Следовательно, при таких относительных концентрациях МХ все молекулы лигандов в растворе находятся в связанном состоянии, и поглощение при 665 нм представляет значение A_b . Обычно это происходит, когда концентрация НК приблизительно на порядок больше концентрации лигандов.

Опыты показывают, что для некоторых комплексов, например, при связывании БЭ с синтетической полирибонуклеотидой poly(G)poly(C) при концентрациях полирибонуклеотида на порядок больше концентрации БЭ только часть молекул БЭ находятся в связанном состоянии. С увеличением концентрации БЭ при неизменной изобестической точке при 514 и 398 нм наблюдается монотонное уменьшение поглощения (красный сдвиг) с максимумом 480 нм (рис.2) и связывание практически завершается, когда концентрация poly(G)poly(C) на два и более порядка больше концентрации БЭ, т.е. при большом избытке poly(G)poly(C) в растворе [1]. В таких случаях для количественного описания связывания БЭ с poly(G)poly(C) можно при помощи линейной экстраполяции определить поглощение БЭ при 480 нм, и это значение брать как поглощение БЭ в полностью связанном состоянии (A_b) и при помощи формулы (1) вычислить C_b и C_f .

Связывание лигандов с НК характеризуется нелинейной изотермой адсорбции, которая хорошо описывается теоретической зависимостью (2) для некооперативного связывания лигандов на гомополимере [13]

$$\frac{r}{c_f} = k(1 - nr) \left[\frac{1 - nr}{1 - (n - 1)r} \right]^{n-1}, \quad (2)$$

где $r = \frac{C_b}{C_p}$.

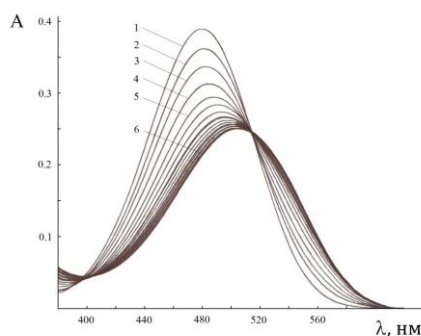


Рис.2. Изменение спектров поглощения БЭ при связывании с poly(G)poly(C) в буфере при температуре 300 К. Концентрация poly(G)poly(C) в растворе составляла: $c_p=2 \cdot 10^{-5}$ М (2); $4 \cdot 10^{-5}$ М (3); $6 \cdot 10^{-5}$ М (4); $7.9 \cdot 10^{-5}$ М (5) и $3.2 \cdot 10^{-3}$ М (6). В процессе титрования концентрация БЭ остается постоянной ($c_0=6.5 \cdot 10^{-5}$ М). 1 – спектр поглощения БЭ в отсутствие poly(G)poly(C).

Обычно изотерму связывания представляют в координатах Скетчарда (зависимость $\frac{r}{c_f}$ от r). Расчёты показывают, что при таком слабом связывании,

как связывание БЭ с poly(G)poly(C), пользоваться общепринятым представлением изотерм адсорбции недостаточно, так как невозможно получить точное значение физических характеристик полностью связанного состояния лигандов и, следовательно, вычислить точное значение константы связывания.

Следовательно, при слабом связывании, когда экспериментально невозможно вычислить физические характеристики полностью связанного состояния комплексов лиганд.НК из общепринятых представлений изотерм связывания К определяется большой ошибкой.

Для более точного определения К предлагается следующий способ. При малых заполнениях (при малых значениях r) $nr \ll 1$ и упрощая уравнение (2) получаем:

$$\frac{r}{c_f} \approx k \text{ или } \frac{c_b}{c_f c_p} \approx k \quad (3)$$

Так как $C_0 = C_f + C_b$, то уравнение (3) примет следующий вид

$$\frac{c_b}{c_0} \approx \frac{k c_p}{1 + k c_p} \quad (4)$$

Предположим, что связывание лигандов исследуем спектрофотометрически. Тогда относительную интенсивность поглощения лигандов при образовании комплексов с НК – A_0/A (где A – поглощение раствора при наличии НК, а A_0 – поглощение чистого раствора лиганда) можно представить следующим образом:

$$\frac{A_0}{A} = \frac{c_f}{c_0} + \alpha \frac{c_b}{c_0} = 1 + (\alpha - 1) \frac{c_b}{c_0}, \quad (5)$$

где α – отношение оптической плотности молекул БЭ в свободном и связанном состояниях. Из уравнений (4) и (5) после преобразования получаем

$$\frac{A}{A_0 - A} \approx \frac{1}{\alpha - 1} + \frac{1}{k(\alpha - 1)} \frac{1}{c_p} \quad (6)$$

Как следует из уравнения (6), зависимость $\frac{A}{A_0 - A}$ от $\frac{1}{c_p}$ должна быть приблизительно линейной, и из этой зависимости можно определить k . Из спектров поглощения, в частности, приведенных на рис.1 и 2, определены относительные изменения поглощения $(\frac{A_0}{A})$ комплексов МХ·ДНК, БЭ·poly(G)poly(C) и МХ·poly(G)poly(C) и построена зависимость $\frac{A_0}{A}$ от c_p (рис3). На рис. 3 не приведена указанная зависимость для комплексов БЭ·ДНК, так как интеркаляционное связывание БЭ с ДНК довольно сильное и подробно исследовано многими авторами [14,18]. В этих работах показано, что сильное интеркаляционное связывание БЭ с ДНК характеризуется константой связывания порядка 10^6M^{-1} . Известно, что крутизна кривой зависимости $\frac{A_0}{A}$ от C_p зависит от k : с увеличением k увеличивается крутизна кривой. Из литературных данных следует, что для комплексообразования МХ·ДНК $k \approx 5.2 \cdot 10^5 \text{M}^{-1}$ [2], для МХ·poly(G)poly(C) $k \approx 5.7 \cdot 10^4 \text{M}^{-1}$ [3], а для БЭ·poly(G)poly(C) вычисленное приблизительное значение составляет $k \approx 10^3 \text{M}^{-1}$ [1]. Приведенные литературные значения k согласуются с нашими данными, приведенными на рис. 3.

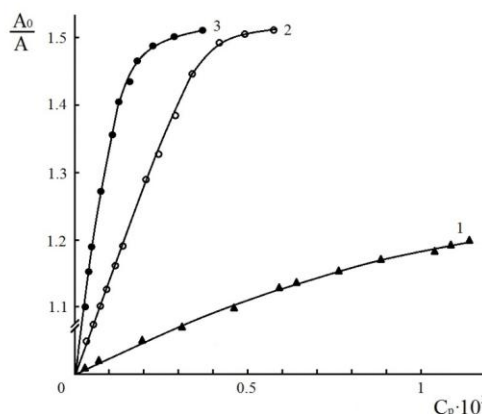


Рис.3. Зависимость относительного изменения поглощения (A_0/A) от концентрации НК в расчете на пару оснований (c_p) для комплексов poly(G)poly(C)·БЭ (1); poly(G)poly(C)·МХ (2) и ДНК·МХ (3) в буфере при температуре 300 К.

Из экспериментальных данных (в частности, из спектров поглощения, приведенных на рис. 1 и 2) была построена зависимость $\frac{A}{A_0 - A}$ от $\frac{1}{c_p}$ и вычислены значения k для комплексов МХ·ДНК, МХ·poly(G)poly(C) и БЭ·poly(G)poly(C) согласно формуле (6). Результаты расчетов приведены в табл.1. Как следует из таблицы, для комплексов МХ·ДНК и МХ·poly(G)poly(C), вычисленные по формуле (6) значения k почти совпадают с значениями k , полученными общепринятым представлением изотерм связывания [1-3].

Таблица 1. Значение константы связывания лигандов с двуспиральными нуклеиновыми кислотами, вычисленного по формуле (6) и общепринятым способом (литературные данные) по формуле (2).

Тип комплекса	k, M^{-1} по формуле (2)	k, M^{-1} по формуле (6)
МХ·ДНК	$(5.2 \pm 0.4) \cdot 10^5$ [17]	$(5.5 \pm 0.4) \cdot 10^5$
МХ·poly(G)poly(C)	$5.7 \cdot 10^4$ [18]	$(6.2 \pm 0.5) \cdot 10^4$
БЭ·ДНК	10^6 [15]	-----
БЭ·poly(G)poly(C)	$(4 \pm 1) \cdot 10^3$ [8]	$(1.0 \pm 0.2) \cdot 10^3$

Что касается комплекса БЭ·poly(G)poly(C), у которого наблюдается слабое связывание, то, как следует из табл.1, предложенным способом по формуле (6) можно вычислить более точное значение константы связывания. Следует отметить, что, зная значение K , можно определить термодинамические параметры связывания (изменение свободной энергии Гиббса, энтропии и энтальпии) [1,2], которые являются основными характеристиками, определяющими стабильность комплексов НК с низкомолекулярными соединениями.

Вычисление значений k из изотерм связывания по методу Скетчарда довольно трудоемкая и дорогостоящая работа, так как для ее определения необходимо знать физические характеристики (например, поглощение или квантовый выход) полностью связанного состояния, достичь которого иногда бывает невозможно или в случае достижения затрачивается большое количество биополимера. Для определения k предложенным способом по формуле (6) необходимо иметь лишь несколько измерений при малых концентрациях лигандов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабаян Ю.С., Манзини Д.М., Квадрифолио Ф.* Взаимодействие бромистого этидия с синтетическими двуспиральными полирибонуклеотидами. Молекул. биология, 22, 4, с. 898-910, 1988.
2. *Бабаян Ю.С., Манзини Дж.* Взаимодействие противоопухолевого соединения митоксантрона с двуспиральными нуклеиновыми кислотами. Молекул. биология, 24, 4, с. 1084-1094, 1990.
3. *Бабаян Ю.С., Тумян В.А., Асланян В.М.* Взаимодействие противоопухолевого препарата митоксантрона с поли(Г).поли(Ц). Биофизика, 35, 4, с. 679-680, 1990.
4. *Awasti P., Dogra S., Bartwal R.* Muttispectroscopic methods reveal different modes of interaction of anticancer drug mitoxantrone with poly(dG-dC).poly(dG-dC) and poly(dA-dT).poly(dA-dT). J. Photochem. Photobiol. B: Biology, 127, p. 78-87, 2013.
5. *Bhattacharyya J., Basu A., Kumar G.S.* Intercalative interaction of anticancer drug mitoxantrone with double stranded DNA: A calorimetric characterization of the energetics. J. Chem. Thermodynamics, 75, 8, p. 45-51, 2014.
6. *Berman H.M., Young P.R.* The interaction of intercalating drugs with nucleic acids. Annu. Rev. Biophys. Bioeng., 10, p. 87-114, 1981.
7. *Carvalho C., Santos R. X., Cardoso S.* Doxorubicin the good, the bad and the by effect. Current Med. Chemistry, 16, 25, p. 3267-3285, 2009.
8. *Enache M., Volanschii E.* Spectral characterization of self-association of antitumor drug mitoxantrone. Rev. Roum. Chim., 55, 4, p. 255-262, 2010.
9. *Hagemeister F., Cabanillas F., Coleman M., Gregory S.A., Zinzani P.L.* The role of mitoxantrone in the treatment of indolent lymphomas. Oncologist, 10, p. 150-159, 2005.
10. *Hajihassan Z., Rabbani-Chadigani A.* Studies on the binding affinity of anticancer drug mitoxantrone to xromatine, DNA and histone proteinse. J. Biomedical Sci., 16, p. 31-37. 2009.

11. Karapetyan A.T., Babayan Y.S., Torosyan M.A., Shahinyan M.A. Mitoxantrone interaction with poly(G). Proceedings of the YSU. Phys. Math. Sci, 3, p. 49-54, 2015.
12. Karapetyan A.T., Torosyan M.A., Babayan Y.S. Antitumor drug mitoxantrone do not preclude salt-driven B-Z transition of poly(dG-dC). Inter. J. Biochem. Biophys. 3, 4, p. 49-53, 2015.
13. McGhee J.D., von Hippel P.H. Theoretical aspects of DNA- protein interactions: Co-operative and non-co- operative binding of large ligands to one dimension homogeneous lattices. J. Mol. Biol., 86, 3, p. 469-489, 1974.
14. Minasyan S.H., Tavadyan L.A., Antonyan A.P., Davtyan H.G., Parsadanyan M.A., Vardevanyan P.O. Differential pulse voltammetric studies of ethidium bromide binding to DNA. Bioelectrochemistry, 48, p. 48-55, 2006.
15. Vardevanyan P.O., Parsadanyan M.A., Minasyants M.V. Ethidium bromide interaction with poly(G). Biophys., Reviews and letters, 9, 3, p. 239-247, 2014.
16. Waring M.J. DNA modification and cancer. Annu.Rev. Biochem., v. 50, 1981, p.159-192.
17. Waradwaj P., Misra K., Sharma A., Kumar R. Mitoxantrone: an agent with promises for anticancer therapies. Electronic J. Biology, 6, 2, p. 36-42, 2010.
18. Winkle S.A., Rosenberg L.S., Krugh T.R. On the cooperative and non-cooperative binding of ethidium to DNA. Nucleic Acids Res., 10, 24, p. 8211-8223, 1982.

Поступила 26.08.2016



Biolog. Journal of Armenia, 1 (69), 2017

HIGH-RESOLUTION MELT CURVE ANALYSIS AS A HIGH-THROUGHPUT SCREENING METHOD OF LARGE GENES

D.T. BABIKYAN

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

High-resolution melt curve analysis (HRM) has been recently introduced as a promising technique for genotyping and mutation scanning in diagnostics. To screen the full coding regions and splice junction sites of BRCA1 and BRCA2 genes, amplification and HRM of 90 PCR amplicons were performed on the LightScanner-32™ (BioFire Diagnostics Inc.) instrument. Sensitivity of the method was evaluated by analyzing 82 clinically damaging mutations distributed in different amplicons and specificity by blind screening of 15 patients for BRCA1 and BRCA2. All known heterozygous variants were detected on the LightScanner-32 by analysis on normal sensitivity setting. 7 DNA-sequence variants had been detected among 15 patients, which all were confirmed by Sanger sequencing. Therefore, HRM is a cost-efficient, sensitive method suitable for high-throughput mutation screening for diagnostic purposes, particularly for large genes such as BRCA1 and BRCA2.

High-resolution melt curve analysis – BRCA1&2

Բարձր թույլատրելիության հալման կորի վերլուծությունը (high-resolution melt curve analysis; HRM) վերջերս է ներկայացվել որպես խոստումնալից մեթոդ ախտորոշման բնագավառում գենոտիպավորման և մուտացիաների սկանավորման նպատակով: BRCA1 և BRCA2 գենների ամբողջ կոդավորող և սպլայս-հատվածների սկրինինգի նպատակով 90 PCR ամպլիկոնների ամպլիֆիկացիան և HRM վերլուծությունը իրականացվել է LightScanner-32™ (BioFire Diagnostics Inc.) սարքի միջոցով: Մեթոդի զգայնությունը գնահատվել է, վերլուծելով կլինիկորեն 82 մուտացիաների բացահայտումը, որոնք տարածված են տարբեր ամպլիկոններում, իսկ սպեցիֆիկությունը՝ 15 հիվանդների BRCA1 և BRCA2 գենների կոյր սկրինինգի միջոցով: Բոլոր հայտնի ինտերդիգոտ տարբերակները բացահայտվեցին սարքի տրմալ զգայնության կարգավորման դեպքում: 7 ԴՆԹ-հաջորդականության փոփոխություններ հայտնաբերվեցին 15 հիվանդների մոտ, որոնք բոլորն էլ հաստատվեցին Sanger-սեքվենավորման եղանակով: Այսպիսով, HRM ձեռնարկ, զգայուն մեթոդ է, որը մատչելի է ախտորոշիչ նպատակներով մուտացիաների լայնածավալ սկրինինգի համար, մասնավորապես մեծ գենների պարագայում, ինչպիսին են BRCA1 և BRCA2:

Բարձր զգայնության հալման կորի վերլուծություն – BRCA1&2

Анализ кривой плавления с высокой разрешающей способностью (HRM) был введен недавно как метод генотипирования и скрининга мутаций в диагностических целях. Для сканирования полных кодирующих и сплайсинговых областей генов BRCA1 и BRCA2 были проведены амплификация и последующий HRM анализ 90 PCR ампликонов, с применением системы LightScanner. Анализ 82 клинически патогенных мутаций в различных ампликонах позволил оценить чувствительность метода, а специфичность метода была оценена слепым скринингом генов BRCA1 и BRCA2 у 15 пациентов. Все известные гетерозиготные варианты были выявлены программой нормальной чувствительности прибора. Среди 15 пациентов были обнаружены 7 вариантов последовательностей ДНК, которые были подтверждены методом Sanger-секвенирования.

Следовательно, HRM – эффективный, чувствительный метод, подходящий для высокопроизводительного скрининга мутаций в диагностических целях, особенно при исследовании генов больших размеров, таких как BRCA1 и BRCA2.

Анализ кривой плавления с высокой разрешающей способностью – BRCA1&2

BRCA1 (MIM 113705) and BRCA2 (MIM 600185) both encode relatively large proteins, and the majority of predisposing mutations in these genes are protein-truncating mutations that cause substantial loss of function predisposing to breast and/or ovarian cancer. BRCA1 is a large gene consisting of 24 exons encoding 1863-amino acid protein [5]. BRCA2 is a larger gene consisting of 11,385 protein-coding nucleotides in 27 exons. To date, more than 1000 and 500 deleterious mutations (including frameshift, missense, nonsense, and splice site) have been found in BRCA1 and BRCA2, respectively [1]. The majority of laboratory approaches available for predisposition diagnostic testing fall into one of five categories: (i) conformational analyses; (ii) mismatch/heteroduplex analyses; (iii) protein truncation assays; (iv) tests for rearrangements; and (v) (sequencing). In addition to detecting the presence of a genetic variant in a patient, there are two additional requirements on the testing process: (vi) sample tracking and (vii) genetic variant classification.

The method of HRM [3, 4] rests on three biophysical principles. First, certain dyes like LCGreen® Plus bind to double-strand DNA, fluoresce under ultraviolet light when bound, are compatible with PCR at saturating concentrations, and increase tremendously the sensitivity and specificity of DNA melting analysis. This makes high-resolution fluorescence versus temperature, or melting curve, analysis of PCR products by optical methods. Second, if a particular amplicon is polymorphic, PCR of that amplicon from a heterozygous sample followed by denaturation and reannealing results in four DNA duplexes: two homoduplexes of opposite genotype and two mismatched heteroduplexes. Each of these duplexes has a characteristic melting curve, and the sum of all of the melting curves of the PCR products present in a single sample can be observed by a HRM analysis. Third, because mismatched heteroduplexes have a lower T_m than either homoduplex, a heterozygote in the sample (and resulting mismatch duplex) shifts the melting curve profile. This shift can be detected reliably by a suitable sensitive HRM instrument.

In this study, high-resolution melt analysis for BRCA1 and BRCA2 was evaluated on the LightScanner-32 (BioFire Diagnostics Inc.) instrument. Sensitivity and the specificity of the method were determined by the analysis of 82 known deleterious controls and a blind screening of 35 patients (1432 PCR reactions).

Materials and methods. *DNA samples and study design.* The DNA samples tested for BRCA1&2 included 82 variants and 10 wild-type controls, which were all verified by direct sequencing using the Big Dye Terminator method (LifeTechnologies). 51 positive BRCA1 samples scattered over 36 of 40 amplicons were available, including 8 1-3 bp deletions, 5 1-bp insertions, 23 transitions, and 15 transversions. 31 positive BRCA2 samples scattered over 31 of 50 amplicons were available, including 11 1-4 bp deletions, 3 1-bp insertions, 12 transitions and 5 transversions. Positive samples for 23 amplicons were missing.

To evaluate the specificity of the method, 15 patients were chosen and blindly screened for BRCA1 and BRCA2 in parallel with direct sequencing of all amplicons using the Big Dye Terminator method.

Primers. Two panels of 80 and 100 primer pairs were evaluated for HRM analysis of full coding region and splice junction sites of BRCA1 and BRCA2, respectively. The primers were newly designed or derived from current primer sets in use for direct sequencing of both genes. The design of most new primers was performed using the Oligo7 Primer Analysis software (Oligo7).

All primer sets contain M13 forward and reverse sequence tails to allow direct sequencing analysis, and were synthesized by Biolegio Inc.

PCR, melting acquisition and analysis. Both PCR amplification and HRM analysis were performed on the 32-well LightScanner instrument allowing sequential performance of two procedures. 10 μ L PCR mixtures, including 4 μ L of LCGreen master mix with Taq polymerase and dNTPs, 3.4 μ L deionized water, 3 pmol/L of both forward and reverse primers, and 20 ng DNA were transferred to individual capillaries suitable for LightScanner-32 and were covered with a mineral oil. The amplicon length ranged between 190 and 530 bp. All 90 amplicons were amplified using a universal PCR-HRM program. The temperature cycling protocol consisted of an initial denaturation step at 95°C for 10 min, followed by 40 cycles of denaturation at 95°C for 20 sec, annealing at ranging from 50-66°C for 30 sec (ramp rate 2.5°C/sec), and extension at 72°C for 40 sec. Finally, reactions were elongated for 5 min at 72°C and heteroduplexes were generated by adding a step at 95°C for 1min and cooling the reactions to 25°C. Ramp speed of the instrument was set at 2.5°C/sec. Melting curve analysis was performed on the LightScanner-32 software with the “Scanning” mode used for standard mutation scanning, employing a 3-step analysis by: 1) selecting negative controls, 2) normalization of the melting curves, and 3) curve shift to normalize temperatures and group melt profiles of similar shape.

Characterization of the genetic variants by Sanger sequencing. PCR products displaying a melting curve that differs from the reference group were re-arrayed into 96-well plates and treated with exonuclease I and shrimp alkaline phosphatase to remove excess primers and nucleotide triphosphates (exo-SAP treatment). Dye-terminator sequencing reactions (BigDye Terminator, version 3.1, LifeTechnologies) were inoculated with the exo-SAP-treated PCR products, thermocycled, and then purified with Montage SEQ96 sequencing reaction clean up kits (Millipore). Sequencing reaction products were then run on a 96-capillary Spectrumedix Sequencer (Transgenomics) in accordance with the manufacturer’s recommendations. Process and data management of the mutation screening were carried out as described previously [(2, 6, 7).

All samples found to carry a rare sequence variant were re-amplified from genomic DNA for confirmation of the presence of the variant. DNA samples from all 15 breast cancer patients were screened for genetic alterations in the entire coding sequence plus splice junction boundaries of BRCA1 and BRCA2.

Results and Discussion. Germline BRCA1 and BRCA2 mutations are dominant, and rarely two mutations are found in cis position. Therefore HRM analysis is ideal for the screening of heterozygous sequence variants of BRCA1 and BRCA2. 51 known BRCA1 heterozygous sequence variants spread over 36 of 40 amplicons and 31 known BRCA2 sequence variants spread over 31 of 50 amplicons were analyzed with HRM on the LightScanner-32 instrument. The melting curves of the positive controls were compared with those of 10 healthy individuals. Positive samples for 23 amplicons were missing, and the quality of amplicons were evaluated by HRM analysis of by analyzing 10 wild-type samples. Totally, 737 amplicons were screened. All 51 and 31 known heterozygous BRCA1 and BRCA2 sequence variants, respectively, were detected by HRM analysis with the normal (default) sensitivity. In addition, 6 single nucleotide polymorphisms (SNPs) were detected in 10 healthy control individuals and confirmed by Sanger sequencing. Thus, all types of single nucleotide variations, small deletions and insertions were easily detected by HRM analysis on the LightScanner-32 instrument.

To determine the specificity of HRM analysis, we performed a blind screening of 15 patients for BRCA1 and BRCA2. All 90 amplicons of 15 patients were screened by HRM analysis at the default sensitivity, and in parallel were sequenced. All sequence variants were detected on the LightScanner-32, confirming the 100% sensitivity. Compared to 100% of testing sensitivity after the detection of all known sequence variant on the instrument, specificity of 98.96% was detected because of 24 false positive samples confirmed by Sanger sequencing among all 1350 amplicons.

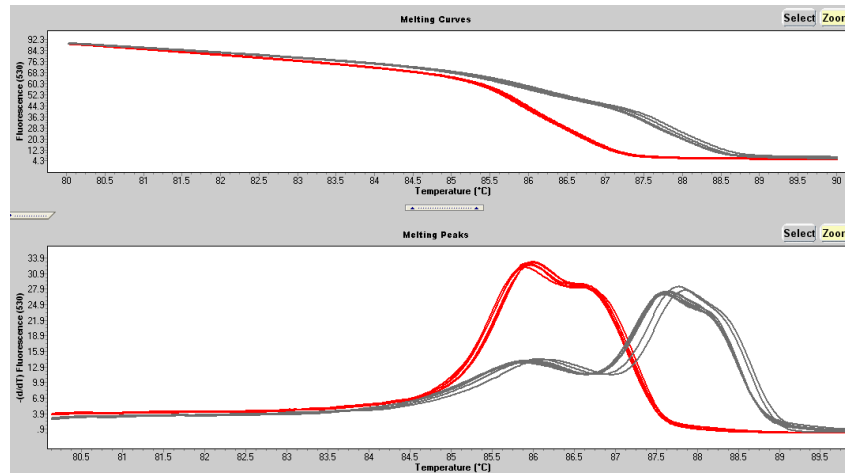


Fig. 1. Selection of negative controls.

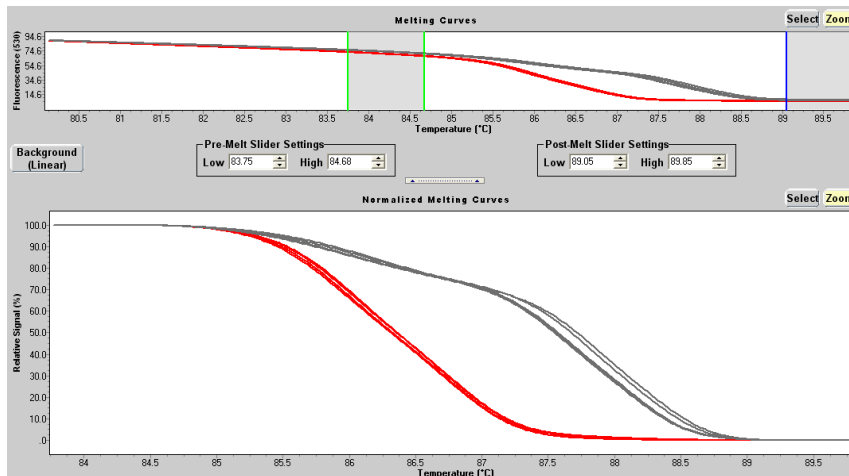


Fig. 2. Grouping of similarly melted samples by temperature shift

The aim of this study was to adapt and evaluate BRCA1 and BRCA2 mutation detection by the HRM analysis on the LightScanner-32™ (BioFire Diagnostics Inc.) specially designed for high-resolution melting analysis. Extensive mutation screening of high-risk breast cancer primarily targeting early-onset cases could be easily undertaken if there is a high-throughput technique allowing rapid and relatively inexpensive detection of mutations.

For this purpose, 90 PCR amplicons were designed covering the full coding and splice regions of BRCA1 and BRCA2. Both high-throughput PCR reactions and the following high-resolution melting analysis were performed on the same instrument.

The sensitivity and specificity of high-resolution melting was evaluated by the analysis of 1432 PCR amplicons. We detected all known sequence variants on the LightScanner-32 (normal sensitivity setting). Previously, specificity and sensitivity of HRM for mutation scanning of single-base substitutions were evaluated using an assay specifically developed to assess the effect of PCR product size, GC content, and the

nature and position of the base change within the amplicon [4]. The authors reported 100% sensitivity for SNPs in fragments of less than 300 bp and over 95% sensitivity in fragments with length between 400 and 1000 bp. The false-negative error rate tended to increase with fragment length and for the identification of A:A or T:T mismatches.

Technical assessment of the protocol by the UK National Genetics Reference Laboratory also reported over 98% sensitivity for a mix of small insertion-deletion mutations and SNPs in a variety of sequence contexts [8]. Therefore, for high values of sensitivity and specificity, PCR conditions have to be optimized to have reproducible results for the same amplicons.

The data showed that the melting analysis could not discriminate close sequence variants within the same amplicon with small T_m difference, and classified them in the same group (data not shown). Therefore, all detected aberrations should be sequenced, since there is a strong probability that this will become a popular mutation-screening diagnostic method.

HRM offers several obvious advantages as compared to traditional mutation scanning methods. First it is a rapid and secure method minimizing any risk of sample contamination. Second, HRM is easy to implement as it does not require post-PCR manipulation other than closed-tube melting analysis. Third, it is extremely easy to automate with few steps. Fourth, the melt curve analysis is nondestructive; individual samples can be reanalyzed and also be sequenced. Fifth, the protocol is relatively inexpensive requiring only PCR reagents plus small amount of fluorescent dye. Finally, HRM is suitable for high-throughput mutation screening enabling the simultaneous acquisition of fluorescent melting signals in less than five minutes.

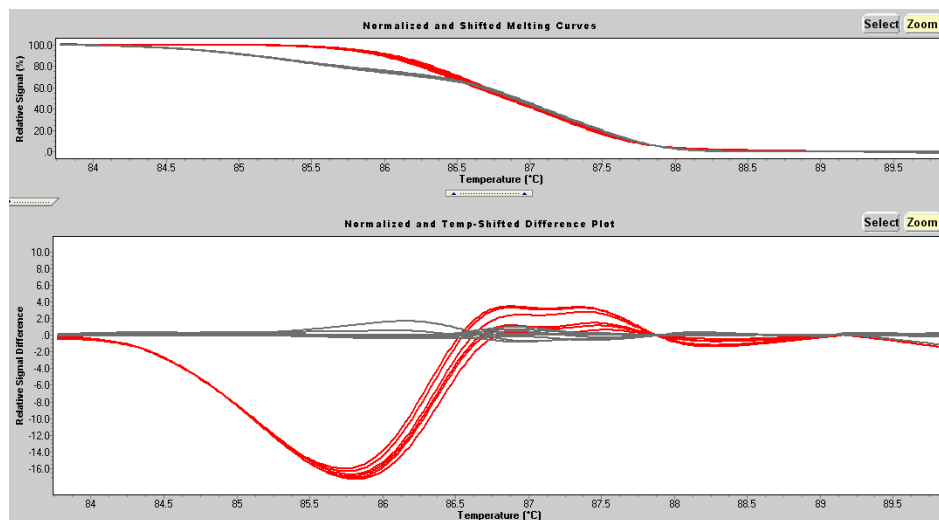


Fig. 3. Melting curves and difference plots of same sequence variants for exon 2 of BRCA1

HRM analysis of BRCA1 and BRCA2 is a fast, cost-effective, and reliable mutation detection strategy with lower workload for diagnostic purposes. LightScanner-32 detected all known sequence variants, giving a sensitivity value of 100%. Detection of common polymorphisms with unlabeled probes will substantially reduce the load and price of further sequencing reactions.

HRM analysis of BRCA1 and BRCA2 could be undertaken in low- or middle-income countries as a high-throughput screening method of BRCA1 and BRCA2 and

could be paired with proper genetic counselling to help affected women and their at-risk relatives understand the genetic risk factors of breast cancer. Hence, personal risk information may help in taking preventive measures and also motivate a high-risk woman to adopt breast screening that may promote early detection and improve chances of surviving for these patients.

REFERENCES

1. Gayther SA, Mangion J, Russell P, Seal S, Barfoot R, Ponder BA, Stratton MR, Easton D. Variation of risks of breast and ovarian cancer associated with different germline mutations of the BRCA2 gene. *Nat Genet.* 15(1):103-5, 1997.
2. Le Calvez-Kelm F, Lesueur F, Damiola F *et al.* Rare, evolutionarily unlikely missense substitutions in CHEK2 contribute to breast cancer susceptibility: results from a breast cancer family registry (CFR) case-control mutation screening study. *Breast Cancer Res* 13 (1): R6, 2011
3. Liew M, Pryor R, Palais R, Meadows C, Erali M, Lyon E, Wittwer C. Genotyping of single-nucleotide polymorphisms by high-resolution melting of small amplicons. *Clin Chem.* 50(7):1156-64, 2004.
4. Reed GH, Wittwer CT. Sensitivity and specificity of single-nucleotide polymorphism scanning by high-resolution melting analysis. *Clin Chem.* 50(10):1748-54, 2004.
5. Schuyer M, Berns EM. Is TP53 dysfunction required for BRCA1-associated carcinogenesis? *Mol Cell Endocrinol.* 10;155(1-2):143-52, 1999.
6. Tavtigian SV, Oefner PJ, Babikyan D *et al.* Rare, evolutionarily unlikely missense substitutions in ATM confer increased risk of breast cancer. *American journal of human genetics* 85(4): 427-446, 2009
7. Voegelé C, Tavtigian SV, de Silva D *et al.* A Laboratory Information Management System (LIMS) for a high throughput genetic platform aimed at candidate gene mutation screening. *Bioinformatics* 23(18): 2504-2506, 2007.
8. <http://www.ngml.org.uk/Wessex/downloads.htm>

Received on 08.09.2016



Биол. журн. Армении, 1 (69), 2017

ВЛИЯНИЕ БИОГУМУСА, МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПЧЕЛООПЫЛЕНИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ФУНКЦИЮ БОБОВЫХ В ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ И АГРОЦЕНОЗАХ КОТАЙКСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

М.А. ГАЛСТЯН, Н.А. МКРТЧЯН

Национальный аграрный университет Армении
galstyan.merujan@mail.ru

Исследовалось влияние биогумуса, минеральных удобрений и пчелоопыления на экологическую функцию бобовых в естественных фитоценозах и агроценозах (на обыкновенных черноземах) Котайкской области РА. Выявлено, что формирование клубеньков на корнях бобовых в естественных экосистемах и агроценозах определяется видом бобовых культур и экологическими условиями их произрастания. Установлена эффективность применения доз биогумуса и минеральных удобрений, бактериализации ризоторфином, а также пчелоопыления на повышение активности симбиозирующего аппарата у бобовых.

Минеральные удобрения – биогумус – бобовые – клубеньки – пчелоопыление

Աշխատանքում քերված են Կոտայքի մարզի սովորական սևահողերի պայմաններում կենսահումուսի, հանքային պարարտանյութերի և փոշոտման ազդեցությամբ հատիկաընդեղեն բույսերի կողմից ի հայտ եկած էկոլոգիական ֆունկցիոնալ փոփոխությունների ուսումնասիրությունների արդյունքները: Հետազոտություններով պարզվել է, որ բնական էկոհամակարգերում և ագրոցենոզներում ինչպես կենսահումուսն ու հանքային պարարտանյութերը, այնպես էլ փոշոտումը դրական ազդեցություն են թողնում հատիկաընդեղենային բույսերի արմատային համակարգում ձևավորված պալարիկների կողմից ազոտի ֆիքսման ակտիվության վրա:

Հանքային պարարտանյութեր – կենսահումուս – հատիկաընդեղեն – պալարիկներ – փոշոտում

The research showed the effectiveness of biohumus and mineral fertilization and bee-pollination to the ecological function of legumes in natural ecosystems and agrocyenysis of Kotayk Marz of the Republic of Armenia.

It is proved that the formation of knobs on the roots of legumes is defined by kind and an ecological condition of its growth. It is turned out that the biohumus and mineral fertilizers, bacteriamazation by rhizopeat as well as bee-pollination have positive influence on the effectiveness of symbiotic activity of legumes has great influence on.

Mineral fertilizers – biohumus – legumes – knobs – bee-pollination

Резкое уменьшение внесения минеральных азотных удобрений в агроценозах привело к тому, что и в них, как и в природных экосистемах, биологическая фиксация азота атмосферы становится единственным способом поддержания равновесия.

Огромный и всевозрастающий интерес к проблеме биологической фиксации азота симбиотическими и свободноживущими микроорганизмами основан на том

парадоксе, что, несмотря на огромные запасы азота в атмосфере, именно азот является лимитирующим фактором в продуктивности экосистем. Отсюда следует, что сопоставление экологической функции бобовых в естественных экосистемах и агроценозах крайне важно для выяснения реальных возможностей поступления в почву экологически чистого биологически связанного азота атмосферы.

Наибольший интерес для земледелия представляют микроорганизмы, способные вступать в симбиотические взаимоотношения с высшими растениями, образуя клубеньки на их корнях. Считается, что симбиотическая система бобовых, в зависимости от того однолетняя или многолетняя культура, фиксирует за год от 100 кг до 300 кг азота на гектар. Однако в настоящее время совершенно невозможно судить о роли бобовых в пополнении азотного фонда в естественных экосистемах и агроценозах. Исследование этого вопроса и явилось одной из основных задач проводимых нами исследований.

В естественных фитоценозах мы изучали формирование клубеньков на корнях бобовых (клевер, люцерна) на обыкновенных черноземах разнотравно-коротко-ножкового луга Разданского региона Республики Армения. В агроценозах изучали формирование клубеньков на корнях эспарцета, клевера и фасоли на выщелоченных черноземах в том же регионе.

Материал и методика. Опыты ставились в трехкратной повторности. Полевые опыты с люцерной ставились с применением минеральных удобрений $N_{30}P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{90}K_{90}$ и биогумуса в дозах 2 и 3 т/га. Бактеризацию семян люцерны осуществляли свежеприготовленным ризоторфином с титром 21 млрд. клеток в 1 г торфа – местного активного штамма клубеньковых бактерий, выделенных из клубеньков люцерны. На 1 кг семян расходовали 1 кг ризоторфина.

Во время проведения опытов вели учет количества образовавшихся клубеньков на одном растении, их формы, размера, цвета и расположения на корнях, а также учитывали фиксацию атмосферного азота.

Результаты и обсуждение. Полученные результаты показали, что накопление азота клубеньковыми бактериями бобовых в почве связано с количеством клубеньков на корнях, их размером и физиологической активностью. В естественных фитоценозах клевера и люцерны в фазе цветения имеется значительное количество клубеньков – соответственно 185 и 115, зачастую превышающее количество таковых на бобовых растениях агроценозов (в агроценозах количество клубеньков на растениях – эспарцете составляет 94 ± 12 , а клевере – 162 ± 14).

В природных условиях на корнях бобовых среди клубеньков нередко встречаются крайне мелкие (меньше 1 мм) и малоактивные (с зеленой окраской и белые) по фиксации молекулярного азота. В агроценозах, напротив, на корнях эспарцета, люцерны, клевера и фасоли в фазе цветения все клубеньки были розовые, то есть имели высокую физиологическую активность фиксации азота атмосферы.

По нашим данным, бактерии, выделенные из клубеньков бобовых с выщелоченного чернозема, характеризуются более высокой физиологической активностью, размером колоний и скоростью роста, чем выделенные из клубеньков бобовых с естественных фитоценозов. Это означает, что экологические условия заметно влияют на формирование клубеньков, а следовательно, и на процесс биологической азотфиксации. Скорее всего, это связано с влиянием влажности и температуры, лимитирующих усвоение питательных веществ при неблагоприятном сочетании.

Результаты опытов с применением минеральных удобрений и биогумуса под люцерну на выщелоченном черноземе показали, что внесение полного минерального удобрения при дозах $N_{30}P_{60}K_{60}$ не восполняет гумус и питательные вещества и не приводит к увеличению количества клубеньков, а при внесении мине-

ральных удобрений в дозе $N_{60}P_{90}K_{90}$ и 2 и 3 т/га биогумуса наблюдается повышение биологической азотфиксации в два раза (табл. 1).

Таблица 1. Влияние минеральных удобрений и биогумуса на формирование клубеньков на корнях люцерны

№	Варианты	Количество клубеньков на корне растения	Вес сырых клубеньков на растении, мг	Размер клубеньков, мм			
				< 1	< 2	< 3	< 4
1.	$N_{30}P_{60}K_{60}$	6	4,1	3	3	-	-
2.	$N_{60}P_{90}K_{90}$	11	6,2	3	5	2	1
3.	Биогумус 2 т/га	13	6,5	4	5	3	1
4.	Биогумус 3 т/га	15	7,3	5	7	2	1

Что касается бактеризации люцерны ризоторфином, то в зависимости от густоты стояния растений и широты междурядий, эффективность от бактеризации была различной. Наибольшее количество клубеньков формировалось у растений люцерны при междурядьях в 15 см и густоте посева 9 и 13 млн. шт. на 1 га. Посев в дозе 5 кг на 1 га с междурядьями в 15 см также повышал количество клубеньков, но не способствовал увеличению их веса, и поэтому не может считаться эффективным (табл. 2).

Таблица 2. Влияние бактеризации на формирование клубеньков на корнях люцерны

Междурядья, см	Норма посева, млн. шт. на га	Количество клубеньков на корне растения	Вес сырых клубеньков на растении, г	Размер клубеньков, мм			
				< 1	< 2	< 3	< 4
15	13	10	2,60	7	2	1	-
15	9	11	2,20	7	2	2	-
15	5	13	1,70	8	2	2	1
60	5	9	1,40	3	3	3	-

Таблица 3. Влияние пчелоопыления на количество и состав клубеньков на корнях растений (среднее из трех повторностей)

Растения	Удаленность от пасеки, м	Количество клубеньков на корне растения	Масса клубеньков на растении, г	Размер клубеньков		
				< 0,5 - 1	< 1 - 3	< 5 мм
Эспарцет	у пасеки	51 ± 4	0,35	90 %	10 %	-
	750	125 ± 9	0,45	65 %	25 %	10 %
	2400	22 ± 3	0,29	80 %	20 %	-
Клевер	у пасеки	262 ± 25	0,42	60 %	35 %	5 %
	750	284 ± 30	0,60	50 %	30 %	20 %
	2400	135 ± 22	0,31	86 %	15 %	-

Одним из путей улучшения развития клубеньков на корнях бобовых является пчелоопыление (табл. 3). На близком расстоянии от пасеки на корнях эспарцета по сравнению с контролем (без пчелоопыления) формировалось 2,5-3 раза больше клубеньков. Однако накопление азота в почве за счет биологической фиксации за-

висит не только от числа клубеньков на корнях, но и от их размера и физиологической активности, которые, в свою очередь, зависят от пчелоопыления.

В вариантах с пчелоопылением интенсивно формировались разовые, более крупные, характеризующиеся высокой активностью симбиотирующих систем клубеньки.

Таким образом, к усилению процесса симбиотической азотфиксации бобовых приводит не только дополнительное внесение в агроценозы энергетических ресурсов, но и активное пчелоопыление.

Бобовые в травяном покрове естественных ценозов разных общин региона занимают неодинаковые площади. Это означает, что при обеспечении оптимальных условий для развития клубеньковых бактерий экологическая функция бобовых в условиях горных районов будет проявляться более заметно. Но в целом биологическая фиксация азота в природных фитоценозах происходит на площади, не превышающей 12-14 % травяного покрова. Что касается агроценозов, то эти площади можно регулировать, но и здесь бобовые должны занимать не менее 10-15 % посевных площадей, чтобы не нарушалось равновесие в биосфере.

Таким образом, обобщая вышеизложенное, мы можем заключить, что: формирование клубеньков на корнях бобовых растений в естественных экосистемах и агроценозах определяется видом бобовых культур и экологическими условиями их произрастания; эффективными приемами повышения активности симбиотирующего аппарата у бобовых являются дозы биогумуса 2-3 т/га и минеральных удобрений ($N_{60}P_{90}K_{90}$), бактериализация ризоторфином, а также пчелоопыление. Внесение биогумуса в нормах 2 т/га и 3 т/га более эффективно влияет на симбиотирующий аппарат бобовых, чем внесение полного минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{90}K_{90}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галстян М.А. Экологическая функция бобовых в природных экосистемах и агроценозах Севанского бассейна Республики Армении. Матер. XVII междунар. симпозиума "Нетрадиционное растениеводство. Селекция. Охрана природы. Эниология. Экология и здоровье", Симферополь, с. 129-132, 2008.
2. Данильчик Н.И., Кузмицкий Н.Д. Влияние микроэлементов и различных форм препаратов клубеньковых бактерий на продуктивность люцерны. Микроорганизмы в сельском хозяйстве. Изд-во МГУ, с. 83-84, 1986.
3. Коринец В.В., Коринец А.В. Экологическая функция сельскохозяйственных растений, Астрахань: Новая линия, 166 с., 2007.
4. Мачавариани М.З. Микрофлора почв Грузии и ее взаимоотношение с высшим растением. Доклад по совокупности работ, представленных на соиск. уч. степени док-ра биол. наук. Тбилиси, Изд-во Тбилис. ун-та, 88 с., 1972.
5. Мишустин Е.Н., Шильников В.К. Биологическая фиксация атмосферного азота. М., Наука, с. 531, 1968.
6. Парахин Н.В. Эколого-стабилизирующее значение кормовых культур в растениеводстве [Текст] Н.В. Парахин, М., Колос, 147 с., 1997.
7. Coo. Z., Athins M. Agricultural Ecologu. USA, 137 p., 1972.
8. Soulavie (I.L. Liraud). Historie naturall de la France mericlionale. Paris, I-II- 183 p., 1983.

Поступила 04.10.2016



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 1(69), 2017

ՄԵՂԱԽՈՏԻ (*STEVIA REBAUDIANA BERTONI*) ԷՐԻԹՐՈՊՈԵԶ ԽՈՐՀԱՆՈՐ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԻՍՈՒԽԻԼԻԶԱՑԻՈՆ ՍԹՐԵՍԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ծ.Ի. ԱՂԱՄՅԱՆ, Ս.Մ. ՄԻՆԱՍՅԱՆ, Հ.Մ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ,
Է.Ս. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ, Ն.Վ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ, Ս.Լ. ԱՍԱՏՐՅԱՆ

Երևանի պետական լսարան, կենսաբանության ֆակուլտետ,
Տ. Մուշեղյանի անվան մարդու և կենդանիների ֆիզիոլոգիայի ամբիոն,
Կենսաբիոլոգիայի, մանրէաբանության և կենսատեխնոլոգիայի ամբիոն,
hkarapetyan@ysu.am

Ուսումնասիրվել է ճագարների էրիթրոպոեզի մորֆոֆունկցիոնալ ցուցանիշների փոփոխությունների բնույթը իմոբիլիզացիոն սթրեսի ազդեցության դիսամփայում և կիրառվել է մեղրախոտը (*Stevia rebaudiana* Bertoni) որպես սթրես կանխարգելիչ միջոց: Ենթադրվում է, որ մեղրախոտում պարունակվող կենսաբանական ակտիվ նյութերի ազդեցությամբ արյան համակարգը ձեռք է բերում մի շարք հարմարողական փոփոխություններ, որոնք ուղղված են ռեպարացվող գործընթացների ակտիվացմանը, արյան թթվածնային տարողության մեծացմանը, փոխհատուցողական պաշտպանական մեխանիզմների սահմանների լայնացմանը, էրիթրոպոեզում ներգրավված կարգավորիչ կառույցների թվի ավելացմանը:

Իմոբիլիզացիոն սթրես – մեղրախոտ – էրիթրոպոեզ – միելոգրամ – գունային ցուցիչ

Изучен характер изменения морфофункциональных показателей эритропоэза кроликов при воздействии иммобилизационного стресса. В качестве стресс корригирующего средства использованы листья стевии (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Предполагается, что под воздействием содержащихся в стевии биологически активных веществ система крови приобретает ряд адаптивных сдвигов, направленных на активацию репаративных процессов, повышение кислородной емкости крови, расширение компенсаторно-приспособительных возможностей организма.

Иммобилизационный стресс – стевия – эритропоэз – миелограмма – цветной показатель

Character of changes of erythropoiesis morphological-functional criteria of rabbits in immobilization stress effect dynamics has been studied and stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) was applied as a stress preventing measure. It is assumed that under the effect of biologically active compounds contained in stevia the blood system acquires number of adaptation alterations that are directed to strengthening of the reparative processes, enhancing of the blood oxygen capacity, expanding the compensational protective mechanisms and increasing the number of regulating structures involved in erythropoiesis.

Immobilization stress – stevia – erythropoiesis – mielogramm – color index

Օրգանիզմում ախտաբանական գործընթացների զարգացման ռիսկի գործոններից է իմոբիլիզացիան, որը հարմարողական գործընթացների խզման պատճառ կարող է հանդիսանալ: Այն, որպես սթրես գործոն, առաջացնում է կարգավորիչ մեխանիզմների լարվածություն, վեգետատիվ գործառնությունների խանգարումներ, շարժեր իմունային համակարգում, իջեցնում է օրգանիզմի պահուստային հնարավորությունները, ճնշում է ներգիական գործ-

ընթացները [5, 6, 12]: Սթեսային ռեակցիաների դեպքում օրգանիզմն արագորեն մոբիլիզացնում է իր փոխհատուցողական-պաշտպանական մեխանիզմները, որպեսզի հակազդի ֆիզիոլոգիական հավասարակշռության խանգարմանը, սակայն սթրեսի երկարատև ազդեցությունն առաջ է բերում օրգան-համակարգերի կազմաբանական և գործառնության խանգարումներ, պատճառ դառնալով ախտաբանական գործընթացների զարգացմանը: Սթեսային իրավիճակների դեպքում օրգանիզմի պատասխան ռեակցիայի զարգացման մեջ կարևոր դեր ունի արյան համակարգը, որը, որպես հոմեոստազի կարևորագույն համակարգ, մասնակցում է օրգանիզմի պաշտպանական ռեակցիաներին:

Ցույց է տրվել, որ իմոբիլիզացիոն սթրեսի կարճատև ազդեցությունն առաջացնում է էրիթրոպոեզիս, հեմոգլոբինի պարունակության և էրիթրոցիտների օսմոսային կայունության իջեցում, բայթայված էրիթրոցիտների քանակի ավելացում փայծաղում [10, 15]: Մեզ հայտնի գրականության մեջ չեն հանդիպել հետազոտություններ էրիթրոպոեզի մորֆոֆունկցիոնալ ցուցանիշների փոփոխությունների բնույթի վերաբերյալ իմոբիլիզացիոն սթրեսի ազդեցության պայմաններում: Ցույց է տրվել արյունաստեղծ օրգանների ոչ մենահատուկ ռեակցիան, որը դրսևորվում է սթրեսային ազդեցության ավարտից 3 ժ հետո [1]: Սակայն անբավարար են ուսումնասիրված արյան համակարգի տարբեր բաժինների սթրեսային ախտահարման կանխարգելման հարցերը, որոնց բացահայտումը հնարավորություն կտա սահմանափակել, կանխել, շտկել սթրեսի բացասական հետևանքները:

Հայտնի է, որ օրգանիզմի խանգարված ֆունկցիաները արդյունավետորեն կարգավորում և վերականգնում են կենսաբանորեն ակտիվ նյութեր պարունակող միջոցները: Սթրեսածին գործոնների ազդեցության դեպքում հեմոպոեզի խանգարումները շտկելու նպատակով ժամանակակից բժշկության մեջ կիրառվում են ցիտոկիններ, սթրես սահմանափակող համակարգի միջնորդանյութեր և մետաբոլիտներ, օպիոիդային պեպտիդներ [8, 10, 14]: Հեմոպոեզի սթրեսային խանգարումները կարելի է շտկել բուսական ծագման կենսախթանիչներով: Բուժական հատկություններով և ֆիզիոլոգիական ակտիվ բաղադրատարրերի պարունակությամբ առանձնանում են *Stevia rebaudiana* Bertoni): Լինելով բնական կոնսերվանտ և օժտված լինելով հակասթրեսային ազդեցությամբ՝ մեղրախոտը բարձրացնում է օրգանիզմի կայունությունը միջավայրի անբարենպաստ գործոնների հանդեպ [7, 13]: Նկատի ունենալով մեղրախոտում պարունակվող ֆարմակոթերապևտիկ հատկություններով օժտված կենսաբանորեն ակտիվ նյութերի առկայությունը, ներկայացվող աշխատանքի նպատակն է եղել ուսումնասիրել էրիթրոպոեզի մորֆոֆունկցիոնալ ցուցանիշների փոփոխությունների բնույթը իմոբիլիզացիոն սթրեսի ազդեցության պայմաններում և կիրառել մեղրախոտը որպես սթրես կանխարգելիչ միջոց:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտությունները կատարվել են միևնույն սեռի, սման և խնամքի Նույն պայմաններում գտնվող 2.5-3կգ կշիռ ունեցող 10 ճագարի վրա 2 տարբերակով: Առաջին տարբերակում էրիթրոպոեզի մորֆոֆունկցիոնալ ցուցանիշների փոփոխությունների բնույթն ուսումնասիրվել է իմոբիլիզացիոն սթրեսի ազդեցության դիսամիկայում: Երկրորդ տարբերակում կենդանիներին նախապես 20 օր սննդի հետ տրվել է մեղրախոտի մանրացված տերևներ 0,5 գ/կգ կենդանու զանգվածին, ապա ենթարկել սթրեսի ազդեցությանը: Կենդանիներին անշարժացնելու նպատակով 30 օր, օրական 5 ժամ ամուր ֆիքսվել են փորձարարական սեղանի վրա: Նորմայում, իմոբիլիզացիոն սթրեսի ազդեցության 5, 10, 15, 20, 25, 30 օրերին, ինչպես նաև նախապես մեղրախոտ ստացած, ապա սթրեսի ենթարկված ճագարների մոտ ուսումնասիրվել է էրիթրոցիտների քանակը 1մ³ արյան մեջ, հեմոգլոբինի պարունակությունը, գունային ցուցիչը, ռեթիկուլոցիտների հարաբերական տոկոսը և բացարձակ քանակը 1մ³ արյան մեջ, ռեթիկուլոցիտների հասունացման արագությունը ժամում, էրիթրոբլաստային ծիլի բջջային կազմը: Էրիթրոբլաստային ծիլի գործառնական շարժերը գնահատելու նպատակով դուրս է բերվել էրիթրոբլաստների պրոտոպլազմայի հասունացման ոսկրածուծային ցուցիչը:

Էրիթրոցիտների հաշվումը կատարվել է Գոյակի հաշվիչ ցանցում, հեմոգլոբինի պարունակությունը որոշվել է Սալիի հեմոգլոբինաչափով: Գունային ցուցիչը դուրս բերելու համար հեմոգլոբինի հարաբերական տոկոսը բաժանվել է էրիթրոցիտների առաջին երկու թվի կրկնապատիկի վրա: Ռեթիկուլոցիտների հարաբերական տոկոսը որոշվել է Եզորովի մեթոդով: Ռեթիկուլոցիտների բացարձակ քանակը որոշելու համար տվյալ օրվա 1մ³ արյան մեջ եղած էրիթրոցիտների քանակը բազմապատկվել է Նույն օրվա ռեթիկուլոցիտների հարաբերական տոկոսով և բաժանել 1000-ի:

Ստացված տվյալները ենթարկվել են վիճակագրական վերլուծության “Biostat” համակարգչային ծրագրով, հավաստիությունը որոշվել է ըստ Ստյուդենտի t չափանիշի:

Սրոյունքներ և քննարկում: Հետազոտության արդյունքների վերլուծությունից պարզվել է, որ 5-օրյա իմոբիլիզացումը առաջացրել է Երիթրոցիտների և հեմոգլոբինի չափավոր նորմոթրոպ ավելացում և ռեթիկուլոցիտոզ: Երիթրոցիտների քանակը ելակետի համեմատ ավելացել է 13 %-ով ($p<0,02$), իսկ հեմոգլոբինի պարունակությունը՝ 9 %-ով ($p<0,05$), որի հետևանքով գունային ցուցիչը գտնվել է նորմալի սահմաններում (0.73): Ռեթիկուլոցիտների հարաբերական քանակն ավելացել է 47 %-ով ($p<0,001$), իսկ բացարձակ քանակը՝ 66 %-ով ($p<0,001$), ռեթիկուլոցիտների հասունացման արագությունը կազմել է 133 % (աղ. 1):

Աղյուսակ 1. Իմոբիլիզացիոն սթրեսի ազդեցությունը ծայրամասային կարմիր արյան ցուցանիշների վրա

Ցուցանիշներ	Ելակետային տվյալներ	Հետազոտության օրերը					
		5	10	15	20	25	30
Երիթրոցիտների քանակը 1մմ^3 արյան մեջ (հազարներով)	5123±169	5790±189 $p<0.02$	5896±181 $p<0.02$	4927±179	4605±170 $p<0.01$	4422±168 $p<0.01$	4400±169 $p<0.01$
Հեմոգլոբինի քանակը (գ%)	12.8±0.28	14.0±0.32 $p<0.05$	12±0.26	11.4±0.21 $p<0.01$	10.8±0.19 $p<0.001$	10.8±0.19 $p<0.001$	10.6±0.19 $p<0.001$
Գունային ցուցիչ	0.75	0.73	0.62	0.75	0.72	0.73	0.71
Ռեթիկուլոցիտների հարաբերական քանակը (%)	17±0.41	25±0.51 $p<0.001$	27±0.55 $p<0.001$	20±0.48 $p<0.01$	16±0.40	14±0.38 $p<0.01$	14±0.38 $p<0.01$
Ռեթիկուլոցիտների բացարձակ քանակը 1մմ^3 արյան մեջ	87091±3442	144750±3819 $p<0.001$	159152±3849 $p<0.001$	98540±3415 $p<0.05$	79680±332 $p<0.01$	61908±2645 $p<0.001$	61600±2615 $p<0.001$
Ռեթիկուլոցիտների հասունացման արագությունը ժամում	1.5	2.0	2.0	1.5	1.25	1.25	1.25

Ծայրամասային կարմիր արյան ցուցանիշների նշված փոփոխությունները օրգանիզմի փոխհատուցողական մեխանիզմների մոբիլիզացման հետևանք են ընդդեմ սթրեսի և ունեն պաշտպանական նշանակություն, ապահովում են օրգան-համակարգերի պահանջը թթվածնի հանդեպ: Հետազոտության 10-րդ օրը դիտվել է Երիթրոցիտների քանակի և հեմոգլոբինի պարունակության հիպոթրոպ շարժ: Երիթրոցիտների քանակը ավելացել է 15 %-ով ($p<0,02$), իսկ հեմոգլոբինի պարունակությունը ելակետային մակարդակից իջել է 7 %-ով, որի հետևանքով գունային ցուցիչը նորմալի 0.75-ից իջել է 0.62-ի: Նշված ժամկետում ռեթիկուլոցիտների քանակի աճը շարունակվել է, հարաբերական քանակը կազմել է 158 % ($p<0,001$), իսկ բացարձակ քանակը՝ 182 % ($p<0,001$): Ծայրամասային կարմիր արյան ցուցանիշների դիտվող շարժերը 10-օրյա իմոբիլիզացիոն սթրեսի ազդեցության դեպքում պայմանավորված են արյան վերաբաշխման սիմպաթիկ մեխանիզմների ակտիվացմամբ, ինչպես նաև ոսկրածուծից երիտասարդ բջիջների ծայրամաս դուրս գալու պրոցեսների արագացմամբ, որի վկայությունը ռեթիկուլոցիտոզն է: 15-օրյա իմոբիլիզացիոն սթրեսի ազդեցության դեպքում դիտվել է Երիթրոցիտների քանակի և հեմոգլոբինի պարունակության նորմոթրոպ իջեցում: Երիթրոցիտների քանակը 10-րդ օրվա համեմատությամբ իջել է 19 %-ով, իսկ հեմոգլոբինի պարունակությունը՝ 4 %-ով և կազմել է 11.4±0.21 ($p<0,01$): Ռեթիկուլոցիտների հարաբերական և բացարձակ քանակը 5-րդ օրվա համեմատությամբ իջել է, սակայն ելակետի համեմատ գտնվել է բարձր մակարդակի վրա՝ 17 %-ով ($p<0,01$) և 13 %-ով ($p<0,05$) համապատասխանաբար: Ռեթիկուլոցիտների հասունացման արագությունը հավասարվել է նորմալին (100 %): Հետազոտության 20-րդ օրը ծայրամասային կարմիր արյան ցուցանիշների նորմոթրոպի իջեցումը շարունակվել է, Երիթրոցիտների քանակը կազմել է 89 % ($p<0,01$), հեմոգլոբինի պարունակությունը՝ 84 % ($p<0,01$) Ռեթիկուլոցիտների հարաբերական քանակը գտնվել է ելակետի սահմաններում, իսկ բացարձակ քանակն իջել է՝ կազմելով 84 % ($p<0,01$), դանդաղել է ռեթիկուլոցիտների հասունացման արագությունը՝ 83 %:

Նշված ժամկետում միելոգրամայում դիտվել է Էրիթրոիդ ծիլի բջիջների քանակի հավաստի իջեցում՝ $27 \pm 1,3$ ($p < 0,01$) նորմայի $33 \pm 1,6$ -ի համեմատ: Հատկապես պակասել է պոլիբրոմատոֆիլ և օքսիֆիլ նորմոցիտների քանակը, որը Էրիթրոիդ ծիլի բջիջների հասունացման և հեմոգլոբինի սինթեզի դանդաղեցման հետևանք է: Վերջինիս ապացույցը Էրիթրոբլաստների պրոտոպլազմայի հասունացման ցուցիչի իջեցումն է՝ 0,59, նորմայի 0,73-ի համեմատ (աղ.2):

Աղյուսակ 2. Էրիթրոիդ ծիլի բջիջների փոփոխությունների բնույթը իմոբիլիզացիոն սթրեսի ազդեցության դիսամիկայում

Ցուցանիշներ	Ելակետային տվյալներ	Հետազոտության օրերը		
		10	20	30
Էրիթրոիդ ծիլի բջիջների ընդհանուր քանակը	$34 \pm 1,6$	$32 \pm 1,2$	$27 \pm 1,3$ $p < 0,01$	$27 \pm 1,3$ $p < 0,01$
Էրիթրոբլաստներ և պրոնորմոցիտներ	4	4	5	5
Բազոֆիլ նորմոցիտներ	6	6	6	6
Պոլիբրոմատոֆիլ նորմոցիտներ	$11 \pm 0,17$	$11 \pm 0,16$	$8 \pm 0,09$ $p < 0,01$	$8 \pm 0,09$ $p < 0,01$
Օքսիֆիլ նորմոցիտներ	$13 \pm 0,21$	$11 \pm 0,18$	$8 \pm 0,11$ $p < 0,001$	$8 \pm 0,11$ $p < 0,001$
Էրիթրոբլաստների պրոտոպլազմայի հասունացման ցուցիչը	0.73	0.68	0.59	0.59

Հետազոտության հետագա օրերին (25-30 օր) Էրիթրոպոեզի մորֆոնուկլեցիոնալ ցուցանիշները 20-րդ օրվա համեմատությամբ էական փոփոխություններ չեն կրել, դիտվել է Էրիթրոպոեզի ցուցանիշների կայունացում չափավոր ցածր մակարդակի վրա: Էրիթրոցիտների քանակը կազմել է 85 % ($p < 0,01$), հեմոգլոբինի պարունակությունը՝ 83 % ($p < 0,001$), ռեթիկուլոցիտների հարաբերական քանակը՝ 82 % ($p < 0,01$), բացարձակ քանակը 70 % ($p < 0,001$), հասունացման արագությունը՝ 83 %: Ցածր մակարդակի վրա է գտնվել Էրիթրոիդ ծիլի բջիջների ընդհանուր քանակը՝ $27 \pm 1,3$ ($p < 0,01$), ի հաշիվ պոլիբրոմատոֆիլ և օքսիֆիլ Էրիթրոկարիոցիտների քանակի նվազման: Էրիթրոբլաստների պրոտոպլազմայի հասունացման ցուցիչը կազմել է 0,5:

Այսպիսով, իմոբիլիզացիոն սթրեսի ազդեցության սկզբնական շրջանում (5-10 օր) ծայրամասային կարմիր արյան ցուցանիշների ավելացումը օրգանիզմի ադեկվատ ռեակցիան է ընդդեմ սթրեսի և պայմանավորված է սիմպաթիկ նյարդային համակարգի ակտիվացմամբ և կատեխոլամինների պարունակության բարձրացմամբ, փայծաղի կոնտակտմամբ, ոսկրածուծում և փայծաղում պահեստավորված Էրիթրոցիտների ծայրամասային արյուն արտանետմամբ, ինչը կարևոր նշանակություն ունի թթվածնի հանդեպ օրգան-համակարգերի պահանջը բավարարելու համար:

Այսպիսով, իմոբիլիզացիոն սթրեսի տևական ազդեցության դեպքում ճնշվում է Էրիթրոպոեզը, ծայրամասային արյան մեջ դիտվում է Էրիթրոցիտների քանակի և հեմոգլոբինի պարունակության նորմոցիտի իջեցում, զարգանում է չափավոր Էրիթրոպենիա: Զանազան փոփոխություններից բացի դիտվում են նաև որակական փոփոխություններ, ոսկրածուծում դանդաղում են Էրիթրոբլաստային ծիլի բջիջների հասունացման պրոցեսները, արդյունքում Էրիթրոնորմոբլաստների պրոտոպլազմայի հասունացման ոսկրածուծային ցուցիչը 0,73-ից իջնում է 0,59 և առաջանում է Էրիթրոցիտային հավասարակշռության չափավոր ցածր մակարդակ: Էրիթրոպոեզի ճնշումը, հեմոգլոբինի սինթեզի դանդաղումը, կատեխոլամինների պարունակության բարձրացումը կարող են առաջ բերել հյուսվածքների թթվածնաբաղձ և ներքին օրգանների սթրեսորային ախտահարման պատճառ հանդիսանալ: Գրականության տվյալների համաձայն սթրեսային ախտահարումների պաթոգենեզը սերտորեն կապված է ճարպերի գերօքսիդային օքսիդացման պրոցեսների ակտիվացման [2], բջջաթաղանթի կառուցվածքային փոփոխությունների, այդ թվում նաև Էրիթրոցիտների, և, որպես հետևանք, արյան մեջ հեմոլիզային իրավիճակների զարգացման հետ, որի աստիճանը կախված է ինչպես գրգռիչի ուժից, այնպես էլ բջիջների ելակետային ռեգիստենտությունից [4]:

Ստացված տվյալները հիմք են տալիս ենթադրելու, որ իմոբիլիզացիոն սթրեսի 30-օրյա ազդեցության դինամիկայում Երիթրոպոեզի ցուցանիշների նշված փոփոխությունները կրում են հարմարողական բնույթ միջավայրի փոփոխվող պայմաններին համապատասխան:

Իմոբիլիզացիոն սթրեսի բացասական ազդեցությունը մեղմացնելու և Երիթրոպոեզի մորֆոլոգիական և գործառնության շարժերը շտկելու նպատակով հետազոտությունների հաջորդ տարբերակում ճազարները նախապես 20 օր սննդի հետ ստացել են հակա-սթրեսային և հակաօքսիդանտային հատկություններով օժտված մեղրախոտի մանրացված տերևներ, ապա ենթարկվել սթրեսի ազդեցությանը: Հարկ է նշել, որ 20 օր սննդի հետ մեղրախոտ ստանալուց հետո ծայրամասային կարմիր արյան ցուցանիշների նորմատիվները ելակետի համեմատությամբ բարձրացել են՝ Երիթրոցիտների քանակը 11%-ով, հեմոգլոբինի պարունակությունը 9%-ով, ռեթիկուլոցիտների հարաբերական և բացարձակ քանակը 16%-ով և 30%-ով համապատասխանաբար (աղ. 3): Այդ ֆոնի վրա իմոբիլիզացիոն սթրեսը Երիթրոպոեզի ցուցանիշների արտահայտված փոփոխություններ չի առաջացրել: Իմոբիլիզացիոն սթրեսի ազդեցության 5-րդ օրը դիտվել է Երիթրոցիտների և հեմոգլոբինի չափավոր նորմոթրոֆի ավելացում: Երիթրոցիտների քանակը նորմայից ավելացել է 10 %-ով ($p<0.02$), հեմոգլոբինի պարունակությունը՝ 12 %-ով ($p<0.01$): Ռեթիկուլոցիտների հարաբերական քանակը կազմել է 114 % ($p<0.01$), բացարձակը՝ 125 % ($p<0.01$), հասունացման արագությունը՝ 183 %:

Աղյուսակ 3. Իմոբիլիզացիոն սթրեսի ազդեցությունը նախապես մեղրախոտ ստացած ճազարների ծայրամասային կարմիր արյան ցուցանիշների վրա

Ցուցանիշներ	Ելակետային տվյալներ	2 շաբաթ մեղրախոտ ստանալուց հետո	Հետազոտության օրերը					
			5	10	15	20	25	30
Երիթրոցիտների քանակը $1մմ^3$ արյան մեջ (հազարներով)	4870 ±162	5450 ±168	5990 ±169 $p<0.05$	5880 ±171	5430 ±165	5269 ±158	5169 ±156	5150 ±153
Հեմոգլոբինի քանակը (գ%)	12,8 ±0,23	14 ±0,24	15,8 ±0,24 $p<0.01$	13,6 ±0,23	13,2 ±0,25	13,2 ±0,25	13,2 ±0,24	13,2 ±0,23
Գունային ցուցիչ	0,80	0,77	0,80	0,71	0,73	0,76	0,77	0,77
Ռեթիկուլոցիտների հարաբերական քանակը (%)	18 ±0,35	21 ±0,98	24 ±0,41 $p<0.01$	24 ±0,41 $p<0.01$	23 ±0,38 $p<0.05$	22 ±0,36	21 ±0,35	21 ±0,35
Ռեթիկուլոցիտների բացարձակ քանակը $1մմ^3$ արյան մեջ	87660 ±2627	114450 ±2965	143760 ±2998 $p<0.01$	140640 ±2996 $p<0.01$	124890 ±2885	115918 ±2868	108549 ±2725	108150 ±2721
Ռեթիկուլոցիտների հասունացման արագությունը ժամում	1	1,5	2,75	2,5	2	1,75	1,55	1,55

Հետազոտության 10-րդ օրը Երիթրոցիտների և ռեթիկուլոցիտների քանակի բարձր մակարդակը պահպանվել է, իսկ հեմոգլոբինի պարունակությունը գտնվել է նորմայի սահմանում: 15-րդ օրը ծայրամասային կարմիր արյան ցուցանիշների էական շարժեր 10-րդ օրվա համեմատությամբ չի դիտվել: Իմոբիլիզացիոն սթրեսի ազդեցության 20-րդ օրը ոսկրածուծում դիտվել է հեմոգլոբինի պարունակող Երիթրոկարիոցիտների քանակի ավելացում: Օքսիֆիլ նորմոցիտների քանակը ելակետի համեմատությամբ ավելացել է 21 %-ով ($p<0.01$) (աղ. 4): Նշված ժամկետում ծայրամասային կարմիր արյան ցուցանիշները գտնվել են ֆիզիոլոգիական նորմայի տատանումների սահմաններում, որը պահպանվել է մինչև 30-րդ օրը: Ոսկրածուծում պահպանվել է օքսիֆիլ նորմոցիտների բարձր մակարդակը, ինչը վկայում է հասունացման պրոցեսների ակտիվացման մասին: Հարկ է նշել, որ հետազոտության ողջ ընթացքում Երիթրոբլաստների պրոտոպլազմայի հասունացման ցուցիչը գտնվել է ելակետի սահմանում: Ըստ երևույթին, մեղրախոտում պարունակվող կենսաբանորեն ակտիվ նյութերի ազդեցությամբ արյան համակարգը ձեռք է բերում մի շարք հարմարողական փոփոխություններ, որոնք ուղղված են ռեպարատիվ պրոցեսների ուժեղացմանը, արյան թթվածնային տարողության մեծացմանը, փոխհատուցողական, պաշտպանական մեխանիզմների սահմանների լայնացմանը, Երիթրոպոեզում ներգրավված կարգավորիչ կառույցների թվի ավելացմանը:

Աղյուսակ 4. Նախապես մեղրախոտ ստացած կենդանիների Էրիթրոիդ ծիլի փոփոխությունների բնույթը խմորիլիզացիոն սթրեսի դիսամիկայում

Ցուցանիշներ	Ելակետային տվյալներ	Հետազոտության օրերը		
		10	20	30
Էրիթրոիդ ծիլի բջիջների ընդհանուր բանակը	36 ±1,2	35 ±1,3	35 ±1,5	34 ±1,2
Էրիթրոբլաստներ և պրոնորմոցիտներ	5	4	4	3
Բազոֆիլ նորմոցիտներ	6	5	5	6
Պոլիբորմատոֆիլ նորմոցիտներ	11	11	9	8
Օքսիֆիլ նորմոցիտներ	14	15	17 ±0,91 p<0.01	17 ±0,85 p<0.01
Էրիթրոբլաստների պրոտոպլազմայի հատուկացման ցուցիչը	0,72	0,74	0,74	0,73

Ստացված տվյալները հիմք են տալիս ենթադրելու, որ սթրեսի պայմաններում մեղրախոտը Էրիթրոպոեզի մորֆոֆունկցիոնալ ցուցանիշների փոփոխությունները կանխարգելող ոչ դեղորայքային միջոց է:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Аверина Т.М.* Морфофункциональная характеристика иммуноадаптационных возможностей лимфоидной ткани селезенки растущего организма иммобилизационного стресса. Морфология. V конгресс междунар. Ассоциации морфологов. 117, 3, с.10, 2000.
2. *Барабой В.А.* Роль перекисного окисления в механизме стресса. Физиологический журнал. 35, 5, с.87, 1989.
3. *Ванидзе М.Р., Каландич А.Г.* Идентификация, количественное определение дитерпеновых гликозидов стевии. “Химия растительного сырья” 4 с. 153, 2009.
4. *Гладкова М.А.* Исследование резистентности мембран эритроцитов к свободнорадикальному гемолизу. Кл. лаб. диагностика. 10, с.27-28, 1999.
5. *Гольдберг Е.Д., Хлусов И.С., Дыгай А.М.* Адренергические механизмы контроля пролиферации и дифференцировки кроветворных клеток-предшественников в условиях иммобилизационного стресса. Бюлл. эксперим. биологии и медицины. 11, с. 457-460, 1993.
6. *Горизонтов П.Д., Белоусова О.И., Федотова М.И.* Стресс и система крови. М., Медицина. 236 с., 1983.
7. *Зубцов В.А., Осипов Л.Л., Милородкова Е.И.* Анализ выделенной смеси дитерпеновых гликозидов из растения *Stevia rebaudiana* методом тонкослойной хроматографии. 6-е совещ. по хим. реактивам. Тезисы докладов и сообщ., Уфа, с. 153, 1993.
8. *Латюшин Я.В.* Влияние препарата “Граноцит” на общее количество клеток костного мозга и периферической крови при действии хронического стресса. Вестн. ЧГПУ. 7, с. 272-280, 2008.
9. *Ляховкин А.Г., Николаев А.П., Учитель В.Б.* Стевия – медовая трава. Растение лекарственное и пищевое в вашем доме, СПб, с. 96, 1999.
10. *Макарова О.А.* Стресс-индуцированные нарушения в системе крови и их коррекция медиаторами и метаболитами стресс-лимитирующих систем. Автореф. дисс. к.б.н. 25с., 2003.
11. *Муравлева Л.Е. и др.* Влияние несимметричного диметилгидразина на уровень внеклеточных нуклеиновых кислот в крови растущих животных, получавших биологически активные добавки на основе стахиса и стевии. Фундаментальные исследования, 6, с. 30-34, 2009.
12. *Пишеникова М.Г.* Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии. Патологическая физиология и эксперим. терапия. 2, с. 26-30, 2001.

13. Ситничук И.Ю., Стрижева Е.Н., Ефремов А.А., Первышина Г.Г. Разработка эффективного способа выделения суммы дитерпеновых гликозидов из *Stevia rebaudiana* Bertoni. Химия растительного сырья. 3, с. 73-75, 2002.
14. Солин А., Корозин В., Ляшев Ю. Гепатопротективное действие регуляторных пептидов при иммобилизационном стрессе. Научные Ведомости Белгородского гос. университета. Медицина формирования. Курск. 22 (141), вып. 20, с. 123-126, 2012.
15. Цейликман В.Э. Адаптивное влияние коротких стрессорных воздействий на некоторые гематологические показатели. Автореф. дисс. к.б.н., Томск, 25 с. 1992.

Ստացվել է 04.10.2016



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 1(69), 2017

ՄԱՑԱՌԱՅԻՆ ԾԱԳՄԱՆ *AILANTHUS ALTISSIMA* ԵՎ *ROBINIA PSEUDOACACIA* ԻՆՎԱԶԻՎ ԾԱՌԱՏԵՍԱԿՆԵՐԻ ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՈՐՈՇ ԱՌԱՆՁՆԱՅԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՐԵՎԱՆԻ ԿԱՆԱԶ ՏՆԿԱՐԿՆԵՐՈՒՄ

Զ.Մ. ՊԱՌԱՎՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտ
zina--1985@mail.ru

Մեր կողմից առաջին անգամ կատարվել է Երևանի կանաչ տնկարկների տարբեր բարձրություններում աճող երկնածառ բարձրաբուն *Ailanthus altissima* և ակացիա սպիտակ *Robinia pseudoacacia* ինվազիվ բուսատեսակների արմատային մացառներում ֆիզիոլոգիական որոշ առանձնահատկությունների ուսումնասիրման փորձ։ Ստացված տվյալները վկայում են այս ինվազիվ բուսատեսակների լավ հարմարվածության և բարձր ֆիզիոլոգիական ակտիվության մասին։

Մացառ – ջրային ռեժիմ – տրանսպիրացիա –երկնածառ բարձրաբուն – ակացիա սպիտակ

В статье приведены результаты проведенного впервые исследования некоторых физиологических особенностей корневых отпрысков инвазивных видов айланта *Ailanthus altissima* и белой акации *Robinia pseudoacacia*, встречающихся в зеленых насаждениях Еревана на разной высоте над ур.м. Показано, что оба вида обладают высокой физиологической активностью, вследствие чего проявляют высокий инвазивный потенциал.

Поросль – водный режим – транспирация – айлант высочайший – белая акация

The results of the first-ever study on physiological characteristics of root sprouts of invasive species *Ailanthus altissima* and *Robinia pseudoacacia* growing on different altitudes in plantations of Yerevan city. It is shown that the two species have high physiological activity, and show sensible invasive potential.

Root suckers – water regime – transpiration – Ailanthus altissima – Robinia pseudoacacia

Ներկայումս ինվազիվ տեսակները հանդիսանում են երկրագնդի կենսաբազմազանությանը սպառնացող հիմնական վտանգներից մեկը։ Համաձայն ներկայիս տվյալների [9], Հայաստանի բնական էկոհամակարգերին մեծ սպառնալիք են ներկայացնում 78 տեսակի ինվազիվ և էքսպանսիվ բույսեր։ Դրանցից երկուսը՝ երկնածառ բարձրաբուն ակացիա սպիտակ *Ailanthus altissima* (Mill) Swingle (Simaroubaceae) և *Robinia pseudoacacia* L. (Fabaceae) ընդգրկված են ինվազիվ տեսակների ցուցակում։

Հայաստանի առավել վտանգավոր ինվազիվ և էքսպանսիվ բույսերի ժամանակակից տարածման վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ վերջին տարիներին այս տեսակները զգալիորեն ընդլայնել են իրենց տարածման սահմանները, կախված կլիմայական պայմանների փոփոխման և խախտված բնակմիջավայրերի տարածքների ընդլայնման հետ [10]։ Բարձրացել է ինվազիվ տեսակների պոպուլյացիաների խտությունը, սկսվել է բնական էկոհամակարգեր դրանց ներթափանցումը և հաստատումը [1]։ Ինվազիվ բուսատեսակների

ինտենսիվ տարածվածությունը կախված է մի շարք ներքին և արտաքին գործոններից, այդ թվում նաև ֆիզիոլոգիական առանձնահատկություններից:

Երկնածառ բարձրաբունը ՀՀ ըստ վտանգավորության աստիճանի պատկանում է չորրորդ կատեգորիային և տարածված է Իջևանի, Կյուսիսային և հարավային Չանգեզուրի, Երևանի, Մեղրիի և Դարալագեսի ֆլորիստիկ շրջաններում [9]: Լայնորեն օգտագործվում է բնակավայրերի և քաղաքների, հիմնականում ճանապարհների, այգիների, պուրակների կանաչապատման նպատակով: Կիրառվում է հակաեռոզիոն, դաշտապաշտպան տնկարկներում, սողաքների, ավազների ամրացման համար, քարքարոտ և աղքատ հողերում: Ներկայումս ՀՀ ընդհանուր տարածվածությունը կազմում է մոտ 125 կմ²:

Ակացիա սպիտակը ՀՀ ըստ վտանգավորության աստիճանի պատկանում է երկրորդ կատեգորիային և լայնորեն տարածված է Իջևանի, Կյուսիսային և հարավային Չանգեզուրի և Երևանի ֆլորիստիկ շրջաններում և գրեթե բոլոր շրջաններում օգտագործվում է բնակավայրերի կանաչապատման մեջ և պաշտպանական անտառաշերտի նպատակով: Աճում է հիմնականում ճանապարհներին, առաջացնում է խիտ մացառուտներ: Հայաստանում ինքնուրույն բազմացումը բավականին թույլ է արտահայտված, երբեմն դիտվում է տեսակի բնական էկոհամակարգի պատահական ներթափանցում, իսկ կատարված զանգվածային հատումների հետևանքով քանակի կրճատման արդյունքում հաճախ ձևավորում են խիտ մացառներ [10]: Տեսակի տարածման ընդհանուր արեալը ՀՀ կազմում է 40 կմ²:

Երկու տեսակներն էլ չորադիմացկուն են, հողի նկատմամբ ոչ պահանջկոտ, լուսասեր են, ցրտադիմացկուն [2]: Լավ են բազմանում և տարածվում ինչպես վեգետատիվ եղանակով, այնպես էլ սերմերով, կտրոններով, արմատային և բնային մացառներով: Ելնելով վերը նշվածից, ներկայումս մեր առջև խնդիր ենք դրել ուսումնասիրել ֆիզիոլոգիական որոշ առանձնահատկություններ՝ պարզաբանելով ջրային ռեժիմի և տրանսպիրացիայի ինտենսիվության ցուցանիշները բույսերի մացառային աճի ընթացքում:

Նյութ և մեթոդ: Մացառների աճի դինամիկայի ուսումնասիրություններն կատարվել են 2015-2016թթ, փորձերը կատարվել են 4-6 կրկնողությամբ: Ուսումնասիրության օբյեկտ են հանդիսացել երկնածառ բարձրաբուն և ակացիա սպիտակ ինվազիվ բուսատեսակները: Ուսումնասիրություններն կատարվել են Երևանի երեք տարբեր կանաչ տնկարկներում (Հաղթանակի զբոսայգի՝ բարձրությունը ծ.մ. 1140 մ, Օդակաձև այգի՝ 1025 մ և Բուսաբանական այգի՝ 1240 մ):

Ելթափորձային օբյեկտների ինտենսիվ աճման շրջանում (հունիս-հուլիս) որոշվել է տերևների ընդհանուր մակերեսը՝ ուրվագծային եղանակով [6], ջրային ռեժիմի ցուցանիշները [4, 7] և տրանսպիրացիայի ինտենսիվությունը՝ արագ կշռման եղանակով [8]՝ կախված մացառային աճից:

Արդյունքներ և քննարկում: Հետազոտվող տեսակների մոտ մացառային աճի ժամանակ տերևների ընդհանուր մակերեսը և քանակը ավելանում է, սակայն մեկ ընձուղի հաշվարկով դրանք պակասում են (աղ. 1):

Աղյուսակ 1. Երկնածառ բարձրաբունի և ակացիա սպիտակի տերևային մակերեսը և տերևների թիվը

Կանաչ տնկարկ	Երկնածառ բարձրաբուն			Ակացիա սպիտակ		
	Տերևների թիվը	Մեկ տերևի մակերեսը, սմ ²	Տերևների ընդհանուր մակերեսը, դմ ²	Տերևների թիվը	Մեկ տերևի մակերեսը, սմ ²	Տերևների ընդհանուր մակերեսը, դմ ²
Երևանի բուսաբանական այգի	322	73,64	231,2	318	69,59	227,2
Հաղթանակի զբոսայգի	933	59,75	531,6	920	50,60	520,5
Օդակաձև այգի	1505	59,90	859,0	1450	50,78	845,1

Աղ. 1-ի տվյալների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ, կախված մացառային աճից, տերևների քանակական աճը երկնածառ բարձրաբունի մոտ նվազում է ավելի ցածր տեմպով, քան ակացիա սպիտակի մոտ: Դա էլ բացատրվում է նրանով, որ երկնածառ բարձրաբունը, համարվելով քսերոֆիտ տեսակ, ավելի լավ է հարմարվում աճելավայրի պայմաններին, և արմատային համակարգն ավելի լավ է զարգացած, քան ակացիա սպիտակինը:

Այս պարագայում երկնածառ բարձրաբունը հարմարվում է չոր կիսաանապատային բարբարոտ հողերին և ձևավորում է մինչև 20 մ և ավելի խորությամբ ամուր արմատային համակարգ:

Երևանի կանաչ հատվածներում աճող այս տեսակների մացառները Էկոլոգիական տարբեր խմբերում ձևավորում են տարբեր տերևային մակերես, ուստի դրա հետ կապված տարբեր են տրանսպիրացիայի ինտենսիվության և ջրային ռեժիմի ցուցանիշները:

Հետազոտության արդյունքները ցույց են տալիս, որ տեսակների մոտ մացառային աճի ավելացման դեպքում ընդհանուր ջուրը պակասում է, քանի որ տերևային զանգվածը տրանսպիրացիայի արդյունքում բերում է ջրի մեծ քանակության կորուստ:

Ինչ վերաբերում է ջրային անբավարարությանը [3], պետք է ենթադրել, որ երկու տեսակների մոտ էլ միևնույն աճելավայրի պայմաններում, Էկոլոգիական տարբեր խմբերի մացառների մոտ քիչ կամ շատ ջրային անբավարարությունը կարող է ձևավորել տարբեր ցուցանիշներ (աղ. 2):

Աղյուսակ 2. Երկնածառ բարձրաբունի և ակացիա սպիտակի ջրային ռեժիմի և տրանսպիրացիայի ինտենսիվության ցուցանիշները

Կանաչ տնկարկ	Երկնածառ բարձրաբուն					Ակացիա սպիտակ				
	Շուրջ	ազատ ջուր	կապված ջուր	ջրային անբավ	Տրանսպիրացիայի ինտենսիվությունը, մգ/գրամ թաց քաշին, ժամ	Շուրջ	ազատ ջուր	կապված ջուր	ջրային անբավ	Տրանսպիրացիայի ինտենսիվությունը, մգ/գրամ թաց քաշին, ժամ
Երևանի բուսաբանական այգի	77,0	47,0	30,0	21,0	684,9	64,1	42,1	22,0	35,5	680,5
Հաղթանակի զբոսայգի	69,4	43,1	26,3	24,0	700,0	67,0	35,4	31,6	25,4	650,5

Աղ. 2-ի տվյալները վկայում են, որ ի տարբերություն ակացիա սպիտակի երկնածառ բարձրաբունն աչքի է ընկել տերևներում ընդհանուր ջրի, ազատ ջրի և տրանսպիրացիայի բարձր պարունակությամբ: Մացառային աճը բերում է ազատ ջրի նվազման, որը քսերոֆիտ երկնածառ բարձրաբունի մոտ ավելի ակնհայտ է, քան ակացիա սպիտակի մոտ: Հայտնի է, որ երկնածառ բարձրաբունի մոտ մացառային աճի դեպքում նկատվում է կապված ջրի նվազում, իսկ ակացիա սպիտակի մոտ դիտվում է հակառակ օրինաչափությունը: Այս ամենը վկայում է այն մասին, որ միևնույն հողա-կլիմայական պայմաններում բույսերի Էկոլոգիական տարբեր խմբերում գործում է ջրային ռեժիմի ինքնակարգավորման տարբեր մեխանիզմներ (5):

Ջրային ռեժիմի տվյալները մացառային աճի ժամանակ բերում են այն եզրահանգման, որ կախված մացառային աճից մեծ կապ կա ընդհանուր ու ազատ ջրի և ջրային անբավարարության միջև: Երկնածառ բարձրաբունի ջրային անբավարարությունը աճում է մացառային աճին զուգահեռ, իսկ ակացիա սպիտակի մոտ այս օրինաչափությունը նվազում է: Սրանում մեծ դեր է կատարում տրանսպիրացիայի ինտենսիվությունը, որը բարձր է քսերոֆիտ երկնածառ բարձրաբունի մոտ:

Հետազոտությունների արդյունքում եկել ենք այն եզրահանգման, որ ստացված ցուցանիշները չեն հասնում կրիտիկական սահմանի, և որ երկնածառ բարձրաբունի և ակացիա սպիտակի ֆիզիոլոգիական առանձնահատկությունները, կախված մացառային աճի դինամիկայից, միևնույն հողակլիմայական պայմաններում, աճելավայրի տարբեր բարձրություններում ցուցաբերում են տարբեր ցուցանիշներ, ինչն էլ վկայում է ինվազիվ տեսակների լավ հարմարվածության և ֆիզիոլոգիական ակտիվության մասին:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. «Հայաստանի Կենսաբազմազանությանը» 5-րդ ազգային զեկույց, Երևան, 128 էջ, 2014.
2. Վարդանյան Ժ. Հ., Գառնյան Գ. Մ., Գրիգորյան Մ. Մ., Փայտյան Յու. Ե. Գեղազարդ ծառեր և թփեր կանաչապատման համար, 362 էջ, 2015.
3. Гаспарян А.Г. Сезонная динамика содержания различных форм воды и водоудерживающей способности листьев некоторых альпийских растений, произрастающих на разных высотах. Докл. АН Арм ССР, 6, 42, 5, с. 298-302, 1966.
4. Гусев Н.А. О некоторых параметрах и методах исследования водного режима растений. В сб.: Водный режим раст. и их продукт. Изд. „Наука“ М., с. 22-27, 1968.
5. Казарян В.О. Старение высших растений. М., Наука, 314 с, 1969.
6. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М., Изд-во АН СССР, 160 с, 1961.
7. Пильщикова Н.В. Водный обмен растений. В кн.: “Практикум по физиологии растений” М., “Колос”, с. 35-52, 1972.
8. Сказкин Ф.Д., Ловчиновская Е.Н., Миллер М.С., Аникиев В.В. Практикум по физиологии растений. М., 339 с., 1958.
9. Файвуш Г.М., Таманян К.Г. Инвазивные и экспансивные виды растений Армении, 272 с., 2014.
10. Файвуш Г.М., Алексанян А.С. Местообитания Армении. Ереван НАН РА, Институт ботаники, 360 с., 2016.

Ստացվել է 23.08.2016



Biol. Journal of Armenia, 1 (69), 2017

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ОВОЩНЫХ КУЛЬТУРАХ В ЗОНЕ АРМЯНСКОЙ АЭС

Л.М. КАЛАЧЯН, А.О. ТАДЕВОСЯН

Институт проблем гидропоники им. Г.С. Давтяна НАН РА
hydrop@netsys.am

Изучали особенности накопления контролируемых искусственных радионуклидов (РН), (^{90}Sr , ^{137}Cs) в ряде овощных культур (укроп, кориандр, базилик, петрушка, сельдерей, салат, перец, томат, огурец, баклажан, кабачок, зеленая фасоль, кочанная капуста, цветная капуста, репчатый лук, картофель, арбуз, дыня), выращенных на бурых почвах, орошаемых водами р. Мецамор в зоне Армянской АЭС с радиусом 2-15 км. Выяснилось, что РН проникали в овощные культуры из оросительных вод, почвы и воздушного бассейна. Содержание РН в овощных культурах не превышало предельно допустимые концентрации (ПДК). Разработаны научно обоснованные радиозащитные практические рекомендации, применение которых на агроценозах даст возможность получать экологически безопасные сельскохозяйственные продукты.

*ААЭС – радионуклиды – овощные культуры – накопление –
практические рекомендации*

Ուսումնասիրվել են Հայկական ԱԷԿ-ի շրջակա տարածքի (2-15 կմ շառավիղով գոտի) գորշ հողերի վրա մշակված և Մեծամոր գետի ջրով ոռոգված մի շարք բանջարային մշակաբույսերում (սամիթ, համեմ, ռեհան, մաղադանոս, նեխուր, հազար, տաթեղ, լոլիկ, վարունգ, սմբուկ, դդմիկ, կանաչ լոբի, գլուխ կաղամբ, ծաղկակաղամբ, գլուխ սոխ, կարտոֆիլ, ձմերուկ, սեխ) վերահսկվող արհեստական ռադիոնուկլիդների (^{90}Sr , ^{137}Cs) կուտակման առանձնահատկությունները: Պարզվել է, որ ՌՆ-ը ներթափանցել են բանջարային մշակաբույսերի մեջ ոռոգիչ ջրերից, հողերից և օդային ավազանից: Բանջարային մշակաբույսերում ՌՆ-ի պարունակությունը չի գերազանցել սահմանային թույլատրելի խտությունները (ՍԹԽ): Մշակվել են գիտականորեն հիմնավորված գործնական ռադիոպաշտպանական հանձնարարականներ, որոնց կիրառումը ագրոհամակեցություններում հնարավորություն կտա ստանալ Էկոլոգիապես անվտանգ գյուղատնտեսական մթերքներ:

*ՀԱԷԿ – ռադիոնուկլիդներ – բանջարային մշակաբույսեր – կուտակում – գործնական
հանձնարարականներ*

Peculiarities of accumulation of controlled artificial radionuclides (RN)- ^{90}Sr , ^{137}Cs in a number of vegetable crops (coriander, dill, basil, parsley, celery, lettuce, pepper, tomato, cucumber, eggplant, marrow, green bean, cabbage, cauliflower, onion, potato, watermelon, melon) cultivated in gray soils irrigated by water of Metsamor River (2-15 km radius anthropogenic zone of the Armenian NPP) have been studied. It turned out that RN penetrated into the crops through irrigation water, soils and atmosphere. The content of RN in vegetable crops didn't exceed the allowed concentration limits (ACL). Practical recommendations have been developed for obtaining ecologically safe agricultural products.

ANPP – radionuclides – vegetable crops – accumulation – practical suggestions

Охрана окружающей среды от загрязнения радионуклидами (РН) является одной из наиболее острых проблем современности. Среди многочисленных антропогенных и природных факторов, которые влияют на биогеоценозы и на человека, важным остается радиоактивное загрязнение, экологическое значение которого особенно возросло в связи с развитием ядерной энергетики, в частности, эксплуатацией атомной электростанции (АЭС). Известно, что в процессе эксплуатации АЭС, наряду с выработкой электроэнергии, в окружающую среду выбрасываются опасные для здоровья человека многочисленные естественные и искусственные РН. Большинство их распадаются быстро и практически не участвуют в процессах обмена минеральных веществ в биологических объектах. Особенно большую биологически потенциальную опасность представляют долгоживущие РН⁹⁰Sr (период полураспада $T_{1/2}=28,6$ год) и ¹³⁷Cs ($T_{1/2}=30,1$ год), которые включаются в биогеохимические циклы миграции и, накапливаясь в сельскохозяйственной продукции, попадают в рацион человека. Скорость и направление круговорота РН зависят от их физико-химических свойств и природных факторов [2, 3, 4, 8, 9, 11-14].

В Армении охрана окружающей среды от загрязнения РН имеет исключительно важное значение по следующей причине. Армянская АЭС расположена в густонаселенном районе (зона радиусом 2 – 15 км от ААЭС включает 3 города и 64 села, а зона радиусом 30 км – г. Ереван) интенсивного земледелия – в центре Араратской долины. ААЭС использует воду реки Мецамор. После утилизации вода поступает обратно в реку и используется для орошения земель. В условиях жаркого и сухого климата Араратской долины это экономически оправдано, а с точки зрения радиозологии – нет. В этом случае возможны накопления РН в орошаемой почве, сельскохозяйственных культурах и, следовательно, постепенное повышение радиационной нагрузки на биологические объекты в этом регионе. Описанная ситуация настоятельно требует осуществления радиационного мониторинга в цепочке вода-почва-растение этого региона. Для решения этой задачи в зоне ААЭС радиусом 2-15 км, начиная с 1996 года, нами проводятся исследования особенностей перемещения и накопления ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs в природных водах (артезианская, р. Мецамор, озеро Акналич), бурых почвах и разных видах растений (сельскохозяйственные культуры, травянистые растения, плодовые и декоративные деревья и т.д.) с учетом особенностей местных условий (микрорельеф, растительный покров, почво-климатические условия и т.д.) данного региона. Целью настоящей статьи являлось изучение процессов перемещения и накопления ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в экосистеме поливная вода-почва-овощная культура в зоне ААЭС радиусом 2–15 км и разработка практических рекомендаций, применение которых на агроценозах этого региона позволит получать радиоэкологически безопасные продукты. С 2011 года исследования продолжаются в рамках проекта 11-1f262 МОН РА.

Материал и методика. С 2011-2013 гг. периодически осуществлялся пробоотбор воды, почвы и растений зоны ААЭС с радиусом 2–15 км. В мае, августе и октябре из р. Мецамор брались образцы воды, с глубины 0-30 см – образцы бурой орошаемой почвы, занятой под овощными культурами, а также образцы из съедобных частей растений укропа (*Anethum* L.), кориандра (*Coriandrum sativum* L.), базилика (*Ocimum basilicum* L.), петрушки (*Petroselinum* Hill.), листового сельдерея (*Apium* L.), салата (*Lactuca* L.), перца (*Capsicum* L.), томата (*Lycopersicum esculentum* Mill.), огурца (*Cucumis sativus* L.), баклажана (*Solanum melongena* L.), кабачка (*Cucurbita pepo* var. *Girromontina*), зеленой фасоли (*Phaseolus* L.), кочанной капусты (*Brassica capitata* L.), цветной капусты (*Brassica oleracea* L.), репчатого лука (*Allium* L.), картофеля (*Solanum tuberosum* L.), арбуза (*Citrullus vulgaris*), дыни (*Cucumis melo* L.). Определение ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs во всех образцах проводилось радиохимическим методом с помощью прибора УМФ – 1500 [10]. Полученные данные сравнивались с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) [1, 2, 5].

Результаты и обсуждение. В табл. 1 приведены данные, указывающие на существенные различия в содержании РН, обусловленные неодинаковой избирательной поглотительной способностью овощных культур. Полученные данные согласуются с данными других авторов [2-4, 8, 11, 12]. По нашим данным, содержание РН в пряных листовых растениях (укроп, кориандр, базилик, петрушка, сельдерей, салат) варьировало в пределах: $^{90}\text{Sr} = 3,7-8,8$ Бк/кг, $^{137}\text{Cs} = 5,8-13,6$ Бк/кг, а в других овощных культурах (перец, томат, огурец, баклажан, кабачок, зеленая фасоль, капуста кочанная, цветная капуста, картофель, репчатый лук, арбуз, дыня) – в пределах: $^{90}\text{Sr} = 1,0-8,0$ Бк/кг, $^{137}\text{Cs} = 3,5-8,1$ Бк/кг. По данным других авторов [2], в зоне ААЭС радиусом 2-18 км содержание ^{137}Cs в овощных культурах (перец, томат, огурец, баклажан, картофель) варьировало в пределах: $^{137}\text{Cs} = 3,7-4,2$ Бк/кг, а в пряных растениях составило в среднем 6,0 Бк/кг. Очевидно, что наибольшим содержанием ^{137}Cs отличаются пряные листовые растения. Известно, что изменение режима орошения овощных культур – замена полива дождеванием на поверхностный полив, перенесение сроков полива на более ранние, увеличение норм поливов за счет уменьшения их количества позволяет снизить накопление радионуклидов в растениях в 2-10 раз [8, 11, 14]. Из этого следует, что в условиях жаркого и сухого климата Арагатской долины частые поливы пряных растений одновременно способствовали перемещению РН из поливной воды в растения, а также увеличению подвижности РН в почвенном растворе и поступлению их в растения.

По содержанию ^{90}Sr пряные листовые растения располагаются в следующий убывающий ряд: базилик > кориандр > петрушка > сельдерей > салат = укроп, а по содержанию ^{137}Cs – кориандр > базилик = петрушка > салат > укроп > сельдерей. По содержанию ^{90}Sr овощные культуры располагаются в следующий убывающий ряд: баклажан > дыня > огурец > кабачок > томат > картофель > перец > цветная капуста > кочанная капуста = арбуз > зеленая фасоль > репчатый лук, а по содержанию ^{137}Cs – баклажан > перец > арбуз > дыня > картофель > зеленая фасоль > цветная капуста > кочанная капуста = огурец > томат > кабачок > репчатый лук.

Выяснилось, что в поливной воде (река Мецамор) концентрация РН составила в среднем: $^{90}\text{Sr} = 0,12$ Бк/л и $^{137}\text{Cs} = 0,009$ Бк/л (ПДК для питьевой воды $^{90}\text{Sr} = 5,0$ Бк/л; $^{137}\text{Cs} = 11,0$ Бк/л) [2], а в орошаемой бурой почве (0-30 см) – $^{90}\text{Sr} = 9,0$ Бк/кг и $^{137}\text{Cs} = 9,8$ Бк/кг. Источниками поступления РН в поливные воды могут быть вымывание из почвы, поступление с пылью, атмосферными осадками, а также загрязнение в результате работы ААЭС [2,12].

Известно, что почвы Армении, по содержанию РН в основном составляют следующий ряд: горнолуговые > лесные > черноземные > каштановые > бурые. При этом миграция РН во многом зависит от типа почвы, её гранулометрического состава, водно-физических и агрохимических свойств [4,11]. По нашим данным, в 2011-2013 гг. в зоне ААЭС радиусом 2-15 км содержание РН в бурых почвах (0-30 см) полупустынного пояса в среднем составило: $^{90}\text{Sr} = 7,4$ Бк/кг, $^{137}\text{Cs} = 11,8$ Бк/кг. Вероятно, в орошаемую бурую почву окрестностей ААЭС РН проникали не только из поливной воды, но и из атмосферы в виде осадков гидро-и аэрозолей и пыли [2]. Следовательно, источниками поступления РН в овощные культуры служили поливная вода и орошаемая бурая почва, а также воздушный бассейн. Надо отметить, что клубни картофеля и репчатый лук защищены от аэрального поступления РН. Причем, из воздушного бассейна преобладало аэральное поступление ^{137}Cs в растения, так как в 2013 году в этом регионе количество ^{137}Cs в атмосферном воздухе в 1,4 раза, а в атмосферных осадках в 1,9 раза превосходило ^{90}Sr [2].

Таблица 1. Содержание и относительные показатели РН в овощных культурах в зоне ААЭС

Культуры	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr/ ¹³⁷ Cs, наблюдаемые отношения	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
	Бк/кг			коэффициенты накопления	
Укроп	3,7	7,5	0,6	0,4	0,8
Кориандр	8,7	13,6	0,7	1,0	1,4
Базилик	8,8	13,1	0,7	1,0	1,3
Петрушка	5,2	13,1	0,4	0,6	1,3
Сельдерей	4,8	5,8	0,9	0,5	0,6
Салат	3,7	10,1	0,4	0,4	1,0
Перец	4,5	7,2	0,7	0,5	0,7
Томат	5,7	4,6	1,3	0,6	0,5
Огурец	7,6	4,7	2,0	0,8	0,4
Баклажан	8,0	8,1	1,1	0,9	0,8
Кабачок	5,8	4,2	1,7	0,6	0,4
Зеленая фасоль	2,4	5,9	0,4	0,3	0,5
Кочанная капуста	3,2	4,7	0,8	0,3	0,5
Цветная капуста	3,8	5,6	0,8	0,5	1,2
Репчатый лук	1,0	3,5	0,3	0,1	0,3
Картофель	4,8	6,1	0,9	0,5	0,6
Арбуз	3,2	7,0	0,4	0,4	0,7
Дыня	7,8	6,8	1,3	0,9	0,7
ПДК [1, 5]	40	120	-	-	-

По нашим расчетным данным, наиболее высокие коэффициенты накопления (КН) (отношение концентрации элемента в растении к содержанию этого элемента в почве) характерны для поступления цезия в кориандр, базилик, петрушку, салат и цветную капусту. Наиболее высокий уровень накопления стронция характерен для кориандра, базилика, огурца, баклажана и дыни. Минимальная аккумуляция цезия и стронция отмечена у репчатого лука. КН ^{137}Cs для растений (укроп, кориандр, базилик, петрушка, сельдерей, салат, перец, зеленая фасоль, кочанная капуста, цветная капуста, репчатый лук, картофель, арбуз) в 1,2–3,0 раза выше, чем КН ^{90}Sr . Для томата, огурца, баклажана, кабачка, дыни КН ^{90}Sr в 1,1–2,0 раза выше, чем КН ^{137}Cs . Об этом свидетельствуют также показатели наблюдаемых отношений (НО) (соотношение $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ в растениях и почвах) [11]. В системе почва – растение величина НО для пары ^{90}Sr - ^{137}Cs для томата, огурца, баклажана, кабачка, дыни колебалась в пределах 1,1-2,0 (табл.1), т. е. $\text{НО} > 1$. Это означает, что ^{90}Sr накапливается в растениях в значительно большей мере, чем ^{137}Cs . Для растений (укроп, кориандр, базилик, петрушка, сельдерей, салат, перец, зеленая фасоль, кочанная капуста, цветная капуста, репчатый лук, картофель, арбуз) величина НО колебалась в пределах 0,3-0,9, т.е. $\text{НО} < 1$. Это означает, что при переходе из почвы в растения происходит преимущественное поглощение ^{137}Cs . Выявлено, что существует сильная положительная связь между НО и КН ^{90}Sr , т.к. коэффициент корреляции $r = 0,81 \pm 0,14$ и слабая отрицательная связь между НО и КН ^{137}Cs , т. к. $r = -0,30 \pm 0,23$ [6].

Таким образом, исследования показали, что во всех исследованных овощных культурах, выращенных с использованием воды р. Мецамор на бурых почвах в окрестностях ААЭС, содержание контролируемых РН (^{90}Sr , ^{137}Cs) находится в пределах допустимых концентраций.

Практические рекомендации. Для минимизации уровней накопления РН в овощных культурах следует проводить следующие мероприятия: выращивать засухоустойчивые сорта культур с корнями, проникающими в глубокие слои почвы;

исключить полив растений методом дождевания, а также перед сбором урожая; применять полив растений капельным методом; для сокращения количества поливов использовать агротехнические приемы, способствующие повышению запасов влаги в почве; применять технологии закапывания загрязненного слоя (0-30 см) в более глубокие слои почвы.

Разработанные радиозащитные мероприятия позволят получать экологически безопасные продукты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Թաքմ Կառույ բանջարեղենի տեխնիկական կանոնակարգի հավելված – ՀՀ կառավարության ղեկավարի 21-ի N 1913-Ն որոշում, 2006:
2. ՀՀ կառավարության առընթեր միջուկային ակտիվության կարգավորման պետական կոմիտեի գործունեության հաշվետվություն, 2014, www.anra.am/upload/Annual.
3. *Алексахин Р.М., Булдаков Л.А., Губанов В.А. и др.* Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры. М., Изд. АТ, 752с., 2001.
4. *Ананян В.Л., Степанян Э.К.* О влиянии ААЭС на радиоактивное загрязнение среды. Известия НАН РА. Науки о земле, XLVI, 1, с. 32-38, 1993.
5. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2,3,2,1078-01.-М.:ФГУП “Интер-СЭН”, 168с., 2002.
6. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М., с. 223-228, 1985.
7. *Калачян Л.М., Кочарян К.А., Аветисян М.М., Тадевосян Л.С.* Накопление радионуклидов в некоторых овощных культурах в зоне Армянской атомной электростанции. Известия Государственного аграрного университета Армении. №3, с. 16-19, 2008.
8. *Кенжеева Ж.К., Дюсалиева Г.У., Велямов М.Т., Байбекова Т.К.* Мониторинг химического загрязнения районированных сортов капусты и моркови на стадии выращивания в южном регионе Казахстана. Успехи современного естествознания. 2, 9, с. 162-166, 2014.
9. *Оганесян Н.М., Мириджанян М.И., Асрян К.В., Оганесян А.Н.* Реабилитация ликвидаторов Чернобыльской аварии в Армении. В книге: Чернобыль-25, Материалы конференции, посвященной 25-летию аварии на Чернобыльской АЭС. Ереван, с. 56-64, 2011.
10. *Павлоцкая Ф.И.* Методы определения ^{90}Sr и других изотопов. В книге: Физико-химические методы исследования почв. М., 126с., 1966.
11. Сельскохозяйственная радиоэкология. Под. ред. Р.М. Алексахина, Н.А. Корнеева. М.: Экология, 400с., 1992.
12. *Яблоков А.В.* Миф об экологической чистоте атомной энергетики. Масштабы газо-аэрозольных выбросов АЭС, М., Учебно-методический коллектор “Психология”, 137с., 2001.
13. *Grigoryan, A. Amirjanyan, Y. Gondakyan, A. Stepanyan.* Radioactive Waste Storage Facility AT The Armenian NPP-12462 WM2012 Conference, February 26 - March 1, Phoenix, AZ, p.1-12, 2012.
14. Remediation Strategies for Contaminated Territories Resulting from the Chernobul Accident: Final report /Contract B7-5200/97/000646/MAR/C3/Eds P. Jacob. S. Fesenco, S.K. Firsacova et al. GSF-Forschungszentrum, ISSN 0721.1694, Neuherberg., 300p. , 2001.

Поступила 08.04.2016



Биол. журн. Армении, 1 (69), 2017

ВЛИЯНИЕ ГИПЕРБАРИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНАЦИИ НА АЗОТИСТЫЙ МЕТАБОЛИЗМ В СЕЛЕЗЁНКЕ ПРИ РЕЗЕКЦИИ ПЕЧЕНИ НА ФОНЕ ХРОНИЧЕСКОГО ТЕТРАХЛОРМЕТАНОВОГО ГЕПАТИТА

П.Н. САВИЛОВ

ГБТОУЗ “Тамбовская ЦРБ”, с. П. Пригородное, Россия
ГБОУ ВПО “Воронежский государственный медицинский университет
им. Н.Н. Бурденко” Воронеж, Россия
p_savilov@rambler.ru

В опытах на беспородных белых крысах (самках) исследовали влияние гипербарической оксигенации (ГБО, на азотистый метаболизм в селезёнке после резекции печени (РП) на фоне хронического тетрахлорметанового (CCl₄) гепатита. Исследованиями установлено, что ГБО, предотвращая развитие артериальной гипергаммониемии, не изменяла содержание глутамина в артериальной крови. В условиях ГБО устранялось патологическое накопление аммиака спленоцитами, вызванное применением РП на фоне хронического CCl₄-гепатита, но усиливалось и пролонгировалось стимулирующее влияние РП на образование глутамина спленоцитами. Это создавало условия для накопления глутамина в селезёнке на 1-ые и 4-ые сутки постгипероксического периода. В условиях ГБО предотвращалось накопление мочевины спленоцитами и увеличение её концентрации в артериальной крови, вызванное комбинированным (CCl₄ и РП) поражением печени. Корригирующее влияние гипероксии на азотистый метаболизм в спленоцитах, нарушенный при РП на фоне хронического CCl₄-гепатита – сохраняется на протяжении 11-ти суток постгипероксического периода.

Селезёнка – азотистый метаболизм – гипероксия – гепатит – резекция печени

Փորձերում կատարված էր սպիտակ անէտներին վրա հետազոտվել է հիպերբարիկ օքսիգենացիան (ՀԲՕ) փայծաղում ազոտի նյութափոխանակության վրա յարդի ռեգեկցիայից (ԼՌ) հետո՝ բրոնիկ CCl₄-ի հեպատիտի դեպքում: Հետազոտությունները հաստատեցին, որ ՀԲՕ, կանխելով զարկերա-կային հիպերամոնիեմիան, չի փոփոխել գլուտամինի քանակը զարկերակային արյան մեջ: ՀԲՕ պայմաններում վերանում էր ամոնյակի պաթոլոգիկ կուտակումը սպլենոցիտներով, ինչը ի հայտ էր գալիս ԼՌ-ն կիրառելիս՝ բրոնիկ CCl₄-ի հեպատիտի ժամանակ, սակայն ուժեղանում էր և երկարաձգվում էր ԼՌ խթանող ազդեցությունը սպլենոցիտներով գլուտամինի առաջացման վրա: Դա ստեղծում էր պայմաններ փայծաղում գլուտամինի կուտակման համար հետհիպերօքսիդ ժամանակահատվածի 1-և 4-րդ օրերին: ՀԲՕ պայմաններում կանխվում էր միզանյութի կուտակումը սպլենոցիտներով և դրա խտության ավելացումը զարկերակային արյան մեջ, ինչն առաջանում էր յարդի համատեղ (CCl₄ և ԼՌ վնասվածքով: Հիպերօքսիայի կարգավորող ազդեցությունը սպլենոցիտներում ազոտային նյութափոխանակության վրա, ինչը խախտվել էր ԼՌ-ի ժամանակ բրոնիկ CCl₄-ի հեպատիտի դեպքում, պահպանվում է ընդհուպ մինչև հետհիպերօքսիդ ժամանակահատվածի 11-րդ օրը:

Փայծաղ – ազոտի նյութափոխանակություն – հիպերօքսիա – յարդի ռեգեկցիա – հեպատիտ

In experiments on outbred white rats (females) is-followed the influence of hyperbaric oxygenation (HBO) on nitrogen metabolism in the spleen after liver resection (LR) on the background of chronic tetrachloromethane (CCl_4) hepatitis. Studies have established that HBO, preventing the development of arterials hyperammonemia, has not changed the glutamine content in the arterial blood. In terms of HBO were eliminated pathological accumulation of ammonia by splenocytes, caused by the use of LR in the presence of chronic CCl_4 – hepatitis, but intensified and .lengthen stimulating effect of LR on the formation of glutamine by splenocytes. This created conditions for the accumulation of glutamine in the spleen at 1 and 4 days after HBO. In terms of HBO prevented the accumulation of urea by splenocytes and increase in its concentration in arterial blood which is caused by combined (CCl_4 + LR) lesions of the liver. Correcting the effect of hyperoxia on nitrogen metabolism in splenocytes disturbed during LR on the background of chronic CCl_4 - hepatitis preserved for the 11 day after HBO.

Spleen – nitrogen metabolism – hyperoxia – hepatitis – liver resection

Предыдущими исследованиями показано, что хроническое поражение печени, нарушая аммиакобезвреживающую функцию гепатоцитов [11], приводит к формированию артериальной гипераммониемии [13]. Её развитие активизирует “внепечёночные” механизмы, направленные на элиминацию избытка аммиака из крови, торможение его поступления из органов желудочно-кишечного тракта в портальный кровоток, а также его ретенционную задержку в тканях некоторых органов [13,16]. Одним из эффективных способов стимуляции репаративных процессов в поражённой печени и резорбции избытка соединительной ткани является резекция печени [9,18]. Однако у этого метода есть существенный недостаток: прогрессирование в послеоперационном периоде эндогенной аммиачной интоксикации [9,13]. При этом в спленоцитах истощается реакция связывания аммиака через образование глутамина и прогрессирует его патологическое накопление в них [17].

Одним из способов устранения нарушения обезвреживания аммиака в печени является гипербарическая оксигенация [7,11]. При этом установлено её корригирующее влияние на азотистый метаболизм в спленоцитах оперированного организма [14]. Вместе с тем, описаны случаи неэффективности гипероксии при лечении гепатитов и циррозов печени [10].

Целью настоящей работы явилось изучение влияния трехдневного курса ГБО на азотистый метаболизм в селезёнке у животных с резекцией печени на фоне хронического тетрахлорметанового гепатита.

Материал и методика. Опыты проведены на 105 беспородных белых крысах (самках) массой 180-220 г. Хронический тетрахлорметановый гепатит воспроизводили по методике Саркисова и Рубецкого [18]. Для этого подкожно вводили 50%-ный раствор тетрахлорметана (CCl_4) на оливковом масле из расчёта 0,1 мл/100 г массы тела, через день, в течение 65 сут с двумя двухнедельными перерывами между 6-7 и 13 -14 инъекциями. Резекцию печени (РП) осуществляли под эфирным наркозом на 65-е сут введения CCl_4 , сразу после последней инъекции токсина, удаляя электроножом часть левой доли органа (15-20% массы органа). Гипербарическую оксигенацию (ГБО) проводили медицинским кислородом в режиме 3 ата-50 мин, трёхкратно. Первый сеанс начинали через 4-8, второй и третий соответственно через 24 и 48 ч после РП. Животные были разделены на 11 серий опытов: 1 серия – интактные животные (норма); 2 серия – животные, исследованные на 65-е (последние) сут введения CCl_4 (конец затравки). 3, 4, 5 серии- животные, исследованные соответственно на 3-и, 7-е и 14-е сут после отмены CCl_4 и контрольной лапаротомии (“ложнооперированные” животные). 6,7 и 8 серии – животные с хроническим CCl_4 -гепатитом, исследованные, соответственно, на

3-и, 7-е и 14-е сут после РП. Эти серии служили контролем для выявления “чистого” эффекта ГБО. 9,10 и 11 серии – оксигенированные животные с хроническим CCl_4 -гепатитом и РП, исследованные, соответственно, на 1-е, 4-е и 11-е сут постгипероксического (3-и, 7-е и 14-е сут послеоперационного) периода. Объектом исследования служили ткань селезёнки и артериальная кровь (АК, аорта). Забой животных проводился на фоне этиминалового наркоза (40 мг/кг массы). Для определения азотистых метаболитов ткань селезёнки замораживали в жидком азоте и растирали до порошка, который использовали для приготовления 10%-ого гомогената в 60%-ном растворе трихлоруксусной кислоты (ТХУ). Гомогенат экстрагировали на холоде в течение 30 мин, после чего центрифугировали при 3000 об/мин в течение 10 мин. Полученный супернатант использовали для определения аммиака, глутамина и мочевины. Кровь для исследования брали из аорты предварительно гепаринизированным инсулиновым шприцем. Объектом исследования служила депротеинизированная плазма. Содержание аммиака в ткани селезёнки определяли микродиффузионным методом [19], в крови – фенилгипохлоридным [24]. Содержание глутамина в почках и артериальной крови (АК) определяли методом кислотного гидролиза [22]. Содержание мочевины в селезёнке и крови определяли диацетилмоноксимовым методом [25]. Содержание метаболитов в селезёнке выражали в ммоль/кг влажной ткани, крови – в ммоль/л. Результаты обработаны статистически с учётом параметрического t -критерия Стьюдента и определением критерия Ньюмена-Кейлса для множественных сравнений [2].

Результаты и обсуждение. Как показали наши исследования (рис.1а), на 65-е сут развития CCl_4 -гепатита обнаружено увеличение концентрации аммиака в АК на 90% (рис.1а), тогда как в селезёнке на 74% (рис. 1б). Такое несоответствие указывает на нейтрализацию части “артериального” аммиака спленоцитами, которая усиливается на 3-и сут после отмены CCl_4 . Неслучайно в этот период отмечена нормализация содержания аммиака в селезёнке (рис.1б), тогда как его концентрация в АК превышала норму на 69%. (рис.1а). Прекращение введения гепатотоксина приводит к снижению степени артериальной гипераммониемии (рис.1а). Однако если на 7-е и 14-е сут после отмены CCl_4 содержание аммиака в АК превышало норму, соответственно, на 48% и 31% (рис.1а), то в селезёнке на 78% и 66% соответственно (рис.1б). Такое несоответствие есть результат стимуляции в указанные сроки внутриклеточного аммониегенеза в спленоцитах [16].

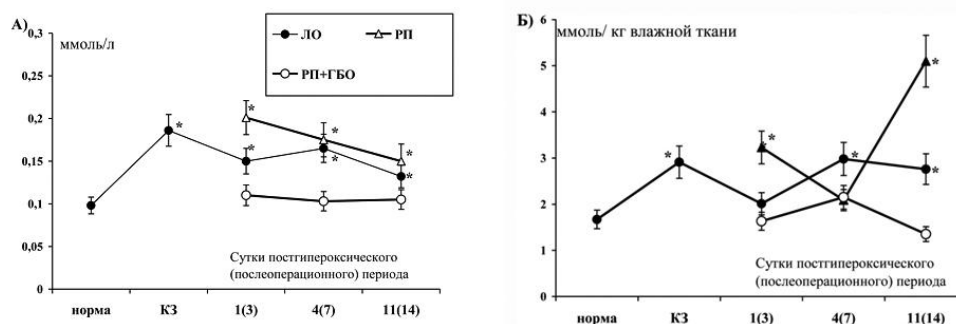


Рис.1. Динамика содержания аммиака в артериальной крови (А) и селезёнке (Б) животных с хроническим CCl_4 -гепатитом после резекции печени (РП) и гипербарической оксигенации (ГБО).

КЗ – конец затравки (65-е последние сут введения CCl_4); ЛО – “ложнооперированные” животные – животные, исследованные на 3-и, 7-е и 14-е сут после отмены CCl_4 и лапаротомии;

* ($p < 0,05$) – достоверность различий по отношению к норме.

Как видно из рис. 1а, применение РП на фоне хронического CCl_4 -гепатита не оказывало существенного влияния на степень артериальной гипераммониемии по сравнению с предоперационным периодом (конец затравки). При этом динамика артериальной гипераммониемии после РП не отличается от такой у “ложнооперированных” животных. Между тем сравнение с “ложнооперированными” животными выявило увеличение (на 27%) концентрации аммиака в АК только на 3-и сут после РП. Прогрессирование артериальной гипераммониемии в первые трое суток после РП связано с нарушением аммиакобезвреживающей функции гепатоцитов в результате переключения АТФ продуцирующих механизмов на обеспечение репаративной регенерации, оставшейся после резекции части печени, которая максимальна в первые трое суток после данной операции [20].

Если в АК на 3-и, 7-е и 14-е сут после РП концентрация аммиака превышала норму, соответственно, на 53%, 90% и 63% (рис. 1а), то в селезёнке её увеличение отмечено только на 3- и 14-е сут послеоперационного периода, соответственно, на 93 % и 205 % (рис. 1б). Поскольку аммиак легко диффундирует через клеточную мембрану по градиенту концентрации [4], то несоответствие прироста его содержания в АК и селезёнке говорит об активации внутриклеточного аммиогенеза в спленоцитах животных с хроническим CCl_4 -гепатитом на 3-и и 14-е сут после РП.

Применение ГБО в первые трое суток после РП на фоне хронического CCl_4 -гепатита предотвращало формирование артериальной гипераммониемии. При этом ингибирующее влияние гипероксии сохранялось к 11-ым сут постгипероксического периода (рис. 1а). Данный эффект ГБО объясняется устранением в условиях гипероксии нарушения аммиакобезвреживающей функции печени, вызванной сочетанием CCl_4 и РП [11,13], а также гипероксической стимуляцией экскреции аммиака с мочой [16]. В свою очередь устранение артериальной гипераммониемии содействовало нормализации концентрации аммиака в селезёнке оксигенированных животных (рис. 1б).

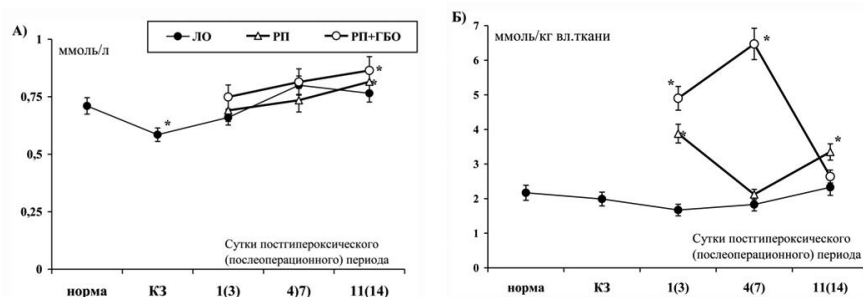


Рис. 2. Динамика содержания глутамина в артериальной крови (А) и селезёнке (Б) животных с хроническим CCl_4 – гепатитом после резекции печени (РП) и гипербарической оксигенации (ГБО)

КЗ – конец затравки (65-е последние сут введения CCl_4); ЛО – “ложнооперированные” животные – животные, исследованные на 3-и, 7-е и 14-е сут после отмены CCl_4 и лапаротомии;

* ($p < 0,05$) – достоверность различий по отношению к норме.

Известно, что длительное действие на организм CCl_4 вызывает нарушение образования глутамина в гепатоцитах [11]. Между тем снижение (на 18%) концентрации глутамина в АК обнаружено только на 65-е сут моделирования хронического CCl_4 -гепатита, тогда как после отмены гепатотоксина происходила быстрая нормализация содержания глутамина в АК (рис. 2а). Полученные результаты позволяют говорить об активации “внепечёчных” механизмов его образования, например, в почках [15]. В ткани селезёнки концентрация глутамина оставалась в пределах нор-

мы, как в конце затравки, так и после неё (рис.2б). Однако с учётом кинетики аммиака в спленоцитах “ложнооперированных” животных (рис.1а), можно говорить об активации после отмены CCl_4 образования глутамина спленоцитами с дальнейшей его инкрецией в порталный кровоток.

РП на фоне хронического CCl_4 -гепатита, предупреждая развитие артериальной гипоглутаминемии, содействовала отсроченному развитию артериальной гиперглутаминемии на 14-е сут послеоперационного периода (рис.2а). Однако если у здоровых животных изменение содержания глутамина в АК после РП связаны с активацией “внепечёночных” реакций его образования [14], то у животных с РП на фоне хронического CCl_4 -гепатита это связано с теми механизмами, которые запускаются отменой токсина, но не РП [17]. При этом РП, не оказывая существенного влияния на содержание глутамина в АК животных хроническим CCl_4 -гепатитом, вызвала увеличение его концентрации в селезёнке на 3-и и 14-е сут послеоперационного периода, соответственно, на 69% и 54% (рис.2б). Однако механизмы накопления глутамина в указанные сроки исследования различны: на 3-и сутки после РП это обусловлено стимуляцией образования глутамина спленоцитами, на 14-е сут – накопления ими “артериального” глутамина [6].

Применение ГБО не вызывало изменений концентрации глутамина в АК у животных с РП на фоне хронического CCl_4 -гепатита, а её динамика в постгипероксическом периоде не отличалась от таковой у животных с РП без ГБО (рис.2а). Между тем в селезёнке на 1-е и 4-е сут постгипероксического периода увеличение концентрации глутамина составило, соответственно, 93% и 198% (рис.2б). Сопоставление полученных результатов позволяет говорить, что ГБО не только усиливает, но и пролонгирует стимулирующее влияние РП на образование глутамина спленоцитами животных с хроническим CCl_4 -гепатитом. Это подтверждает представление о гипербарическом кислороде как регуляторе адаптивных процессов в организме при патологии [6]. Между тем следует обратить внимание на резкое снижение (до нормы) повышенного содержания глутамина в селезёнке оксигенированных крыс на 11-е сут постгипероксического периода (рис.2б).

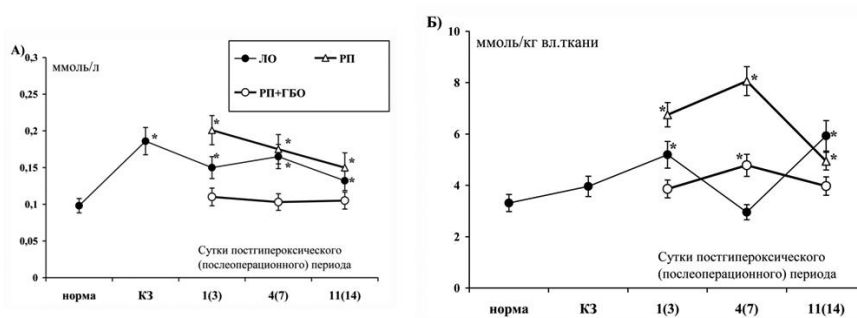


Рис.3. Динамика содержания мочевины в артериальной крови (А) и селезёнке (Б) животных с хроническим CCl_4 – гепатитом после резекции печени (РП) и гипербарической оксигенации (ГБО).

КЗ – конец затравки (65-е последние сут введения CCl_4); ЛО – “ложнооперированные” животные – животные, исследованные на 3-и, 7-е и 14-е сут после отмены CCl_4 и лапаротомии;

* ($p < 0,05$) – достоверность различий по отношению к норме.

Известно, что глутамин необходим для нормального функционирования органов иммунной системы, активация которой сопровождается увеличением потребления глутамина её клетками [3]. Нельзя исключить, что обнаруженные нами изменения его кинетики в селезёнке указывают на отсроченную (к 11-м сут постгипероксического периода) активацию иммуноцитов селезёнки. При этом триггером данного процесса выступает накопление глутамина, который в последнее время рассматривается как сигнальная молекула [23].

Если глутамин является обратимой формой связывания аммиака и его образование происходит во всех клетках, где имеется глутаминсинтетаза, то синтез мочевины (необратимая форма связывания аммиака) возможен лишь в печени и тонком кишечнике, где имеются полные наборы ферментов орнитинового цикла [4]. Поэтому в остальных органах млекопитающих образование мочевины, происходящее в результате гидролиза аргинина ферментом аргиназой, не сопровождается нейтрализацией находящегося в клетках аммиака. Как показали исследования, на 65-е сут введения CCl_4 концентрация мочевины в АК превышала норму на 115% (рис.3а). Отмена гепатотоксина приводила к снижению её концентрации в АК, но при этом она оставалась выше нормы на 3-и и 7-е сут исследования, соответственно, на 83% и 23% (рис.3а). Если учесть, что мочевиносинтетическая функция печени, нарушенная длительным действием CCl_4 , при этом не восстанавливается [11], то можно говорить об активации как внепечёчного образования мочевины, так и снижении её экскреции с мочой [15]. В селезёнке концентрация мочевины в конце затравки не отличалась от нормы, на 3-и и 14-е сутки после отмены CCl_4 превышала её, соответственно, на 53% и 74% (рис.3б). Если учесть наличие в спленоцитах аргиназы [21], то сопоставление полученных результатов позволяет говорить об отсроченной (на 14-е сут) стимуляции образования мочевины в селезёнке и ретенционной задержке “артериальной” мочевины спленоцитами на 3-и и 7-е сутки после отмены CCl_4 .

Применение РП на фоне хронического CCl_4 - гепатита предотвращало вызванное отменой гепатотоксина снижение повышенной концентрации мочевины в АК (рис.3а). В результате её концентрация в ней на 7-е и 14-е сут послеоперационного периода превышала норму, соответственно, на 103% и 99% (рис.3а). На 3-и сут после РП концентрация мочевины в АК, превышая норму на 61%, достоверно не отличалась от аналогичного показателя “ложнооперированных” животных 3-й серии опытов (рис. 3а). Поскольку РП не только нарушает синтез мочевины в гепатоцитах, но и инкрецию мочевины из печени в кровоток [12], то выявленные изменения её содержания в АК указывают как на стимуляцию внепечёчного образования мочевины после РП у животных с хроническим CCl_4 - гепатитом, так и снижение её экскреции из организма с мочой [8]. Между тем в селезёнке у животных с РП на фоне хронического CCl_4 - гепатита концентрация мочевины на 3-и, 7-е и 14-е сут послеоперационного периода превышала норму, соответственно, на 103 %, 144 % и 49 % (рис.3б). Если учесть, что РП стимулирует аргиназную активность селезёночных макрофагов [21], то с этих позиций становится понятной увеличение концентрации мочевины в селезёнке животных с РП на фоне хронического CCl_4 - гепатита.

Как видно из рис.3а, применение ГБО у животных с хроническим CCl_4 - гепатитом предупреждало вызываемое РП увеличение концентрации мочевины в АК. При этом динамика концентрации мочевины в АК в постгипероксическом периоде полностью соответствовала той, которая обнаружена у “ложнооперированных” животных с хроническим CCl_4 - гепатитом после отмены гепатотоксина (рис.3а). Полученные результаты можно объяснить как гипероксической стимуляцией экскреции мочевины с мочой [8], так и торможением “внепечёчного” образования мочевины в других органах, активируемых РП. В том числе и в селезёнке, где ГБО устраняла

стимулирующее влияние РП на накопление мочевины спленоцитами (рис.3б). В результате её концентрация в селезёнке на 1-е и 11-е сут постгипероксического периода оставалась в пределах нормы, а на 4-е сут превышала её только на 40% (рис.3б). Поскольку мочевина легко диффундирует через клеточные мембраны по градиенту концентрации, то отсутствие увеличения её концентрации в селезёнке в первые сутки постгипероксического периода на фоне её повышенного содержания в АК указывает на активацию в условиях гипероксии перехода в спленоцитах “артериальной” мочевины из свободного в связанное состояние. Это является одной из клеточных реакций адаптации к гипероксии, сформировавшихся в процессе эволюции [6]. Включаясь в мембраны лизосом, мочевина снижает их проницаемость [1], а взаимодействуя с железосодержащими белками тканей и крови, блокирует образование свободных радикалов на их активных центрах [5]. С прекращением гипероксического воздействия на организм, вероятно, наступает обратный процесс, что объясняет увеличение концентрации мочевины в селезёнке на 4-е сут постгипероксического периода на фоне снижения её содержания в АК (рис.3).

Таким образом, ГБО после РП на фоне хронического CCl_4 -гепатита предотвращает развитие послеоперационной артериальной гипераммониемии. Сдействует нормализации к 14-м сут послеоперационного периода повышенного содержания мочевины в артериальной крови, не оказывая существенного влияния на содержание в ней глутамина. Устраняя патологическое накопление аммиака спленоцитами, вызванное применением РП на фоне хронического CCl_4 -гепатита, ГБО усиливает и пролонгирует стимулирующее влияние РП на образование глутамина спленоцитами, создавая условия для его накопления ими на 1-е и 4-е сут постгипероксического периода. В условиях ГБО предотвращается накопление мочевины спленоцитами и увеличение её концентрации в артериальной крови, вызванное комбинированным (CCl_4 и РП) поражением печени. Корректирующее влияние гипероксии на азотистый метаболизм в спленоцитах, нарушенный при РП на фоне хронического CCl_4 -гепатита, сохраняется на протяжении 11-и сут постгипероксического периода.

Считаю своим долгом выразить глубокую признательность моему учителю, профессору кафедры нормальной физиологии Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко Виктору Николаевичу Яковлеву за возможность проведения исследований в его лаборатории с 1997 по 2003 г.г. и ценные советы при обсуждении полученных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гершеневич З.С., Кричевская А.А., Лукаш А.И. Мочевина в живых организмах Ростов-на Дону, РГУ, 1970.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика. (Пер. с англ.) М., Практика, 1999.
3. Заадек З. Современное состояние и перспективы применения аминокислотных растворов для парэнтерального питания Вестник интенсивной терапии 3,15-18, 2003.
4. Косенко Е.А., Каминский Ю.Г. Клеточные механизмы токсичности аммиака. М., ЛКИ, 2008.
5. Кричевская А.А., Лукаш А.И., Внуков В.В., Дудкин С.И. Железосодержащие белки плазмы крови и протеолитическая активность в сыворотке крови при гипербарической оксигенации и защитном действии мочевины. Биологические науки, 9, 30-36, 1986.
6. Леонов А.Н. Гипероксия. Адаптация. Саногенез Воронеж. ВГМА, 2006.
7. Малютин В.Э. Влияние гипербарической оксигенации на кровоток, напряжение кислорода и азотистый метаболизм в печени в раннем посттерминальном периоде. Дисс. канд. мед. Наук. ММА, М., 1993.

8. Молчанов Д.В. Почки при гипероксии М., ЭКСМО, 2014.
9. Пышкин С.А., Малыщев Ю.И., Димов П.Г. Показания к хирургическому лечению хронических гепатитов и цирроза печени. Клиническая хирургия, 9, 29-32, 1986.
10. Руководство по гипербарической оксигенации (Под ред С.Н. Ефуни) М., Медицина, 1986.
11. Савилов П.Н., Яковлев В.Н., Леонов А.Н. Роль гипербарической оксигенации в механизмах детоксикации аммиака при резекции печени на фоне хронического гепатита. Анестезиология и реаниматология, 6, 31-34, 1994.
12. Савилов П.Н. Метаболизм азота при резекции печени и гипербарической оксигенации (экспериментальное исследование). Общая реаниматология, 3, 1, 37-41, 2007.
13. Савилов П.Н., Молчанов Д.В. Кинетика аммиака в организме при хроническом гепатите частичной гепатэктомии и гипербарической оксигенации. Журн. теоретической и практической медицины. Воронеж, 8, 2 11-216, 2010.
14. Савилов П.Н. Азотистый метаболизм селезёнки при резекции печени и гипербарической оксигенации. Биолог. журн. Армении, 66, 2, 6-17, 2014.
15. Савилов П.Н., Молчанов Д.В. Кинетика азотистых метаболитов в почках при хроническом тетрахлорметановом гепатите. Патологическая физиология и экспериментальная терапия, 2, 56-60, 2014.
16. Савилов П.Н. Азотистый метаболизм в селезёнке при хроническом тетрахлорметановом гепатите. Биолог. журн. Армении, 67, 2, 6-11, 2015.
17. Савилов П.Н. Влияние резекции печени на азотистый метаболизм селезёнки при хроническом тетрахлорметановом гепатите. Биолог. журн. Армении, 67, 4, 58-64, 2015.
18. Саркисов Д.С., Рубецкой Л.С. Пути восстановления цирротически изменённой печени. М., Медицина, 1969.
19. Силакова А.И., Трубин Г.П., Явликова А.И. Микрометод определения аммиака и глутамина в тканевых трихлоруксусных экстрактах Вопросы медицинской химии, 8, 5, 538-544, 1962.
20. Солопаев Б.П. Регенерация нормальной и патологически изменённой печени. - Горький: Верхне-Волжск. изд-во, 1980.
21. Чернышёва М.Д., Малыгин А.М., Фель В.Я. Индукция аргиназной активности в спленоцитах мышей СЗНА после частичной гепатэктомии. Цитология. 27, 2, 209-212, 1985.
22. Harris M. Studies regenerating a glutamine-like substance in blood and spinal fluid, including a method for its quantitative determination J. Clin. Invest., 22, 4, 569-576, 1943.
23. Haussinger D., Schliess F. Glutamine metabolism and signaling in the liver Front Biosci, 12, 371-391, 2007.
24. Keller H., Muller-Beisenritz M., Neumann E. Eine Methode zur Ammoniakbestimmung in Capillarblut Klin. Wsch., 15, 314-319, 1967.
25. Richterrich D. Clinical. Chemistry -N.Y.:Academia Press, 1962.

Поступила 29.08.2016



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 1(69), 2017

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՃՊՈՒՆՆԵՐԻ (ODONATA, INSECTA) ՀԱՅԵՐԵՆ ԱՆՎԱՆՈՒՄՆԵՐԸ

Վ. ՅՈՒ. ԱՆԱՆՅԱՆ, Ս. Խ. ՊԻՊՈՅԱՆ

Խ.Արքովյանի անվան հայկական պետական մանկավարժական համալսարան,
gomphus@gmx.com

Միջազգային փորձի հիման վրա առաջին անգամ մշակվել և ներկայացվում են Հայաստանում հանդիպող ճպուռների կարգին պատկանող 2 ենթակարգի, 9 ընտանիքի, 22 ցեղերի, 60 տեսակի և 11 ենթատեսակի պատկանող տաքսոնների հայերեն անվանումները: Դրանք առաջին հերթին օգտակար կլինեն սովորողների, դասախոսների և բնասերների համար, նաև կնպաստեն ինչպես այդ կենդանիների հանրաճանաչության մեծացմանը, այնպես էլ Հայաստանի ջրային էկոհամակարգերի պահպանությանն ուղղված բնապահպանական միջոցառումների արդյունավետ կազմակերպմանը:

Ճպուռներ – Odonata – Հայաստան – հայերեն անվանումներ

На основе международного опыта впервые составлены и представлены армянские названия для всех таксонов отряда стрекоз, встречающихся в Армении: 2 подотряда, 9 семейств, 22 родов, 60 видов и 11 подвидов. Обиходные названия стрекоз окажутся полезными прежде всего для учащихся, преподавателей и любителей природы Армении, будут способствовать как популяризации этих насекомых, так и более эффективной организации природоохранных мероприятий, нацеленных на сохранение водных экосистем Армении.

Стрекозы – Odonata – Армения – армянские названия

Based on international practice, Armenian common names are composed and proposed for the first time for all the taxa of the order of Odonata occurring in Armenia including 2 suborders, 9 families, 22 genera, 60 species and 11 subspecies. Vernacular names will be useful in particular to students, teachers and amateur naturalists of Armenia, will contribute to popularization of these insects as well as to a more effective organization of conservation activities aimed at protection of freshwater ecosystems of the country.

Dragonflies – Odonata – Armenia – armenian names

Միջատաբանությանն առնչվող հրապարակումներում հազվադեպ է, որ կարելի է հանդիպել անողնաշարավորների որևէ լեզվով տեղայնացված գործածական անվանումների: Նման իրավիճակը մեծամասամբ բացատրվում է կամ նման անվանումների իսպառ բացակայությամբ, կամ էլ գիտական անվանումները դրանցով փոխարինելու ոչ նպատակահարմարությամբ: Չնայած դրան, 20-րդ դարի երկրորդ կեսին և հատկապես վերջին տասնամյակների ընթացքում որոշ երկրներում լայն տարածում են գտել միջատների ու այլ անողնաշարավորների տեղեկատու-որոշիչներ՝ նախատեսված բնասերների լայն շրջանակների համար [15, 17, 18, 20, 22]: Դրանցում կենդանիների գիտական անվանումների հետ միասին ներմուծվել և օգտագործվել են գործածական անվանումներ տարբեր լեզուներով, որոնք հաճախ ավելի հեշտությամբ են հիշվում և օգտագործվում սո-

վորողների, ուսուցիչների ու բնասերների կողմից: Այսօր արդեն ընթերցողների լայն շրջանակի համար նախատեսված դաշտային որոշիչներում թիթեռների, բզեզների, ճպուռների, սարդակերպերի տեղայնացված գործածական անվանումների օգտագործումը դարձել է համընդհանուր ընդունված ձևաչափ: Այսպիսի մոտեցումը կարևոր է էկոլոգիական դաստիարակության և բնապահպանության տեսանկյունից, քանի որ տեղայնացված, տվյալ երկրի լեզվով հնչող գործածական անվանումները, լինելով ավելի հասկանալի՝ հանրության լայն շրջանակներում, նպաստում են միջատների տարբեր խմբերին պատկանող առավել տարածված ու աչքի ընկնող տեսակների հանրաճանաչության մեծացմանը:

Ընդհանրապես, միջատների աչքի ընկնող ներկայացուցիչները սովորաբար ունենում են իրենց տեղական գործածական ընդհանրական անվանումները: Մասնավորապես, հայերենում միջատների առանձին կարգերի ներկայացուցիչներ ունեն ընդհանրական անվանումներ, ինչպես օրինակ՝ «բզեզ», «թիթեռ», «ճպուռ» և այլն: Ինչ վերաբերում է ճպուռներին, ապա հայերենի տարբեր բառարաններում «ճպուռ» բառով տարբեր հեղինակներ անվանում են ոչ միայն ճպուռներին, այլև միջատների այլ կարգերի ներկայացուցիչներին՝ ցիկադներին, ծղրիդներին, ճռիկներին [1, 6, 7, 8]: Առանձին դեպքերում ճպուռներին որպես միջատների առանձին խումբ հեղինակներից ոմանք անվանում են նաև «շերեփազի» կամ «շերեփազի» [3]: Բացի այդ, Ղարիբյանը [4] և Ղազարեանը [5] «ճպուռ» բառն օգտագործում են բոլոր ճպուռների համար ընդհանրապես, թեև առաջին հեղինակը *Aeshna* ցեղին պատկանող ճպուռների տեսակներին առանձնացնում է «շերեփազի» բառով, ինչը ռուսերեն «стрекоза-коромысло» անվանման հայերեն թարգմանությունն է:

Հայաստանի ճպուռներին նվիրված հիմնական գիտական հրապարակումների հայերեն լեզվով ամփոփագրերում հիշատակվում է միայն «ճպուռ» բառը, ինչը զուգորդվում է առանձին տեսակների լատիներեն (գիտական) անվանումների հետ [9, 10, 11]: Հետագայում, որոշ ճպուռների հայերեն գործածական անվանումների առաջին մասնա-գիտական փորձը կատարվել է «Հայաստանի Հանրապետության կենդանիների Կարմիր գրքի» վերջին հրատարակության մեջ [2], որտեղ տրված են ճպուռների 6 ընտանիքի պատկանող 17 տեսակի հայերեն անվանումները:

Նյութ և մեթոդ: Ելնելով վերոգրյալից, սույն աշխատանքում մենք փորձել ենք ստեղծել և համակարգված կերպով ներկայացնել Հայաստանում հայտնի բոլոր ճպուռների տաքսոնների կարճ, նկարագրողական, հիշելու համար հարմար ու բարեհունչ հայերեն անվանումներ՝ հատուկ ուշադրություն դարձնելով հայերենի լեզվակառուցողական առանձնահատկություններին: Ըստ հնարավորի փորձել ենք խուսափել «ճպուռ» բառի անհարկ օգտագործումից: Այդ ընթացքում մենք առաջնորդվել ենք Պավլյուկի և Խարիտոնովի աշխատանքով [13], որտեղ հեղինակները ներկայացրել են. ԽՍՀՄ-ի ճպուռների ռուսական անվանումները՝ հենվելով այդ միջատների լատիներեն և հունարեն գիտական անվանումների թարգմանությունների ու դրանց վերլուծական մեկնաբանությունների վրա: Միաժամանակ, հաշվի ենք առել նաև ճպուռների այլ լեզուներով գոյություն ունեցող անվանումները [15, 18], որոնք հաճախ հիմնված են տվյալ տաքսոնի ձևաբանական կամ էկոլոգիական առանձնահատկությունների վրա: Որոշ դեպքերում, հետևելով Պավլյուկին և Խարիտոնովին [12, 13], երբ միանշանակ թարգմանությունը կամ տաքսոնի անվանման հետ կապված ծագումնաբանական խնդիրները ղժվարություններ են ներկայացրել, մենք այդ անվանումը բերել ենք ուղղակի հայերեն տառադարձությամբ: Աստղանշանով (*) նշված անվանումները մենք թողել ենք առանց փոփոխությունների այնպես, ինչպես դրանք բերված են «Հայաստանի Հանրապետության կենդանիների Կարմիր գրքում» [2]:

Հարկ է նշել, որ Հայաստանում հանդիպող ճպուռների կարգաբանությունը դեռևս ճշգրտման կարիք ունի: Մասնավորապես դա առնչվում է առանձին ենթատեսակների, որոնց ինքնուրույնությունը ներկայումս ավելի հաճախ է կասկածներ հարուցում: Այդ իսկ պատճառով մենք մեր ցուցակը կազմելու համար հիմք ենք վերցրել Բուդոյի և Կալկմանի [16] կողմից օգտագործված դասակարգումը՝ որոշ փոփոխություններով: Մասնավորապես, մենք ներկայացրել ենք *Calopteryx splendens* տեսակային համալիրի ենթատեսակների հայերեն անվանումները, որոնք հեղինակների կողմից հաճախ դիտարկվում են որպես հիբրիդային պոպուլյացիաներ [16]:

Սորյունքներ և քննարկում: Ստորև ներկայացնում ենք Հայաստանի տարածքում ներկայումս հայտնի ճպուռների կարգաբանությունը և բոլոր տաքսոնների հայերեն անվանումները:

**ԿԱՐԳ ODONATA FABRICIUS, 1793 – ԾՊՈՒՈՆՆԵՐ ԿԱՄ ԾՊՈՒՈՒԱԿԵՐՊԵՐ
ԵՆԹԱԿԱՐԳ ZYGOPTERA SELYS, 1840 – ՀԱՎԱՍԱՐԱԹԵՎԱՎՈՐ ԾՊՈՒՈՆՆԵՐ
ԸՆՏԱՆԻԷ LESTIDAE BIANCHI, 1905 – ԲԱՑԹԵՎԻԿԱՅԻՆՆԵՐ**

Ցեղ *Lestes* Leach, 1815 – Բացթևիկներ

Lestes barbarus (Fabricius, 1798) – Տարաշխարհիկ բացթևիկ

Lestes dryas Kirby, 1890 – Բացթևիկ-դրիադ

Lestes macrostigma (Eversmann, 1836) – Մեծ բացթևիկ

Lestes sponsa (Hansemann, 1823) – Սովորական բացթևիկ

Lestes virens (Charpentier, 1825) – Կանաչ բացթևիկ

Ցեղ *Sympecma* Burmeister, 1839 – Սիմպեքմաներ

Sympecma fusca (Vander Linden, 1820) – Գունատ սիմպեքմա

Sympecma paedisca (Brauer, 1877) – Բրաուների սիմպեքմա

ԸՆՏԱՆԻԷ CALOPTERYGIDAE BUCHECKER, 1876 – ԳԵՂԱԹԵՎԻԿԱՅԻՆՆԵՐ

Ցեղ *Calopteryx* Leach, 1815 – Գեղաթևիկներ

Calopteryx splendens (Harris, 1782) – Փայլուն գեղաթևիկ

Calopteryx splendens erevanense Akramowski, 1948 – Երևանյան գեղաթևիկ

Calopteryx splendens tshaldirica (Bartenef & Popova, 1928) – Չլդրյան գեղաթևիկ

Calopteryx splendens cartvelica (Bartenef, 1930) – Վրացական գեղաթևիկ

Calopteryx splendens intermedia Selys, 1887 – Միջին գեղաթևիկ

ԸՆՏԱՆԻԷ EUPHAEIDAE JACOBSON ET BIANCHI, 1905– ԷՈՒՖԵՅԻԴԱՅԻՆՆԵՐ

Ցեղ *Epallage* Charpentier, 1840 – Շփոթուկներ

Epallage fatime (Charpentier, 1840) – Ֆաթիմայի շփոթուկ

ԸՆՏԱՆԻԷ PLATYCNEMIDIDAE TILLYARD ET ERASER, 1938 –

ԼԱՅՆՈՏԻԿԱՅԻՆՆԵՐ

Ցեղ *Platycnemis* Burmeister, 1839 – Լայնոտիկներ

Platycnemis dealbata Selys, 1850 – Սպիտակավուն լայնոտիկ

Platycnemis pennipes (Pallas, 1771) – Կապույտ լայնոտիկ

ԸՆՏԱՆԻԷ COENAGRIONIDAE TILLYARD, 1926 – ՆԵՏԻԿԱՅԻՆՆԵՐ

Ցեղ *Coenagrion* Kirby, 1890 – Նետիկներ

Coenagrion armatum (Charpentier, 1840) – Չինված նետիկ*

Coenagrion lunulatum (Charpentier, 1840) – Գարնանային նետիկ

Coenagrion vanbrinkae Lohmann, 1993 – Վանբրինքի նետիկ

Coenagrion puella (Linnaeus, 1758) – Փիրուզագույն նետիկ

Coenagrion pulchellum (Vander Linden, 1825) – Փոփոխական նետիկ

Coenagrion scitulum (Rambur, 1842) – Նրբագեղ նետիկ*

Ցեղ *Enallagma* Charpentier, 1840 – Կապտանետիկներ

Enallagma cyathigerum (Charpentier, 1840) – Գավաթակիր կապտանետիկ

Ցեղ *Erythromma* Charpentier, 1840 – Կարմրաչիկներ

Erythromma lindenii (Selys, 1840) – Լինդենի կարմրաչիկ

Erythromma viridulum (Charpentier, 1840) – Կանաչավուն կարմրաչիկ

Ցեղ *Ischnura* Charpentier, 1840 – Իշնուրաներ

Ischnura elegans (Vander Linden, 1820) – Նրբագեղ իշնուրա

Ischnura pumilio (Charpentier, 1825) – Փոքր իշնուրա

ԵՆԹԱԿԱՐԳ ANISOPTERA SELYS, 1840 –ԱՆՀԱՎԱՍԱՐԱԹԵՎ ԾՊՈՒՈՆՆԵՐ

ԸՆՏԱՆԻԷ AESHNIDAE RAMBUR, 1842 – ՇԵՐԵՓԱԳԻԱՅԻՆՆԵՐ

Ցեղ *Aeshna* Fabricius, 1775 – Շերեփագիներ

Aeshna affinis Vander Linden, 1820 – Կապուտաչյա շերեփագի

Aeshna cyanea (Müller, 1764) – Կապույտ շերեփագի

Aeshna isocles (Müller, 1767) – Կանաչաչյա շերեփագի

Aeshna mixta Latreille, 1805 – Փոքր շերեփագի

Aeshna serrata Hagen, 1856 – Սղոցակիր շերեփագի

Ցեղ *Anax* Leach, 1815 – Դիտակալներ

Anax ephippiger (Burmeister, 1839) – Թամբակիր դիտակալ

Anax imperator Leach, 1815 – Դիտակալ-կայսր

Anax parthenope Selys, 1839 – Փոքր դիտակալ

Ցեղ *Caliaeshna* Selys, 1883 – Գեղանի շերեփագիներ

Caliaeshna microstigma (Schneider, 1845) – Շերեփագի-ուրվական

ԸՆՏԱՆԻՔ GOMPHIDAE RAMBUR, 1842 – ՄԵԽԱԳԻԱՅԻՆՆԵՐ

Ցեղ *Gomphus* Leach, 1815 – Մեխագիներ

Gomphus schneiderii Selys, 1850 – Շնեյդերի մեխագի

Gomphus ubadschii Schmidt, 1953 – Սիրիական մեխագի

Ցեղ *Onychogomphus* Selys, 1854 – Բիթակիրներ

Onychogomphus assimilis (Schneider, 1845) – Մգավուն բիթակիր

Onychogomphus flexuosus (Schneider, 1845) – Գալարավուն բիթակիր

Onychogomphus forcipatus (Linnaeus, 1758) – Փոքր բիթակիր

Onychogomphus forcipatus albotibialis Schmidt, 1954 – Սպիտակասրունք բիթակիր

ԸՆՏԱՆԻՔ CORDULEGASTRIDAE BANKS, 1892 – ԼԱԽՏԱԳԻԱՅԻՆՆԵՐ

Ցեղ *Cordulegaster* Leach, 1815 – Լախտագիներ

Cordulegaster insignis Schneider, 1845 – Սքանչելի լախտագի

Cordulegaster insignis nobilis Morton, 1916 – Մորթոնի լախտագի

Cordulegaster vanbrinkae Lohmann, 1993 – Վանբրինքի լախտագի

ԸՆՏԱՆԻՔ LIBELLULIDAE STEPHENS, 1836 – ԻՍԿԱԿԱՆ ՃՊՈՒՐՆԵՐ*

Ցեղ *Crocothemis* Brauer, 1868 – Քրոջումաճպուռներ

Crocothemis erythraea (Brullé, 1832) – Լայնափոր քրոջումաճպուռ

Crocothemis servilia (Drury, 1773) – Արևելյան քրոջումաճպուռ

Ցեղ *Leucorrhinia* Brittinger, 1850 – Ճահճաճպուռներ

Leucorrhinia pectoralis (Charpentier, 1825) – Դեղնաբծավոր ճահճաճպուռ

Ցեղ *Libellula* Linnaeus, 1758 – Ճպուռներ

Libellula depressa Linnaeus, 1758 – Տափակափոր ճպուռ

Libellula pontica Selys, 1887 – Պոնտական ճպուռ

Libellula quadrimaculata Linnaeus, 1758 – Զառաբծավոր ճպուռ

Ցեղ *Orthetrum* Newman, 1883 – Թրապոչներ

Orthetrum albistylum (Selys, 1848) – Արևելյան թրապոչ

Orthetrum brunneum (Fonscolombe, 1837) – Հարավային թրապոչ

Orthetrum cancellatum (Linnaeus, 1758) – Սովորական թրապոչ

Orthetrum coerulescens (Fabricius, 1798) – Կապտավուն թրապոչ

Orthetrum coerulescens anceps (Schneider, 1845) – Երկդիմի թրապոչ

Orthetrum sabina (Drury, 1773) – Նրբագեղ թրապոչ

Ցեղ *Pantala* Hagen, 1861 – Շրջմուլիկներ

Pantala flavescens (Fabricius, 1798) – Շիկակարմիր շրջմուլիկ

Ցեղ *Selysiothemis* Ris, 1897 – Սելիսիաներ

Selysiothemis nigra (Vander Linden, 1825) – Սև սելիսիա

Ցեղ *Sympetrum* Newman, 1833 – Տեգապոչներ

Sympetrum danae (Sulzer, 1776) – Դանայայի տեգապոչ

Sympetrum depressiusculum (Selys, 1841) – Բծավոր տեգապոչ

Sympetrum flaveolum (Linnaeus, 1758) – Դեղնավուն տեգապոչ

Sympetrum flaveolum austrinum Akramowski, 1948 – Ակրամովսկու տեգապոչ

Sympetrum fonscolombii (Selys, 1840) – Ֆոնսկոլոմբի տեգապոչ

Sympetrum meridionale (Selys, 1841) – Հարավային տեգապոչ

Sympetrum pedemontanum (Müller in Allioni, 1766) – Նախալեռնային տեգապոչ

Sympetrum sanguineum (Müller, 1764) – Արնագույն տեգապոչ

Sympetrum sanguineum sanguineum (Müller, 1764) – Մյուլլերի տեգապոչ

Sympetrum sanguineum armeniacum (Selys, 1884) – Հայկական տեգապոչ

Sympetrum striolatum (Charpentier, 1840) – Չոլավոր տեգապոչ

Sympetrum vulgatum (Linnaeus, 1758) – Սովորական տեգապոչ

Sympetrum vulgatum decoloratum (Selys, 1884) – Գունատ տեգապոչ

Այսպիսով, մեր ցուցակն ընդգրկում է Հայաստանում հայտնի ճպուռների կարգի 2 ենթակարգի, 9 ընտանիքի, 22 ցեղի, 60 տեսակի և 11 ենթատեսակի հայերեն անվանումները, ինչն առաջին անգամն է կիրառվում միջատների այս կարգի ներկայացուցիչների համար: Մեր կարծիքով ճպուռների առաջարկվող հայերեն գործածական անվանումներն ավելի հեշտությամբ կհիշվեն սովորողների, ուսուցիչների ու քնասերների կողմից, կնպաստեն այդ միջատների հանրաճանաչության մեծացմանը Հայաստանում և հանրապետության ջրային էկոհամակարգերի պահպանությանն ուղղված միջոցառումների առավել արդյունավետ իրականացմանը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Աղայան Բ.Է. Արդի հայերենի բացատրական բառարան, Երևան, «Հայաստան» Ջրատարակչություն, 1642 էջ, 1976:
2. Աղայան Ա., Զալաշյան Մ. (խմբ.). Հայաստանի Հանրապետության կենդանիների Կարմիր գիրք: Ա-տողնաշար և ողնաշարավոր, Երևան, ՀՀ քննապահականության նախարարություն, 368 էջ, 2010:
3. Գույումճեան Մ.Կ. Ընդարձակ բառարան. Հայերեն-Անգլիերեն, Պեյրուք, «ԱՏԼԱՍ» 1159 էջ, 1970:
4. Ղարիբյան Ա.Ս. Ռուս-հայերեն բառարան: Երևան «Հայաստան», 1472 էջ, 1977:
5. Ղազարեան Ռ.Ս. Գրաբարի բառարան: Երևան, Երևանի Համալսարանի Ջրատարակչություն, 1346 էջ, 2000:
6. Ղազարյան Ռ.Ս., Ավետիսյան Հ.Մ. Միջին հայերենի բառարան: Երևան, Երևանի Պետական Համալսարանի Ջրատարակչություն, 841 էջ, 2009:
7. Սուքիասյան Ա.Ս. Հայոց լեզվի հոմանիշների բացատրական բառարան: Երևան, Երևանի Պետական Համալսարան, 685 էջ, 2009:
8. Ճերեճեան Գ., Տոնիկեան Փ.Կ., Տեր-Խաչատուրեան Ա. Հայոց լեզուի նոր բառարան: Պեյրուք, Կ.Տոնիկեան և Որդիք Ջրատարակչատուն, 2530 էջ, 1992:
9. Акрамовский Н.Н. Фауна стрекоз Советской Армении. Зоологический сборник. 5, с. 117-188, 1948.
10. Акрамовский Н.Н. Личинка стрекозы *Onychogomphus flexuosus* (Schneider) (Insecta, Odonata, Gomphidae). Известия Академии Наук Армянской ССР, 11, 5, с. 87-90, 1958.
11. Акрамовский Н.Н. Дополнение к фауне стрекоз восточного Закавказья (Insecta, Odonata). Известия Академии Наук Армянской ССР. 17 (10), с. 99-102, 1964.
12. Бельшиев Б.Ф. Определитель стрекоз Сибири по имагинальным и личиночным фазам. М., Ленинград, Изд-во АН СССР, 114 с., 1963.
13. Павлюк, Р.С., Харитонов А.Ю. Номенклатура стрекоз (Insecta, Odonata) СССР. Полезные и вредные насекомые Сибири. Новосибирск, Наука, с.12-42, 1982.
14. Ananian, V.Yu., M. Tailly. Additions to the Dragonfly (Odonata) fauna of Armenia, with new records of rare or uncommon species. Russian Entomological Journal, 22, 4, 249-254, 2013.
15. Bos F., Wasscher M. Veldgidslibellen. KNNV-uitgeverij. Utrecht, 1997.
16. Boudot J-P., Kalkman V.J. (eds.). Atlas of the European dragonflies and damselflies. KNNV Publishing. The Netherlands. p. 360, 2015.
17. Chinery M. Insects of Britain and Western Europe. A & C Black, p. 320, 2012.
18. Dijkstra K.-D.B., Lewington R. Field guide to the Dragonflies of Britain and Europe. British Wildlife Publishing, p. 320, 2006.
19. Durand E., Rigaux J. Further additions to the knowledge of the odonate fauna of Armenia, with first record of *Pantala flavescens* (Odonata: Libellulidae). Notulae odonatologicae, 8, 6, 184-190, 2015.
20. Falk S., Lewington R. Field Guide to the Bees of Great Britain and Ireland. British Wildlife Publishing, p. 336, 2015.
21. Tailly, M., Ananian V., Dumont H.J. Recent dragonfly observations in Armenia, with an updated checklist. Zoology in the Middle East, 31, 93-102, 2004.
22. Tolman T., Lewington R. Collins Butterfly Guide: The Most Complete Field Guide to the Butterflies of Britain and Europe. Harper Collins. p. 400, 2009.

Ստացվել է 07.09.2016



Биол. журн. Армении, 1 (69), 2017

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЦВЕТОНОСОВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *SCILLA*, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В АРМЕНИИ

А.Л. АЧОЯН

Институт ботаники НАН РА
arpineachoyan@mail.ru

В статье представлены результаты исследований анатомического строения цветоносов 5 видов рода *Scilla*, произрастающих на территории Армении. Результаты показали, что цветоносы изученных видов отличаются друг от друга своим анатомическим строением, и данное отличие может использоваться как систематический признак.

Армения – Scilla – анатомия цветоноса

Հոդվածում ներկայացված են *Scilla* ցեղի Հայաստանում աճող 5 տեսակների ծաղկալաբների անատոմիական կառուցվածքի ուսումնասիրության արդյունքները: Արդյունքներից երևում է, որ հետազոտված տեսակների ծաղկալաբները տարբերվում են միմյանցից իրենց անատոմիական կառուցվածքով, և տվյալ տարբերությունը կարող է կիրառվել որպես կարգաբանական հատկանիշ:

Հայաստան – Scilla – ծաղկալաբի անատոմիա

The article presents investigations on the scape anatomical structure of 5 *Scilla* species, growing in Armenia. The results show that the scapes of species differ by the anatomy and this feature can be used for systematics of studied species.

Armenia – Scilla – scape anatomy

Род *Scilla* (*Hyacinthaceae*) имеет в своем составе 80 видов, которые распространены от юга Африки, через горы тропической Африки до Средиземноморья и всей умеренной Евразии [8]. Средиземноморские и кавказские виды встречаются в разных растительных группировках. По данным Таманян [9], в Армении произрастает 8 видов: *S. rosenii* K. Koch, *S. mischtschenkoana* Grossh., *S. hohenackeri* Fisch. & C. A. Mey., *S. winogradowii* Sosn., *S. monanthos* K. Koch, *S. armena* Grossh., *S. siberica* Haw., *S. caucasica* Misch. Из вышеуказанных видов наиболее распространенным является *S. armena*, который встречается во всех флористических районах Армении. Ареал этого вида охватывает Юго – Зап., Южн. Закавказье и Сев. – Вост. Анатолию [9]. На территории Армении самое незначительное распространение имеет вид *S. mischtschenkoana*, который встречается только в Мегринском флористическом районе, но его ареал простирается далее на территории Нахиджевана [1, 7] и Ирана [12].

Виды *S. rosenii* и *S. mischtschenkoana* морфологически хорошо отличимы от других видов, распространенных в Армении. Самостоятельность этих видов практически никем не оспаривается. Присутствие вида *S. hohenackeri* во флоре Армении вызывает сомнение, поскольку, несмотря на указание Таманян [9], что ею найден

вид “восточнее города Мегри, в окрестностях села Шванидзор в дубовом лесу” (258 с.), гербарный материал по этому виду в ERE отсутствует. Дискуссии возникают при изучении видов *S. siberica*, *S. armena*, *S. caucasica*, *S. winogradowii* и *S. monanthos*. Виды *S. armena*, *S. caucasica*, *S. siberica* морфологически схожи и трудно различимы. Гроссгейм [2, 3, 4], Ахундов [1], Таманян [9] признают самостоятельность всех трех видов, однако, например Мордак [6, 11] переводит эти виды в ранг подвидов *S. siberica*, а позже в соавторстве с Абдуллаевой [7] возвращает им статус самостоятельных видов. Обсуждается также вопрос о самостоятельности *S. monanthos* и *S. winogradowii*, которые морфологически также очень сходные. Они также иногда приводятся как отдельные виды [5], а иногда *S. winogradowii* интерпретируется в качестве синонима *S. monanthos* [10].

С целью решения вышеуказанных таксономических проблем предпринята попытка изучения анатомического строения цветоносов (стрелок) видов *S. siberica*, *S. armena*, *S. caucasica*, *S. monanthos*. Для сравнения изучена также структура стрелки вида *S. mischtschenkoana*, таксономический статус которого не поддается сомнению.

Материал и методика. Изучен свежий и гербарный материал (ERE) по вышеперечисленным видам, собранный в Армении, а также из живой коллекции ботанического сада Института ботаники НАН РА (табл. 1).

Таблица 1. Места и даты сбора изученных видов

Вид	ERE	Места и даты сбора живого и гербарного материала
<i>S. siberica</i>		Живая коллекция ботанического сада Института ботаники НАН РА. 09. 04. 2016
	26606	Кироваканский район, г. Маймех, южн. склон. Leg. Narinian. 30.05.1935, Det. Narinian
	117317	Иджеванский р-н, г. Агтая, 2200 м над у. м. Leg. Оганезова Г. 29.05.1980, Det. Оганезова Г.
	18485	Лас. Yock'a, ins. Sevan 6500'. Leg. Шелковников А. Б. 06.05.1924, Det. S. Tamamschian, A. Takhtajian
<i>S. caucasica</i>		Обл. Сюник, к западу от с. Шуруху, в редколесье. Leg. А. Ачоян, И. Габриелян, М. Саркисян, А. Элбакян. 10.03. 2016.
		Живая коллекция ботанического сада Института ботаники НАН РА. 09. 04. 2016
		Обл. Сюник, по дороге от с. Воротана к Шуруху, травянистые склоны. Leg. А. Ачоян, И. Габриелян, М. Саркисян, А. Элбакян. 10. 03. 2016
		Обл. Сюник, по дороге Чакатен - Капан, редколесье. Leg. А. Ачоян, И. Габриелян, М. Саркисян, А. Элбакян. 12.03. 2016
<i>S. armena</i>		Обл. Арагацотн, гора Арагац, южный склон, субальпийские луга. Leg. А. Ачоян. 12.06.2016
	121284	Северная Армения, юж. Макросклон, г. Арагац, 2800-2900м над у. м., верхнеальпийский луг. Leg. Ахвердов. 24.06.1969, Det. Ахвердов
	100749	Аштаракский р-н, Нор-Амберт. Leg. Я. Мулкиджанян, В. Аветисян, В. Манакян. 29.04.1971, Det. В. Аветисян
	47153	Абаран, 2 км сев. зап. берег озера. Абаран. Leg. Я. Мулкиджанян. 30.05. 1949, Det. Я. Мулкиджанян
	86054	Гора Арагац, Нор-Амберд, выше лесной зоны, 2400 м над у. м.. Leg. Я. Мулкиджанян. 09.05.1962, Det. Я. Мулкиджанян
<i>S. monanthos</i>		Обл. Арарат, не доезжая села Зангакатун, ущелье Джохки Дзор. Leg. А. Папикян. 14.04.2016, Det. А. Ачоян
	113845	Азизбековский р-н, можжевельниковое редколесье по левому борту ущ. р. Терп, у места слияния с р. Арпа. Leg. В. Аветисян, В. Манакян, А. Погосян, Л. Мнацаканян, А. Сардарян, О. Никищенко. 13.04.1974, Det. В. Аветисян
	113833	Ехегнадзорский р-н, ущ. Аяр в окр. с. Агаракадзор, глинисто - щебенистые склоны. Leg. В. Аветисян, В. Манакян, А. Погосян, Л. Мнацаканян, А. Сардарян, О. Никищенко. 11.04. 1974, Det. В. Аветисян
<i>S. mischtschenkoana</i>		Обл. Сюник, с. Легваз, на перекрестке дороги, в трещинах скал. Leg. А. Ачоян, И. Габриелян, М. Саркисян, А. Элбакян. 14.03. 2016.
		Живая коллекция ботанического сада Института ботаники НАН РА. 09. 04. 2016

Свежий материал по изученным видам был зафиксирован в 70 %-ном растворе этилового спирта. Срезы сделаны безопасной бритвой от руки. Препараты окрашивались метиленовым синим. Постоянные препараты заключались в глицерин-желатин. Использовался световой микроскоп АУ-26, рисунки сделаны с помощью рисовального аппарата РА-4 при увеличениях X 18.5 и X 200 с использованием компьютерной графики.

Результаты и обсуждение. Ниже приводятся анатомические особенности цветоносов (стрелок) изученных видов рода *Scilla*.

***S. siberica*.** Стрелка на поперечном срезе плоско выпуклая, с двумя латеральными выростами. Эпидерма однослойная, с тонкой кутикулой. Эпидермальные клетки по форме почти изодиаметрические или немного радиально вытянутые, с развитыми утолщениями наружных клеточных стенок. Субэпидермально расположены два слоя хлорофиллсодержащих паренхимных клеток. Остальная паренхима бесцветная. Центральная часть стрелки занята проводящими пучками, из которых 3 – более крупные, 5 – более мелкие. Среди паренхимных клеток обнаружены единичные игольчатые рафиды (рис. 1.1).

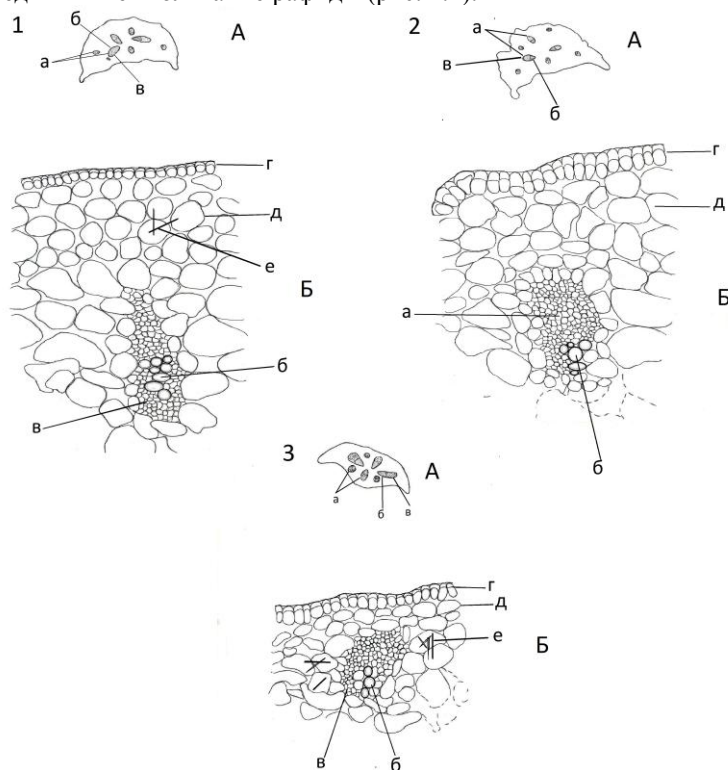


Рис. 1. Форма (А) и анатомическое строение (Б) цветоносов: А – ув. X18.5, Б – ув. X200
1 – *S. siberica*, 2 – *S. caucasica*, 3 – *S. armena*, а – проводящие пучки, б – ксилема,
в – флоэма, г – эпидермальные клетки, д – паренхимные клетки, е – рафиды.

***S. caucasica*.** Стрелка на поперечном срезе плоско выпуклая, с двумя латеральными выростами. Эпидерма однослойная, с тонкой кутикулой. Эпидермальные клетки по форме почти изодиаметрические или немного радиально вытянутые, с развитыми утолщениями наружных клеточных стенок. У данного вида наблюдается максимальное утолщение наружной стенки эпидермальных клеток по

сравнению с остальными видами. Субэпидермально расположены два слоя хлорофиллсодержащих паренхимных клеток. Остальная паренхима бесцветная. Центральная часть стрелки занята проводящими пучками, из которых 2 – более крупные, 6 – более мелких размеров. Рафид не обнаружено (рис. 1.2).

***S. armena*.** Стрелка на поперечном срезе двояко выпуклая, с двумя латеральными выростами. Эпидерма однослойная, с тонкой кутикулой. Эпидермальные клетки по форме почти изодиаметрические или немного радиально вытянутые, с развитыми утолщениями наружных клеточных стенок. Субэпидермально расположены два слоя хлорофиллсодержащих паренхимных клеток. Остальная паренхима бесцветная. Центральная часть стрелки занята проводящими пучками из которых 4 – более крупные, 3 – более мелкие. Проводящие пучки *S. armena* более крупные, чем у остальных изученных видов. Среди паренхимных клеток обнаружены единичные игольчатые рафиды (рис. 1.3).

***S. monanthos*.** Стрелка на поперечном срезе плоско выпуклая, без латеральных выростов. Эпидерма однослойная, с тонкой кутикулой. Эпидермальные клетки по форме почти изодиаметрические или немного радиально вытянутые, с развитыми утолщениями наружных клеточных стенок. Субэпидермально расположены три слоя хлорофиллсодержащих паренхимных клеток. Остальная паренхима бесцветная. Центральная часть стрелки занята проводящими пучками, из которых 3 – более крупные, 3 – более мелкие. Среди паренхимных клеток обнаружены единичные игольчатые рафиды (рис. 2.4).

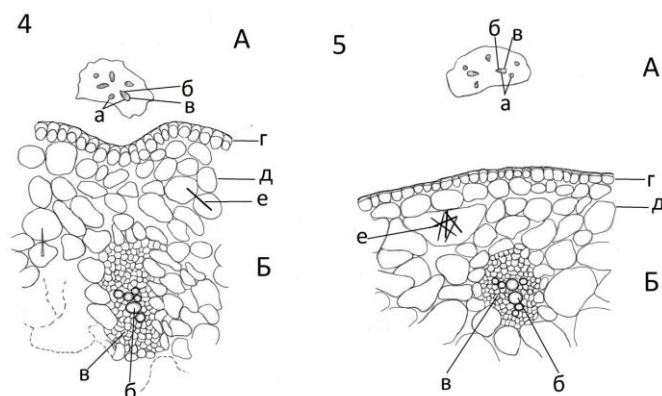


Рис. 2. Форма (А) и анатомическое строение (Б) цветоносов: А – ув. x18,5, Б – ув. x200
4 – *S. monanthos*, 5 – *S. mischtschenkoana*, а – проводящие пучки, б – ксилема,
в – флоэма, г – эпидермальные клетки, д – паренхимные клетки, е – рафиды

***S. mischtschenkoana*.** Стрелка на поперечном срезе плоско выпуклая, без латеральных выростов. Эпидерма однослойная, с тонкой кутикулой. Эпидермальные клетки по форме такие, как у остальных изученных видов с развитыми утолщениями наружных клеточных стенок. У данного вида наблюдается минимальное утолщение наружной клеточной стенки по сравнению с остальными видами. Количество хлорофилла в паренхимных клетках очень мало. Центральная часть стрелки занята проводящими пучками, из которых 2 – более крупные, 5 – более мелкие. Среди паренхимных клеток обнаружены единичные игольчатые рафиды (рис. 2.5).

Исследование выявило, что корреляция между количеством цветков в соцветиях и проводящих пучков в стрелках для изученных нами видов отсутствует (табл. 2).

Таблица 2. Результаты сравнения количества цветков в соцветии и проводящих пучков в стрелке

Вид	Количество цветков в соцветии	Количество проводящих пучков
<i>S. siberica</i>	1-3	8
<i>S. caucasica</i>	3-9	8
<i>S. armena</i>	1-2	7
<i>S. monanthos</i>	1-3	6
<i>S. mishchtschenkoana</i>	2-4	7

Анатомическое изучение стрелок видов *S. siberica*, *S. caucasica*, *S. armena*, *S. monanthos*, *S. mishchtschenkoana* выявило, что стрелки видов *S. siberica*, *S. armena* и *S. caucasica* имеют выросты, не свойственные остальным двум видам. *S. armena* отличается от всех изученных видов двояко выпуклой формой стрелки и относительно крупными проводящими пучками. Среди всех изученных видов эпидермальные клетки *S. caucasica* имеют самую толстую наружную стенку, а клетки *S. mishchtschenkoana* – самую тонкую. У всех изученных видов, кроме *S. caucasica*, наблюдается наличие единичных, немногочисленных рафид. Исследование показало, что количество и распределение проводящих пучков в стрелке для отдельных видов имеет таксономическое значение и может использоваться для систематики вышеуказанных видов. Исследование также выявило отсутствие корреляции между количеством цветков в соцветиях и проводящих пучков в стрелках для изученных нами видов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахундов Г.Ф. Род *Scilla* L. Флора Азербайджана, 2, с. 171-175, 1952.
2. Гроссгейм А.А. Пролески Кавказа. Вестник Тифлисского ботанического сада, 2, 3, с.180-201, 1927.
3. Гроссгейм А.А. Род *Scilla* L. Флора СССР (ред. В. Л. Комаров), 4, с. 369-379, 1935.
4. Гроссгейм А.А. Род *Scilla* L. Флора Кавказа, 2, с. 154-160, 1940.
5. Манденова И.П. Род *Scilla* L. Флора Грузии, 2, с. 495-500 (на груз.яз.), 1941.
6. Мордак Е.В. Виды *Scilla* Советского Союза II. Систематика и география. Ботанический журнал, 56, 10, с. 1444-1458, 1971.
7. Мордак Е.В., Абдуллаева И.К. Конспект семейств Melanthiaceae, Liliaceae, Asphodelaceae и Hyacinthaceae флоры Азербайджана. Новости систематики высших растений, 28, с. 22-28, 1991.
8. Оганезова Г.Г. Структура семени и система лилейных. Ереван, 248 с., 2008.
9. Таманян К.Г. Род *Scilla* L. Флора Армении (ред. А.Л. Тахтаджян), 10, с. 251-262, 2001.
10. Govaerts R. World Checklist of selected plants families. Kew Royal Botanic Gardens: <http://apps.kew.org/wcsp/>
11. Mordak E.V. Genus *Scilla* L. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, 8, с. 214-224, 1984.
12. Rechinger K.H., Wendelbo P. Genus *Scilla* L. Flora Iranica, 165, 4, с. 107-119, 1990.

Поступила 14.10.2016



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 1(69), 2017

ՏԱՆՁԵՆՈՒ ՖԻՏՈՖԱԳԵՐԻ ՏԵՍԱԿԱՅԻՆ ԿԱԶՄԸ ԱՐԱՐԱՏԻ ՄԱՐԶԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Յ.Լ.ԹԵՐԼԵՄԵՆՅԱՆ, Յ.Ռ.ՅԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

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

Բազմամյա դիտարկումներով պարզվել է, որ տանձենու պտուղները վնասում են համեմատաբար քիչ տեսակի վնասատուներ: Սակայն տերևները վնասող բուսակերների մեջ կան տեսակներ, որոնք լուրջ վնաս են հասցնում տանձենուն՝ զգալի ճնշվում է աճն ու զարգացումը, երբեմն տեղի է ունենում տնկարկների մասնակի կամ ամբողջական չորացում:

Մեր կողմից Արարատի մարզի տանձենու տնկարկներում արձանագրվել են վնասակար միջատների և տզերի 42 տեսակներ, որոնք պատկանում են կարգաբանական 2 դասի, 8 կարգի և 25 ընտանիքի: Տանձենու տնկարկներին առավել նշանակալից վնաս պատճառում է տանձենու սովորական տերևավիկը (*Psylla pyri* L.):

Տանձենի – վնասակար տզեր և միջատներ – տեսակային կազմ

Многолетними наблюдениями установлено, что плодам груши вредят сравнительно мало видов фитофагов. Однако среди листовых вредителей имеются виды, которые наносят серьезный вред этой культуре: сильно угнетается рост и развитие, иногда наблюдается частичное или полное высыхание.

По результатам проведенных исследований установлено, что в араратском марзе груше вредят 42 вида насекомых и клещей, которые принадлежат к двум классам, 8 отрядам и 25 семействам. Наиболее распространенным и вредоносным видом является обыкновенная грушевая листоволка (*Psylla pyri* L.).

Груша – вредные клещи и насекомые – видовой состав

As a result of long years of observations, a conclusion was drawn that pear fruits are damaged by a relatively small number of phytophages. But among the leaf pests there are species that damage the pear trees more intensively: the growth and the development of the trees is considerably affected, and sometimes partial or complete drying of the plantations may occur.

42 types of pests have been identified in pear plantations in Ararat region, which belong to the 2nd taxonomic class, 8th order and 25th family.

Significance damage to pear plantations is caused by ordinary pear psylla (*Psylla pyri* L.):

Pear – harmful mites and insects – species composition

Հնդավոր պտղատեսակների մեջ տանձենին իր ժողովրդա-տնտեսական նշանակությամբ ինձորենուց հետո զբաղեցնում է երկրորդ տեղը:

Արարատյան հարթավայրի պայմաններում այս պտղատեսակին վնասում են բազմաթիվ վնասակար տզեր և միջատներ: Հայտնաբերված ֆիտոֆագերի մեջ կան տեսակներ, որոնց հասցրած վնասի հետևանքով կտրուկ ընկնում է ծառերի բերքատվությունը, իսկ ստացված բերքը լինում է անորակ: Հետազոտության նպատակն է եղել ՀՀ Արարատի մար-

զի պայմաններում ուսումնասիրել տանձենու վնասատուների տեսակային կազմը և տալ դրանց կարգաբանական բնութագրերը, ինչպես նաև պարզաբանել վնասատուների դասակարգումը ըստ սննդային մասնագիտացման:

Նյութ և մեթոդ: Տանձենու վնասատուների տեսակային կազմը պարզաբանելու նպատակով 2012 - 2015 թթ. վեգետացիայի ընթացքում Արարատի մարզի տարբեր համայնքների տանձենու տնկարկներում կատարվել են հետազոտություններ, որի ընթացքում ուշադիր զննվել է ծառերի ողջ սաղարթը, արձանագրվել և հավաքվել են հայտնաբերված բոլոր ֆիտոֆագերը (մորֆոլոգիական զարգացման տարբեր փուլերում) և արձանագրվել է դրանց վնաս հասցնող փուլը: Լաբորատորիայում դրանք պահվել են մինչև հասուն դառնալը, այնուհետև ֆիքսվել միջատաբանությունում ընդունված մեթոդների համաձայն (70⁰ սպիրտ-գլիցերինային լուծույթում կամ բամբակյա բարձիկների վրա), պիտակավորվել են հետագայում տեսակային պատկանելիությունը ճշտելու նպատակով:

Տարբեր ֆերմերային տնտեսություններում երթուղային հետազոտությունները վեգետացիայի ընթացքում կատարվել են պարբերաբար՝ 20 օրը մեկ, իսկ մշտական (ստացիոնար) հետազոտությունների և դիտումների վայրում (Մրգավան) ավելի հաճախ՝ շաբաթը մի քանի անգամ:

Հավաքված վնասատուների տեսակային պատկանելիությունը որոշվել է մասնագիտական որոշիչների օգնությամբ [3-5] և նույնականացվել «Մննդամթերքի անվտանգության ոլորտի ռիսկերի գնահատման և վերլուծության գիտական կենտրոն» ՊՈԱԿ-ի մասնագետների օժանդակությամբ:

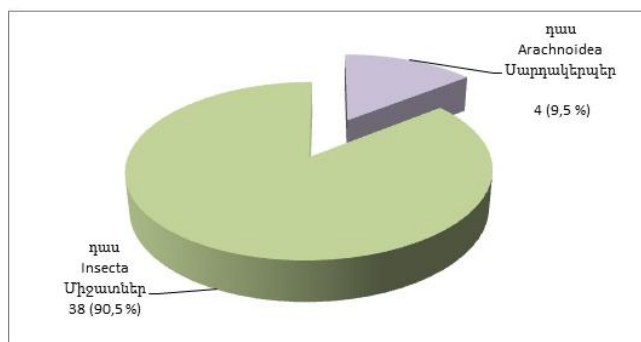
Արդյունքներ և քննարկում: Արարատի մարզի տարբեր տնտեսությունների տանձենու տնկարկներին վնասող ֆիտոֆագերից մեր կողմից արձանագրվել են հետևյալ 42 տեսակները.

1. *Bryobia redikorzevi* Reck. – Պտղատուների գորշ տիզ
2. *Tetranychus telarius* L. – Սովորական ոստայնատիզ
3. *Panonychus ulmi* Koch. – Պտղատուների կարմիր տիզ
4. *Epitimerus pyri* Nal. – Տանձենու քառոտ տիզ
5. *Taeniothrips inconsequens* Uz. – Տանձենու թրիպս
6. *Typhlocyba prunicola* E. – Տանձենու թզուկ ցիկադ
7. *Psylla pyri* L. – Տանձենու սովորական տերևավիկ
8. *Psylla pyrisuga* Frst – Տանձենու մեծ տերևավիկ
9. *Psylla vasiljevi* S. – Տանձենու դեղնագորշ տերևավիկ
10. *Anuraphis pyrilaseri* S. – Տանձենու-հովանոցազգու կանաչ լվիճ
11. *Dysaphis mala* Nevs. – Տանձենու հարավային լվիճ
12. *Dysaphis reaumuri* M. – Տանձենու տերևաուլոր լվիճ
13. *Aphis pomi* Deg. – Խնձորենու կանաչ լվիճ
14. *Anuraphis farfarae* Koch. – Տատրակի լվիճ
15. *Pseudococcus comstocki* Kuw. – Կոմստոկի որդան
16. *Parthenolecanium corni* Bouché. – Ակացիայի կեղծ վահանակիր
17. *Lepidosaphes malicola* Borchs. – Հայկական ստորակետանման վահանակիր
18. *Stephanitis pyri* F. – Տանձենու ժանեկամլուկ
19. *Palomena prasina* L. – Ծառի կանաչ վահանամլուկ
20. *Byctiscus betulae* L. – Տանձենու կամ խաղողի փողուլոր
21. *Coenorrhinus pauxillus* Germ. – Բուկարկա
22. *Rhynchites giganteus* Krym. – Տանձենու մեծ երկարակնճիթ
23. *Anthonomus piri* Boh. – Տանձենու ծաղկակեր
24. *Capnodis tenebrionis* L. – Սև ոսկերգեզ
25. *Neurotoma flaviventris* Retz. – Տանձենու ջուլիակ-սղոցող
26. *Hoplocampa brevis* Klug. – Տանձենու սղոցող
27. *Caltria cerasi* L. – Բալենու լորձնոտ սղոցող
28. *Contarinia pyrivora* Riley. – Տանձենու պտուղների գալամլակ
29. *Dasyneura piri* Bouche. – Տանձենու տերևային գալամլակ
30. *Archips crataegana* Hb. – Ալոճենու տերևուլոր
31. *Pandemis chondrillana* HS. – Կանաչ տերևուլոր
32. *Archips (Cacoecia) rosana* L. – Վարդենու տերևուլոր
33. *Laspeyresia pomonella* L. – Խնձորենու պտղակեր
34. *Laspeyresia pyrivora* Dan. – Տանձենու պտղակեր
35. *Recurvaria nanella* Hb. – Ռեկուրվարիա
36. *Aporia crataegi* L. – Ալոճաթիթեռ

37. *Lycia (Biston) hirtaria* Cl. – Գորշգծավոր երկրաչափ-մետաքսագործ
38. *Malacosoma neustria* L. – Օղակավոր մետաքսագործ
39. *Lymantria dispar* L. – Տարազույգ մետաքսագործ
40. *Euproctis chrysorrhoea* L. – Ոսկետուտ
41. *Cosmia (Calymnia) trapezina* L. – Բազմակեր բվիկ
42. *Ocnogyna loewii* var. *Armena* Stgr. – Օկնոզինա

Ստորև ներկայացնում ենք արձանագրված ֆիտոֆագերի կարգաբանական բնութագրերը:

Ինչպես երևում է նկար 1-ից, վնասատուներից չորս տեսակը (9,5 %) պատկանում են Սարդակերպերի (Arachnoidea), իսկ երեսունութուրը (90,5 %)՝ միջատների (Insecta) դասին:

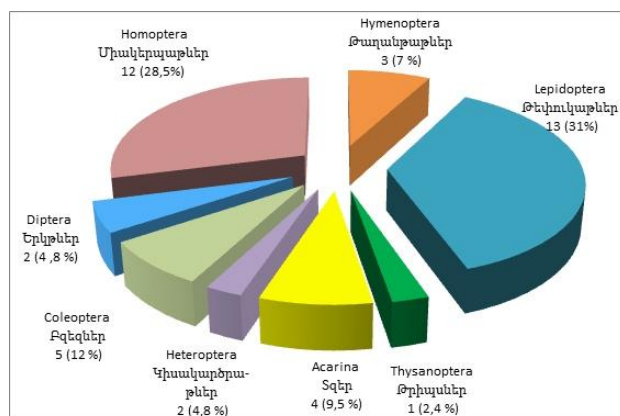


Նկ. 1. Ֆիտոֆագերի դասային պատկանելիությունը

Նկ. 2-ի վերլուծությունից պազվում է, որ տանձենիների վրա արձանագրված վնասատուները պատկանում են տաքսոնոմիական 8 կարգերի, ընդ որում առավել ներկայացուցչական են թռչունկաթևների (Lepidoptera) և միակերպաթևների (Homoptera) կարգերը, որտեղ առկա են ֆիտոֆագերի համապատասխանաբար 13 և 12 տեսակներ (կամ արձանագրված վնասատուների 31 և 28,5%-ը):

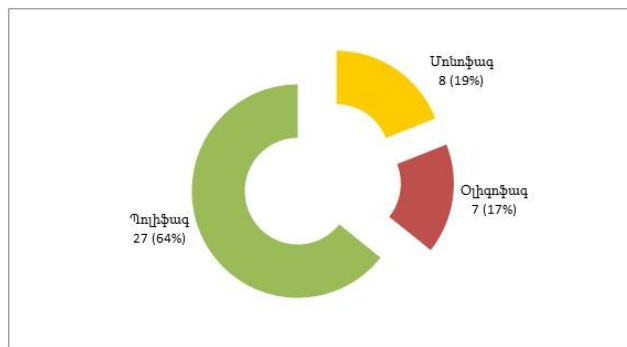
Ընդամենը մեկ տեսակով կամ արձանագրված ֆիտոֆագերի 2,4 %-ով է ներկայացված Թրիպսների (Thysanoptera) կարգը:

Հետազոտություններից պարզվել է նաև, որ հայտնաբերված վնասակար տեսակները պատկանում են կարգաբանական 25 ընտանիքների:



Նկ. 2. Ֆիտոֆագերի կարգային պատկանելիությունը

Նկ. 3-ում ներկայացված է տանձենու վնասատուների դասակարգումը ըստ սննդային մասնագիտացման: Համաձայն ներկայացվող տվյալների, առավել շատ են պոլիֆագերը (27 տեսակ), որոնք կազմում են արձանագրվածների 64 %-ը: Օլիգոֆագերը (7 տեսակ) և մոնոֆագերը (8 տեսակ) կազմել են համապատասխանաբար 17 և 19 %:



Նկ. 3. Վնասատուների դասակարգումը ըստ սննդային մասնագիտացման

Ըստ բազմամյա դիտարկումների, տանձենու վրա արձանագրված 42 տեսակ վնասատուներից առավել նշանակալից վնաս հասցնում է տանձենու սովորական տերևալվիկը (*Psylla pyri* L.) [1-2]:

Այսպիսով, կատարված հետազոտությունների արդյունքում Արարատյան հարթավայրի տանձենու տնկարկներում արձանագրվել են վնասակար տզերի և միջատների 42 տեսակներ, որոնք պատկանում են կարգաբանական 2 դասի, 8 կարգի և 25 ընտանիքի:

Տանձենու տնկարկներին առավել նշանակալից վնաս պատճառում է տանձենու սովորական տերևալվիկը (*Psylla pyri* L.):

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Թերլեմեզյան Հ.Լ., Հարությունյան Հ.Ռ. Նորագույն միջատասպանների փորձարկման արդյունքները տանձենու սովորական տերևալվիկի (*Psylla pyri* L.) դեմ Արարատյան հարթավայրի պայմաններում: Ագրոգիտություն (գիտական ամսագիր), № 3-4: Էջ 186-187, Երևան, 2013:
2. Հարությունյան Հ.Ռ. Պատրաստուկների կենսաբանական և տնտեսական արդյունավետությունը տանձենու տերևալվիկի (*Cacopsylla pyri* L.) դեմ: Ագրոգիտություն (գիտական ամսագիր): Երևան, 7-8, Էջ 229-232, 2016:
3. Бондаренко Н.В., Пегельман С.Г., Тамтар А.В. Практикум по вредным нематодам, клещам, грызунам. Ленинград, Колос. 208 с., 1980.
4. Определитель вредных и полезных насекомых и клещей плодовых и ягодных культур в СССР. Л., Колос. 288 с., 1984.
5. Определитель насекомых Европейской части СССР (в 5 томах). Наука, Л., 1969.

Ստացվել է 07.07.2016



Биол. журн. Армении, 1 (69), 2017

ВЛИЯНИЕ ТАУРИНА НА ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕЧЕНИ И НАДПОЧЕЧНИКОВ ПРИ ИММОБИЛИЗАЦИОННОМ СТРЕССЕ

Н.А. СААКЯН, С.А. ШОГЕРЯН, Л.Ю. СИМОНЯН, Л.Г. АВАНЕСЯН

*Армянский государственный педагогический университет имени Х. Абовяна,
кафедра физиологии человека и животных
narinesaak@mail.ru*

Исследовано влияние таурина на показатели вариабельности сердечного ритма и структурно-функциональные изменения печени и надпочечников при иммобилизационном стрессе. Применение интраперитонеального введения таурина у крыс в постстрессовом периоде приводит к восстановлению изученных показателей. Пятичасовой иммобилизационный стресс вызывает значительные структурно-функциональные изменения в надпочечниках и печени. Гистологическое исследование указанных органов после применения таурина дает основание считать, что использованный препарат оказывает протекторное действие на гистоструктуру надпочечников и печени.

Стресс – таурин – иммобилизация – надпочечник – печень

Ուսումնասիրվել է տաուրինի ազդեցությունը սրտային ռիթմի փոփոխականության ցուցանիշների և լյարդի, մակերիկամների կառուցվածքային ու ֆունկցիոնալ փոփոխությունների վրա իմոբիլիզացիոն սթրեսի պայմաններում: Հետսթրեսային փուլում տաուրինի ներորոպայնային ներարկումը առնետների մոտ բերում է հետազոտվող ցուցանիշների վերականգնման: 5 ժամյա իմոբիլիզացիոն սթրեսը մակերիկամներում և լյարդում առաջացնում է նշանակալի հիստոկառուցվածքային փոփոխություններ, որոնք վերականգնվում են տաուրինի ներարկման պայմաններում, ինչը թույլ է տալիս ենթադրելու նշված ամիսթթվի վերականգնող ազդեցության մասին:

Սթրես – տաուրին – իմոբիլիզացիա – մակերիկամ – լյարդ

The aim of this study was to investigate the effect of taurine on the indicators of the heart rate variability, structural and functional changes of the liver and adrenal glands during immobilization stress. The use of intraperitoneal administration of taurine in rats in the post-stress period leads to the restoration of the studied parameters. 5-hour immobilization stress causes significant structural and functional changes in the adrenal glands and liver. Histological examination of these bodies after the application of taurine gives reason to believe that the drug used has a protective character on histological structure of adrenal glands and liver.

Stress – taurine – immobilization – adrenal glands – liver

Проблема улучшения адаптивных возможностей организма при нарушении гомеостаза в результате воздействия различных внешних техногенных, антропогенных и внутренних патогенных стрессиндуцирующих факторов находится в сфере внимания исследователей различных областей науки. При этом наиболее важную роль в обеспечении гомеостаза играет вегетативная нервная система (ВНС).

Центральным звеном регуляции деятельности ВНС являются лимбические структуры мозга (гипоталамус, амигдала, лимбическая кора), принимающие активное участие в механизмах контроля вегетативных функций [4]. Нарушение симпатопарасимпатического равновесия при стрессе приводит к метаболическому дисбалансу, вызывающему различного рода патологии в висцеральной сфере организма. В настоящее время все большее внимание уделяется механизмам регуляции сердечно-сосудистой системы со стороны лимбических структур при различных патологических состояниях [14], либо при воздействии психоэмоционального стресса, вызывающего различного рода изменения его деятельности. Важно отметить, что иммобилизационный стресс является психоэмоциональным, хотя технически данную модель стресса невозможно реализовать без определенных физических воздействий на организм экспериментального животного. Человек в большой степени подвержен действию психоэмоционального стресса, поэтому выяснение тонких механизмов его действия на организм человека, а также на гистоструктурные изменения разных органов предоставит возможность контролировать его последствия [12]. В последние годы для оценки состояния регуляторных систем организма успешно используются методы математического анализа вариабельности ритма сердца (МА ВРС), позволяющие охарактеризовать соотношение активности симпатической и парасимпатической ВНС [2, 3]. На основе МА ВРС и некоторых других методов в настоящее время разработана автоматизированная компьютерная система комплексной оценки функциональных состояний мозга (комплекс Elephis). Система предназначена для исследований как в условиях нормы, так и различных патологий [5, 6]. Указанная система использована и в настоящем исследовании, целью которого являлось изучение влияния таурина на показатели ВРС и морфофункциональные изменения печени и надпочечников. Важно отметить, что таурин является одним из пяти аминокислот, необходимых для нормальной деятельности организма [11] и для коррекции патологических процессов. Таурин применяется как эффективное лекарственное средство при патологии сердечно-сосудистой системы, заболеваниях центральной нервной системы, сахарном диабете и др. [15].

Материал и методика. Эксперименты проведены на бодрствующих белых лабораторных крысах – самцах, массой 200-220 г ($n = 8$). Иммобилизация животных с целью вызова стресса проводилась в положении на спине с фиксацией конечностей. Продолжительность иммобилизации составляла 5 ч. ЭКГ животных регистрировали во II стандартном отведении с помощью серебряных электродов, прикрепляемых на соответствующих конечностях. Животные были подразделены на две группы. В первой группе запись ЭКГ проводилась у бодрствующих животных сразу после иммобилизации и спустя 7 дней без применения таурина. Во второй группе после иммобилизации ЭКГ регистрировали на 7-й день постстрессового периода при ежедневном применении таурина (50 мг/кг внутривентрально). Для регистрации и анализа ритма сердца подопытных животных была использована вышеотмеченная автоматизированная система “Elephis”. Наряду с частотой сердечных сокращений (ЧСС), оценивались следующие гистографические показатели, основанные на анализе гистограмм распределения кардиоинтервалов: ИВР – индекс вегетативного равновесия, ИНРС – индекс напряжения регуляторных систем мозга. Данные были обработаны с помощью программы Microsoft Excell. Уровень статистической достоверности различий сравниваемых экспериментальных данных определяли с помощью *t*-критерия Стьюдента. Для гистологических исследований подопытные животные были подразделены на 3 группы по 10 в каждой. Первой контрольной группой были интактные животные. Второй группой были стрессированные животные. Крысам третьей подопытной группы после 5-часового иммобилизационного стресса вводили таурин 50 мг/кг в течение 3-х дней. Кусочки из печени и надпочечников фиксировались в 10 %-ном формалине. Парафиновые срезы окрашивались гематоксилин-эозином, а срезы надпочечников также суданом черным “В” по Бакхусу.

Результаты и обсуждение. Сравнительный анализ гистографических показателей компонентов ВРС в пред- и постстрессовом периодах показал наличие значительных изменений, происходящих в регуляторных механизмах в результате 5- часового иммобилизационного стресса. Отметим, что в указанных показателях отражается степень участия симпатических и парасимпатических отделов ЦНС в процессах регуляции сердечного ритма.

Наряду с ЧСС (до и после стресса 280 и 477 уд/м.), спустя 7 дней без применения и с применением таурина (375 и 290 уд/мин соответственно) ($p < 0.001$), нами приведены два функционально значимых индекса ВРС – индекс вегетативного равновесия (ИВР) и индекс напряжения регуляторных систем (ИНРС). Повышение уровня ИВР до и после стресса (622 и 1191 у.е. соответственно) ($p < 0.001$) спустя 7 дней без применения таурина (1375 у.е.) свидетельствует о сдвиге вегетативных процессов в сторону преобладания симпатических влияний, который в постстрессовом периоде в течение 7-дневного применения таурина почти нормализуется (736 у.е.). Изменения были характерны и для ИНРС, зарегистрированные высокие значения которого указывали на напряженность функционирования ВНС и продолжающееся превалирование симпатических влияний вплоть до 7-го дня постстрессового периода. Почти пятикратное повышение ИНРС после стресса (до 330 и после 1498 у. е. соответственно) ($p < 0.001$) сохраняется до 7-го дня (1470 у.е.). Согласно мнению Ноздрачева, такое повышение ИВР и ИНРС свидетельствует об общей активации симпатической системы организма, происходящей при психоэмоциональном стрессе и указывает на общий сдвиг вегетативного гомеостаза в сторону преобладания симпатической нервной системы над парасимпатической [8]. Иная картина наблюдается у животных, получающих в постстрессовый период в течение 7-ми дней таурин (525 у.е) ($p < 0.001$). На 7-й день наблюдается тенденция нормализации показателей, что свидетельствует о положительном протекторном влиянии таурина. Как известно, при многих патологических состояниях отмечается гиперактивация ГГАС (гипоталамо-гипофизар-адренокортикоальная система) [18] и уровень его активации зависит от вида стрессора, при одинаковой его силы и продолжительности действия. Сравнивая особенности активации ГГАС при остром однократном и хроническом стрессе, многими исследователями показано, что при остром иммобилизационном стрессе у крыс повышается уровень АКТГ (адренокортикотропный гормон), кортиколиберина и пролактина, а также наблюдается уменьшение веса тимуса, надпочечников, базального уровня кортикостерона [13]. Полученные нами результаты согласуются с данными ряда исследователей [16], показавшими отсутствие адаптации к иммобилизационному стрессу в течение 18-21 дня. Длительное применение интраперитонеального введения таурина у крыс в постстрессовом периоде приводит к восстановлению этих показателей. Активация центрального звена ГГАС при стрессе во многом определяется участием лимбической системы головного мозга (миндалевидное тело, аммонов рог, медиальная префронтальная кора и др.), и таурин, являясь одним из 5-ти гипокамп, необходимых для мозга аминокислот, по-видимому, возмещает возникшую дисфункцию лимбических структур в стрессовых ситуациях. По некоторым данным выход во внеклеточное пространство таурина в гипоталамусе оказывает протекторное действие на нейроны [17]. Учитывая полученные нами данные, мы допускаем, что применение таурина оказывает протекторное действие на лимбические нейроны, способствуя улучшению функционального состояния мозга, тем самым стабилизируя деятельность сердечно-сосудистой системы.

Наряду с вышеуказанными исследованиями, нами проводилось гистоструктурное изучение печени и надпочечников. Установлено, что морфологическим выражением функциональной активности коркового вещества надпочечников является уменьшение содержания липидов в его зонах [1, 7, 9]. В норме липиды в коре надпочечников распределены неравномерно. В контрольной группе животных при гистологическом исследовании надпочечников капсула органа состояла из тонкого слоя коллагеновых пучков. Среди волокнистых структур наружного слоя выявлялись фибробласты, фиброциты. В отдельных участках капсула и строма выглядели несколько отечными. В целом архитектура коркового вещества была сохранена. Клубочковая зона состояла из мелких, кубической формы эпителиальных клеток, которые выявлялись в виде отдельных групповых скоплений. Цитоплазма эпителиальных клеток этой зоны была богата липидами. Эпителий пучковой зоны в виде компактных тяжей. Эпителиальные тяжи характеризовались чередованием светлых и темных клеток. Ядра светлых клеток выглядели несколько набухшими и отличались эксцентрическим расположением. Протоплазма была вакуолизирована и характеризовалась богатым содержанием липидов. Темные ацидофильные клетки отличались низким содержанием липидов. Просвет капилляров выглядел расширенным.

В сетчатой зоне сравнительно чаще, чем в пучковой, выявлялись темные ацидофильные клетки. Суданофильный материал локализовался по периферии секреторных клеток в виде мелких зерен. В целом при визуальной микроскопической оценке коры надпочечников контрольных животных отмечалась некоторая мозаичность распределения липидов.

Надпочечники животных опытной группы. Через 5 час после иммобилизационного стресса отмечается отек капсулы надпочечников и разволокнение и набухание коллагеновых волокон. В капиллярах полнокровие и стаз. Выявлялись дистрофические изменения эндотелия артериол и венул капсулы. В перикапиллярном пространстве обнаруживались инфильтраты. Среди клеток инфильтрата преобладали лимфоциты и гистоциты.

Цитоангиоархитектоника органа была нарушена. Отдельные участки, в которых сохранялось зональное распределение адренокортикоцитов, чередовались с полями, в которых граница между конкретными зонами коркового вещества контурировалась нечетко. Именно в этих участках весьма отчетливо прослеживались дистрофические процессы. Следует отметить, что клетки клубочковой зоны теряли характерную структурную ориентацию и располагались относительно компактно по всему периметру надпочечника. Как правило, в клубочковой зоне доминировали темные ацидофильные клетки.

В то же время в участках дистрофии наблюдалась выраженная дискомплексация адренокортикоцитов пучковой зоны. Адренокортикоциты теряли характерную линейную ориентацию и способность формировать эпителиальные тяжи (рис. 1). Причем явления дискомплексации секреторных клеток с наличием единичных некротических микроочагов обнаруживались преимущественно в поверхностных участках пучковой зоны. Весьма четко прослеживались явления перераспределения липидов в корковом слое надпочечников.

На всем своем протяжении граница между клубочковой, пучковой и сетчатой зонами не контурируется. Лишь в отдельных участках обнаруживаются клубочки.

Клубочковая зона выглядит резко суженной за счет расширения границ пучковой и сетчатой зон. Следует отметить, что адренокортикоциты пучковой зоны на значительном протяжении теряли способность формировать характерные эпителиальные тяжи. Повсеместно встречались очаги микронекроза.

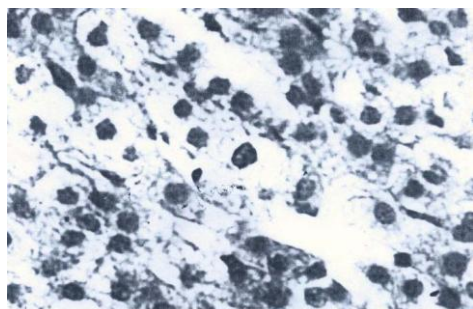


Рис. 1. Надпочечник. Признаки дискомплексации и дистрофии адренокортикоцитов. Гематоксилин-эозин, об 40 × 10

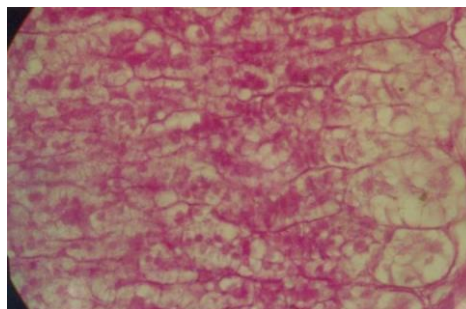


Рис. 2. Надпочечник. После применения таурина четко прослеживается тенденция, направленная в сторону структурной организации клубочковой и пучковой зон. Гематоксилин-эозин, об 40 × 10

Адренкортикоциты представлены исключительно светлыми “гипертрофированными” клетками, цитоплазма которых выглядела оптически светлой и резко набухшей. Границы между отдельными смежными клетками контурировались нечетко.

При микроскопическом исследовании надпочечников подопытных животных после 3-дневного применения таурина отмечается тенденция к восстановлению структуры коркового слоя надпочечников (рис. 2).

Зональное строение по сравнению с предыдущим сроком контурировалось более четко. В клубочковой и поверхностных слоях пучковой зоны происходило замещение гибнущих клеток новыми за счет активации камбиальных элементов субкапсулярной зоны и клеток суданобного слоя. Значительно реже встречались участки дискомплексации и дистрофии адренокортикоцитов. Заметно понижалась отечность ткани, микроциркуляторные расстройства носили очаговый характер и наблюдались только в глубоких отделах пучковой зоны.

Секреторные клетки на значительном протяжении вновь приобретали характерную для каждой зоны упорядоченную структуру и характеризовались чередованием светлых и темных адренокортикоцитов.

Спонгиозиты пучковой зоны были богаты липидами. Жировые включения в адренокортикоцитах отличались равномерным распределением по всей цитоплазме. Однако, несмотря на относительно высокое содержание липидов, во всех зонах повсеместно в клубочковой и поверхностных отделах пучковой зон продолжали обнаруживаться участки делипоидизации.

Печень. При гистологическом исследовании цитоархитектоника органа после 5-часового иммобилизационного стресса на всем протяжении нарушена [10]. Выявляются признаки дискомплексации гепатоцитов с потерей их радиальной ориентации. Местами в гепатоцитах наблюдались дистрофические изменения, вплоть до их распада (рис. 3). В сохранившихся печеночных дольках просветы центральных вен, межбалочных синусоидальных капилляров резко расширены и полнокровны.

Следует отметить, что на фоне выраженной белковолипидной дистрофии и некроза гепатоцитов выявлялся морфологический субстрат иммунопатологической реакции, проявляющейся периваскулярными лимфоцитарными инфильтратами, напоминающими фолликулы органов иммунной системы. Кроме того, выявлялись также очаги лимфоцитарной инфильтрации вокруг триад долек печени.

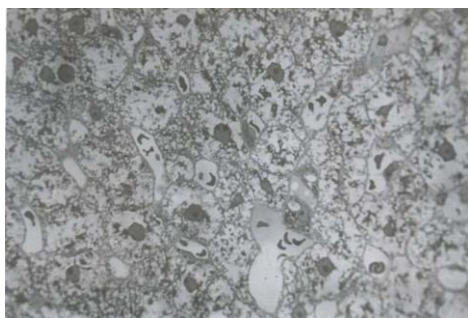


Рис. 3. Печень. Дистрофические изменения в гепатоцитах с очагами некроза. Гематоксилин-эозин, об 40 × 10

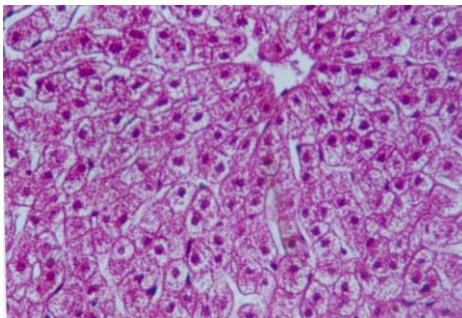


Рис. 4. Печень. Морфологическая картина упорядочения цитоархитектоники дольки органа после введения таурина. Гематоксилин-эозин, об 40 × 10

Гистологическое исследование препаратов печени у животных, получавших таурин в течение 3-х дней, свидетельствует о структурных сдвигах, направленных в сторону нормализации цитоархитектоники изучаемого органа (рис. 4). Так, в отдельных участках происходила структурная ориентация гепатоцитов, контурировалось их балочное строение.

В самой печеночной дольке выявлялись гепатоциты как без признаков дистрофии, так и измененные паренхиматозные клетки. Более того, подобных клеточных инфильтратов, которые обнаруживались в печени через 5 ч после иммобилизации, при применении таурина выявить не удалось.

Таким образом, 5-часовой иммобилизационный стресс вызывает значительные структурно-функциональные изменения в надпочечниках и печени. Гистологическое исследование указанных органов после применения таурина дает основание считать, что использованный препарат оказывает протекторный характер на гистоструктуру надпочечников и печени. Из полученных нами данных можно также предположить, что в стрессовых ситуациях в организме возникает дефицит таурина и для улучшения центральной регуляции сердечно-сосудистой системы необходимо его применение. Таурин оказывает протекторное действие на мозговые нейроны и способствует стабилизации деятельности сердечно-сосудистой системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артишевский А.А. Надпочечные железы (Строение, функция, развитие). Минск, с. 127, 1977.
2. Баевский Р.М. Научно-теоретические основы использования анализа сердечного ритма для оценки степени напряжения регуляторных систем организма. Материалы международного симпозиума. "Компьютерная ЭКГ на рубеже столетий". М., Электронное издание, 1999.
3. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ сердечного ритма при стрессе. М. Наука, 1984.
4. Баклаваджян О.Г. Висцеросоматические афферентные системы гипоталамуса. Л. Наука, с. 214, 1995.
5. Геворгян Э.Г. Система компьютерной оценки функционального состояния регуляторных механизмов мозга человека в норме и патологии. В сборнике "Современные аспекты радиационной медицины и ожогов", Ереван, с. 109-115, 2003 г. (б).

6. *Геворгян Э.Г.* Создание методов компьютерной диагностики общего функционального состояния организма, подвергнутого стрессорным перегрузкам. В сб.: "Современные аспекты радиационной медицины". Ереван, с.8-11, 1995.
7. *Журавлева Т.Б., Прочуханов Р.А., Иванова Г.В. и др.* Функциональная морфология нейроэндокринной системы. Принципы и методы исследования. (Методы физиологических исследований). Л., Наука, с. 200, 1976.
8. *Ноздрачев А.Д.* Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы. А.Д. Ноздрачев, Ю.В. Щербатых. Физиология человека. 27, 6, с. 95-101, 2001.
9. *Ткачева Г.А.* Морфологические аспекты проблемы гипоталамической регуляции клубочковой зоны надпочечника. Проблемы эндокринологии, 17, 1, с. 87-91, 1973.
10. *Хем А., Кормак Д.* Гистология, 1983.
11. *Azuma J., Sawamura A., Awata N. et al.* Therapeutic effect of taurine in congestive heart failure: a double-blind crossover trial. Clin Cardiol. 8, p. 276-282, 1985.
12. *Baldwin D.R., Wilcox Z.C. Zheng G.* The effects of voluntary exercise and immobilization on humoral immunity and endocrine responses in rats. Physiol. Behav., 61, 3, p. 447-453, 1997.
13. *Blanchard D.C., Sakai R.R., McEwen B, Weiss S.M., Blanchard R.J.* Subordination stress: behavioral, brain, and neuroendocrine correlates. Behav Brain Res. 58, 1-2, 113-21, 1993 Dec 20.
14. *Herman J.P., Ostrander M.M., Muller N.K.* Limbic system mechanisms of stress regulation: hypothalamo-pituitary-adrenocortical axis. Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry, 29, 8, p. 1201-1213, 2005.
15. *Huxtable R.* Role of taurine in the central nervous system. Journal of Biomed. Science, 72, p. 101-163, 2010.
16. *Pitman, David L.; Ottenweller, John E.; Natelson, Benjamin H.* Effect of stressor intensity on habituation and sensitization of glucocorticoid responses in rats. Behavioral Neuroscience, 104, 1, Feb 28-36, 1990.
17. *Sha D. Wei J. Jin. H.* Mechanizm of neuroprotective function of taurine. Exp. Med. Biol. 643, p.169-179, 2009.
18. *Zelena D., Mergl Z., Foldes A.* Role of hypothalamic inputs in maintaining pituitary-adrenal responsiveness in repeated restraint. Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab. 285, 5, p. 1110-1117, 2003.

Поступила 14.09.2016



Биол. журн. Армении, 1 (69), 2017

ВЛИЯНИЕ ЭТАНОЛАМИН-О-СУЛЬФАТА НА СОДЕРЖАНИЕ НЕЙРОАКТИВНЫХ АМИНОКИСЛОТ В ОРГАНАХ КРЫС В НОРМЕ И ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ АЛЛОКСАНОВОМ ДИАБЕТЕ

Н.Х. ХАЧАТРЯН, А.Г. ВАРДАНИЯН, С.Г. ТАРОЯН,
Р.С. ХАЧАТРЯН, Р.Г. КАМАЛЯН

Институт биохимии им. Г. Бунятыана НАН РА
kamalyan37@mail.ru

Показано, что интраперитонеальное введение крысам этаноламин-О-сульфата (ЭОС) в дозе 500 мг/кг в течение 3-х дней предотвращает гипергликемический эффект вводимого на 4-й день аллоксана (150 мг/кг). Введение ЭОС сопровождается повышением концентрации ГАМК в мозге и панкреасе. Аллоксан вызывает повышение уровня глутамина и глутамата в панкреасе. Эффект аллоксана предупреждается предварительной инъекцией ЭОС. Полученные данные свидетельствуют о важной роли ГАМК в патогенезе диабета I типа и возможной эффективности ГАМК генерирующих соединений в терапии этой патологии.

Диабет – аллоксан – этаноламин-О-сульфат – ГАМК

Էթանոլամին-Օ-սուլֆատի (3 օր, 500 մգ/կգ) ամենօրյա ներորովայնային ներարկումը կանխում է 4-րդ օրը ներարկված ալոքսանի (150 մգ/կգ) հիպերգլիկեմիկ ազդեցությունը: Էթանոլամին-Օ-սուլֆատի ներարկումն ամենօրյա ներարկումից հետո նաև ուղեղում և ենթաստամոքսային գեղձում ԳԱԿ-ի կոնցենտրացիայի բարձրացմամբ: Ալոքսանը բարձրացնում է գլյուտամինի և գլյուտամատի պարունակությունը ենթաստամոքսային գեղձում: Ալոքսանի այդ ազդեցությունը կանխվում է էթանոլամին-Օ-սուլֆատի նախապես ներարկմամբ: Ստացված տվյալները վկայում են ԳԱԿ-ի կարևոր դերի մասին I տիպի դիաբետի պաթոգենեզում:

Դիաբետ – ալոքսան – էթանոլամին – Օ – սուլֆատ – ԳԱԿ

It was shown that preliminary (during 3 days) intraperitoneal GABA-T inhibitor ethanolamin-O-sulphate (EOS) injection to rat in dose 500 mg/kg prevents hyperglycemic action of alloxane that was injected on the 4th day in dose 150 mg/kg. EOS injection accompanied increase of GABA concentration in pancreas and brain. Alloxan increases the level of glutamine and glutamate in pancreas. This effect of alloxane prevents by EOS preliminary injection. The data obtained testify to important role of GABA in pathogenesis of type I diabetes mellitus.

Diabet – alloxan – ethanolwmine – O – sulphate

Ряд работ свидетельствуют о значении ГАМК в функциях поджелудочной железы [5, 11, 12, 16]. Подчеркивается роль этого тормозного трансммиттера как в эндокринной, так и экзокринной функциях, по-видимому, тесно взаимосвязанных [4, 8, 9, 19]. Особое значение приписывается роли ГАМК в функциях продуцирующих инсулин β-клеток [4, 19]. Показано наличие сравнимых с мозгом концентраций ГАМК в панкреасе, сосредоточенных в основном в β-клетках, как в везику-

лах нервных окончаний, так и в инсулярных гранулах [5, 19], причем в β -клетках человека она оказывает возбуждающее действие [7]. Выяснено, что ГАМК способствует как синтезу, так и высвобождению инсулина. Естественно, возник вопрос о возможной эффективности этой аминокислоты при диабете, тем более что продуцирующий ее фермент, ГАМК-декарбоксилаза, является одной из мишеней аутоиммунного процесса, приводящего к гибели островковых β -клеток [6, 13], т.е. к развитию диабета первого типа (Т1Д). Определение активности антител к ферменту используется в доклинической диагностике Т1Д [6, 13]. В ряде работ придерживаются мнения, что идеальной иммунотерапией Т1Д является уменьшение провоспалительных аутоиммунных ответов, усиление регуляторных ответов, повышение выживаемости и репликации β -клеток [15, 17, 18, 21]. ГАМК вполне обоснованно рассматривается в качестве эффективного претендента на эту роль [22]. Введение ГАМК НОД мышам может подавлять воспалительные и усиливать регуляторные Т-клеточные ответы, способствовать репликации β -клеток и сохранять в течение определенного времени нормогликемию. Особенно эффективна ГАМК в сочетании с посаженным на квасцы проинсулином, вызывающим системную аутоиммунную реакцию. Роль ГАМК при этом заключается в снятии провоспалительных Т-клеточных ответов с сохранением или даже усилением регуляторного компонента системного аутоиммунитета с репликацией островковых β -клеток и длительным поддержанием нормогликемии. В прежней нашей работе мы исследовали сочетанное влияние генерирующих ГАМК факторов, глутамин и этаноламин-О-сульфата (ЭОС) на содержание нейроактивных аминокислот в органах крыс в норме и при стрептозотоциновом экспериментальном диабете [2]. Поскольку в опытах *in vitro* на культуре β -клеток панкреаса в наших опытах наиболее выраженную флюоресценцию инсулина вызывало добавление ЭОС, в настоящей работе мы использовали его в качестве возможного антидиабетогенного агента на аллоксановой модели крыс.

Материал и методика. Исследования были проведены на белых крысах массой 180-200 г, содержащихся на обычном рационе в условиях вивария Института биохимии НАН РА. Животные были разделены на 3 группы по 5 в каждой: 1-я контрольная получала внутривенно 0.5 мл физиологического раствора, 2-я – 150 мг/кг аллоксана, 3 – аллоксан на фоне трехдневного введения 500 мг/кг ЭОС. Через 3 дня животных забивали под легким эфирным наркозом, удаляли панкреас, мозг и печень, в которых определяли аминокислоты семейства глутамин. Экстракцию аминокислот осуществляли 6 %-ным HClO_4 . Разделение аминокислот в перхлоратных экстрактах осуществляли методом высоковольтного электрофореза в пиридин-ацетатном буфере, pH 3.9, аминокислоты определяли нингидриновым методом по калибровочным графикам, построенным с использованием стандартных аминокислот фирмы Sigma Chemical Company (USA) [1]. Глутамин определяли в электрофоретической фракции нейтральных аминокислот по амидному азоту с использованием микродиффузионного метода [3]. Глюкозу крови определяли с помощью глюкометра Accu-Chek (Германия).

Результаты и обсуждение. В табл. 1 представлены данные определения нейроактивных аминокислот в поджелудочной железе intactных и подвергнутых действию диабетогена крыс. Как видно из табл. 1, у intactных крыс в панкреасе имеются почти одинаковые концентрации аспартата и ГАМК (1.7 и 1.5 мкмоль/г), глутамата и глутамин (4.1 и 3.8 мкмоль/г). Внутривенное введение аллоксана (150 мг/кг) intactным крысам вызывает достоверное повышение концентрации дикарбоновых аминокислот и глутамин, не оказывая существенного влияния на уровень ГАМК. Введение же аллоксана на фоне предварительной трехдневной инъекции ЭОС (0.5 г/кг) восстанавливает первоначальную концентрацию глутамата и глутамин, но одновременно резко повышает содержание ГАМК в панкреасе, что объясняется ингибированием ГАМК-Т [10].

При сравнении данных табл. 1 с ранее нами полученными результатами аналогичных опытов со стрептозотоцином выявляются определенные различия и сходство в действии двух диабетогенов. Стрептозотоцин, в отличие от аллоксана, понижает концентрацию глутамата и глутамина, а также ГАМК, тогда как последний повышает содержание первых, не влияя на содержание ГАМК. Это соответствует различным механизмам цитотоксического действия этих диабетогенов [14, 20].

Таблица 1. Влияние предварительного внутрибрюшинного введения этаноламин-О-сульфата на содержание аминокислот в панкреасе подвергнутых аллоксановой интоксикации крыс

Аминокислоты	АК	ГК	ГН	ГАМК
Контроль	1.7±0.4	4.1±0.8	3.8±0.3	1.5±0.3
Аллоксан	2.6±0.4*	6.2±0.6*	6.9±0.6*	1.2±0.2
ЭОС+аллоксан	3.1±0.7	3.6±0.3	3.9±0.8	3.4±0.8*

Содержание аминокислот в таблицах дано в мкмоль/г свежей ткани. n=5

Аллоксан подавляет глюкокиназу и, по-видимому, вызывает компенсаторную мобилизацию альтернативных аминокислотных энергетических субстратов, таких как дикарбоновые аминокислоты и их амиды.

Введение аллоксана на фоне ингибитора ГАМК-Т ЭОС не влияет на содержание глутамина и глутамата, которые, скорее всего, генерируют ГАМК. Уровень последнего по сравнению как с интактными, так и с аллоксановыми крысами повышается в 2.3-2.8 раза. Такой эффект ЭОС говорит о возможном его антидиабетогенном действии, поскольку подобное приписывается ГАМК [22].

Таблица 2. Влияние предварительного внутрибрюшинного введения этаноламин-О-сульфата на содержание аминокислот в мозге подвергнутых аллоксановой интоксикации крыс

Аминокислоты	АК	ГК	ГН	ГАМК
Контроль	2.0±0.2	3.9±0.8	3.2±0.6	1.6±0.4
Аллоксан	2.2±0.2	4.4±0.5	3.3±0.4	1.6±0.3
ЭОС+аллоксан	2.0±0.3	4.1±0.6	3.3±0.7	3.2±0.5*

В мозге (табл. 2) достоверных изменений в концентрации исследованных аминокислот при внутрибрюшинном введении аллоксана не отмечается. Введение аллоксана на фоне трехдневного введения ЭОС также не вызывает существенных изменений уровня исследованных аминокислот, за исключением ГАМК, концентрация которой также как и в панкреасе возрастает вдвое.

Таблица 3. Влияние предварительного внутрибрюшинного введения этаноламин-О-сульфата на содержание аминокислот в печени подвергнутых аллоксановой интоксикации крыс

Аминокислоты	АК	ГК	ГН	ГАМК?
Контроль	1.7±0.2	1.5±0.1	2.3±0.4	0.95±0.11 0.35
Аллоксан	1.5±0.1	1.6±0.2	2.0±0.3	0.83±0.18 0.24
ЭОС+аллоксан	1.8±0.2	1.5±0.2	2.5±0.5	0.95±0.22 0.55

В печени существенных сдвигов в содержании исследуемых аминокислот, в отличие от опытов со стрептозотоцином [2], не наблюдается (табл. 3). Отмечается

лишь тенденция понижения уровня ГАМК в группе с введением аллоксана и повышение в группе животных с предварительным введением ЭОС.

Определение глюкозы сыворотки крови в группах выявило следующую картину. Уровень глюкозы крови intactных крыс составляет 6.5 ± 0.2 ммоль/л (табл. 4). Введение аллоксана контрольным крысам вызывает резкую гипергликемию (24.9 ± 3.1 ммоль/л). Предварительное внутрибрюшинное введение крысам ЭОС в дозе 0.5 г/кг живой массы сводит на нет гипергликемический эффект аллоксана.

Таблица 4. Влияние предварительного внутрибрюшинного введения этаноламин-О-сульфата на содержание глюкозы в сыворотке крови подвергнутых аллоксановой интоксикации крыс

Контроль	6.5 ± 0.2
Аллоксан	$24.9 \pm 3.1^*$
ЭОС+аллоксан	$6.9 \pm 0.8^{**}$

Необходимо отметить, что при экспериментальном стрептозотоциновом диабете противогликемический эффект совместного введения ЭОС и глутамина был выражен значительно слабее, что, по-видимому, связано с различными механизмами цитотоксического действия диабетогенов. Поскольку аллоксан в отличие от стрептозотина ингибирует глюкокиназу панкреаса, возможно, действие ЭОС связано с защитой SH-групп фермента путем конкурентного связывания с ними. Вместе с тем, повышая уровень ГАМК в органах ЕОС, по-видимому, подавляет противовоспалительный компонент аутоиммунной реакции на диабетоген и усиливает противовоспалительные Т-регуляторные клеточные ответы. Показано, что сочетанное введение NOD мышам мобилизованного на квасцах проинсулина в качестве аутоантигена и ГАМК как противовоспалительного агента ослабляет спонтанного характера Т-хелперные клеточные ответы на аутоантигены, антиген-индуцируемые IL-4 и гуморальные ответы, а также инсулин и усиливает IL-10 и Т-клеточные регуляторные ответы и репликацию островковых β -клеток [22]. Возможно, ЭОС действует не только через ГАМК, но и самостоятельно подавляет аутоиммунный ответ на диабетоген.

ЛИТЕРАТУРА

1. Камалян Р.Г., Мовсесян С.Г. *Вопр. биохимии мозга*. Изд.АН Арм ССР, 2, с. 40-48, 1966.
2. Камалян Р. Г., Арутюнян А.А., Хачатрян Н.Х., Варданян А. Г., Тароян С.К. Влияние ГАМК-генерирующих факторов на содержание нейроактивных аминокислот в органах крыс при экспериментальном стрептозотоциновом диабете. *Мед. наука Армении, LV*, 4, 32-42, 2015.
3. Силакова А.И., Труш Г.П., Являкова А. Микрометод определения аммиака и глутамина в тканевых ТХУ экстрактах. *Вопр.мед.химии*, 5, с. 538-542, 1962.
4. Adeghate E., Ponery A.S. GABA in the endocrine pancreas: Cellular localization and function in normal and diabetic rats. *Tissue Cell*, 34, 1-6, 2002.
5. Atkinson M.A., Maclaren.N.K., Sharp D.W., Lacy P.E., Riley W.J. 64000 Mr autoantibodies as predictors of insulin-dependent diabetes. *Lancet*, 335, p. 1357-1360, 1990.
6. Baekkeskov S., Anastoot H. J., Christgus S., Reetz A., Solimena M., Cascalho M., Folli F., Olesen H., Camilli P.D. Identification of the 64K autoantigen in insulin-dependent diabetes as the GABA-synthesizing enzyme glutamic acid decarboxylase. *Nature*, 347, p. 151-156. 1990.
7. Braun M et al. GABA is an autocrine excitatory transmitter in human pancreatic β -cells. *Diabetes*, 59, 1694-1701, 2010.
8. 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.
9. *Franklin I., Wollheim C.* GABA in the endocrine pancreas: its putative role as an islet cell paracrine-signalling molecule. *J. General Physiology*, 123, 3, p. 185-190, 2004.
 10. *Fowler L.J.* Analysis of the major amino acids of rat brain after in vivo inhibition of GABA-T by ethanolamine-O-sulphate. *J. Neurochem.*, 2, p. 437-442, 1973.
 11. *Garry D.J., Coulter H.D., Mc Intee T.J., Wu J.Y., Sorenson R.L.* Immunoreactive GABA-T within the pancreatic islets localized in mitochondria in the β -cell. *J. Histochem. Cytochem.* 35, p. 831-836, 1987.
 12. *Garry D.J., Sorenson R.L., Elde R.P., Maley B.E., Madsen A.* Immunohistochemical co-localization of GABA and insulin in beta cells of rat islet. *Diabetes*, 35, p. 1090-1095, 1986.
 13. *Kaufman D.L., Erlander M.G., Clare-Salzler M., Atkinson M.A., Maclaren N.K., Tobin A.J.* Glutamate Decarboxylase Autoimmunity in Insulin-dependent Diabetes Mellitus. *J. Clin. Invest.*, 89, 1, p. 283-292, 1992.
 14. *Lenzen S., Tiedge M., Panten U.* Glucocinase in pancreatic β -cells and its inhibition by alloxan. *Acta Endocrinologica (Copenh.)*, 115, 21-29, 1987.
 15. *Matthews J.B., Staeva T.P., Bernstein P.L., Peakman M., von Herrath M. D.* Developing combination immunotherapies for type 1 diabetes recommendations from the ITN-JDRF Type 1 Diabetes Combination Therapy Assessment Group. *Clin. Exp. Immunol.* 160, 176-184, 2010.
 16. *Okada Y., Taniguchi H., Shimada C.* High concentration of GABA and high glutamate decarboxylase activity in the rat pancreatic islets and human insulinoma. *Science*, 194, p. 620-622, 1976.
 17. *Peakman M., von Herrath M.* Antigen-specific immunotherapy for type 1 diabetes: maximizing the potential. *Diabetes*, 59, 2087-2093, 2010.
 18. *Staeva T.P., Chatenoud L., Insel R., Atkinson M.A.* Recent lessons learned from prevention and recent-onset type 1 diabetes immunotherapy trials. *Diabetes*. 62, 9-17, 2013.
 19. *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.
 20. *Szkudelski T.* The mechanism of alloxan and streptozotocine action in β -cells of the rat pancreas. *Physiol. Res.* 50, 537-546, 2001.
 21. *Tian J., Kaufman D.L.* Antigen-based therapy for the treatment of type 1 diabetes. *Diabetes*. 58, 1939-1946, 2009.
 22. *Tian J., Dang H., Nguyen An V., Chen Z., Kaufman D.L.* Combined therapy with GABA and proinsulin/alum acts synergistically to restore longterm normoglycemia by modulating T-cell autoimmunity and promoting β -cell replication in newly diabetic NOD mice. *Diabetes*, 63, 9, 3128-3134, 2014.

Поступила 06.10.2016



Биолог. журн. Армении, 1 (69), 2017

ДЕЙСТВИЕ ТОПАЗА И КОНФИДОРА НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ АБРИКОСА И НАКОПЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЛИСТЬЯХ И ПЛОДАХ

В.С. МИРЗОЯН*, Р.М. АНИСЯН**, Т.Д. КАРАПЕТЯН**, А.С. СТЕПАНИАН**

*Научный центр оценки и анализа рисков безопасности пищевых продуктов

**Ереванский государственный медицинский университет имени Мх. Гераци
varsik_mir@yahoo.com

Изучено влияние пестицидов конфидор и топаз на ростовые характеристики деревьев абрикоса сорта „Еревани“ и накопление в листьях соединений фенольной природы (общие ФС, флавонолы и дубильные вещества). Результаты исследований показали, что в целом влияние пестицидов на растения сводится к разносторонним действиям на ростовые процессы деревьев, что сопровождается нарушением водного обмена растений и вызывает количественный и качественный сдвиг в содержании общих ФС, дубильных веществ и флавонолов как в листьях, так и плодах абрикоса. Интенсивность этих процессов зависит от природы препарата и формы применения.

Пестициды – ростовые процессы – фенольные соединения

Ուսումնասիրվել է կոնֆիդոր և տոպազ թունաքիմիկատների ազդեցությունը ծիրանենու «Երևանի» սորտի (Շալախ) անման բնութագրերի և տերևներում ֆենոլային բնույթի միացությունների (ընդհանուր ՖՄ, ֆլավոնոլներ և դաբաղային միացություններ) կուտակման վրա: Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ թունաքիմիկատները տարբեր ձևով են ազդում ծառերի անման գործընթացների վրա, որն ուղեկցվում է բույսի ջրափոխանակության խանգարմամբ և առաջացնում ֆենոլային բնույթի միացությունների բնական և որակական տեղաշարժեր ինչպես տերևներում, այնպես էլ պտուղներում: Այդ գործընթացների ինտենսիվությունը կախված է օգտագործված թունաքիմիկատի բնույթից և կիրառման ձևից:

Թունաքիմիկատներ – բույսի աճ – ֆենոլային միացություններ

The effect of Confidor and Topaz on growth characteristics of apricot trees and accumulation of phenolic compounds, flavonols and tannins in the leaves was studied. It is revealed that, in general, the pesticides caused diverse effects on the growth processes of the trees and led to changes in water metabolism and in the content of FC, tannins and flavonols in the leaves and fruits of apricot. The intensity of these processes depends on the chemical nature of the pesticide and the form of its application.

Pesticides – growth – phenolic compounds

К настоящему времени в литературе накоплен большой материал, свидетельствующий о стимулирующем или подавляющем действии различных пестицидов на защищаемые растения. Однако, вследствие недостаточной изученности этого вопроса, суть стимулирующего или подавляющего эффекта пестицидов остается нераскрытой.

Известно также, что участие в управлении ростом растений – одна из возможных функций растительных фенольных соединений (ФС). ФС являются регуляторами роста, развития и репродукции растений, используются растениями как энергетический материал, выполняют структурную, опорную и защитную функции (предохраняют растения от патогенных грибковых или вирусных заболеваний, проявляют антиоксидантные свойства, защищают от чрезмерного ультрафиолетового облучения, играют важную роль в фотосинтезе в качестве кофакторов. При этом оказывают как стимулирующее, так и ингибирующее (замедляющее) действия [3-6].

Эти предположения послужили основой для наших исследований, основной целью которых явилось установление характера влияния пестицидов конфидор и топаз на ростовые характеристики деревьев абрикоса сорта “Еревани” и накопление соединений фенольной природы в листьях и плодах.

Конфидор является высокоэффективным инсектицидом в борьбе с тлями, а топаз (пенконазол) – высокоэффективным системным фунгицидом профилактического и непосредственного воздействия против дырчатой пятнистости косточковых, в том числе и абрикоса. Действующее вещество конфидора – (2E)-1-[(6-хлорпиридин-3-ил)-N-нитроимида-золидин-2-имин]. Действующее вещество топаза – 1-(2,4-дихлор-β-пропилфенэтил)-1H-1,2,4-триазол.

Материал и методика. Объектом исследований служили деревья абрикоса сорта “Еревани” (Шалах). Исследования проводились в Котайкском районе Армении в Канакераване на 8-летних абрикосовых деревьях, на развивающихся в том же году молодых побегах и листьях. Опрыскивание проводилось двукратно 0,1 %-ными растворами конфидора и топаза в отдельности, а также в виде баковой смеси (конфидор + топаз). Контролем служили деревья, не обработанные ядохимикатами.

Первое опрыскивание проводилось сразу после распускания цветков, а второе – через 20 дней после него. Изучение влияния конфидора и топаза на ростовые характеристики абрикоса включало определение скорости роста побегов, определение площади листовых пластинок, биомассы плодов.

Площадь листовой пластинки деревьев определялась с помощью миллиметровой бумаги. Для учета прироста и вызревания молодых побегов измеряли их длину и вызревшую часть сразу же после второго опрыскивания (1 день), а также через 40 дней (период полного созревания плодов).

Пробы для анализов были взяты через 2 ч (1 день) после второго опрыскивания (после высыхания рабочего раствора), а также через 7, 14, 21 дней. Листья были фиксированы на паровой бане в течение 10 мин и высушены при комнатной температуре, после чего измельчены и просеяны сквозь сито диаметром 0,3 мм.

Определение сухого вещества в свежем материале проводилось путем высушивания проб в термостате при температуре 100-105°C до установления постоянного веса. Содержание суммы ФС в пересчете на хлорогеновую кислоту, а также флавонолов в пересчете на рутин (% от воздушно сухого вещества) производили с помощью фотоэлектроколориметра [2]. Дубильные вещества определяли методом титрования раствором перманганата калия в присутствии индикатора индигокармин до золотисто-желтой окраски [1].

Результаты и обсуждение. Сразу же с первого опрыскивания (табл. 1) инсектицид конфидор способствует усиленному формированию листового аппарата деревьев (листовая поверхность увеличивается с $23,91 \pm 2,88 \text{ см}^2$ в контроле до $30,91 \pm 3,74 \text{ см}^2$ у деревьев, обрабатываемых конфидором). У деревьев побеги растут равномерно и хорошо вызревают: сорокадневный прирост однолетних побегов составляет 4,78 см (142,3 % от контроля). Повышается также урожайность и средний вес одного плода: (от 49,9 г в контроле до 53,7 г).

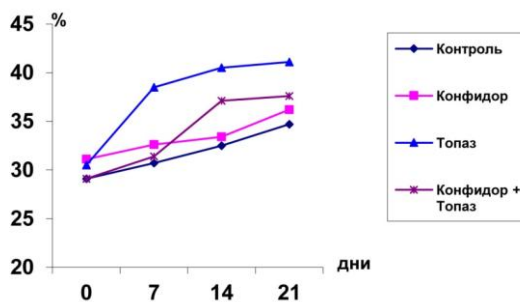
Таблица 1. Влияние пестицидов на вес плодов, площадь листьев и рост побегов абрикоса сорта “Еревани”

	Вес 1-го плода, г (n=20)	Площадь листьев, см ² (n=20, P=0,05)		Длина побегов, см (n=20, P=0,05)		Сорокадневный прирост 1-го побега	
		Дни после обработки				см	% от контроля
		1	40	1	40		
Контроль	49,9	23,91±2,88	27,33±2,86	40,22±6,19	43,58±9,51	3,36	-
Конфидор	53,7	30,91±3,74	33,38±3,49	35,77±6,27	40,56±7,95	4,78	142,3
Топаз	34,3	22,52±2,80	24,0±3,27	32,05±4,55	34,0±6,02	1,94	57,7
Конфидор + топаз	42,5	23,33±2,76	27,47±4,18	32,39±5,04	36,67±8,22	4,28	127,4

Совершенно иная картина наблюдается при 2-кратной обработке деревьев фунгицидом топаз. Токсичность топаза для абрикоса в основном выражается в сдерживании роста однолетних побегов и уменьшении площади листьев. Побеги на 8,2-9,6 см короче контрольных, а площадь листьев составляет 87,8-94,2 % от контроля. Уменьшается также средний вес одного плода (в среднем на 31,3 %).

Что касается совместного применения топаза и конфидора, то поверхность листьев по сравнению с вариантом отдельного применения топаза увеличивается с 22,52-24,0 см² до 23,33-27,47 см², в среднем составляя 4,14 см²/мес. При этом вес одного плода больше примерно в 1,2 раза, но меньше, чем в контроле (на 14,8%).

Результаты исследования на абрикосе показали также, что под действием пестицидов содержание сухих веществ увеличивается во всех вариантах по сравнению с контролем (рис.1). Однако амплитуда колебаний в накоплении сухих веществ между вариантами довольно значительна (от 36,2 % до 41,1% в конце вегетации в листьях и от 16,8 % до 18,6 % в плодах). С первых дней анализа отмечалось довольно высокое содержание сухих веществ (низкое содержание воды) в листьях деревьев, обработанных фунгицидом топаз, что связано либо с интенсификацией ассимиляционных процессов, либо с подавлением дыхания и обезвоживанием листовых пластинок.

**Рис.1.** Динамика накопления сухих веществ в листьях абрикоса при применении пестицидов (средние данные выражены в процентах)

Содержание ФС является важным показателем жизнедеятельности растений. Рассматривая накопление ФС по вариантам (табл. 2, рис. 2), можно констатировать, что достоверной разницы между контрольным и обработанными пестицидом конфидор образцами (как при отдельном, так и при совместном применении с топазом) не отмечено. Однако была обнаружена стимуляция накопления ФС в лис-

тых абрикоса в результате воздействия фунгицида топаз ($p < 0,01$). Причем данный эффект проявлялся практически во все периоды анализа листьев, а также плодов (184 мг/100 г свежие абрикосы, 1064 мг/100 гр – курага).

Таблица 2. Количественные изменения общих ФС в листьях деревьев абрикоса, подвергнутых обработке пестицидами

Вариант опыта	Листья (мг/100 г на сухой вес)				Плоды	
	Дни после обработки				Свежие плоды (LSD=13)	курага
	1	7	14	21		
	LSD=40	LSD=89	LSD=53	LSD=47		
Контроль	683±59	665±12	670±36	625±00	156±12	907
Конфидор	614±42	631±35	625±18	686±81	165±12	887
Топаз	762±36	836±187	778±102	813±41	184±00	1064
Конфидор + топаз	626±40	699±48	664±36	734±29	168±18	1000

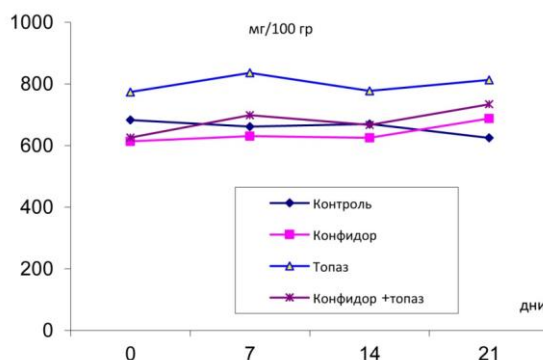


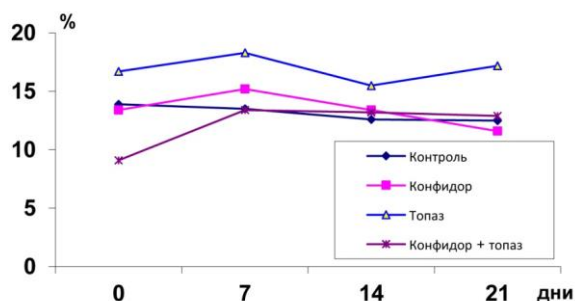
Рис.2. Динамика содержания общих ФС в листьях деревьев абрикоса при применении пестицидов

Разная реакция отмечается и при изучении влияния пестицидов на дубильные вещества (табл. 3, рис. 3): амплитуда колебаний в содержании дубильных веществ между вариантами значительна (от 9,1 % до 18,3 % для листьев; от 0,17 % до 0,27 % для плодов). Больше всего дубильных веществ отмечается в листьях и плодах при обработке деревьев фунгицидом топаз (в листьях, 15,5%-18,3 %, в плодах 4,8 %).

По всей вероятности, интенсивное накопление дубильных веществ в листьях и плодах абрикоса связано с повышением активности некоторых ферментов, участвующих в синтезе растительных фенолов (шикиматдегидрогеназы, фенилаланинаминиакилазы, дегидрогеназы коричневого спирта и др.) под воздействием фунгицида топаз. С другой стороны, рост содержания ФС может быть обусловлен защитной реакцией клеток. Если учесть, что выносливость видов по отношению к грибковым заболеваниям приписывается повышенному количеству дубильных веществ, то увеличение их содержания в листьях при обработке деревьев фунгицидом топаз можно считать положительным фактором.

Таблица 3. Количественные изменения дубильных веществ в листьях абрикоса, подвергнутых обработке пестицидами (в % на сухой вес)

Вариант опыта	Листья				Плоды	
	Дни после обработки					
	1	7	14	21	Свежие	Курага
	LSD=1,98	LSD=0,61	LSD=0,20	LSD=0,63		
Контроль	13,9±0,68	13,5±0,17	12,6±0,19	12,5±0,54	0,17	3,1
Конфидор	13,4±0,31	15,3±0,62	13,4±0,19	11,6±0,27	0,21	2,9
Топаз	16,7±1,31	18,3±0,87	15,5±0,19	17,2±0,96	0,27	4,8
Конфидор + топаз	9,1±4,35	15,4±0,31	13,2±0,19	12,9±0,54	0,17	2,7

**Рис.3.** Динамика содержания дубильных веществ в листьях деревьев абрикоса при применении пестицидов

Результаты исследований количественного изменения флавонолов в листьях и плодах абрикоса представлены в табл. 4 и рис. 4. Данные выражены в мг/г на сухой вес. Результаты исследований показали, что, независимо от варианта опыта, содержание флавонолов существенно меняется по мере развития листовых пластинок некоторой тенденцией к уменьшению по мере созревания плодов. В конце IV недели их больше всего остается в контроле ($1,74 \pm 0,05$ мг/г на сухой вес).

Наши исследования показали, что под воздействием пестицидов, в частности фунгицида топаз, при котором отмечены наихудшие ростовые показатели, происходит циклическое уменьшение флавонолов, причем первый спад наступает в конце второй недели (на 60,8 %), второй – в конце четвертой недели (на 60,9 %). При совместном применении (топаз + конфидор) уменьшение содержания флавонолов в тот же период сохраняется, но в меньшей степени (на 47,9 % и 42,5 % соответственно). Примечателен тот факт, что уменьшение флавонолов сопровождается усилением биосинтеза ФС и дубильных веществ в листьях.

В плодах флавонолы обнаруживаются гораздо больше (2,94 мг/г - 4,13 мг/г), чем в листьях (0,52 мг/г - 1,73 мг/г). Наименьшее количество флавонолов отмечается в плодах абрикоса при обработке деревьев фунгицидом топаз.

Обобщая результаты исследований по изучению влияния конфидора и топаза на ростовые процессы и содержание ФС в листьях абрикоса, можно констатировать, что при отдельном применении конфидор проявляет стимулирующее действие, которое приводит к увеличению площади листовых пластинок и росту молодых побегов. Однако существенной разницы по содержанию общих фенольных соединений, дубильных веществ и флавонолов между контрольным и обрабо-

танним инсектицидом конфидор (как при отдельном, так и при совместном применении с топазом) не отмечено.

Таблица 4. Количественные изменения флавонолов в листьях абрикоса, подвергнутых обработке пестицидами (в мг/г на сухой вес)

Вариант опыта	Листья				Плоды	
	Дни после обработки					
	1	7	14	21	Свежие (LSD=0,01)	курага
	LSD=1,98	LSD=0,61	LSD=0,20	LSD=0,63		
Контроль	1,6±0,08	1,9±0,17	1,6±0,05	1,7±0,05	0,71±0,02	4,1
Конфидор	1,6±0,04	1,9±0,13	1,7±0,02	1,5±0,02	0,71±0,02	3,8
Топаз	1,5±0,13	0,79±0,05	1,2±0,04	0,68±0,04	0,51±0,02	2,9
Конфидор + топаз	1,3±0,13	1,00±0,04	1,6±0,08	1,00±0,08	0,67±0,05	4,0

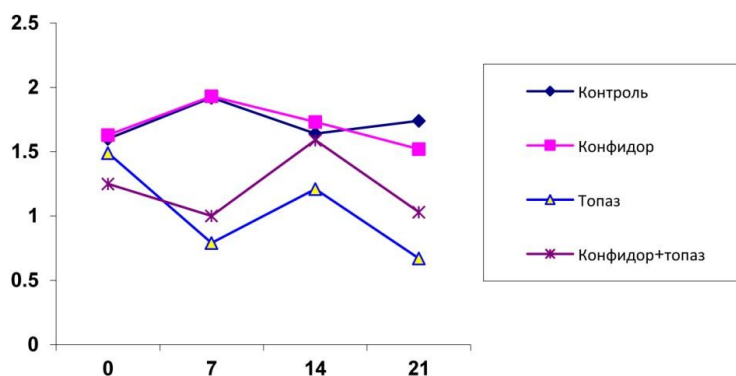


Рис.4. Динамика содержания флавонолов (мг/г) в листьях деревьев абрикоса при применении пестицидов

Совершенно иная картина наблюдается при двухкратной обработке деревьев фунгицидом топаз. Токсичность топаза для абрикоса в основном выражается в сдерживании роста однолетних побегов и уменьшении площади листьев. Топаз способен индуцировать накопление сухих веществ, в том числе общих ФС и дубильных веществ в листьях, и под его влиянием усиливается отток ассимилятов фенольной природы из листьев к репродуктивным органам. Однако биосинтез флавонолов сильно угнетается под воздействием топаза (как при отдельном, так и при совместном применении с конфидором). Все эти изменения, по всей вероятности, обусловлены проявлением общего токсического действия протестированного фунгицида на метаболическую активность клеток и угнетение антиоксидантной системы деревьев.

Результаты исследований показали, что в целом влияние пестицидов на растения сводится к разносторонним действиям на ростовые процессы деревьев, что сопровождается нарушением водного обмена растений и вызывает количественный и качественный сдвиг в содержании ФС (в том числе дубильных веществ и флавонолов) как в листьях так и плодах абрикоса. Интенсивность этих процессов зависит от природы препарата и формы применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГФ. Государственная фармакопея XI издание. Выпуски 1, 2. М., “Медицина” 397 с. 1998.
2. *Ермаков А.И., Арасимович В.В, Ярош Н.П.* Методы биохимического исследования растений. Агропромиздат. 430 с., 1987.
3. *Запрометов М.Н.* Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. М., Наука, 178, 272 с. 1993.
4. *Зенков Н.К., Панкин В.З., Меньшикова Е.Б.* Окислительный стресс: Биохимический и патофизиологический аспекты. М., МАИК"Наука Интерпериодика, 343 с. 2001.
5. *John Lydon, Stephen O. Duke.* Pesticide effects on secondary metabolism of higher plants. *Pest Management Science*, 25, Issue 4. pp. 361-373, 1989.

Поступила 14.10.2016



Биолог. журн. Армении, 1 (69), 2017

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОБОДНОРАДИКАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ МИКОТОКСИКОЗЕ, ВЫЗВАННОМ ВВЕДЕНИЕМ ОХРАТОКСИНА И ПРИ ЛЕЧЕНИИ

Л.М. ОВСЕПЯН, А.А. АРАКЕЛЯН, М.Г. МАЛАКЯН,
Г.С. КАЗАРЯН, А.В. ЗАНГИНЯН

Институт молекулярной биологии НАН
lhovsep@mail.ru

Целью исследования было изучение процесса перекисного окисления липидов при микотоксикозе в печени и плазме крови производными оснований Шиффа аминокислот (пиколинил-L-фенилаланина, пиколинил-L-триптофана и никотинил-L-триптофана) в дозе 5 и 10 мг/кг. Микотоксикоз вызывали пероральным введением охратоксина в течение 21 дня в дозе 25 мг/кг. Как показали результаты исследования, введение охратоксина сопровождается увеличением содержания малонового диальдегида – одного из продуктов перекисного окисления липидов.

Введение исследованных препаратов в дозе 5 и 10 мг/кг веса приводит к уменьшению образования малонового диальдегида, что, по всей видимости, связано с антиоксидантными свойствами препаратов.

*Охратоксин – малоновый диальдегид – пиколинил-L-фенилаланин –
пиколинил-L-триптофан – никотинил-L-триптофан*

Հետազոտության նպատակն էր կենդանիների մոտ ուսումնասիրել օխրատոքսինով առաջացվող միկոտոքսիկոզի և ամինաթթուների շիֆային հիմքերի ածանցյալների (պիկոլինիլ-L-ֆենիլալանին, պիկոլինիլ-L-տրիպտոֆան և նիկոտինիլ-L-տրիպտոֆան) 5 և 10 մգ/կգ չափաբաժնով բուժման ժամանակ ազատ ռադիկալային գործընթացները:

Միկոտոքսիկոզ առաջացվել է օխրատոքսինի պերորալ ներմուծմամբ կենդանիներին 25 մգ/կգ չափաբաժնով 21 օրվա ընթացքում: Ինչպես ցույց տվեցին ուսումնասիրության արդյունքները, օխրատոքսինի ներմուծումը բերում է կենդանիների յարդի հյուսվածքում և արյան պլազմայում լիպիդների գերօքսիդացման արդյունքում առաջացող արգասիքից մեկի՝ մալոնային դիալդեհիդի քանակի ավելացմանը: Հետազոտվող նյութերի ամինաթթուների շիֆային ածանցյալների ներմուծումը 5 և 10 մգ/կգ չափաբաժնով բերում է մալոնային դիալդեհիդի քանակի նվազմանը, որը պայմանավորված է նշված նյութերի հակաօքսիդանտային հատկությամբ:

*Օխրատոքսին – մալոնային դիալդեհիդ – պիկոլինիլ-L-ֆենիլալանին,
պիկոլինիլ-L-տրիպտոֆան – նիկոտինիլ-L-տրիպտոֆան*

The aim of the study was to investigate the process of lipid peroxidation during mycotoxicosis in liver and blood plasma and the treatment bases amino acid Schiff (picolinyl-L-phenylalanine, picoline-L-tryptophan, and nicotine-L-tryptophan) at a dose of 5 and 10 mg / kg. Mycotoxicosis caused by oral administration of ochratoxin during 21day at a dose of 25 mg / kg. The results of the study showed that the introduction of ochratoxin led the increase in the content of malondialdehyde – one of the products of lipid peroxidation. Introduction of drugs leads to the normalization process of lipid peroxidation

*Ochratoxin – malondialdehyde – picolinyle-L-phenylalanine – picoline-L-tryptophan –
nicotine-L-tryptophan*

Микотоксины представляют большую потенциальную опасность для населения. Среди значительного разнообразия микотоксинов наиболее часто встречающимися контаминантами корма являются охратоксины. Они отличаются высокой токсичностью, а многие из них мутагенными и канцерогенными свойствами [5, 8].

Одним из механизмов патогенного действия микотоксинов может являться индукция процесса образования свободных радикалов и инициация реакции перекисного окисления липидов. Во многих случаях продукция свободных радикалов может служить дополнительным механизмом токсичности, более существенным, чем прямое повреждение. Согласно современным представлениям, повышение свободнорадикальных реакций сопровождается расстройствами структурно-функциональной организации и метаболической активности мембранных образований, приводящих к нарушению почти всех клеточных функций [11, 13].

Понимание процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) базируется на исследованиях, которые были выполнены при изучении метаболизма жирных кислот. В настоящее время доказано, что липиды неферментативно могут окисляться в перекисные соединения в результате аутоокисления, а также принимать участие в реакциях ферментативного окисления.

Гидроперекиси и перекиси липидов образуются в результате ферментативных или неферментативных реакций с участием химически активированных продуктов, таких как активные формы кислорода, которые оказывают токсическое влияние на организм, вызывая различные повреждения тканей.

Продукты перекисного окисления липидов, образующиеся в результате свободнорадикального окисления (гидроперекиси, малоновый диальдегид), взаимодействуя с белками и нуклеиновыми кислотами, вызывают образование межмолекулярных сшивок, что приводит к изменению структуры рецепторов, ионных каналов, цитоскелета клетки, ферментов, торможению синтеза внутриклеточных посредников и вызывают деструкцию ДНК и РНК. Процессы повреждения белков и нуклеиновых кислот под действием активных форм кислорода происходят параллельно с окислительным повреждением липидов [4].

Исходя из вышеизложенного, целью настоящего исследования явилось проведение специальных наблюдений в направлении изучения особенностей течения перекисобразовательного процесса в плазме крови и печени белых крыс, у которых вызывали микотоксикоз введением охратоксина, а также при лечении новыми синтезированными препаратами, являющимися производными аминокислотных оснований Шиффа – пиколинил-L-фенилаланина (PLP), пиколинил-L-триптофана (PLT) и никотинил-L-триптофана (NLT).

Материал и методика. Опыты проведены на половозрелых беспородных белых крысах массой тела 180-200 г, содержащихся в условиях вивария. Содержание, кормление и манипуляции над ними проводили в соответствии с положением Европейской конвенции о защите позвоночных животных, которые используются в эксперименте (Страсбург, 1986), и правилами лабораторной практики в Российской Федерации (ГОСТ Р 53434-2009).

Крысы были разделены на следующие группы: 1- интактные; 2- крысы, которые в течение 21 дня получали перорально охратоксин в дозе 25 мкг /кг; 3- крысы, которым в течение 10 дней вводили исследуемые препараты в дозе 5 и 10 мг/кг.

Об активности перекисного окисления липидов в плазме крови и печени судили по количеству образования малонового диальдегида (MDA), который при взаимодействии с тиобарбитуровой кислотой дает цветное окрашивание, определяемое при длине волны 532 нм. Коэффициент молярной экстинкции $1,56 \cdot 10^{-5}$ [1].

Результаты и обсуждение. Как показали результаты исследования, (табл.1) изучение закономерностей динамики перекисного окисления липидов в плазме крови и в общем гомогенате печеночной ткани подтверждает существование в интактном организме определенного стационарного уровня свободнорадикальных реакций, характеризующихся следующими показателями: в плазме крови и в общем гомогенате печени содержание малонового диальдегида составляло $2,18 \pm 0,2$; $4,54 \pm 0,3$ соответственно. Регистрируемая в норме стационарная концентрация перекисей липидов обусловлена с одной стороны, скоростью течения процессов радикалообразования, а с другой – активностью реакций их разрушения, катализируемых антиоксидантами.

Таблица 1. Содержание перекисей липидов в плазме крови и печени (МДА мкг/г) при введении охратоксина и при лечении (n=12)

	Плазма крови	Гомогенат печени
Контроль	$2,18 \pm 0,2$	$4,54 \pm 0,3$
Микотоксикоз (введение охратоксина) - 1	$4,88 \pm 0,15^*$	$6,58 \pm 0,4^*$
Лечение синтезированными препаратами -2		
пикотинил-Л-доза 5мг/кг-фенилаланина	$1,77 \pm 0,28^*$	$3,67 \pm 0,5^*$
пикотинил-Л-фенилаланина доза 10мг/кг	$3,76 \pm 0,25^*$	$6,8 \pm 0,2$
пикотинил-Л-триптофан доза 5мг/кг	$2,08 \pm 0,3^*$	$3,58 \pm 0,35^*$
пикотинил-Л-триптофан доза 10мг/кг	$4,14 \pm 0,12^{**}$	$5,24 \pm 0,15^{**}$
никотинил-Л-триптофан доза 5мг/кг	$2,08 \pm 0,26^*$	$4,28 \pm 0,28^*$
никотинил-Л-триптофан 10 мг/кг	$3,58 \pm 0,3^*$	$6,44 \pm 0,16^{**}$

* - $p < 0,001$; $p < 0,01$

Примечание: - 1 - достоверность отличий по сравнению с контролем

2 – достоверность отличий от данных, полученных при исследовании животных с микотоксикозом, не получавших препарат;

Развитие токсикоза, полученного введением охратоксина в дозе 25 мг/кг в течение 21 дня приводит к увеличению содержания МДА в плазме крови и в общем гомогенате печени – содержание составило уже $4,88 \pm 0,15$ и $6,58 \pm 0,4$. Установленное нами возрастание уровня липидных перекисей мы склонны объяснить нарушением динамического равновесия между эндогенными системами про- и антиоксидантного действия в пользу первых, что связано с уменьшением количества антиоксидантов при микотоксикозе. Повышение образования перекисей липидов связано с изменением процессов проницаемости в клеточных мембранах, что приводит к снижению стабильности и изменению физико-химических свойств мембран: микровязкости, текучести, мембранного потенциала, полярности внутренних областей мембраны и др. Особенно страдает от увеличения количества перекисей липидов митохондриальная фракция, так как она содержит большое количество легкоокисляемых субстратов, таких как полиненасыщенные жирные кислоты, а также наличие негеминового железа цитохрома, являющегося активатором ПОЛ. В этих условиях митохондриальная цепь переноса электронов становится мощным источником образования активных форм кислорода – нестабильных и крайне реакционноспособных метаболитов [7, 12].

При нарушении проницаемости, вследствие окисления липидов и нарушения синтеза АТФ, происходит массивный вход кальция, который активирует внутриклеточные кальцийзависимые протеазы и липазы, что вызывает лизис и гибель клетки по типу апоптоза или некроза. Воздействуя на ДНК ядер, свободные радикалы могут обусловить изменения в генетическом коде и гибель клетки по типу апоптоза [2, 11].

В условиях повышенного образования перекисей липидов, когда антиоксидантная система не способна осуществлять полноценную защиту свободнорадикальной атаки, становится очевидной целесообразность усиления антиоксидантной защиты, которая может быть опосредована введением исследуемых препаратов.

Как показали результаты исследования, введение указанных препаратов уменьшало содержание малонового диальдегида в плазме крови и в печени подопытных крыс (табл.1). По всей видимости, уменьшение содержания малонового диальдегида связано с антиоксидантными свойствами аминокислот триптофана и никотиновой кислоты, входящих в структуру синтезированных препаратов [6, 9].

В наших исследованиях доза 5 и 10 мг/кг оказывает неодинаковое действие. Согласно полученным данным, наиболее эффективным была доза 5 мг/кг веса. Доза 10 мг/кг также оказывала протекторное действие, но в меньшей степени.

Анализ результатов проведенных исследований свидетельствует о терапевтической эффективности применяемых нами препаратов. Указанные аминокислоты (триптофан, фенилаланин, никотиновая кислота) и их производные применяются в качестве ингредиентов многих лекарственных средств, регулирующих метаболические процессы.

Нам представляется, что использованный препарат обладает антиоксидантным действием, уменьшает образование перекисей липидов и может быть эффективен при различных патологических состояниях, характеризующихся нарушением окислительных процессов и в связи с этим представляет определенный научно-практический интерес.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арутюнян А.В., Дубинина Е.Е., Зыбина Н.Н. Методы оценки свободнорадикального окисления и антиоксидантной защиты организма. СПб. ИКФФолиант, 2000.
2. Бра М., Квинан Б., Сузин С.А. Митохондрии в программированной гибели клетки: различные механизмы гибели. Биохимия. 70, 2, 284-293, 2005.
3. Григорьева Р.З. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания. Учебное пособие, Кемерово, с. 21-26, 2004.
4. Дубинина Е.Е. Продукты метаболизма кислорода в функциональной активности клеток: Физиологические и клинико-биохимические процессы., СПб, Мед. Пресса, 2006.
5. Иванов А.В., Фисинин В.И., Трмасов М.Я., Папунди К.Х. Микотоксикозы (биологические и ветеринарные аспекты) М., Колос, 392, 2010.
6. Полимova Н.А. Продукты окисления ароматических аминокислот - антиоксиданты. Биофизика. 56, 4), 581-586, 2011.
7. Сазонтова Т.Г., Архипенко Ю.В. Роль свободнорадикальных процессов. Российский физиологический журнал. 6, 636-655, 2005.
8. Смирнов У.С., Зайченко Ф.М., Рубежняя И.Г. Микотоксины: Фундаментальные и прикладные аспекты. Современные проблемы токсикологии. 1, 2-12, 2000.
9. Щербаков Д.Л., Емельянов В.В., Мещанинов В.Н. Антиоксидантное действие триптофана и никотиновой кислоты в головном мозгу крыс разного возраста при иммобилизационном стресс-воздействии. Успехи геронтологии 4, 730-736, 2014.
10. Турпаев К.Т. Активные формы кислорода и экспрессия генов. Биохимия., 67, 3, 339-352, 2002.
11. Bergamini C.M., Gamdetti S., Dondi A. et al. Oxygen, reactive oxygen species and tissue damage. Curr.Pharm.Des. 10, 1611-1626, 2004.
12. Daiber A. Redox signaling (cross-talk) from and to mitochondria involves mitochondrial pores and reactive oxygen species Biochim BiophysActa. 1797 (6-7), 897-906, 2010.
13. Droge W. Free radicals in the physiological control of cell function. Physiol Rev. 82, 47-54, 2001.

Поступила 22.11.2016



Биол. журн. Армении, 1 (69), 2017

БИОХИМИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В РАЗНЫХ ОТДЕЛАХ МОЗГА КРЫС В НЕЙРОРЕГЕНЕРАТИВНЫЙ ПЕРИОД ПОСЛЕ ПРАВОСТОРОННЕЙ ЛАБИРИНТЕКТОМИИ

А.А. НИКОЯН¹, Л.Р. ТУМАНЯН², С.Г. САРКИСЯН³

¹ЕГУ, кафедра биохимии, микробиологии и биотехнологии,

²ЕГУ, НИИ биологии, лаборатория биохимии,

³ЕГУ, НИИ биологии, лаборатория физиология человека и животных
lilitumanyan@ysu.am

Показано активирование аргиназы и ферментов биосинтеза пролина в разных отделах мозга крыс в послеоперационный период при правосторонней лабиринтэктомии. Обсуждается важная роль богатых пролином соединений в механизмах нейрорегенерации. Проведены измерения импульсной активности нейронов право- и левосторонних вестибулярных ядер в норме и после правосторонней лабиринтэктомии. Сравнительный анализ импульсной активности нейронов вестибулярных ядер выявил изначальную асимметрию в значениях средней частоты импульсации.

*Аргиназа – пролин – лабиринтэктомия – вестибулярные ядра –
средняя частота импульсации*

Աջակողմյան լաբիրինթէկտոմիային հաջորդող հետվիրահատական շրջանում առնետի ուղեղի տարբեր հատվածներում արգինազի և պրոլինի կենսասինթեզի ֆերմենտների ակտիվացումը ըստ երևույթին կապված է պրոլինով հարուստ միացությունների կարևոր դերի հետ նեյրառեգեներացիայի մեխանիզմներում: Հետազոտվել է աջակողմյան և ձախակողմյան վեստիբուլյար կորիզների նեյրոնների ակտիվությունը նորմայում և աջակողմյան լաբիրինթէկտոմիայից հետո: Վեստիբուլյար կորիզների նեյրոնների իմպուլսային ակտիվության համեմատական անալիզը ցույց է տվել իմպուլսային հաճախականության արժեքների ասիմետրիա:

*Արգինազ – պրոլին – լաբիրինթէկտոմիա – վեստիբուլյար կորիզներ –
իմպուլսացիայի միջին հաճախականություն*

The increase in arginase activation and that of proline biosynthesis enzymes in different brain parts of right-sided labyrinthectomised rats in post-surgical period is apparently determined by the significant role of proline-rich compounds in neuroregeneration mechanisms. The impulse activation of right and left vestibular nuclei in healthy subjects have been compared with those in subjects after right-sided labyrinthectomy. The comparative analysis of impulse activation patterns of vestibular nuclei has displayed an asymmetry of impulse average frequency values.

Arginase – proline – labyrinthectomy – vestibular nuclei – impulse average frequency

Ранее нами исследовалось влияние правосторонней лабиринтэктомии и последующей вибрации на аргиназную активность различных органов крыс, в том числе мозга [8]. Основываясь на данных по выраженному повышению активности

аргиназы в исследованных органах лабиринтэктомированных крыс в ходе восстановительного периода после операции (за исключением участвующего в цикле мочевинообразования печеночного фермента), мы допустили, что оно может быть связано с индукцией неуретелической формы фермента, участвующей в биосинтезе пролина. Важность обеспечения необходимого уровня пролина в ходе восстановительных процессов показана в ряде исследований [1, 4]. Недавние открытия подтверждают важную роль богатых пролином соединений и в механизмах нейрогенерации [11].

В упомянутых выше исследованиях [8] эксперименты нами проводились на цельных отделах мозга. Однако, согласно литературным данным, при односторонней лабиринтэктомии реакция мозга с поврежденной и интактной стороны отличается как по изменению активности ферментов, так и по импульсной активности нейронов [6, 7, 12]. В связи с этим в представленной работе исследования проводились на двух половинках различных отделов мозга – с поврежденной (правой, ипсилатеральной) и неповрежденной (левой, контралатеральной) сторон.

Материал и методика. Эксперименты проводились на половозрелых крысах (самки, самцы) массой 200-230 г. Правосторонняя лабиринтэктомия наркотизированных нембуталом животных (40 мг/кг внутривенно) проводилась методом электрокоагуляции, разработанным Мокроусовой [5], с использованием источника постоянного тока. Индифферентный электрод подключали к катоду и крепили на коже головы крысы. Анестезированное животное укладывали в дорсо-латеральном положении, головой к экспериментатору. Через наружный слуховой проход в каудальном направлении вводили активный электрод, плавным покачиванием которого из стороны в сторону проверяли плотность его пролегания, затем в течение 2-3 мин подавали электрический ток (8.0-8.5 мА). Через 1.5-2.0 ч после операции при пробуждении животного от наркоза наблюдали клинические признаки лабиринтэктомии: тоническое отклонение глаз вниз – на стороне разрушения, вверх – на противоположной стороне; наличие спонтанного нистагма; наклон головы и туловища в сторону разрушенного лабиринта; маневренные движения животного в ту же сторону; вращательные движения головой и туловищем при положении животного “головой вниз”. При пробуждении животного от наркоза появлялись нистагмоидальные движения головы и шеи, движения “назад”.

В условиях острого эксперимента осуществлялась экстраклеточная регистрация фоновой импульсной активности (ФИА) нейронов контра- и ипсилатеральных нижнего и медиального вестибулярных ядер (контра- и ипси-НВЯ и контра- и ипси-МВЯ соответственно). ФИА нейронов НВЯ и МВЯ отводилась стеклянными микроэлектродами, заполненными 2М раствором NaCl, с диаметром кончика 1-1.5 мкм. Стереотаксическая ориентация электродов в НВЯ и МВЯ осуществлялась по координатам атласа [14].

Активность ферментов определялась в гомогенатах обеих половинок разных отделов мозга. Гомогенизация проводилась в гомогенизаторе типа Поттера-Эльвейма в фосфатном буфере, pH 7.4, тефлоновым пестиком в холодных условиях. 10%-ный гомогенат центрифугировался для удаления ядерной фракции и неразрушенных клеток (3000 об/мин, 5 мин). В опытах использовалась надосадочная жидкость.

Аргиназная активность определялась по методу Ратнер и Паппас [15]. Активность выражалась в мкм мочевины. Мочевину определяли методом Арчибальда в модификации Мура (13). Проллин определяли по Блуменкрантцу [10].

Результаты и обсуждение. Настоящая работа посвящена исследованию импульсной активности нейронов НВЯ и МВЯ в норме и при правосторонней лабиринтэктомии крыс в двух половинках (ипси- и контралатеральной) различных отделов мозга крыс (большие полушария, мозжечок, продолговатый мозг) в ходе восстановительного периода после операции. Параллельно исследовалась также динамика активности аргиназы и ферментов биосинтеза пролина. Богатые пролином соединения играют важную роль в механизмах нейрогенерации.

НВЯ и МВЯ являются одним из центральных звеньев формирования вегетативных реакций, реализация которых возможна благодаря тесным связям вестибулярных ядер с вегетативными центрами продолговатого мозга. Они участвуют в обеспечении дифференцированных вестибулярных влияний на соматическую и глазодвигательную мускулатуру и в контроле сочетанных движений глаз, головы, туловища и конечностей 16.

В ходе экспериментов по средней импульсной активности нейронов НВЯ и МВЯ выяснилось, что у контрольных животных в норме существует дисбаланс между право- и левосторонними вестибулярными ядрами, т.е. импульсная активность их нейронов в достаточной степени различается (рис. 1). У интактных крыс значение средней частоты импульсной активности нейронов левостороннего НВЯ выше по сравнению с правосторонним более чем в 3 раза. В нейронах МВЯ интактных крыс этот дисбаланс выражен слабее – значение средней частоты импульсной активности нейронов левостороннего МВЯ выше правостороннего менее полутора раз.

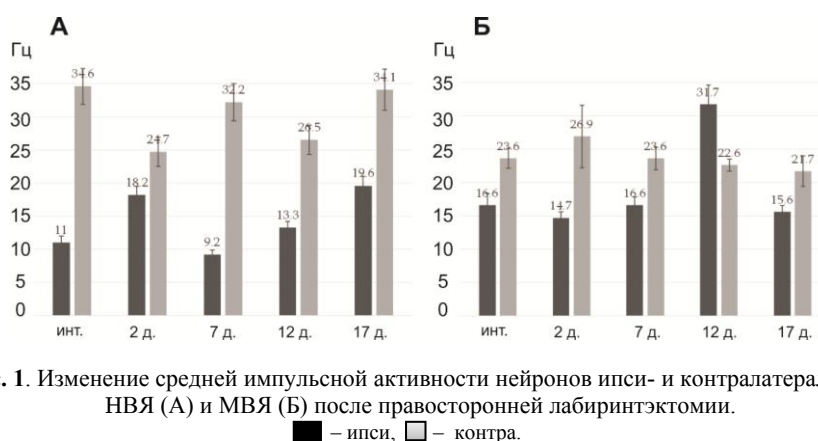


Рис. 1. Изменение средней импульсной активности нейронов ипси- и контралатеральных НВЯ (А) и МВЯ (Б) после правосторонней лабиринтэктомии.
■ – ипси, ■ – контра.

Выявленный межядерный дисбаланс может зависеть от нескольких причин, таких как анатомическая и пространственная асимметрия полукружных каналов, проприоцептивная и межполушарная асимметрия и ряда других, обуславливающих поступление в вестибулярные ядра несимметричных экстралабиринтных сигналов [2, 3].

При правосторонней лабиринтэктомии спустя 2 дня после операции дисбаланс в импульсной активности нейронов контра- и ипсилатерального НВЯ заметно снижается, а на 7-й послеоперационный день он близок к исходному. В последующие дни средняя частота импульсации нейронов контра- НВЯ меняется незначительно, а ипси- НВЯ повышается, на 12-й и 17-й дни после операции значение средней частоты импульсной активности нейронов контра- НВЯ по сравнению с таковой ипси-НВЯ выше в 2 и 1,8 раза соответственно.

В МВЯ на 2-й день послеоперации дисбаланс более выражен по сравнению с исходным, а на 7-й день средняя импульсная активность нейронов возвращается к норме. В последующие 5 дней активность нейронов контра- МВЯ почти не меняется, а ипси- МВЯ повышается в 2 раза и наблюдается обратный дисбаланс. На 17-й послеоперационный день восстанавливается исходный дисбаланс, но более выраженный.

Таким образом, проявляющаяся пластичность, лежащая в основе вестибулярной компенсации, представляет собой одну из наиболее важных характеристик нервной системы. Принято считать, что пластические перестройки внутрицент-

ральных отношений происходят на основе изменений синаптического аппарата за счет реорганизации межнейронных связей, вследствие чего можно предположить синапсомодифицирующее действие нейропептидных модуляторов.

Согласно литературным данным, модулирующее влияние гистаминэргической системы на нейротрансдукцию в вестибулярных ядрах связано с высвобождением в них глицина и ГАМК [9]. Показано, что с развитием компенсации снижается дисбаланс в уровнях высвобождения ряда аминокислот (аспартат, глицин, таурин, аланин) за исключением глутамата [16]. Учитывая быстроту эффекта восстановления в наших экспериментах, можно предположить, что в основе их действия лежит не преобразование синаптических связей, а активация уже существующих.

Что касается динамики активности ферментов в период восстановления после операции, то, как видно из данных табл. 1 и рис. 2, во всех отделах мозга наблюдаются изменения активности аргиназы в сторону повышения, что проявляется в виде тенденции в первые 7 дней и сильно выражено в течение последующих десяти дней. К окончанию эксперимента на 17-й день активность аргиназы приблизительно в 2-3 раза превышает контрольную в обеих половинках различных отделов мозга почти во всех случаях, за исключением ипсилатеральной половинки больших полушарий, где положительная динамика чуть ниже – 1.8 раза. При сравнении уровня повышения активности аргиназы к концу опыта в ипси- и контралатеральных половинках четко видно, что во всех отделах мозга она выше в контралатеральной: в больших полушариях в 2 раза, мозжечке 1.1 раза и 1.2 раза в продолговатом мозге (рис.2).

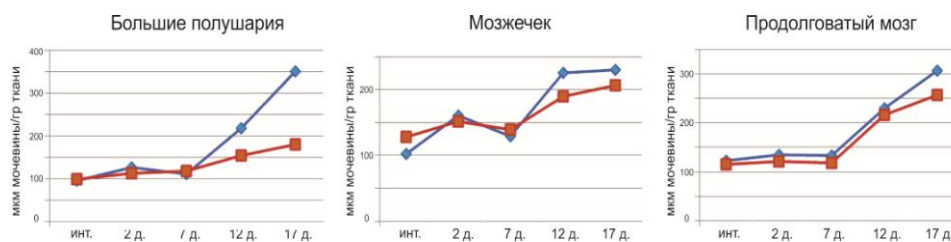


Рис. 2. Динамика аргиназной активности в ипси- и контралатеральных половинках различных отделов мозга крыс в нейрорегенеративный период после правосторонней лабиринтэктомии.
— ипси, — контра.

Таблица 1. Активность аргиназы в контра- и ипсилатеральных половинках различных отделов мозга крыс в нейрорегенеративный период после правосторонней лабиринтэктомии (мкМ мочевины/гр ткани) n=6

сторона отдел	Интakтные крысы		Дни после де лабиринта ции							
			2		7		12		17	
	левая	правая	контра	ипси	контра	ипси	контра	ипси	контра	ипси
Большие полушария	95,2 ±1,2	98,3 ±1,2	127,7±1,3	112,6±1,5	112,5 ±1,6	118,5±1,5	217,4 ± 1,4	154,2±1,5	350,5±3,3	179,8 ±1,8
мозжечек	102,5±1,2	118,5 ±1,5	161,5±1,4	131,5±1,5	129,3 ±1,3	139,4±1,4	225,2 ±2,3	190,6 ±2,2	230,5 ±2,8	206,7 ±2,4
продолг. мозг	123,3±1,2	115,5 ±1,3	135,6 ±1,5	121,3 ±1,4	134,4 ±1,8	118,2 ±1,5	230,3 ±2,3	216,0 ±2,2	307,8 ±3,8	257,3 ±2,1

С целью выяснения возможной роли пролина в нейрорегенеративных процессах в ходе восстановления после правосторонней лабиринтэктомии нами исследовалась активность ферментов биосинтеза пролина в послеоперационный период. Как видно из данных табл. 2 и рис. 3, во всех отделах мозга и в ипси-, и в контралатеральной половинках активность ферментов биосинтеза пролина после лабиринтэктомии падает, и на 7-й день она в 2-3 раза ниже контрольной. В последующие послеоперационные дни наблюдается положительная динамика в активности ферментов биосинтеза пролина во всех случаях, хотя и есть некоторые различия между отделами мозга. На 12-й день она резко выражена в больших полушариях и продолговатом мозге, причем более в контралатеральных половинках. Если к этому сроку активность ферментов биосинтеза пролина уже выше исходной в обеих половинках продолговатого мозга, то к концу эксперимента она выше исходной и в обеих половинках больших полушарий.

Таблица 2. Активность ферментов биосинтеза пролина в контра- и ипсилатеральных половинках различных отделов мозга крыс в нейрорегенеративный период после правосторонней лабиринтэктомии (мкм пролина/гр ткани) n=6

Сторона Отдел	Интактные крысы		Дни после делабиринтации							
	левая	правая	2		7		12		17	
			контра	ипси	контра	ипси	контра	ипси	контра	ипси
Большие полушария	0,249±0,027	0,304±0,002	0,09±0,01	0,096±0,001	0,083±0,009	0,107±0,006	0,333±0,03	0,231±0,001	0,405±0,045	0,389±0,005
Мозжечок	0,267±0,018	0,280±0,001	0,160±0,018	0,151±0,005	0,075±0,008	0,095±0,005	0,417±0,046	0,133±0,005	0,393±0,043	0,128±0,001
Продолг. мозг	0,298±0,033	0,230±0,005	0,155±0,017	0,102±0,005	0,097±0,011	0,100±0,005	0,400±0,044	0,330±0,001	0,411±0,046	0,325±0,005



Что касается мозжечка, то после резкого падения активности ферментов биосинтеза пролина в течение первой послеоперационной недели в равной степени в обеих половинках (с 0.280 до 0.095 в ипси- и с 0.267 до 0.075 в контра-) в последующие дни наблюдается большая разница в динамике активности этих ферментов в разных половинках. Если на 12-й день в ипсилатеральной половинке замечен незначительный сдвиг в сторону повышения активности и до конца опыта она не достигает даже половины контрольной, то в контралатеральной активность ферментов биосинтеза пролина резко повышается – с 0.075 до 0.417 и остается почти на таком же уровне до конца эксперимента, превышая контрольную в 1.5 раза.

Положительная динамика в активности ферментов биосинтеза пролина, начиная с седьмого дня регенеративного периода после операции, может быть связана с обеспечением его необходимого уровня в ходе нейрорегенерации. Параллельное повышение активности аргиназы, очевидно, связано с индукцией участвующей в биосинтезе пролина формой фермента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян А., Х. Матинян Л.А., Чавушян Е.А., Чубарян С.В., Туманян Л.Р., Никоян А.А., Мартиросян М., Агаджанян А.А. Влияние вскармливания солодкой и перерезки седалищного нерва на активность аргиназы и ферментов биосинтеза пролина в различных органах крыс. Вестник МАНЭБ 7, 54, 6, Санкт -Петербург, 2002.
2. Войтенко Л.П. Организация вестибулоспинальной системы у позвоночных. Нейрофизиология, 24, 2, с. 215-238, 1992.
3. Горгиладзе Г.И., Сомарин Г.И., Брянов И.И. Межлабиринтная асимметрия, вестибулярная дисфункция, космическая биология движения. Косм. биология и авиакосм. медицина, 3, с 19-31, 1986
4. Давтян М.А., Агаджанян А.Х., Гаспарян Х.Г. Взаимосвязь аргиназы и ферментов биосинтеза пролина кишечника при регенерации дождевого червя *Lumbricus terrestris*. Биолог. журн. Армении, 35, 8, 631-635, 1982
5. Мокроусова А.В. Делабиринтация белых крыс методом электрокоагуляции. Росс. физ. журнал СССР, 66, 4, 599-602, 1980.
6. Саркисян С.Г. Меликсетян И.Б., Минасян С.М., Мелкумян К.В. Сравнительная характеристика импульсной активности ипси- и контралатеральных нейронов нижнего вестибулярного ядра у делабиринтированных крыс. Ж. Асимметрия 3, 3, с. 13-28, 2009.
7. Саркисян С.Г. Меликсетян И.Б., Минасян С.М. Сравнительная характеристика импульсной активности ипси- и контралатеральных нейронов медиального вестибулярного ядра у лабиринтэктомированных крыс. Ж. Асимметрия 5, 1, с. 46-60, 2011.
8. Туманян Л.Р., Никоян А.А., Саркисян С.Г., Давтян М.А. Активность аргиназы различных органов крыс, подвергнутых правосторонней лабиринтэктомии. Биолог. журн. Армении, 65, 4, с. 35-38, 2013.
9. Balaban C.D., Beryozkin G. Organization of vestibular nucleus projections to the caudal dorsal cap in rabbits. Neuroscience, 62, 4, p. 1217-1236, 1994.
10. Blumenkrantz N. Automated triple assay for proline, hydroxylic inactivation of beef liver arginase. Biochem. Biophys. Acta 327, p. 157-165, 1973.
11. Bonilla I., Tanobi K., Strittmater S.M. Small proline – rich repeat protein A is expressed by axotomized neurons and promotes axonal outgrowth. J. of Neuroscience, 2, 4, 1303-1315, 2002.
12. Keer D.R., Sanson A.J., Smith P.F., Darlington C.L. Comparison of protein kinase activity and protein phosphorylation in the medial vestibular nucleus and prepositus hypoglossi in labirinthintact and labirynthectomized guinea pigs. J. Vestib. Res., 10, 2, p. 107-117, 2000.
13. Moore R.B., Kauffmann N.J. Simultaneous determination of citrulline and urea using diacetylmonoxime. Annal Biochem., 33, 263-272, 1970.
14. Paxinos G., Watson G. The rat brain in stereotaxic coordinates. Sydney Acead. Press, 2005.
15. Ratner S., Pappas A. Biosynthesis of urea I. Enzymic mechanism of arginine synthesis from citrulline. J. Biol. Chem., 179, p. 1183-1198, 1949.
16. Yates B.J. Vestibular influence on the autonomic neurons system. Ann. New York Acad. Sci., 781, p. 459-473, 1996.

Поступила 23.11.2016



Биолог. журн. Армении, 1 (69), 2017

**ПРЕДСТАВЛЕННОСТЬ РЕДКИХ ЭНДЕМИЧНЫХ ВИДОВ
РАСТЕНИЙ АРМЕНИИ В ГЕРБАРИИ ИНСТИТУТА
БОТАНИКИ НАН РА (ЕРЕ).
ЧАСТЬ III. ИНФОРМАЦИЯ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ВИДАМ
(сем. BRASSICACEAE – COLCHICACEAE)**

А.М. АЙРАПЕТЯН, Г.М. ФАЙВУШ, А.Г. МУРАДЯН

*Институт ботаники НАН РА
alla.hayrapetyan.63@gmail.com,
gfayvush@yahoo.com*

Настоящая статья является третьей из серии статей, посвященных изучению представленности редких эндемичных, включенных в Красную книгу растений Армении (Tamanyan & al., 2010) видов в гербарии Института ботаники НАН РА (ЕРЕ). В предыдущих двух статьях (Айрапетян и др., 2015а, б) была проанализирована представленность эндемичных видов, включенных в Красную книгу растений Армении в гербарии Института ботаники НАН РА (ЕРЕ), а также подробно охарактеризованы отдельные виды растений, относящиеся к семействам Alliaceae, Apiaceae и Asteraceae. В данной статье представлена характеристика эндемичных видов растений, относящихся к семействам Brassicaceae, Caryophyllaceae, Colchicaceae.

*Эндемик – Красная книга растений Армении – Brassicaceae –
Caryophyllaceae – Colchicaceae*

Ներկայացված հոդվածը ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտի հերբարիումում (ЕРЕ) Հայաստանի բույսերի Կարմիր գրքում (Tamanyan & al., 2010) թվարկված էնդեմիկ տեսակների ներկայացվածության ուսումնասիրմանը նվիրված հոդվածների շարքից մեկն է: Նախորդ երկու հոդվածներում (Այրապետյան և ընկ., 2015ա, զ) վերլուծվել է Հայաստանի բույսերի Կարմիր գրքում թվարկված էնդեմիկ տեսակների ընդհանուր ներկայացվածությունը ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտի հերբարիումում (ЕРЕ), ինչպես նաև բնութագրվել են հերբարիումային տվյալներ առանձին տեսակների վերաբերյալ Alliaceae, Apiaceae և Asteraceae ընտանիքների սահմաններում: Ներկա հոդվածում մանրամասն բնութագրվում են Brassicaceae, Caryophyllaceae, Colchicaceae ընտանիքներին պատկանող առանձին տեսակները:

*Էնդեմիկ – Հայաստանի բույսերի Կարմիր գիրք – Brassicaceae –
Caryophyllaceae – Colchicaceae*

The article is the third in the series of articles devoted to investigation of representation of endemic species included in the Red Data Book of plants of Armenia (Tamanyan & al., 2010) taxa deposited in the Herbarium of the Institute of Botany NAS RA. Detailed characteristics of representatives of Brassicaceae, Caryophyllaceae, Colchicaceae families are given.

*Endemics – Red Data Book of plants of Armenia – Brassicaceae –
Caryophyllaceae – Colchicaceae*

Сем. Brassicaceae Burnett

18. *Erucastrum takhtajanii* V. I. Dorof. Распространение¹: произрастает в Ереванском (сс. Гохт, Гарни, Зовашен, Вохчаберд, горные хребты Ераха, гос. Заповедник “Эребуни”) и Дарелегисском (Хачик) флористических районах.

В гербарии ERE данный вид представлен 16 образцами, среди которых отмечен 1 типовой экземпляр, а именно изотип (ERE 100978).

Первые образцы по данному виду были собраны А. Шелковниковым 29.05.1926г. (Prope Beiuk – Vedi), а также А. Тахтаджяном 06.08.1940 г. (Даралагез, к югу от сел. Хачик). В последний раз был собран в 2004 г. во внутреннем ущелье хребта Ерах (коллекторы: Е. Vitek, К. Tamanyan, G. Fayvush, A. Ter-Voskanyan).

В Красную книгу растений Армении [4] вид включен как находящийся под угрозой исчезновения (категория EN). В качестве рекомендации по охране указана необходимость мониторинга состояния популяции.

Вид произрастает на местообитаниях категории H5.36 – “Очень бедные каменистые почвы без или с очень редкой растительностью”, а на хребте Ерах преимущественно на местообитаниях категории H5.361 – “Растительность на гипсоносных почвах (гаммада)” [3].

В настоящее время оба локалитета, где произрастает вид, входят в территории, предлагаемые для включения в экологическую сеть “Эмеральд” – “Заповедник Хосровский лес” и “Охраняемый ландшафт Гнишик” [5].

19. *Isatis sevagensis* N. Busch. Распространение: Севанский флористический район (Даранах, Артаниш). Ареал вида приурочен к Национальному парку “Севан”.

В гербарии ERE вид представлен 5 образцами, среди которых отмечены 2 изосинтипа из числа первых сборов А. Шелковникова и Е. Кара-Мурзы в 1927 г. (ERE 5320, ERE 5322). В последний раз сборы проводились В. Аветисян, Т. Поповой, Б. Аревшатын, Н. Ханджян в 1970 г. (ERE 101009).

В Красную книгу растений Армении [4] вид включен как находящийся в критическом состоянии (категория CR). В качестве рекомендации по охране указаны необходимость поиска новых местообитаний и мониторинг состояния популяции.

Вид произрастает преимущественно в местообитаниях категорий F7.4 – “Заросли подушковидных колючих кустарников” и E2.1 – “Постоянные мезотрофные пастбища и луга” [3]. В настоящее время весь бассейн озера Севан предложен для включения в экологическую сеть “Эмеральд” как сайт “Национальный парк Севан” [5].

20. *Rorippa spaskajae* V.I. Dorof. Распространение: вид представлен единственной популяцией, отмеченной на территории Зангезурского флористического района в верховьях реки Воротан.

В гербарии ERE данный вид представлен 3 образцами, типовых образцов нет. Один экземпляр отмечен 1947-м (коллектор П. Ярошенко, ERE 65731) и еще два – 1959 годами (коллектор Э. Габриэлян, ERE 65751, ERE 65752).

В Красную книгу растений Армении [4] вид включен как находящийся в критическом состоянии (категория CR). В качестве рекомендаций по охране указаны необходимость уточнения числа локалитетов, поиск новых местообитаний, мониторинг состояния популяции.

Вид произрастает в местообитаниях категории C3.1 – “Флористически богатые гелофитные заросли” [3], а его локалитет расположен на территории, предлагаемой для включения в экологическую сеть “Эмеральд” в качестве сайта “Горайк” [5].

¹ Здесь и далее – данные взяты из Красной Книги Армении [4].

21. *Thlaspi zangezuricum* Tzvel. Распространение: произрастает исключительно на юге Армении – в Зангезурском (гора Хуступ, Баргушатский хребет), а также Мегринском (Варданадзор) флористических районах.

В гербарии ERE вид представлен 4 экземплярами, типовых образцов нет. Первый сбор из окрестностей с. Аравус датируется 1966 г. (коллекторы В. Аветисян, П. Гамбарян, ERE 82879), в последний раз сборы проводились в 2015 году у вершины горы Хуступ (коллекторы Э. Габриэлян М. Агабабян, А. Нерсисян, ERE 177957).

В Красную книгу растений Армении [4] вид включен как находящийся под угрозой исчезновения (категория EN). В качестве рекомендаций по охране указаны необходимость мониторинга состояния популяции, уточнения числа популяций, поиска новых местообитаний, создания особо охраняемой природной зоны в альпийских и субальпийских поясах горы Хуступ. В настоящее время в Армении образован государственный заказник “Хуступ”, который входит в состав охраняемого комплекса “Зангезур” и предлагается в качестве сайта “Зангезур” экологической сети “Эмеральд” [5].

Вид произрастает в трещинах камней и скал в местообитаниях категории НЗ.1В1 – “Кремниевые скалы больших высот и арктических широт” [3].

Сем. *Caryophyllaceae* Juss.

22. *Allochrysa takhtajanii* Gabrielian & Dittr. Известна лишь одна популяция в Ереванском флористическом районе в окрестностях с. Суренаван.

Единственный образец по данному виду, собранный в 1986 г. Э. Габриэлян, является голотипом (ERE 143557).

В Красную книгу растений Армении [4] вид включен как находящийся в критическом состоянии (категория CR). В качестве рекомендаций по охране указаны необходимость мониторинга состояния популяции и поиск новых местообитаний. В действительности в первую очередь необходимо выяснить современное состояние популяции.

Вид произрастает в местообитаниях, относящихся к категории E1.33 – “Восточносредиземноморские ксерофильные травяные сообщества” [3]. В настоящее время локалитет, откуда был описан вид, входит в состав территории, предлагаемой для включения в экологическую сеть “Эмеральд” – “Заповедник Хосровский лес” [5].

23. *Bufonia takhtajanii* Nersesian. Известна лишь одна популяция в Ереванском флористическом районе (горный хребет Ерах).

В гербарии ERE вид представлен 29 образцами, из них 1 голотип (ERE 149819), 4 изотипа (ERE 147078, ERE 147146, ERE 149826) и 7 паратипов (ERE 149818, ERE 149820, ERE 149821, ERE 149823, 149825, ERE 149827, ERE 150254).

Большинство сборов проведено А. Нерсисян в 1998-1999 гг. В первый раз вид был собран 19.06.1990 г. (коллекторы С. и Г. Торосяны, ERE 151086), последний сбор датируется 2005 г. (коллекторы С. Aedo et al., ERE 173946).

В Красную книгу растений Армении [4] вид включен как находящийся в критическом состоянии (категория CR). В качестве рекомендаций по охране указаны необходимость мониторинга состояния популяции и создание особо охраняемой природной территории на хребте Ерах. В настоящее время ООПТ здесь не организована.

Вид произрастает на местообитаниях категории Н5.361 – “Растительность на гипсоносных почвах (гаммада)” [3]. Локалитет вида расположен на территории, предлагаемой для включения в экологическую сеть “Эмеральд” – “Заповедник Хосровский лес” [5].

24. *Dianthus grossheimii* Schischk. Известны две субпопуляции в Севанском и Дарелегисском флористических районах, при этом одна субпопуляция охватывает верхнее течение реки Аргичи и южные склоны Селимского перевала, а вторая произрастает в окрестностях города Севан.

В гербарии ERE данный вид представлен 16 образцами, типовых образцов нет.

Первый сбор датируется 1933 г. (коллектор А. Мовсесян, ERE 17605), далее сборы проводились преимущественно в 50-х и 80-х годах прошлого века.

В Красную книгу растений Армении [4] вид включен как находящийся под угрозой исчезновения (категория EN). Значительная часть популяции произрастает в буферной зоне Национального парка “Севан”, необходим мониторинг состояния популяции. Большая часть популяции располагается на территории, предлагаемой для включения в экологическую сеть “Эмеральд” – “Национальный парк Севан” [5].

Вид произрастает преимущественно на местообитаниях категории E2.1 – “Постоянные мезотрофные пастбища и луга” [3].

25. *Silene chustupica* Nersesian. Известна лишь одна маленькая популяция в Зангезурском флористическом районе на горе Хуступ.

В гербарии ERE данный вид представлен 16 образцами, из них 14 типовые: 1 голотип, 2 изотипа и 11 паратипов, собранных в 2005-2006 гг. сотрудниками Отдела систематики и географии высших растений Института ботаники НАН РА Э. Габриэлян, М. Агабабян, А. Нерсесян и М. Саркисян.

В Красную книгу растений Армении [4] вид включен как находящийся в критическом состоянии (категория CR). В качестве мер охраны предложен мониторинг состояния популяции и создание ООПТ на горе Хуступ. В настоящее время на этой территории организован заказник “Хуступ”, входящий в природоохранный комплекс “Зангезур”, который также является территорией, предлагаемой для включения в экологическую сеть “Эмеральд” – “Территория Зангезур” [5].

Вид произрастает в трещинах камней и скал в местообитаниях категории H3.1B1 – “Кремниевые скалы больших высот и арктических широт” [3].

Сем. Colchicaceae DC.

26. *Colchicum goharae* Gabrielian. Произрастает исключительно в Иджеванском флористическом районе (окрестности Иджевана, с. Агарцин, на горах Агая и Абегакар), ареал вида фрагментированный.

В гербарии ERE вид представлен 12 образцами, из них 1 голотип (ERE 146512) и 2 изотипа (ERE 146513, ERE 146514). Сборы проводились в 1980, 1982 и 1999 годах сотрудниками Отдела систематики Института ботаники НАН РА Э. Габриэлян, В. Манакяном и Г. Оганезовой.

В Красную книгу растений Армении [4] вид включен как находящийся под угрозой исчезновения (категория EN). В качестве мер охраны указывается необходимость мониторинга состояния популяции и поиска новых местообитаний. Небольшая часть популяции произрастает на территории Национального парка “Дилижан”, а ее значительная часть – на территориях, предлагаемых для включения в экологическую сеть “Эмеральд” – “Национальный парк Дилижан” и “Территория Иджеван” [5].

Вид произрастает в местообитаниях категории G1.6 – “Буковые древостой” [3].

27. *C. ninae* Sosn. Ареал вида фрагментированный, произрастает в Дарелегисском (Джермук, Гуши, Барцруни, Гнишик) и Мегринском (Верин Варданадзор) флористических районах.

В гербарии ERE данный вид представлен 6 образцами, из них 1 голотип (ERE 147276). Первый сбор проводился А. Ахвердовым в 1946 году (он же голотип), четы-

ре сбора проводились в 1980 г. сотрудниками Института ботаники НАН РА К. Таманян и А. Сагателян, а в последний раз – 06.07.2012 г. (коллекторы К. Таманян, Г. Файвуш, К. Маргарян, ERE 186064).

В Красную книгу растений Армении [4] вид включен как находящийся под угрозой исчезновения (категория EN). В качестве мер охраны указывается необходимость мониторинга состояния популяции и поиска новых местообитаний. Часть популяции произрастает на территории Национального парка “Аревик”, а большая часть располагается на территориях, предлагаемых для включения в экологическую сеть “Эмеральд” – “Территория Джермук”, “Охраняемый ландшафт Гнишик” и “Национальный парк Аревик” [5].

Вид произрастает преимущественно в местообитаниях категорий C1.6 – “Временные озера, озера, пруды» и D2.2 – “Низинные болота и болота с источниками с мягкой водой” [3].

28. *Merendera greuteri* Gabrielian. Произрастает исключительно в Ширакском флористическом районе (г. Артени, между Талин и Катнахбюр, окрестности с. Иринд).

В гербарии ERE вид представлен 12 образцами, из них 1 голотип (ERE 146518) и 2 изотипа (ERE 146519, ERE 146520). Первые сборы проводились Г. Оганезовой в 1980 году, подавляющее большинство образцов собрано Э. Габриэлян в 1998-1999 гг.

В Красную книгу растений Армении [4] вид включен как находящийся в критическом состоянии (категория CR). В качестве мер охраны указана необходимость мониторинга состояния популяции и создание особо охраняемой природной территории на горе Артени. К сожалению, чрезвычайно интересный в ботаническом и зоологическом отношении массив горы Артени пока что не выделен в качестве ООПТ. Вид произрастает в местообитаниях категорий E1.2 – “Многолетние травяные сообщества и степи” и F7.4 – “Заросли подушковидных колючих кустарников (включая трагакантники)” [3].

29. *M. mirzoevae* Gabrielian. Произрастает в Иджеванском и Дарелегисском флористических районах.

В гербарии ERE вид представлен 28 образцами, из них 1 голотип (ERE 143550) и 6 изотипов (ERE 143551, ERE 143552, ERE 143553, ERE 143554, ERE 143555, ERE 143556). Первый сбор был проведен 19.04.1946 г. С. Нариняном, в дальнейшем сборы проводились преимущественно в 80-ые годы XX века (коллекторы Э. Габриэлян, В. Манакян, А. Марутян, Н. Саилян). В последний раз вид был собран 29.03.1997 г. в Иджеванском районе на горе Агаясар (коллектор Э. Габриэлян, ERE 148606, ERE 148791).

Из-за отсутствия реальной угрозы для существования вида категория угрозы в Красной книге растений Армении [4] была понижена до уровня NT (состояние, приближающееся к угрожающему).

Вид произрастает преимущественно в лесных местообитаниях категорий G1.6 – “Буковые древостой” и G1.A1D – “Дубовые леса Армении” [3]. Большая часть популяции располагается на территориях, предлагаемых для включения в экологическую сеть “Эмеральд” – “Национальный парк Дилижан” и “Территория Иджеван” [5].

Исследование выполнено при финансовой поддержке ГКН МОН РА в рамках научного проекта № SCS “13-1F093”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айрапетян А.М., Файвуш Г.М., Мурадян А.Г. Представленность редких эндемичных видов растений Армении в гербарии Института ботаники НАН РА (ERE). Часть I. Общие сведения. Биолог. журн. Армении, 67, 1, с. 80-85, 2015а.
2. Айрапетян А.М., Файвуш Г.М., Мурадян А.Г. Представленность редких эндемичных видов растений Армении в гербарии Института ботаники НАН РА (ERE). Часть II. Информация по отдельным видам (сем. Alliaceae – Asteraceae). Биолог. журн. Армении, 67, 2, с. 76-82, 2015б.
3. Файвуш Г.М., Алексанян А.С. Местобитания Армении. Ереван: Институт ботаники НАН РА, 360 с., 2016.
4. Tamanyan K., Fayvush G., Nanagyulyan S., Danielyan T. (eds.). The Red Data Book of plants of RA. Yerevan: Zangak, 598 p., 2010.
5. Fayvush G., Arakelyan M., Aghababayan K., Aleksanyan A., Aslanyan A., Ghazaryan A., Hovhannisyan M., Kalashyan M., Nahapetyan S. The "Emerald" Network in the Republic of Armenia. Yerevan, 144 p., 2016.

Поступила 28.11.2016



Биол. журн. Армении, 1 (69), 2017

ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ, ОБЛУЧЕННЫХ ЭМИ КВЧ- ДИАПАЗОНА

Ж. Г. МУХАЕЛЯН

Ереванский госуниверситет, кафедра биофизики
zhanna.muxaelyan@gmail.com

Изучено воздействие электромагнитного излучения крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ) на некоторые морфометрические показатели (прирост корня и побега, сырой вес корня и побега, ширина и длина листовой пластинки, площадь листа) проростков пшеницы, подвергнутых многократному (20 мин ежедневно в течение 5 дней) облучению. Выявлено, что ЭМИ с частотой 41,8 ГГц и 51,8 ГГц оказывает стимулирующее действие на изучаемые параметры, величина изменения которых зависит от частоты ЭМИ и продолжительности экспозиции.

Облучение ЭМИ КВЧ – проростки пшеницы – морфометрические показатели

Ուսումնասիրվել է ծայրահեղ բարձր հաճախականությամբ էլեկտրամագնիսական ճառագայթահարման (ԵԲՀ ԷՄԾ) ազդեցությունը ցորենի ծիլերի աճի որոշ մորֆոմետրիկ ցուցանիշների՝ ծիլի, արմատների կշռի և երկարության, տերևի երկարության և լայնության, տերևի մակերեսի վրա: Ցորենի ծիլերը ենթարկվել են ճառագայթահարման 5 օրերի ընթացքում, օրական 20 րոպ. տևողությամբ: Ստացված տվյալները ցույց են տալիս, որ 41.8 ԳՀց և 51.8 ԳՀց հաճախականություններով ԷՄԾ խթանող ազդեցություն է ունենում հետազոտվող ցուցանիշների վրա, որոնց փոփոխության մեծությունը կախված է ԵԲՀ ԷՄԾ հաճախականությունից և ճառագայթահարման տևողությունից:

ԵԲՀ ԷՄԾ ճառագայթահարում – ցորենի ծիլեր – մորֆոմետրիկ ցուցանիշներ

The effect of electromagnetic irradiation with extremely high frequencies (EMI EHF) on some morphometrical parameters (leaf and roots fresh weight and length, leaf width and area) has been investigated. It has been shown that wheat seedlings treatment with EMI (for 5 days, each 20 min.) of 41,8 GHz and 51,8 GHz frequencies have significantly increased mentioned parameters. It has been also shown that the change value of seedlings sprout and roots parameters depends on EMI frequency used and exposure duration.

EMI EHF irradiation – wheat seedlings – morphometrical parameters

Электромагнитное излучение (ЭМИ) крайне высокочастотного (КВЧ) (30-300 ГГц) или миллиметрового (ММ) диапазона является постоянным физическим фактором окружающей среды, оказывающим все более возрастающее воздействие на живую материю, в связи с увеличением числа искусственных источников КВЧ-диапазона, используемых в последние десятилетия в коммуникационных технологиях и в быту [5,10]. Показано, что ЭМИ КВЧ способно оказывать воздействие на биологические объекты различного уровня сложности: от отдельных клеточных

компонентов, изолированных клеток и микроорганизмов до целых организмов растений и животных [2,8,14,18,21]. Следует отметить, что влияние ЭМИ на живые системы регистрируется как при резонансных для воды частотах [10], так и нерезонансных [6,11,19,22].

Первичное звено воздействия КВЧ-излучения и механизмы его влияния на биологические системы не до конца выяснены. Считается, что воздействие КВЧ ЭМИ на биосистемы носит информационно-резонансный характер. По-видимому, первичной мишенью ЭМИ является водный компонент клетки [6,13].

Предполагается, что внешний физический фактор имитирует и корректирует вырабатываемые организмом сигналы управления жизнедеятельностью посредством изменений структуры воды, вследствие чего индуцируются структурно-функциональные изменения клеточных мембран. В результате такого взаимодействия создается физико-химическая основа для изменения метаболизма, связанного с переносом протонов и электронов в клеточных мембранах, что служит основанием формирования последовательных, неспецифических реакций клетки и организма в целом [6].

В настоящее время сформировалось мнение, что целенаправленное воздействие КВЧ-излучения на растительный организм позволит управлять многими процессами жизнедеятельности, влиять на параметры роста и развития растений и повысить урожайность злаков и других сельскохозяйственных культур [4,11,23].

В работах, посвященных изучению действия ЭМИ ММ-диапазона на цианобактерии и микроводоросли, показан рост биомассы и увеличение синтеза АТФ [9,15].

Немногочисленны работы по изучению КВЧ-излучения на высшие растения [4,10,18,21]. Так, существует ряд работ, посвященных исследованию влияния предпосевной обработки КВЧ ЭМИ семян злаковых, где отмечен стимулирующий эффект применяемого внешнего физического поля на ростовые процессы, всхожесть семян и число зерен в колосе [10,16,19]. Вместе с тем показано, что в зависимости от параметров частоты, мощности и продолжительности облучения, КВЧ-излучение может оказывать как стимулирующее, так и угнетающее воздействие на различные физиологические процессы, параметры роста и развития растительного организма [3,11,17].

С этой точки зрения важным и актуальным являются исследования воздействия ЭМИ КВЧ на показатели роста и развития высших растений, в частности *Triticum aestivum* L., повышение урожайности которой всегда является актуальной сельскохозяйственной задачей.

Цель работы изучение влияния КВЧ ЭМИ на некоторые морфометрические показатели: длину и сырой вес побега и корня, площадь листовой пластинки проростков пшеницы, подвергнутых многократному облучению.

Материал и методика. Объектом исследования служила озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.) сорта "Безостая". Семена пшеницы тщательно перебирали, обрабатывали 0.03 %-ным раствором перманганата калия (KMnO_4) в течение 1-2 мин и промывали дистиллированной водой. Промытые семена смачивали в воде и оставляли для набухания при комнатной температуре на 1-2 часа. Затем их раскладывали по 40 штук на влажную фильтровальную бумагу в чашках Петри и проращивали в термостате при 26-28⁰С от 3 до 10 дней.

Проростки пшеницы были облучены КВЧ ЭМИ с частотой 41.8 ГГц и 51.8 ГГц. Облучали проростки со второго дня проращивания в течение 5-и дней ежедневно продолжительностью 20 мин. Суммарная продолжительность облучения составляла 100 мин.

Контролем служили необлученные проростки пшеницы. Воздействие ЭМИ на проростки оценивали после каждой экспозиции по изменению длины и сырого веса побега и корней, ширины и длины листовой пластинки, площади листа. Площадь листовой пластинки рассчитывали по формуле $S=0,66 \cdot l \cdot d$, где l - длина листа, d - ширина листа [1].

Повторность в пределах одного варианта опыта составляла 15 проростков.

В качестве источника ЭМИ использовали генератор ЭМИ Г4-141, с областью рабочих частот 37,5-53,5 ГГц. Плотность потока мощности составляла 0,6 мВт/см². Облучение проводили через рупор антенны (размер 36х 45мм) на расстоянии 20 см от объекта до основания рупора [19].

В работе представлены среднеарифметические значения показателей и их стандартные ошибки ($M \pm m$). Достоверность различий полученных данных оценивали с помощью критерия Стьюдента-Фишера [12].

Результаты и обсуждение. На рис. 1 приведена динамика изменения сырого веса листа контрольных и облученных ЭМИ КВЧ с различной частотой проростков в течение 7 дней роста.

Как видно из рис. 1, А при облучении проростков ЭМИ с частотой 41,8 ГГц и 51,8 ГГц, исследуемый параметр увеличивается по сравнению с контролем, причем величина изменения зависит от продолжительности облучения (рис.1, Б). В частности, вес листьев необлученных и однократно (20 мин) облученных 3-дневных проростков пшеницы практически не различается, составляя $31,2 \pm 1,3$ мг, $31,3 \pm 1,2$ мг и $31,3 \pm 1,4$ мг соответственно.

При облучении ЭМИ с частотой 41,8 ГГц продолжительностью 60 мин изучаемый показатель увеличивается на 6,2 %, после 80 мин – на 12,7 % и после 100 мин облучения на 16,1% по сравнению с тем же параметром контрольных проростков.

При облучении проростков ЭМИ с частотой 51,8 ГГц в течение 5 дней воздействия регистрируется увеличение веса листа по сравнению с контролем от 4,40 %, до 22,13%. Расчеты показывают, что с каждым последующим облучением величина изменения веса листа проростков увеличивается, что, вероятно, можно объяснить кумулятивным характером воздействия ЭМИ.

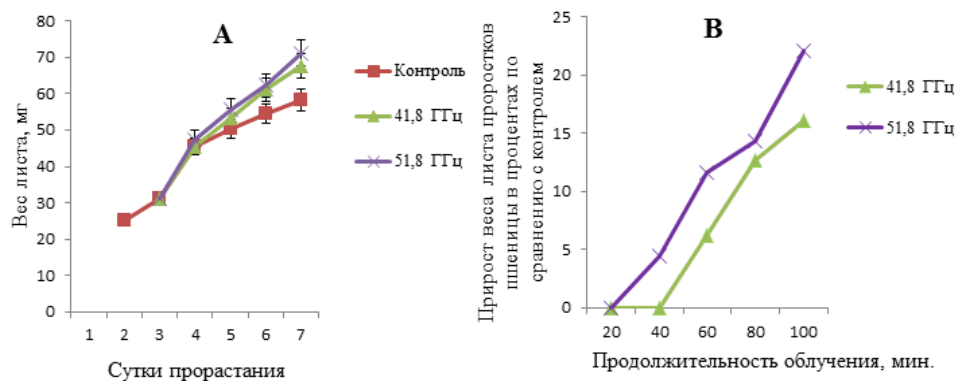


Рис.1. Влияние ЭМИ КВЧ на прирост веса (мг) листа пшеницы (А) и зависимость величины изменения исследуемого параметра (Δm , в % от контроля) облученных проростков от продолжительности облучения (В).

На рис. 2, А приведены абсолютные значения показателя веса корней контрольных и облученных ЭМИ в течение 5 дней проростков пшеницы. При однократном 20-минутном облучении проростков с частотой 41,8 ГГц и 51,8 ГГц исследуемый показатель практически не отличается от контрольных показателей.

Повторные облучения увеличивают степень изменения показателя. Так, у проростков, подвергнутых суммарному облучению в течение 80 мин и 100 мин ЭМИ с

частотой 41,8 ГГц, вес корней по сравнению с контрольными – 6- и 7- дневными растениями увеличивается на 9,0 % и на 14% соответственно (рис. 2, Б).

ЭМИ с частотой 51,8 ГГц индуцирует более значительный отклик растительного организма: после суммарного 40 мин и 60 мин облучения определяемый параметр выше контрольных показателей на 7-8%. После четвертого (80 мин) и пятого (100 мин) дней облучения вес корней возрастает соответственно на 16 % и 20 % (рис. 2, Б).

Расчетные данные по степени изменения определяемого параметра после каждого раза облучения по сравнению с предыдущей экспозицией показывают, что степень изменения определяемого показателя зависит от частоты ЭМИ: облучение проростков резонансной для воды частотой 51,8 ГГц оказывает более выраженное воздействие на растение, и отклик биологической системы проявляется уже на второй день облучения, т.е. раньше, чем у проростков, облученных ЭМИ с частотой 41,8 ГГц.

Помимо этого, воздействие ЭМИ КВЧ при обеих применяемых частотах на рост побега проростков оказалось более эффективным, чем на рост корневой системы (рис. 1, Б и рис. 2, Б).

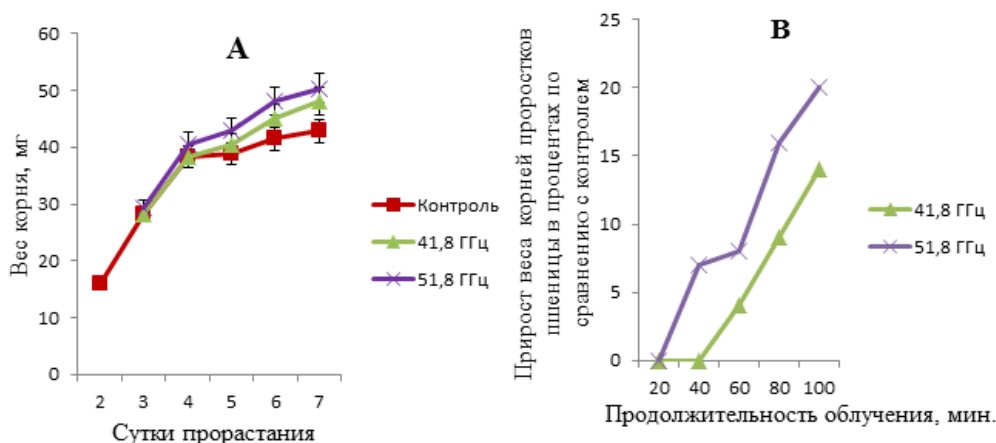


Рис.2. Влияние ЭМИ КВЧ на прирост веса (мг) корней пшеницы (А) и зависимость величины изменения исследуемого параметра (Δm , в % от контроля) облученных проростков от продолжительности облучения (В).

Изучали также влияние ЭМИ КВЧ на величину площади листовой пластинки проростков. На рис. 3 представлена зависимость величины площади листа проростков, облученных ЭМИ с частотой 41,8 ГГц и 51,8 ГГц от продолжительности облучения.

На первый и второй дни облучения проростков пшеницы ЭМИ с частотой 41,8 ГГц и 51,8 ГГц площадь листовой пластинки практически не меняется (рис. 3, А). Облучения в последующие дни увеличивают величину исследуемого показателя. Так, при облучении проростков ЭМИ с частотой 41,8 ГГц на четвертый и пятый дни (80 мин и 100 мин) воздействия площадь листа по сравнению с контролем увеличивается на 10% и на 13% соответственно, а при частоте 51,8 ГГц – на 14% и на 16 % (рис. 3, Б).

На основании полученных данных можно заключить, что облучение ЭМИ КВЧ указанных частот увеличивает интенсивность роста проростков пшеницы.

Согласно известным литературным данным, ЭМИ с частотой 41,8 ГГц непосредственно действует на мембраны [6,21]. Изменение свойств мембран, в частности, увеличение их проницаемости, может увеличить интенсивность метаболических процессов.

Одновременно, согласно полученным результатам, облучение ЭМИ биологической системы с резонансной для воды частотой 51,8 ГГц вызывает больше изменений исследуемого показателя по сравнению с контролем, чем ЭМИ с частотой 41,8 ГГц. Можно предположить, что при облучении проростков ЭМИ с частотой 51,8 ГГц вследствие изменения структуры воды [4,6,13] в клетке увеличивается концентрация протонов [7]. Это способствует поступлению большего количества воды, что в свою очередь приводит к увеличению тургорного давления и растяжению клеточных стенок [16]. Изменение структуры воды может индуцировать изменения свойств клеточной мембраны. Этим и, вероятно, объясняется выраженный эффект биологической системы, поскольку два фактора: изменение свойств воды и изменение свойств клеточной мембраны формируют биологический отклик.

Под многократным воздействием ЭМИ КВЧ в наших опытах наблюдалось также ускорение дифференциации проростков: образование новых зародышевых корешков у облученных проростков происходило раньше, чем у контрольных. Так, у облученных ЭМИ КВЧ с частотой 51,8 ГГц в течение 60 мин 4-дневных проростков наличие второй пары зародышевых корешков наблюдалось у 20% проростков против 10% контроля. При увеличении продолжительности облучения до 100 мин наличие пяти зародышевых корешков регистрировалось у 50% облученных 6-дневных проростков против 30% у контрольных образцов.

Таким образом, анализ полученных данных позволяет предположить, что влияние ЭМИ КВЧ на проростки пшеницы осуществляется как путем непосредственного воздействия на клеточные мембраны, так и опосредованно через изменение свойств водного компонента растительных тканей, что в целом приводит к увеличению проницаемости мембран и к активации клеточного метаболизма, вследствие чего мы наблюдаем ускорение роста и дифференциации развивающихся растительных организмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аникиев В.В., Кутузов Ф.Ф. Новый способ определения площади листовой поверхности у злаков, Физиология растений, 8, 3, с. 375-377, 1961.
2. Арсланов Т.А., Чернова Г.В., Эндебера О.П., Каплан М.А. Изменение морфофизиологических показателей *Drosophila melanogaster* при воздействии КВЧ-излучения при различных временных режимах, Вестник ННУ им. Н. И. Лобачевского, 2, 4, с. 57-61, 2001.
3. Бабкина В.В., Алленова Е.А., Митюхин И. В., Чернова Г.В., Эндебера О.П. Эколого-биологические особенности динамики признаков *Drosophila melanogaster* и *Triticum aestivum* в зависимости от дозы КВЧ-излучения, Вестник Нижегород. ун-та им. Н.И. Лобачевского, 4, 1, с. 162-168, 2013.
4. Бержанская Л.Ю., Белополотова О. Ю., Бержанский В.Н. Действие электромагнитного излучения на высшие растения. Миллиметровые волны в биол. и медицине, 2, с. 68-72, 1993.
5. Бецкий О.В., Девятков Х.Д. Электромагнитные волны и живые организмы, Радиотехника, 9, с. 4-11, 2000.
6. Бецкий О.В., Лебедева Н.Н. Современные представления о механизмах воздействия низкоинтенсивных миллиметровых волн на биологические объекты. Миллиметровые волны в биологии и медицине. 3, с.5-18, 2001.

7. Бриль Г.Е., Петросян В.И., Сеницын Н.И., Елкин В.А. Поддержание структуры водного матрикса – важнейший механизм гомеостатической регуляции в живых системах (концептуальная модель и ее базовое экспериментальное обоснование)-Биомедицинская радиоэлектроника, 2, с. 156-168, 2000.
8. Гапеев А.Б., Черемис Н.К. Действие непрерывного и модулированного ЭМИ КВЧ на клетки животных, Вестник новых медицинских технологий, 6, 1, с. 15-22, 1999.
9. Гапочка Л.Д., Гапочка М.Г., Королев А.Ф., Кочерженко Н.Н. Опосредованное воздействие электромагнитного излучения на рост микроводорослей, Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 1, с. 33-36, 2003.
10. Девятков Х.Д., Голант М.В., Бецкий О.В., Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности- М., Радио и связь, 198 с., 1991.
11. Калье М.И. Влияние КВЧ-излучения миллиметрового диапазона на физиологические процессы прорастания семян пивоваренного ячменя, Вестник Нижегород. ун-та им. Н. И. Лобачевского, 2, 2, с. 399-401, 2010.
12. Лакин Г.Ф. Биометрия, М., Высшая школа, 352 с., 1990.
13. Лященко А.К., Лихолат Т.В. Влияние миллиметрового излучения на водные и биологические среды прорастания семян, 11-й Съезд биофизиков России, 3, с. 815, 1999.
14. Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н., Лукьянова А.А. Применение активных частот электромагнитного излучения миллиметрового и сантиметрового диапазона в микробиологии, Научные технологии, 1, с. 34-53, 2002.
15. Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н. Общие закономерности действия КВЧ- излучения на фотосинтезирующие объекты. В Сб. Докладов Межд. Симп. “Миллиметровые волны в биологии и медицине”, М., ИРЭ РАН, с. 100-102, 1995.
16. Фомин Л.В. Регуляция водного режима растений. Вест. Алтайского гос. аграр. ун-та, 106, 8, с. 63-69, 2013.
17. Abbale P.E., Andrade E.H., Culot J.P., The effect of EMI and nitrogen on number of grains in wheat, J. Agric. Sci., Cambridge, 124, p. 351-360, 1995.
18. Kalantaryan V.P., Babayan Y.S., Gevorgyan E.S., Hakobyan S.N., Antonyan A.A., Vardevanyan P.O. Influence of Low Intensity Coherent Electromagnetic Millimeter Radiation (EMI) on Aqueous Solution of DNA, Progress in Electromagnetics Research Letters, 13, p. 1-9, 2010.
19. Mukhaelyan Zh., Poghosyan G. H., Vardevanyan P.H. Effect of extremely high frequency EMI on lipid peroxidation and antioxidant enzymes of wheat shoots, Biolog. Journal of Armenia, 1, 68, pp. 24-29, 2016.
20. Payez A., Ghanati F., Behmanesh M. Increase of seed germination, growth and membrane integrity of wheat seedlings by exposure to static and a 10 KHz electromagnetic field- Electromagn. Biol. Med., 32, 4, p. 417-429, 2013.
21. Torgomyan H., Trchounian A. Escherichia coli Membrane Associated Energy-dependent processes and sensitivity toward Antibiotics changes as responses to Low-intensity electromagnetic irradiation of 70.6 and 73 GHz frequencies. Cell Biochem. Biophys., 62, p. 451-461, 2012.
22. Vardevanyan P.O., Nerkararyan A.V., Shahinyan M.A. Influence of low intensity coherent electromagnetic millimeter waves on growth and peroxidase total activity of wheat germs, J. of Exp. Biol. and Agriculture. Sci., 1, 1, p. 39-44, 2013.
23. Zare H., Mohsenzadeh S., Moradshahi A. Effects of electromagnetic waves with High Frequency (940 MHz) cause increase Catalase and H₂O₂ in Zea mays L. Inter. J. of Agriculture. And Crop Sci. 8, 4, p. 642-649, 2015.

Поступила 07.09.2016



Биол. журн. Армении, 1 (69), 2017

ПОДАВЛЕНИЕ РОСТА НЕКОТОРЫХ МИЦЕЛИАЛЬНЫХ ГРИБОВ АНТИМИКРОБНЫМИ БИОПРЕПАРАТАМИ

Н.С. ХАЧАТУРЯН, Ф.Н. ТХРУНИ, Ц.Р. БАЛАБЕКЯН, А.А. ВЕРДЯН

НПЦ “Армбиотехнология” НАН РА ГНКО
microbio@sci.am

Проведен скрининг антимикробных биопрепаратов, полученных из культуральных жидкостей молочнокислых бактерий и дрожжей. Показано, что имеет место подавление роста некоторых видов мицелиальных грибов *Alternaria* sp. 8122, *Aspergillus ustus* 8464 и *Aspergillus unilateralis* 10648, вызывающих порчу пищевых продуктов. Подавление роста грибов зависит от родовой принадлежности штаммов и концентрации используемых частично очищенных препаратов, полученных из МКБ и дрожжей.

Мицелиальные грибы – антимикробный биопрепарат – подавление роста

Կատարվել է կաթնաթթվային բակտերիաների և շաքարասկերի կուլտուրաներից ստացված հալամանրեային կենսապատրաստուկների սկրինինգ: Ցույց է տրված սննդամթերքի փչացում առաջացնող միցելիալ սկների որոշ տեսակների՝ *Alternaria* sp. 8122, *Aspergillus ustus* 8464 և *Aspergillus unilateralis* 10648, աճի ճնշում: Սկների աճի ճնշումը կախված է կաթնաթթվային բակտերիաներից և շաքարասկերից ստացված մասնակի մաքրված պատրաստուկների կոնցենտրացիայից և շտամերի գեղային պատկանելիությունից:

Միցելիալ սկներ – հալամանրեային կենսապատրաստուկ – աճի ճնշում

Antimicrobial biopreparations obtained from culture liquids of lactic acid bacteria and yeasts have been screened. It was shown that there was growth inhibition of some species of mycelial fungi *Alternaria* sp. 8122, *Aspergillus ustus* 8464 and *Aspergillus unilateralis* 10648 that caused food spoilage. Growth inhibition of fungi depends on the generic belonging of strains and concentration of the used partially purified preparations derived from LAB and yeasts.

Mycelial fungi – antimicrobial biopreparation – growth inhibition

Гигиенические нормативы, предъявляемые для микробиологических показателей и пищевой безопасности продуктов, включают разные группы микроорганизмов: мезофильные, аэробные и факультативно-анаэробные, условно патогенные и патогенные, сульфидпродуцирующие бактерии, дрожжи, плесень и др.

Потребительский спрос на минимально обработанные пищевые продукты или еду без химических консервантов стимулировал исследователей на поиск натуральных антимикробных средств. В настоящее время молочнокислые бактерии (МКБ) и синтезируемые ими антимикробные вещества, в том числе бактериоцины, считаются натуральными консервантами или биоконсервантами [7]. Поэтому поиск бактериоцинов с улучшенными физико-химическими свойствами и широким антимикробным спектром представляет большой интерес для пищевой про-

мышленности. Указанными качествами обладает множество бактериоцинов, синтезируемых различными штаммами *Bacillus*. Вместе с тем, отсутствие статуса “безопасности” (GRAS – generally recognise as safety) у большинства видов *Bacillus* (исключая некоторые штаммы *B. subtilis* и *B. licheniformis*) стало серьезной помехой для получения объективной оценки эффективности применения в пищевых продуктах бактериоцинов из бацилл. Среди многочисленных публикаций удельный вес работ, посвященных практическому использованию бактериоцинов, совсем небольшой. Подавляющее большинство исследований в этом направлении было сосредоточено главным образом на низине и педиоцине – единственных из лицензированных биопрезервантов группы бактериоцинов [7]. Однако сферы их применения ограничены из-за низкой активности при нейтральных или щелочных значениях pH [10].

Сегодня особенно актуальной является защита пищевых продуктов от заражения плесневыми грибами. Пищевые продукты заражаются в основном грибами рода *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, которые попадают из окружающей среды. Плесневые грибы синтезируют такие вредные вещества как афлатоксины, трихотецины, фумоноцины, охратоксины А и др. Подсчитано, что 5-10% пищевых продуктов уничтожаются ежегодно по причине грибного заражения [8].

Для сохранения продовольствия используются несколько методов. Некоторые химические добавки (органические кислоты: уксусная, молочная, пропионовая и соли сорбиновой и бензойной кислоты) используются в качестве консервантов, даже несмотря на то что точные механизмы неизвестны. Бензойная кислота и бензоат натрия используются главным образом как противогрибковые средства. Однако показано, что плесневые грибы обладают устойчивостью к антибиотикам, а также к сорбиновой и бензойной кислотам, а некоторые штаммы *Penicillium*, *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces* растут в присутствии консерванта сорбата натрия [8, 9].

Литературных сведений относительно использования МКБ в качестве био-консервантов достаточно, однако практически отсутствуют данные относительно подавления роста грибов, вызывающих порчу пищевых продуктов. Показано, что некоторые МКБ рода *Lactobacillus* способны *in vitro* связывать афлатоксины. Пробиотические штаммы *L. rhamnosus* GG и *L. rhamnosus* LC-705 способны утилизировать В1 афлатоксин на 80% из раствора, содержащего 20 мкг/мл данного вещества. Показана способность 29 штаммов МКБ рода *Lactobacillus* и *Lactococcus* уменьшать количество охратоксина. Однако отсутствуют объяснения механизма взаимодействия МКБ с токсинами [5]. Данные относительно влияния бактериоцинов на рост мицелиальных грибов немногочисленны. Так, в последние годы показан эффект влияния бактериоцинов durancin A5-11a и durancin A5-11, которые синтезируют штамм *Enterococcus durans* A5-11, выделенный из монгольского сыра айраг, на рост грибов [6].

Ранее нами было показано, что некоторые частично очищенные антимикробные препараты (АМП) штаммов МКБ способны подавлять широкий рост грамположительных и грамотрицательных бактерий в концентрациях 50-1000 AU/ml. В связи с этим, в настоящее время большой интерес представляет исследование влияния этих препаратов на способность подавлять рост мицелиальных грибов различной родовой принадлежности.

Материал и методика. Использовали АМП, полученные после очистки культуральных жидкостей (КЖ) штаммов МКБ *L. rhamnosus* 2012 и *L. acidophilus* 1991 с антимикробной активностью 4000 AU/ml, а также АМП, полученные после очистки КЖ дрожжей *Kluveromyces marxianus* 412, *Kl. marxianus* 86 и *Candida* sp. 151 с антимикробной активностью 3000 AU/ml. Очистку КЖ проводили методом ионообменной хроматографии [1] и стандартным методом гельфильтрации (Сефадекс -25) [11].

Объектом исследований были грибы рода *Aspergillus* (9 видов), *Alternaria* (2 видов), *Penicillium* (3 видов) из Коллекции Центра депонирования микробов, НПЦ “Армбиотехнология” НАН Армении.

Для получения спорующих штаммов выращивание грибов проводили в течение 14 сут на скошенном агаре питательной среды Чапека в термостате при температуре 28°C. Для получения грибов в вегетативной стадии роста выращивание проводили в течение 3 сут при тех же условиях.

Для исследования антимикробной активности используемых препаратов применяли водную суспензию спор грибов, полученную после выращивания в течение 14 сут. Суспензию разбавляли стерильной дистиллированной водой в соотношении 1:100, после чего 5 мл суспензии добавляли в 100 мл агаризованной среды Чапека (7%), предварительно охлажденной до 40°C. Для определения эффективности используемых препаратов применяли метод спот-теста с нанесением аликвоты (100 мкл) исследуемых препаратов на твердую питательную среду Чапека с культурой грибов. Чашки оставляли на 1-2 ч, затем помещали в термостат и инкубировали при температуре 28°C в течение 5-7 сут. Эффективность используемых препаратов проверяли также методом контактирования грибов с препаратами определенной концентрации в жидкой питательной среде Чапека.

Для исследования подавления роста вегетативных клеток грибов антимикробными препаратами использовали суспензию 3-суточных культур грибов. Полученные суспензии культур переносили в свежую питательную среду Чапека и инкубировали с антимикробным препаратом в течение 120 ч в термостате (28°C). Результаты исследований выражали измерением зоны подавления роста грибов в мм, а в жидкой среде – по появлению мутности, свидетельствующей о росте мицелиальных грибов. Контролем служила визуальная оценка роста клеток грибов без добавления препаратов.

Результаты и обсуждение. Ранее было показано, что полученные частично очищенные препараты АМП штамма *L.rhamnosus* 2012 содержат низкомолекулярные бактериоцины с молекулярным весом около 1500 Да [7]. Штамм *L. acidophilus* 1991 также синтезирует бактериоцины с мол. весом около 2000 Да [2]. Подавление роста патогенных бактерий полученными нами АМП из исследуемых дрожжей показано в работе [4].

Результаты подавления роста грибов, используемыми АМП, приведены в табл. 1.

Как видно, при нанесении аликвоты 100 мкл АМП (4000 AU/ml) штамма *L. rhamnosus* 2012 на поверхность среды Чапека с грибами имеет место полное подавление роста грибов (3 штамма рода *Aspergillus* и 2 штамма рода *Alternaria*) в виде лизиса, в течение 72 ч наблюдения. Подавление роста было отмечено также у 3 штаммов рода *Penicillium*: при этом наблюдается изменение пигментации реверзума, которое в процессе инкубирования в течение 14 сут при 28°C остается без изменения. АМП штамма *L. acidophilus* 1991 не подавляет рост исследуемых грибов в аналогичных условиях эксперимента. Ингибирование роста штамма *A. niger* 8467 при нанесении используемого антимикробного препарата *L.rhamnosus* 2012 проявлялось в виде подавления спорообразования. Антимикробные препараты штаммов дрожжей *Kl. marxianus* 86, *Kl. marxianus* 412 и *Candida sp.*151 также в исследуемых концентрациях не подавляют рост грибов. Необходимо отметить, что при использовании высоких концентраций препаратов дрожжей (1000 AU/ml) имеет место подавление роста исследуемых штаммов *Penicillium funiculosum* 10676, *Aspergillus ustus* 8464, *Alternaria sp.* 8122, в то время как рост этих штаммов подавляется препаратами, полученными из МКБ *L. rhamnosus* 2012 в концентрации 400 AU/ml.

Как видно из приведенных результатов, представленных в табл. 2, в процессе инкубирования имеет место различное проявление эффективности подавления роста исследуемыми антимикробными препаратами в зависимости от времени ин-

кубации. Рост подавляется полностью только у штаммов *Alternaria sp.* 8122, *Aspergillus ustus* 8464, *A. unilateralis* 10648. Рост некоторых штаммов *Alternaria alternata* 8126, *Aspergillus fumigatus* 8344 частично восстанавливается в процессе инкубирования.

Таблица 1. Подавление роста некоторых видов грибов исследуемыми антимикробными препаратами (spot-test, 72 ч инкубирования, 28°C).

Штаммы грибов	АМП, АУ/мл				
	<i>L.rhamnosus</i> 2012 (400)	<i>L. acidophilus</i> 1991 (400)	<i>Kl.marxianus</i> 412 (400)	<i>Kl.marxianus</i> 86 (400)	<i>Candida sp.</i> 151 (400)
<i>Aspergillus niger</i> 8467	подавление спорообразования	-	-	-	-
<i>A. flavus</i> 8134	-	-	-	-	-
<i>A. terreus</i> 8163	-	-	+	-	+
<i>A. candidus</i> 10547	-	-	+	-	+
<i>A. fumigatus</i> 8344	лизис	-	-	-	-
<i>A.nidulans</i> 10651	-	-	-	-	-
<i>A.oryzae</i> 8213	-	-	-	-	-
<i>A.ustus</i> 8464	лизис	-	-	-	-
<i>A. unilateralis</i> 10648	лизис	-	-	-	-
<i>Alternaria alternata</i> 8126	лизис	-	-	-	-
<i>Alternaria sp.</i> 8122	лизис	+	-	-	-
<i>Penicillium chrysogenum</i> 8354	изменение пигментации реверзума	-	-	-	-
<i>P. expansum</i> 8189	изменение пигментации реверзума	-	-	-	-
<i>P. funiculosum</i> 10676	изменение пигментации реверзума	-	-	-	-

Примечание: "+" – частичный рост; "-" – отсутствие роста.

Таблица 2. Характеристика подавления роста грибов под влиянием АМП *L.rhamnosus* 2012 (400 АУ/мл) в зависимости от времени инкубирования в термостате (28°C, spot-test)

Штаммы грибов	Время инкубирования, ч		
	48	72	120
<i>Alternaria alternata</i> 8126	лизис	лизис	-
<i>Alternaria sp.</i> 8122	лизис	лизис	лизис
<i>Aspergillus fumigatus</i> 8344	лизис	-	-
<i>A. ustus</i> 8464	лизис	лизис	лизис
<i>A. unilateralis</i> 10648	лизис	лизис	лизис
<i>P. expansum</i> 8189	-	-	изменение пигментации реверзума
<i>P. funiculosum</i> 10676	лизис	-	изменение пигментации реверзума

Изменение пигментации реверзума наблюдается только у 2 штаммов грибов рода *Penicillium* (*P. expansum* 8189 и *P. funiculosum* 10676) в течение 120 ч инкубации. Таким образом, при использовании частично очищенных антимикробных препаратов наблюдалось подавление роста в виде лизиса в месте нанесения аликвоты препарата (spot-test) только у 3 видов мицелиальных грибов из исследованных 14-и видов.

При использовании жидкой питательной среды также отмечена высокая эффективность подавления роста вегетативных клеток исследуемых грибов *Alternaria alternata* 8126, *Aspergillus ustus* 8464, *P. funiculosus* 10676 препаратами штаммов МКБ в концентрации 250, 400 AU/ml в течение 120 ч, в то время как в контрольном варианте отмечен рост грибов. Низкие концентрации препаратов (100 AU/ml) не подавляли рост грибов.

Определенный интерес представляет изучение влияния препаратов, полученных после очистки КЖ штамма *L.rhamnosus* 2012 методом гелифльтрации на исследуемые грибы *Alternaria sp.* 8122, *Aspergillus ustus* 8464 и *A. unilateralis* 10648. Полученные результаты показывают, что при концентрации 400-1000 AU/ml полученных препаратов имеет место бактерицидное влияние, а при 400 AU/ml – бактериостатическое действие относительно контроля. Можно допустить, что эффективность подавления роста обуславливается использованием различных концентраций бактериоцинов, синтезируемых *L.rhamnosus* 2012 и содержащихся в АМП [3].

Результаты показывают, что подавление роста грибов зависит от родовой принадлежности штаммов и концентрации используемых частично очищенных препаратов, полученных из МКБ и дрожжей.

Таким образом, полученные данные показывают, что для подавления роста некоторых штаммов видов *Alternaria sp.* 8122, *Aspergillus ustus* 8464 и *A. Unilateralis* 10648 можно использовать частично очищенные препараты, полученные очисткой КЖ штамма вида *L.rhamnosus* 2012 методами ионообменной хроматографии и гелифльтрации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян А.Е., Тхруни Ф.Н., Ованисян Г.С., Егян К.С., Варданян А.А., Сагиян А.С. Способ выделения и очистки биоингибиторов из культуральной жидкости. Патент РА № 2925 А, 2015.
2. Мкртчян Э.В. Исследование антагонистического действия некоторых микроорганизмов и свойств антимикробного препарата, полученного на основе штамма *Lactobacillus acidophilus* 1991. Канд. дисс. 2005.
3. Тхруни Ф.Н., Сагиян А.С., Балабекян Ц.Р., Карапетян К.Дж., Хачатрян Т.В., Агаджанян А.Е. *Lactobacillus rhamnosus* БТК 2012 штамм бактерий, продуцирующий бактериоцины Rhamn 20-12 BCN1, Rhamn 20-12 BCN2. Патент РА № 2924 А, 2015.
4. Хачатрян Т.В., Агаян А.С., Каримтур Ф.С., Караханян М.Г. Сравнительная характеристика антимикробных свойств некоторых штаммов дрожжей. Известия Национального аграрного университета Армении. 4. с. 117- 122, 2012.
5. Falguni P., Shilpa V., Mann B. Production of proteinaceous antifungal substances from *Lactobacillus brevis* NCDC. International Journal of Dairy Technology. 63, p.70-76, 2010.
6. Haertlé T., Chobert J.-M. Different Antifungal Strategies of Lactic Acid Bacteria Biopolymères Interactions Assemblées, Institut National de Recherche Agronomique, équipe Fonctions et Interactions des Protéines, Nantes, France. Russian Journal of Infection and Immunity. Special issue, 2014.
7. Lovitt R.W. Bacteriocins Produced by Lactic Acid Bacteria a Review Article. 3rd International Conference on Biotechnology and Food Science (ICBFS 2012), April 7-8. 2, p. 50-56, 2012.
8. Magnusson J. Antifungal activity of lactic acid bacteria. PhD thesis, Agraria 397, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. 2003.
9. Nielsen P.V., de Boer E. Food preservatives against fungi. In introduction to food and airborne fungi. Edited by R.A. Samson, E. S. Hoekstra, J.C. Frisvad & O. Filtenborg. Centraalbureau voor Schimmelcultures. Utrecht, The Netherlands, p. 357-363, 2000.
10. Rodriguez J.M., Martinez M. I., Kok J. Pediocin PA-1, a wide-spectrum bacteriocin from lactic acid bacteria. In Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 42, 2, p. 91-121, 2002.
11. Vijay Simha B., Sood S.K., Kumariya R., Kumari Garsa A. Simple and rapid purification of pediocin PA-1 from *Pediococcus pentosaceus* NCDC 273 suitable for industrial application Microbiological Research, 167, Issue 9, 12 October, p. 54-549, 2012.

Поступила 25.11.2016



Biol. Journal of Armenia, 1 (69), 2017

A NEW SPECIES OF LAND MOLLUSCS FROM SOUTHERN ARMENIA *HARMOZICA ZANGEZURICA* SP. NOV. (PULMONATA, HYGROMIIDAE), WITH A KEY TO CAUCASIAN SPECIES *HARMOZICA* LINDHOLM, 1927

N.V. GURAL-SVERLOVA¹, A.L. AMIRYAN², R.I. GURAL¹

¹State Museum of Natural History, National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine
sverlova@pip-mollusca.org

²Biogeotech LLC, Qouchak str. 12, Yerevan, 0065, Yerevan, Armenia
armen.amiryan@gmail.com

One new species of the genus *Harmozica*, similar to the widespread in the Caucasus *Harmozica (Diplobursa) pisiformis*, is described from Southern Armenia (Syunik Region). The shell of *Harmozica zangezurica* sp. nov. different from *H. pisiformis* by slightly higher shape and more reflexed columellar margin of the aperture, which covers at least half of the narrow umbilicus. The clear anatomical difference of the new species from *H. pisiformis* and other species of the genus *Harmozica* is very large vaginal appendages, the length of which is approximately equal to the total length of the penis and epiphallus. A key to the Caucasian species of *Harmozica* is provided.

Land molluscs – Harmozica – new species – Armenia – Caucasian Region

Հայաստանի հարավից (Սյունիքի մարզ) հավաքված նյութի հիման վրա նկարագրվում է *Harmozica* ցեղի նոր տեսակ, արտաքինապես նման Կովկասում լայն տարածված *Harmozica (Diplobursa) pisiformis* տեսակին: *Harmozica zangezurica* sp. nov.-ի խեցին տարբերվում է *H. pisiformis*-ից մի փոքր ավելի բարձր և ավելի շրջված կողմնային եզրային բերանով, որը ոչ պակաս, քան կիսով չափ փակում է նեղ պորտը: Նոր տեսակի հստակ անատոմիական տարբերությունը *H. pisiformis*-ից և *Harmozica* ցեղի այլ ներկայացուցիչներից համարվում են շատ մեծ (խոշոր) հեշտոցային կցորդները, որոնց երկարությունը մոտավորապես հավասար է պենիսի և էպիֆալուսի ընդհանուր (զումարային) երկարությանը: Տրված են որոշիչ բանալիներ Կովկասյան *Harmozica* ցեղի տեսակների համար:

Ցամաքային փափկամարմններ – Harmozica – նոր տեսակ – Հայաստան (Հայաստանի Հանրապետություն) – Կովկասյան տարածաշրջան

По материалам с юга Армении (Сюникская область) описан новый вид рода *Harmozica*, внешне похожий на широко распространенный на Кавказе вид *Harmozica (Diplobursa) pisiformis*. Раковина *Harmozica zangezurica* sp. nov. отличается от *H. pisiformis* немного более высокой формой и сильнее отвернутым колумеллярным краем устья, не менее чем наполовину прикрывающим узкий пупок. Четким анатомическим отличием нового вида от *H. pisiformis* и других видов рода *Harmozica* являются очень крупные вагинальные придатки, длина которых приблизительно равняется суммарной длине пениса и эпифаллуса. Дан ключ для определения кавказских видов рода *Harmozica*.

Наземные моллюски – Harmozica – новый вид – Армения – Кавказский регион

The genus *Harmozica*, which Eastern European authors often referred to as *Stenomphalia* [7, 8], in the Caucasus region has so far been represented by four recognized species [5, 8], belonging to the subgenus *Harmozica* s. str., *Stenomphalia*, *Diplobursa* and *Batumica*. According to Schileyko [5, 7] the subgenus *Diplobursa* is represented both in the Caucasus and in the world fauna by the single much variable species *Harmozica* (*Diplobursa*) *pisiformis* (L. Pfeiffer, 1846). Other described forms, including the forms at species level [2, 3], were reduced to the synonyms of this species [5, 8].

However, the mentioned large intraspecific variability of *H. pisiformis* concerns mostly conchological characteristics: shape and size of the shell, the granular sculpture on its surface [1, 2, 5]. The anatomical study of different forms didn't show significant differences between them, including the relative size of the vaginal appendages [1, fig. 110]. During the study of the land molluscs of the Southern Armenia (Syunik Region) in May 2016 we have found one previously unknown species of the subgenus *Diplobursa*, conchologically similar to *H. pisiformis*, but having a clear anatomical difference from this species and other species of the genus *Harmozica*, expressed in a relatively large length of the vaginal appendages, not typical of the *Harmozica* [5].

Materials and methods. The material was collected in May 8, 2016 near Chakaten village (Syunik Region, Armenia), en route from Kapan town to the Shikahogh Nature Reserve. The following species of land molluscs were collected at the same time in the same area: *H. pisiformis*, *Xeropicta derbentina* (Krynicky, 1936), *Helix lucorum* Linnaeus, 1758. The type material is deposited in the State Museum of Natural History of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine (SMNH NASU).

The fixation and preparation of the holotype, the measurement of the shells were made by the standard methods. The height of the shells, their large and small diameters were measured [5]. The large diameter corresponds to the maximum width of the shell. The whorls number was determined by the scheme in the monograph [6].

Results and Discussion. The systematic position of the new species:

Superfamily Hygromiidea Tryon, 1866

Family Hygromiidae Tryon, 1866

Subfamily Monachinae Wenz, 1930

Genus *Harmozica* Lindholm, 1927

Type species: *Helix raveriensis* A. Férussac, 1835, by original designation

***Harmozica* (*Diplobursa*) *zangezurica* sp. nov.** Fig. 1, 2, 3A

Type locality. Vicinities of Chakaten village, Syunik Region, Armenia, 39°06.59'N, 46°28.09'E, 1164 m asl (holotype), 39°10.53'N, 46°26.02'E, 1115 m asl (paratype).

Type material. Holotype (SMNH NASU 3908), mature specimen, shell and soft body (dissected) (fig. 1 A-C, 2) and one paratype (SMNH NASU 3909), shell of the immature specimen (fig. 1 D-F) from the type locality, 8 May 2016, coll. N.V. Gural-Sverlova.

Etymology. The scientific name is derived from the name of the natural and historical area in the south of Armenia (Zangezur).

Diagnosis. New species differs from other species of the genus *Harmozica* by very large vaginal appendages, the length of which is approximately equal to the total length of the penis and epiphallus. Shell spire high, dome-shaped, its height is almost equal to the height of the aperture. Shell surface covered with granular sculpture. Columellar margin of the aperture widely reflexed and covers at least half of the umbilicus.

Dimensions. Shell of holotype: height 11.1 mm, width (large diameter) 13.9 mm, small diameter 11.6 mm, whorls number 5.6. Shell of paratype: height 9.3 mm, width 11.1 mm, small diameter 9.9 mm, whorls number 5.4.

Description. Shell (holotype) (fig. 1 A-C) globular, with the high, dome-shaped spire. The height of the spire is only slightly less the height of the aperture. Whorls relatively convex. The last whorl before the aperture sharply lowered, almost twice as wide as the penultimate whorl. Colouring corneous, almost monochrome, with fuzzy light spiral band on the periphery, visible only in the first half of the last whorl. Shell surface with irregular radial striation and numerous fine round or oval granules (fig. 1G, 1H). Aperture large, nearly round shape. Aperture margins thin, slightly reflexed; columellar margin widely reflexed, at least half covering the narrow umbilicus. Inside the aperture, parallel to its margins, well developed white lip extends.

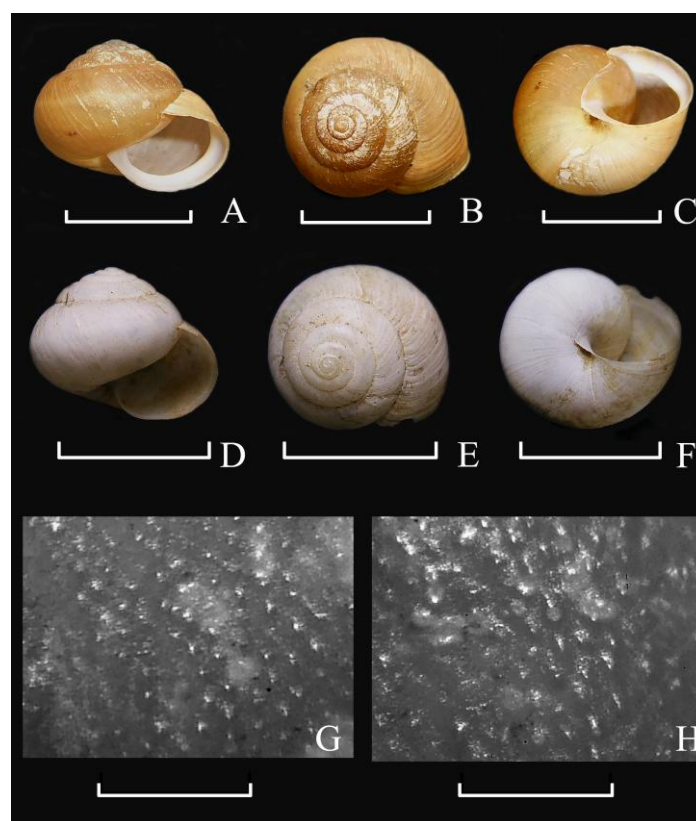


Fig. 1. Shells of *Harmozica zangezurica* sp. nov.: A-C – holotype; D-F – paratype; G, H – surface sculpture of the penultimate (G) and the last (H) whorl of the holotype. Scale bars 1 cm for A–F, 0.5 mm for G and H

Reproductive system (holotype) (fig. 2). Mucous glands 4, each dichotomous split at the base. Vaginal appendages not approached, very large, their length approximately equal to the total length of the penis and epiphallus. Vaginal appendages clearly separated into swollen long cylindrical trunk, a narrow neck and a terminal thickening. Penis curved, 2 times shorter than the epiphallus. Flagellum 1.5 times shorter than the epiphallus. Penial papilla with numerous longitudinal folds inside, its outlet with corrugated edges. Penial retractor long and thin.

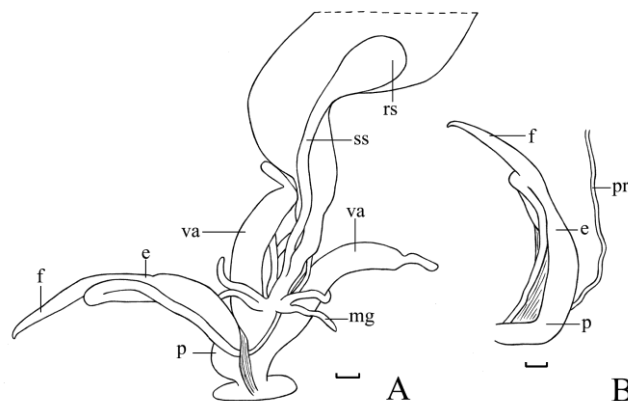


Fig. 2. Distal parts of the reproductive system of *Harmozica zangezurica* sp. nov.: e – epiphallus; f – flagellum; mg – mucous glands; p – penis; pa – penial papilla; pr – penial retractor; rs – reservoir of spermatheca; ss – spermathecal stalk; va – vaginal appendages. Scale bars 1 mm.

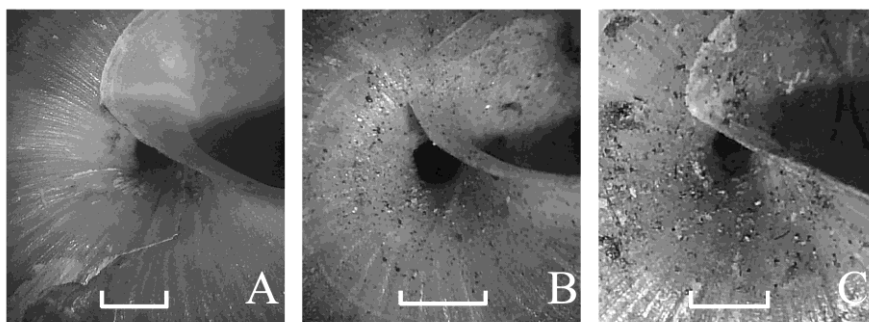


Fig. 3. Reflexed columellar margin of the peristome and umbilicus in various *Harmozica* species, distributed in Armenia: A – *H. zangezurica* sp. nov., holotype; B – *H. pisiformis*, Meghri pass; C – *H. selecta*, Kapan, Norashenik. Scale bars 1 mm.

Ecology. It needs further study. The holotype of *H. zangezurica* was collected on the edge of the deciduous forest, the paratype (empty shell) on a steep open slope with sparse herbaceous vegetation, above which were trees and bushes. Perhaps this species inhabits a wide range of biotopes, with different lighting and humidity, like *H. pisiformis* [1, 5]. It is also possible that the spreading of *H. zangezurica* is confined to trees and shrubs, and the empty shell of this species could be brought to the open dry slope with the melt or rain water.

Distribution. The new species is known so far only from the type locality. The distribution area of *H. zangezurica* needs to be clarified, since this species could be previously mistaken for conchologically similar species *H. pisiformis*, widespread in Armenia [1] and generally all over the Caucasus region [5]. It is possible, that *H. zangezurica* inhabits a very small area and therefore requires further study and protection.

Remarks. *H. zangezurica* clearly differs anatomically from other species of the genus *Harmozica*, in particular from the conchologically similar *H. pisiformis*, by very long vaginal appendages. In general, the genus *Harmozica* is characterized by short

vaginal appendages [5]. In *H. zangezurica* the length of the vaginal appendages is approximately equal to the total length of the penis and epiphallus (fig. 2A). In other known species of the genus *Harmozica* a relative length of the vaginal appendages is 2-3 times less, so that the vaginal appendages are not longer than penis. As long as those in *H. zangezurica*, the vaginal appendages in the genus *Hesseola*, belonging to separate subfamily Hesseolinae [8]. However, in *Hesseola* the vaginal appendages are close together, which is not observed in *H. zangezurica*.

Shells of *H. zangezurica* in shape, color, size and sculpture of the surface are very similar to the shells of the widespread in the Caucasus species *H. pisiformis*, what may cause by the difficulties in differentiation of these species. Shells of *H. zangezurica* have higher spire, more reflexed columellar margin of the aperture, which more covers the umbilicus. In *H. pisiformis* the umbilicus is usually only slightly covered with columellar margin of the aperture (fig. 3B), while in *H. zangezurica* it is covered at least by half (fig. 3A). This difference is clearly seen also in incompletely formed shells (fig. 1F).

In *H. pisiformis* the ratio of the shell height to its width (large diameter) commonly ranges from 0.6 to 0.7. However, in populations of this species sometimes occur specimens with more flattened or higher shells [2]. Highest shells of *H. pisiformis* may resemble the shells of *H. zangezurica*, in which the ratio of height to width of the shell is 0.80 (holotype) – 0.84 (paratype). Therefore, this shell ratio can play only secondary importance in the differentiation between *H. zangezurica* and *H. pisiformis*.

In *Harmozica (Stenomphalia) selecta* (Klika, 1894), also widespread in Armenia, the umbilicus can also be a half covered with the columellar margin of the aperture (fig. 3C). However, the lapel of this margin is not as wide as that of *H. zangezurica* (fig. 3A). In addition, the shells of *H. selecta* have no granular sculpture, which is characteristic of a *H. zangezurica*. The shell surface of *H. selecta* is covered with thin spiral grooves, that are absent from other species of *Harmozica* [1, 5].

Key to the Caucasian species of the genus *Harmozica*

1. Shell surface with granular sculpture..... 2
– Shell surface without granular sculpture..... 5
2. Shell usually gray, sometimes light corneous, with a clear light-coloured spiral band on the whorls periphery. Above and below the light band the shell can be painted a much darker background color. Grounds of the vaginal appendages not swollen. Flagellum and epiphallus about the same length.....
.....*Harmozica (Harmozica) raveriensis* (A. Férussac, 1835)
– Shell from light corneous to dark chestnut. Light-coloured spiral band is missing or fuzzy. Flagellum 2-3 times shorter the epiphallus or the grounds of the vaginal appendages visibly swollen.....3
3. Aperture margins, with the exception of the columellar, only slightly turned outwards. Shell colouring from a light corneous to dark brown. Grounds of the vaginal appendages visibly swollen 4
– Not only the columellar but also the palatal margin of the aperture is strongly turned outwards. Shell coloration is very dark, chestnut or brown. Vaginal appendages almost cylindrical, in shape and size not differing much from the mucous glands.....*Harmozica (Batumica) maiae* (Hudec & Lezhawa, 1969)
4. Umbilicus is only slightly covered with reflexed columellar margin of the aperture. Vaginal appendages short, their length does not exceed the length of the penis..... *Harmozica (Diplobursa) pisiformis* (L. Pfeiffer, 1846)

– Umbilicus at least half covered with reflexed columellar margin of the aperture. Vaginal appendages 2-3 times longer, their length is approximately equal to the total length of the penis and epiphallus..... *Harmozica (Diplobursa) zangezurica* sp. nov.

5. Shell surface is covered with thin spiral grooves. Umbilicus is usually covered by half with reflexed columellar margin of the aperture. Grounds of the vaginal appendages moderately expanded, so that the appendages shaped like bowling pins.....*Harmozica (Stenomphalia) selecta* (Klika, 1894)

– Shell surface without spiral sculpture. The umbilicus open or slightly covered with reflexed columellar margin of the aperture. Vaginal appendages very swollen at the base*Harmozica (Diplobursa) pisiformis* (L. Pfeiffer, 1846), atypical form of this species, known as*Harmozica (Diplobursa) assadovi* (Likharev & Rammelmeyer, 1952) [3]

Acknowledgments. This work has been made possible by a research grant «Impact of Zangezur Copper Molybdenum Combine CJSC on the ecosystems and biodiversity of ecosystems in the area of its activities» supported by of the Zangezur Copper Molybdenum Combine CJSC and Biogeotech LLC. The new species was found outside the area of the activities of the Zangezur Copper Molybdenum Combine CJSC. The authors also express special thanks to the expert on biodiversity of the Biogeotech LLC G. Kazaryan and to the director of the Biogeotech LLC G. Sevoyan for personal assistance during the research.

REFERENCES

1. Акрамовский Н.Н. Моллюски. В серии: Фауна Армянской ССР. Ереван, 272 с., 1976.
2. Акрамовский Н.Н., Азарян Дж.М. К вопросу о видовой самостоятельности *Euomphalia arpatschaiana* (Mousson, 1873) (Gastropoda – Stylommatophora, Helicidae). Изв. АН АрмССР. Биол. науки, 17, 4, с. 69-75, 1964.
3. Лухарев И. М., Раммельмейер Е. С. Наземные моллюски фауны СССР. В серии: Определители по фауне СССР, 43. М.-Л., Изд-во АН СССР, 512 с., 1952.
4. Лухарев И.М., Старобогатов Я.И. Материалы по фауне моллюсков Афганистана. Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 42, с. 159-197, 1967.
5. Шилейко А. А. Наземные моллюски надсемейства Helicoidea. В серии: Фауна СССР. Моллюски, 3, вып. 6. Нов. сер. № 117. Л., Наука, 384 с., 1978.
6. Kerney M.P., Cameron R.A.D., Jungbluth J.H. Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas. Hamburg-Berlin, Parey, 384 p., 1983.
7. Schileyko A.A. Treatise on Recent Terrestrial Pulmonate Molluscs. Part 14. Helicodontidae, Ciliellidae, Hygromiidae. Ruthenica, Suppl. 2, p. 1907-2047, 2005.
8. Sysoev A., Schileyko A. Land Snails and Slugs of Russia and Adjacent Countries. In: Pensoft Series Faunistica, 87. Sofia-Moscow, Pensoft, 454 p., 2009.

Received on 25.11.2016



Биол. журн. Армении, 1 (69), 2017

ВЫДАЮЩИЙСЯ УЧЕНЫЙ-БИОЛОГ И КРУПНЫЙ ОРГАНИЗАТОР НАУКИ

(к 110-летию со дня рождения Норайра Мартirosовича Сисакяна)

25 января 2017 г. исполнилось 110 лет со дня рождения выдающегося ученого-биолога, крупного организатора науки, академика АН СССР и АН Армении Норайра Мартirosовича Сисакяна. Родился в г. Аштараке. Учился он в Ереванском госуниверситете, откуда вскоре был направлен в Московскую сельскохозяйственную академию им. К.А. Тимирязева. Блестящие способности студента привлекли внимание агрохимика академика Д.Н. Прянишникова, под чьим руководством с 1932 г. началась его научная деятельность. Затем годы учебы в аспирантуре Института биохимии АН СССР, в стенах которого прошла вся дальнейшая научная деятельность Н.М. Сисакяна в качестве исследователя-биохимика, руководителя лаборатории энзимологии и замдиректора института.



Начальный период его научной деятельности был посвящен изучению ряда важнейших вопросов биохимии и физиологии растений. В частности, исследовалась роль фосфора в процессе сахаронакопления в сахарной свекле, затем – биохимические основы засухоустойчивости растений. Ему удалось впервые выявить причины гибели растений в условиях засухи.

Н.М. Сисакян по праву считается основоположником исследований функциональной биохимии субклеточных структур растений. Ему удалось вскрыть особенности синтеза различных белков, фосфолипидов и других сложных органических веществ и их комплексов в хлоропластах. Это позволило не только по-новому оценить функциональную активность пластид, но и доказать единство их происхождения с бактериями. За достижение успехов в изучении указанной проблемы в 1952 г. он был удостоен Государственной премии СССР.

Норайр Мартirosович был одним из первых биохимиков, кто начал изучать действие радиации на живые клетки, субклеточные структуры, ферментные системы, ДНК и другие биологические структуры. Он всегда считал, что наука должна помогать человеку в решении жизненно важных практических проблем. Поэтому он уделял большое внимание вопросам технической биохимии. В годы Великой Отечественной войны он решил проблему витаминной сушки овощей и плодов. Предложенный им «метод... с сохранением витамина С» оказался удобным и простым» – отмечал физиолог растений академик А. Л. Курсанов в 1960 г. при избрании Н. М. Сисакяна действительным членом (академиком) АН СССР.

Заложив основы новых направлений технической биохимии и биотехнологии, Н.М. Сисакян стал развивать не менее интересную область науки – космическую биологию. Он считал, что необходимо вести поиск органических веществ и живых организмов во Вселенной, предполагая существование споровых форм микроорганизмов в космическом пространстве. Им были заложены научные основы совершен-

но новых направлений исследований – таких как гравитационная биология, проблема невесомости, научные принципы отбора и подготовки космонавтов, задачи экологии замкнутой системы, системы жизнеобеспечения и безопасности космонавтов, их медицинского контроля. Это была “большая наука”, которая была действительно востребована эпохой. Признанием заслуг академика Н.М. Сисакяна в области космической биологии явилось его избрание действительным членом и вице-президентом Международной Астронавтической академии, председателем Комитета по биоастронавтике Международной Астронавтической федерации. Его именем назван кратер на лунной поверхности – “Море Сисакяна”.

Он написал монографии, которые были переведены на иностранные языки, издал более 400 научных работ. Научная общественность высоко оценила выдающиеся заслуги ученого, удостоив престижных академических премий имени А.Н. Баха и имени И.И. Мечникова, др.

Н.М. Сисакян постоянно интересовался состоянием дел в Армении, жизнью армянского народа, развитием российско-армянских связей. Он внес огромный вклад в развитие научных основ биохимии виноградарства и виноделия, основав лабораторию в Институте виноградарства, виноделия и плодоводства в Армении. Получили признание его исследования биохимических процессов, происходящих при созревании и выдержке коньячного спирта в различных условиях, определяющие качество, букет и аромат различных марок армянского коньяка. Уникальны проведенные Н.М. Сисакяном исследования хересных вин. Эти исследования явились предпосылкой для создания технологии ускоренного получения хересных вин с помощью особых штаммов микроорганизмов.

Определив перспективные научные направления в Армении, он предпринял шаги в организации научных центров. Еще в 60-х годах, благодаря усилиям Норайра Мартиросовича и академика В.А. Амбарцумяна, были организованы Институт биохимии и Институт агрохимии и проблем гидропоники.

Сисакян считал преподавание своим профессиональным долгом, поскольку без хорошо подготовленных молодых кадров наука существовать не может. Норайр Мартиросович был профессором Московского госуниверситета им. М. В. Ломоносова.

Особо он относился к Ереванскому госуниверситету. На протяжении многих лет он специально приезжал в Ереван и читал спецкурс по функциональной биохимии, интересовался подготовкой молодых кадров. И в память установлен его бюст в фойе главного корпуса университета, его именем названа аудитория на факультете биологии, учреждена именная стипендия для студентов-биологов.

Далеко не всегда люди, занимающиеся наукой, являются еще и успешными организаторами. Н.М. Сисакяну удалось плодотворно совмещать обязанности академика-секретаря Отделения биологических наук АН СССР, а затем Главного ученого секретаря Президиума АН СССР, члена Комитета по Ленинским и государственным премиям в области науки и техники, заместителя председателя Высшей аттестационной комиссии СССР, члена Госкомитета по культурным связям с зарубежными странами, главного редактора ряда академических журналов, члена редколлегии многих зарубежных научных журналов и др.

Не остался равнодушным он и к судьбам опальных ученых, в особенности поддерживал Н.В. Тимофеева-Ресовского (известного по прозвищу Зубр) и академика Н.П. Дубинина. Представитель старшего поколения, лауреат Ленинской премии, академик Т.А. Леонтович признавался: “...Жаль, что немногие знают, а Норайр Мартиросович буквально спас многих талантливых биологов и тем самым те научные направления, которые они развивали...”. Именно Н.М. Сисакян на знаменитой объединенной научной сессии АН СССР и ВАСХНИЛ зачитал доклад, кото-

рый долгие годы готовился известными биологами и осуждал старые и неперспективные взгляды на биологию, господствовавшие в стране два десятилетия, тем самым открыв реальную дорогу развитию новых ее направлений.

В международной деятельности академика Н. М. Сисакяна особое место занимает его работа в ЮНЕСКО (с 1956 по 1966 гг.). Будучи членом консультативного и исполнительного комитетов, а затем единодушно избранным президентом XIII сессии Генеральной Конференции ЮНЕСКО, он вел активную работу за международное научное сотрудничество., Рене Майо – генеральный директор ЮНЕСКО – писал о Н.М. Сисакяне: «...пламенный патриот, справедливо гордящийся прогрессом и успехами своей родины, глубоко ощущающий братство человечества, которое в один прекрасный день превратит мир в единую отчизну для всех... Он мечтал, что расцвет образования, науки, культуры принесет людям “невиданное до сих пор жизнерадостное долголетие”. Имя Н.М. Сисакяна увековечено на здании ЮНЕСКО в Париже.

Очень жаль, что Н.М.Сисакян скончался в полном расцвете сил в 1966 г. он мог бы сделать очень-очень много.

Нельзя не отметить, что особые отношения связывали его с младшим сыном – академиком Алексеем Норайровичем Сисакяном, к сожалению, тоже безвременно ушедшим из жизни. Каждый приезд сына в Ереван всегда сопровождался посещением памятных мест, связанных с отцом. В этой любви к отцу была и благодарность за то внимание, беседы и слова о науке, которые запали в душу сына. “Ты говоришь, что хочешь стать ученым, – вспоминал слова отца Алексей Норайрович. – Мне бы хотелось, чтобы ты с самого начала понял, что в науке любая гипотеза имеет право на жизнь. И только в развитии и сопоставлении с опытом, порой через многие годы, идея доказывает свою правоту или ошибочность... Люди, которые не понимают этого, не способны воспринимать новое и часто тормозят движение вперед, мешая другим работать и доказывать научную состоятельность направления. И такая борьба в науке становится несправедливой, если непониманием страдают люди влиятельные, властные...”. Эти слова – напутствие ученым – актуальны в наши дни.

А.А. ТРЧУНЯН,

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