

ISSN 0366-5119

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

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆՐԵՍ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ АРМЕНИИ
BIOLOGICAL JOURNAL OF ARMENIA

ՀԱՏՈՐ LXXI, 4, 2019



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

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆՐԵՍ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ АРМЕНИИ
BIOLOGICAL JOURNAL OF ARMENIA

ՀԱՏՈՐ LXXI, 4, 2019

ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություն» հրատարակչություն

Լույս է տեսնում 1948 թվականից, հոդվածները հրատարակվում են հայերեն,
ռուսերեն կամ անգլերեն լեզուներով
Выходит с 1948 года, статьи публикуются на армянском, русском
или английском языках
Journal is published since 1948, the articles are published in Armenian,
Russian or English

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈՆԵԳԻԱ

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

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԽՈՐՀՈՒՐԴ

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Յ.Ս. Գևորգյան (*главный редактор*), Ռ.Մ. Арутюнян (*заместитель главного редактора*), А.Г. Есаян (*ответственный секретарь*), Г. Г. Геворкян, А.А. Трчунян, Л.Р. Манвелян, С.Х. Маýрапетян, Ж.А. Варданян

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

THE EDITORIAL BOARD

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

THE EDITORIAL COUNCIL

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

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

• Փորձարարական և տեսական հոդվածներ •

Առաքելյան Ա.Ս. Արևելյան տառեխիկի <i>Alburnoides eichwaldii</i> (De Filippi, 1863) (Cyprinidae, Actinopterygii) բազմացման առանձնահատկությունները Դեբեդ և Աղստև գետերի ավազանում (Հայաստան)	6
Ղալաջյան Լ.Մ., Թադևոսյան Ա.Յ., Ալեքսանյան Ջ.Ս., Թովմասյան Ա.Յ., Վարդանյան Ա.Պ., Դարյադար Մ.Խ. Ռադիոնուկլիդների կուտակումը դեղատու պատրիսջում հիդրո- պոնիկական տարբեր համակարգերի եվ հողի պայմաններում	14
Պետրոսյան Դ.Պ., Գալստյան Մ.Յ., Խաժակյան Դ.Ռ. Մշակման տարբեր եղանակների ազդեցությունը հողի ագրոմելիորատիվ վիճակի վրա	20
Սիմոնյան Ռ.Ս., Աղաջանովա Ե.Ս., Բաբայան Մ.Ա., Սիմոնյան Գ.Ս., Ալեքսանյան Ս.Ս., Աղաջանով Մ.Ա., Սիմոնյան Մ.Ա. Արյան շիճուկի NADPH-պարունակող լիպոպրոտեինի ակտիվացնող ազդեցությունը էրիթրոցիտների NADPH-օքսիդազի վրա I տիպի շաքարային դիաբետով հիվանդների մոտ	25
Բալայան Ա.Լ., Թերլեմեզյան Յ.Լ., Սարգսյան Ս.Ս. Գազարի ցանքերում հերբիցիդ միուրայի կիրառման որոշ էկոլոգիական ասպեկտներ	32
Կարապետյան Մ.Ա., Բադալյան Ի.Ա., Աղամյան Ն.Յու. Հակահիպոթեսանտի ազդեցությունը կենսաբժիկական պրոցեսների և օրգանիզմի ընդհանուր վիճակի վրա հիպոթեսիկ սթրեսի պրոպագանդներում	36
Հովակիմյան Ժ.Յ., Մուրադյան Ն.Ն. Ներմուծված ասպիրակների (<i>SPIRAEA</i> L.) Էկո- ֆիզիոլոգիական հարմարողականությունը Հայաստանի բուսաբանական այգիներում և Իջևանի դենդրոպարկում	42
Նաղաշյան Յ.Զ., Գրիգորյան Լ.Յ., Հակոբյան Ա.Ռ., Երիբեկյան Ս.Վ., Սամսոնյան Վ.Լ. Լոռու և Արագածոտնի մարզերի արոտավայրերի գնահատականը մոնիթինգների թրթուրներով վարակված օրիբատիդային տզերի նկատմամբ	47
Հովսեփյան Ա.Յ., Մայրապետյան Խ.Ս., Պողոսյան Գ.Յ., Էլոյան Ս.Ա., Եղիազարյան Ա.Ս. Սովորական սրնգենու (<i>Ligustrum Vulgare</i> L.) տնկանյութի արտադրությունը և արդյունավետությունը բացօթյա հիդրոպոնիկայի պայմաններում	51
Հակոբյան Ս.Յ., Բալաշյան Մ.Յու. <i>Leptestheria dahalacensis</i> (Ruppel, 1837) (Spinicaudata) և <i>Branchipodopsis terpogossiani</i> Smirnov, 1936 (Anostraca) հազվադեպ խոշկառոտ խեցգետնակերպերի (Crustacea: Branchiopoda) Նոր գտածոներ Հայաստանում	56
Հայրապետյան Ն.Կ., Խաչատրյան Մ.Յ., Թադևոսյան Ա.Յ. Աղենոզիկ և կաթնաթթվի փոխանակության փոխկապակցվածությունը առնետների հյուսվածքներում կրցքագեղձի քաղցկեղի պայմաններում	60
Խաչատրյան Յ.Ս., Խաչատրյան Ն.Խ., Զամայան Ռ.Գ. Նյարդաակտիվ ամինաթթվային կոմպ- լեքսի հակադիաբետազեն ազդեցությունը ալոբանային դիաբետի մոդելի վրա	66
Պողոսյան Ս.Յ., Պողոսյան Մ.Վ., Գրիգորյան Ա.Ս., Պարոնիկյան Ռ.Վ., Ստեփանյան Յ.Ս., Գրիգորյան Ա.Գ., Հարությունյան Ա.Ա. Նոր սպիրոսկոպիկոլիզների հակամանրէային և հակամոնոամինոօքսիդազային հատկությունները	70
Զալանթարյան Վ.Պ., Ղազարյան Ռ.Ս., Զանարյան Գ.Լ., Սողոմոնյան Լ.Ռ. Ճառա- գայթված ԴՆԹ-միտոքոնդրոն կոմպլեքսի ջերմակայունությունը լիզանդի փոքր լցումների դեպքում	74
Առաքելով Վ.Գ. Խոզերի աֆրիկյան ժանտախտի վիրուսի ԴՆԹ պոլիմերազ X -ի 5'-Ք կապման կենտրոնի հնարավոր արգելակիչների ուսումնասիրություն	79
Պողոսյան Լ.Յ., Հակոբյան Ժ.Ի., Մարգարյան Ա.Ս., Բադալյան Ռ.Բ., Սիմոնյան Ա.Ա. Պրոլիլով հարուստ պոլիպեպտիդի ազդեցությունը ԱԵՖազների և պուրինոնուկլեոզիդֆոսֆո- րիլազի ակտիվության վրա տարբեր տարիքի սպիտակ առնետների գլխուղեղի ու լյարդի միտոքոնդրիումներում կորագլով մակածված էպիլեպտանման նոպաների դեպքում	85
Կոբեյան Յ.Յ., Գևորգյան Գ.Ա. Հայաստանի Հրազդան գետի և “Երևանյան լիճ” ջրամբարի ջրաէկոլոգիական ուսումնասիրությունը Հայաստանում	93

СОДЕРЖАНИЕ

•Экспериментальные и теоретические статьи•

<i>Аракелян А. С.</i> Особенности размножения восточной быстрянки <i>Alburnoides eichwaldii</i> (De Filippi, 1863) (Cyprinidae, Actinopterygii) в бассейне рек Дебед и Агстев (Армения)	6
<i>Калачян Л.М., Тадевосян А.О., Алексанян Дж.С., Товмасын А.О., Варданян А.П., Дарядар М.Х.</i> Накопление радионуклидов в мелиссе лекарственной в условиях различной гидропонической системы и почвы.....	14
<i>Петросян Д.П., Галстян М.А., Хажакян Д.Р.</i> Влияние разных методов обработки на агрономическое состояние почвы.....	20
<i>Симонян Р.М., Агаджанова Е.М., Бабалян М.А., Симонян Г.М., Алексанян С.С., Агаджанов М.И., Симонян М.А.</i> Активирующее влияние NADPH содержащего липопротеина сыворотки крови на эктосомальную NADPH оксидазу-эритроцитов у больных при диабете 1 типа	25
<i>Балаян А.Л., Терлемезян Л.Г., Саркисян С.М.</i> Некоторые экологические аспекты применения гербицида миура на посевах моркови.....	32
<i>Карапетян М.А., Бадалян И.А., Адамян Н.Ю.</i> Влияние антигипоксанта на биохимические процессы и на общее физиологическое состояние организма в условиях гипоксического стресса.....	36
<i>Овакимян Ж.О., Мурадян Н.Н.</i> Экофизиологическая адаптация интродуцированных видов таволги (<i>Spiraea</i> L.) в ботанических садах Армении и Иджеванском дендропарке	42
<i>Нагашиян О.З., Григорян Л.Г., Акопян А.Р., Ерибемян С.В., Самсонян В.Л.</i> Оценка пастбищ Лорийской и Арагацотнской областей путем обнаружения зараженности орибатидных клещей личинками мониезиоза.....	47
<i>Овсепян А.Г., Майрапетян Х.С., Погосян Г.Ю., Элоян С.А., Егиазарян А.С.</i> Производство и эффективность посадочного материала бирючины обыкновенной (<i>Ligustrum Vulgare</i> L.) в условиях открытой гидропоники.....	51
<i>Акопян С.А., Калачян М.Ю.</i> Новые находки редких жаброногих ракообразных (Crustacea: branchiopoda) <i>Leptestheria dahalacensis</i> (Ruppel, 1837) (Spinicaudata) и <i>Branchiopodopsis terpogossiani</i> Smirnov, 1936 (Anostraca) в Армении.....	56
<i>Айрапетян Н.К., Хачатрян М.А., Трчунян А.А.</i> Взаимосвязь метаболизма аденозина и лактата в тканях крыс при опухоли молочной железы.....	60
<i>Хачатрян Р.С., Хачатрян Н.Х., Камалян Р.Г.</i> Антидиабетогенное действие комплекса нейтроактивных аминокислот на модели аллоксанового диабета.....	66
<i>Погосян С.А., Погосян М.В., Григорян А.С., Пароникян Р.В., Степанян Г.М., Арутюнян А.А.</i> Антибактериальные и антимонотаминооксидазные свойства новых спирооксоиндолинов.....	70
<i>Калантарян В.П., Казарян Р.С., Канарян Г.Л., Согомонян Л.Р.</i> Термостабильность комплексов облученных ДНК с митоксантроном при малых заполнениях лиганда.....	74
<i>Аракелов В.Г.</i> Изучение возможных ингибиторов 5'-Р сайта связывания ДНК-полимеразы X вируса африканской чумы свиней.....	79
<i>Погосян Л.Г., Акопян Ж.И., Маргарян А.С., Бадалян Р.Б., Симонян А.А.</i> Воздействие пролином богатого полипептида на активность АТФазы и пуридинуклеозид-фосфорилазы в митохондриях мозга и печени белых крыс разных возрастов при коразол-индуцированных эпилептиформных припадках.....	85
<i>Кобелян Р.О., Геворгян Г.А.</i> Гидроэкологическое исследование реки Раздан и водохранилища "Ереванская лич", Армения.....	93

CONTENTS

•Experimental and theoretical articles•

Arakelyan A.S. Spawning features of Kura chub <i>Alburnoides eichwaldii</i> (De Filippi, 1863) (Cyprinidae, Actinopterygii) in the basin of Debed and Aghstev rivers (Armenia)	6
Ghalachyan L.M., Tadevosyan A.H., Alexanyan J.S., Tovmasyan A.H., Vardanyan A.P., Daryadar M.Kh. Accumulation of radionuclides in <i>Melissa officinalis</i> L. in different hydroponic systems and soil conditions	14
Petrosyan D.P., Galstyan M.H., Khazhakyan D.R. The influence of various tillage methods of agromeliorative condition of soil	20
Simonyan E.M., Aghajanova M.A., Babayan G.M., Simonyan H.M., Alexanyan S.S., Aghajanyan M. I., Simonyan M.A. Activating influence of blood serum NADPH containing lipoprotein on erythrocytes extosomal NADPH oxidase in patients with type I diabetes	25
Balayan A.L., Terlemezyan H.L., Sargsyan S.M. Some ecological aspects of application of herbicide miura on carrot sowing	32
Karapetyan M.A., Badalyan I.A., Adamyan N.Y. The influence of antihypoxic property on biochemical processes and general physiological state of organism in hypoxic stress conditions.....	36
Hovakimyan J.H., Muradyan N.N. Eco-physiological adaptation of introduced species of meadowsweet (<i>Spiraea</i> L.) in the botanical gardens and Idjevan dendropark of Armenia.....	42
Naghashyan H.Z., Grigoryan L.H., Hakobyan A.R., Yeribakyan S.V., Samsonyan V.L. Grassland assessment in Lori and Aragatsotn regions by detecting oribatid ticks, infected by larvae of moniezia.....	47
Hovsepian A.H., Mayrapetyan Kh.S., Poghosyan G.Y., Eloyan S.A., Eghiazaryan A.S. The productivity and efficiency of planting material of <i>Ligustrum Vulgare</i> L. in conditions of open-air hydroponics.....	51
Hakobyan S.H., Kalashian M.YU. New findings of rare fairy shrimps (Crustacea: Branchiopoda) <i>Leptestheria dahalacensis</i> (Ruppel, 1837) (Spinicaudata) and <i>Branchipodopsis terpogossiani</i> Smirnov, 1936 (Anostraca) in Armenia.....	56
Hayrapetyan N.K., Khachatryan M.A., Trchounian A.A. The Correlation between the Metabolism of Adenosine and Lactic Acid in the Tissues of Rats with the Tumor of the Mammary Gland.....	60
Khachatryan H.S., Khachatryan N.Kh., Kamalyan R.G. Antidiabetogen action of the neuroactive amino acid complex in the alloxan induced diabetes.....	66
Pogosyan S.A., Pogosyan M.V., Grigoryan A.S., Paronikyan R.V., Stepanyan H.M., Harutyunyan A.A. Antibacterial and antimonoaminoxidase properties of new spirooxindolines	70
Kalantaryan V.P., Ghazaryan R.S., Qanaryan L.G., Soghomonyan L.R. Thermal stability of irradiated DNA complexes with mitoxantrone at small ligand fillings.....	74
Arakelov V.G. Study of the African swine fever virus DNA Polymerase X 5'-P interaction site possible inhibitors.....	79
Poghosyan L.H., Akopian J.I., Margaryan A.S., Badalyan R.B., Simonyan A.A. Influence of proline rich polipeptide on ATPase and PNP activity in different ages rats brain and liver mitochondria during corazole-induced epileptiform convulsions.....	85
Kobelyan H.H., Gevorgyan G.A. Hydroecological investigation of the Hrazdan River and "Yerevanyan Lich" Reservoir, Armenia.....	93



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

Biolog. Journal of Armenia, 4 (71), 2019

SPAWNING FEATURES OF KURA CHUB *ALBURNOIDES EICHWALDII* (DE FILIPPI, 1863) (CYPRINIDAE, ACTINOPTERYGII) IN THE BASIN OF DEBED AND AGHSTEV RIVERS (ARMENIA)

A.S. ARAKELYAN

¹*Foundation for Restoration of Sevan trout stocks and Development for Aquaculture
biology.arakelyan@gmail.com*

Spawning features of Kura chub *Alburnoides eichwaldii* (De Filippi, 1863) distributed in the basin of Debed and Agstev Rivers have been studied. It has been revealed that the Kura chub in the basin of Debed and Agstev Rivers becomes mature at the beginning of the second year when it has no less than 60 mm body length. The spawning period starts from April and lasts until the end of July. During this period, the females spawn three times, laying from 1362 to 8245 eggs. Males are supposed to become mature earlier than female, and at first elder individuals with larger body length spawn.

Kura chub – Alburnoides eichwaldii – River Debed – River Agstev – spawning – absolute individual fertility

Ուսումնասիրվել են Դեբեդ և Աղստև գետերի ավազանում տարածված արևելյան տառեխիկի *Alburnoides eichwaldii* (De Filippi, 1863) բազմացման առանձնահատկությունները: Պարզվել է, որ Դեբեդ և Աղստև գետերի ավազաններում արևելյան տառեխիկի սեռահասունությունը վրա է հասնում մարմնի 60 մմ-ից ոչ պակաս երկարության և կյանքի երկրորդ տարվա սկզբում: Բազմացման շրջանը սկսվում է ապրիլից և կարող է շարունակվել մինչև հուլիսի վերջը, որի ընթացքում էգերը ընդմիջումներով ձվադրում են երեք անգամ՝ ընդհանուր առմամբ դնելով 1362-ից մինչև 8245 ձկնկիթ: Բացահայտվել է, որ արուներն ավելի վաղ են հասունանում էգերից, իսկ առաջին հերթին բազմանում են առավել խոշոր և տարեց առանձնյակները:

Արևելյան տառեխիկ – Alburnoides eichwaldii – Դեբեդ գետ – Աղստև գետ – բազմացում – անհատական բացարձակ բեղունություն

Изучены особенности размножения восточной быстрянки *Alburnoides eichwaldii* (De Filippi, 1863) в бассейне рек Дебед и Агстев. Выяснено, что в изученных водоемах половозрелость быстрянки наступает при длине тела более 60 мм и в начале второго года жизни. Нерестовый период начинается с апреля и может продолжаться до конца июля. В этот период самки порционно размножаются до трех раз, откладывая от 1362 до 8245 икринок. Выявлено, что самцы созревают раньше самок и, в первую очередь, размножаются более крупные и зрелые особи.

Восточная быстрянка – Alburnoides eichwaldii – река Дебед – река Агстев – размножение – индивидуальная абсолютная плодовитость

Kura chub *Alburnoides eichwaldii* (De Filippi, 1863) is widely spread in Armenian freshwaters and is found on the height up to 2200 meters above the sea level [6, 12]. During the recent decades it has accidentally appeared in Lake Sevan [1, 10] and in the downstairs of Dzknaget [9], as well as Argichi, Vardenis, Tsakqar and Gavaraget rivers belonging to its basin and river Hrazdan source [2, 16]. Kura chub found here was formerly regarded as Armenian subspecies of Kura chub *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782) *Alburnoides bipunctatus armeniensis* Dadikyan, 1972 [5, 6]. Later, based on the comparative analysis of morphological characteristics of Kura chub spread in Southern Caucasus freshwaters by different authors, it was recommended to consider the *Alburnoides bipunctatus armeniensis* as junior synonym for Kura chub *Alburnoides eichwaldii* (De Filippi, 1863) [11, 15].

Currently, Kura chub is a widespread fish species also in the basin of Debed and Aghstev rivers. In spite of its widespreadness and numerous quantity, many biological features of this fish species haven't been fully described and studied so far. Thus, taking it into full account, we have set a goal to study spawning features of Kura chub in the basin of Debed and Aghstev rivers, the description of which is the aim of the current work.

Materials and methods. 480 individuals of Kura chub have been studied caught from Aghstev (n=109, Dilijan), Pambak (n=86, Nalband village surroundings) and Debed rivers (n=285, Sanahin station surroundings) between the periods of 2015 and 2017-2018. The fish were caught by a fishing hook, a fishing net with 70 cm diameter, a hand fishing net with 55 cm diameter, as well as a fishing rod. The fertility was determined among Kura chub of III-IV or IV stage of gonad sexual maturity. The determination of fish maturity coefficient, individual absolute fertility and relative fertility, as well as the calculation of spawning were guided by the recommendations of Pravdin [13] and Ivankov [7]. For determination of age, the number of annual rings on the scales between the ribs and the backbone was calculated according to the methods used in Ichthyology [13, 14].

The obtained data were processed using approved statistical methods [4, 8], and statistical calculations were performed using Stat soft statistics 12.5 analytical package and MS Excel 2019 computer software.

Results and Discussion. In Debed, Pambak, and Aghstev rivers, the Kura chub becomes mature at the end of the second year or at the beginning of the third year, which is also observed in the Kura chub of other freshwaters in the Armenia [3, 6]. So, in Pambak river, the Kura chub becomes mature at the beginning of the second year, when the length of the body (*l*) reaches 60 mm and its weight (*Q*) reaches 6 grams. The youngest mature female studied here had 62.10 mm length and 6.0 g weight. Similar indicators of body length to reach maturity are also indicated by Dadikyan [6], according to which the youngest mature female was 62 mm long.

Judging by the maturation status of the reproductive organs and the presence of fish egg of various stages of development, the spawning season in the areas of Debed and Aghstev rivers studied by us begins in May and may continue with intervals until August. During this time small, round, cream epithelial tubercles appear on the snout, operculum, scale and first ray of pectoral fin of males. Moreover, the beginning and the end of spawning are closely connected with the temperature of the place of residence and other conditions necessary for spawning, as evidenced by other authors [6]. So, 2 and 3 year old females of Kura chubs in river Pambak have been in the 4th stage of maturity at the end of May, when the maturity coefficient was 11.11-30.77 (tab. 1). They have three generations of eggs, each of which differs in size (tab. 2). It is known that Kura chub belongs to polycyclic spawning fish species and spawning fish eggs in its various populations may range from two to four [3, 6].

Table 1. Indicators of fertility and maturity coefficient of Kura chub in Pabak River by age, mass and body length (20.05.2018)

Age	<i>l</i> , mm	<i>Q</i> , g	MC	IAF	RF	n
	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	
2	$\frac{72.77 \pm 1.46}{62.10 - 80.00}$	$\frac{9.15 \pm 0.62}{6.00 - 13.00}$	$\frac{17.54 \pm 1.93}{11.11 - 30.77}$	$\frac{2722.17 \pm 327.99}{1362 - 5256}$	$\frac{297.91 \pm 25.10}{170 - 438}$	13
3	$\frac{81.86 \pm 0.85}{77.30 - 94.70}$	$\frac{13.24 \pm 0.47}{8.00 - 19.00}$	$\frac{17.88 \pm 1.09}{11.67 - 28.46}$	$\frac{3952.62 \pm 251.87}{2431 - 8245}$	$\frac{298.85 \pm 14.43}{174 - 469}$	25
Average	$\frac{78.75 \pm 1.02}{62.10 - 94.70}$	$\frac{11.84 \pm 0.94}{6.00 - 19.00}$	$\frac{17.76 \pm 0.94}{11.11 - 30.77}$	$\frac{3531.68 \pm 217.87}{1362 - 8245}$	$\frac{298.53 \pm 12.40}{170 - 469}$	38

Table 2. The fertility and fish egg sizes of Kura chub in Pambak river by fish egg generation (20.05.2018)

Age	1st generation of fish eggs		2nd generation of fish eggs		3rd generation of fish eggs		n
	Quantity (number)	Diameter, mm	Quantity (number)	Diameter, mm	Quantity (number)	Diameter, mm	
	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	
2	$\frac{851.09 \pm 117.95}{340 - 1760}$	$\frac{1.28 \pm 0.06}{0.93 - 1.61}$	$\frac{946.13 \pm 148.57}{364 - 2000}$	$\frac{0.86 \pm 0.02}{0.75 - 1.00}$	$\frac{924.94 \pm 145.40}{196 - 1885}$	$\frac{0.60 \pm 0.03}{0.45 - 0.84}$	13
3	$\frac{1236.60 \pm 127.65}{181 - 3520}$	$\frac{1.32 \pm 0.04}{0.96 - 1.75}$	$\frac{1529.67 \pm 198.42}{507 - 5480}$	$\frac{0.94 \pm 0.01}{0.87 - 1.10}$	$\frac{1186.35 \pm 107.83}{85 - 2280}$	$\frac{0.63 \pm 0.01}{0.50 - 0.80}$	25
Average	$\frac{1104.72 \pm 96.16}{181 - 3520}$	$\frac{1.30 \pm 0.04}{0.93 - 1.75}$	$\frac{1330.04 \pm 144.96}{364 - 5481}$	$\frac{0.91 \pm 0.01}{0.75 - 1.10}$	$\frac{1096.92 \pm 86.85}{85 - 2280}$	$\frac{0.62 \pm 0.01}{0.45 - 0.84}$	38

The individual absolute fertility (IAF) of Kura chub in Pambak river ranges from (IAF) from 1362 to 8245 fish egg. Here, the second generation of fish eggs dominates somehow, making up about 36% of total fish egg, and the first and third generations are 32%, respectively (tab. 2). At the same time, IAF indicators increase with age, while maturity coefficient and relative fertility indicators do not differ significantly among separate age groups (tab. 1). However, it is observed that different generations of two-year-old fish eggs have on average smaller diameter than three-year-old eggs (tab. 2).

The changes of IAF indicators of Kura chub in river Pambak are more closely related to fish body mass ($r=0.70$), than to the body length ($r=0.64$), and the correlation coefficient with age is quite low ($r=0.46$) (fig. 1). Other indicators of such a correlation were observed in Sevan basin, where Kura chub IAF in Dzknaget was more closely related to fish body mass ($r=0.77$) and age ($r=0.72$), than body length changes ($r=0.68$) [3].

At the end of June, 2017 Kura chubs in Pambak river were in IV-V and VI-III stages of maturity, when the maturity coefficient of 2-4 year old fish was 2.33-26.36 (tab. 3), and in the ovaries 2 generations of fish eggs with trophoplasmic growth were observed (tab. 4). The presence of different stages of maturation of gonad (IV-V and VI-III) and the large differences of maturation coefficient indicated by us (2.33-26.36) witness, that Kura chub in Pambak river start spawning at the end of May and at the beginning of June, which with intervals continues until July.

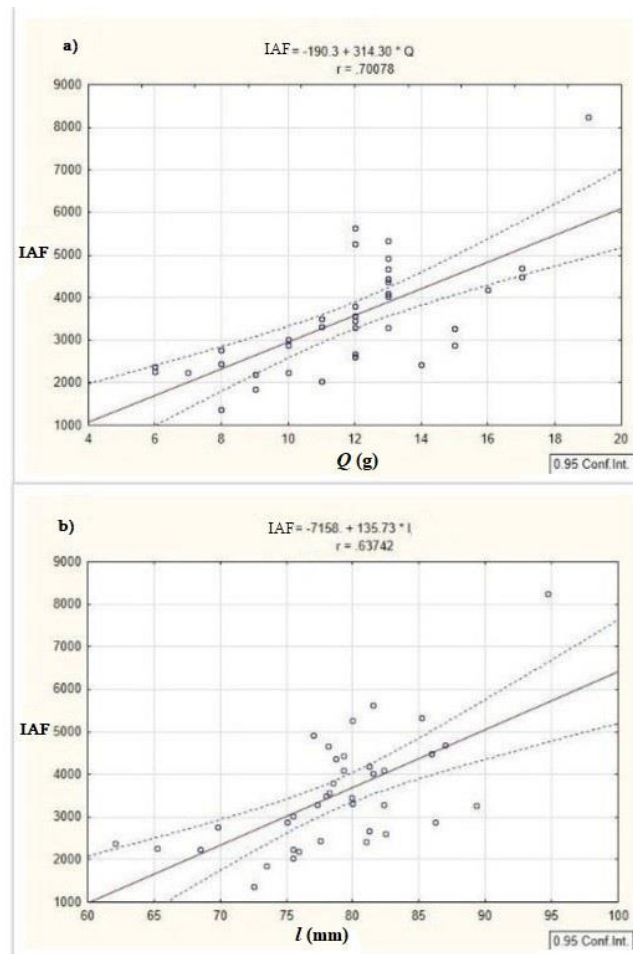


Fig. 1. Kura chub in Pambak river a) Correlation relation between IAF and mass changes, b) Correlation relation between IAF and body length changes.

Table 3. Indicators of fertility and maturity coefficient of Kura chub in river Pambak by age, mass and body length (22.06.2017)

Age	<i>l</i> , mm	<i>Q</i> , g	MC	IAF	RF	n
	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	
2	$\frac{81.68 \pm 1.00}{77.00 - 86.40}$	$\frac{12.00 \pm 0.53}{9.00 - 15.00}$	$\frac{13.02 \pm 2.12}{2.33 - 26.36}$	$\frac{2445.81 \pm 303.76}{316 - 3640}$	$\frac{202.04 \pm 21.21}{26 - 268}$	11
3	$\frac{89.35 \pm 1.08}{86.50 - 98.00}$	$\frac{16.40 \pm 0.80}{13.00 - 20.00}$	$\frac{20.64 \pm 1.41}{13.33 - 25.94}$	$\frac{3812.95 \pm 244.31}{2844 - 4939}$	$\frac{232.33 \pm 9.40}{196 - 282}$	10
4	$\frac{105.2}{-}$	$\frac{28.0}{-}$	$\frac{24.11}{-}$	$\frac{5738}{-}$	$\frac{204.91}{-}$	1
Average	$\frac{86.24 \pm 1.41}{77.00 - 105.20}$	$\frac{14.73 \pm 0.91}{9.00 - 28.00}$	$\frac{16.99 \pm 1.48}{2.33 - 26.36}$	$\frac{3216.86 \pm 263.02}{316 - 5738}$	$\frac{215.94 \pm 11.38}{26 - 282}$	22

Table 4. The fertility and fish egg sizes of Kura chub in Pambak river according to the fish egg generations (22.06.2017)

Age	1st generations of fish eggs		2nd generations of fish eggs		n
	Quantity (number)	Diameter, mm	Quantity (number)	Diameter, mm	
	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	
2	$\frac{739.06 \pm 97.17}{95 - 1260}$	$\frac{1.27 \pm 0.06}{0.98 - 1.57}$	$\frac{1706.75 \pm 225.26}{221 - 2451}$	$\frac{0.76 \pm 0.03}{0.55 - 0.95}$	11
3	$\frac{1328.65 \pm 107.49}{912 - 1825}$	$\frac{1.46 \pm 0.04}{1.25 - 1.59}$	$\frac{2484.30 \pm 176.69}{1824 - 3115}$	$\frac{0.85 \pm 0.03}{0.70 - 0.95}$	10
4	$\frac{3510}{-}$	$\frac{1.4}{-}$	$\frac{2228}{-}$	$\frac{1.02}{-}$	1
Average	$\frac{1133.01 \pm 147.70}{95 - 3510}$	$\frac{1.36 \pm 0.04}{0.98 - 1.59}$	$\frac{2083.85 \pm 156.37}{221 - 3115}$	$\frac{0.81 \pm 0.03}{0.55 - 1.02}$	22

For comparison it is worth mentioning that the IAF of Kura chub of other Armenian rivers on average can reach up to 3400, forming 990 fish eggs among the smallest (body length 62 mm), and 5990 among the largest female (body length 95 mm). It should be noted that relative fertility of Kura chub in terms of 1 g of body weight varies from 150-380 fish egg, however, in large individuals, this ratio decreases slightly [6]. It is of utmost importance that Kura chub IAF in Dzknaget river belonging to the basin of Lake Sevan has bigger indicators and varies among 1160-12000 fish egg [3], which witnesses the great potential for further distribution of this fish species in the basin of Sevan and favorable conditions for it.

We have also calculated maturity coefficients of gonad of males in river Pambak for June, 2017 and May 2018 (tab. 5). According to our data indicators of male maturity coefficient in May exceed the corresponding indicators of June, which in its turn confirms our assumption of their spawning for the first time in late May and early June. It should be noted that male maturity coefficient indicators grow along the age (tab. 5), which may indirectly indicate that first of all the larger and older fish species with higher maturity coefficients spawn.

Table 5. Maturity coefficient of male Kura chub in Pambak river by age group

Age	22.06.2017				13.05.2018			
	<i>l</i> , mm	<i>Q</i> , g	MC	n	<i>l</i> , mm	<i>Q</i> , g	MC	n
	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$		$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	
1	-	-	-	-	$\frac{62.93 \pm 3.55}{59.60 - 68.70}$	$\frac{5.33 \pm 1.08}{4.00 - 7.00}$	$\frac{8.50 \pm 3.82}{2.50 - 13.00}$	3
2	$\frac{79.34 \pm 1.23}{73.50 - 83.30}$	$\frac{10.75 \pm 0.48}{9.00 - 13.00}$	$\frac{9.01 \pm 1.18}{6.50 - 15.91}$	8	$\frac{72.76 \pm 2.50}{61.50 - 81.50}$	$\frac{8.43 \pm 0.97}{4.00 - 11.00}$	$\frac{10.55 \pm 1.11}{7.50 - 15.00}$	7
3	$\frac{84.97 \pm 0.68}{83.20 - 86.70}$	$\frac{12.67 \pm 0.37}{12.00 - 14.00}$	$\frac{7.27 \pm 0.79}{3.85 - 8.33}$	6	$\frac{85.35 \pm 5.16}{81.70 - 89.00}$	$\frac{15.50 \pm 3.54}{13.00 - 18.00}$	$\frac{10.81 \pm 0.76}{10.28 - 11.35}$	2
Average	$\frac{81.75 \pm 1.07}{73.50 - 86.70}$	$\frac{11.57 \pm 0.40}{9.00 - 14.00}$	$\frac{8.27 \pm 0.75}{3.85 - 15.91}$	14	$\frac{72.40 \pm 2.74}{59.60 - 89.00}$	$\frac{8.83 \pm 1.21}{4.00 - 18.00}$	$\frac{10.08 \pm 0.97}{2.50 - 15.00}$	12

We have also studied the dynamics of maturity coefficient changes of gonads of females and males in Debed river for April-July, 2018. As shown in the graph (fig. 2), the maturity coefficient of females in April and May doesn't change significantly and on average is 10.99 ± 0.63 ($n=16$) and 11.08 ± 0.41 ($n=12$) respectively. It reduced sharply in June, forming on average 5.86 ± 0.74 ($n=64$), and rose again in July, reaching indicators of May, on average forming 10.44 ± 0.67 ($n=79$). Such a regularity is indicated in males, when the maturity coefficient was on average 4.50 ± 0.80 ($n=12$) in April, 3.32 ± 0.48 ($n=6$) and 3.02 ± 0.86 ($n=23$) in May and June, and 3.94 ± 0.30 ($n=73$) in July.

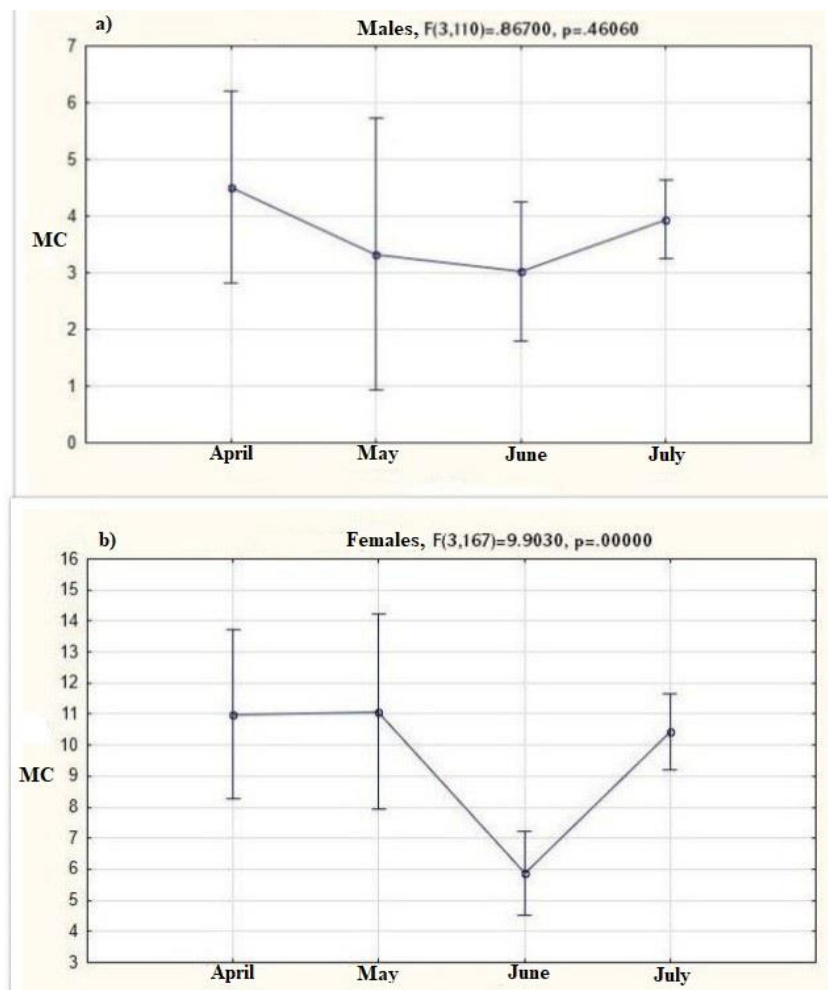


Fig. 2. The dynamics of maturity coefficient of a) male and b) female Kura chub in river Debed by months

The regular change in the above figures indicates that Kura chubs in Debed River begin spawning in late April and may continue with some intervals until July. At the same time, our observations indicate that both in Pambak and Debed rivers larger and older individuals of Kura chubs spawn earlier in April and June, and smaller and younger fish begin spawning later and can continue until the end of July.

It is worth mentioning that in the period preceding the spawning season, the maturity coefficients for males are higher than that for females. Thus, the maturity coefficient for females in Aghstev river in March was lower than that for males, on average, respectively forming 6.74 ± 1.07 ($n=13$) and 10.20 ± 3.07 ($n=6$) (fig. 3). Such a situation may indicate that males become mature earlier than females and are ready for mating earlier. As in Pambak and Debed rivers, in Aghstev river as well Kura chub stop spawning in August, when the maturity coefficient for females is on average 3.00 ± 0.32 ($n=56$), and for males 1.37 ± 0.12 ($n=34$).

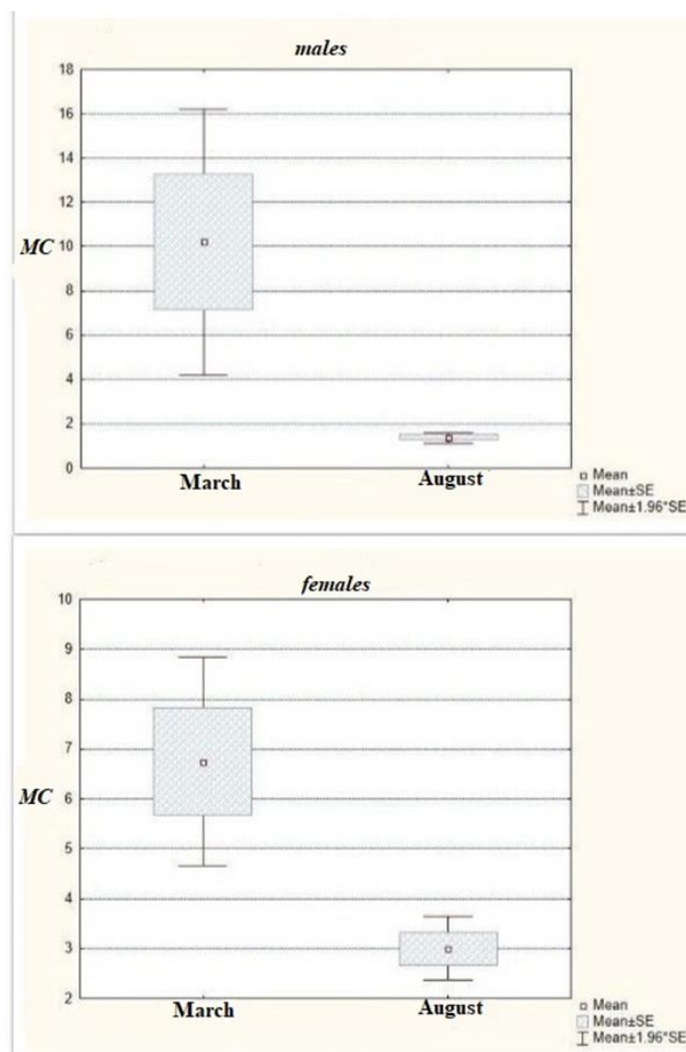


Fig. 3. Comparison of the maturity coefficients of male (a) and female (b) Kura chub in Aghstev River by months

Summing up the above mentioned, we can conclude that Kura chub in the basins of Debed and Aghstev rivers becomes mature in case of not less than 60 mm body length and at the age of two. The spawning season begins in April and can continue until July, when higher maturity coefficients are observed.

Being a polycyclic spawning species, Kura chub typically lay three times in the studied rivers, generally laying from 1362 to 8245 fish eggs having a diameter of 0.55-1.02 mm at the stages of III-IV and IV. Moreover, males become mature earlier than females, and first of all larger and older individuals spawn. Spawning of the latter occurs in April-June, and egg laying of smaller and younger fish begins later and may continue until the end of July. At the end of summer, in August the spawning season for Kura chub is over.

REFERENCES

1. Քարսեղյան Ն.Է., Վարդանյան Տ.Վ. Սևանա լճի համար նոր տեսակ հանդիսացող հայկական տառեխիկի (*Alburnoides bipunctatus armeniensis* (Osteichthyes, Cyprinidae)) կենսաբանական բնութագիրը. Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 63, 2, էջ 87-89, 2011:
2. Վարդանյան Տ.Վ., Քարսեղյան Ն.Է. Սևանա լճի ավազանում հայկական տառեխիկների (*Alburnoides bipunctatus armeniensis* (Osteichthyes, Cyprinidae)) տարածվածությունը և կենսաբանական բնութագիրը: Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 64, 4, էջ 11-15, 2012:
3. Վարդանյան Տ.Վ. Սևանա լիճ ներմուծված նոր ձկնատեսակների կենսաբանական և էկոլոգիական առանձնահատկությունները լճի մակարդակի բարձրացման պայմաններում: Սեղմագիր կենս. գիտ. թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար, Երևան, 132 էջ, 2013:
4. Տիգրանյան Է.Ա. Կենսաբանություն: Ուսումնական ձեռնարկ: Երևան: Կրթության ազգային ինստիտուտ, 332 էջ, 2009:
5. Дадикян М.Г. Новый подвид европейской быстрянки . Вopr. Ихтиологии, 12, вып. 3 (74), с. 566-569, 1972.
6. Дадикян М.Г. Рыбы Армении. Ереван, АН АрмССР, 245 с, 1986.
7. Иванков В.Н. Плодовитость рыб: Методы определения, изменчивость, закономерности формирования. Учеб. пособие. Владивосток: изд-во Дальневост. ун-та, 87 с., 1985.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия. Учебное пособие для биол. спец. вузов, 4-е изд., перераб. и доп. М., Высшая школа, 352 с., 1990.
9. Левин Б.А., Рубенян А.Р. Первые сведения о проявлении армянской быстрянки *Alburnoides bipunctatus armeniensis* (Osteichthyes, Cyprinidae) в бассейне озера Севан. Биология внутр. вод. N 3, с. 81-83, 2007.
10. Левин Б.А., Рубенян А.Р. Аннотированный список ихтиофауны Армении. В кн.: "Экология озера Севан в период повышения его уровня. Результаты исследований российско-армянской биологической экспедиции по гидробиологическому обследованию озера Севан (Армения) (2005-2009 гг)". Махачкала: Наука ДНЦ, с. 229-242, 2010.
11. Пипоян С.Х. О таксономическом положении армянской быстрянки *Alburnoides bipunctatus armeniensis* Dadikyan, 1972 (Cyprinidae, Pisces) // Биолог. ж. Армении, 60, вып. 1-2, с. 66-71, 2008.
12. Пипоян С.Х. Ихтиофауна Армении: этапы формирования и современное состояние. ISBN 978-3-8473-9977-3, 548 с., 2012.
13. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М., Пищ. пром-сть, 376 с., 1966.
14. Решетников Ю. С., Попова О. А. О методиках полевых ихтиологических исследований и точности полученных результатов. Водные биологические ресурсы. Труды ВНИРО, 156, с. 114-131. 2015.
15. Bogutskaya N.G., Coad B.W. A review of vertebral and fin-ray counts in the genus *Alburnoides* (Teleostei: Cyprinidae) with a description of six new species. Zoosystematica Rossica, 18(1), p. 126-173, 2009.
16. Dallakyan M.R., Asatryan V.L., Barseghyan N.E., Vardanyan T.V., Yepremyan H.V., Hayrapetyan A.H. The study of the biocenoses formed in the water covered areas of Lake Sevan. NAS RA, Electronic Journal of Natural Sciences, 2, Issue 2 /19/, p. 31-33, 2012.

Received on 01.08.2019



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4 (71), 2019

ՈԱԴԻՈՆՈՒԿԼԻԴՆԵՐԻ ԿՈՒՏԱԿՈՒՄԸ ԴԵՂԱՏՈՒ ՊԱՏՐԻՆՋՈՒՄ ՀԻԴՐՈՊՈՆԻԿԱԿԱՆ ՏԱՐԲԵՐ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ԵՎ ՀՈՐԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Լ.Ս. ՂԱԼԱԴՅԱՆ, Ա.Յ. ԹԱԴԵՎՈՍՅԱՆ, Զ.Ս. ԱԼԵԽՍԱՆՅԱՆ,
Ա.Յ. ԹՈՎՄԱՍՅԱՆ, Ա.Պ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Մ.Խ. ԴԱՐՅԱԴԱՐ

ՀՀ ԳԱԱ Գ.Ս. Դավթյանի անվան հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտ
lauraghalachyan@yahoo.com

Ուսումնասիրվել են β -ճառագայթող բնական և տեխնածին ռադիոնուկլիդների (ՐՆ) կուտակման առանձնահատկություններն Արարատյան դաշտի ցողաջրաշիթային, դասական հիդրոպոնիկայի և հողի պայմաններում մշակված դեղատու պատրիճում (*Melissa officinalis* L.): Պարզվել է, որ ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկայի բույսերը ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությամբ զիջել են դասական հիդրոպոնիկայի մշակաբույսերին 1,1-1,5 և 1,2-1,8; իսկ հողային մշակաբույսերին՝ 1,3-1,7 և 1,3-2,0 անգամ: Այսինքն, ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկ եղանակն ապահովել է ռադիոէկոլոգիապես առավել անվտանգ բուսահումքի ստացում, քան դասական հիդրոպոնիկան և հողը: Միաժամանակ, դեղատու պատրիճի դեղահումքում վերահսկվող տեխնածին ՌՆ-ի (^{90}Sr , ^{137}Cs) պարունակությունը չի գերազանցել ՍԹԽ-ն:

Դեղատու պատրիճ – գումարային β -ռադիոակտիվություն – տեխնածին բնական ռադիոնուկլիդներ – ցողաջրաշիթային և դասական հիդրոպոնիկա-հող

Изучались особенности накопления β -излучающих естественных и техногенных радионуклидов (РН) в мелиссе лекарственной (*Melissa officinalis* L.), выращенной в условиях водоструйной классической гидропоники и почвы Араратской равнины. Выяснилось, что по содержанию ^{90}Sr и ^{137}Cs растения водоструйной гидропоники уступали растениям классической гидропоники в 1,1-1,5 и 1,2-1,8 раза, а растениям почвы в 1,3-1,7 и 1,3-2,0 раза. Таким образом, водоструйный гидропонический метод обеспечил получение радиоэкологически более безопасного растительного сырья, чем классическая гидропоника и почва. Одновременно содержание контролируемых техногенных РН (^{90}Sr , ^{137}Cs) в лекарственном сырье мелиссы лекарственной не превышало ПДК.

Мелисса лекарственная – суммарная β -радиоактивность – техногенные, естественные радионуклиды – водоструйная и классическая гидропоника – почва

The accumulation peculiarities of β -emitting natural and technogenic radionuclides (RN) were studied in *Melissa officinalis* L. cultivated in Ararat valley's water stream, classical hydroponic and soil conditions. It was found that plants grown under water stream hydroponics conditions have 1.1-1.5 and 1.2-1.8 times lower content of ^{90}Sr and ^{137}Cs than the ones grown under classical hydroponics, and 1.3-1.7 and 1.3-2.0 times lower than the plants grown in soil conditions. So the water stream hydroponics is safer radio-ecological method for production of plant raw material, than classical hydroponics and soil culture. At the same time the content of controlled technogenic RN (^{90}Sr , ^{137}Cs) don't exceed MACL in plants of *Melissa officinalis* L.

Melissa officinalis L.– summary β -radioactivity – technogenic, natural radionuclides – water stream and classical hydroponics-soil

Հայտնի է, որ բնական և տեխնածին ռադիոնուկլիդները (ՌՆ) ագրոհամակեցությունների կենսատերկրաբիմիական ոռոգիչ ջուր-հող-բույս և հիդրոպոնիկական սուբստրատ-սննդալուծույթ-բույս փոխանցման շղթաների միջոցով կուտակվում են մշակաբույսերում (մասնավորապես, դեղաբույսերում), ինչի հետևանքով կարող են ներթափանցել մարդու օրգանիզմ՝ հանգեցնելով վտանգավոր հիվանդությունների առաջացման: Կենսաբանորեն պոտենցիալ մեծ վտանգ են ներկայացնում ^{90}Sr (կիսատրոհման պարբերությունը՝ $T_{1/2}=28,6$ տարի) և ^{137}Cs ($T_{1/2}=30,1$ տարի) տեխնածին ՌՆ-ը [1, 3, 7, 9, 11-16]: Ուստի, դեղահումբում վերահսկվող տեխնածին ՌՆ-ի՝ ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակության և գումարային β -ռադիոակտիվության վերահսկումը համարվում է արդիական և հրատապ խնդիր:

Հայկական ատոմային էլեկտրակայանը (ՋԱԷԿ) գտնվում է Արարատյան դաշտում, որի 30 կմ շառավիղով գոտին իր մեջ ներառում է Երևանը: Հաշվի առնելով վերոնշյալը, ռադիոէկոլոգիապես առավել անվտանգ դեղահումբի ստացման նպատակով մեր կողմից ուսումնասիրվել են β -ճառագայթող բնական և տեխնածին ՌՆ-ի կուտակման առանձնահատկությունները ցողաջրաշիթային, դասական հիդրոպոնիկայի և հողի պայմաններում մշակված դեղատու պատրիկներում:

Նյութ և մեթոդ: Գիտափորձերը դրվել են 2015-2018 թթ. ՀՀ ԳԱԱ Հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտում, Արարատյան դաշտի բնակլիմայական պայմաններում, ծովի մակերևույթից մոտ 950 մ բարձրության վրա: Կլիման խիստ ցամաքային է, օդի ամսական միջին ջերմաստիճանը հուլիս-օգոստոս ամիսներին $25-26^{\circ}\text{C}$ է, տեղումների տարեկան միջին գումարը հասնում է մինչև 300 մմ [2]: Հետազոտությունների համար օբյեկտ է ծառայել դեղատու պատրիկը (*Melissa officinalis* L.), որը շրթնածաղկավորների ընտանիքին պատկանող 50-120 սմ բարձրությամբ բազմամյա դեղատու և եթերայուղատու խոտաբույս է (սկ.1): Պատրիկն զարգանում է հակաօքսիդիչներով, բարձրացնում է իմունիտետը, ունի հակաբորբոքային և հակավիրուսային հատկություն: Բուժման նպատակով օգտագործվում են տերևները և վերևի ընձյուղները՝ գլխացավի, աղեստամոքսային, սրտանոթային համակարգի հիվանդությունների դեպքում, կիրառվում է վահանազեղծի գերֆունկցիայի ժամանակ: Պատրիկն չի ստացվում եթերայուղը լայն կիրառում ունի դեղագործության, սննդի և օժանելիքի արտադրության մեջ [8, 10]:

Դեղատու պատրիկի հիդրոպոնիկ եղանակով ստացված սածիլները 1 մ² վրա 8 բույս խտությամբ տնկարկվել են ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկական համակարգի փորձնական մոդուլներում (գլանային, ակոսային, համատարած), յուրաքանչյուրը 8 մ² մակերեսով, դասական հիդրոպոնիկական փոքրաչափ վեգետացիոն անոթներում (2 մ²) և հողային մշակույթի պայմաններում (2 մ²): Որպես լցանյութ կիրառվել է նախօրոք KMnO_4 -ի 0,05 %-ոց լուծույթով ախտահանված, 3-15 մմ մասնիկների տրամագծով հրաբխային խարամը: Բույսերը սնուցվել են Գ.Ս.Դավթյանի կողմից առաջարկված սննդալուծույթով (0,75 Ն) [4], ինչը ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկայում պարբերաբար օրվա ընթացքում (գարնանը և աշնանը՝ 6-8 անգամ, իսկ ամռանը՝ 10-20 անգամ հաճախականությամբ և 10-15 վրկ տևողությամբ) շիթի ձևով անվերադարձ մղվել է բույսի արմատաբնակ միջավայր: Մեկանգամյա տրվող լուծույթի չափը կազմել է գարնանը՝ 20-30, ամռանը և աշնանը՝ 30-50 մլ/բույս: Դասական հիդրոպոնիկայում բույսերը սնուցվել են գարնանը և աշնանը օրը 1-2, իսկ ամռանը՝ 2-3 անգամ, հողային մշակույթում ջրվել են 3-4 օրը 1 անգամ:

Հետազոտությունների համար փորձանմուշներ են վերցվել սննդալուծույթի պատրաստման համար օգտագործված ելային արտեզյան ջրից, սննդալուծույթից, 0-30սմ հողաշերտից և դեղատու պատրիկի վերգետնյա զանգվածից:

Հողը ծառայել է որպես ստուգիչ, որում հումուսը կազմել է 1,5-2,5 %, հարուստ է ֆոսֆորով և կալիումով: Հողային մշակույթում պահպանվել են անհրաժեշտ ագրոտեխնիկական կանոնները (հողի փխրեցում, պարարտացում, մոլախոտերի հեռացում, պարբերաբար ոռոգում): Ստուգիչի հողերը ոռոգվել են արտեզյան ջրով: Փորձանմուշներում ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությունը և գումարային β -ռադիոակտիվությունը որոշվել են ռադիոբիմիական մեթոդներով՝ ՄՄՓ-1500 փոքր ֆոնային սարքի միջոցով [6]: Ստացված տվյալները համեմատվել են սահմանաթույլատրելի խտությունների (ՍԹԽ) հետ [1, 5, 15]:



Նկ.1. Դեղատու պատրինջը դասական հիդրոպոնիկայում

Արդյունքներ և քննարկում: Հայտնի է, որ ՌՆ-ը ներթափանցում են բույսերի մեջ արմատների միջոցով՝ արմատաբևակ միջավայրից և տերևների միջոցով՝ օդային ավազանից [1, 7, 9, 11-16]: Պարզվել է, որ հիդրոպոնիկայում արմատների միջոցով բույսերի մեջ ՌՆ-ը ներթափանցել են սննդալուծույթից (սննդալուծույթի պատրաստման համար օգտագործված ելային արտեզյան ջրում $^{90}\text{Sr}=0,04$ Բթ/լ, $^{137}\text{Cs}=0,003$ Բթ/լ, իսկ սննդալուծություն՝ $^{90}\text{Sr}=0,44$ Բթ/լ, $^{137}\text{Cs}=0,03$ Բթ/լ, խմելու ջրի համար ՍԹԽ $^{90}\text{Sr}=5,0$ Բթ/լ, $^{137}\text{Cs}=11,0$ Բթ/լ [1]), իսկ հողում՝ ոռոգիչ ջրից և հողից (հողաշերտի խորությունը 0-30սմ, որում $^{90}\text{Sr}=6,9$ Բթ/կգ, $^{137}\text{Cs}=8,0$ Բթ/կգ): Կարելի է ենթադրել, որ տեղի է ունեցել նաև բույսերի վերգետնյա օրգանների մեջ ՌՆ-ի ներթափանցում օդային ավազանից (մթնոլորտային տեղումներ, փոշի, ծուխ, մուր, աերոզոլներ և այլն): Ընդ որում, օդային ավազանում գերակշռել է ^{137}Cs -ը [1]: Հայտնի է, որ բնական ջրերում ՌՆ-ից գերակշռում է ^{90}Sr -ը [1, 3], որը պայմանավորված է դրա մեծ շարժունակությամբ: Արտեզյան ջրում $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ հարաբերությունը կազմել է 13,3, որը նույնպես վկայում է դրա մասին:

Բուսահումքի որակը բնութագրող կարևոր ցուցանիշ է տեխնածին ՌՆ-ի՝ ^{90}Sr և ^{137}Cs պարունակության համապատասխանությունը ընդունված ռադիոէկոլոգիական անվտանգության չափանիշներին: Ռադիոէկոլոգիական վերլուծության արդյունքները ցույց են տվել, որ Արարատյան դաշտի միևնույն ռադիոէկոլոգիական լարվածության պայմաններում (ՀԱԷԿ-ի տեխնածին ազդեցության 30 կմ շառավիղով գոտի) բույսերի մշակման եղանակը որոշակիորեն ազդել է բուսահումքի ռադիոակտիվության վրա (աղ. 1, 2): Ընդ որում, ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկայում մշակված բույսերը ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությամբ զիջել են դասական հիդրոպոնիկայում մշակվածներին 1,1-1,5 և 1,2-1,8; իսկ հողային մշակաբույսերին՝ 1,3-1,7 և 1,3-2,0 անգամ (աղ. 1):

Աղյուսակ 1. Դեղատու պատրինջի բուսահումքում ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությունը և հարաբերական ցուցանիշները հիդրոպոնիկայում և հողում

Տարբերակ	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	ԴՀ, ⁹⁰ Sr/ ¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
	Բթ/կգ			Կգ	
Գլանային	3,7	4,1	0,06	8,4	137
Ակոսային	4,4	4,6	0,06	10,0	153
Համատարած	5,0	6,2	0,05	11,4	207
Դասական հիդրոպոնիկա	1,1	7,3	0,05	12,9	243
Հող (ստուգիչ)	1,1	8,3	0,90	0,9	1,0
ՍԹԽ [1, 5, 15]	100	400	-	-	-

Այսինքն, ռադիոէկոլոգիապես առավել անվտանգ բուսահումքի ստացում ապահովել է ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկական համակարգը: Դա նշանակում է, որ ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկական համակարգում դասականի նաև հողայինի համեմատ,

ստեղծվել են բույսերի աճեցման ռադիոէկոլոգիապես ավելի բարենպաստ պայմաններ: Կարելի է ենթադրել, որ մեր գիտափորձերում օդային ավազանից ՌՆ-ը մուտք են գործել ինչպես հողի, այնպես էլ դասական հիդրոպոնիկայի լցանյութերի մեջ, որտեղից տեղաշարժվել են հող-բույսի արմատ-վերգետնյա օրգան և հիդրոպոնիկ լցանյութ-սնդարար լուծույթ-բույսի արմատ-վերգետնյա օրգան փոխանցման շղթաներով: Մինչդեռ, ցողաջրաշիթային համակարգում դա տեղի չի ունեցել, քանի որ լցանյութերը պոլիէթիլենային թաղանթով մեկուսացված են օդային ավազանից: Բացի դրանից, ցողաջրաշիթային համակարգում կիրառվել է բույսերի արմատներին սնդակալուծույթի մղման ցողաջրաշիթային եղանակը, որի դեպքում, միաժամանակ, փոքրացել է սնդարար լուծույթի ծախսը և լցանյութերի հետ սնդարար լուծույթի շփման մակերեսը: Դա հանգեցրել է բույսերի արմատաքնակ սնդամիջավայրում ՌՆ-ի քանակի փոքրացմանը և սնդարար լուծույթ – բույսի արմատ-վերգետնյա օրգան փոխանցման շղթայով ՌՆ-ի տեղաշարժի նվազմանը: Արդյունքում, ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկ համակարգում բույսի արմատաքնակ միջավայրում ռադիոլարվածությունը զգալիորեն նվազել է, որի շնորհիվ ստացվել է ռադիոէկոլոգիապես ավելի անվտանգ բուսահումք դասական հիդրոպոնիկայի և հողի համեմատ:

Թեև սնդակալուծույթում ^{90}Sr -ը գերազանցել է ^{137}Cs -ին մոտ 15 անգամ, սակայն հիդրոպոնիկ բուսահումքում գերակշռում է ^{137}Cs -ը (1,1-1,3 անգամ): Սա հաստատվում է նաև $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ զույգի դիտվող հարաբերակցությունների (ԴՀ) ($^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ բույսում $\div ^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ սնդակալուծույթում կամ հողում) [7] արժեքներով, որոնք հիդրոպոնիկայում կազմել են 0,05-0,06, իսկ հողում՝ 0,90: Այսինքն՝ ԴՀ<1-ից, ինչը նշանակում է, որ բույսերն ավելի ինտենսիվ կլանել են ^{137}Cs -ը (աղ. 1): Սա թույլ է արտահայտված հողում: Այսպես, ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկայում ^{137}Cs -ի կուտակման գործակիցը (ԿԳ) (ՌՆ-ի քանակը բույսում $\div$ ՌՆ-ի քանակը սնդակալուծույթում կամ հողում) $>^{90}\text{Sr}$ -ի ԿԳ-ից 16,5 անգամ, դասականում՝ 19 անգամ, իսկ հողում՝ 1,1 անգամ:

Բացահայտվել է, որ հողում մշակված բույսերը, թեև գումարային β -ակտիվությամբ զիջել են (1,1 անգամ) հիդրոպոնիկայի բույսերին, սակայն գումարային β -ակտիվության մեջ ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի մասնաբաժնով գերազանցել են դրանց (աղ. 2):

Աղյուսակ 2. Դեղատու պատրիսնջի գումարային β -ռադիոակտիվությունը և ՌՆ-ի մասնաբաժինը հիդրոպոնիկայում և հողում

Տարբերակ	Գումարային β-ակտիվություն, Բք/կգ	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	Ուրիշ ՌՆ
		մասնաբաժինը β-ակտիվության մեջ, %		
Գլանային	540	0,7	0,7	98,6
Ակոսային	550	0,8	0,8	98,4
Համատարած	560	0,9	1,1	98,0
Դասական	570	1,0	1,3	97,7
Հող(ստուգիչ)	500	1,3	1,7	97,0
ՍԾԽ [15]	1000	-	-	-

Այսպես, բույսերի գումարային β -ակտիվության մեջ ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի մասնաբաժինը միասին գլանայինում կազմել է 1,4 %, ակոսայինում՝ 1,6 %, համատարածում՝ 1,9 %, դասական հիդրոպոնիկայում՝ 2,3 %, իսկ հողում՝ 3,0 % (աղ. 2), ինչը նշանակում է, որ ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկայում ստացված բուսահումքը ռադիոէկոլոգիապես ավելի անվտանգ է, քան դասական հիդրոպոնիկայում և հողում: Կարելի է ենթադրել, որ β -ճառագայթող այլ տեխնածին (^{89}Sr , ^{134}Cs , ^{129}I , ^{131}I , ^{60}Co և այլն) ու բնական (^{40}K , ^{210}Pb , ^{228}Ra և այլն) ՌՆ-ի մասնաբաժինը միասին գլանայինում կազմել է 98,6 %, ակոսայինում՝ 98,4 %, համատարածում՝ 98,0 %, դասական հիդրոպոնիկայում՝ 97,7 %, իսկ հողում՝ 97,0 %:

Նշված ՌՆ-ից ամենամեծ β -ռադիոակտիվությամբ (89,33 %) առանձնանում է ^{40}K -ը [7, 16]: Ըստ Առողջապահության համաշխարհային կազմակերպության, բուսահումքը կարելի է համարել էկոլոգիապես անվտանգ, եթե դրանում β -ճառագայթող բնական և տեխնածին ՌՆ-ի քանակը չի գերազանցում 1,0 Բք/գ սահմանը [15]:

Աղ. 2-ի տվյալները ցույց են տալիս, որ անկախ մշակման եղանակից, դեղատու պատրիկի բուսահումքն էկոլոգիապես անվտանգ է, ընդ որում, ցողաշրաշիթային հիդրոպոնիկ եղանակով ստացվածն՝ առավել անվտանգ: Հիդրոպոնիկայում և հողում ստացված բուսահումքում վերահսկվող տեխնածին ՌՆ-ի (^{90}Sr , ^{137}Cs) պարունակությունը չի գերազանցել ՍԹԽ-ն:

Այսպիսով, մեր ուսումնասիրությունների արդյունքում բացահայտվել է, որ ցողաշրաշիթային հիդրոպոնիկ եղանակն ապահովել է դեղատու պատրիկի ռադիոէկոլոգիապես ավելի անվտանգ դեղահումքի ստացում, քան դասական հիդրոպոնիկան և հողը:

Գործնական առաջարկ. Դեղատու պատրիկի դեղահումքի արտադրման համար առաջարկվում է նախընտրել ցողաշրաշիթային հիդրոպոնիկ կենսատեխնոլոգիական եղանակը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. ՀՀ կառավարությանն առընթեր միջուկային անվտանգության կարգավորման պետական կոմիտեի գործունեության հաշվետվություն, 2014թ. www.anra.am/upload/Annu...
2. Վալեսյան Լ.Վ. Դամբ. Հայաստանի ազգային ատլաս, Ա հատոր, Ե., 232 էջ, 2007:
3. Бутаев А.М., Абдулаева А.С., Гурьев М.А. Радиоактивность природных вод и искусственные радионуклиды в объектах биосферы Дагестана. Вестник Дагестанского научного центра, 24, с.62-69, 2006.
4. Давтян Г.С. Гидропоника. В кн.: Справочная книга по химизации сельского хозяйства. М., Колос, с. 382-385, 1980.
5. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы. М., Центр санитарно-эпидемиологического нормирования гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России. М, 116 с., 1999.
6. Павлоцкая Ф.И. Методы определения ^{90}Sr и других изотопов. В кн.: Физико-химические методы исследования почв. М., 126 с., 1966.
7. Сельскохозяйственная радиоэкология. Под ред. Р.М. Алексахина. Н.А. Корнеева. М., Экология, 400 с., 1992.
8. Adefunmilayo E. Taiwo, Franco B. Leite, Greice M. Lucena, Marilia Barros, Dâmaris Silveira, Mônica V. Silva, and Vania M. Ferreira. Anxiolytic and antidepressant-like effects of *Melissa officinalis* (lemon balm) extract in rats: Influence of administration and gender. Indian J Pharmacol., 44, 2, 189-192, 2012.
9. Adewumi Alao A. Evaluation of the Gross Alpha and Beta Radioactivity Concentration in Some Agricultural Products (Vegetables and Fruits) Obtained in Two Oil Fields in the Niger Delta Region of Nigeria. Journal of Environment Pollution and Human Health, 4, 4, 78-82, 2016.
10. Alijaniha F., Naseri M., Afsharypuor S., Fallahi F., Noorbala A., Mosaddegh M., Faghihzadeh S., Sadrai S. Heart palpitation relief with *Melissa officinalis* leaf extract: double blind, randomized, placebo controlled trial of efficacy and safety. J Ethnopharmacol. 164:378-84, 2015.
11. Fábio V. Sussa, Sandra R. Damatto, Marcos M. Alencar, Barbara P. Mazzilli and Paulo S. C. Silva. Natural radioactivity determination in samples of *Peperomia pellucida* commonly used as medicinal herb. 2011 International Nuclear Atlantic Conference – INAC, 2011, Belo Horizonte, MG, Brazil, October 24-28, 2011.
12. Laith A. Najam, Nada F. Tafiq, Fouzey H. Kitah. Estimation of Natural Radioactivity of Some Medicinal or Herbal Plants Used in Iraq. Detection, 2015, 3, 1-7 Published Online January in SciRes 2015, <http://www.scirp.org/journal/detection>
<http://dx.doi.org/10.4236/detection.2015.31001>
13. Oprea E., Pintilie V., Bufnea V., Aprotosoiaie A., Cioancă O., Trifan A., Hăncianu M. Radionuclides content in some medicinal plants commonly used in Romania. Farmacia, 62, 4, 658- 663, 2014.

14. Tettey-Larbi L., Darko E.O., Schandorf C., Appiah A.A. Natural radioactivity levels of some medicinal plants commonly used in Ghana. Springer Plus 2: 157. DOI 10.1186/2193-1801-2-157. 2013.
15. WHO. Guidelines for drinking water quality and other screening levels of various categories of foods. 6th ed., World Health Organization, Geneva, Switzerland. 2008.
16. Zivkov-Balos M., Mihaljev Z., Cupic Z. Content of Trace Elements and Some Radionuclides in Lucerne (*Medicago sativa*). Biotechnology in Animal Husbandry 27 (3), 591-598, 2011.

Ստացվել է 07.06.2019



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4 (71), 2019

ՄՇԱԿՄԱՆ ՏԱՐԲԵՐ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԻ ԱՉԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀՈՂԻ ԱԳՐՈՍԵԼԻՈՐԱՏԻՎ ՎԻՃԱԿԻ ՎՐԱ

Դ.Պ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Մ.Յ. ԳԱԼՍՏՅԱՆ, Դ.Ռ. ԽԱՅԿՅԱՆ

Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան
daniel_petrosyan@yahoo.com, galstyan.merujan@mail.ru, khazhakyanyan@gmail.com

Հոդվածում ներկայացված են մշակման տարբեր եղանակների ազդեցությամբ հողի ագրոմելիորատիվ վիճակի և աշնանացան ցորենի բերքատվության փոխազդեցությունների վերաբերյալ կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքները:

Կոտայքի մարզի Հրազդանի տարածաշրջանի անջրդի երկրագործության պայմաններում 2016-2018 թվականների հետազոտություններով պարզվել է, որ սևահողերում աշնանացան ցորենի մշակությունը հողի մշակման փորձարկված երեք եղանակներից (խորը վար 22-26 սմ, միայն փխրեցում 10-12 սմ, զրոյական մշակում) արդյունավետը միայն հողի փխրեցումն է, որը խորը վարի և զրոյական մշակման համեմատությամբ առավել բարերար է ազդել հողի ագրոմելիորատիվ հատկությունների վրա, նպաստել բերրիության բարձրացմանը և վերջնարդյունքում ապահովել 51,8 գ/հա հատիկի բերք, որն էլ առաջարկվում է արտադրությունում ներդնելու համար:

Հողի մշակում – ագրոմելիորատիվ հատկություն – աշնանացան ցորեն –
տեխնոլոգիա – բերքատվություն

В статье представлены результаты исследования взаимосвязи агромелиоративного состояния почвы и урожайности озимой пшеницы при применении различных способов обработки.

Исследования, проведенные в 2016-2018 гг. в условиях богарного земледелия Разданского района Котайкского марза, показали, что при возделывании озимой пшеницы на черноземах из трех исследуемых способов обработки почвы (глубокая вспашка 22-26 см, только рыхление 10-12 см, нулевая обработка) наиболее эффективным является рыхление, которое по сравнению с глубокой вспашкой и нулевой обработкой оказало более благоприятное воздействие на агромелиоративные свойства почвы, способствовало повышению ее плодородия и, в конечном итоге, обеспечило получение 51,8 ц/га урожая зерна, следовательно, предлагается для внедрения в производство.

Обработка почвы – агромелиоративные свойства – озимая пшеница –
технология – урожайность

The article presents the results of research on agromeliorative condition of soil and their effect on winter wheat yield under the influence of various tillage methods.

Studies conducted in 2016-2018 showed that out of three tested methods of tillage (deep plowing 22-26 cm, only loosening 10-12 cm, no-till farming) under conditions of dry land farming of black soils, winter wheat cultivation in the Hrazdan district of Kotayk marz loosened, compared to deep plowing and no-till farming and had a more favorable effect on agromeliorative properties,

contributed on increase of fertility and as a result provided 51.8 centners/ha of wheat crop, for agricultural production.

Soil tillage – agromeliorative properties – winter wheat – technology – yield

Հողը գյուղատնտեսական արտադրության հիմնական միջոց է, դրա բերրիությանը ու արտադրողականությանը է պայմանավորված երկրագնդի բնակչության սննդամթերքի հարաճուն պահանջի բավարարումը:

Գիտատեխնիկական առաջընթացի արդի փուլում հսկայական չափերի է հասել հողային ռեսուրսների ակնհայտ օգտագործումը: Բնական ու անթրոպոգեն գործոնների ազդեցությամբ տարեց տարի ավելանում է հողատարածքների դեգրադացվածության մասշտաբները: Ըստ ՊԳԿ-ի տվյալների՝ երկրագնդի հողային ռեսուրսների 60 %-ը տարաբնույթ ճնշումների ազդեցությամբ ենթարկվել է տարբեր աստիճանի էրոզացվածության և ամեն տարի համաշխարհային օվկիանոս է լցվում հսկայական քանակությամբ սննդամթերքով ու հումուսով հարուստ մանրահող՝ դառնալով հողերի արտադրողականության նվազման գլխավոր պատճառը [1, 2, 3]: Հողը, որպես Էկոհամակարգերի բոլոր հիմնական գործընթացների կրող ու մասնակից, մարդու չկշռադատված գործունեության արդյունքում ենթարկվում է տարաբնույթ փոփոխությունների, որի հետևանքով ընկնում է Էկոլոգիական համակարգերի արտադրողականությունը և թուլանում դրանց կայունությունը [4]:

Գյուղատնտեսության մեջ տեխնիկայի օգտագործումը տարաբնույթ աշխատանքներում (վարի, ցանքի, մշակության, բերքահավաքի, տեղափոխման, վերամշակման և այլն) նպաստում է արտադրողականության և աշխատանքի արդյունավետության բարձրացմանը: Սակայն լայնամասշտաբ փորձարկումները ցույց են տալիս, որ ոչ բոլոր նորագույն տեխնոլոգիաներն են, որ կարող են դառնալ հողի Էկոլոգիական հավասարակշռության ապահովող գործոն: Երբեմն առանձին տեխնոլոգիաների կիրառությունը ոչ միայն չի նպաստում հողի բերրիության բարձրացմանն ու արտադրողականության ավելացմանը, գյուղատնտեսական մշակաբույսերի աճի ու զարգացման համար անհրաժեշտ օդային, ջրային և սննդային բարենպաստ պայմանների առաջացմանը, այլև հանգեցնում է հողի կառուցվածքի խախտմանը, օրգանական նյութերի արագ հանքայնացմանը և բերրիության անկմանը: Հետևաբար, ցանկացած ուսումնասիրություն, որը նպատակաուղղված է հողի մշակության այս կամ այն տեխնոլոգիային, որը միտված է ագրոգենոզների արտադրողականության բարձրացմանն ու հողերի բերրիության ապահովմանը, այժմ էական է և բխում է հանրապետության գյուղատնտեսության և բնապահպանության ռազմավարության պահանջներից:

Նյութ և մեթոդ: Ուսումնասիրությունները կատարվել են 2016-2018 թվականներին, Կոտայքի մարզի Հրազդանի տարածաշրջանի Ալափարս համայնքի պայմաններում: Դաշտային փորձերը դրվել են երեք կրկնողությունով, յուրաքանչյուր փորձամարզի մեծությունը կազմել է 100 մ²: Հետազոտությունների բոլոր տարիներին դաշտային փորձերը դրվել են կրազուրկ են թատիպի սևահողերում, որը բնորոշ է Հրազդանի տարածաշրջանի համար և աշնանացան հացահատիկային մշակաբույսերը (հիմնականում աշնանացան ցորեն) մշակվում են այդ հողատիպի վրա, որտեղ վարելաշերտում հումուսը կազմում է 5,8 %, ունեն գրեթե չեզոք միջավայր (рН-ը 6,9-7,1), հեշտ հիդրոլիզվող ազոտի պարունակությունը 4,39 մգ, ֆոսֆորը՝ 6,5 մգ, իսկ փոխանակային կալիումը՝ 38 մգ 100 գ հողում: Փորձադաշտի հողերը հումուսով միջակ են ապահովված, ազոտով՝ թույլ, իսկ ֆոսֆորով և կալիումով՝ լավ:

Հետազոտությունները նպատակ են հետապնդել տարածաշրջանում առաջին անգամ ուսումնասիրել հողի մշակման տարբեր եղանակների ազդեցությամբ հողերի մեխորատիվ վիճակի և մշակվող աշնանացան ցորենի («Բեզոստյա-1») բերքատվության կրած փոփոխությունները, բացահայտել հողամշակման և ստացված բերքի լավագույն տարբերակը գյուղատնտեսական արտադրությունում ներդնելու համար: Դաշտային փորձերը դրվել են երեք տարբերակով. 1. Խոր վար 22-26 սմ; 2. Միայն փխրեցում 10-12 սմ; 3. Չրոյական մշակություն (միայն ուղիղ ցանքով): Աշնանացան ցորենի ցանքի, հետագա մշակումների և բերքահավաքի աշխատանքները իրականացվել են տարածաշրջանում ընդունված ագրոկանոնների համաձայն:

Բոլոր տարբերակներում պարարտացումը կատարվել է աշնանը, հանքային պարարտանյութերի միևնույն նորմաներով՝ $N_{90}P_{60}K_{60}$ (ազոտը նյութի հաշվով): Հողերի մելիորատիվ վիճակը ուսումնասիրելու համար ջրաթափանցելիությունը որոշվել է Ն.Ա. Կաչինսկու մեթոդով, ջրակայուն ագրեգատները՝ Սավինովի մեթոդով [7, 5], ագրոքեմիական և ագրոֆիզիկական ցուցանիշները՝ համընդհանուր մեթոդներով, որոնք բերված են Բ.Ա. Յագոդինի խմբագրությամբ հրատարակված ագրոքեմիայի անալիզների մեթոդական ձեռնարկում [8]: Աշնանացան ցորենի բերքի բանակը որոշվել է բերքահավաքի ժամանակ համատարած բերքի հաշվառման մեթոդով: Բերքատվության տվյալները ենթարկվել են մաթեմատիկական վերլուծության, փորձի սխալի (S_x , %) և ամենատեղի տարբերության ($M \pm S$ 0,95, g) որոշումով, դիսպերսիոն վերլուծության մեթոդով [6]:

Աղյուսակներ և բնասրկում: Հողի մարդածին ծանրաբեռնվածության կարևորագույն ցուցիչ է հանդիսանում մեխանիկական դեգրադացումը, որի վերաբերյալ հավաստի տեղեկություն են տալիս հողի մելիորատիվ վիճակին առնչվող ուսումնասիրությունները: Կոտայքի մարզի Ալափարսի վարելահողերում կատարված հետազոտություններով պարզվել է, որ հողի մշակման տարբեր եղանակները տարբեր կերպ են ազդել հողի մելիորատիվ վիճակի վրա (աղ. 1): Ինչպես ցույց են տալիս աղյուսակի տվյալները, հողի մելիորատիվ վիճակը բնութագրող կարևորագույն ցուցանիշներից համարվող դաշտային սահմանային խոնավությունը, ջրաթափանցելիությունը և ջրակայուն ագրեգատների բանակությունը առավել բարձր է հողի մշակումը միայն փխրեցման (10-12 սմ) տարբերակում, այնուհետև զրոյական մշակության, հետո նոր միայն 22-26 սմ խորը վարի տարբերակում: Ուսումնասիրություններից պարզվել է, որ ինտենսիվ երկրագործության համակարգում իրականացվող միջոցառումների ընթացքում, տվյալ դեպքում խորը վարի ժամանակ ծանր տեխնիկայի օգտագործման պայմաններում, հողի մելիորատիվ վիճակը բնութագրող ցուցանիշները կրում են բացասական փոփոխություն: Մասնավորապես, այս պարագայում խորը վարի ժամանակ վարելահողի կառուցվածքը խախտվում է (փոշիացվում), ենթավարելաշերտն ամրացվում, դիտվում է վարելահողի խորությամբ մանրահողի տեղաշարժ դեպի խորք, վատանում է հողի ագրոֆիզիկական վիճակը և արդյունքում թուլանում է արտադրական կարողությունն ու վերականգնման ունակությունը: Այս հանգամանքով է բացատրվում նաև հողի օպտիմալ ծավալային զանգվածի ($1,10-1,17$ գ/սմ³) և ընդհանուր նորմալ ծակոտկենության (50-55 %) ցուցանիշներից խորը վարի տարբերակում նշված մեծությունների շեղումները: Այսպես, եթե զրոյական մշակման և միայն փխրեցման տարբերակներում հողի ծավալային զանգվածը համապատասխանաբար կազմել է $1,11$ և $1,19$ գ/սմ³, իսկ ընդհանուր ծակոտկենությունը՝ 50 և 56 %, ապա խորը վարի տարբերակում այդ ցուցանիշները զգալիորեն շեղվել են օպտիմալ մեծություններից և կազմել $1,44$ գ/սմ³ և 43,0 %:

Աշնանացան ցորենի արմատները դժվարությամբ են ներթափանցում միաձուլյ սևահողերի հողաշերտով $1,42$ գ/սմ³ ամրացվածության դեպքում, իսկ $1,50$ գ/սմ³ ամրացվածության դեպքում ընդհանրապես չեն թափանցում: Միաժամանակ պարզել է, որ հողի ամրացվածությունը $0,1$ գ/սմ³-ով մեծանալու դեպքում ընդհանուր հաշվով մշակաբույսերի բերքատվությունը նվազում է 6-8 %-ով, հացահատկի բերքը՝ 2-10 գ/հա-ով [3]:

Համանման երևույթ տեղի է ունեցել մեր կողմից իրականացված գիտափորձերի ընթացքում, և աշնանացան ցորենի բերքատվության նման տարբերությունը խորը վարի տարբերակում շուրջ 11 գ/հա-ով բերքի պակասը միայն փխրեցման տարբերակի և $7,2$ գ/հա-ով՝ զրոյական մշակման տարբերակի համեմատ, որովհետև մեր փորձերում հողի ամրացվածությունը խորը վարի տարբերակում կազմել է $1,44$ գ/սմ³, իսկ ընդհանուր ծակոտկենությունը՝ միայն 43,0 %: Ըստ Հայրապետյանի [3], աշնանացան ցորենի արմատները դժվարությամբ են ներթափանցում միաձուլյ սևահողերի հողաշերտով $1,42$ գ/սմ³ ամրացվածության դեպքում, իսկ $1,50$ գ/սմ³ ամրացվածության դեպքում ընդհանրապես չեն թափանցում: Հեղինակները միաժամանակ պարզել են, որ հողի ամրացվածությունը $0,1$ գ/սմ³-ով մեծանալու դեպքում ընդհանուր հաշվով մշակաբույսերի բերքատվությունը նվազում է 6-8 %-ով, հացահատկի բերքը՝ 2-10 գ/հա-ով [3]:

Համանման երևույթ տեղի է ունեցել մեր կողմից իրականացված գիտափորձերի ընթացքում, և աշնանացան ցորենի բերքատվության նման տարբերությունը խորը վարի տարբերակում շուրջ 11 g/հա-ով բերքի պակասը միայն փխրեցման տարբերակի և 7,2 g/հա-ով՝ զրոյական մշակման տարբերակի համեմատ, որովհետև մեր փորձերում հողի ամրացվածությունը խորը վարի տարբերակում կազմել է 1,44 գ/սմ³, իսկ ընդհանուր ծակոտկենությունը՝ միայն 43,0 %:

Աղյուսակ 1. Հողի մշակության եղանակով պայմանավորված հողերի մելիորատիվ վիճակը բնութագրող որոշ ցուցանիշները Հրազդանի տարածաշրջանի Ալափարս համայնքում (2017 թ.)

Հողամշակման տարբերակները	Հողամուշի վերջման խորությունը, սմ	pH-ը	Հումուսը, %	CaCO ₃ -ը ըստ CO ₂ , %	Ֆրակցիա-ները, մմ		Հողի ծակավայրի զանգվածը, գ/սմ ³	Ընդհանուր ծակոտկենությունը, %	Ջրաթափանցիկությունը, մմ		Դաշտային սահմանային խոնավունակությունը, %		
					< 0,001	< 0,01			4 ժամում	միջինը մեկ ժամում	0-10	10-20	20-25
խորը վար 20-25 սմ	0-25	7,0	5,7	2,5	12,9	40,3	1,44	43,0	56,0	14,0	28,0	29,8	28,6
Միայն փխրեցում 10-12 սմ	0-25	7,1	5,9	2,3	12,6	37,4	1,19	56,0	48,0	12,0	29,0	31,0	32,0
Զրոյական մշակություն	0-25	6,9	5,9	2,0	14,6	35,9	1,11	50,0	36,0	9,0	25,0	31,6	34,0

Աղյուսակ 2. Հողի մշակման տարբեր եղանակների ազդեցությունը աշնանացան ցորենի բերքատվության և բերքի կառուցվածքային տարրերի վրա ըստ տարիների

Տարբերակները		Հատիկի բերքը, g/հա				Երեք տարվա միջինը	Երեք տարվա բերքը, g/հա	Բնաթաշը, գ/լիտր	1000 հատիկի կշիռը, հատ	Մեկ հատկում	
		2016	2017	2018						հատիկների թիվը, հատ	հատիկների կշիռը, գ
1	խորը վար 20-25 սմ	38,4	41,2	42,8	40,8	59,0	782	41,8	27,0	1,90	
2	Միայն փխրեցում 10-12 սմ	50,6	53,6	51,2	51,8	63,0	789	43,2	27,4	1,96	
3	Զրոյական մշակություն	49,0	46,9	48,1	48,0	61,0	784	42,2	26,9	1,91	

Համաձայն աղ. 2-ի տվյալների, 1-ին տարբերակում (խորը վար) հատիկի միջին բերքը կազմել է 40,8 g/հա, ինչը ավելի քիչ է, քան զրոյական մշակման դեպքում (3-րդ տարբերակ), մինչդեռ միայն փխրեցմամբ ապահովվել է 51,8 g/հա հատիկի բերք: Այս տարբերակն աչքի է ընկել նաև բերքի կառուցվածքային այլ տարրերի պարագայում: Բերքի հավելումը կազմել է 21,2 %, իսկ զրոյական վարի համեմատ՝ 3,8 g/հա:

Այսպիսով Կոտայքի մարզի Զրազդանի տարածաշրջանի սևահողային գոտու անջրդի երկրագործության վարման պայմաններում մշակվող աշնանացան ցորենից բարձր ու կայուն բերք ապահովելու համար հողի մշակումը իրականացնել միայն փխրեցման եղանակով՝ հողը փխրեցնել 10-12 սմ խորությամբ, որը խորը վարի և զրոյական մշակման համեմատությամբ նպաստում է հողի ագրոմելիորատիվ հատկությունների բարելավմանը և բերրիության բարձրացմանը, արդյունքում ստացվում է 51,8 ց/հա հատիկի բերք, որն էլ առաջարկվում է գյուղատնտեսական արտադրությունում ներդնելու համար:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Գալստյան Մ.Յ.* Աշնանացան ցորենի և կարտոֆիլի պարարտացման արդյունավետությունը Սևանի ավազանի պայմաններում, Երևան, Լիմուշ, 156 էջ, 2007:
2. *Գալստյան Մ.Բ., Ալեքսանյան Վ.Ա.* Հողապահպան երկրագործություն. Ստեփանակերտ, Արցախի գիտական կենտրոն, 176 էջ, 2018:
3. *Հայրապետյան Է.Ս. Շիրիկյան Ա.Վ.* Ագրոէկոլոգիա: Դասագիրք Հայկական գյուղատնտեսական ակադեմիայի ուսանողների համար, Երևան: «Ասողիկ» հր., 408 էջ, 2003:
4. *Մելքոնյան Կ.Գ. Ղազարյան Յ.Ղ., Մանուկյան Ռ.Ռ.* Գյուղատնտեսական նշանակության թյան հողերի էկոլոգիական արդի վիճակը, հողօգտագործման մակարդակը, կառավարման համակարգի կատարելագործումը և արդյունավետության բարձրացման ուղիները Հայաստանի հանրապետությունում, Երևան, Հողագիտ. ագրոքիմ. և մելիորաց. գիտ. կենտ., 54 էջ, 2004:
5. *Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.* Методы исследования физических свойств почв, М., Агропромиздат, 416 с., 1986.
6. *Качинский Н.А.* Свойства почвы как фактор, определяющий условия работы сельхоз. машин, Почвоведение, № 8, 1937.
7. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта, М., “Колос”, 336 с., 1973.
8. *Ягодин Б.А., Смирнов П.М., Петербургский А.В., Сизов И.Г., Пероян В.Л.* Агрохимия (методы растительных и почвенных анализов, под ред. Б.А. Ягодина), 2-е изд., доп., М., Агроном издат., 639 с., 1989.

Ստացվել է 17.06.2019



Биол. журн. Армении, 4 (71), 2019

АКТИВИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ NADPH СОДЕРЖАЩЕГО ЛИПОПРОТЕИНА СЫВОРОТКИ КРОВИ НА ЭКТОСОМАЛЬНУЮ NADPH ОКСИДАЗУ ЭРИТРОЦИТОВ У БОЛЬНЫХ ПРИ ДИАБЕТЕ 1 ТИПА

Р.М.СИМОНЯН¹, Е.М. АГАДЖАНОВА², М.А. БАБАЯН¹, Г.М. СИМОНЯН¹,
С.С. АЛЕКСАНИАН³, М.И. АГАДЖАНОВ², М.А.СИМОНЯН¹

¹Институт биохимии им Г.Х.Бунятына НАН РА,

²ЕГМУ им .М.Гераци, Ереван,

³Ширакский государственный университет им М.Налбандяна, Гюмри,
maxim.simonyan@gmail.com

Впервые разработан простой метод выделения и очистки эктосомальной NADPH оксидазы (экто-Nox) из цитоплазмы эритроцитов крови пациентов с диабетом 1 типа (опытная группа ОГ) и доноров (контрольная группа КГ), а также нативного NADPH-содержащего липопропротеина (НЛП) из сыворотки крови.

Однако удельное содержание экто-Nox в КГ было выше такового в ОГ почти 2 раза. При инсулинзависимом диабете удельная NADPH-зависимая O_2^- -продуцирующая активность экто-NoxОГ ($19,7 \pm 1,6$ ед/мг) практически не менялась, по сравнению с КГ. Удельная ферриHb-восстанавливающая активность экто-Nox в ОГ была ниже, чем в КГ. Форма оптических спектров поглощения экто-Nox и НЛПв ОГ и КГ практически не различается. Показано, что НЛП является кофактором для Nox.

Так как содержание и ферриHb-восстанавливающая активность экто-Nox в ОГ ниже, чем таковые в КГ, это может вызывать гипоксию у больных диабетом 1 типа. Результаты исследования могут быть использованы как новые диагностические тесты диабета типа 1.

Кровь– диабет 1 типа–NADPH-содержащий липопропротеин –экто-NADPH-оксидоза

Առաջին անգամ մշակվել է պարզ մեթոդ դոնորական (ստուգիչ խումբ – ՍԽ) և շաքարախտ 1 տիպի հիվանդների (փորձնական խումբ – ՓԽ) արյան էրիթրոցիտների ցիտոպլազմայից էկտոսոմային ՆԱԴՓՈ օքսիդազի (էկտո-Nox) և արյան շիճուկից ՆԱԴՓՈ պարունակող նատիվ լիպոպրոտեինի (ՆԼՊ) անջատման ու մաքրման համար: Արյան շիճուկի ՆԼՊ-ի տեսակարար բնակչությունը ՍԽ-ում կազմում է $2,45 \pm 0,03$ մգ/մլ ($p < 0,05$), իսկ ՓԽ-ում $-3,50 \pm 0,02$ ($p < 0,05$) մգ/մլ: Ինսուլինակախյալ շաքարախտի ժամանակ էկտո-Nox-ի ՆԱԴՓՈ կախյալ O_2^- -գոյացման ակտիվությունը ՓԽ-ում ($19,7 \pm 1,6$ ед/мг) գործնականորեն չի տարբերվում դրանից ՍԽ-ում: ՓԽ-ի էկտո-Nox-ի տեսակարար ֆերիHb-վերականգնման ակտիվությունը ($9,0 \pm 1,1$ մ/մգ) ցածր է ՍԽ-ի էկտո-Nox-ի ակտիվությունից: Ընդ որում էկտո-Nox-ի բնակչությունը և սուպերօքսիդ-գոյացնելու ակտիվությունը ՓԽ-ում ավելի պակաս է բան ՍԽ-ում: Նշված գործոնները կարող են հանգեցնել թթվածնային անբավարարվածության շաքարախտ-1 հիվանդության ժամանակ: ՍԽ-ում և ՓԽ-ում էկտո-Nox-ի և ՆԼՊ-ի օպտիկական կլաման սպեկտրների ձևը գործնականորեն չի փոփոխվում:

Այսպիսով ՆԴԼ-ն Nox-ի համար հանդիսանում է որպես կոֆակտոր սուպերօքսիդ ռադիկալների գոյացման գործընթացում: Հետազոտության արդյունքը կարելի է օգտագործել որպես շաքարախտ 1 տիպի հիվանդության նոր ախտորոշիչ թեստ:

Աղյուսակ – 1 տիպի շաքարախտ – ՆԱԴՔԻ-պարունակող լիպոպրոտեին – էկտո-ՆԱԴՔԻ օքսիդազ

The simple method for isolation and purification of ectosomes NADPH oxidase(ecto-Nox) from cytoplasm of blood erythrocytes of patients of type 1 diabetes (experimental group – EG) and donor (control group – CG), as well as NADPH containing native lipoprotein (NCL) from blood serum was elaborated for the first time. The specific content of NCL in the blood serum of CG is 2.45 ± 0.03 mg/ml ($p < 0.05$), and in EG – 3.50 ± 0.02 ($p < 0.05$) mg/ml. At insulin-dependent diabetes the specific NADPH-dependent O_2^- -producing activity of ecto-Nox in EG lower than that in CG. However, the specific ferriHb-reducing activity of ecto-Nox in EG lower than that in CG. The forms of its optical absorption spectra in EG and CG practically did not differ. Thus, the NCL is a cofactor for Noxin the process of generation of superoxide radicals.

Besides, the content and ferriHb reducing activity of ecto-Noxin EG is lower than that in CG. These changes can initiate some oxygen starvation in the diabetes 1 type patients. The results of this investigation can be used as new diagnostic tests for diabetes type 1 disease.

Blood–diabete type 1– NADPH-containing lipoprotein– ecto-NADPH oxidase

В состав цитозоля эритроцитов входят эктосомы – наночастицы, содержащие белки и гемоглобин в окружении фосфолипидного бислоя. Они увеличивают уровень внутриклеточного кальция, являются факторами окислительного стресса и считаются биомаркерами заболевания. В целом, снижение биогенеза эктосом различными средствами оказывает терапевтическое действие [11]. Однако эктосомы эритроцитов в различных ситуациях производят двойкий эффект: они подавляют [14] или стимулируют функционирование иммунных клеток [13]. Эти наночастицы играют положительную роль при переносе оксигемоглобином молекулярного кислорода, углекислого газа и окиси азота к клеткам [9].

Впервые с использованием явления нестабильного комплексообразования между изоформами NADPH-оксидазы (Nox) и ферригемоглобином (ферриHb) из ассоциированных с гемоглобином эктосом выделена суммарная фракция терминальных и активных изоформ Nox (Nox1+Nox2) [2]. Как известно, иммунные клетки нейтрализуют антигены супероксидными радикалами, продуцируемыми Nox1+Nox2 в мембранах иммунных клеток [7]. Изоформы Nox являются NADPH-зависимыми супероксид-продуцирующими ферментами, а природным источником NADPH является липопротеин высокой плотности (НЛП), который продуцирует O_2^- в присутствии ионов Fe^{+3} или Cu^{+2} [17]. Применяемые при диабете 1 и 2 типа антиоксиданты существенно подавляют релиз терминальных и активных изоформ Nox1+Nox2 из биомембран, оказывая тем самым мембраностабилизирующий эффект [3]. Изоформы Nox из эритроцитарных мембран обладают также ферриHb-восстанавливающей активностью [5]. Механизм взаимодействия нативного NADPH-содержащего липопротеина (НЛП) и экто-Nox цитозоля эритроцитов при диабете 1 типа в настоящее время не выявлен.

Целью работы являлись выделение и очистка из сыворотки крови человека НЛП и экто-Nox из цитозоля эритроцитов донорской крови и крови пациентов при инсулинзависимом диабете, а также определение удельного содержания, супероксид-продуцирующей и ферриHb-восстанавливающей активности экто-Nox под влиянием НЛП *in vitro*.

Материал и методика. Была использована донорская кровь и кровь пациентов при инсулинзависимом диабете (по шесть проб объемом по 5 мл, давность заболевания 5-6 лет). Для выделения эритроцитов из плазмы был использован Dextran-70 ("Loba Finchemie", Германия). Ионообменную хроматографию белковых фракций осуществляли на колонке с целлюлозой DE-52, CM-52 ("Whatman", Англия) и смолой DEAE A-50 ("Pharmacia"-Швеция). Гельфильтрацию белковых фракций проводили на колонке с сефадексом G-100 ("Pharmacia" – Швеция).

Выделение и очистка НЛП из сыворотки крови. Отделение плазмы крови от эритроцитов проводили с использованием 3% Dextran -70 кДа [1]. Фракцию НЛП выделяли методом осаждения из сыворотки крови [7] с небольшой модификацией – вместо FeCl_3 была использована 0.1 М соляная кислота. Для удаления следов белковых примесей во фракции НЛП применяли ионообменную хроматографию, используя колонки с CM-52 и DE-52 и сефадексом DEAE A-50, затем проводили гельфильтрацию с сефадексом G-100 (при pH 9,5). Для удаления следов гемоглобина осуществляли фракционирование НЛП хлороформом и этанолом (1:9 об/об). Солюбилизация НЛП в воде происходила при pH 9,5.

Выделение и очистка фракции экто-Нох из цитоплазмы эритроцитов. После промывания эритроцитов физраствором, их гемолиза в воде и удаления эритроцитарных мембран [3] цитоплазму эритроцитов подвергали диализу для очищения от солей. Диализат центрифугировали ($14.000 \times g$, 15 мин), полученный супернатант подвергали ионообменной хроматографии, используя колонку с целлюлозой DE-52 для удаления следов антиоксидантов: CuZn-COD , каталазы, а также других белковых примесей кислого характера. Для полного удаления этих примесей процедуру очистки гемоглобина повторяли. Далее pH раствора гемоглобина доводили до 9,5 путем добавления 0,1М КОН. Раствор инкубировали при температуре 37°C в течение часа. После инкубации раствор вновь подвергали ионообменной хроматографии на колонке с целлюлозой DE-52. После удаления осажденного гемоглобина 0,005М калий-фосфатным буфером, pH 7,4 (КФБ), суммарную фракцию экто-Нох ($\text{Nox1}+\text{Nox2}$) элюировали 0,2 М КФБ (при необходимости изоформы экто-Нох отделяли после гель-фильтрации на колонке с сефадексом G-100).

Определение супероксид-продуцирующей активности суммарной фракции экто-Нох в отсутствие и присутствии НЛП. Супероксид (O_2^-)-продуцирующую активность экто-Нох в отсутствие и присутствии НЛП исследовали с помощью адренинового метода, определяя кинетику окисления адренина в адренохром при 500 нм под влиянием продуцируемых O_2^- [4]. За единицу O_2^- -продуцирующей активности принимали то количество экто-Нох, которое вызывает повышение плотности максимального поглощения адренохрома на 50%. Удельную активность продуцирования O_2^- выражали в ед/мг экто-Нох.

Определение ферриHb-восстанавливающей активности экто-Нох. ФерриHb-восстанавливающую активность экто-Нох определяли кинетическим методом [10]. При этом определяли кинетику снижения плотности максимального оптического поглощения ферриHb (α -полоса поглощения при 560 нм) в ходе восстановления ферриHb до ферроHb под влиянием экто-Нох. За единицу этой активности принимали то количество экто-Нох, которое вызывает снижение плотности поглощения ферриHb при 560 нм до 0,2 оптических единиц (ое). Удельную ферриHb восстанавливающую активность выражали в ед/мг Нох.

В ходе работы были использованы спектрофотометр "Hitachi-2000" (Япония), центрифуги K-24 и K-70 ("Janetzki", Германия). Спектры флуоресценции регистрировали на приборе "Perkin Elmer" (США). Статистическую обработку полученных результатов осуществляли методом вариационной статистики Стьюдента-Фишера, с определением критерия достоверности "p" (число проводимых опытов – 6).

Результаты и обсуждение. Полученный согласно описанной методике НЛП из сыворотки донорской крови (контрольная группа –КГ) и сыворотки крови пациентов, больных диабетом 1 типа (опытная группа –ОГ), имеет слабое поглощение при 430 нм в видимой области спектра (рис.1).

В результате очистки оптический спектральный индекс НЛП (A_{280}/A_{430}) ОГ и КГ составляет 8-8,2, что свидетельствует о чистоте этого липопротеина [5].

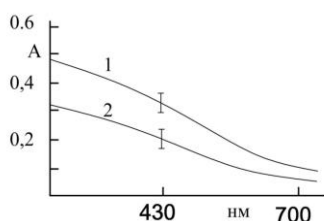


Рис.1. Оптический спектр поглощения НЛП из сыворотки КГ (1) и ОГ (2). Объем раствора НЛП, выделенного из 3 мл сыворотки, в КГ – 4 мл, а в ОГ – 5 мл ($p<0,05$, $n=6$).

Удельное содержание НЛП в сыворотке КГ составляет $2,45 \pm 0,03$ мг/мл ($p<0,05$), а в ОГ – $3,50 \pm 0,02$ ($p<0,05$) мг/мл.

NADPH в составе НЛП восстанавливает перманганат калия и нитротетразолиевый синий, предотвращает окисление адреналина в адренохром. Содержание NADPH в НЛП в КГ больше на 15-16%, чем в ОГ. Эмиссионный пик НЛП в КГ и ОГ появляется при 430 нм с длиной возбуждения 370 нм (рис.2).

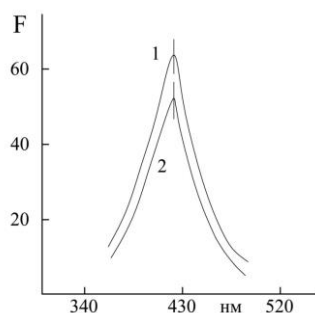


Рис.2. Спектр флуоресценции группы NADPH в составе НЛП из сыворотки донорской крови (1) и сыворотки крови пациентов с диабетом 1 типа (2). Концентрация НЛП в КГ и ОГ по 4 мг/мл ($p<0.05$, $n=6$). F- флуоресценция в относительных единицах.

Удельное содержание экто-Nox в КГ в 2 раза выше, чем в ОГ. Формы оптического спектра поглощения экто-Nox в КГ и ОГ практически не различаются. В окисленном состоянии оптические спектры у экто-Nox в КГ и ОГ имеют характерные максимальные оптические поглощения, аналогичные терминальным изоформам Nox1+Nox2 из эритроцитарных мембран донорской крови: 560 нм, 530 нм и 412 нм, как это показано на рис.3.

Определенная приведенным методом удельная NADPH-зависимая O_2^- -продуцирующая активность экто-Nox в КГ составляет $20,1 \pm 2,1$ ед/мг, а в ОГ – $19,7 \pm 1,6$ ($p<0,05$, $n=6$). Это свидетельствует о том, что по сравнению с КГ при инсулинзависимом диабете NADPH-зависимая O_2^- -продуцирующая активность экто-Nox практически не меняется. Однако удельная ферриHb-восстанавливающая активность экто-Nox в ОГ ($9,0 \pm 1,1$ ед/мг) несколько ниже, чем в КГ ($11,2 \pm 2,0$ ед/мг, $p<0,05$, $n=6$).

Впервые показан процесс активации экто-Nox, выделенным НЛП сыворотки крови, для продуцирования O_2^- за счет электрона NADPH в составе этого липопротеина. Этим путем активирование в гомогенной фазе экто-Nox с помощью НЛП в КГ на 15-16% больше, чем в ОГ ($p<0,05$).

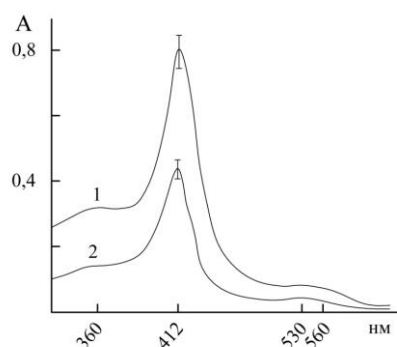


Рис.3. Оптический спектр поглощения экто-Nox из цитозоля эритроцитов донорской крови (1) и крови пациентов при диабете 1 типа (2). Объем растворов экто-Nox, выделенных из 2 мл эритроцитов, составляет 5 мл ($p < 0,05$, $n = 6$). После восстановления дитионитом натрия появляется характерная α -полоса при 558 нм.

Эти данные получены с использованием процесса окисления адреналина под влиянием экто-Nox КГ и ОГ в отсутствие и присутствии НЛП КГ и ОГ. Отдельно НЛП обладает только восстановительными свойствами и подавляет окисление адреналина в адренохром. Экто-Nox практически не влияет на процесс окисления адреналина. Однако в результате совместного действия НЛП и экто-Nox в КГ и ОГ происходит резкое увеличение скорости окисления адреналина в адренохром (рис. 4).

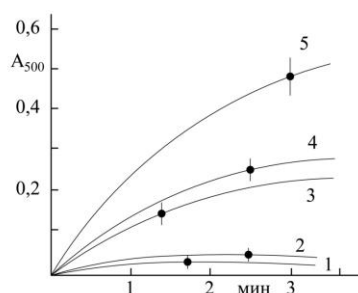


Рис.4. Кинетические кривые окисления адреналина ($6 \cdot 10^{-4} \text{ M}$) в адренохром при 500 нм под влиянием: НЛП (0,3 мг/мл) и экто-Nox (0,4 мг/мл) в присутствии $1,5 \cdot 10^{-8} \text{ M}$ Cu,Zn-СОД (1); НЛП (2); в отсутствие экто-Nox, НЛП и СОД (3); в присутствии экто-Nox (4), под влиянием НЛП+ экто-Nox (5). Объем реакционной смеси составляет 4 мл ($p < 0,05$, $n = 6$).

Каковы механизмы представленных изменений?

1. Эктосомы ассоциируются с ферриHb, а экто-Nox отщепляется от эктосом только после инкубации с ферриHb при pH 9,5 и температуре 37°C в течение часа. В этих условиях повышается липидная пероксидация мембран эктосом с образованием нестабильного комплекса ферриHb с локализованным в мембранах экто-Nox (Nox1+Nox2). Последний переходит из гетерогенной фазы в гомогенную.

После такой инкубации гемоглобина определенная его часть осаждается на колонке с целлюлозой ДЕ-52, образуя нестабильный комплекс ферриHb с экто-Nox, который является гемопротеином кислого характера. Без инкубации ферриHb не осаждается на колонке с целлюлозой ДЕ-52, является гемопротеином основного характера и осаждается на целлюлозе КМ-52. Таким образом, эктосомы ассоциированы с молекулой ферриHb и за счет локализованной экто-Nox оказывают

ферриHb-восстанавливающую активность, способствуя переносу к клеткам, восстановленным гемоглобином (окси-гемоглобином), молекулярного кислорода, окиси азота и CO₂. Причем, ферриHb-восстанавливающая активность экто-Nox в ОГ и КГ практически одинакова. Таким образом, в ОГ в качестве нового патогенетического механизма можно считать существенное понижение (в 2 раза) уровня эритроцитарных экто-Nox, ассоциированных с гемоглобином. С другой стороны, проникновение глюкозы через мембрану в цитоплазму эритроцитов усиливается при диабете 1 типа, что приводит к гликозилированию гемоглобина [12, 15, 16, 20]. Понижение уровня ассоциированных с гемоглобином эктосом в ОГ может быть связано с гликолизацией гемоглобина в тех участках, где должны ассоциироваться эктосомы. Это может привести к некоторому кислородному голоданию в ОГ [6]. Можно предполагать, что введенная экзогенная экто-Nox может компенсировать уровень эндогенной экто-Nox в цитоплазме эритроцитов, оказывая положительный эффект при диабете 1 типа. Возможность проникновения экто-Nox через мембраны эритроцитов и ассоциирование с гемоглобином при диабете 1 типа не исключается, что связано с увеличением проницаемости (текучести) эритроцитарных мембран на фоне повышения липидной перекисидации этих мембран [19]. Объективность этого предположения требует дальнейших исследований.

2. Супероксид-продуцирующая активность экто-Nox НЛП из сыворотки крови в КГ несколько выше (на 12-15%), чем в ОГ. Возможно, это связано с некоторым понижением уровня NADPH в составе нативного НЛП из сыворотки крови ОГ. Фактически, связанная с НЛП NADPH является источником электрона для переноса суммарной фракцией экто-Nox1+Nox2 к молекулярному кислороду для его одноэлектронного восстановления и образования O₂⁻. С другой стороны, удельное содержание НЛП в сыворотке в ОГ и КГ практически одинаковое. Активирование НЛП экто-Nox, как фактор повышения процесса окисления адреналина в адренохром, происходит в гомогенной фазе *in vitro*. Возможно, этот процесс можно было бы считать физиологическим, если бы он происходил в гетерогенной фазе – в биомембранах, где локализованы Nox, включая экто-Nox. Для выявления объективности этого предположения необходимо провести дополнительные исследования.

Обобщая вышеприведенные данные, можно сделать следующие заключения: 1. NADPH содержащий НЛП является активатором (кофактором) для экто-Nox цитозоля эритроцитов. 2. Восстановление ферриHb происходит благодаря экто-Nox, локализованной, скорее всего, на поверхностных участках мембран этих наночастиц. 3. Комплексообразование ферриHb происходит и с изоформами экто-Nox, локализованными в мембранных образованиях эктосом. 4. Существенное понижение содержания экто-Nox цитозоля эритроцитов, на наш взгляд, может быть является новым и чувствительным диагностическим тестом при инсулинзависимом диабете.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мелконян Л.Г., Симонян Р.М., Симонян Г.М., Бабаян М.А., Аракелян Л.Н., Айрапетян Р.Л., Симонян М.А., Галоян А.А. Повышение уровня, NADPH зависимой O₂ - продуцирующей и ферригемоглобин-восстанавливающей активности изоформ цитохрома b₅₅₈ из мембран митохондрий и ядер клеток органов крыс после электрической стимуляции супраоптических и паравентрикулярных ядер (PVN) гипоталамуса. *Нейрохимия*, 27(2), с.155-158, 2010.
2. Симонян Р.М., Алексанян А.С., Бабаян М.А., Симонян Г.М., Алексанян С.С., Чалян С.Г., Симонян М.А. Выделение и свойства фракций изоформ NADPH оксидазы из

- мембран эритроцитов и эктосом I-IV групп крови человека. *Вопр.теорет.клин.мед.*, 20, 5,с.24-27, 2017.
3. *Симонян М.А., Каранетян А.В., Бабаян М.А., Симонян Р.М.* NADPH-содержащая супероксид-продуцирующая липопротеиновая фракция из сыворотки крови, выделение, очистка, краткие характеристики и механизм действия. *Биохимия*, 61, 5, с. 932-938, 1996
4. *Симонян Р.М., Симонян Г.М., Симонян М.А.* Способ выделения изоформ NADPH оксидазы (Nox) из биосистем, Лицензия изобретения РА 2818 А, Ереван, 2014.
5. *Aghajanova Y.M.* EATM decreases ex vivo releasing of NADPH-oxidases from erythrocyte membranes and blood serum of patients with diabetes types1 and 2. *The New Armenian Medical Journal*, 7, 3, p.23-3, 2013.
6. *Arden G.B., Sivaprasad S.* Hypoxia and oxidative stress in the causation of diabetic retinopathy. *Curr Diabetes Rev.*, 5, 7, с.291-304, 2011.
7. *Arvind Panday, Malaya K Sahoo, Diana Osorio, Sanjay Batra.* NADPH oxidases: an overview from structure to innate immunity-associated pathologies. *Cell MolImmunol.* 12, 1,с. 5-23,2015.
8. *Björn Neu, Samuel O. Sowemimo-Coker, Herbert J. Meiselman* Cell-Cell Affinity of Senescent Human Erythrocytes. *Biophys J.*, 85, 1, с.75-84, 2003.
9. *Maria Cristina De Rosa, Cristiana Carelli Alinovi, Antonio Galtieri, Roberto Scatena, Bruno Giardina.* The plasma membrane of erythrocytes plays a fundamental role in the transport of oxygen, carbon dioxide and nitric oxide and in the maintenance of the reduced state of the heme iron.Devoted to the XIV International Conference on Dioxygen Binding and Sensing Proteins. Pages 162-171. Edited by Luc Moens, Martino Bolognesi, Guido di Prisco, Cinzia Verde,398, Issues 1–2, Pages 1-248 (15 August)2007.
10. *Misra H.P., Fridovich I.* The role of superoxide anion in the autoxidation of epinephrine and a simple assay for superoxide dismutase.*J.Biol Chem.*,247, 10, с. 3170-3175, 1972.
11. *Mohamed M.Badran,Fars K.Alanazi,Saudi.* Review. Erythrocyte nanovesicles: Biogenesis, biological roles and therapeutic approach. *Pharmaceutical Journal*, 25, 1, с.8-17, 2017.
12. *Omar S. Hajjawi Jenin.* Glucose transport in human red blood cells.*American Journal of Biomedical and Life Sciences*,3, 1, с. 44-52, 2013.
13. *Sadallah S,Eken C.,Schifferli J.A.* Ectosomes as modulators of inflammation and immunity. *ClinExpImmunol.*, 163, 1, с. 26–32. 2011
14. *SalimaSadallah, CeylanEken, Jürg A. Schifferli.* Erythrocyte derived ectosomes have immunosuppressive properties. *J Leucocyte Biology*, 84, 5,с.1316-1325. 2008.
15. *Rapin J.R.,Lepinasse C,Yoa R,Wiernsperger N.*Erythrocyte glucose consumption in insulin-dependent diabetes: effect of metformin in vitro. *DiabeteMetab.*, 17, (1 Pt 2), с.164-167,1991.
16. *Shankar A., Klein R, Klein B.E., Moss S.E.*Association between glycosylated hemoglobin level and cardiovascular and all-cause mortality in type 1 diabetes.*Am. J.Epidemiol.*,166, 4, с.393-402. 2007.
17. *Simonyan G.M., Galoyan K.A., Simonyan R.M., SimonyanM.A., Galoyan.A.A.* Proline Rich polypeptide (PRP-1) Increases the Superoxide-Producing and Ferrihemoglobin Reducing Activities of Cytochrome b₅₅₈ isoforms from Human Lymphosarcoma Tissue Cells.*Neurochem.Res.*, 36, p. 739-745,2011.
18. *Simonyan G.M., Simonyan R.M., Simonyan M.A., Galoyan A.A.* Stimulation of NADPH-depending O₂⁻-producing and and methemoglobin reducing activities of new isoforms of cytochromeB₅₅₈ by PRP-1 and G_x-NH₂. *Neurochem. Res.*, 33, 6, с. 1155-1156. 2008.
19. *Subbotina T., Titowa N.M., Sawchenko A.A., Panfilova V.* Lipid peroxidation and erythrocyte membrane permeability in children and adolescents with diabetes mellitus type 1. Article (PDF Available) in *Klinicheskaja Laboratorna*, with 5 Reads. June 2004.
20. *Sushil K Jain, Robert McVie, John Duett, John J Herbst.* Top of Form Erythrocyte Membrane Lipid Peroxidation and Glycosylated Hemoglobin in Diabetes.*Diabetes*, 38, 12, с.1539-1543,1989.

Поступила 17.07.2019



Биолог. журн. Армении, 4 (71), 2019

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДА МИУРА НА ПОСЕВАХ МОРКОВИ

А.Л. БАЛАЯН, Г.Л. ТЕРЛЕМЕЗЯН, С.М. САРКИСЯН

Научный центр анализа и оценки рисков в сфере безопасности пищевых продуктов
hlt_arm@yahoo.com

Изучена динамика детоксикации гербицида миура в дозах 0,8 и 1,2 л/га в листьях, корнеплодах моркови и почве.

Установлено, что “срок ожидания” препарата составляет 15 дней, после которого он не представляет опасности для здоровья населения и окружающей среды. А доза 1,2 л/га способствует улучшению основных биохимических показателей урожая.

Гербицид – детоксикация – морковь – биохимические показатели

Ուսումնասիրվել է հերբիցիդ միուրայի 0,8 և 1,2 լ/հա չափաբանակների թունազրկման դինամիկան գազարի տերևներում, արմատապտուղներում և հողում:

Հաստատվել է, որ պատրաստուկի «սպասման ժամկետը» կազմում է 15 օր, որից հետո այն վտանգ չի ներկայացնում բնակչության առողջության և շրջակա միջավայրի համար: Իսկ 1,2 լ/հա չափաբանակը նպաստում է բերքի հիմնական կենսաբիմիական ցուցանիշների լավացմանը:

Հերբիցիդ – թունազրկում – գազար – կենսաբիմիական ցուցանիշներ

The dynamics of detoxication of herbicide miura in the cases 0.8 and 1.2 l/ha dosages in carrot leaves, root-crops and in soil has been studied.

It was revealed, that the “waiting period” for miura is 15 days, after which it isn’t dangerous for people’s health and for the environment. The dosage 1.2 l/ha helps to improve the main biochemical indices of carrot crop.

Herbicide – detoxication – carrot – biochemical indices

Засоренность поля подавляет рост и развитие сельскохозяйственных растений, что приводит к получению низкого и неполноценного урожая. Для сокращения его потерь в настоящее время целесообразно вместо изнурительной ручной прополки применение химических препаратов [2, 3, 5]. Однако последние обладают биологической активностью, поэтому, помимо учета их эффективности, необходимо особое внимание уделять предотвращению возможных негативных последствий их использования.

Гербициды нового поколения при соблюдении регламентаций, норм расхода и сроков обработки лишаются токсических свойств в течение вегетации культур и к периоду сбора урожая обычно не представляют опасности для здоровья населения. Тем не менее, учитывая то, что на скорость их разложения влияет ряд факто-

ров, в том числе тип препарата, нормы его расхода, сроки применения, вид и сортовые особенности защищаемого растения, солнечные лучи, температура воздуха, особенности почвы (величина pH, влажность, содержание гумуса) и активность ее микрофлоры [1, 7-11], очень важно вести контроль за содержанием остатков гербицидов в сельскохозяйственных продуктах и уточнение «сроков ожидания» их в конкретных агро-климатических условиях.

В настоящее время в республике против сорняков на посевах моркови одним из рекомендуемых препаратов является миура (12,5 % к.э.), действующее вещество которого хизалофоп-п-этил, (R) 2 [4-(6 хлорхиноксалинил-2-окси) фенокси] пропионовой кислоты этиловый эфир. Предлагаемая его доза против однолетних сорняков составляет 0,8 л/га, а против многолетних – 1,2 л/га.

Учитывая вышеизложенное, и то, что, проникая в защищаемые растения, гербицид, в силу своей биологической активности, может вызывать изменения и в их обмене веществ, в задачу наших исследований входило исследование динамики детоксикации этого гербицида (в обеих дозах) как в растениях моркови, так и почве, а также изучение влияния указанных доз на основные качественные показатели полученного урожая.

Материал и методика. Опыты на посевах моркови сорта Нантес (Дания) были поставлены в 2018-2019 гг. в общине Егвард Котайкского марза в 3-х повторностях (каждая площадью 50 м²) по следующей схеме: 1) контроль (ручная прополка), 2) миура в дозе 0,8 л/га, 3) миура - 1,2 л/га.

Расход рабочей жидкости составил 500 л/га.

Почва участка суглинистая, светло-каштановая.

Опрыскивание гербицидом проводилось после всходов культуры при высоте сорняков до 10 см. Спустя 1 ч после обработки были взяты для анализов пробы ботвы моркови и почвы, а в дальнейшем (через 15, 30, 60 дней после опрыскивания), помимо указанных, еще и пробы корнеплодов моркови.

Остаточные количества миуры определялись по методу, разработанному Ушаковой и Тулуповой [4].

Содержание каротина определялось колориметрически [6], витамина С – по методу Мурри [6], сахаров – Бертрена [6], сухое вещество – весовым методом.

Результаты и обсуждение. Результаты исследований динамики детоксикации испытанного гербицида показывают, что остаточные количества его, обнаруженные через 1 ч после опрыскивания (т.е. в 0-ой день), в дальнейшем подвергаются интенсивному разложению (табл. 1) и уже через 15 дней при дозе 0,8 л/га не обнаруживаются ни в ботве, ни в корнеплодах моркови и ни в почве, а при дозе 1,2 л/га фиксируются в ее ботве и корнеплодах лишь в виде следов, исчезающих в течение последующих 15-ти дней.

По данным научной литературы, приведенной выше, в почве детоксикация гербицидов идет, в основном, микробиологическим путем, а в растениях – химическим (с участием ферментов). Ускорению этого процесса способствуют также регулярные поливы и дожди.

Результаты биохимических анализов, проведенных спустя 2 месяца после опрыскивания, показывают, что пищевая ценность корнеплодов моркови при применении испытанного препарата не снижается. Более того, он оказывает стимулирующее действие на содержание ряда качественных показателей, особенно в варианте с дозой 1,2 л/га, где содержание сухого вещества повышается, по сравнению с контролем, на 3,2 %, каротина, важным источником которого является данная культура, – почти на 0,8 мг/%, витамина С – на 0,9 мг/%, и, незначительно, моносахаридов – на 0,3 % (табл. 2).

Таблица 1. Динамика детоксикации миуры в моркови и почве (в мг/кг)

Объект исследований	Варианты опыта	Дни после опрыскивания		
		0	15	30
Почва	Контроль	н/о	н/о	н/о
	Миура 0,8л/га	0,10	н/о	н/о
	Миура 1,2л/га	0,14	н/о	н/о
Ботва	Контроль	н/о	н/о	н/о
	Миура 0,8л/га	0,25	н/о	н/о
	Миура 1,2л/га	0,40	сл.	н/о
Корнеплоды	Контроль	-	н/о	н/о
	Миура 0,8л/га	-	н/о	н/о
	Миура 1,2л/га	-	сл.	н/о

Примечание: н/о – не обнаружено, сл.- следы, “–” – исследование не проводилось.

Таблица 2. Влияние миуры на основные биохимические показатели моркови

Варианты опыта	Сухое вещество, %	Каротин, мг%	Витамин С, мг%	Сахара, %	
				моносахариды	сахароза
Контроль	16,46	1,48	6,14	5,0	4,8
Миура 0,8л/га	17,76	1,52	6,32	5,0	4,8
Миура 1,2л/га	19,70	2,26	7,04	5,3	4,6

Обобщая полученные результаты, можем констатировать, что миура, применяемая против сорняков на посевах моркови в указанных дозах и сроках, уже спустя 15 дней после опрыскивания становится безопасной для здоровья населения и окружающей среды, а при дозе 1,2л/га способствует улучшению основных качественных показателей урожая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Емцев В.Т., Темпер Е.З., Тлас Фарзат К.С., Максимова Е.Н. Микроорганизмы, участвующие в разложении гербицидов, производных симм-триазинов в дерново-подзолистой почве. Тимирязев, Сельскохозяйств. акад., N 5, с. 102-109, 1982.
2. Захарова Л.М. Смеси гербицидов и биологически активных препаратов для защиты льна-долгунца. Защита и карантин растений, N 6, стр. 29-31, 2016.
3. Мельцаев И.Г., Эседуллаев С.Т., Лацинина А.Э. Влияние технологий обработки почвы и гербицидов на засоренность и продуктивность сельскохозяйственных культур. Защита и карантин растений, N3, стр. 12-16, 2019.
4. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. сб. N 18, часть 2, стр. 146-150, 1995.

5. Некрасова Е.В., Рендов Н.А., Гаврилова М.С., Гладких А.В. Гербициды в посевах голозерных ячменя и овса в Омской области. Защита и карантин растений, N11, с. 239-247, 2014.
6. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. М., Колос, с. 255, 1985.
7. Стецов Г.Я. Последствие гербицидов в Западной Сибири. Защита и карантин растений, N3, стр. 17-19, 2015.
8. Führ F. Was wird aus Herbizid-Rückständen im Boden. Pflanz. Mschr. Gemüse Obst Schnittblumen, 75, 12, 664-666, 1987.
9. Iee D., Weinberger P., Khan Sh.U. Release of soil-bound prometryne residues under soil pH and nitrogen fertilizer regimes. Weed Sci., 33, 6, 882-887, 1985.
10. Kaufman D.D., Kearney P.C., Speets T.I. Herbicide degradation. Microbiol. Degradation of simazine. J Agric. and Food Chem., 13, 3, 238-242, 1965.
11. Walker A. Herbicide persistence – the weather and the soil. A.D.A.S.Q. Rev., 27, 168-179, 1977.

Поступила 29.08.2019



Биол. журн. Армении, 4 (71), 2019

ВЛИЯНИЕ АНТИГИПОКСАНТА НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОБЩЕЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА В УСЛОВИЯХ ГИПОКСИЧЕСКОГО СТРЕССА

М.А. КАРАПЕТЯН¹, И.А. БАДАЛЯН², Н.Ю. АДАМЯН¹

Ереванский госуниверситет, биологический факультет

¹кафедра физиологии человека и животных,

²кафедра биохимии, микробиологии и биотехнологии
nona01011966@mail.ru

Изучалось влияние острого гипоксического стресса на процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) в мозге и печени, а также общее функциональное состояние организма, показателем которого является определенный сигнал, бесконтактно регистрируемый на поверхности тела животного специально разработанным устройством – биоскопом.

В народной медицине применяется множество лекарственных растений, обладающих антигипоксическими свойствами, к числу которых относится боярышник. Опыты показали, что добавление в рацион животных цветков боярышника в течение 10 дней приводит к снижению уровня перекисного окисления липидов и нивелирует обусловленные острой гипоксией сдвиги общего функционального состояния организма, ослабляя также ее последствие.

*Гипоксический стресс – антигипоксикант – перекисное окисление липидов –
физиологическое состояние организма*

Ուսումնասիրվել է սուր թթվածնաթաղցի ազդեցությունը ճարպերի գերօքսիդացման գործընթացների վրա ուղեղում, յարդում և նաև օրգանիզմի ընդհանուր ֆունկցիոնալ վիճակը, որի ցուցիչը հատուկ սարքի՝ բիոսկոպի միջոցով մարմնի մակերեսից գրանցվող ազդանշանն է:

Ժողովրդական բժշկության մեջ շնչառական հիվանդությունների ժամանակ որպես հակա-հիպօքսիկ բուժամիջոց կիրառվում են բազմաթիվ դեղաբույսեր: Մեր հետազոտությունում օգտագործել ենք այլոճենու ծաղիկները՝ որոշակի չափաբաժնով ավելացնելով սննդակարգին: Հետազոտության արդյունքում պարզվեց, որ 10 օր հետո նկատվում է ճարպերի գերօքսիդացման մակարդակի նվազում, ինչպես նաև սուր թթվածնաթաղցով պայմանավորված՝ օրգանիզմի ընդհանուր ֆունկցիոնալ վիճակի շեղման շտկում և դրա հետազոտության նվազում:

*Հիպօքսիա– հակահիպօքսիկ բուժամիջոց– ճարպերի գերօքսիդացում– օրգանիզմի
ֆիզիոլոգիական վիճակ*

The aim of this study was the investigate the influence of acute hypoxic stress on the intensity of process of peroxide oxydation of lipids (POL) in the brain, liver, as well as the general functional state of organism. The indicator of functional state is organism's integrative signal, registered on the surface of rats body by use of apparatus complex "Bioscope". The folk medicine recommends medicinal herbs with antihypoxic properties for the respiratory system diseases. One of these herbs is *Crataegus laevigata* (Fam. Rosaceae). The experiment results suggest that after using for 10 days flowers of *Crataegus laevigata* organism's stability is increased. The intensity of the process peroxide oxydation of lipids is decreased and effect of hypoxic stress and its post effect is inhibited.

Hypoxia –antihypoxic properties – peroxide oxydation of lipids – general functional state

Кислородная недостаточность является одним из распространенных неблагоприятных экологических факторов окружающей среды. В соответствии с парциальным давлением кислорода в среде меняется напряжение кислорода и в крови, приводящее к нарушению энергетического процесса в тканях, развивается эндогенная гипоксия. Известно, что при острой и хронической недостаточности сердечно-сосудистой и дыхательной систем развивается также эндогенная гипоксия [3, 4, 13]. Это вызывает внутриклеточный оксидативный стресс, усиливающий свободнорадикальные процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) [6]. Для лечения, профилактики и повышения адаптационного потенциала организма народная медицина рекомендует использование множества лекарственных растений, обладающих антигипоксическими свойствами, к числу которых относится боярышник.

Однако в литературе мало сведений, касающихся влияния гипоксии на общее физиологическое состояние организма и повышения адаптационного потенциала с помощью лекарственных растений с антигипоксическими свойствами. То же самое касается биохимических и биофизических механизмов действия лекарственных растений на организм человека.

Задача данного исследования выявить механизмы антигипоксического влияния цветков боярышника обыкновенного (лат. *Crataegus laevigata*, сем. *Rosa*-*cea*) на процесс перекисного окисления липидов, на общее функциональное состояние организма и научно обосновать его применение.

Материал и методика. Биохимические эксперименты проводились в двух сериях (контрольной и экспериментальной) опытов на 8 крысах самцах, массой 200-250 г.

Исследование процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в мозге и печени крыс контрольной группы проводилось до гипоксии – в нормальных условиях атмосферного давления ($pO_2=142$ мм рт.ст.), при острой кислородной недостаточности – на “высоте” 7500-8000 м ($pO_2=65$ мм рт.ст.) и после “спуска”. Интенсивность ПОЛ определяли по концентрации малонового диальдегида (МДА, мкМ/г ткани) в реакции с 2-тиобарбитуровой кислотой [9]. Для этого после 30-минутного воздействия гипоксии животных декапитировали, готовили 10 %-ный гомогенат головного мозга и печени в 1,2% хлорида калия.

Во второй серии опытов у животных экспериментальной группы, которые в течение 10 дней с кормом принимали цветы боярышника (5 мг/кг веса) (диета), интенсивность ПОЛ исследовалась по той же схеме – до гипоксии, на “высоте” 7500-8000 м и после “спуска”. Полученные данные подвергались статистической обработке с использованием критерия Стьюдента.

Условие кислородной недостаточности создавалось в лабораторной барокамере путем откачивания воздуха. “Подъем” и “спуск” животного в барокамере производили со скоростью 15-20 м/с. Длительность кормления и доза лекарственного растения согласованы с врачами традиционной медицины.

Для выяснения комбинированного влияния гипоксии и антигипоксанта на общее физиологическое состояние организма в двух параллельных группах (контрольная и экспериментальная) животных (в каждой группе по четыре крысы) наблюдали за изменениями до, во время и после гипоксического стресса. Для оценки физиологического состояния целостного организма использовали специально разработанный в институте физиологии им. Л.А.Орбели НАН АА аппаратный комплекс “Биоскоп” (рис.1). Биоскоп на поверхности тела животного бесконтактно регистрирует осцилляцию определенной частоты (рис.2), которая считается суммарным показателем функционального состояния организма. При анализе зарегистрированных сигналов “Биоскопа” использовалась разработанная авторами комплексная программа в среде “LabView”. Программа анализирует несколько параметров этого сигнала, но для данного исследования мы учитывали только один: частоту осцилляции. Для каждого животного вычислялись значения последовательных межпиковых временных интервалов

В начале каждого эксперимента для адаптации животного к условиям барокамеры проводилась 30-минутная контрольная регистрация сигнала Биоскопа. После этого живот-

ные подвергались гипоксическому стрессу – “поднимались” на высоту 7500-8000 м и в течение 30-ти минут проводилась регистрация сигнала.

Во второй серии опытов по той же схеме участвовали животные (экспериментальная группа) в течение 10 дней, принимавшие с кормом цветы боярышника.

С целью выяснения последствий гипоксии в течение 2-х часов после спуска продолжалась регистрация сигнала общего функционального состояния животных уже в условиях нормального атмосферного давления.

Опыты проводили в соответствии с правилами Базельской декларации, утвержденными Национальным комитетом по биоэтике Армении.

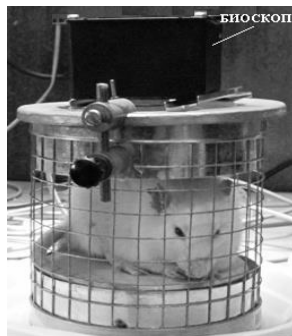


Рис. 1. Бесконтактная регистрация физиологического состояния бодрствующей крысы.

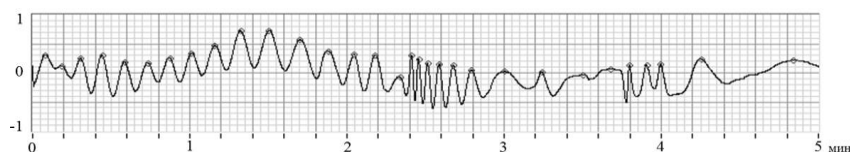


Рис. 2. Пример сигнала Биоскопа.

Результаты и обсуждение. Известно, что кислородная недостаточность является центральным звеном в патогенезе различных хронических заболеваний сердечно-сосудистой и дыхательной систем [3,4,13]. Следовательно, активация адаптационных механизмов организма имеет важное значение для поддержания функциональной активности тканей и органов как в условиях кислородной недостаточности в окружающей среде, так и при дефиците O_2 в тканях организма [10].

В условиях гипоксии на различных уровнях функциональных систем организма происходят изменения. Тяжелые формы гипоксии вызывают внутриклеточный оксидативный стресс, который приводит к нарушению баланса про – и анти-оксидативных систем в пользу первых, чем и обуславливается активация перекисного окисления липидов (ПОЛ) [6]. Прямым показателем интенсивности процессов перекисного окисления липидов в тканях является содержание малонового диальдегида (МДА).

Согласно полученным данным, в нормальных условиях содержание малонового диальдегида (МДА) в мозге и печени составляет 13,5 мкМ/г и 5,8 мкМ/г соответственно (табл. 1).

В условиях гипоксии наблюдается резкое увеличение содержания МДА в мозге до 54,3 мкМ/г, в печени до 28,5 мкМ/г.

Как видно из приведенных данных, содержание МДА как в нормальных условиях, так и при гипоксии в мозге значительно выше, нежели в печени, т.к. уровень антиоксидантной защиты (АОЗ) в печени выше, чем в мозге [2,6].

Таблица 1. Влияние гипоксии и *Crataegus laevigata* на процесс перекисного окисления липидов в головном мозге и печени крыс ($p < 0.01$).

Условия опыта	Содержание МДА (мкМ/г)	
	Мозг	Печень
Норма	13,5±1,6	5,8±0,7
Гипоксия	54,3±4,7	28,5±3,5
Гипоксия + диета	40,7±3,2	14,9±1,7
После (гипоксия + диета)	24,7±1,6	6,5±0,6

Одним из способов адаптации организма к гипоксии является применение антигипоксантов и антиоксидантов. Антигипоксические и антиоксидантные свойства выявлены у многих лекарственных растений, в том числе и у цветов боярышника обыкновенного (*Crataegus laevigata* (сем. Розовые (Rosaceae) [8]. Во второй серии опытов (гипоксия + диета) наблюдается уменьшение содержания МДА в мозге животного до 40,7 мкМ/г, а в печени – до 14,9 мкМ/г, что свидетельствует о значительном содержании ферментов АОЗ в печени. Но, как видно из табл. 1, через два часа после воздействия гипоксии наблюдается тенденция восстановления исходных показателей.

Полученные данные свидетельствуют, что цветы боярышника способствуют снижению уровня перекисного окисления липидов, вызванного гипоксией. Предполагается, что это обусловлено улучшением утилизации организмом кислорода и с повышением устойчивости органов и тканей к гипоксии. В активации антигипоксической защиты организма большое значение имеют различные биологически активные вещества, содержащиеся в цветках боярышника, в частности флавоноидные гликозиды (гиперозид, витексин, кверцитрин), фенолы и другие вещества, обладающие высокой антиоксидантной активностью. Эти вещества участвуют в процессах биоэнергетики и повышают устойчивость к гипоксии. Механизм этого действия связан с ингибированием активации свободнорадикальных процессов и перекисного окисления липидов клеточных мембран, о чем свидетельствуют данные нашего исследования. Это сопровождается коррекцией кислородозависимых патологических состояний, стимуляцией процессов регенерации. В результате тормозится процесс разрушения клеточных мембран, снижается проницаемость сосудов, улучшается микроциркуляция, нормализуется уровень холестерина и триглицеридов в крови [7].

Основное действие антигипоксантов направлено на поддержание функций митохондрий, обеспечивающих продукцию необходимым количеством энергии в клетках и органах, страдающих при различных видах гипоксии [11].

В состав цветка боярышника входит также целый комплекс витаминов (А, В, С, Е, К).

Витамин А оказывает большое влияние на барьерную функцию клеточных мембран и активно участвует в окислительно-восстановительных реакциях, протекающих в клетках организма.

Установлено, что витамин Е, присоединяя кислород, тормозит процесс окисления липидов и противодействует токсическому влиянию самих перекисей [7, 11].

Витамин С участвует в окислительно-восстановительных реакциях организма и обеспечивает более высокую выносливость животных к недостатку кислорода [11].

Таким образом, биологически активные вещества, содержащиеся в цветах боярышника, повышают активность антиоксидантных систем организма, в результате чего понижается уровень ПОЛ в условиях острой гипоксии.

Помимо биохимических процессов, происходящих в условиях острой кислородной недостаточности, наблюдается также изменение общего физиологического состояния организма. Известно, что в функциональных системах разных уровней организации (молекулярный, клеточный, тканевой, организменный) образуются определенные сигналы, несущие информацию об интегративном состоянии организма [1]. Для визуализации этих информационных сигналов разработано специальное техническое средство – биоскоп [12]. Согласно ранее опубликованным данным, межсистемные информационные связи в организме наиболее чувствительны к стрессовым нагрузкам, в том числе и к гипоксическому стрессу [5].

Эксперименты показали, что бесконтактно регистрируемый на поверхности тела сигнал биоскопа чувствителен к различным фармакологическим препаратам, стрессорным воздействиям [5, 14]. Результаты этих исследований служат доказательством того, что данный сигнал является показателем общего физиологического состояния организма.

Существенное подтверждение данного представления получено в экспериментах на наркотизированных крысах: после укола летальной дозы нембутала наблюдается снижение среднего уровня регистрируемого сигнала. Это позволяет предположить, что показания биоскопа отражают условный уровень биологической активности исследуемого объекта [15].

Таблица 2. Значения средней частоты осцилляции сигналов биоскопа (кол/мин)

Группы животных	В нормальных условиях атмосферного давления	На высоте 7500-8000м	После спуска
Контрольная	7,1±1,1	7,8±0,7	9,1±0,8
Экспериментальная	6,3±1,4	5,1±1,0	6,9±0,3

Полученные результаты показывают, что у интактных (контрольная группа) животных в условиях острой гипоксии частота осцилляции сигнала увеличивается и продолжает повышаться даже после снятия гипоксического фактора еще некоторое время: наблюдается определенное последствие гипоксического стресса (табл. 2). Повышение частоты сигнала является показателем ухудшения общего физиологического состояния организма, т.к. при острой гипоксии наблюдается снижение частоты сердечных сокращений, дыхательных движений, а также урежение импульсной активности нейронов [13]. У экспериментальной группы животных острая кислородная недостаточность приводит к снижению частоты сигнала. А последствие гипоксии выражается слабо: у интактных животных частота повышается на 30 %, а у экспериментальной группы – на 10 %.

Исходя из полученных данных, можно сказать, что гипоксический стресс приводит к активации перекисного окисления липидов в мозге и печени животных. В этих условиях ухудшается и общее физиологическое состояние животного. Через 10 дней кормления животных цветками боярышника наблюдается облегчение отрицательного влияния острой кислородной недостаточности. Важно также отметить, что это растение снимает нежелательное последствие гипоксии как на биохимические процессы, так и на общее функциональное состояние организма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авшалумов А.Ш., Судаков К.В., Филаретов Г.Ф. Новая информационная технология системной диагностики функциональной активности органов человека. Медицинская техника. №3, с.13-18, 2006.
2. Бадалян И.А., Трчунян А.А. Действие *Trifolium pratense* (клевер луговой) на перекисное окисление липидов в головном мозге и печени крыс при гипобарической гипоксии. Биол. журн. Армении, 70, 2, с.39-43, 2018.
3. Власова И.Г., Агаджанян Н.А. Адаптация к гипоксии на клеточно-тканевом уровне. Журн. Нур. Мед. J. 3, 2, с. 6-10. 1995.
4. Горанчук В.В., Шустов Е.Б., Андреева Л.И., Иванов А.О., Шахматов Биохимические детерминанты и механизмы развития экстремальной гипоксической гипоксии: Физиология человека, 25, 4, с.118-129, 1999.
5. Карапетян М.А. Саркисян Р. Ш., Адамян Н.Ю. Бесконтактная оценка целостного состояния бодрствующих крыс в условиях гипоксической гипоксии. Авиакосмическая и экологическая медицина, 52, 7. Спец. выпуск, с.105-107. 2019.
6. Кислин М.С., Тюлькова Е.И., Самойлов М.О. Динамика перекисного окисления липидов в гиппокампе и неокортексе крыс после тяжелой гипобарической гипоксии. Нейрохимия, 26, с.213-219, 2009.
7. Лесиовская Е.Е., Саватеева Т.Н., Сивак К.В. Антигипоксанта растительного происхождения – перспективные универсальные стресс-протекторы. Психофармакология и биол. Наркология, 7, 1, с.38-45, 2007.
8. Морозова Т.В., Куркин В.А., Куркина А.В., Правдивцева О.Е., Дубищев А.В., Зайцева Е.Н. Фармакогностическое и фармакологическое исследование сырья боярышника. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 17, 5, с. 959-963. 2015.
9. Рогожин В.В., Курилюк Т.Т., Кершенгольц Б.М. Способ определения концентрации малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты. Патент российской федерации, N 2112241, 1998.
10. Сафонов В.А. Человек в воздушном океане. М., 215 с., 2006.
11. Шаов М.Т., Пишкова О.В. Адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы человека под влиянием природных антиоксидантов. Рос. физиол. журнал им. И.М. Сеченова, 90, 8, с.11-17, 2004.
12. Draayer J.P., Grigoryan H.R., Sargsyan R.Sh., Ter-Grigoryan S.A. Systems and Methods For Investigation of Living Systems. US Patent Application 2007/0149866 A1. 2007.
13. Karapetyan M.A., Adamjan N.Y. Activity of different populations of neurons of the bulbar respiratory center of rats in the dynamics of hypobaric hypoxia. Jour. Neurophysiology. 146, 4, 323-330, 2014.
14. Sargsyan R.Sh., Karamyan G.G., Avagyan M.N. Noninvasive Assessment of Physiological State of Living Systems. J. of Alternative and Complementary Medicine. 16, 11, p.1-8, 2010.
15. Sargsyan R.Sh., Karamyan G.G. Nonlocal Correlations in Macroscopic Systems: Living Objects, Mental Influence and Physical Processes. NeuroQuantology. 12, 4, pp.355-365, 2014.

Поступила 06.09.2019



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4 (71), 2019

ՆԵՐՍՈՒԾՎԱԾ ԱՍՊԻՐԱԿՆԵՐԻ (*SPIRAEA* L.) ԷԿՈՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՀԱՐՄԱՐՈՂԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԲՈՒՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ԱՅԳԻՆԵՐՈՒՄ ԵՎ ԻՋԵՎԱՆԻ ԴԵՆԴՐՈՊԱՐԿՈՒՄ

Ժ.Յ. ՀՈՎԱԿԻՄՅԱՆ, Ն.Ն. ՄՈՒՐԱԴՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ Ա. Թախտաջյանի անվ. Բուսաբանության ինստիտուտ
nelli.muradyan12@gmail.com

Ուսումնասիրվել են ասպիրակ ցեղի (*Spiraea* L.) ներմուծված որոշ տեսակների Էկոֆիզիոլոգիական մի շարք ցուցանիշներ: Տարբեր դենդրոկլիմայական պայմաններում Ասպիրակ վանհուտի, Ա. ճապոնականի և Ա. լերդախոտատերևի ֆոտոսինթեզի ու տրանսպիրացիայի ինտենսիվության, ջրային անբավարարության և ջրի տարբեր ձևերի պարունակության ցուցանիշները տարբեր են՝ պայմանավորված աճման Նոր պայմաններում դրանց տարաստիճան հարմարողականությամբ:

Բույսերի ներմուծում – ջրային ռեժիմ – ֆոտոսինթեզ – տրանսպիրացիա – հարմարողականություն

Исследован ряд эко-физиологических показателей некоторых интродуцированных в Армению видов рода таволга (*Spiraea* L.). В зависимости от степени адаптации к различным дендро-климатическим условиям у видов *Spiraea x vanhouttei*, *S. japonica* и *S. chamaedryfolia* такие показатели как интенсивность фотосинтеза и транспирации, водный дефицит, содержание различных форм воды отличались друг от друга.

Интродукция растений – водный режим – фотосинтез – транспирация – адаптация

A number of eco-physiological characters of some species of the meadowsweet (*Spiraea* L.) introduced into Armenia has been studied. Depending on the degree of adaptation to various new dendro-climatic conditions the species *Spiraea x vanhouttei*, *S. japonica* and *S. chamaedryfolia* differed from each other by such characters as the intensity of photosynthesis and transpiration, water deficiency, and the content of various forms of water.

Plant introduction – water regime – photosynthesis – transpiration – adaptation

Հայաստանի բուսաբանական այգիներն ու դենդրոպարկերն իրենց երկարատև գործունեության ընթացքում զբաղվել են Հյուսիսային կիսագնդի բարեխառն գոտու տարբեր բուսաաշխարհագրական տարածաշրջաններից բարձր գեղազարդ ծառաբույսերի ներմուծմամբ և կլիմայավարժեցմամբ, ինչպես նաև դրանց կանաչապատման պրակտիկայում ներդնելու խնդիրներով [2]: Բարձր գեղազարդ ու գեղեցիկ ծաղկող թփատեսակների շարքում աչքի է ընկնում *Spiraea* ցեղը, որի տեսակային բազմազանությունը, աշխարհագրական տարածվածությունը հնարավորություն են տալիս դրա տեսակային հարուստ կազմը գնահատելու որպես արժեքավոր և հեռանկարային ելակետ՝ Հայաստանի չափազանց բազմազան և խայտաբղետ դենդրոկլիմայական պայմաններում ներմուծելու համար [1]:

Ներմուծված ծառաբույսերի կենսակառուցվածքային առանձնահատկությունների ուսումնասիրությունն ունի կարևոր նշանակություն դրանց հարմարողականության բնույթի պարզաբանման և վերարտադրության ապահովման համար: Բույսերն աճում են ռելիեֆի տարբեր մասերում, որոնք տարբերվում են միկրոկլիմայական պայմաններով և դրանով իսկ ազդում են դրանց ֆիզիոլոգիական վիճակի վրա: Միջավայրի գործոնների անընդհատ փոփոխման պայմաններում տեղի են ունենում որոշակի փոփոխություններ, ինչպես ֆոտոսինթետիկ ապարատում և դրա ֆունկցիոնալ ակտիվության մեջ, այնպես էլ բույսերի ջրային ռեժիմում, որոնք կրում են ինքնակարգավորման բնույթ և ուղղված են բույսերի նորմալ կենսագործունեության ապահովմանը: Այդ առումով, տարբեր միկրոկլիմայական պայմաններում բույսերի ջրային ռեժիմի, տրանսպիրացիայի ինտենսիվության, ֆոտոսինթետիկ գործունեության ուսումնասիրությունները կլիմայավարժեցման տեսանկյունից չափազանց կարևոր են:

Ելնելով դրանից մեր հետազոտության նպատակն է հանդիսացել բացահայտել ներմուծված ասպիրակների Էկոֆիզիոլոգիական որոշ առանձնահատկությունները և հարմարողականության աստիճանը Հայաստանի բուսաբանական այգիներում և Իջևանի դենդրոպարկում:

Նյութ և մեթոդ: Ուսումնասիրությունները կատարվել են 2016-2019 թթ. Երևանի (կիսաա-նապատային գոտի, 1200-1250 մ ծ. մ.), Սևանի (բարձր լեռնային գոտի, 1950 մ ծ. մ.), Վանաձորի (մեզոֆիլ անտառային գոտի, 1400-1500 մ ծ. մ.) բուսաբանական այգիներում և Իջևանի դենդրոպարկում (բարեխառն անտառային գոտի, 630-650 մ): Որպես ուսումնասիրման օբյեկտ հանդիսացել են ասպիրակ ցեղի հետևյալ տեսակները՝ Ասպիրակ վանհուտի (*S. x vanhouttei* (Briot) Zab.), Ա. Ճապոնական (*S. japonica* L. f.) և Ա. Լերդախտատերև (*S. chamaedryfolia* L.), որոնք բնականորեն տարածված են Արևելյան և Կենտրոնական Ասիայում, Եվրոպայում և Սիբիրում, ներմուծվել են Երևանի, Վանաձորի, Սևանի բուսաբանական այգիներ և Իջևանի դենդրոպարկ՝ դենդրոհավաքածուները համալրելու և կլիմայավարժեցնելու նպատակով: Ուսումնասիրված թփատեսակները ցրտադիմացկուն են, լուսասեր, լավ են դիմանում օդի աղտոտվածությանը, հողի նկատմամբ պահանջկոտ չեն, ունեն հյուսիսային կիսագնդի բարեխառն գոտուն բնորոշ կենսամորֆոլոգիական կառուցվածք, որն էլ հնարավորություն է տալիս թփերին ապահովելու իրենց նորմալ կենսագործունեությունն ու վերարտադրությունը: Մեր կողմից առաջին անգամ ուսումնասիրվել է *Spiraea* L. ցեղի վերը նշված տեսակների Էկոֆիզիոլոգիական առանձնահատկությունները (ջրային ռեժիմ, ջրային անբավարարություն, տրանսպիրացիայի և ֆոտոսինթեզի ինտենսիվություն) ելնելով բուսական օրգանիզմի ամբողջականության սկզբունքից:

Ուսումնասիրությունները կատարվել են վեգետացիայի բուռն զարգացման շրջանում (մայիս-հունիս ամիսներին) և հետազոտության համար նյութ են հանդիսացել ասպիրակի 20-25 տարեկան թփերը: Բոլոր չափումները կատարվել են ժամը 11⁰⁰-13⁰⁰ ընկած ժամանակահատվածում, յուրաքանչյուր չափում արվել է 3 կրկնողությամբ և երեքական տարբերակներով (յուրաքանչյուր տարբերակի համար ընտրվել են 7-10 ընձյուղ): Ֆիզիոլոգիական հետազոտությունները կատարվել են հանրահայտ մեթոդներով [11] և բերված տվյալները ներկայացնում են կատարված անալիզների միջին արդյունքները, որոնք ենթարկվել են վիճակագրական մշակման:

Արդյունքներ և քննարկում: Բույսերի Էկոֆիզիոլոգիական առանձնահատկությունների պարզաբանմանն ուղղված աշխատանքներում առանձնահատուկ ուշադրություն է դարձվում դրանց ջրային ռեժիմին, որը բացատրվում է բուսական օրգանիզմի կյանքում ջրի անփոխարինելի դերով [4]: Ծովի մակարդակից աճելավայրի բարձրության հետ առնչված, Հայաստանի բուսաբանական այգիներում ներմուծված ծառաբույսերի ֆիզիոլոգիական հարմարողականության հետ կապված կատարվել են մի շարք հետազոտություններ [5, 8, 9], որոնցում ստացված տվյալները որոշակիորեն համընկնում են նաև մեր կողմից ստացված ցուցանիշների հետ (աղ. 1): Ասպիրակների ջրային ռեժիմի տարբեր ցուցանիշներ են ուսումնասիրվել Զուլի հովտում [6], որոնցով պարզաբանվում են ջրային ռեժիմի փոփոխման օրինաչափությունները և միջտեսակային տարբերությունները: Ելնելով այդ հանգամանքից, մեր ուսումնասիրություններն ընդգրկել են ծովի մակարդակից 630-1950 մ բարձրության պայմաններում Հայաստանի բուսաբանական այգիներում և Իջևանի դենդրոպարկում աճեցվող ասպիրակի որոշ տեսակների ջրային ռեժիմի հարցերը (աղ. 1):

Ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ աճելավայրի հողակլիմայական պայմանները որոշակիորեն ազդում են բուսատեսակների տերևներում ջրի տարբեր ձևերի

պարունակության վրա, ըստ որում այդ ազդեցությունը նկատվել է նույնիսկ միևնույն գոտու տարբեր տեսակների մոտ: Մեր ուսումնասիրության արդյունքներից պարզվում է, որ Հայաստանի տարբեր դենդրոկլիմայական պայմաններում ներմուծված ասպիրակի տարբեր տեսակներ տարբեր չափերով են վերակազմում իրենց ջրային ռեժիմները, որը պատասխան ռեակցիա է արտաքին պայմանների ազդեցությանը և ուղղված է դրանց հարմարողականությանն ու գոյատևմանը:

Աղ. 1-ում բերված տվյալների վերլուծության ջրային ռեժիմի ցուցանիշները ըստ աճելավայրի բարձրության բաշխվում են հետևյալ կերպ. Ասպիրակ վանհուտի, Ա.Ճապոնականի և Ա. լերդախոտատերևի մոտ միաժամանակ ընդհանուր և ազատ ջրի պարունակությունը օրինաչափորեն նվազում է, իսկ կապվածինը՝ ավելանում, բացառությամբ Վանաձորի բուսաբանական այգու, որտեղ գրանցվել են ամենաբարձր ցուցանիշները: Այսպիսի պատկերը խոսում է այն մասին, որ 1950 մ վրա աճող բույսերի տերևներում ի տարբերություն 630 մ, ընդհանուր և ազատ ջրի անկումը և կապվածի ավելացումը օրինաչափ երևույթ է և նվազում է անկախ ուսումնասիրված բույսի տեսակից և օնտոգենետիկական առաջնաղացումից, որոնք հաստատված են բազմաթիվ աշխատանքներով [4, 8, 10]:

Ջրային ռեժիմի համալիր փոփոխություններում, կախված արտաքին գործոններից, էական նշանակություն ունեն ջրային անբավարարությունն ու տրանսպիրացիայի ինտենսիվությունը, քանի որ այդ ցուցանիշները ջրի մուտքի և ելքի հետ միասին որոշում են բույսի ջրային հաշվեկշիռը [4]: Աճելավայրի բարձրանալուն զուգընթաց տրամաբանական է տրանսպիրացիայի և ջրային անբավարարության միջև եղած ուղիղ կապը: Վերջինիս հիման վրա պետք է ենթադրել, որ 1950 մ բարձրության աճելավայրում ջրային ռեժիմը գտնվում է որոշակի անհավասարակշիռ վիճակում, որը մի շարք հեղինակների կարծիքով [3] կապվում է բույսերի գենետիկական զարգացման անցնելու ժամանակ աճման պրոցեսների դանդաղելու հետ: Մեր ուսումնասիրությունների արդյունքում ջրային անբավարարության ցուցանիշները փոխվում են հետևյալ կերպ. Ասպիրակ վանհուտի և Ա. Ճապոնականի մոտ նկատվում է անկում՝ ըստ աճելավայրի բարձրության, բացառությամբ Վանաձորի բուսաբանական այգու, իսկ Ասպիրակ լերդախոտատերևի մոտ ստացվում է հակառակ պատկերը, ըստ աճելավայրի բարձրության տեղի է ունենում ջրային անբավարարության, ֆոտոսինթեզի և տրանսպիրացիայի ինտենսիվության ավելացում:

Վերլուծելով ֆոտոսինթեզի ինտենսիվության ցուցանիշները էկոլոգիական տարբեր պայմաններում, պարզվում է, որ ըստ աճելավայրի բարձրության այդ փոփոխությունները նույնպես միանման չեն ընթանում: Այն առավել բարձր ցուցանիշ է գրանցել Վանաձորի բուսաբանական այգում աճող Ասպիրակ վանհուտի մոտ, և ավելի ցածր՝ Սևանի բուսաբանական այգում աճող Ասպիրակ վանհուտի մոտ: Այդ կապակցությամբ կարելի է եզրակացնել, որ բույսերի ֆոտոսինթեզի ինտենսիվության ցուցանիշների փոփոխությունը պայմանավորված է դրանց ժառանգականության և կառուցվածքային առանձնահատկություններով [7]:

Հաշվի առնելով ներմուծված բույսերի հարմարողականության ֆիզիոլոգիական ցուցանիշների առանձնահատկությունները, կարելի է ենթադրել, որ վանհուտի Ասպիրակը էկոլոգիապես ավելի ճկուն է և կարող է լայնորեն օգտագործել ուսումնասիրվող բոլոր գոտիների կանաչապատման մեջ, հատկապես Վանաձորի մեզոֆիլ անտառային գոտում, որտեղ գրանցվել են ամենաբարձր ցուցանիշները: Ճապոնական Ասպիրակը՝ Իջևանի տարածաշրջանի չոր մերձարևադարձային միկրոշրջաններում, իսկ լերդախոտատերև Ասպիրակը՝ Սևանա լճի ավազանի և հարակից բարձր լեռնային գոտու բնակավայրերում: Երևանի բուսաբանական այգին, ըստ ֆիզիոլոգիական ցուցանիշների, զբաղեցնում է միջանկյալ տեղ: Ելնելով ստացված ցուցանիշներից՝ կարելի է եզրակացնել, որ ներմուծված ասպիրակները կլիմայավարժվել են Երևանի կիսաանապատային գոտու դենդրոկլիմայական պայմաններում և կարող են օգտագործվել Երևանի կանաչապատման մեջ:

Աղյուսակ 1. Հայաստանի բուսաբանական այգիներում և Իջևանի դենդրոպարկում ներմուծված ասպիրակների Էկոֆիզիոլոգիական ցուցանիշները

Տեսակ	Աճելավայր, բարձրությունը ծովի մակարդակից, մ	Ջրի ձևերը, % թաց բաշից (M m)				Թ Ջրային անբավարարություն, % թաց բաշից	Տրանսպիրացիայի ինտենսիվություն, մգ/գ թաց բաշից, ժամ	Ֆոտոսինթեզի ինտենսիվություն, մգ CO ₂ դմ ² /ժամ
		Ընդհանուր	Ազատ	Կապված	Ազատ կապված			
<i>Spiraea x vanhouttei</i>	Իջևան, 630-650	70,33±0,99	40,9	29,43	1,3	30,61±0,87	268,86±0,96	2,42±0,98
	Երևան, 1200-1250	57,3±1,02	32,7	24,6	1,3	17,06±0,88	250,03±0,97	2,26±0,98
	Վանաձոր, 1400-1500	71,66±0,99	42,6	29,06	1,4	34,77±0,99	283,6±0,96	2,48±0,99
	Սևան 1950	52,5±0,99	28,4	24,1	1,1	15,42±0,82	240,06±0,98	2,18±0,96
<i>S. japonica</i>	Իջևան, 630-650	67,3±0,97	38,2	29,1	1,3	35,03±0,93	270,7±0,99	2,40±0,99
	Երևան, 1200-1250	64±0,96	35,5	28,5	1,2	14,58±0,72	241,6±0,98	2,21±0,98
<i>S. chamaedryfolia</i>	Երևան, 1200-1250	63,3±0,95	37,6	25,7	1,4	17,72±0,85	259,3±0,95	2,27±0,95
	Սևան 1950	55±0,96	29,3	25,7	1,1	21,63±0,60	268,76±0,98	2,33±0,96

Այսպիսով, ծովի մակարդակից տարբեր բարձրության աճելավայրերում բույսերի ֆիզիոլոգիական ցուցանիշները փոխվում են հող-բույս-մթնոլորտ համակիրում և տվյալ վայրի պայմաններին համապատասխան այդ փոփոխությունները կրում են հարմարողական բնույթ: Ուստի, մեր ուսումնասիրության արդյունքներից պարզ է դառնում, որ բուսաաշխարհագրական տարբեր տարածաշրջաններից ներմուծված ասպիրակները՝ անկախ հողակլիմայական պայմանների մեծ տարբերությունների, կարող են աճեցվել Հայաստանի բուսաբանական բոլոր այգիներում, դենդրոպարկերում, ինչպես նաև քաղաքների ու բնակավայրերի կանաչ տնկարկներում՝ համապատասխան խնամք և ոռոգում ապահովելու դեպքում: Ելնելով մեր հետազոտությունների արդյունքներից, կարծում ենք, որ հենց դրանով է բացատրվում այն հանգամանքը, որ ծովի մակարդակից 630 մ-ից 1950 մ հասնելու ժամանակ ֆիզիոլոգիական ցուցանիշները ավելի են լարվում, այնուամենայնիվ դրանց նորմալ ջրափոխանակությունը և կենսագործունեությունն ապահովում են արտաքին պայմաններին բույսի ներքին կառուցվածքի և ֆիզիոլոգիական պրոցեսների ընթացքի համապատասխանեցման միջոցով:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Վարդանյան Ժ.Հ., Մուրադյան Ն.Ն. Ասպիրակի (*Spiraea L.*) գնահատումը որպես գեղազարդ թուփ Հայաստանի բուսաբանական այգիներում ներմուծելու համար // Հայաստանի կենսաբ. հանդես, *LXVIII*, 3, էջ 44-48, 2016:

2. *Варданян Ж.А.* Научные основы интродукции древесных растений в Армении. Ереван, 400 с, 2012.
3. *Гриненко В.В.* Значение саморегуляции водного режима в приспособлении растений к изменяющимся природным условиям. Автореф. дисс. на соиск. Уч степ. доктора биол. н., Кишинев, 48 с, 1972.
4. *Гусев Н.А.* Состояние воды в растении. М., 134 с., 1974.
5. *Давтян В.А., Манасян Г.Г.* О физиологической адаптации некоторых представителей североамериканской дендрофлоры в ботанических садах Армении. Тез. докл. XX научн. сесс. по адапт. раст., посвящ. 50-летию Бот. сада АН Арм.ССР, Ереван, с. 44-45, 1984.
6. *Догдурбай А.Ш.* Биологические особенности спирей в Чуйской долине. Автореф. дисс. на соиск. уч степ. канд. биол. наук, Киев, 17 с., 1986.
7. *Казарян В.В., Давтян В.А., Оганесян Л.Н.* О фотосинтезе и водном режиме диких сородичей плодовых в почвенно-климатических условиях Армении. Доклады НАН РА, №1, с. 61-65, 2004.
8. *Казарян В.В.* Морфофизиологические аспекты адаптации в ходе онтогенеза и интродукции растений. Автореф. докт. дис. Ереван, 43 с., 1992.
9. *Казарян В.В., Давтян В.А.* О потенциале изменчивости фотосинтетического аппарата древесных интродуцентов в ботанических садах Армении. Доклады, том 111, 4, Ереван, с. 391-395, 2011.
10. *Петинов Н.С.* Взаимосвязь водного режима и некоторых физиологических процессов растений с их продуктивностью в условиях различного водоснабжения. В сб.: "Водный режим растений в связи с обменом веществ и продуктивностью". М., Изд-во АН СССР, с. 3-22, 1963.
11. *Сальников А.И., Маслов И.Л.* Физиология и биохимия растений: практикум. Пермь, Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 300 с., 2014.

Ստացվել է 16.09.2019



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4 (71), 2019

**ԼՈՌՈՒԻ ԵՎ ԱՐԱԳԱԾՈՏՆԻ ՄԱՐԶԵՐԻ ԱՐՈՏԱՎԱՅՐԵՐԻ
ԳՆԱՀԱՏԱԿԱՆԸ ՄՈՆԻԵԶԻԱՆԵՐԻ ԹՐԹՈՒՐՆԵՐՈՎ ՎԱՐԱԿՎԱԾ
ՕՐԻԲԱՏԻԴԱՅԻՆ ՏՁԵՐԻ ՆՎԱՏՄԱՄԲ**

**Յ.Զ.ՆԱԳԱԾՅԱՆ, Լ.Յ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Ա.Ռ. ՀԱԿՈԲՅԱՆ,
Ս.Վ. ԵՐԻՔԵԿՅԱՆ, Վ.Լ. ՍԱՄՍՈՆՅԱՆ**

Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան
naghov1950@rambler.ru

Մոնիեզիոզները պատկանում են Հայաստանի Հանրապետությունում որոնող կենդանիների ամենատարածված արոտային հեղմիթոզների թվին: Այս հիվանդության հետևանքով ընկնում է կենդանիների մթերատվությունը, մատղաշների մոտ ընկճվում են աճն ու զարգացումը, իսկ ուժեղ վարակի դեպքում առաջանում են մասսայական անկումներ:

Արոտավայր – տիգ – թրթուր – մոնիեզիոզներ – վարակվածություն

Мониезиозы являются одними из самых распространенных пастбищных гельминтозов жвачных животных в Армении. Следствием этого заболевания являются снижение продуктивности у взрослых животных, замедление роста и развития молодняка, а при высокой интенсивности инвазии возможен массовый падеж больного молодняка.

Пастбище – клещ – личинка – мониезиозы – зараженность

Monieziosis is one of the most common pasture helminthosis in ruminants in Armenia. The consequences of monieziosis are decreasing productivity in adult animals, slowing the growth and development of young animals in the case of high intensity of invasion, a mass death of sick young animals is possible.

Pasture – tick – larva – monieziosis – contamination

Հայաստանի Հանրապետությունում գյուղատնտեսության կարևոր ուղղվածություններից է կաթնա-մսային անասնապահությունը, որը հանրապետության շատ համայնքների համար հանդիսանում է տնտեսական բարեկեցության հիմքը:

Հայտնի է, որ տավարի բուժման համար անհրաժեշտ են որոշ բնակլիմայական գործոններ, հատկապես արոտավայրեր, որտեղ կենդանիները ստանում են հյութալի, հատկապես կանաչ կերեր, սակայն արոտային պահվածքի ընթացքում կամ այդտեղից բերված հնձած խոտով կենդանիներին կերակրելիս հնարավորություն է ստեղծվում դրանց վարակվելու մի շարք հեղմիթոզներով, որոնց մեջ կարևոր տեղ է գրավում շղթայաձև որդերից՝ Cestoda դասին, Anoplocephalidae ընտանիքին և Moniezia սեռին պատկանող (1891), որոնող կենդանիների բարակ աղիքներում մակաբուծվող՝ որդերը: Իրենց զարգացման ընթացքում այս որդերը դրպես միջանկյալ տեր օգտագործում են հողի մակերեսային շերտում կամ բույսերի մերձարմատային շրջանում ապրող հողային տզերին, որոնք պատկանում են Oribatea dugesi (1833) ենթակարգին: Կենդանիների վարակումը մոնիեզիոզներով տեղի է ունենում արոտավայրերում, երբ հողի կամ բույսերի հետ կլանում են հարուցիչ թրթուրներ (ցիստիցերկոիդներ) պարունակող օրիբատիդային տզերին:

Համաձայն գրականության տվյալների, արոտավայրերում օրիբատիդային տզերի առկայությունը և դրանց մոնիթինգային թրթուրային ձևերով վարակվածությունը պայմանավորված է տվյալ տարածաշրջանի կլիմայական և եղանակային գործոններով, անասնապահության վարման եղանակով և այդ արոտավայրերում արածող որոճողների մոնիթինգներով վարակվածության ինտենսիվությամբ: Հետևաբար, մոնիթինգների արոտավայրային կանխարգելումն իրականացնելիս անհրաժեշտ է այն սկսել այդ տարածքների օրիբատիդային տզերի և դրանցում մոնիթինգային հարուցիչների թրթուրների առկայության ուսումնասիրությունից [2,3,5-7]: Ելնելով վերոհիշյալից, աշխատանքի նպատակն էր ուսումնասիրել հանրապետության Լոռու և Արագածոտնի մարզերի լեռնային արոտավայրերն օրիբատիդային տզերի և դրանցում մոնիթինգային հարուցիչների թրթուրային ձևերի առկայության նկատմամբ: Նպատակից բխող խնդիրն էր ստացված արդյունքների հիման վրա կանխարգել տավարի մոտ մոնիթինգի հնարավոր համաճարակաբանական բնկումները:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտությունները կատարվել են 2019թ. գարնանը, ամռանը, աշնանը, հանրապետության Լոռու և Արագածոտնի մարզերում, որտեղ գյուղատնտեսության կարևոր ճյուղերից է հանդիսանում տավարաբուծությունը և այն համայնքներում, որտեղ տարիներ շարունակ տարածված էր մոնիթինգներ հիվանդությունը: Հետազոտության են ենթարկվել արոտավայրերի, դրանցում կենդանիների հանգստատեղերի, ջրելատեղերի հողը և բուսածածկը: Հողի նմուշառումը կատարվել է մակերեսային շերտից՝ առավոտյան ժամերին, երբ առավել ակտիվ են օրիբատիդային տզերը:

Մինչև 20սմ խորությունից վերցվել են 50 գ հողի մի քանի նմուշներ, որոնք իրար խառնելով, առանձնացվել է 100գ քաշով միջին նմուշ: Խոտն առանձնացվել է արմատներով, որտեղ հիմնականում տեղակայված են լինում մոնիթինգային հարուցիչի միջանկյալ տերերը՝ օրիբատիդային տզերը [1]: Օրիբատիդային տզերն առանձնացվել են Տուլգրենի սարքի միջոցով, իսկ նրանցում հարուցիչի ցիտոցերկոիդները դիտվել են մանրադիտակով [4]: Ստացված թվային տվյալները ենթարկվել են նկարագրական վիճակագրական մշակման:

Թեման կատարվել է պետության կողմից գիտական և գիտատեխնիկական գործունեության պայմանագրային (թեմատիկ) ֆինանսավորման 18T-4A003 թեմայի շրջանակներում:

Արդյունքներ և քննարկում: Հետազոտությունները սկսվել են ապրիլ ամսից և շարունակվել մինչև սեպտեմբերի վերջը: Ապրիլին Լոռու մարզի արոտավայրերի հողի հետազոտության արդյունքում 1մ²-ում հայտնաբերվել են միջինը 124 հատ տիզ, իսկ այդ նույն ժամանակահատվածում Արագածոտնի մարզում 98 հատ տիզ: Հետագա ամիսներին այդ նույն արոտավայրերից Լոռու մարզում համապատասխանաբար առանձնացվել են 145, 177, 191, իսկ օգոստոս-սեպտեմբեր ամիսներին՝ 154, և 127 հատ տիզ, այսինքն տարվա կտրվածքով արոտավայրերում տզերի քանակները ապրիլ ամսից աճելով իր գագաթնակետին է հասնում հուլիս ամսին և հետագա ամիսներին նկատվում է տզերի քանակի նվազում: Նույն երևույթն արձանագրվում է նաև Արագածոտնի մարզում, միայն այն տարբերությամբ, որ այդտեղ 1մ²-ում ավելի քիչ տիզ է հայտնաբերվել (աղ. 1):

Աղյուսակ 1. 2019թ. ըստ արոտային շրջանի ամիսների արոտավայրերի օրիբատիդային տզերով վարակվածությունը (տզերի քանակները 1² հողում) $M \pm m$, $n=9$

Ըստ ամիսների	Ըստ տարածաշրջանների	
	Լոռի	Արագածոտն
Ապրիլ	124 ± 8.0	98 ± 3.0
Մայիս	145 ± 10.0	117 ± 6.0
Հունիս	177 ± 6.0	151 ± 8.0
Հուլիս	191 ± 7.0	135 ± 7.0
Օգոստոս	154 ± 7.0	119 ± 6.0
Սեպտեմբեր	127 ± 5.0	102 ± 5.0

Հարկ է ընդգծել, որ տզերի առավելագույն քանակները հայտնաբերվել են արոտավայրերի ողջ տարածքում, հատկապես կենդանիների կուտակման (հանգստավայրերի և ջրելատեղերի) հողում:

Այդ նույն ժամանակահատվածում առանձին ստուգվել են օրիբատիդային տզերը մոնիեզիոզի հարուցիչների թրթուրներով վարակվածության նկատմամբ: Ինչպես երևում է աղ. 2-ից, Լոռու մարզում ապրիլ ամսին հետազոտված տզերից 29-ի մոտ են հայտնաբերվել հարուցիչի ցիստիցերկոիդներ, հետագայում պատկերը եղել է այնպես, ինչպես այն ներկայացված է աղ. 2-ում, այսինքն մինչև հուլիս նկատվել է տզերում ցիստիցերկոիդների քանակական աճ, այնուհետև նվազում: Նույն պատկերն է հայտնաբերվել Արագածոտնի մարզում, սակայն մեկ տարբերությամբ, որ այդ մարզում ցիստիցերկոիդներով վարակված տզերի քանակները կրկնակի քիչ էին:

Այդ նույն ժամանակահատվածում ընտրողաբար հետազոտել ենք այդ տարածքներում գտնվող տավարի արտաթորանքը: Հետազոտված տավարը 77 % վարակված էր մոնիեզիոզ հիվանդությամբ:

Աղյուսակ 2. 2019թ ըստ արոտային շրջանի ամիսների ցիստիցերկոիդներով վարակված օրիբատիդային տզերի քանակները (սմուշում) $M \pm m$, $n=6$

Ըստ ամիսների	Ըստ տարածաշրջանների	
	Լոռի	Արագածոտն
Ապրիլ	29 ± 1.0	21 ± 2.0
Մայիս	32 ± 1.0	22 ± 1.0
Հունիս	42 ± 2.0	27 ± 1.0
Հուլիս	39 ± 2.0	28 ± 2.0
Օգոստոս	36 ± 2.0	26 ± 2.0
Սեպտեմբեր	25 ± 1.0	18 ± 2.0

Ըստ տարվա ամիսների և եղանակների հետազոտված երկու մարզերի արոտավայրերում տզերի քանակները և դրանցում հարուցիչի թրթուրային ձևերի առկայության տատանումները, հավանաբար, պայմանավորված են եղանակային պայմաններով և կլիմայական առանձնահատկություններով: Իր կլիմայով Լոռու մարզը ավելի խոնավ է, քան Արագածոտնի մարզը և հետևաբար հողի խոնավությունը պայմաններ է ստեղծում հողում և բույսերի արմատամերձ հատվածներում օրիբատիդային տզերի կուտակման և բազմացման համար, որը բացակայում է Արագածոտնի մարզում, որտեղ կլիման համեմատաբար ավելի տաք և չոր է:

Այսպիսով, Լոռու և Արագածոտնի մարզերում օրիբատիդային տզերով առավելագույնը վարակված էր կենդանիների հանգստատեղերի և ջրելատեղերի հողն ու խոտածածկը, որն ըստ տարվա եղանակների տալիս էր տատանումներ:

Կարելի է եզրակացնել, որ դա պայմանավորված է այն հանգամանքով, որ կենդանիները երկար ժամանակ գտնվելով հանգստատեղերում և ջրելատեղերում արտազատելով հարուցիչի հասուն, ձվերով լեցուն հատվածներ, իսկ վերջիններս, ընկնելով գետնին, կենդանիների ոտքերի տակ, պատռվում են և ձվերը հասանելի են դառնում օրիբատիդային տզերին, որտեղ և շարունակվում են դրանց զարգացման հաջորդ փուլերը:

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

Ելնելով հետազոտությունների արդյունքներից, մոնիեզիոզի կանխարգելման նպատակով խորհուրդ է տրվում գարնանն արոտավայրերից ձյունը հալվելուց անմիջապես հետո պարտադիր ստուգել արոտավայրերի հողը, որտեղ նախօրոք այլ տարիներին գտնվել են կենդանիները: Հողում մոնիեզիոզի թրթուրային ձևերով վարակված

տգեր հայտնաբերելու դեպքում՝ կատարել. կենդանիներին արոտ հանելուց առաջ ճիճվաթափել, երեք օր պահել անասնաշենքերում, գոմաղբը հավաքել և ենթարկել կենսաջերմային մշակման: Տվյալ արոտավայրերում ագրոտեխնիկական մշակումներ կատարելու անհնարինության դեպքում, կենդանիներին ճիճվաթափել նախորդ ճիճվաթափությունից 15 օր անց, 3 օր պահել ժամանակավոր հանգստավայրերում, իսկ գոմաղբը նույն ձևով ենթարկել վարակազերծման: Աշնանը մսուրային պահվածքին անցնելուց առաջ ստուգել արոտավայրերի հողը և կենդանիների կղանքը, հարուցիչի ձվեր հայտնաբերելու դեպքում ճիճվաթափել և նոր միայն անցնել մսուրային պահվածքին, նման միջոցառումներ տևտեսությունում 2 տարվա կտրվածքով կատարելու դեպքում արոտավայրերը լիովին կազատվեն մոնիեզիայի թրթուրային ձևերով վարակվածությունից:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Նաղաշյան Յ.Զ. Կենդանիների ինվազիոն հիվանդություններ: Երևան, 2006, էջ 21-23:
2. Никитин В.Ф., Дудка Н.С. Методические положения по профилактике основных трематодозов крупного рогатого скота при пастбищном содержании. М., АЗ плюс, с. 18-28, 2012.
3. Онуфриенко М.Э. Фасциолез крупного рогатого скота в Северо-Западном регионе России – СПГАВМ, с. 47-49, 2003.
4. Потемкина В.А. Мониезиозы жвачных животных. М., 263 с. 1965.
5. Шумакович Е.Е., Сосипатров Г.В. Оценка пастбищ при мониезиозе / В кн. Гельминтологическая оценка пастбищ. М., с. 95-113, 1973.
6. Schuster R. Epidemiologie der Monieziose des Schafes, Prokl t 9, 1, 357-363, 1998.

Ստացվել է 04.10.2019



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4 (71), 2019

**ՍՈՎՈՐԱԿԱՆ ՍՐՆԳԵՆՈՒ (*LIGUSTRUM VULGARE* L.)
ՏՆԿԱՆՅՈՒԹԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ԱՐՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԲԱՅՕԹՅԱ ՀԻԴՐՈՊՈՆԻԿԱՅԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ**

**Ա.Յ. ՀՈՎՍԵԹՅԱՆ, Խ.Ս. ՄԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ, Գ.Յ. ՊՈՂՈՍՅԱՆ,
Ս.Ա. ԷԼՈՅԱՆ, Ա.Ս. ԵՐԻԱԶԱՐՅԱՆ**

ՀՀ ԳԱԱ Գ.Ս. Դավթյանի անվան հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտ
hydropinstitute@gmail.com

Բազմամյա փորձերի արդյունքում (2014-2018 թթ.) մշակվել է սովորական սրնգենու (կիպրոսենու) (*Ligustrum vulgare* L.) տնկիների անհող աճեցման արտադրության կենսատեխնոլոգիա: Պարզվել է, որ բացօթյա հիդրոպոնիկայի պայմաններում հրաբխային խարամ լցանյութում 1-2 տարում հնարավոր է միավոր մակերեսից ստանալ 84-113 հատ տնկիներ՝ առանց աճման խթանիչի օգտագործման, և 95-128 հատ տնկիներ՝ աճման խթանիչի օգտագործման դեպքում, կրճատելով նաև ստանդարտ տնկիների ստացման ժամկետը մեկ տարով և ծախսերը՝ 2-3 անգամ: Այսպիսով, համակարգված միջոցառումների շնորհիվ, բացօթյա հիդրոպոնիկայի պայմաններում, մեր կողմից մշակված կենսատեխնոլոգիան արդյունավետ է և հեռանկարային, ինչը կարող է հիմք հանդիսանալ սովորական սրնգենու տնկիների առավել արդյունավետ արտադրություն կազմակերպելու համար:

Սրնգենի սովորական – տնկի – հիդրոպոնիկա – աճման խթանիչ – սննդալուծույթ – կենսատեխնոլոգիա

Многолетними экспериментами (2014-2018 гг.) разработана биотехнология беспочвенного производства саженцев бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare* L.). Выявлено, что в условиях открытой гидропоники в субстрате вулканический шлак в течение 1-2 лет с единицы площади без использования стимулятора роста можно получать 84-113 штук саженцев, а с его применением – 95-128 штук, уменьшив сроки получения стандартных саженцев (на один год) и растраты (2-3 раза). Таким образом, благодаря систематизированным мероприятиям, в условиях открытой гидропоники разработанная нами биотехнология эффективна и перспективна, что может стать основой для организации интенсивного производства саженцев бирючины обыкновенной.

Бирючина обыкновенная – саженец – гидропоника – стимулятор роста – питательный раствор – биотехнология

The biotechnology of soilless production of saplings of wild privet (*Ligustrum vulgare* L.) was developed in the result of long-term experiments (2014-2018). It was revealed that in open-air hydroponic conditions during 1-2 years it is possible to receive 84-113 saplings from a unit of surface without use by growth stimulants and 95-128 saplings with use of growth stimulants in volcanic slag substrate reducing the time of standard saplings obtaining (by 1 year) and expenses (2-3 times). Thus, due to systematized activities in open-air hydroponics the biotechnology developed by us is efficient and promising, and can become the basis for organization of the intensive production of wild privet.

Wild privet – sapling – hydroponics – stimulant – nutrient solution – biotechnology

Հայաստանում տիրող տնտեսական ճգնաժամի հետևանքով կտրուկ վատթարացված էկոլոգիական վիճակը սրում է կանաչ տարածքների վերականգնման ու ընդլայնման հիմնահարցերը, որի լուծման հանգուցային օղակը ծառաթփատեսակների տնկիների արագ արտադրության կազմակերպումն է: Թփատեսակների նկատմամբ ունեցած մեծ պահանջարկը սակայն բավարարվում է միայն մասամբ, որովհետև տնկանյութի արտադրության ներկա ծավալը դեռևս հեռու է բավարար լինելուց:

Հիդրոպոնիկան թույլ է տալիս խնայել հողային ռեսուրսները և շատ կարճ ժամկետում (1-2 տարի) կազմակերպել տնկանյութի արագացված արտադրություն, ինչը հնարավորություն կընձեռի ստեղծել նոր կանաչ տարածքներ և վերականգնել օրեցօր նոսրացնող կանաչ պուրակները: Ուսումնասիրվել է սրնգենու տնկիների ստացման հնարավորությունը և արդյունավետությունը անհող մշակույթի պայմաններում: Սրնգենին բարձր գեղազարդ թփատեսակ է՝ առանձնապես ծաղկման և պտուղների հասունացման շրջանում: Լավ խուզվում է և ձևավորվում, որի շնորհիվ օգտագործվում է կանաչապատման մեջ՝ տարբեր կոմպոզիցիոն ձևավորվումներ, ինչպես նաև կենդանի ցանկապատեր ստեղծելու համար [1, 3, 4, 6]: Սրնգենին բազմացնում են կտրոններով և սերմերով: Ընդհանրապես, թփուտների տնկանյութի հողային մշակումը խիստ աշխատատար է, իսկ տնկիների ելքը միավոր մակերեսից՝ շատ ցածր [4]: Սովորական եղանակի դեպքում 1 հա վրա տնկարկվում է 28-50 հազար կտրոն: Երբեմն կիրառում են ժապավենաձև տնկարկը, որը հնարավորություն է տալիս տնկարկել 75-90 հազար կտրոն [4, 6]:

Ներկայումս առաջնահերթ և հրատապ խնդիր է դարձել անտառների և կանաչ պուրակների ստեղծման ու վերականգնման ծրագրերի կենսագործումը: Նշված հանգամանքն անհամեմատ մեծացնում է ծառաթփատեսակների տնկիների պահանջարկը մեր երկրում և էլ ավելի սրում դրանց ժամանակակից եղանակով արտադրության հիմնախնդիրը: Խնդրի լուծման գործում իր ուրույն տեղն ունի բույսերի անհող մշակույթը՝ հիդրոպոնիկան, որը հնարավորություն է տալիս կարճ ժամկետում կազմակերպել տնկանյութի արագացված արտադրություն [2, 7]:

Հաշվի առնելով սրնգենու տնկանյութի ավանդական եղանակով արտադրության որոշակի դժվարությունները (վար, փխրեցում, քաղիան, ոռոգում և այլն) [4] և ներկայիս պահանջարկը, մեր կողմից մշակվել է սրնգենու տնկիների անհող արտադրության կենսատեխնոլոգիա:

Նյութ և մեթոդ: (*Ligustrum vulgare* L.) ծիթենազգիների (Oleaceae) ընտանիքին պատկանող, խոտատերև, ճիպոտանման, խոշոր թուփ է: Կա սրնգենու մոտ 30 տեսակ: Տարածված են բարեխառն, արևադարձային և մերձարևադարձային գոտիներում: Տերևաթափ կամ մշտադալար թփեր են, երբեմն ոչ մեծ ծառեր: Տերևադասավորությունը հակադիր է, տերևները պարզ են, էլիպսաձև, կաշվեկերպ կամ փայլուն: Ծաղիկները երկսեռ են, հավաքված հուրաններում կամ ողկույզներում՝ ծաղկաբույլերում: Ունի օգտագործման բավական լայն ասպարեզ, օգտագործվում է նաև բժշկության մեջ (տերևների եփուկը): Պտուղներից ստանում են կարմիր, կապույտ և այլ ներկեր [3]:

Հետազոտությունները իրականացվել են ՀՀ ԳԱԱ Գ.Ս. Դավթյանի անվան հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտի հիդրոպոնիկական փորձարարական կայանում (2014-2018 թթ.): Սովորական սրնգենու տնկիները բազմացվել են վեգետատիվ ճանապարհով (կտրոններով): Բազմացման այս եղանակի առավելությունն այն է, որ բույսերն աճում են արագ, շուտ են ծաղկում և պտղաբերում, իրենց հատկություններով լրիվ նմանվում են մայր բույսին:

Կտրոնների համար ընտրվել են միջին աճ ունեցող միամյա շիվեր, որոնք մթերվել են աշնանը կամ վաղ գարնանը և խրամատավորվել խոնավ ավազի կամ հողի մեջ, որտեղ ջերմաստիճանը 2-5°C-ից չպետք է բարձրանա, որովհետև տաքությունից աչքերը բացվում են և կտրոնում եղած սննդանյութերը ծախսվում են, որի հետևանքով կտրոնները կարող են չարմատակալել: Փորձարկման համար սրնգենու կտրոնները մթերվել են գարնանը և խրամատավորվել: Տնկարկը կատարվել է ապրիլի առաջին կամ երկրորդ տասնօրյակին, երբ լցանյութի ջերմաստիճանը եղել է 8-10°C:

Խրամատավորված յուրաքանչյուր կտրոնից պատրաստվել են 10-12 սմ երկարությամբ 3-4 հանգույց ունեցող կտրոններ, որոնց ֆիզիոլոգիական խոնավությունը ապահովելու և կպցողականությունը բարձրացնելու նպատակով 18-20 ժամ դրվել են սովորական ջրում, իսկ որպես աճման խթանիչ (ԱԽ) օգտագործվել է հետերոաուբսինի 0,02%-անոց լուծույթ:

Ընդհանրապես տնկարաններում կտրոնների տնկման խտությունը կախված է տվյալ հողակլիմայական պայմաններից, մշակվող բույսերի կենսաբանական առանձնահատկություններից, կիրառվող ագրոտեխնիկայից և այլն [3]:

Անհող մշակությամբ բույսերի տնկման խտության և միջբույսային տարածության հարցը վերացվում է, քանի որ այս դեպքում միջարքային փխրեցման, քաղիանի, պարարտացման, ջրման և այլ աշխատանքների համար տարածք չի պահանջվում: Այս հանգամանքը թույլ է տալիս լիարժեք օգտագործել հիդրոպոնիկուսների տարածքը, դրանով իսկ բարձրացնել միավոր մակերեսի արդյունավետությունը:

Պատրաստի կտրոնները տնկարկվել են գլաբար, գլաբար + հրաբխային խարամ (1:1 հարաբերությամբ) և հրաբխային խարամ լցանյութերում, որպես ստուգիչ ծառայել է հողային մշակությամբ, որտեղ ապահովվել են բոլոր ագրոտեխնիկական կանոնները [4]: Տնկարկը կատարվել է 100, 120, 140, ստուգիչ հողում՝ 30 կտրոն/մ² սխեմայով:

Սննդալուծույթը պատրաստվել է համաձայն Գ.Ս.Դավթյանի առաջարկած սննդատարրերի կազմի [5, 7]: Սննդարար լուծույթը տրվել է զարնանը և ամռանը օրական 1-2, իսկ աշնանը՝ մեկ անգամ, որն աստիճանաբար պակասեցնելով հասցվել է տասնօրյակում մեկ անգամի: Տնկիների ձմեռման նախապատրաստելու նպատակով, աշնանը սննդարար լուծույթից ամբողջապես հանվել է ազոտը՝ շվերի հասունացումը (փայտացումը) ապահովելու համար: Վեգետացիայի ընթացքում փորձի բոլոր տարբերակներում կատարվել է ֆենոլոգիական դիտարկումներ և կենսամետրիկ չափումներ:

Արդյունքներ և քննարկում: Ստացված արդյունքները ցույց են տվել (աղ. 1, նկ. 1, 2), որ կտրոնների կաչողականությունը և աճի ուժգնությունն, ըստ Ախ-ի ազդեցության, փորձարկված լցանյութերի և տնկարկի խտության, եղել են տարբեր:



Նկ. 1. Սրնգենու միամյա տնկիները բացօթյա հիդրոպոնիկայում

Լավագույն կաչողականություն է ապահովել 0,02 %-անոց Ախ և հրաբխային խարամ տարբերակը (աղ.) (92-95 %), ինչը բացատրվում է Ախ-ի ազդեցությամբ, լցանյութի բարձր ջրակլանողությամբ և դրա համեմատաբար քիչ տաքացմամբ: Գլաբար լցանյութը, կլանելով համեմատաբար քիչ ջուր և շատ տաքանալով, կաչողականության ցածր տոկոս է ապահովել (78-81 %), իսկ աճի ցուցանիշներով բարձր է (առաջին տարում՝ 39-46 սմ, 6-7 մմ, երկրորդ տարում՝ 95-103 սմ, 11-12 մմ բարձրությամբ և բնի տրամագծով) (աղ. 1):

Փորձարկված լցանյութերից և տնկարկի խտություններից սրնգենու արմատակալների համար լավագույնն է 0,02 %-անոց աճի խթանիչ օգտագործված հրաբխային խարամ տարբերակը, որտեղ 1 մ²-ին 120-140 կտրոն տնկարկի դեպքում ապահովվում է 112-129 հատ տնկիների ել հողային 19-22 հատի դիմաց (աղ.): 140 կտրոն/մ² խտությունից բարձրի դեպքում, ըստ մեր փորձնական տվյալների, տնկիների համեմատական արմատային համակարգը մեծ խտության պատճառով, դժվար է բաժանվում, վնասվում են նուրբ արմատները, որը կարող է հետագայում բացասաբար ազդել տնկիների կաչողականության վրա:

Աղյուսակ 1. Աճման խթանիչի, լցանյութի և տնկարկման խտության ազդեցությունը սովորական սրնգենու կտրոնների կազդակակնության, աճի և տնկիների ելի վրա

Լցանյութ	Հատվ²	Կալի- դակա- նութ- յունը, %		Տարեկան միջին աճը										Տնկիների ելը, հատ/մ²	
		առանց Ախ (ստու- գիչ)	Ախ-ի դեպքում	1-ին տարի				2-րդ տարի				առանց Ախ (ստուգիչ)	Ախ-ի դեպքում		
				առանց Ախ կիրառման		Ախ կիրառման դեպքում		առանց Ախ		Ախ դեպքում					
				բարձրու- թյունը, սմ	բնի տրա- մագիծը, սմ	բարձրու- թյունը, սմ	բնի տրա- մագիծը, սմ	բարձրու- թյունը, սմ	բնի տրա- մագիծը, սմ	բարձրու- թյունը, սմ	բնի տրա- մագիծը, սմ				
Գլաքար	100	67	81	37±0,8	7,0±0,2	39±2,3	7,1±0,5	90±4,6	11,8±1	95±2,9	12,4±0,2	67	81		
	120	65	80	39±1,7	6,5±0,3	42±1,7	6,8±0,2	95±1,2	11,0±0,6	98±3,5	11,0±0,5	80	96		
	140	65	78	42±1,7	6,3±0,6	46±2,3	6,5±0,3	97±2,2	11,4±0,1	103±1,7	11,6±0,3	91	109		
Գլաքար + 50% հրա- բխային խա- րամ	100	74	88	39±2,3	6,6±0,3	38±3,5	7,0±0,5	90±5,2	11,8±0,5	88±4,0	12,1±0,5	74	88		
	120	71	86	38±1,7	6,2±0,1	40±2,9	6,3±0,2	95±0,6	11,0±0,6	94±1,8	11,7±0,4	85	103		
	140	72	85	40±2,3	6,0±0,2	41±1,7	6,4±0,2	93±3,5	11,2±0,6	97±9,2	10,8±0,5	101	119		
Հրաբխային խարամ	100	84	95	37±0,6	7,0±0,1	39±3,8	6,8±0,1	88±2,0	11,2±0,1	84±2,3	11,8±0,5	84	95		
	120	82	93	40±1,7	6,6±0,2	41±0,6	6,4±0,2	90±5,8	10,5±0,3	91±3,5	10,7±0,2	101	112		
	140	81	92	41±2,9	6,0±0,6	43±2,3	6,1±0,5	93±2,3	10,4±0,2	95±1,2	11,2±0,1	113	129		
Հող (ստուգիչ)	30	65	72	22±2,3	5,6±0,3	24±1,7	5,8±0,1	48±3,5	7,0±0,6	52±1,7	7,2±0,1	19	22		



Նկ. 2. Սրնգենու երկամյա տնկիները բացօթյա հիդրոպոնիկայում

Այսպիսով, մեր ուսումնասիրության արդյունքները թույլ են տվել եզրակացնել, որ անհող մշակույթում, հրաբխային խարամ լցանյութի տարբերակում տնկանյութի որակի բարձրացմանը զուգընթաց, կտրոնների մեծ խտության (120-140), ԱԽ-ի, բարձր կազդակակնության (92-93 %) և ինտենսիվ աճի (առաջին տարում 41-43 սմ, երկրորդում՝

91-95 սմ) շնորհիվ հնարավոր է 1 մ²-ից առաջին տարում ստանալ ստանդարտին [4] համապատասխան (111-128 հատ) տնկիներ, կրճատելով արտադրության ժամկետը (1-2 տարով) և ծախսերը (2-3 անգամ):

Սովորական սրնգենու տնկիների հիդրոպոնիկ արտադրության մեր կողմից մշակված կենսատեխնոլոգիան արդյունավետ է և հեռանկարային, ինչը կարող է հիմք հանդիսանալ թափառանքների տնկիների ինտենսիվ արտադրություն կազմակերպելու համար, որի ներդրումն արտադրության մեջ հնարավորություն կտա կանաչ պուրակների ստեղծման ու վերականգնման ծրագրերի իրագործումը հանրապետությունում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Հարությունյան Լ.Վ.* Զո շրջապատի թփերը, Երևան, Սովետական գրող հրատ., 1984:
2. *Հովսեփյան Ա.Հ., Պողոսյան Գ.Յ., Էլոյան Ս.Ա.* Սոսու տնկանյութի հիդրոպոնիկական արտադրության հնարավորությունն ու արդյունավետությունը, Ագրոգիտություն, 3-4 (655-656), էջ 208-211, 2013:
3. *Վարդանյան Ժ.Հ.* Ծառագիտություն, Երևան, Հայկական Ագրոգիտության Ակադեմիա, 2005:
4. *Алексеевский А.Н.* Питомники декоративных деревьев и кустарников. М., Издательство литературы по строительству, 1965.
5. *Давтян Г.С.* Гидропоника. В.кн.:Справочная книга по химизации сельского хозяйства. М., Колос, с. 382-385, 1980.
6. *Ермаков Г.С.* Размножение древесных и кустарниковых растений зеленым черенкованием. Кишинев, Штлинца, 1981.
7. *Майрапетян С.Х.* Культура эфиромасличных растений в условиях открытой гидропоники, Ереван, Издательство Армянской АН ССР, 1989.

Ստացվել է 11.10.2019



Биол. журн. Армении, 4 (71), 2019

**НОВЫЕ НАХОДКИ РЕДКИХ ЖАБРОНОГИХ РАКООБРАЗНЫХ
(CRUSTACEA: BRANCHIOPODA) *LEPTESTHERIA DAHALACENSIS*
(RUPPEL, 1837) (SPINICAUDATA) И *BRANCHIPODOPSIS*
TERPOGOSSIANI SMIRNOV, 1936 (ANOSTRACA) В АРМЕНИИ**

С.А. АКОПЯН, М.Ю. КАЛАШЯН

Научный центр зоологии и гидроэкологии НАН РА
susannahakob@gmail.com; mkalashian1@gmail.com

Приводятся сведения о новых находках жаброногих ракообразных (Crustacea: Branchiopoda) *Leptestheria dahalacensis* (Ruppel, 1837) (Spinicaudata) и *Branchipodopsis terpogossyani* Smirnov, 1936 (Anostraca) в Армении. Оба вида ранее были известны лишь из Араратской долины. Авторами представлено новое местообитание *L.dahalacensis* в Северной Армении; для второго вида обнаружено новое местообитание в пределах Араратской долины. Оба вида рассматриваются как редкие и заслуживающие специальных мер охраны.

*Жаброногие ракообразные – Branchipodopsis terpogossiani – Leptestheria dahalacensis –
новые местонахождения – Армения*

Բերվում են տվյալներ Հայաստանում խոիկառու խեցգետնակերպերի (Crustacea: Branchiopoda) *Leptestheria dahalacensis* (Ruppel, 1837) (Spinicaudata) և *Branchipodopsis terpogossyani* Smirnov, 1936 (Anostraca) նոր գտածոների վերաբերյալ: Առաջին երկու տեսակները նախկինում հայտնի էին միայն Արարատյան հարթավայրից: Ներկայացված է *L.dahalacensis* տեսակի նոր ապրելավայր Հյուսիսային Հայաստանում; երկրորդ տեսակի համար հայտնաբերվել է նոր ապրելավայր Արարատյան հարթավայրում: Առաջին երկու տեսակները համարվում են որպես խիստ հազվադեպ և հատուկ պահպանության միջոցառումներ պահանջող ֆաունայի տարրեր:

*խոիկառու խեցգետնակերպեր – Branchipodopsis terpogossiani – Leptestheria dahalacensis –
նոր գտածոներ – Հայաստան*

New data on the findings in Armenia of fairy shrimps (Crustacea: Branchiopoda) *Leptestheria dahalacensis* (Ruppel, 1837) (Spinicaudata) и *Branchipodopsis terpogossyani* Smirnov, 1936 (Anostraca) are given. Both species were previously recorded in the valley only. New locality of *L.dahalacensis* in Northern Armenia is presented; for the second species the new locality inside Ararat valley is found. Both species are considered rare and need special conservation measures.

*Fairy shrimps – Branchipodopsis terpogossiani – Leptestheria dahalacensis –
new findings – Armenia*

Класс Жаброногих ракообразных (Branchiopoda) – это морфологически разнообразная группа экологически важных, преимущественно пресноводных организмов, окаменелости вымерших представителей которых восходят к верхнему кембрию (520 миллионов лет назад) [16].

В Армении жаброногие ракообразные встречаются сравнительно редко и в очень немногих водоемах. Пищей жаброногам служат микроскопические водоросли и мелкие частицы разлагающейся органики.

Листоногий рачок *Leptestheria dahalacensis* (Ruppel, 1837) принадлежит семейству Leptestheriidae отряда Spinicaudata. Этих рачков называют креветки-моллюски, поскольку их тело заключено в панцирь или раковину, как у моллюсков. Панцирь может открываться и закрываться с помощью связки и обычно имеет концентрические кольца роста, иногда незаметные. Обитает в мелких, постоянных или пересыхающих бедных хищниками пресноводных водоемах на территории бывшего СССР и Европы [5, 11]. В XX веке специально заселялся в водоемы в качестве кормовой базы для промысловых видов рыб [3]. Вид моноцикличен.

Другой вид класса жаброногих – *Branchipodopsis terpogossiani* Smirnov, 1936 принадлежит семейству Branchipodidae отряда Anostraca. Это обитатели временных водоёмов и луж, образующихся весной в аридных районах. Представители этого семейства широко распространены в Азии [10, 15], а также в Южной и Восточной Африке [8, 13].

Род *Branchipodopsis* на территории России и сопредельных стран представлен 2 видами: *B. affinis* G. O. Sars, 1901 и *B. terpogossiani*. Вид *B. affinis* распространен в Забайкалье и в Монголии [3, 10]. Вид *B. terpogossiani* нигде, кроме Армении, не обнаружен. Оба вида близки по своей морфологии, что указывает на связь фауны Закавказья с фауной Центральной Азии.

Яйца жаброногих могут выживать во время засухи несколько лет. Аностраки отфильтровывают пищу из воды во время плавания, а также счищают водоросли и другие органические материалы с твердых поверхностей [7]. В отряд Anostraca входит также широко распространенный в соленых водоемах вид *Artemia salina* (Linnaeus, 1758).

Информация о распространении жаброногих ракообразных в Армении фрагментарна, поскольку специальных исследований их местообитаний с 20-30-х годов прошлого века не проводилось. Кроме того, обнаружение рачков затруднительно из-за их короткого жизненного цикла. В связи с изложенным считаем полезным предоставление новой информации о фауне Армении по этим своеобразным членистоногим.

Материал и методика. Полевые сборы были проведены сотрудниками лаборатории энтомологии ИЦЗГЭ НАН Армении в рамках полевых работ различных проектов. Животные отлавливались сачком и фиксировались в 70 %-ном этаноле. Рассматриваемые виды были обнаружены в Лорийском и Армавирском марзах (табл. 1).

Таблица 1. Новые места обнаружения видов бранхиопод в Армении

Вид	Место находки	Дата	Координаты
<i>Leptestheria dahalacensis</i> (Ruppel, 1837)	Лорийская область. Водоём в бассейне реки Дебед, у дороги к селу Мадан, на высоте 838 м над ур. моря	24 мая 2014	N41.11337 E44.65330
<i>Branchipodopsis terpogossiani</i> Smirnov, 1936	Армавирская область. Лужа вблизи села Ханджан в бассейне реки Аракс, на высоте 924 м над ур. моря	04 мая 2013	N40.20670 E43.98840

Результаты и обсуждение. Виды *L. dahalacensis* и *B. terpogossiani* впервые в Армении были обнаружены известным зоологом А.Б. Шелковниковым в 1923 г. в Арагатской долине у села Сардарабат [4]. Кроме упомянутых видов, А.Г. Тер-Погосяном [4] были отмечены два других вида брахипод: очень многочисленные особи *Streptocephalus auritus* Brehm, 1954 [=torvicornis (Waga, 1842) (sensu Hamer et al., 1994)] семейства Streptocephalidae отряда Anostraca и 1 экземпляр *Triops cancriformis* (Bosc 1801) семейства Triopsidae отряда Notostraca.

Дальнейшие исследования, проведенные в 1933-1935 гг. А.Г.Тер-Погосяном и в 1940 г. Г. Азизяном, показали, что в долине реки Аракс в Октемберянском районе встречались *B. terpogossiani*, *S. auritus* (=torvicornis) и *T. cancriformis*, а в Вагаршапатском районе – *B. terpogossiani* и *L. dahalacensis* [4].

Позднее исследования популяций жаброногих ракообразных Армении не проводились, и новые сведения об их распространении в стране отсутствовали. Только в 2013 г. в Арагатской долине в луже вблизи села Ханджян были обнаружены 6 особей *B. terpogossiani* (3 самца и 3 самки), а в 2014 г. на северо-востоке Армении в бассейне реки Дебед были обнаружены 3 особи *L. dahalacensis*.

В контрольном перечне Anostraca [6] жаброног из Армении представлен как вид *B. terpogossiani* Smirnov, 1936, с оговоркой, что, несмотря на то что Hartland-Rowe [9] считает данный вид синонимом *B. affinis*, авторы контрольного перечня считают эту синонимику недостаточно обоснованной. До настоящего времени единого мнения по данному вопросу нет: одни авторы [12] приводят жабронога из Армении как *B. affinis*, другие – как *B. terpogossiani* [15], тогда как Thiéry & Jean [14] считают, что *B. affinis*, *B. terpogossiani*, а также *B. acanthopenes* (Malhotra & Duda, 1970), известный только из Кашмира, могут принадлежать к одному виду.

Согласно Добрыниной [1, 2], *L. dahalacensis* – единственный представитель рода *Leptestheria* на территории России и сопредельных стран. По мнению автора [10] расширение его ареала в 20-м веке связано со случайной интродукцией рачков вместе с мальками рыб из рыбопитомников Кавказа и Астраханской области в прудовые хозяйства и рисовые поля.

В начале 20-го века данный вид был обнаружен в Центральной Армении, и тот факт, что сейчас *L. dahalacensis* найден на севере Армении, свидетельствует о возможном проникновении вида с территории сопредельной Грузии.

В некоторых европейских странах креветки-моллюски внесены в Красную книгу. Так, все виды австрийских Spinicaudata считаются находящимися под угрозой исчезновения. Основными угрозами являются сельскохозяйственная деятельность и искусственные изменения гидрологических условий. Обсуждаются меры охраны для оценки их эффективности [11]. Учитывая тот факт, что на популяции жаброногов Армении влияют те же факторы, необходимо принять меры по их охране, в частности, включить этих редких рачков в новую Красную книгу Армении. Необходимы дальнейшие исследования популяций обоих видов для оценки их статуса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добрынина Т.И. Распространение *Leptestheria dahalacensis* (Rüppel, 1837) (Crustacea, Conchostraca) в Европе, Тезисы докладов конференции “Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2)”, с.76, 2005.
2. Добрынина Т.И. Распространение *Leptestheria dahalacensis* (Rüppel, 1837) (Crustacea, Spinicaudata) в Восточной Европе, Российский журнал биологических инвазий № 3, с.33-37, 2010.

3. Сидоровский С.А., Каргапольцева И.А., Холмогорова Н.В. Новые материалы к фауне Anostraca, Notostraca, Conchostraca Удмуртской Республики. Амурский зоологический журнал, VI(1), 12-14, 2014.
4. Тер-Погосян А.Г. Euphylopoda, Cladocera и Eucoropoda долины реки Аракс. Известия Армянского филиала Академии Наук СССР. N3-4, с.17-18, 1942.
5. Фролова Л.А., Яковлев В.А. Биология *Leptestheria dahalacensis* (Ruppel, 1837) (Crustacea, Spinicaudata) в рыбоводных прудах у г. Хадамар (Германия). Биология внутренних вод, № 4, с. 20-24, 2007.
6. Belk D. & Brtek J. Checklist of the Anostraca. Hydrobiologia, 298, 315-353, 1995.
7. Belk D. "Branchiopoda"; in Carlton J.T., ed., The Light and Smith Manual: Intertidal Invertebrates from Central California to Oregon, 414-417, 2007.
8. Brendonck L., Rogers D.Ch., Jorgen O., Weeks S., Hoeh W.R. Global diversity of large branchiopods (Crustacea: Branchiopoda) in freshwater. Hydrobiologia, 595, Issue 1, 167-176, 2008.
9. Hartland-Rowe R. The genus Branchipodopsis in Asia (Anostraca). Crustaceana, 15, 214-215, 1968.
10. Hidetoshi N., Banzragch Z. General aspects of the large branchiopod crustacean fauna of Mongolia. Limnology, 3, 181-188, 2002.
11. Hödl W., Eder E. Rediscovery of *Leptestheria dahalacensis* and *Eoleptestheria ticinensis* (Crustacea: Branchiopoda: Spinicaudata): an overview on presence and conservation of clam shrimps in Austria, Hydrobiologia, 318, Issue 3, 203-206, 1996.
12. Rogers D.Ch. Anostraca catalogus (Crustacea: Branchiopoda). The Raffles Bulletin of Zoology 61, 2, 525-546, 2013.
13. Rogers D.Ch., Hamer M. Two new species of *Metabanchipus* Masi, 1925 (Anostraca: Branchipodidae), Journal of Crustacean Biology, 32, 6, 972-980, 2012.
14. Thiéry A., Séverine J. Branchipodopsis Buettikeri, New Species (Anostraca, Branchipodidae), the first Arabian (Sultanate of Oman) representative of the genus of freshwater fairy shrimps, with biogeographical remarks. Journal of Crustacean Biology, Issue 3, 398-408, 2004.
15. Van Damme K., Weekers, P.H.H. & Dumont, H.J. Anostraca (Crustacea: Branchiopoda) from Socotra Island: A new Branchipodopsis and its relationship with its African and Asian congeners. Fauna of Arabia, 20, 193-209, 2004.
16. Walossek D. The Upper Cambrian Rehbachiella and the phylogeny of Branchiopoda and Crustacea. Fossils and Strata, 32, 4, 1-202, 1993.

Поступила 14.10.2019



Биол. журн. Армении, 4 (71), 2019

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕТАБОЛИЗМА АДЕНОЗИНА И ЛАКТАТА В ТКАНЯХ КРЫС ПРИ ОПУХОЛИ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

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

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

Исследовалась активность аденозиндезаминазы в гомогенатах опухолевых и злокачественно нетрансформированных тканей крыс. Выявлена взаимосвязь активности аденозиндезаминазы и концентрации лактата. Результаты исследования позволяют предположить, что стимулирующее влияние лактата на активность аденозиндезаминазы можно оценивать как показатель противоопухолевой эффективности лактата.

Аденозиндезаминаза – аденозин – лактат – гипоксия

Հետազոտվել է ադենոզինդեզամինազի ակտիվությունը առևտեստերի բաղկացիկում և չարորակ փոխակերպման չենթարկված հյուսվածքների հոմոգենատներում: Բացահայտվել է ադենոզինդեզամինազի ակտիվության և կաթնաթթվի կոնցենտրացիայի փոխկապակցվածությունը: Հետազոտման արդյունքները թույլ են տալիս ենթադրել, որ կաթնաթթվի խթանիչ ազդեցությունը ադենոզինդեզամինազի ակտիվության վրա կարող է գնահատվել, որպես կաթնաթթվի հակառակորդային արդյունավետության ցուցանիշ:

Ադենոզինդեզամինազ–ադենոզին–կաթնաթթու–հիպոքսիա

The activity of adenosine deaminase in homogenates of tumorous and non-transformed tissues of rats was studied. The relationship of the activity of adenosine deaminase and lactic acid concentrations in those tissues was revealed. Research results suggest that the stimulating effect of lactic acid on the activity of adenosine deaminase can be evaluated as an indicator of antitumor efficacy of lactic acid.

Adenosine deaminase – adenosine – lactic acid – hypoxia

Для опухолевых тканей характерно состояние гипоксии, так как формирующие раковое новообразование кровеносные сосуды содержат многочисленные дефекты и не способны обеспечивать доставку достаточного количества кислорода в ткани. Раковые клетки на низкое парциальное давление кислорода отвечают изменением энергетического метаболизма, что подтверждается данными об активации ферментов гликолиза, ответственных за обеспечение дополнительной энергией высоких потребностей злокачественно трансформированных клеток [7]. Активация гликолиза сопровождается избыточным образованием лактата, следовательно, снижением pH среды. В нормальных клетках снижение pH вызывает клеточную гибель путем некроза или апоптоза, а опухолевые клетки развивают резистентность к индуцированной кислотой токсичности и получают возможность выжить в кислых условиях среды. В современных работах приведены доказательства кислото-зависимой опухолевой инвазии при нарушении метаболизма глюкозы [5].

На протяжении длительного времени изучения истории метаболизма лактата рассматривался лишь как тупиковый метаболит анаэробного катаболизма глюкозы. Но в последние годы было показано, что в опухолевых клетках лактат играет важную роль: молекула участвует в модуляции активности многих ферментов [6]. Одним из таких ферментов считается ответственная за катаболизм аденозина аденозиндезаминаза. Лактат может влиять на обмен нуклеотидов и действовать на течение патологических состояний через изменение активности аденозиндезаминазы. В гипоксическом состоянии, когда ткани обедняются кислородом и в клетках увеличивается концентрация лактата, наблюдается существенное изменение метаболизма аденозина. В условиях спровоцированного гипоксией ацидоза усиливается транспорт аденозина из клетки, который в зависимости от концентрации в 2-10 раз усиливает выход лактата [10]. Накопление внеклеточного аденозина является признаком как гипоксии, так и патофизиологическим признаком широкого круга злокачественных новообразований, сопровождающихся гипоксией [9]. Надо отметить, что причиной увеличения концентрации аденозина при гипоксии может являться также усиленный синтез гипоксия-индуцибельного фактора 1 α (HIF-1 α), который увеличивает экспрессию ферментов, продуцирующих аденозин из адениновых нуклеотидов [11,12]. А аденозин считается одним из иммуносуппрессирующих факторов, продуцируемых опухолью. Аденозин не только ингибирует антиопухолевые иммунные клетки, но и активирует опухоль-промотирующие клетки, что позволяет опухоли уклониться от иммунного надзора и способствует ее развитию и метастазированию [1].

Учитывая вышесказанное, можно рассматривать возможную взаимосвязь между нарушениями углеводного и нуклеотидного обмена, так как лактат, будучи конечным продуктом анаэробного окисления глюкозы, может являться связующим звеном между обменом нуклеиновых кислот и углеводов.

Целью данного исследования была оценка влияния опухоли молочной железы на катаболизм аденозина в тканях с пораженными участками в злокачественно перестроенных тканях, изучение взаимосвязи активности аденозиндезаминазы и концентрации лактата, также исследование особенностей распределения активности изоферментов АДА в тканях молочной железы.

Материал и методика. *Лабораторные животные.* Исследование проводилось на 8-недельных крысах породы Wistar массой 90-120 г. Животные содержались в стандартных условиях вивария со свободным доступом к воде и пище, в помещении с температурой воздуха 22 °С при 12-часовом цикле свет/темнота. Исследования проводились в соответствии с правилами биоэтики, утвержденными Национальным комитетом по биоэтике (Армения).

Моделирование эксперимента. Для исследований животные были разделены на 2 группы: 1-я группа – интактные крысы, 2-я – экспериментальная группа (опухоленосители). Опухоль молочной железы индуцировалась введением 20 мг 7,12-диметилбензантрацена (ДМБА). ДМБА вводился крысам в возрасте 45-60 дней с помощью желудочного зонда.

Извлечение биологического материала. Животные выводились из опыта декапитацией. Материалом для исследования служили ткани молочной железы и смежной с ней ткани, а также ткани печени и почек. Для приготовления гомогенатов образцы тканей промывали охлажденным физиологическим раствором, гомогенизировали на льду. Ткани органов гомогенизировали в стеклянном гомогенизаторе Поттера–Эльведжейма в соотношении 1:10 (масса/объем) в К⁺-фосфатном буфере (рН 7.4). Гомогенаты тканей центрифугировали в течение 15 мин при 3000 об/мин. Определение показателей проводилось в надосадках гомогенатов.

Определение биохимических показателей крови. Для определения ферментативной активности АДА в сыворотке крови использовалась методика, основанная на колориметрическом определении аммиака с применением фенолгипохлоритного реактива [8]. Изоферменты аденозиндезаминазы выделяли методом гельфильтрации (Sephadex G100). Количественное определение лактата проводилось по реакции Уфельмана [3]:

Обработка результатов. Данные представлены в виде средних арифметических величин со стандартной ошибкой в соответствии с программой Microsoft Excel 2013. Стандартная ошибка средних арифметических величин не превышает 3% от абсолютных значений (на рисунках не указано). Статистическая обработка данных разных серий экспериментов проводилась с использованием критерия Стьюдента (p) [2]. Различия считали статистически достоверными при $p < 0.05$.

Результаты и обсуждение. Результаты анализа аденозиндезаминазы в тканях крыс, пораженных аденокарциномой молочной железы, показали, что активность фермента в опухолевой ткани составила 46,5 мкмоль/г ткани, что в 1,8 раз превышает соответствующее значение в тканях интактных животных (25,8 мкмоль/г ткани) (рис. 1). Данные подтверждают гипотезу об усилении экспрессии аденозиндезаминазы при злокачественной модификации ткани.

Что касается злокачественно нетрансформированных тканей (печень, почки), то здесь наблюдаются небольшие колебания активности аденозиндезаминазы. В гомогенате тканей печени 2-й группы животных активность АДА составляла 15,4 мкмоль/г ткани, в той же ткани интактных животных – 14,1 мкмоль, в тканях почек – 12,2 мкмоль и 11,2 мкмоль соответственно (рис. 1). Полученные различия в пределах физиологической нормы указывают на отсутствие значительных изменений в этих тканях.

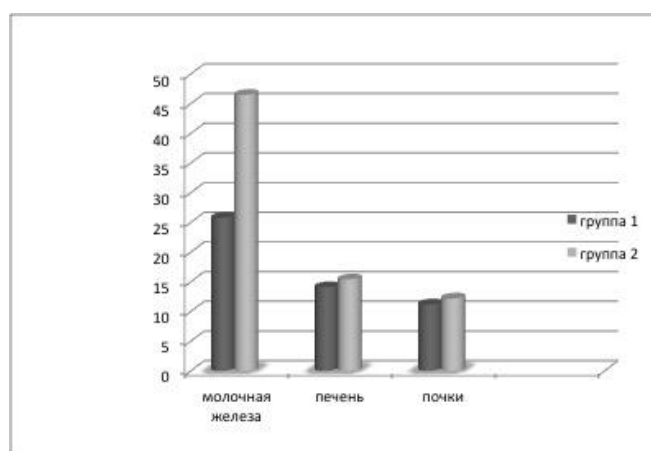


Рис. 1. Дезаминирование аденозина в гомогенатах молочной железы, тканей печени и почек (мкмоль NH_3 на 1г ткани). 1 – интактная группа, 2 – экспериментальная группа

*различия достоверны, $n=10$, $p < 0,05$.

Как было отмечено, данные о биохимических процессах во время опухолевого роста свидетельствует о том, что прогрессирование опухоли предполагает усиление процессов, ответственных за обеспечение дополнительной энергией злокачественно трансформированных клеток. В нашем случае об этом свидетельствует повышение концентрации лактата в опухолевой ткани (4,8 мкмоль в пробе), в тех же тканях интактных животных – 1,9 мкмоль. Увеличение концентрации лактата (в 2,5 раза) указывает на анаэробный распад глюкозы (рис. 2).

Изменения содержания лактата в тканях печени и почек при развитии опухолевых процессов в организме указывают на некоторую активацию гликолиза в тканях, не имеющих признаков злокачественной трансформации. В гомогенатах печени концентрация лактата выросла на 12 %, почек – на 10,3 % (рис. 2). Необоснованным кажется рост концентрации лактата в почечной ткани, так как действующая в почках пируваткарбоксилаза при ацидозе проявляет высокую активность, что предполагает активный процесс глюконеогенеза и, соответственно, не провоцирует накопление пирувата и превращение его в лактат.

Надо отметить, что в отличие от опухолевых тканей, в злокачественно не трансформированных тканях увеличение содержания лактата не сопровождается повышением активности АДА.

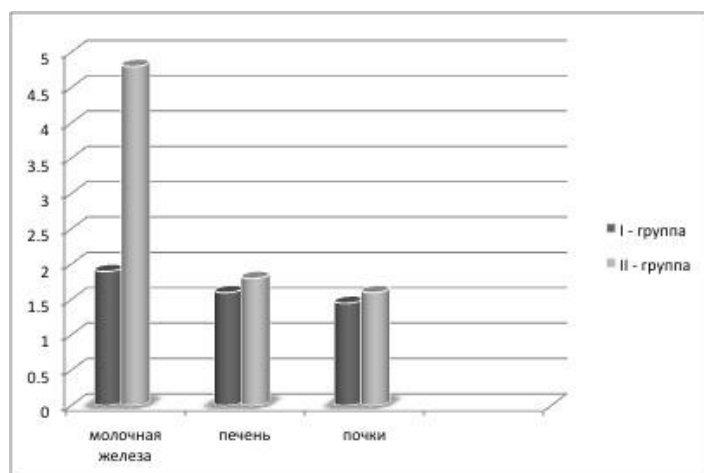


Рис. 2. Изменения концентрации лактата в гомогенатах молочной железы, тканей печени и почек.

1 – интактная группа, 2 – экспериментальная группа

*различия достоверны, $n=10$, $p<0,05$.

Анализируя полученные данные, можно заключить, что при опухолевом росте в очагах поражения отмечаются серьезные изменения как процессов углеводного, так и нуклеотидного обмена. Нелишне отметить, что установленная активация катаболизма аденозина в пораженной опухолью ткани может быть результатом изменения pH среды, обусловленным значительным повышением уровня лактата, и указывать на взаимосвязь данных показателей. Выявленное значительное повышение активности АДА, приводящее к снижению концентрации аденозина в опухолевых клетках, на фоне повышения концентрации лактата может быть результатом стимулирующего влияния лактата на активность АДА. С другой стороны, отмеченный рост активности аденозиндезаминазы может быть результатом увеличения субстрата аденозина в малигнизированной ткани.

Гельфилтрация гомогенатов опухолевой ткани выявила аденозиндезаминазную активность в 9-10-й фракциях, что соответствует высокомолекулярной изоформе АДА (АДА1), а также в 21-23-й фракциях, что соответствует низкомолекулярной изоформе (АДА2) (рис. 3, 4).

Обнаруженная в гомогенатах опухолевой ткани активность изоформ АДА превышает активность изоформ АДА в гомогенатах интактных тканей в 1,9 и 1,8 раза соответственно.

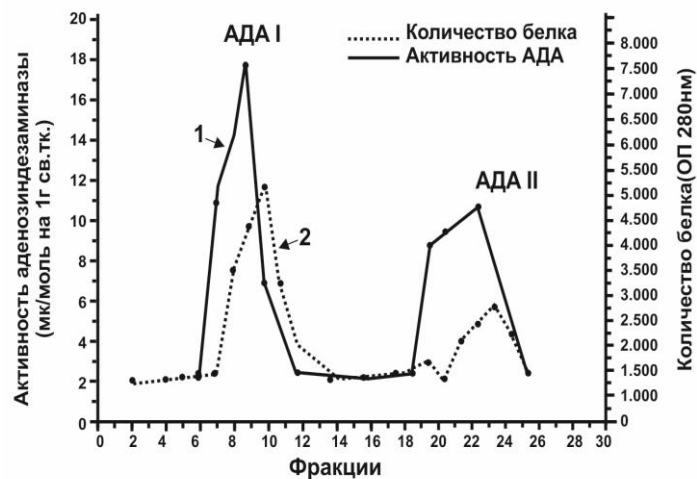


Рис. 3. Активность изоформ АДА после гельфильтрации в тканях молочной железы при физиологической норме. Профили элюатов: аденозиндезаминазная активность-1, выход белка-2.

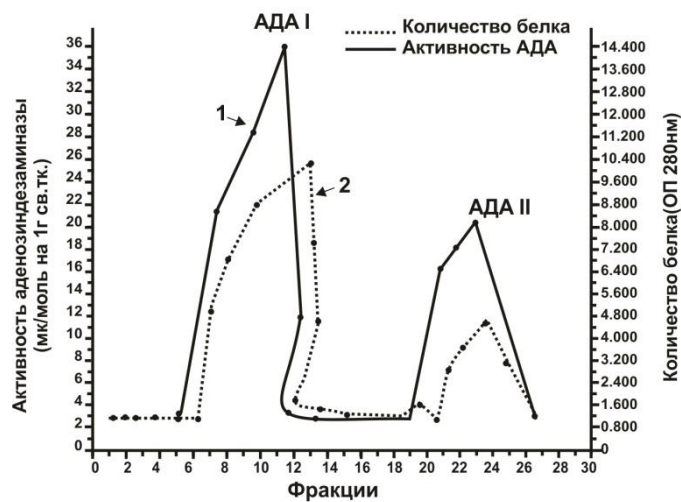


Рис. 4. Активность изоформ АДА после гельфильтрации в тканях молочной железы, пораженной опухолью. Профили элюатов: аденозиндезаминазная активность-1, выход белка-2.

Установлено, что повышенная активность АДА в малигнизированных тканях обеспечивается экспрессией обоих изоферментов АДА. Однако надо отметить, что соотношение активности изоферментов АДА1 и АДА2 как в опухолевых, так и в интактных тканях сохраняется на одном уровне, и основной вклад в общую аденозиндезаминазную активность вносит АДА1.

О том, что АДА2, являясь внеклеточной молекулой, обладает меньшей, по сравнению с АДА1, каталитической активностью и в нормальных для клетки условиях отмечается и в работах других авторов [4].

Повышение концентрации лактата в опухолевой ткани влияет на содержание аденозина, возможно, посредством индукции аденозиндезаминазы. Повышенная общая активность АДА результат экспрессии обоих изоферментов аденозиндезаминазы. В малигнизированных тканях активность изоформы АДА1 значительно превышает активность изоформы АДА2.a

ЛИТЕРАТУРА

1. Жулай Г.А., Олейник Е.К., Чуров А.В., Романов А.А., Кравченко П.Н., Олейник В.М. Роль Трег-клеток в аденозин-опосредованной иммунной супрессии при колоректальном раке, Медицинская иммунология, 19, 1, с. 89-94, 2017.
2. Кобзарь А.И., Прикладная математическая статистика, М., Физматлит, 816 с., 2006.
3. Bergmeyer H.U. Methods of Enzymatic Analysis, Basel, Verlag Chemie, 1, 7, 10, 701 p., 1984.
4. Gakis C. Adenosine deaminase (ADA) isoenzymes ADA1 and ADA2: diagnostic and biological role, Eur. Respir J., 9, p. 623-624, 1996.
5. Gatenby, R.A., Gawlinski E.T., Gmitro A.F., Kaylor B., Gillies R.J. Acid-mediated tumor invasion: a multidisciplinary study, Cancer Res., 66, p. 5216-5223, 2006.
6. Granja S., Tavares-Valente D., Queiros O., Baltazar F. Value of pH regulators in the diagnosis, prognosis and treatment of cancer, Semin Cancer Biol, 43, p. 17-34, 2017.
7. Kim C.H., Park J.E., Yoo S.S., Lee S.Y., Cha S.L., Park J.Y., Lee J. Usefulness of serum lactate dehydrogenase/pleural fluid adenosine deaminase ratio for differentiating *Mycoplasma pneumoniae* parapneumonic effusion and tuberculous pleural effusion, J. Infection, 75, 1, p. 581-583, 2017.
8. Martinek R.G. Micromethod for estimation of serum adenosine deaminase, Clin. Chem., p. 620-625, 1963.
9. Muller S., Muller L., Whiteside T.L. Immunoregulatory activity of adenosine and its role in human cancer progression, Expert Rev. Clin. Immunol., 10, p. 897-914, 2014.
10. Vaupel P., Multoff G. Accomplices of the hypoxic tumor microenvironment compromising antitumor immunity: adenosine, lactate, acidosis, vascular endothelial growth factor, potassium ions, and phosphatidylserine, Front. Immunol., 8, p. 1-6, 2017.
11. Vaupel P., Multoff G. Hypoxia/HIF-1 α -driven factors of the tumor microenvironment impeding antitumor immune responses and promoting malignant progression, Adv. Exp. Med. Biol., 1072, p. 171-175, 2018.
12. Zavialov A.V., Gracia E., Glaichenhaus N., Franco R., Lauvau G. Human adenosine deaminase 2 induces differentiation of monocytes into macrophages and stimulates proliferation of T helper cells and macrophages, J. Leukoc. Biol, 88, 2, p. 279-290, 2010.

Поступила 21.10.2019



Биол. журн. Армении, 4 (71), 2019

АНТИДИАБЕТОГЕННОЕ ДЕЙСТВИЕ КОМПЛЕКСА НЕЙРОАКТИВНЫХ АМИНОКИСЛОТ НА МОДЕЛИ АЛЛОКСАНОВОГО ДИАБЕТА

Р.С. ХАЧАТРЯН, Н.Х. ХАЧАТРЯН, Р.Г. КАМАЛЯН

Институт биохимии им. Г. Бунятына НАН РА
rip.khachatryan@mail.ru

Изучено влияние комплекса ГАМК и генерирующих ее соединений на сдвиги глюкозы крови и нейроактивных аминокислот мозга и поджелудочной железы, инициируемых аллоксаном. Показано, что 5-дневное введение комплекса “отравленным” аллоксаном крысам снимает гипергликемический эффект аллоксана и нормализует вызываемые им сдвиги содержания нейроактивных аминокислот в мозге и поджелудочной железе животных. Исследованный комплекс может быть апробирован на больных диабетом.

Аллоксан – мозг – поджелудочная железа – глюкоза – нейроактивные аминокислоты

Ուսումնասիրվել է ԳԱԿԹ և այն գեներացնող միացությունների կոմպլեքսի ազդեցությունը ալոքսանի կողմից դրթվող արյան գլյուկոզի և ուղեղի ու ենթաստամոքսային գեղձի նյարդաակտիվ ամինաթթուների մակարդակի փոփոխությունների վրա: Ցույց է տրվել, որ կոմպլեքսի 5-օրյա ներորոպայնային ներարկումն ալոքսանով թունավորված առնետներին հանում է ալոքսանի հիպերգլիկեմիկ ազդեցությունը և նորմալացնում է դրա կողմից առաջացնող կենդանիների ուղեղի և ենթաստամոքսային գեղձի նյարդաակտիվ ամինաթթուների տեղաշարժերը: Ուսումնասիրված կոմպլեքսը կարելի է փորձարկել շաքարախտով հիվանդների վրա:

Ալոքսան – ենթաստամոքսային գեղձ – գլյուկոզ – նյարդաակտիվ ամինաթթուներ

The influence of GABA and its generation compounds complex on the alloxan-induced blood glucose and brain and pancreas neuroactive amino acids content shifts has been studied. It was shown that 5 days intraperitoneal injection of complex to alloxan-treated rats prevented hyperglycemic effect and normalized neuroactive amino acids shifts, induced by alloxan in animals brain and pancreas. The analyzed complex may be tested in the diabetes mellitus patients.

Alloxan – brain – pancreas – glucose – neuroactive amino acids

Аллоксан– химический диабетоген, вызывающий диабет первого типа (Т1Д) путем токсического разрушения β-клеток островков Лангерганса поджелудочной железы[7-9]. Механизм действия заключается в генерации в присутствии внутриклеточных тиолов, особенно глутатиона, реактивных форм кислорода (РФК) в циклической реакции с его восстановленным продуктом диалуровой кислотой. β-клеточное токсическое действие аллоксана запускается образующимися в этой реакции свободными радикалами(СР). Аутоокисление диалуровой кислоты генерирует супероксидный радикал ($O_2^{\cdot-}$), перекись водорода (H_2O_2) и на последней, катализируемой железом стадии, гидроксильный радикал ($OH^{\cdot}$), который в конечном

счете ответственен за гибель β -клеток с их очень низкой антиоксидантной защитой, что приводит к развитию инсулинзависимого “аллоксанового диабета”.

Как тиоловый реагент, аллоксан избирательно подавляет индуцируемую глюкозой секрецию инсулина, благодаря способности подавлять глюкокиназу путем окисления SH-групп белковой молекулы и, следовательно, нарушает окислительный метаболизм и сенсорную функцию глюкозы –этого сигнального фермента β -клетки. В последние годы на основании исследований роли ингибиторного нейротрансмиттера ГАМК в функциях поджелудочной железы рассматривается в качестве перспективного терапевтического средства при диабете, в частности при Т1Д [1, 5, 10]. В проведенных Камалиным и сотр. опытах было показано, что введение крысам ГАМК генерирующих соединений в течение трех дней перед стрептозотоциновым [1] или аллоксановым [4] отравлением поддерживает уровень ГАМК в поджелудочной железе и значительно снижает гипергликемический эффект диabetогена. Исходя из вышеизложенного, в настоящем исследовании мы испытали действие комплекса нейроактивных аминокислот и ГАМК генерирующих соединений, обладающих выраженными противовоспалительными, антиоксидантными и репарационными β -клетки свойствами на сдвиги глюкозы в крови и содержание нейроактивных аминокислот в мозге и поджелудочной железе крыс с индуцированным аллоксановым диабетом.

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 4 группы по 5 в каждой: 1-я контрольная получала внутривенно 1.0 мл физиологического раствора, 2-я – аминокислотный комплекс с ингибитором ГАМК-трансаминазы этаноламин-О-сульфатом (ЭОС), 3-я – аллоксан (150 мг/кг), 4-я – аллоксан + 2. Через 5 дней после ежедневного введения препаратов животных забивали под легким эфирным наркозом, удаляли мозг и поджелудочную железу, в которых определяли аминокислоты семейства глутамата. 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) [2]. Глутамин определяли в электрофоретической фракции нейтральных аминокислот по амидному азоту с использованием микродиффузионного метода [3]. Глюкозу крови определяли с помощью глюкометра Ассси-Чек (Германия).

Результаты и обсуждение. В табл. 1 представлены результаты определения глюкозы в крови исследованных групп крыс.

Таблица 1. Содержание глюкозы в крови крыс после 5-дневного введения исследуемого комплекса

Группы	Глюкоза, мМ/л
1	5.6±0.4
2	6.1±0.6
3	29.6±2.5*
4	6.2±0.4**

Примечание: 1-интактные крысы, 2-комплекс, 3-аллоксан, 4-аллоксан+комплекс

Было показано, что введение комплекса аминокислот в течение пяти дней после аллоксановой интоксикации снижает содержание глюкозы с 26.7 ± 2.1 мМ/л до 11.9 ± 1.6 мМ/л на 3-й день и до 6.2 ± 0.4 мМ/л на 5-й день, т.е. имеет место нормализация уровня глюкозы в крови крыс. Подобный эффект, скорее всего, обус-

ловлен пролиферацией сохранившихся островковых β -клеток под действием комплекса нейроактивных аминокислот, содержащих ГАМК и ингибитор его обмена, способных репарировать β -клетки, усиливать синтез инсулина и его высвобождение [1,10]. Ранее нами было показано, что предварительное трехдневное внутрибрюшинное введение крысам этаноламин-О-сульфата (ЭОС) в дозе 500 мг на 1 кг массы предотвращает гипергликемический эффект последующего введения животным аллоксана [4].

В табл. 2 представлены данные по определению нейроактивных аминокислот в мозге после 5-дневного внутрибрюшинного введения ЭОС в комплексе с некоторыми аминокислотами на фоне введения аллоксана. Как видно из табл. 2, использованный комплекс вызывает двукратное увеличение содержания ГАМК в мозге при статистически недостоверном уменьшении уровня глутамина и повышении глутамата.

Таблица 2. Влияние комплекса аминокислот и ингибитора ГАМК-трансаминазы на содержание нейроактивных аминокислот в мозге крыс

Ам-ты, $\mu\text{M/г}$	1	2	3	4
АК	2.2 $\pm$ 0.3	2.4 $\pm$ 0.3	2.1 $\pm$ 0.2	2.6 $\pm$ 0.4
ГК	7.6 $\pm$ 0.9	8.5 $\pm$ 0.7	8.1 $\pm$ 0.9	8.2 $\pm$ 0.7
ГН	3.4 $\pm$ 0.5	2.9 $\pm$ 0.3	2.8 $\pm$ 0.2	2.7 $\pm$ 0.4
ГАМК	2.1 $\pm$ 0.2	4.2 $\pm$ 0.4*	2.3 $\pm$ 0.3	3.7 $\pm$ 0.3**

Примечание: АК-аспартат, ГК-глутамат, ГН-глутамин, ГАМК- γ -аминомасляная кислота
1-интактные крысы, 2-комплекс, 3-аллоксан, 4-аллоксан+комплекс. *-статистически значимые сдвиги по сравнению с группой 1, $p < 0.05$; ** - статистически значимые сдвиги по сравнению с группой 3, $p < 0.05$.

Аллоксан, как и в прежних наших опытах, не вызывает статистически значимых изменений в концентрации аминокислот мозга, что, повидимому, обусловлено непроницаемостью гемато-энцефалического барьера для аллоксана. Введение препаратов на фоне аллоксана вызывает лишь достоверно значимое повышение концентрации ГАМК, что, несомненно, отражается на ГАМК-ергических центральных механизмах регуляции гомеостаза глюкозы крови [6].

Таблица 3. Влияние комплекса аминокислот и ингибитора ГАМК-трансаминазы на содержание нейроактивных аминокислот в поджелудочной железе крыс

Ам-ты, $\mu\text{M/г}$	1	2	3	4
АК	1.2 $\pm$ 0.1	1.6 $\pm$ 0.2	2.1 $\pm$ 0.2*	1.9 $\pm$ 0.2
ГК	2.4 $\pm$ 0.3	2.7 $\pm$ 0.4	3.5 $\pm$ 0.3*	2.7 $\pm$ 0.2**
ГН	2.9 $\pm$ 0.3	3.1 $\pm$ 0.3	3.8 $\pm$ 0.2*	2.8 $\pm$ 0.4**
ГАМК	1.2 $\pm$ 0.2	2.5 $\pm$ 0.2*	0.7 $\pm$ 0.1*	2.1 $\pm$ 0.2**

Обозначения те же, что и в табл. 2.

Из данных табл. 3 видно, что введение аллоксана вызывает статистически достоверные сдвиги в концентрации всех исследованных аминокислот в поджелудочной железе крыс. При этом на фоне повышения концентрации дикарбоновых аминокислот и глутамина имеет место падение содержания ГАМК, что, повидимому, играет определенную роль в патогенезе аллоксанового диабета. Введение исследуемого нами комплекса повышает уровень ГАМК как у интактных (в 2 раза), так и в особенности у аллоксановых крыс (в 3 раза). Аллоксан как и в прежних на

ших опытах повышал уровень предшественников ГАМК глутамина и глутамата в поджелудочной железе, вызывая снижение концентрации этого нейротрансмиттера и нейротрофического фактора. В мозге содержание нейроактивных аминокислот статистически значимо не отличалось от контроля, что, вероятно, связано с непроницаемостью гемато-энцефалического барьера для аллоксана. Пятидневное введение аминокислотного комплекса вызывало повышение уровня ГАМК в мозге и поджелудочной железе аллоксановых крыс как в сравнении с группой, получавшей только аллоксан, так и с группой интактных крыс. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности использованного комплекса нейроактивных аминокислот в лечении аллоксанового диабета, который может быть апробирован и на больных диабетом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Камалян Р.Г., Арутюнян А.А., Хачатрян Н.Х., Варданян А.Г., Тароян С.Г. Влияние ГАМК-генерирующих факторов на содержание нейроактивных аминокислот в органах крыс при экспериментальном стрептозотоциновом диабете. Мед. Наука Армении НАН РА, LV, 4, с.32-42, 2015.
2. Камалян Р.Г., Мовсесян С.Г. Некоторые стороны регуляции обмена глутамата, аспартата и ГАМК в митохондриальной фракции мозговой ткани. Вопр. биохим. мозга, Изд. АН Арм. ССР, 2, с. 40-48, 1966.
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. Хачатрян Н.Х., Варданян А. Г., Тароян С.Г., Хачатрян Р.С., Камалян Р. Г. Влияние этаноламин-О-сульфата на содержание нейроактивных аминокислот в органах крыс в норме и при экспериментальном аллоксановом диабете. Биолог. журн. Армении, 69, 1, с. 68-72, 2017.
5. Gladkevich A, Korf J, Hakobyan V.P., Melkonyan K.V. The peripheral GABAergic system as a target in endocrine disorders. Autonomic Neurosci., 124, (1-2), с. 1-8, 2006.
6. Lang C. Inhibition of central GABA A receptors enhances hepatic glucose production and peripheral glucose uptake. Brain Res. Bul., 37, p. 611-616, 1995.
7. Lenzen S. The mechanisms of alloxan- and streptozotocin-induced diabetes. Diabetologia. 51, 2, p. 216-226, 2008.
8. Lenzen S. Alloxan and streptozotocin diabetes. Advance Research Institutes of Diabetes Animals. 6, 4, p. 113-122. 2010.
9. Szskudelski G. The mechanism of alloxan and streptozotocin action in β -cells of the rat pancreas. Physiol. Res., 50, p. 537-546, 2001.
10. Tian J., Dang H., Nguyen An V., Chen Z., Kaufman D.L. Combined therapy with GABA and proinsulin/alum acts synergistically to restore long-term normoglycemia by modulating T-cell autoimmunity and promoting β -cell replication in newly diabetic NOD mice. Diabetes, 63, 9, p. 3128-3134, 2014.

Поступила 16.10.2019



Biol. Journal of Armenia, 4 (71), 2019

ANTIBACTERIAL AND ANTIMONOAMINOXIDASE PROPERTIES OF NEW SPYROOXOINDOLINES

S.A. POGOSYAN, M.V. POGOSYAN, A.S. GRIGORYAN, R.V. PARONIKYAN,
H.M. STEPANYAN, A.A. HARUTYUNYAN

^a Armenian-Russian University,

^b Scientific and Technological Center of Organic and Pharmaceutical Chemistry of NAS RA,
harutyunyan.arthur@yahoo.com ^{a,b}, safar.poghosyan@gmail.com ^b

Antibacterial and antimonoamineoxidase properties of new substituted spiro[chromene-4,3'-indolines] and spiro[indoline-3,4'-pyrano[3,2-h]quinolines] were studied. The antibacterial properties were studied in relation to four strains of gram-positive and gram-negative bacteria, and antimonoamine oxidase – in 50% rat brain homogenate. The correlation between the antibacterial and antimonoamineoxidase activities of the synthesized compounds and the biological properties of compounds with a lipophilicity coefficient (logP) and molecular refraction (MR) were studied.

Spiro[chromene-4,3'-indolines] – spiro[indolin-3,4'-pyrano[3,2-h]quinolines] – antibacterial properties – antimonoamineoxidase properties – molecular descriptors

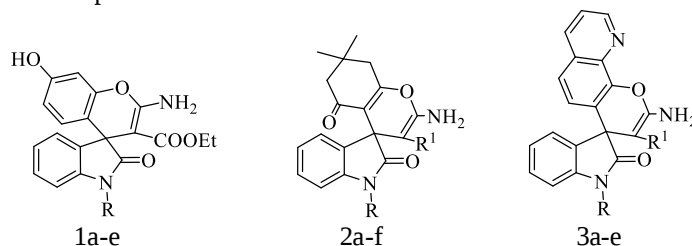
Չետազոտվել են տեղակալված նոր սպիրո[քրոմեն-4,3'-ինդոլինների] և սպիրո[ինդոլին-3,4'-պիրոն[3,2-հ]քինոլինների] հակաբակտերիալ և հակամոնոամինօքսիդազային հատկությունները: Չակաբակտերիալ հատկությունները հետազոտվել են գրամ-դրական և գրամ-բացասական չորս շտամների նկատմամբ, իսկ հակամոնոամինօքսիդազայինները՝ առնետների ուղեղի 50 տոկոսանոց հոմոգենատի նկատմամբ: Ուսումնասիրվել է սինթեզված միացությունների հակաբակտերիալ և հակամոնոամինօքսիդազային հատկությունների և միացությունների կենսաբանական հատկությունների հարաբերակցությունը լիպոփիլության գործակցի (logP) և մոլեկուլային ռեֆրակցիայի միջև:

Սպիրո[քրոմեն-4,3'-ինդոլիններ] – սպիրո[ինդոլին-3,4'-պիրոն[3,2-հ]քինոլիններ] – հակաբակտերիալ հատկություններ – հակամոնոամինօքսիդազային հատկություններ – մոլեկուլյար դեսկրիպտորներ

Исследованы антибактериальные и антимонаминооксидазные свойства новых замещенных спиро[хромен-4,3'-индолинов] и спиро[индолин-3,4'-пирано[3,2-г]хинолинов]. Антибактериальные свойства изучены в отношении четырех штаммов грамположительных и грамотрицательных бактерий, а антимонаминооксидазные – в 50 %-ном гомогенате мозга крыс. Изучена корреляция между антибактериальной и антимонаминооксидазной активностью синтезированных соединений и биологическими свойствами соединений с коэффициентом липофильности (logP) и молекулярной рефракцией.

Спиро[хромен-4,3'-индолины]– спиро[индолин-3,4'-пирано[3,2-г]хинолины]– антибактериальные свойства – антимонаминооксидазные свойства – молекулярные дескрипторы

The logic of research to find new potential drugs involves the study of various types of biological activity of new synthesized compounds in order to identify the most promising scaffolds and their subsequent optimization. In this regard, in this study, we studied the antibacterial and antimonooxaminase properties of new spiroheterooxindolines 1a-e, 2a-f, 3a-e [4,5], the relationship of the activity of the compounds with the calculated physicochemical descriptors, and an attempt was made to trace a possible parallelism between the antibacterial and antimonooxaminase activities of the compounds.



1a-e: R = CH₃ (a), C₂H₅ (b), **C₃H₇** (c), CH₂CH = CH₂ (d); CH₂Ph (e);

2a-f: R, R¹ = CH₃, CN (a), C₂H₅, CN (b), C₃H₇, CN (c), C₄H₉, CN (d), CH₂Ph, CN (e), CH₂COOEt, COOEt (f);

3a-e: R, R¹ = C₂H₅, CN (a), C₃H₇, CN (b), C₄H₉, CN (c), CH₂C₆H₅, CN (d), CH₂CH = CH₂, COOEt (e).

The relevance of the search for new antibacterial drugs is due to various factors, such as an increase in the risks of infections associated with globalization and mass migration, the emergence of resistance of microorganisms to antibacterial drugs used in clinical practice, side effects of the latter and others. At the same time, the search for new active drugs – monoamine oxidase inhibitors is also very promising, taking into account both the observed growth dynamics of various depressive states and the need for new active and safe antidepressants [1].

It is also noteworthy that in recent years there has been evidence that individual monoamine oxidase (MAO) and polyaminoxidase (PAO) inhibitors also inhibit the enzyme lysine-specific demethylase 1 (LSD1) *in vitro*, since this enzyme has a certain homology with the family aminooxidases [6]. Since tumor growth in the xenograft model of colorectal cancer and neuroblastoma is inhibited by LSD1 inhibitors, it can be assumed that inhibitors of aminooxidases and, in particular, MAO, can have an antitumor effect [7].

In this sense, a comparison of the antibacterial and anti-MAO activities of the compounds may be important for the detection of antitumor properties, since often the antibacterial activity of chemical compounds is used for the primary indication of antitumor properties.

The obtained biological test data are also compared with the most commonly used integral molecular descriptors: lipophilicity (logP) and molecular polarizability (MR), shown in the table.

Materials and methods. The antibacterial activity of the compounds was studied by the methods of “diffusion in agar” according to the described method [3]. In the experiments, standard reference strains of microorganisms were used (L.A. Tarasevich State Institute of Medical Biological Preparations, Russia): two strains of gram-positive staphylococcus (*Staphylococcus aureus* 209p and *S. aureus* 1) and gram-negative bacilli (*Shigella flexneri* 6858, *Escherichia coli* 0-55) differing in sensitivity to antibacterial drugs, control – antibacterial drug furazolidone. The source of monoamine oxidase (MAO) was 50 % rat brain homogenate, which was obtained by

homogenizing the brain in a glass homogenizer with an equal by weight volume of 2.5 % Arcopal solution; in the obtained 50% homogenate, the MAO activity was determined by the described method [2]. Each compound was tested in 3-4 experiments, from which the average data were derived, the control drug - indopane.

Molecular descriptors lipophilicity (logP) and molecular polarizability (MR) were obtained using the computer program ACD / ChemSketch (version ACD / Labs 6.00).

Results and Discussion. The results of biological studies of spiro[chromeno-4,3'-indolines] 1a-e, 2a-f and spiro[indolin-3,4'-pyrano[3,2-h]quinolines] 3a-e are shown in the tab. 1.

Table 1. Antibacterial and antimonooxidative activity and calculated physicochemical descriptors of compounds 1a-e, 2a-f, 3a-e and control antibacterial drug furazolidone.

Compounds	Antibacterial activity (mm). ^a / Strains ^b				Inhibition MAO activity in % of control*		logP	MR (± 0.4) sm^3
	A	B	C	D				
1a	-	-	-	-	49	< 0,05	3.82 $\pm$ 0.63	96.62
1b	-	-	-	-	42	< 0,05	4.35 $\pm$ 0.63	101.25
1c	-	-	-	-	73	< 0,05	4.88 $\pm$ 0.63	105.88
1d	-	-	-	-	60	-	4.28 $\pm$ 0.75	105.65
1e	-	-	-	-	37 **	< 0,05	5.63 $\pm$ 0.65	121.33
2a	17	15	18	16	77	< 0,05	5.35 $\pm$ 0.75	93.79
2b	0	0	15	15	17**	-	5.88 $\pm$ 0.75	98.42
2c	0	0	0	0	-	< 0,05	6.42 $\pm$ 0.75	103.05
2d	0	0	13	12	73	< 0,05	6.95 $\pm$ 0.75	107.68
2e	0	0	0	0	75	< 0,05	7.15 $\pm$ 0.75	118.50
2f	-	-	-	-	68	< 0,05	6.45 $\pm$ 0.75	120.71
3a	10	10	0	0	55	< 0,05	4.23 $\pm$ 0.75	103.90
3b	13	10	15	12	70	< 0,05	4.76 $\pm$ 0.75	108.53
3c	15	10	12	10	-	-	5.29 $\pm$ 0.75	113.16
3d	10	10	0	0	-	-	5.51 $\pm$ 0.75	123.98
3e	-	-	-	-	60	< 0,05	4.93 $\pm$ 0.65	119.47
Furazolidone	25	24	24	24	-	-	-0.04 $\pm$ 0.41	50.61***
Indopane	-	-	-	-	86	-	1.73 $\pm$ 0.22	56.20***

a. The diameter of the zone of no microbial growth (mm).

b. Strains: A. *S. aureus* 209p, B. *S. aureus* 1, C. *S. flexneri* 6858, D. *E. coli* 0-55.

* The concentration of compounds is 1 μmol / ml sample, the substrate is serotonin (5-HT).

** Reliability was not calculated due to the low activity of the compounds.

*** Furazolidone, MR 50.61 $\pm$ 0.5 sm^3 . Indopane, MR 56.20 $\pm$ 0.3 sm^3 .

Studies of the antibacterial activity of the studied spiroheterooxindolines with fragments of dimedone and quinoline showed that some of them have antimicrobial properties. In the series of dimedone derivatives, a moderate antibacterial effect with respect to all four strains used was found in compound 2a with a methyl group at the isatin nitrogen atom: a further increase in the size of the substituent in this position leads to a significant decrease in activity, especially with respect to gram-positive staphylococci, until the activity disappears (compounds 2b-e). In this series, a decrease in antibacterial activity correlates with an increase in lipophilicity coefficient (logP) and an increase in molecular polarizability (MR). Among the quinoline derivatives, only compounds 3b, 3c showed some antibacterial effect on all four bacterial strains, while derivatives 3a, 3d were only weak in relation to gram-positive staphylococci; however, no relationship was observed between antibacterial activity and the values of integral molecular descriptors in this series.

When studying the antimonoamineoxidase activity of spiroheterooxindolines, it was found that all the studied compounds (with the exception of derivatives 1b, 1e and 2b, which showed relatively weak activity) have a sufficiently pronounced antimonoamineoxidase effect (inhibition of the enzyme activity in the range of 49-77%), that does not depend on the lipophilicity coefficient (logP) and molecular polarizability (MR) values. It can be noted that, in a series of studied groups of compounds, the highest antibacterial and antimonoamineoxidase activity was shown by the dimedone 2a derivative. You can also notice that compounds 2a, 2d, 3b, exhibiting a slightly more pronounced antibacterial effect against gram-negative cocci (with the exception of compound 2e, which is completely devoid of antibacterial properties), also have a pronounced antimonoamineoxidase activity (inhibition of enzyme activity of more than 70 %). The last observation, however, requires additional research on a larger number of derivatives.

Thus, compounds exhibiting antibacterial and antimonoamineoxidase properties were found in the spiroheterooxindoline series, and only in the series of dimedone derivatives was a certain correlation between the size of the substituent at the nitrogen atom in the isatin fragment and the increase in lipophilicity coefficient (logP) and molecular polarizability (MR). At the same time, the studied substances were significantly inferior in activity to the control preparations furazolidone ($d = 24-25$ mm) and indopane (86 ± 6 %).

REFERENCES

1. Geldenhuys W.J., Darvesh A.S., Funk M.O., Van der Schyf C. J., Carroll R.T. Identification of novel monoamine oxidase B inhibitors by structure-based virtual screening. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 20, 17, pp. 5295-5298, 2010.
2. Harutyunyan A.A., Sukasyan R.S., Grigoryan A.S. MAO – Inhibiting properties of some new substituted pyrimidines and condensed azaheterocycles. *Biolog. Journ. Armenia*, 68, 1, c. 60-61, 2016.
3. Pershin G.N. Methods of experimental chemotherapy. M., Medicine, p. 507-533, 1971.
4. Pogosyan S. A., Avakimyan Dzh. A., Stepanyan H. M. Synthesis of new heterocyclic systems-substituted spiro[chromene-4,3'-indoles] and spiro[indole-3,4'-quinolines]. *Russ. J. Org. Chem.*, 52, 9, p. 1308-1311, 2016.
5. Poghosyan S. A., Paronikyan P. V., Stepanyan G. M., Grigoryan A. G. Synthesis and study of biological activity of derivatives of spiro[chromene-4,3'-indolines] and spiro[indoline-3,4'-quinolines]. *Chem. J. Armenia*, 69, 4, pp. 518-524, 2016.
6. Schulte J.H., Lim S., Schramm A., Friedrichs N., Koster J., Versteeg R., Ora I., Klein-Hitpass L., Kuhfittig-Kulle S., Metzger E., Schüle R., Eggert A., Buettner R., Kirfel J. Lysine-specific demethylase 1 is strongly expressed in poorly differentiated neuroblastoma: implications for therapy. *Cancer Res.*, 69, 5, p. 2065-2071, 2009.
7. Singh M.M., Manton C.A., Bhat K.P., Tsai W.W., Aldape K., Barton M.C., Chandra J. Inhibition of LSD1 sensitizes glioblastoma cells to histone deacetylase inhibitors. *Neuro-Oncology* 13, 8, p.894-903, 2011. doi:10.1093/neuonc/nor049

Received on 10.10.2019



Биолог. журн. Армении, 4 (71), 2019

ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТЬ КОМПЛЕКСОВ ОБЛУЧЕННЫХ ДНК С МИТОКСАНТРОНОМ ПРИ МАЛЫХ ЗАПОЛНЕНИЯХ ЛИГАНДА

В.П. КАЛАНТАРЯН¹, Р.С.КАЗАРЯН², Г.Л.КАНАРЯН³, Л.Р. СОГОМОНЯН⁴

¹Ереванский госуниверситет, кафедра радиофизики и электроники,

²Ереванский госуниверситет, кафедра молекулярной физики,

³Ванадзорский государственный университет имени Ов. Туманяна

⁴Национальный политехнический университет Армении, кафедра физики,
vkalantaryan@ysu.am

Показано, что при относительно малых концентрациях противоопухолевого препарата митоксантрона (когда одна молекула лиганда приходится примерно на 100 и более пар оснований ДНК) при ионной силе 0,011М NaCl термостабильность ДНК увеличивается приблизительно на 1⁰ С, если растворы облучать миллиметровыми электромагнитными волнами нетепловой интенсивности частотами 64,5 ГГц и 50,3 ГГц, совпадающими с резонансными частотами колебаний водных молекулярных структур. Наблюдаемое явление обусловлено увеличением доступности молекул МТХ связываться электростатически с поверхностью ДНК, вследствие изменения гидратации ДНК облучением.

ДНК-митоксантрон – нетепловые миллиметровые электромагнитные волны

Ցույց է տրվել, որ հակառնուցքային միացություն միտոքսանտրոնի հարաբերական փոքր կոնցենտրացիայի դեպքում, երբ ՂՆԹ-ի 100 և ավելի զույգ հիմքերի հետ կապվում է լիգանդի մեկ մոլեկուլ, 0,011 М NaCl իոնական ուժի դեպքում, ՂՆԹ-ի ջերմակայունությունը մեծանում է մոտավորապես 1⁰С-ով, երբ լուծույթը ճառագայթվում է ջրի մոլեկուլային կառույցների սեփական տատանումների հաճախությունների հետ համընկնող 64,5 GHz և 50,3 GHz ռեզոնանսային հաճախություններ ունեցող ոչ ջերմային ինտենսիվության միլիմետրային էլեկտրամագնիսական ալիքներով: Դիտվող երևույթը պայմանավորված է ճառագայթման հետևանքով ՂՆԹ-ի հիդրատացման փոփոխությամբ, որի շնորհիվ միտոքսանտրոնի մոլեկուլների ՂՆԹ-ի մակերևույթի հետ էլեկտրաստատիկ փոխազդեցությունն ավելի նկատելի է դառնում:

ՂՆԹ – միտոքսանտրոն – ոչ ջերմային միլիմետրային էլեկտրամագնիսական ալիքներ

It is shown that at relatively low concentrations of the antitumor drug mitoxantrone (MTX)(when one ligand molecule is in about 100 or more pairsbases of DNA) with an ionic strength of 0.011 M NaCl, the thermal stability of DNA increases approximately by 1⁰C, if the solutions are irradiated with millimeter electromagnetic non-thermal intensity waves with frequencies of 64.5 GHz and 50.3 GHz, coinciding with resonant vibrational frequencies of water molecular structures. The observed phenomenon is due to the increased availability of MTX molecules to bind electrostatically to the DNA surface due to changes in DNA hydration by irradiation.

DNA–mitoxantrone – non-thermal millimeter electromagnetic waves

Биохимические исследования показали, что противоопухолевый препарат митоксантрон (МТХ), проникая в клетку, изменяет структуру хроматина, связываясь с нуклеиновыми кислотами (НК) [10,15]. Обобщая литературные данные, относящиеся механизма связывания МТХ с НК, можно утверждать, что связывание МТХ с двуспиральными НК может осуществляться как при помощи полуинтеркаляции ароматических колец МТХ (рис.1), так и за счет электростатического взаимодействия отрицательно заряженных фосфатных групп НК с NH-группами МТХ, которые при нейтральных pH заряжаются положительно [5-7, 9].

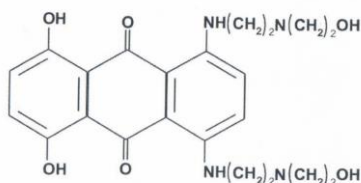


Рис.1 Химическая формула митоксантрона

Известно [5, 16], что при интеркаляционном связывании увеличивается термостабильность ДНК. Однако сравнительно недавно было показано [7], что при малых заполнениях, когда одна молекула МТХ связывается приблизительно с 200 парами оснований ДНК, термостабильность ДНК приблизительно на 1-2⁰С уменьшается, причем величина изменения температуры плавления T_m сильно зависит от ионной силы: уменьшается с увеличением ионной силы. В работах [4,11] было показано, что облучение растворов ДНК миллиметровыми электромагнитными волнами (МЭМВ) слабой мощности резонансными частотами колебаний водных молекулярных структур (триад и гексогенов) приводит к увеличению термостабильности ДНК, причем увеличение T_m достигает наибольшего значения при облучении 90 мин.

Целью данной работы было исследование термостабильности комплексов ДНК. МТХ при сравнительно малых концентрациях МТХ, заранее облученных 90мин с резонансными (50,3 ГГц и 64,5 ГГц) и нерезонансной (48,3 ГГц) частотами колебаний водных молекулярных структур.

Материал и методика. В работе использовали ДНК тимуса теленка ($\epsilon_{260}=6550 \text{ M}^{-1} \text{ см}^{-1}$) и МТХ ($\epsilon_{659}=25090 \text{ M}^{-1} \text{ см}^{-1}$). Все препараты фирмы "Sigma". Исследования проводились в водном растворе, содержащем 0,01MNaCl, 1mM Трис, 0,5mM ЭДТА, pH=7,4. Спектры поглощения и кривые плавления комплексов ДНК.МТХ получены на спектрофотометре SPECORD UV-VIS. Для снятия кривых плавления (зависимость поглощения при 260nm от температуры)обычно использовался непрерывный режим нагрева раствора ДНК со скоростью 0,2-0,3⁰С/мин.

Измерения проводили в термостатированных ячейках с использованием 10 мм кварцевых кювет с плотно закрывающимися крышками. Измерения проводились в интервале температуры от 20⁰ до 98⁰С. Кривые плавления каждого образца снимались по 5-6 раз. Из каждой кривой плавления вычисляли параметры плавления (температура (T_m) и интервал (ΔT), затем эти параметры усреднялись. Облучение растворов проводили в специальном стеклянном сосуде. Растворы сверху закрывались прозрачной для излучения тонкой хлорвиниловой пленкой. Толщина образца приблизительно 1-2мм. Для облучения использовались генераторы Г4-142 и Г4-141(Россия). Частотный диапазон для Г4-141 составляет 37,5-53,7 ГГц (плотность потока в месте нахождения образца составляла 0,6 мВт/см²), для Г4-142 53,3-78,33ГГц (плотность потока 50 мкВт/см²).

Результаты и обсуждение. В работах [2,3,11,12] было показано, что под действием МЭМВ физико-химические свойства водных и водно-солевых растворов ДНК претерпевают максимальное изменение при облучении 90 мин. резонансными частотами 64,5 и 50,3 ГГц колебаний водных молекулярных структур. Поэтому в данной работе была исследована термостабильность комплексов ДНК.МТХ, заранее облученных 90 мин резонансными и нерезонансной (48,3 ГГц) частотами.

На рис. 2 и 3 приведены кривые плавления необлученных и облученных (64,5 ГГц) ДНК в комплексе с МТХ, а в табл. 1 даны параметры плавления необлученных и облученных комплексов ДНК.МТХ, определенных из кривых плавления. Как следует из рис. 2 и было показано в работе [7], при малых заполнениях (кривая 2) происходит дестабилизация АТ-богатых участков и стабилизация ГЦ-богатых участков, вследствие чего уменьшается T_m ДНК и увеличивается ΔT . Для облученных комплексов (рис.3) эффект дестабилизации АТ-богатых участков ДНК проявляется слабее. Как следует из рис.3 и табл. 1, при облучении растворов ДНК.МТХ комплексов резонансными частотами T_m ДНК при малых заполнениях ($C_0/C_p \leq 0,01$, где C_0 -концентрация МТХ, а C_p -концентрация ДНК в расчете на пар оснований) немного увеличивается, дальнейшее увеличение C_0/C_p приводит к увеличению T_m и ΔT .

Таблица 1. Значение параметров плавления необлученных и облученных ДНК в комплексе с митоксантроном

Относительная концентрация МТХ (C_0/C_p)	Необлученная ДНК в комплексе с МТХ		Облученная 90 минут ДНК в комплексе с МТХ							
	$T_m, ^\circ\text{C}$	$\Delta T, ^\circ\text{C}$	Частотой 64,5 ГГц		Частотой 50,3 ГГц		Частотой 48,3 ГГц			
	$T_m, ^\circ\text{C}$	$\Delta T, ^\circ\text{C}$	$T_m, ^\circ\text{C}$	$\Delta T, ^\circ\text{C}$	$T_m, ^\circ\text{C}$	$\Delta T, ^\circ\text{C}$	$T_m, ^\circ\text{C}$	$\Delta T, ^\circ\text{C}$	$T_m, ^\circ\text{C}$	$\Delta T, ^\circ\text{C}$
0	68,6±0.1	9,8±0.1	69,7±0.1	9,9±0.1	69,6±0.1	10,0±0.1	68,5±0.2	9,9±0.1		
0,0014	67,0±0.2	11,2±0.1	67,6±0.1	11,3±0.1	67,5±0.1	11,2±0.2	66,9±0.1	11,3±0.1		
0,002	66,7±0.1	12,8±0.2	67,3±0.1	13,0±0.2	67,1±0.1	13,1±0.2	66,8±0.2	12,9±0.2		
0,005	66,4±0.1	14,0±0.1	66,8±0.1	13,8±0.2	66,7±0.1	14,1±0.2	67,0±0.1	14,1±0.2		
0,009	68,4±0.2	15,3±0.2	69,1±0.2	15,2±0.1	69,0±0.2	15,0±0.1	69,0±0.2	15,1±0.2		
0,012	70,2±0.2	19,0±0.2	70,8±0.1	19,5±0.2	70,7±0.1	19,1±0.1	70,3±0.2	19,7±0.1		
0,02	72,6±0.1	22,1±0.2	73,4±0.1	22,0±0.2	73,3±0.2	21,9±0.2	72,7±0.1	22,0±0.1		

Примечание. Интервал плавления ΔT определен как разность температур в точках, где оптическая плотность раствора ДНК изменяется от 17 до 83 %. C_0 - концентрация митоксантрона, а C_p -концентрация ДНК в расчете на пар нуклеотидов.

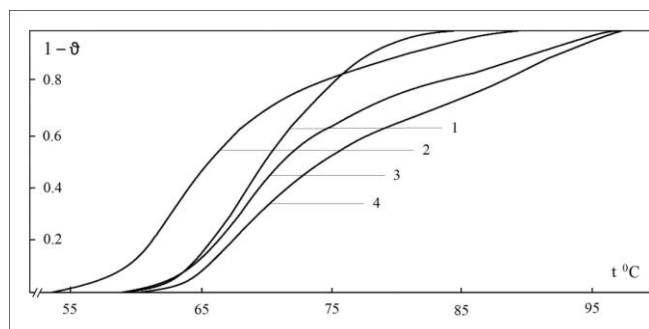


Рис.2 Кривые плавления комплексов ДНК-митоксантрон при некоторых относительных концентрациях митоксантрона: C_0/C_p -0 (1); 0,02 (2); 0,012 (3) и 0,02 (4). — степень спиральности ДНК.

Известно [5,8], что при малых заполнениях МТХ связывается с АТ и ГС-парами по разным механизмам: с ГС-парами полуинтеркаляционным, а с АТ-парами параллельно с полуинтеркаляцией наблюдается и внешнее связывание. При облучении же водно-солевых растворов ДНК резонансными частотами происходит изменение гидратации ионов [1-3,12], вследствие чего увеличивается доступность фосфатных групп ДНК электростатически связываться с молекулами МТХ. Вследствие этого, поскольку МТХ при малых концентрациях с АТ богатыми участками связывается и внешним образом в этих участках из-за увеличения плотности положительных зарядов происходит локальная дестабилизация двухцепочной структуры ДНК [7]. Под влиянием МЭМВ этот эффект частично компенсируется, однако дестабилизирующее действие МТХ на АТ богатые участки ДНК больше, чем стабилизирующее влияние МЭМВ, вследствие чего и T_m облученных комплексов ДНК.МТХ уменьшается. При облучении растворов нерезонансной 48,3 ГГц частотой, как следует из табл. 1, параметры плавления ДНК в пределах погрешности эксперимента остаются неизменными.

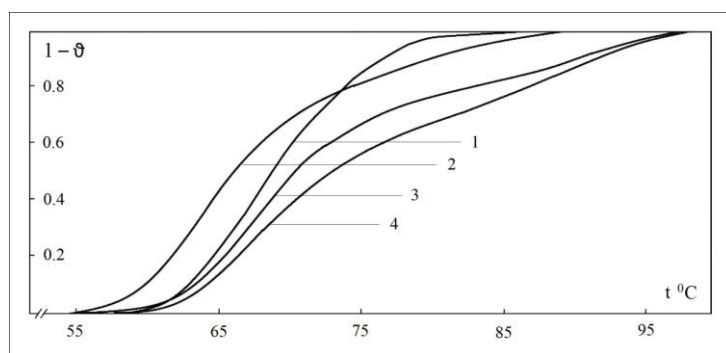


Рис.3 Кривые плавления комплексов ДНК-митоксантрон, облученных 90 мин частотой 64,5 ГГц при некоторых относительных концентрациях митоксантрона: C_0/C_p -0(1), 0,002 (2), 0,012 (3) и 0,02 (4).

Следовательно, *in vitro* экспериментальные данные показывают, что дестабилизация АТ-богатых участков ДНК при малых заполнениях митоксантроном уменьшается, если комплексы облучать резонансными для колебаний водных молекулярных структур частотами. Сравнительно недавно *in vivo* исследовано комбинированное действие противоопухолевых препаратов и облучения на ДНК опухоли [13,14]. Исследования показали, что комбинированное влияние противоопухолевых препаратов и облучения приводят к увеличению противоопухолевой активности препаратов и уменьшению побочных нежелательных эффектов.

Обобщая наши экспериментальные данные по влиянию облучения на стабильность комплексов ДНК.МТХ при малых заполнениях, можно предположить, что, вероятнее всего, дополнительная стабилизация ДНК.МТХ комплексов, вследствие облучения приводит к тому, что ДНК опухолевых клеток, вовлеченных в митотический цикл, становится менее подверженной бесконтрольному размножению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонян А.П., Шагинян М.А., Пирумян К.В., Вардеванян П.О. Влияние ММ ЭМВ на связывание Hoechst 33258 с ДНК Биолог. журн. Армении, 64, 1, 62-68, 2012.

-
3. *Бабаян Ю.С., Акопян С.Н., Казарян Р.С., Калантарян В.П., Вардеванян П.О.* Некоторые физико-химические свойства ДНК, облученной низкоэнергетическими миллиметровыми когерентными электромагнитными волнами. Биомед. технолог. ирадиоэлектроника. N11, с. 64-68, 2006.
 4. *Бабаян Ю.С., Тадевосян А.А., Канарян Г. Л., Калантарян В.П., Вардеванян П.О.* Влияние когерентного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона на некоторые свойства растворов ДНК. Биомед. Радиоэлектроника. N 2, с.52-57, 2009.
 5. *Калантарян В.П., Акопян С.Н., Вардеванян П.О.* Влияние слабых электромагнитных волн на тепловые свойства водных растворов биомакромолекул. Известие НАН РА, Физика, 52, 2, с.1001-1005, 2018.
 6. *Awasthi P., Dogra S., Barthwal R.* Multispectroscopic 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. Photocem. Photobiol. B: Biology, 127, p.78-87, 2013.
 7. *Babayan YU.S., Hakobyan S.N., Ghazaryan R. S., Shahinyan M.A.* Interaction of antitumour agent mitoxantrone with double helical synthetic polyribonucleotides polyG.polyC and polyIpolyC. Biophys. Review and letters, 12, 4, p.165-176, 2017.
 8. *Babayan Y.S., Hakobyan S.N., Ghazaryan R.S., Shahinyan M.A.* Thermostability of DNA complexes with mitoxantrone at small fillings. Biophys. Review and letters, 12, 3, p.141-149, 2017.
 9. *Dogra S., Awasthi P., Barthwal R.* Interaction of anticancer drug mitoxantrone with DNA hexamer sequence d-(CTCGAG)₂ by absorption, fluorescence and circular dichroism spectroscopy. J. Photochem. Photobiol. B: Biology, 123, 5, p.48-54, 2013.
 10. *Hag I.* Thermodynamics of drug-DNA interactions. Arch. Biochem. Biophys., 403, p. 1-15, 2002.
 11. *Hajihassan Z., Rabbani – Chadegani A.* Studies on the binding affinity of anticancer drug mitoxantrone to chromatin, DNA and histone proteins. J. Biomol. Sci., 16, p.31-38, 2009.
 12. *Kalantaryan V.P., Babayan YU.S., Gevorgyan E.S., Hakobyan S.N., Vardevanyan P.O.* Influence of low intensity coherent electromagnetic millimeter radiation (EMR) on aqueous solution of DNA. Prog. Electromag. Res. Letters., 13, p.1-9, 2010.
 13. *Kalantaryan V.P., Hakobyan S.N., Babayan Yu.S.* Influence of millimeter wave electromagnetic radiation of nonthermal intensity on density of aqueous solutions. J. Contemporary phys., 52, 11, p.52-62, 2017.
 14. *Logani M.K., Bhanushali A., Anga A., Majmundar A., Szabo I., Ziskin M.C.* Combined millimeter waves and cyclophosphamide therapy of an experimental murine melanoma. Bioelectromag., 25, p.516-523, 2004.
 15. *Makar V.R., Logani M.K., Bhanushali A., Alekseev S.I., Ziskin M.C.* Effect of cyclophosphamide and 61.22 GHz millimeter waves on T-cell, B-cell and macrophage functions. Bioelectromag., 27, p.456-466, 2006.
 16. *Skłodonowski A., Konopa J.* Mitoxantrone and ametantrone induce interstrand cross-links in DNA of tumour cells. Br. J. Cancer, 82, 7, p.1300-1304, 2000.
 17. *Vardevanyan P.O., Antonyan A.P., Parsadanyan M.A. Davtyan H.G., Boyajyan Z.R., Karapetyan A.T.* Complex-formation of ethidium bromide with poly(d(A-T)).poly(d(A-T)). J. Biomol. Struct. Dyn. V.22, p. 465-470, 2005

Поступила 10.10.2019



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

Biolog. Journal of Armenia, 4 (71), 2019

STUDY OF THE AFRICAN SWINE FEVER VIRUS DNA POLYMERASE X 5'-P INTERACTION SITE POSSIBLE INHIBITORS

V.G. ARAKELOV

Russian-Armenian (Slavonic) University,
Institute of Molecular Biology NAS RA,
Laboratory of computational modelling of biological processes
vahram.va.arakelov@gmail.com

African swine fever (ASF) virus is one of the most devastating diseases of domestic pigs for which no effective vaccines are available. Flavonoids, natural products isolated from plants, have been reported to have significant *in silico*, *in vitro* and *in vivo* antiviral activity against different viruses.

ASF – ASFV – PolX – flavonoids – in silico

Խոզերի աֆրիկյան ժանտախտի վիրուսը (ԽԱԺՎ) ընտանի խոզերի ամենակործանարար հիվանդություններից է, որի դեմ արդյունավետ պատվաստանյութեր դեռ գոյություն չունեն։ Ցույց է տրված ֆլավոնոիդները՝ բույսերից զատված բնական նյութերը, ցուցաբերել են զգալի հակավիրուսային ակտիվություն տարբեր վիրուսների դեմ *in silico*, *in vitro* և *in vivo* փորձերի ժամանակ։

ԽԱԺ – ԽԱԺՎ – Pol X – ֆլավոնոիդներ – in silico

Вирус африканской чумы свиней (ВАЧС) является высококонтагиозным вирусным заболеванием, против него не имеется ни эффективного лечения, ни вакцин. Показано, что натуральные продукты выделенные из растений флавоноиды, обладают значительной противовирусной *in silico*, *in vitro* и *in vivo* активностью против различных вирусов.

АЧС – ВАЧС – Pol X – флавоноиды – in silico

African swine fever (ASF, Montgomery disease) is an acute infectious viral disease of domestic and wild pigs, caused by DNA-containing virus of the Asfarviridae family, genus Asfavirus. The disease develops in asymptomatic, super-acute, acute, subacute and, less commonly, chronic forms. Domestic and wild pigs are susceptible to the disease, regardless of age, breed and season [1-3].

According to a number of authors in the Caucasus, the disease was registered in Georgia in March – April 2007 [4].

The first outbreak on the territory of Armenia was registered on August 6, 2007 in the northern region of the republic, bordering with Georgia. The agent of disease most likely penetrated from Georgia. ASF could be brought in by lawful transportation or smuggling of pigs and pork products, from moving freely across the border domestic pigs or wild boars. Most outbreaks were recorded in the same northern regions, bordering Georgia. The last officially confirmed outbreak occurred in May 2008.

Ongoing surveillance focuses on four previously infected areas woodlands where pigs graze.

On August 16, 2018, the National Center for Animal Health and Epidemiology of China recorded an outbreak of African swine fever in Henan Province, an area in the east part of China.

ASF is an economic disaster for the pig industry due to the following reasons:

- high contagiousness and mortality (mortality of this disease can reach 100% while surviving animals remain lifelong virus carriers);

- lack of vaccine. As a result, the only way to eliminate it is the mass slaughter of susceptible animals in the threatened zone, a total ban on any movement of products made of pork, in addition to the huge costs of containing and eliminating the infection, which, in general, is a disaster for the cattle raising industry [5-7].

DNA polymerase X in African swine fever virus.

African swine fever virus contains the smallest DNA polymerase X (PolX). PolX, belonging to the X family, is an important participant in excision repair of bases. PolX is able to correctly restore the DNA structure after removal of the “wrong” bases using DNA glycosylases, and carries out DNA synthesis in areas containing “gaps”.

PolX is a slow-acting enzyme that lacks 3'-5'-exonuclease activity, it also has a very low pyrophosphorolysis activity. It is another feature is the presence of additional activity of removing deoxyribosylphosphate residue during DNA repair [8].

PolX consists of 174 amino acid residues and has a molecular weight of 20 KDA. It is about half the size of the smallest known DNA Polymerase β (Pol β).

The experimentally studied tertiary structures of DNA PolX obtained by NMR [9] and X-ray diffraction analysis [9] showed high similarity to the Palm and Thumb domains of Pol β . Figure 1 shows the tertiary structure of Pol X: the N-terminal Palm domain consisting of 10 β -sheets (1-10) and 3 α -helices (A-C); C-terminal Thumb domain consisting of 3 β -sheets (11-13) and 3 α -helices (D-F).

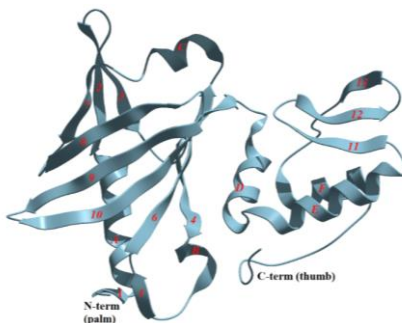


Fig. 1. Tertiary structure of DNA Polymerase X

In 2017 it was found, that the PolX substrate has a phosphate group (5'-P) at the 5' end with which PolX binds to DNA. Previous kinetic studies have shown that 5'-P can significantly increase the catalytic activity of PolX. In homologous structures, the 5'-P groups interacted with the 8-KD domain, which is not happening in PolX [9].

A 5'-P binding site was found in PolX, which is located in the Thumb domain. The 5'-P binding site is positively high charged. Two Arg residues (Arg125 and Arg168)

and one Thr residue (Thr166) are involved in pocket formation and they form five hydrogen bonds with 5'-P.

The amino acids Arg125 and Arg168 are variable in the PolX family. Although homologous proteins have Arg residues, for example, TtPolX has Arg268 (corresponding to Arg125 of AsfvPolX), and hsPol β and RatPol β have Arg328 (corresponding to Arg168 of PolX), none of them have two Arg amino acids in corresponding positions, which indicates 5'-P is a must-have and unique pocket for PolX. [10]

A superposition of the tertiary structures of all the studied DNA polymerases showed, that the 5'-P pocket can undergo large conformational changes in the absence of 5'-P DNA. Therefore, we can conclude, that the inhibition of 5'-P may result in obstruction of the binding of viral DNA and subsequent repair of damaged areas.

All the abovementioned suggests that ASFV-Pol-X can be a good candidate for in silico antiviral screening.

Flavonoids

Flavonoids are polyphenolic compounds of plant origin. At present, the spectrum of action of these compounds in the human body is determined, they are anti-inflammatory, antifungal, antibacterial, antiviral, anticarcinogenic, nephroprotective, hepatoprotective. The established properties of flavonoids open up wide possibilities for their use as medicines, which do not have serious side effects, unlike synthetic analogues [11].

AIM AND OBJECTIVES

The research was aimed at studying the effects of phenolic compounds on the PolX protein tertiary structure for clarifying their antiviral activity against ASFV.

To achieve the goal, the following objectives were set:

1. Carry out the search of all available flavonoids and their analogues structures to create a compounds library.
2. Carry out a virtual ligand screening and molecular docking simulation of compounds library with PolX in 5'-P binding site.

Materials and methods. The determination of PolX ligand-binding pockets, a search of flavonoids and their derivatives structures, virtual ligand screening (VLS) and visualization were performed, using the software package ICM-PRO 3.8-5 [12, 13]. In conducted experiments, the structure of PolX was used, obtained by X-Ray [PDB ID: 5HRI], which was retrieved from Protein Data Bank.

Based on the basic chemical structures of all classes and subclasses of flavonoids, a substructure search was performed in the MolCart database, on the basis of which has been created a library of flavonoids and their derivatives, containing 26618 compounds. Also, all Metabolomics (6850 compounds) and Phenol-Exploere [14] (523 compounds) databases have been used. These libraries have been merged and duplicates have been removed from them. The final library of flavonoids and their derivatives contains 33325 compounds.

Results and Discussion.

Virtual ligand screening of flavonoids and their derivatives.

The structure of PolX protein for in silico experiments, obtained by retrieving the three-dimensional crystal structure from the Protein Data Bank (PDB ID: 5HRI) and the studied interaction pocket, have been used for docking and VLS with the obtained library of flavonoids and their derivatives. VLS has been conducted in the condition of full ligand flexibility. From 33325 compounds, 3 showed good results with interaction energy less than -32 ICM Score, which is considered as minimum allowable interaction

energy in the ICM-PRO program. For these compounds, the VLS and docking experiments have been independently repeated 10 times.

Inhibition of PolX 5'-P interaction site.

2,3-Dehydrokievitone interacts with -50.68 ICM Score, forming 2 hydrogen bonds in the 5'-P interaction pocket of PolX (fig.2).

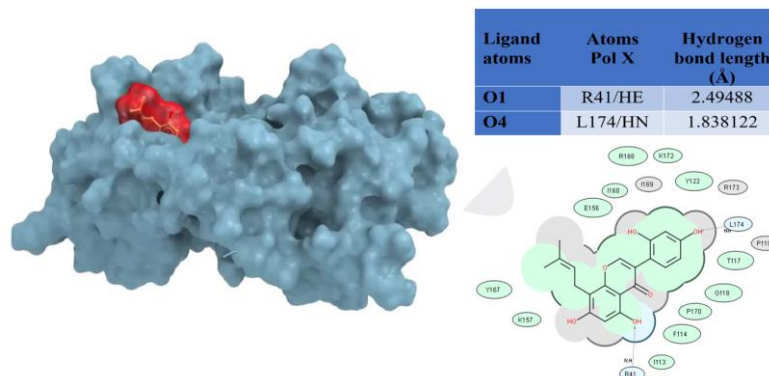


Fig. 2. Localization and interaction sites of 2,3-Dehydrokievitone in Pol X 5'-P pocket.

From interaction sites of 2,3-Dehydrokievitone with PolX should be highlighted Leu174, which is necessary for the interaction of PolX with DNA. The localization of 2,3-Dehydrokievitone in the 5'-P interaction pocket can lead to inhibition of the PolX-DNA complexation.

Licodione interacts with -46.88 ICM Score, forming 3 hydrogen bonds in the 5'-P interaction pocket of PolX (fig.3).

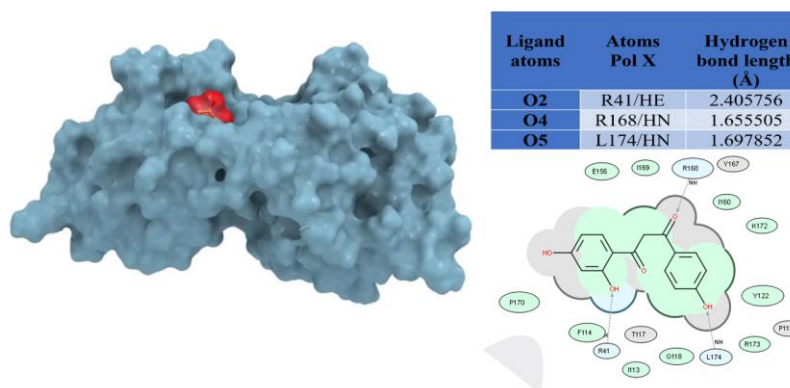


Fig. 3. Localization and interaction sites of Licodione in Pol X 5'-P pocket.

Arg168 and Leu174 should be highlighted from interaction sites of Licodione with PolX, which is necessary for the interaction of PolX with DNA. The localization of Licodione in the 5'-P interaction pocket can lead to inhibition of the PolX-DNA complexation.

Myricetin interacts with -46.79 ICM Score, forming 3 hydrogen bonds in the 5'-P interaction pocket of PolX (fig.4).

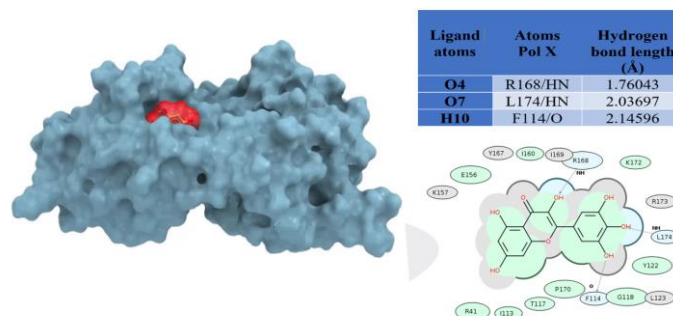


Fig.4. Localization and interaction sites of Myricetin in Pol X 5'-P pocket.

Phe114, Arg168 and Leu174 should be highlighted from interaction sites of Myricetin with PolX, which is necessary for the interaction of PolX with DNA. The localization of Myricetin in the 5'-P interaction pocket can lead to inhibition of the dGTP-DNA complexation. Myricetin, like the above compounds, theoretically can lead to inhibition of the 5'-P pocket, which can lead to inhibition of the PolX-DNA interaction and to disruption of the viral DNA reparation process.

As a result of the *in silico* experiments, in particular, virtual ligand screening and molecular docking, polyphenolic compounds have been identified, they have plant origin with an inhibitory effect on the tertiary structure of PolX.

The following conclusions may be drawn from the results of our study:

1. The flavonoids have been identified, which showed a high degree of interaction with the 5'-P pocket of PolX, which is necessary for the interaction of PolX with DNA.
2. The obtained results showed the possibility of using polyphenolic compounds as inhibitors of PolX and as possible therapeutic agents against ASFV.

Acknowledgements

We thank Foundation Armenia (Switzerland) for financial support.

REFERENCES

1. Бальшеев, В.М., Куриннов, В. В., Цыбанов, С.Ж., Калантаенко, Ю. Ф., Колбасов, Д.В., Пронин, В.В., & Корнева, Г.В. Биологические свойства вируса африканской чумы свиней, выделенного в Российской Федерации. Ветеринария. №7, с.25-27, 2010.
2. Белянин С.А. Характеристика полевых высоковирулентных и низковирулентных изолятов вируса АЧС. Ветеринарная медицина XXI: инновации, опыт, проблемы и пути их решения: материалы Международной научно-практической конференции. УГСХА. Ульяновск, с.56-60, 2011.
3. Белянин, С.А, Васильев, А.П, Колбасов, Д.В, Цыбанов, С.Ж, Бальшеев, В.М, Колонтаенко, Ю.Ф, Жуков А.Н, Хрипунов Е.М, Фертников В.И, Рыжова Е.В, Пронин В.В, Куриннов, В.В. Патогенность вируса африканской чумы свиней, циркулирующего на территории РФ: Роль ветеринарной науки в реализации продовольственной доктрины РФ: материалы Международной научно-практической конференции. ГНУ ВНИИВВиМ. Покров, с.14-20, 2011.
4. Васильев А.П., Холод Р.З., Люткин И.С., Ереценко Д.Д., Белянин С.А., Куриннов В.В. Распространение вируса АЧС в популяции диких свиней. Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии: материалы Международной научно-практической конференции. ГНУ ВНИИ ВСГЭ, М., 2011.
5. Коваленко Я.Р. Африканская чума свиней. Издательство "Колос", М., 55-83, 1965.

6. Газаев И.Х. Клещи как переносчики АЧС. Актуальные проблемы инфекционной патологии ветеринарной медицины. Материалы конференции молодых ученых. Покров, ВНИИВВиМ, 23-27, 2009.
7. Макаров В.В. Африканская чума свиней. М., Российский университет дружбы народов. 268 с, 2011.
8. Oliveros, M., Yáñez, R. J., Salas, M. L., Salas, J., Viñuela, E., & Blanco, L. Characterization of an African swine fever virus 20-kDa DNA polymerase involved in DNA repair. *J. Biol. Chem.*, 272, 49, 30899-30910, 1997.
9. Wu, W. J., Su, M. I., Wu, J. L., Kumar, S., Lim, L. H., Wang, C. W. E., & Tsai, M. D. How a low-fidelity DNA polymerase chooses non-Watson-Crick from Watson-Crick incorporation. *J. Am. Chem. Soc.*, 136, 13, pp 4927-4937, 2014.
10. Chen, Y., Zhang, J., Liu, H., Gao, Y., Li, X., Zheng, L., & Huang, Z. Unique 5'-P recognition and basis for dG:dGTP misincorporation of ASFV DNA polymerase X. *PLoS Biol.*, 15, 2, pp.218-230, 2017.
11. Santos E.L., Maia B.H.L.N.S., Ferriani A.P., & Teixeira S.D. Flavonoids: classification, biosynthesis and chemical ecology. *InTech*. 6, p. 482, 2017.
12. Totrov M., Abagyan, R., Flexible protein-ligand docking by global energy optimization in internal coordinates. *Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics*, 29, S1, pp. 215-220, 1997.
13. Bottegoni G., Kufareva I., Totrov M., Abagyan R. Four-dimensional docking: a fast and accurate account of discrete receptor flexibility in ligand docking. *Journal of medicinal chemistry*, 52, 2, pp.397-406, 2008.
14. Neveu V., Perez-Jimenez J., Vos F., Crespy V., Du Chaffaut L., Mennen L., Knox C., Eisner R., Cruz J., Wishart D., Scalbert A. Phenol-Explorer: an online comprehensive database on polyphenol contents in foods. *Database*, 2010, p.bap024, 2010.

Received on 08.10.2019



Биол. журн. Армении, 4 (71), 2019

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОЛИНОМ БОГАТОГО ПЕПТИДА НА
АКТИВНОСТЬ АТФАЗЫ И ПУРИННУКЛЕОЗИДФОСФОРИЛАЗЫ
В МИТОХОНДРИЯХ МОЗГА И ПЕЧЕНИ БЕЛЫХ КРЫС РАЗНЫХ
ВОЗРАСТОВ ПРИ КОРАЗОЛ-ИНДУЦИРОВАННЫХ
ЭПИЛЕПТИФОРМНЫХ ПРИПАДКАХ**

**Л.Г. ПОГОСЯН¹, Ж.И. АКОПЯН¹, А.С. МАРГАРЯН²,
Р.Б. БАДАЛЯН², А.А. СИМОНЯН²**

¹Институт молекулярной биологии НАН РА

²Институт биохимии им. Г.Бунятына НАН РА

В группах с применением коразола и пролином богатого полипептида и коразола наблюдается подавление активности ПНФ в обоих органах. Активность ПНФ в печени крыс оказалась устойчивой к действию вышеназванных соединений. Сдвиги в каталитической активности АТФаз в митохондриях мозга у белых крыс трех разных возрастов (3-, 6- и 9- мес.) при коразол-индуцированных эпилептиформных судорогах неоднозначны.

*Пролином богатый полипептид – пури nukлеозидфосфорилаза – АТФазы –
коразол – активность*

Կորազոլ և միաժամանակ պրոլինով հարուստ պոլիպեպտիդ ու կորազոլ ստացած խմբերում դիտվում է ՊՆՖ-ի ակտիվության ճնշում արյան շիճուկում և գլխուղեղի միտոքոնդրիումներում: Պարզվել է, որ առնետների յարդում ՊՆՖ-ի ակտիվությունը վերը նշված պատրաստանյութերի նկատմամբ կայուն է: Սպիտակ առնետների երեք տարբեր տարիքային խմբերում (3, 6 և 9 ամսական) գլխուղեղի միտոքոնդրիումների ԱԵՖազների կատալիտիկ ակտիվության տեղաշարժերը կորազոլով մակածված էպիլեպսանման նոպաների ժամանակ միատիպ չեն:

*Պրոլինով հարուստ պոլիպեպտիդ – պուրինոկլետոգիդֆոսֆորիլազ – ԱԵՖազներ –
կորազոլ – ակտիվություն*

In groups with using corazole and proline rich polypeptide and corazole, inhibition of PNP activity in both organs was observed. As for the properties of PNP in the liver of the rats, the enzyme proved to be resistant to the above mentioned preparations. In the catalytic activity of ATPases in the mitochondria of the brain in white rats of three different ages (3, 6 and 9 months) during corazole-induced epileptiform seizures were ambiguous.

*Proline-rich peptides – purine nucleoside phosphorylase – adenosine triphosphatase –
corazole – activity*

Актуальность изучения эпилепсии обусловлена высоким уровнем заболеваемости [1, 15, 16]. Антимикробные пептиды (АМП) – важнейшие молекулярные факторы врожденного иммунитета, защищающие организм от инфекций и развития опухолей [17, 11]. Одним из основных направлений исследования АМП в последнее время стало изучение молекулярных и клеточных механизмов их биологической активности, обеспечивающих участие АМП в реализации защитных функций организма [2, 9, 12]. В ходе данного исследования оценивалась возможность

использования пролин-богатого полипептида в качестве возможного регулятора активности ПНФ.

В настоящей работе использованы АМП с высоким содержанием пролина – пролином богатый пептид (ПБП). Пурипнуклеозидфосфорилаза (пурипнуклеозид: ортофосфатрибозил трансфераза – ПНФ, КФ 2.4.2.1.) является одним из важнейших ферментов, характеризующих иммунный статус организма [10, 4]. Поскольку литературные данные относительно влияния ПБП на ПНФ практически отсутствуют, целью настоящей работы являлось исследование влияния ПБП на активность ПНФ в некоторых органах крыс разного возраста. Для решения поставленной задачи мы попытались оценить токсичность коразола на активность ПНФ и изучить сравнительное влияние ПБП в комбинации с коразолом и без коразола на активность ПНФ в сыворотке крови, в митохондриях мозга и печени крыс. Также представляло интерес исследование влияния ПБП на возрастные сдвиги каталитической активности Mg^{2+} -, Ca^{2+} - и HCO_3^- -АТФаз в митохондриях мозга белых крыс при коразол-индуцированных эпилептиформных припадках.

Материал и методика. В эксперименте были использованы 20 беспородных белых крыс-самцов массой 180-200 г, разных возрастов (3-х, 6-ти и 9-месячные), содержащихся на стандартной диете, при естественном освещении и свободном доступе к воде и пище. Эпилептиформные припадки вызывали принятым одноразовым внутримышечным введением коразола из расчета 8 мг на 100 г массы животного.

Подопытные животные были разделены на 4 группы по пять в каждой:

1. Контрольная группа – животным вводили 1 мл физраствора;
2. Опытная группа II – животным в течение 2 дней вводили ПБП из расчета 1 гамма в 1 мл физраствора один на 100 г массы животного раз в день;
3. Опытная группа III – крысам вводили коразол из расчета 8 мг на 100 г массы животного в 1 мл физраствора;
4. Опытная группа IV – животным в течение 2 дней вводили ПБП из расчета 1 гамма ПБП в 1 мл физраствора на 100 г массы животного один раз, а в день проведения эксперимента вводили коразол 8 мг на 100 г массы животного в 1 мл физраствора.

В III опытной группе эпилептиформные припадки, вызванные коразолом, проявлялись уже через 12-14 мин. после введения препарата, в то время как в группе IV через 20-25 мин наблюдались слабые проявления судорожного припадка. Стадии судорог определяли по модифицированной шкале Racine R.J. [14].

Об активности АТФаз судили по нарастанию в среде содержания неорганического фосфата. $R_{неорг.}$ определяли по Лоури и Лопес в модификации Скулачева [6, 7] и пересчитывали на мг белка [13]. Корреляционный анализ проводили с использованием непараметрического теста Спирмена. Достоверность различий между средними величинами определяли по t-критерию Стьюдента. Для определения активности ПНФ использован колориметрический метод с реактивом Фолина. Измерения проводили спектрофотометрически, используя кварцевые кюветы с длиной пробега 1 см, при длине волны 750 нм [5].

Для статистической обработки данных по ПНФ использовали пакет SPSS (Statistical Package for Social Science). Характер распределения полученных данных определяли по критерию Колмогорова-Смирнова. Сравнительный анализ проводили с использованием непараметрического теста Манна-Уитни. Различия считались достоверными при $p \leq 0,05$.

В работе были использованы рефрижераторная центрифуга, спектрофотометр LKB Biochrom ULTROSPECII (Швеция), рН-метр PL-600 фирмы msc (Израиль), гуанозин и АТФ фирмы "Sigma".

Результаты и обсуждение. Наличие в структуре ПБП большого количества аминокислотных остатков пролина (до 50%) обуславливает их свойство легко вступать во взаимодействие с различными белковыми молекулами, в том числе участвующими в ключевых биохимических каскадах реакций, которые обеспечи-

вают функционирование иммунной системы [2]. Этим и обусловлен наш интерес к исследованию воздействия ПБП на ПНФ, фермент, который катализирует обратимую реакцию фосфорилиза пуриновых (дезоксир)ибонуклеотидов с образованием (d)Rib-1-P и соответствующих оснований, которые являются основным источником синтеза пуринов в клетке [4].

Результаты наших исследований указывают на определенные изменения в активности ПНФ в сыворотке крови, печени и мозге крыс разных возрастных групп при воздействии на них ПБП, коразола, а также их совместном введении. Оценку действия исследуемых соединений проводили на основании сравнения уровней активности фермента в вышеуказанных органах животных опытных групп с контрольной группой всех возрастов.

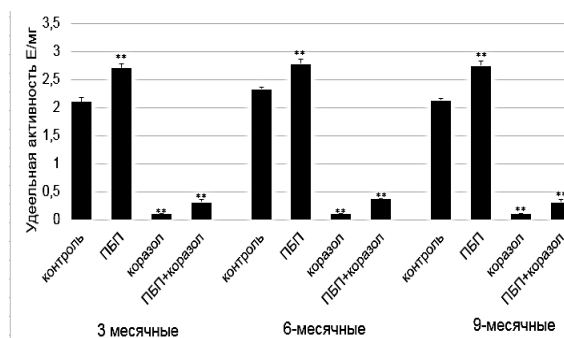


Рис. 1. Динамика изменений активности ПНФ в сыворотке крови 3-х, 6-ти и 9-месячных крыс под воздействием ПБП, коразола и ПБП+коразол.

Примечание: ** - Отличие от контроля достоверно при $p \leq 0.01$

Из рис. 1 следует, что во всех трех возрастных категориях динамика изменения активности ПНФ в сыворотке крови по группам схожая, а именно: в группе, где вводили ПБП активность ПНФ немного повышается, при введении коразола резко понижается до следовых значений, а в группе с совместным введением ПБП и коразола активность фермента немного увеличивается, оставаясь при этом в подавленном состоянии. При оценке результатов влияния используемых нами препаратов ПБП, коразола и ПБП+коразол на активность ПНФ в сыворотке крови было показано, что фермент оказался очень чувствительным к их действию. Повышение активности ПНФ в группе с ПБП, исходя из вышеупомянутых литературных данных, объяснимо. Резкое подавление активности в группе с коразолом, который вызывает судорожные припадки, также выглядит логично. В последней же группе, где вводится коразол совместно с ПБП активность фермента повышается, по-видимому, благодаря именно ПБП, но при этом еще остается далека от значений уровня активности фермента контрольных животных.

На рис. 2 мы наблюдаем симметричное распределение активности ПНФ в печени по группам относительно контроля у крыс всех возрастных категорий с той лишь разницей, что у шестимесячных животных все значения активности фермента выше, чем у трех- и девятимесячных. Следует отметить понижение активности ПНФ в группе с введением только ПБП у животных всех возрастов. Действие ПБП и коразола на печень вызывает интерес, т.к. этот орган характеризуется резистентностью к различного рода воздействиям [5].

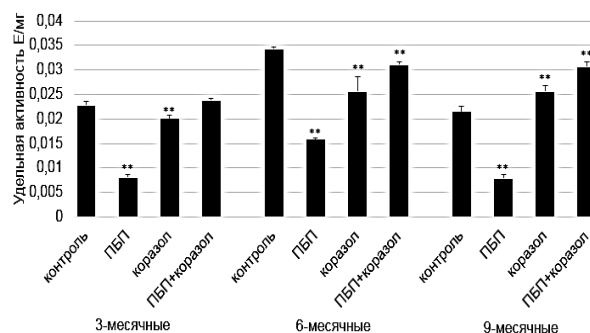


Рис. 2. Динамика изменений активности ПНФ в митохондриях печени 3-х, 6-ти и 9-месячных крыс под воздействием ПБП, коразола и ПБП+коразол.

Примечание: ** - Отличие от контроля достоверно при $p \leq 0.01$

В данной работе (рис.2) этот тезис подтверждается в отношении двух групп: с коразолом и ПБП+коразол, где значения активности ПНФ остаются на уровне активности фермента контрольной группы. Возможно, используемая концентрация коразола оказалась недостаточной для воздействия на печеночную ткань. При этом необходимо отметить, что, согласно литературным данным, влияние ПБП на различные ферменты в разных органах крыс в условиях *invitro* также неоднозначно [8]. Возникает вопрос, каким механизмом осуществляется их регуляция и какова природа фактора, блокирующего или активирующего ферментативную активность. Показано, что ПБП – галармин и его производные, являясь стимуляторами неорганической пироглутаматазы в печеночной ткани крыс, в мозговой ткани выступают в роли ее ингибитора. Действие тех же пептидов на щелочную фосфатазу выявило ее активацию в печеночной ткани и ингибирование в почечной [8].

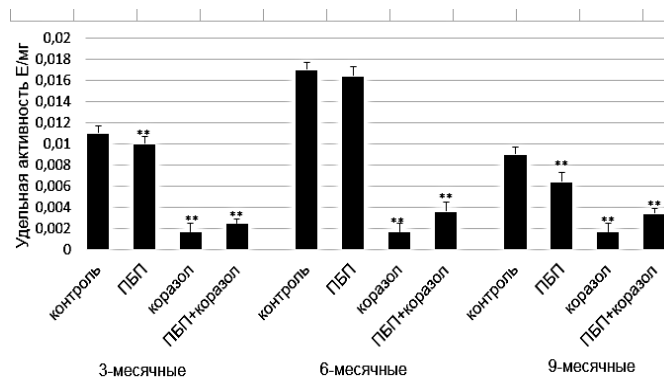
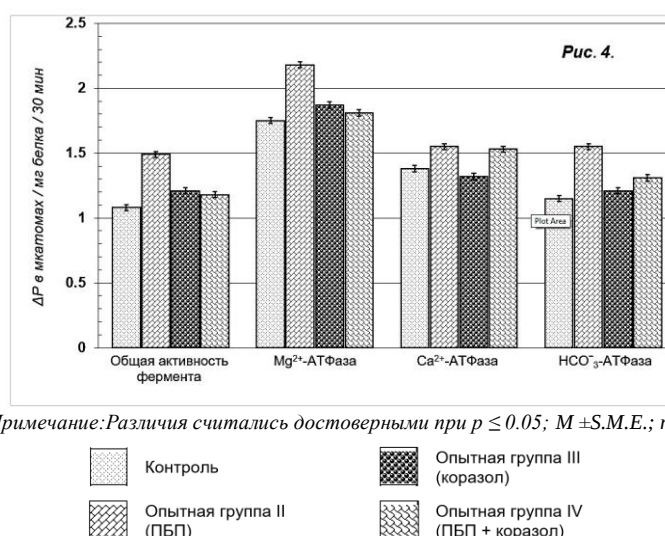


Рис. 3. Динамика изменений активности ПНФ в митохондриях мозга 3-х, 6-ти и 9-ти месячных крыс под воздействием ПБП, коразола и ПБП+коразол.

Примечание: ** - Отличие от контроля достоверно при $p \leq 0.01$

Данные, полученные из мозга крыс, представлены на рис. 3. Уровень активности ПНФ в группе с применением ПБП достаточно высок и приближается к значениям активности фермента контрольной группы. В двух других группах с коразолом и ПБП+коразол наблюдаем ту же картину, что и в сыворотке крови, а именно: в группе с коразолом активность ПНФ очень низкая и в последней группе она чуть выше, но по сравнению с контролем также невелика. Данные изменений

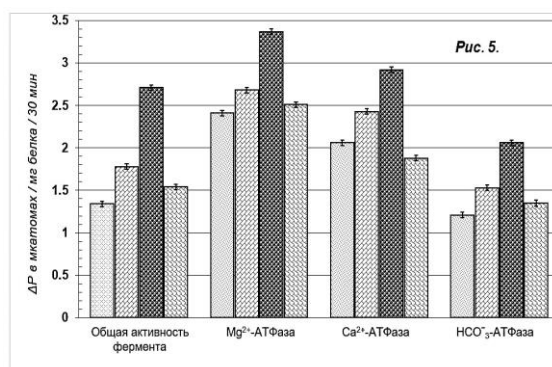
активности ПНФ, полученные в мозговой ткани (рис. 3), оказались схожи с данными сыворотки крови, с небольшой разницей, касающейся группы с применением ПБП: у животных всех возрастов уровни активности ПНФ в сыворотке крови под действием ПБП немного повышаются, а в мозге, наоборот, имеет тенденцию к понижению, оставаясь близкими к значениям контрольной группы. В мозге также, как мы отмечали выше, в печени, у шестимесячных животных довольно высокая активность ПНФ и в контрольной группе, и в следующей с использованием ПБП. Было показано [3], что ПБП обладает центральным и периферическим иммуномодуляторным действием, регулирует процессы свободнорадикального окисления, что, в целом свидетельствует о нейропротекторной роли гипоталамического пролин богатого нейроморона.



Примечание: Различия считались достоверными при $p \leq 0.05$; $M \pm S.M.E.$; $n=9$.

Рис. 4. Влияние ПБП на активность Mg^{2+} -, Ca^{2+} - и HCO_3^- -АТФаз в митохондриях мозга 3-месячных белых крыс при коразол-индуцированных эпилептиформных судорогах.

На рис. 4 приведены результаты экспериментов по изучению сдвигов активности АТФаз в intactных митохондриях мозга 3-месячных крыс при коразол-индуцированных эпилептиформных судорогах под воздействием ПБП. Показано, что у 3-месячных белых крыс, получивших внутривенно только ПБП, наблюдается стимуляция активности фермента во всех изученных АТФазах. При введении только коразола для стимулирования эпилептиформных припадков каталитическая активность Ca^{2+} -АТФазы незначительно угнетается по сравнению с контролем. В тех же условиях каталитическая активность общей, Mg^{2+} - и HCO_3^- -АТФаз по сравнению с контролем незначительно повышается. Однако у группы 3-месячных белых крыс, предварительно получивших ПБП, наблюдается незначительное повышение каталитической активности Ca^{2+} - и HCO_3^- -АТФаз по сравнению с контролем. Активность же общей и Mg^{2+} -АТФаз также незначительно угнетена.



Примечание: Различия считались достоверными при $p \leq 0.05$; $M \pm S.M.E.$; $n=9$.

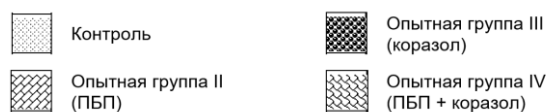
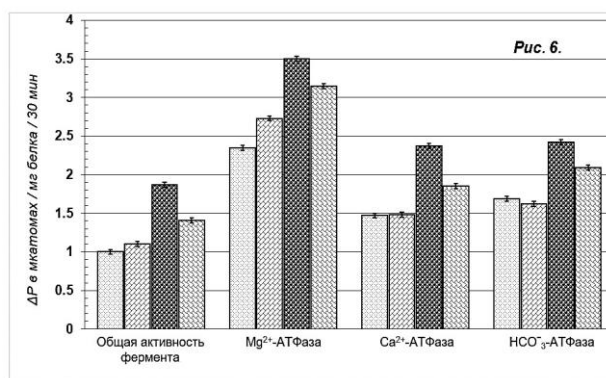


Рис. 5. Влияние ПБП на активность Mg^{2+} -, Ca^{2+} - и $НСО_3^-$ -АТФаз в митохондриях мозга 6-месячных белых крыс при коразол-индуцированных эпилептиформных судорогах.

В условиях нашего эксперимента иная картина наблюдается у 6- и 9-месячных белых крыс. У экспериментальных животных 6-месячных белых крыс (рис. 5) под влиянием как ПБП, так и коразола, активность АТФаз заметно повышается по сравнению с контрольными пробами: каталитическая активность изученных АТФаз стимулируется. Такая же картина наблюдается у 9-месячных белых крыс (рис. 6), получавших только ПБП или только коразол. Предварительное внутрибрюшинное введение ПБП приводит к угнетению активности изученных ферментов. Данные этой группы приближаются к контрольным показателям, что свидетельствует о коррелирующем влиянии ПБП.



Примечание: Различия считались достоверными при $p \leq 0.05$; $M \pm S.M.E.$; $n=9$.



Рис. 6. Влияние ПБП на активность Mg^{2+} -, Ca^{2+} - и $НСО_3^-$ -АТФаз в митохондриях мозга 9-месячных белых крыс при коразол-индуцированных эпилептиформных судорогах

Изучение сдвигов активности АТФаз в интактных митохондриях мозга показали, что при введении ПБП в изолированных интактных митохондриях головного мозга белых крыс в возрастном аспекте заметно активируются Mg^{2+} -, Ca^{2+} - и HCO_3^- -зависимые АТФазы. Такие же сдвиги наблюдаются под влиянием эпилептогена коразола. Однако при совместном введении ПБП и коразола активность изученных ферментов ингибируется по сравнению с показателями групп животных, получивших только коразол. В отличие от группы 3-месячных белых крыс, в группе 6- и 9-месячных белых крыс под влиянием совместного введения животным ПБП и коразола полученные сдвиги каталитической активности АТФаз достоверно нивелируются, приближаясь к контрольным показателям.

Исходя из полученных результатов, можно допустить, что ПНФ в сыворотке крови и в мозге крыс оказалась весьма чувствительной к действию использованных нами препаратов, а в печени, наоборот, фермент проявил резистентные свойства.

Сдвиги в каталитической активности АТФаз в митохондриях мозга у белых крыс трех разных возрастов (3-, 6- и 9-месячных) при коразол-индуцированных эпилептиформных судорогах неоднозначны. Выяснилось, что у 3-, 6- и 9-месячных белых крыс в группах, получивших только коразол, происходит повышение каталитической активности изученных ферментов, за исключением Ca^{2+} -зависимой АТФазы у 3-месячных, где наблюдается ингибирование активности фермента. При профилактическом введении ПБП во всех возрастных группах наблюдается торможение каталитической активности фермента по сравнению с группой животных, получивших только коразол.

Список сокращений

ПБП – пролин богатый пептид
ПНФ – пурииннуклеозидфосфоорилаза
АТФаза – аденозинтрифосфатаза
АМП – антимикробные пептиды

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян Г.Н., Бадалян О.Л., Бурд С.Г., Вальдман Е.А., Воронина Т.А., Неробкова Л.Н., Крикова Е.В., Авакян Г.Г., Чуканова А.С., Стойко М.И., Савенкова А.А. Эпилепсия. Пароксизмальные состояния. Материалы Юбилейного конгресса РАМН и Минздравсоцразвития России, Российская Противоэпилептическая Лига, 2, 4, 41-54, 2010.
2. Артамонов А.Ю., Рыбакина Е.Г., Орлов Д.С., Корнева Е.А. Биологическая активность и молекулярно-клеточные механизмы действия антимикробных пептидов человека и животных, Фундаментальная наука и клиническая медицина. Вестник Санкт-Петербургского университета, Сер. 11. Вып. 1, 5-25, 2014.
3. Ваградян А.Г., Агаджанов М.И. Новые механизмы нейрогормональной регуляции в условиях нейродегенерации, Новый Армянский Медицинский Журнал, 3, 1, 6-28, 2009.
4. Погосян Л.Г., Акопян Ж.И. Пурииннуклеозидфосфоорилаза, Биомедицинская химия, 59, Вып. 5, 483-497, 2013.
5. Погосян Л.Г., Мкртчян З.С., Газарянц М.Г., Акопян Ж.И. Влияние электромагнитного излучения с частотой 900 и 1800 МГц на активность пурииннуклеозидфосфоорилазы и щелочной фосфатазы в некоторых органах крыс, Медицинская радиология и радиационная безопасность, 61, 6, 5-10, 2016.
6. Симонян А.А., Бадалян Р.Б., Симонян Л.А., Степанян Р.А., Галоян А.А. Влияние нового гипоталамического полипептида цитокина на Mg^{2+} - и Ca^{2+} -активируемые АТФазы тканей крыс, Нейрохимия, 19, 2, 143-145, 2002.

7. *Скулачев В.П.* Энергетика биологических мембран. М., Наука, 564 с., 1989.
8. *Тер-Тадевосян Л.П., Саркисян Л.В., Асланян И.Г., Галоян А.А.* Действие галармина и его производных на активность неорганической пирофосфатазы и щелочной фосфатазы органов белых крыс, Доклады НАН РА, 104, 228-233, 2004.
9. *Шамова О.В., Орлов Д.С., Пазина Т.Ю., Жаркова М.С.* Изучение молекулярно-клеточных основ цитотоксического действия антимикробных пептидов на опухолевые клетки, Фундаментальные исследования, № 15 (часть 1), 207-212, 2012.
10. *Bzowska A., Kulikowska E., Shugar D.* Purin nucleoside phosphorilase: properties, functions and clinical aspect, Pharmacol. & Therapeut., 88, 3, 349-425, 2000.
11. *Greer A., Zenobia C., Darveau R.P.* Defensins and LL-37: a review of function in the gingival epithelium, Periodontol., 63, 1, 67-79, 2013.
12. *Kurosaka K., Chen Q., Yarovsky F., Tokunaga A.* Mouse cathelin-related antimicrobial peptide chemoattracts leukocytes using formyl peptide receptor-like 1/mouse formyl peptide receptor-like 2 as the receptor and acts as an immune adjuvant, J. Immunol., 174, 6257-6265, 2005.
13. *Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J.* Protein measurement with the folin-phenol reagent, J. Biol. Chem., 193, 265-275, 1991.
14. *Racine R.J.* Modification of seizure activity by electrical stimulation. II Motor seizures, Electroencephal. Clin. Neurophysiol., 32, 281-294, 1972.
15. *Vinogradova L.V., Shatskova A.B.* Lateral asymmetry of early seizure manifestations in experimental generalized epilepsy, Neuroscience, 213, 133-143, 2012.
16. *Wolf P.* Historical aspects of idiopathic generalized epilepsies, Epilepsia, 46, suppl. 9, 7-9, 2005.
17. *Yeung A.T., Gellatly S.L., Hancock R.E.* Multifunctional cationic host defence peptides and their clinical applications, Cell. Mol. Life Sci., 68, 13, 2161-2176, 2011.

Поступила 09.07.2019



Biolog. Journal of Armenia, 4 (71), 2019

HYDROECOLOGICAL INVESTIGATION OF THE HRAZDAN RIVER AND “YEREVANYAN LICH” RESERVOIR, ARMENIA

H.H. KOBELIAN, G.A. GEVORGYAN*

Scientific Center of Zoology and Hydroecology of NAS RA
*gev_gor@mail.ru

Hydroecological state of the Hrazdan River and “Yerevanyan Lich” Reservoir was assessed based on the hydrobacteriological (saprophytic bacteria and *Escherichia coli*) and hydrochemical (five-day biochemical oxygen demand, ammonium and phosphate ions) parameters. Water sampling for hydrobiological and hydrochemical analyses were performed in May and July 2019. The results of the study showed that the Hrazdan River and “Yerevanyan Lich” Reservoir in Yerevan were exposed to significant fecal, organic and nutrient contamination, supposedly induced by urban household activities. The contamination in some cases posed health risks to the aquatic life and hydroecosystem of the Hrazdan River.

Hrazdan River – “Yerevanyan Lich” Reservoir – chemico-bacteriological characteristics – hydroecological status

Ջրաբակտերիոլոգիական (սապրոֆիտ բակտերիաներ և *Escherichia coli*) և ջրաքիմիական (թթվածնի 5 օրյա կենսաքիմիական պահանջ, ամոնիում և ֆոսֆատ իոններ) ցուցանիշների հիման վրա գնահատվել է Հրազդան գետի և «Երևանյան լիճ» ջրամբարի ջրաէկոլոգիական վիճակը: Ջրակենսաբանական և ջրաքիմիական վերլուծությունների համար ջրանմուշառումներն իրականացվել են 2019 թ. մայիս և հուլիս ամիսներին: Հետազոտության արդյունքները ցույց են տվել, որ Երևանում Հրազդան գետը և «Երևանյան լիճ» ջրամբարը ենթարկվել են ֆեկալ, օրգանական և կենսածին նյութերով նշանակալի աղտոտման՝ ենթադրաբար պայմանավորված բնակչի կենցաղային գործունեությամբ: Աղտոտվածությունը որոշ դեպքերում առաջացրել է առողջական ռիսկեր Հրազդան գետի ջրային օրգանիզմների և հիդրոէկոհամակարգի համար:

Հրազդան գետ – «Երևանյան լիճ» ջրամբար – քիմիկաբակտերիոլոգիական առանձնահատկություններ – ջրաէկոլոգիական վիճակ

Гидроэкологическое состояние реки Раздан и водохранилища “Ереванян лич” оценивалось по гидробактериологическим (сапрофитные бактерии и *Escherichia coli*) и гидрохимическим (пятидневная биохимическая потребность в кислороде, ионы аммония и фосфата) показателям. Отбор проб воды для гидробиологического и гидрохимического анализа были проведены в мае и июле 2019 года. Результаты исследования показали, что река Раздан и водохранилище “Ереванян лич” в Ереване подвергались значительному загрязнению фекалиями, органическими и питательными веществами, предположительно являющимися результатом деятельности городских домохозяйств. Загрязнение в некоторых случаях вызывало риски для здоровья водных организмов и гидроэкосистемы реки Раздан.

Река Раздан – водохранилище “Ереванян лич” – химико-бактериологические характеристики – гидроэкологический статус

Increasing intensity of human activities during the last centuries has led to the significant violation of the existing balance of the nature [20]. As a consequence of rapid urbanization, human activities have caused significant changes in the ecological environment [19]. The increasing pollution of the hydrosphere has become one of serious environmental problems [20]. Due to the huge discharge of municipal wastewater and urban drainage into river basins, the effect is more pronounced in the water quality in urban areas [19]. Besides increasing pollution, human activities have also affected the water flow regime and morphology of rivers, resulting in multiple pressures on freshwater ecosystems and declines in their biodiversity and ecological functioning [16]. The hydroecological state of rivers is changing under anthropogenic activities expressed by the disposal of waste, organic and inorganic substances [24]. The classification of the ecological status of rivers and streams is an important tool for future sustainable management of natural water resources. Consequently, the Water Framework Directive requires the protection and improvement of the ecological status of water systems [22].

The Hrazdan River (Armenia) and “Yerevanyan Lich” Reservoir constructed in the Hrazdan River canyon in the south-west of Yerevan City are economically important water bodies for Armenia, since the waters are used for irrigation, energetic, recreational, industrial and other purposes. Nevertheless, the Hrazdan River flowing through Yerevan City is endangered by anthropogenic pollution due to the insufficient management of the disposal and discharge of waste and wastewater mainly from urban household activities [13, 14, 20]. Urban discharges may enter into the Hrazdan River worsening the hydroecological state of the river ecosystem and “Yerevanyan Lich” Reservoir. Therefore, the investigation of the pollution of the Hrazdan River and “Yerevanyan Lich” Reservoir in the conditions of anthropogenic pressures in Yerevan City is urgently required. The aim of the present study was to investigate the current hydroecological state of the Hrazdan River and “Yerevanyan Lich” Reservoir in Yerevan City.

Materials and methods. We investigated the Hrazdan River originated from Lake Sevan in the eastern part of Armenia and “Yerevanyan Lich” Reservoir situated in the south-west of Yerevan City. The Hrazdan River is the longest (141 km) tributary of the transboundary Araks River in the territory of Armenia [13, 14].

For assessing the current hydroecological state of the Hrazdan River and “Yerevanyan Lich” Reservoir, hydrobacteriological (saprophytic bacteria (SB) and *Escherichia coli* (*E. coli*)) and –chemical (five-day biochemical oxygen demand (BOD₅), ammonium and phosphate ions) investigations were carried out. Water samples for microbial and chemical analyses were collected from the river and reservoir sites described in tab. 1. The sampling was performed in May and July 2019. The water samples for BOD₅ and nutrient measurements were taken with cleaned polythene bottles and for bacteriological analysis – with sterile sample containers. The collected samples were kept in a cool box in low temperature conditions during the transportation to the laboratory and were analysed immediately after reaching the laboratory.

Table 1. Coordinates of river and reservoir investigated sites

Sampling site number	N/Lat	E/Long	River site location
1	40°16'51.1"	44°35'21.1"	Hrazdan River site located in Getamej Village, upstream of Yerevan City
2	40°09'31.6"	44°29'33.5"	Hrazdan River site located in Yerevan City, upstream of “Yerevanyan Lich” Reservoir
3	40°09'34.2"	44°28'23.2"	“Yerevanyan Lich” Reservoir site located near the dam
4	40°08'57.0"	44°27'50.7"	Hrazdan River site located in Yerevan City, downstream of “Yerevanyan Lich” Reservoir

Under laboratory conditions, the quantitative analysis of SB and *E. coli* was implemented by the standard methods accepted in hydrobiology. SB were grown on nutrient agar, *E. coli* – on Endo agar using the membrane filtration method. Bacterial culture media were incubated at 20°C (SB) and 37°C (SB and *E. coli*) for 24-48 hours and the colonies grown on the media were counted [6-8]. The experiments were performed under sterile conditions. Based on the quantitative parameters of SB, organic contamination degree in the investigated water bodies was assessed using a surface water quality assessment scale accepted in the CIS (Commonwealth of Independent States) and EU (European Union) countries [9].

BOD₅ values were determined according to the standard methods accepted in hydrochemistry [25, 26]. Initial dissolved oxygen (DO) and residual DO after five days incubation at 20°C were measured by the electrochemical probe method using a water oximeter (HI98193) [27]. The concentration of ammonium (Nessler method) and phosphate (ascorbic acid method) ions was determined by a multi-parameter photometer (HI83200) [18].

Results and Discussion. For the quantitative investigation of organic matter in water, the easy and cost-effective chemical and biochemical methods have been developed that give an opportunity to assess organic matter content in water by the determination of oxygen content consumed during the oxidation of organic matter [1]. BOD₅ values were used to assess organic matter content in the water of the Hrazdan River and “Yerevanyan Lich” Reservoir. The results of the BOD₅ study showed that organic matter content in all the investigated sites were conditioned by natural and anthropogenic factors, since it exceeded the background level for the river waters of the Hrazdan River basin [3]. Increased organic matter content was registered in the investigated sites located in Yerevan City (Nos. 2–4 with the exception of No. 3 in July) which can be explained by the impact of urban household discharges. It is necessary to mention that the July concentration of organic matter in the Hrazdan River site located upstream of “Yerevanyan Lich” Reservoir (No. 2) even exceeded the ecological norm for the river ecosystem health and biodiversity conservation (fig. 1) [3].

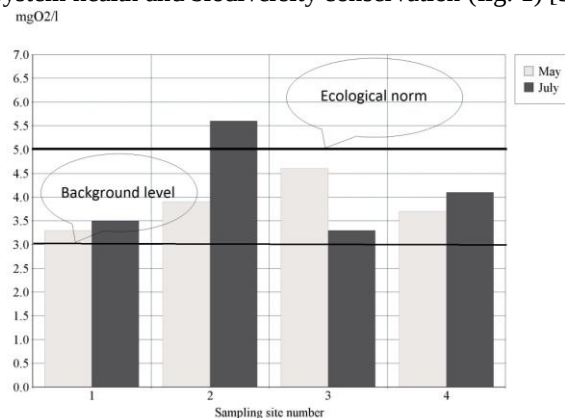


Fig. 1. BOD₅ values in the water of the Hrazdan River and “Yerevanyan Lich” Reservoir.

It's known that SB in water react quickly to water environmental changes and their amount indicates the organic contamination load of the water [21]. Accordingly, the organic contamination of the water of the Hrazdan River and “Yerevanyan Lich” Reservoir was also investigated by the quantitative values of SB grown at 20°C. The quantitative parameters of SB in the investigated river and reservoir sites reflected

almost the same organic contamination pattern as BOD₅: the amount of saprophytes increased noticeably in the investigated river and reservoir sites located in Yerevan City (Nos. 2–4 with the exception of No. 3 in July), indicating the significant contribution of urban household discharges to the formation of organic matter content in the investigated water bodies (Table 2). According to the count of SB grown at 20°C, the water quality in the investigated river site No. 1 was assessed as “sufficiently clean”, in the investigated river site No. 2 – as “sufficiently clean”-“very dirty”, in the investigated reservoir site No. 3 – as “clean”-“sufficiently clean” and in the investigated river site No. 4 – as “sufficiently clean”-“lightly polluted” [9].

The sanitary status of the Hrazdan River and “Yerevanyan Lich” Reservoir was investigated according to *E. coli* and SB grown at 37°C. *E. coli* is always present in the digestive tracts of animals and humans and is found in their waste. Therefore, its presence in a water body indicates the fecal contamination of the aquatic ecosystem [12]. SB grown at 37°C may also indicate the sanitary status of water, since they can enter water systems from the bodies of humans and warm-blooded animals. The results of the study of *E. coli* and SB grown at 37°C showed the significant worsening of the sanitary status of the investigated water bodies in Yerevan City (sampling site Nos. 2–4), indicating water contamination with urban sewage (tab. 2).

Table 2. SB and *E. coli* count in the water of the Hrazdan River and “Yerevanyan Lich” Reservoir

Sampling site number	Saprophytic bacteria (CFU/ml)				<i>E. coli</i> (CFU/l)	
	May		July		May	July
	20°C	37°C	20°C	37°C		
1	1520	210	2720	480	3000	0
2	3000	1640	35200	24000	3000	9000
3	3000	1050	840	470	6000	1000
4	2560	2300	4880	4200	8000	10000

CFU – colony-forming unit

The concentration of ammonium ion is used to indicate environmental pollution mainly from agricultural and household activities [15]. The results of the study showed that ammonium concentration in the investigated river and reservoir sites was mostly conditioned by anthropogenic factors, exceeding the background level for the rivers of the Hrazdan River basin by 4.2–55.8 times. If ammonium concentration in the Hrazdan River site located in Getamej Village (No. 1) and in “Yerevanyan Lich” Reservoir (sampling site No. 3) ranged within safe levels for the ecosystem health, so its content in the Hrazdan River sites located in Yerevan City (Nos. 2 and 4) sometimes exceeded the ecological norm for the river ecosystem health and biodiversity conservation, indicating about the high impact of urban household discharges on the river ecosystem (fig. 2) [3]. It’s known that increased nutrient concentration affects all the trophic levels of an ecological pyramid. The reduction of upper trophic levels leads to changes in lower trophic levels, dominant species, to the succession of communities and to the reconstruction of food webs [5, 15]. All of this allows concluding that ammonium contamination in some cases posed health risks to the aquatic life and hydroecosystem of the river sites located in Yerevan City (Nos. 2 and 4).

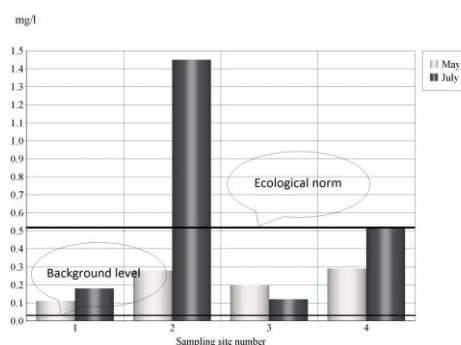


Fig. 2. Ammonium ion concentration in the water of the Hrazdan River and “Yerevanyan Lich” Reservoir.

In natural water, the concentration of phosphate is usually very low ranging between 0.001 mgP/l and 0.009 mgP/l, however it can significantly increase due to anthropogenic impact [2]. The investigation showed that mineral phosphorus content in the investigated river sites was formed under high anthropogenic influence. Phosphate concentration in the investigated river sites mostly exceeded the ecological norm for the rivers of the Hrazdan River basin, indicating unfavorable environmental conditions for the growth of aquatic organisms [3]. The highest phosphate concentration was registered in the Hrazdan River site located in Yerevan City, upstream of “Yerevanyan Lich” Reservoir (No. 2) which can be explained by the high impact of urban household discharges. The lowest phosphate levels in “Yerevanyan Lich” Reservoir water and the Hrazdan River site No. 4 in July could have not surely indicated about favorable environmental conditions in the aquatic ecosystems, since it may have been conditioned by phytoplankton activity in the reservoir (fig. 3). It’s known that algae need to absorb nitrate and phosphate to grow [17]. According to the previous studies, planktonic algae in “Yerevanyan Lich” Reservoir reached massive growth during warm periods, which allows to conclude that decreased phosphate concentration in “Yerevanyan Lich” Reservoir water and the Hrazdan River site located downstream of “Yerevanyan Lich” Reservoir (No. 4) may have been conditioned by the algal depletion of the nutrient [4, 10, 11, 14, 23].

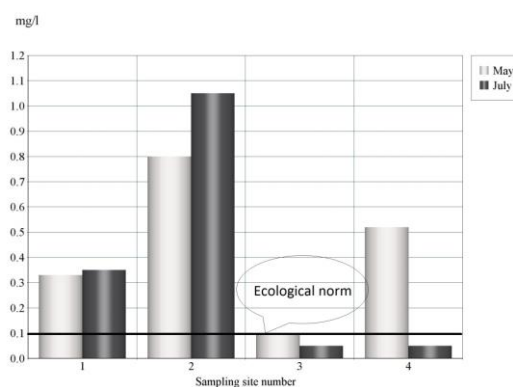


Fig. 3. Phosphate ion concentration in the water of the Hrazdan River and “Yerevanyan Lich” Reservoir.

In general, it can be concluded that the Hrazdan River and “Yerevanyan Lich” Reservoir in Yerevan City were affected by irregular discharges, supposedly from urban household activities that resulted in the significant fecal, organic and nutrient (ammonium and phosphate) contamination of the water bodies which in some cases posed health risks to the aquatic life and hydroecosystem of the Hrazdan River.

REFERENCES

1. *Բեհմանեշ Ա.* Բաբուռուղ գետի (Իրան) էկոլոգիական բնութագիրը: Առենախոսություն, Երևան, 119 էջ, 2014:
2. *Գրիգորյան Կ.Ա.* ՀՀ Շիրակի մարզի Ամասիայի տարածաշրջանի շրջակա միջավայրի և Արփի լճի վրա մարդածին գործոնի ազդեցության գնահատականը: Առենախոսություն, Երևան, 115 էջ, 2014:
3. ՀՀ կառավարության 2011 թվականի հունվարի 27-ի N 75-Ն որոշում: Հասանելի է https://www.e-gov.am/u_files/file/decrees/kar/2011/02/11_0075.pdf հասցեով:
4. *Ստեփանյան Լ.* Երևանյան լճի ֆիտոպլանկտոնային համակենցության և ջրաքիմիական ցուցանիշների սեզոնային դինամիկայի ուսումնասիրությունները: Գիտություն և տեխնիկա, 11, էջ 13-16, 2005:
5. *Վարդյան Ա.Լ.* Ողջի գետի ջրահավաք ավազանի գետային էկոհամակարգերի կենսածին տարրերի աղտոտման ուսումնասիրություն: Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի լոպեթ, 15, 4, էջ 664-667, 2018:
6. *Гулая Н.К.* Формирование микробиологического режима водохранилищ Верхнего Иртыша (Бухтарминское, Усть-Каменогорское). Алма-Ата, “Наука”, 163 с., 1975.
7. *Лабинская А.С.* Микробиология с техникой микробиологических исследований. М., “Медицина”, 394 с., 1978.
8. Методические указания по санитарно-микробиологическому анализу воды поверхностных водоемов. Мин-во здравоохранения СССР, Москва, 36 с., 1981.
9. *Романенко В.Д., Оксюк О.П., Жукинский В.Н., Стольберг Ф.В., Лаврик В.И.* Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. Киев, “Наукова Думка”, 256 с., 1990.
10. *Степанян Л.Г., Гамбарян Л.Р., Оганесян Р.О.* Динамика развития фитопланктонного сообщества Ереванского озера. Известия аграрной науки, 9, 4, с. 65-67, 2011.
11. *Степанян Л.Г., Гамбарян Л.Р., Оганесян Р.О., Микаелян А.Л.* Исследование фитопланктонного сообщества Ереванского водохранилища в период “цветения” 2003 и 2005 г. Биолог. журн. Армении, 58, 1-2, с. 158-160, 2006.
12. *Gevorgyan G.A.* Assessment of the sanitary-bacteriological state of the Arpa and Yeghegis Rivers, Armenia. Biological Journal of Armenia, 69, 3, pp. 47-51, 2017.
13. *Gevorgyan G.A., Gabrielyan B.K.* Assessment of the ecologo-sanitary state of the Hrazdan River and “Yerevanyan Lich” Reservoir by bacteriological parameters. Electronic Journal of Natural Sciences, 26, 1, pp. 20-23, 2016.
14. *Gevorgyan G.A., Mamyas A.S., Hambaryan L.R., Stepanyan L.G.* Investigation of bacterio- and phytoplankton communities in “Yerevanyan lich” reservoir and the Hrazdan river in Yerevan city, Armenia. Proceedings of the III International Scientific-Practical Conference “Problems of Biodiversity Conservation and Use of Biological Resources” (Minsk, Belarus, 7–9 October). Part 2, pp. 89-93, 2015.
15. *Ghazaryan K.A., Minasyan S.H., Grigoryan K.V., Gevorgyan G.A.* Chemico-ecological evaluation of the quality of Lake Arpi waters according to nutrient elements. International Journal of Arts and Sciences, 5, 4, pp. 265-268, 2012.
16. *Grizzetti B., Pistocchi A., Lique C., Udias A., Bouraoui F., van de Bund W.* Human pressures and ecological status of European rivers. Scientific Reports, 7, 205, pp. 1-11, 2017.
17. *Hesni M.A., Hedayati S.A., Qadermarzi A., Pouladi M., Zangiabadi S., Naqshbandi N.* Comparison ability of algae and nanoparticles on nitrate and phosphate removal from aquaculture wastewater. Environmental Health Engineering and Management Journal, 6, 3, pp. 171-177, 2019.

18. Instruction manual. Available at:
http://hannainst.com/downloads/dl/file/id/1168/man83200_18_04_12.pdf
19. *Liyanage Ch.P., Yamada K.* Impact of population growth on the water quality of natural water bodies. *Sustainability*, 7, pp. 1-14, 2017.
20. *Petrosyan V., Pirumyan G., Perikanyan Y.* Determination of heavy metal background concentration in bottom sediment and risk assessment of sediment pollution by heavy metals in the Hrazdan River (Armenia). *Applied Water Science*, 9, 4, pp. 1-9, 2019.
21. *Rheinheimer G.* Regional and seasonal distribution of saprophytic and coliform bacteria. In book: *Microbial ecology of a brackish water environment*, vol. 25. Berlin, Springer, pp. 121-137, 1977.
22. *Spanhoff B., Dimmer R., Friese H., Harnapp S., Herbst F., Jenemann K., Mickel A., Rohde S., Schonherr M., Ziegler K., Kuhn K., Muller U.* Ecological status of rivers and streams in Saxony (Germany) according to the Water Framework Directive and prospects of improvement. *Water*, 4, 4, pp. 887-904, 2012.
23. *Stepanyan L.G., Hambaryan L.R.* Investigations of algal bloom in "Yerevanyan Lich" Reservoir. *Proceedings of the Yerevan State University*, 51, 3, pp. 198-202, 2017.
24. *Vaghela K.B., Shukla D.P., Mishra A.Y., Jain N.K.* Impact of pollution on aquatic fauna of river ecosystem: A review. *International Journal of Current Advanced Research*, 6, 10, pp. 6518-6524, 2017.
25. Water quality – Determination of biochemical oxygen demand after n days (BOD_n) – Part 1: Dilution and seeding method with allylthiourea addition. Norm ISO 5815-1:2003. Geneva, International Organization for Standardization Publ., 15 pp., 2003.
26. Water quality – Determination of biochemical oxygen demand after n days (BOD_n) – Part 2: Method for undiluted samples. Norm ISO 5815-2:2003. Geneva, International Organization for Standardization Publ., 13 pp., 2003.
27. Water quality – Determination of dissolved oxygen – Electrochemical probe method. Norm ISO 5814:2012. Geneva, International Organization for Standardization Publ., 14 pp., 2012.

Received on 26.09.2019

ԿԱՆՈՆՆԵՐ ՀԵՂԻՆԱԿՆԵՐԻ ՀԱՍՄԱՐ

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

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

RULES FOR THE AUTHORS

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

«ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՄԱՐԵՍ» -ի
Էլեկտրոնային տարբերակը
և հեղինակների համար կանոնները զետեղված են հետևյալ կայքէջում

<http://www.flib.sci.am/eng/Biology/>

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

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

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

Հրատ. պատվեր՝ 987
Ստորագրված է տպագրության՝ 09.12.2019:
Թուղթը՝ օֆսեթ. № 1:
6,25 տպ.մամուլ: Տպաքանակ՝ 150:
ՀՀ ԱԱ «Գիտություն» հրատարակչության տպարան:
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ. 24: