

ISSN 0366-5119

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

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆԴԵՍ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ АРМЕНИИ
BIOLOGICAL JOURNAL OF ARMENIA

ՀԱՏՈՐ LXXIII, 2, 2021



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

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆՐԵՍ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ АРМЕНИИ
BIOLOGICAL JOURNAL OF ARMENIA

ԴԱՏՈՐ LXXIII, 2, 2021

ԴՅ ԳԱԱ «Գիտություն» հրատարակչություն

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

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻԱ

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

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԽՈՐՀՈՒՐԴ

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Յ.Ս. Գևորգյան (*главный редактор*), Ռ.Մ. Արությունյան (*заместитель главного редактора*), Ա.Գ. Եսայան (*ответственный секретарь*), Գ. Գ. Գևորգյան, Լ.Ր. Մանվելյան, Ս.Խ. Ма́йрапетян, Ж.А. Варданян

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Ю.Т. Алексанян, Ж.И. Акобян, В.П. Акобян,
С.О. Мовсесян, 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,
L.R. Manvelyan, S.Kh. Mayrapetyan, Zh.H. Vardanyan.

THE EDITORIAL COUNCIL

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

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

• Փորձարարական և տեսական հոդվածներ •

Հովհաննիսյան Ռ.Լ., Ռուխկյան Մ.Յա. Հրազդան գետի ձկների հեղինակությունը և նրանց ֆաունայի ուսումնասիրությունը Երևան քաղաքի շրջակայքում.....	6
Ստեփանյան Լ.Գ., Կոբեյան Դ.Դ., Համբարյան Լ.Ռ., Ղուկասյան Է.Խ. Ախպարա ջրամբարի արդի էկոլոգիական վիճակի գնահատում.....	11
Թերլեմեզյան Դ.Լ., Չապանյան Ե.Ն., Սարգսյան Մ.Ա. Ոսկետուտի պտղաբերության հարսնյակների կշռի և թրթուրների քանակության փոփոխությունները զանգվածային բռնկման շրջանում.....	19
Հարությունյան Ա.Ա., Ղուկասյան Գ.Տ., Գրիգորյան Ա.Ս., Ստեփանյան Դ.Մ. Պիրիմիդինների, խինազոլինների և բիս-բինազոլինների նոր ածանցյալների հակամանրէային և ՄՄՕ-արգելակիչ հատկությունները.....	26
Մայրապետյան Ս.Խ., Ալեքսանյան Զ.Ս., Թադևոսյան Ա.Դ., Թովմասյան Ա.Դ., Անանիկյան Դ.Ս., Գասպարյան Թ.Ս. Օմեգա 3-ի պարունակությունը և հակա-ռադիկալային ակտիվությունը գանգուր կաղամբի (<i>Brassica Oleracea</i> Var. <i>Sabellica</i> L.) հիդրոպոնիկական մշակույթի պայմաններում.....	31
Պիպոյան Ս.Խ., Առաքելյան Ա.Ս. Արփա գետում (Հայաստան) կորեական սրափորիկի <i>Hemiculter leucisculus</i> (Basilevsky, 1855) (Cypriniformes, Cyprinidae) հայտնաբերման մասին.....	35
Հայրապետյան Ա.Ս. Հարավային Անդրկովկասի ֆլորայի Salsoloideae (Chenopodiaceae) ենթաընտանիքի որոշ ներկայացուցիչների ծաղկափոշու մորֆոլոգիան: I. <i>Seidlitzia</i> Bunge և <i>Noaea</i> Moq. ցեղեր.....	42
Մուրադյան Ա.Դ. Հայաստանի ֆլորայի <i>Gladiolus hajastanicus</i> Gabrielian (Iridaceae) էնդեմիկ տեսակի ծաղկափոշու մորֆոլոգիական առանձնահատկությունները.....	52
Մելքոնյան Ի.Ե., Հովհաննիսյան Ռ. Ս., Խաչատրյան Ն.Ս., Մարկոսյան Լ.Ս. Ինուլինից Կիտրոնաթթվի նոր արտադրիչի էկզոինուլինազայի առանձնահատկությունները.....	56
Կարապետյան Դ.Ս., Անիկյան Լ.Կ. Հակաօքսիդանտային ֆերմենտների ակտիվությունը ռենտգենյան ճառագայթների ազդեցությանը ենթարկված <i>C. guilliermondii</i> NP-4 խմորասնկերում	65

• Համառոտ հաղորդումներ •

ԵՊՀ կենսաբանական, մանրէաբանության և կենսատեխնոլոգիայի ամբիոնի Գիտության նվիրյալի անմահացած կյանքը	70
Վարդանյան Ս.Ա. Գիտությանը նվիրված կյանք	72

СОДЕРЖАНИЕ

•Экспериментальные и теоретические статьи•

<i>Оганесян Р.Л., Рухьян М.Я.</i> Исследование гельминтофауны рыб реки Раздан в окрестностях г. Еревана.....	6
<i>Степанян Л.Г., Кобелян Р.О., Гамбарян Л.Р., Гукасян Э.Х.</i> Современная оценка экологического состояния водохранилища Ахпара.....	11
<i>Терлемезян Г.Л., Чапанян Е.Н., Саркисян М.А.</i> Фазовые изменения плодовитости, весов куколок и численность гусениц златогузки при массовых размножений.....	19
<i>Арутюнян А.А., Гукасян Г.Т., Григорян А.С., Степанян Г.М.</i> Антибактериальные и MAO-ингибирующие свойства новых стирилпроизводных пиримидинов, хиназолинов и бисхиназолинов.....	26
<i>Майрапетян С.Х., Алексанян Дж.С., Тадевосян А.О., Товмасын А.О., Ананикян Г.С., Гаспарян Т.С.</i> Содержание омега-3 и антирадикальная активность кудрявой капусты (<i>Brassica Oleracea</i> Var. <i>Sabellica</i> L.) в условиях гидропоники.....	31
<i>Пипоян С.Х., Аракелян А.С.</i> Об обнаружении корейской востробрюшки <i>Hemiculter leucisculus</i> (Basilewsky, 1855) (Cypriniformes, Cyprinidae) в реке Арпа (Армения)	35
<i>Айрапетян А.М.</i> Морфология пыльцы некоторых представителей подсемейства Salsoloideae (Chenopodiaceae) флоры Южного Закавказья. I. Роды <i>Seidlitzia</i> Bunge И <i>Noaea</i> MOQ.....	42
<i>Мурадян А.Г.</i> К особенностям морфологии пыльцы эндемичного вид <i>Gladiolus Hajastanicus</i> <i>Gabrielian</i> (Iridaceae) флоры Армении.....	52
<i>Мелкумян И.Е., Оганнисян Р.С. Хачатурян Н.С., Маркосян Л.С.</i> Свойства экзоинулиназы, нового продуцента лимонной кислоты из инулина.....	56
<i>Карпетян А.М., Аникян Л.К.</i> Активность антиоксидантных ферментов в дрожжах <i>S. guilliermondii</i> NP-4 подвергнутых к рентгеновскому облучению.....	65

•Краткие сообщения•

<i>Кафедра биохимии, микробиологии и биотехнологии ЕГУ, Вечная жизнь, преданная науке.....</i>	70
<i>Варданян С.А.</i> Жизнь, посвященная науке	72

CONTENTS

•Experimental and theoretical articles•

<i>Hovhannisyan R.L., Rukhkyan M.Ya.</i> Study of fish helminth fauna of Hrazdan river around Yerevan, Armenia.....	6
<i>Stepanyan L.G., Kobelyan H.H., Hambaryan L.R., Ghukasyan E.Kh.</i> Assessment of the current ecological state of Akhpara reservoir.....	11
<i>Terlemezyan H.L., Chapanyan E.N., Sargsyan M.A.</i> Phase changes in the brown-tail moth fertility, nymph weight and caterpillars number in the mass outbreak season.....	19
<i>Harutyunyan A.A., Cukasyan G.T., Grigoryan A.S., Stepanyan H.M.</i> Antibacterial and MAO-inhibiting properties of new styryl derivatives of pyrimidines, quinazolines and Bis-quinazolines.....	26
<i>Mairapetyan S.Kh., Alexanyan J.S., Tadevosyan A.H., Tovmasyan A.H., Ananikyan H.S., Gasparyan T.S.</i> Content of omega 3 and anti-radical activity of kale (Brassica Oleracea Var. Sabellica L.) in hydroponics condition.....	31
<i>Pipoyan S.Kh., Arakelyan A.S.</i> Fiding of sharpbelly <i>Hemiculter Leucisculus</i> Basilewsky, 1855 (Cypriniformes, Cyprinidae) in the Arpa river (Armenia)	35
<i>Hayrapetyan A.M.</i> Pollen morphology of some representatives of the subfamily Salsoloideae Chenopodiaceae) in South Transcaucasia. I. Genera Seidlitzia Bunge and Noaea MOQ	42
<i>Muradyan A.H.</i> To the peculiarity of pollen morphology of the endemic species <i>Gladiolus Hajastanicus</i> <i>Gabrielian</i> (Iridaceae) of flora of Armenia.....	52
<i>Melkumyan I.E., Hovhannisyan R.S., Khachatryan N.S., Markosyan L.S.</i> Peculiarity of exoinulinase of a novel producer of citric acid from inulin.....	56
<i>Karapetyan H.M., Anikyan L.K.</i> Antioxidant enzymes activity in yeast <i>C. guilliermondii</i> NP-4 influencted to X-ray radiation.....	65

• Short communication •

<i>Chair of Biochemistry, microbiology and biotechnology of YSU</i> Immortal life of Dedicated to science.....	70
<i>Vardanyan S.A.</i> Life Devoted to Science	72



Биолог. журн. Армении, 2 (73), 2021

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕЛЬМИНТОФАУНЫ РЫБ РЕКИ РАЗДАН В ОКРЕСТНОСТЯХ Г. ЕРЕВАНА

Р.Л. ОГАНЕСЯН¹, М.Я. РУХКЯН

¹Институт зоологии Научного центра зоологии и гидроэкологии НАН РА,
ruhov37@rambler.ru

Исследовали гельминтофауну рыб реки Раздан в окрестностях г. Еревана. В результате обследования 94-х экз. 7-ми видов рыб по общепринятой методике было зарегистрировано 7 видов гельминтов. Они были локализованы в полости тела, кишечнике и хрусталиках глаз рыб. Общая инвазированность рыб гельминтами составила 35 %. Определены экстенсивность и интенсивность инвазии рыб. Дан краткий сравнительный анализ инвазированности рыб гельминтами в различные годы.

Гельминтофауна рыб – река Раздан – экстенсивность и интенсивность инвазии

Ուսումնասիրվել է Հրազդան գետի ձկների հելմինթոֆաունան Երևանի շրջակայքում: Հետազոտվել է 7 տեսակի ձկների 94 առանձնյակ մակարոնձաքանության մեջ ընդունված մեթոդներով: Ձկների հելմինթներով ընդհանուր վարակվածությունը կազմել է 35 %: Հետազոտության արդյունքում գրանցվել է հելմինթների 7 տեսակ: Դրանք տեղայնացված էին ձկների մարմնի խոռոչում, աղիներում և աչքի ոսպնյակում: Որոշվել են ձկների վարակվածության էքստենսիվությունը և ինտենսիվությունը: Տրված է ձկների տարբեր տարիների հելմինթներով վարակվածության հակիրճ համեմատական վերլուծություն:

Ձկների հելմինթոֆաունա – Հրազդան գետ – վարակվածության էքստենսիվություն և ինտենսիվություն

The fish helminth fauna of Hrazdan River around Yerevan was studied. 94 specimens of 7 fish species from Cyprinidae Fam. were examined using the generally accepted method of parasitological autopsies. 7 species of the helminths were registered. They were localized in the body cavity, in the intestine and in the lens of the eye of the fish. The overall invasiveness of the fish by helminths was 35%. The extensivity and intensity of invasion were determined. The comparative analysis of fish invasion by helminths in different years is given.

The fish helminth fauna – Hrazdan River – the extensivity and intensity of invasion

Река Раздан вытекает из оз. Севан – крупнейшего пресноводного водоема Кавказского региона, высокогорного олиготрофного озера на высоте 1900.53 м н. ур. м. Река является основной водной артерией Армении, протекая по территории четырех марзов, и имеет важное экономическое, сельскохозяйственное и рекреационное значение. В верховьях она течет на юг по горной долине, в среднем течении реки делает несколько крутых изгибов, а в низовьях протекает по Араратской равнине и впадает в р. Аракс.

Ихтиофауна р. Раздан в различных участках различна. В нижнем течении реки она представлена более чем 30-ю видами, в т. ч. серебряный карась, армянская быстрянка, куринский усач, севанская храмуля, куринская уклейка, верховка, армянская плотва, кавказский голавль, ангорский голец, чернобровка, бычок, гамбузия и др. Выше по течению видовой состав рыб резко сокращается: регистрируются лишь несколько видов – серебряный карась, севанская храмуля, армянская быстрянка, куринский усач, ангорский голец, иногда ручьевая форель [10].

За последние десятилетия р. Раздан претерпела значительные изменения, подвергаясь мощному антропогенному прессу: строительство гидроэлектростанций, водохранилищ, поступление в реку сточных вод, использование реки в оросительных целях и др. Ввиду усиления негативных факторов в данном регионе, исследование гельминтофауны рыб реки представляет научный и практический интерес.

Ихтиогельминтофауна р. Раздан мало изучена. Имеются единичные данные 1980-гг.: у карасей в хрусталиках глаз были обнаружены метацеркарии трематод *Diplostomum* sp. с высокой инвазивностью, в полости тела – плероцеркоиды цестоды *Ligula intestinalis*, в кишечнике – ботриоцефалы. У куринской храмули из Разданского водохранилища была обнаружена трематода *Allocreadium isoporum* [4].

В 2017-2018 гг. изучали видовой состав гельминтофауны рыб верхнего и среднего течений р. Раздан, выявлено 8 видов гельминтов. Общая инвазивность обследованных рыб гельминтами составляла 37%. Определены показатели экстенсивности инвазии (ЭИ) и интенсивности инвазии (ИИ) рыб видами гельминтов, их локализация, степень инвазивности рыб [7, 8].

Целью работы явилось выявление видового состава ихтиогельминтофауны р. Раздан в окрестностях Еревана.

Материал и методика. Материалом исследований послужили сборы гельминтов рыб из р. Раздан, протоков и каналов в окрестностях г. Еревана. По общепринятой методике полных паразитологических вскрытий [3] было обследовано 94 экз. рыб 7-ми видов из сем. Cyprinidae: серебряный карась (*Carassius auratus gibelio*) – 26 экз., севанская храмуля (*Carpoeta carpoeta sevangi*) – 18 экз., куринский усач (*Barbus lacerta cyri*) – 14 экз., армянская быстрянка (*Alburnoides bipunctatus armeniensis*) – 12 экз., верховка (*Leucaspis delineatus*) – 10 экз., куринская уклейка (*Alburnus filippii*) – 8 экз., армянская плотва (*Rutilus rutilus schelkovnikovi*) – 6 экз.

Сбор и камеральную обработку гельминтов проводили по общепринятой методике [1]. Определение видов гельминтов проводили по Определителю паразитов [9], определение видов трематод р. *Diplostomum* – по таблице Шигина [11] и Определителю паразитов [9]. Для количественной характеристики популяций гельминтов использовали общепринятые показатели экстенсивности инвазии (ЭИ) и интенсивности инвазии (ИИ).

Результаты и обсуждение. Общая инвазивность рыб гельминтами составляла 35 % (33 экз.) У обследованных рыб было зарегистрировано 7 видов гельминтов, относящихся к 3-м систематическим группам: Trematoda – *Diplostomum spathaceum* Rudolphi, 1819, *D. rutili* Razmashkin, 1969, *D. mergi* Dubois, 1932, *D. paraspachaceum* Shigin, 1965; Cestoda – *Ligula intestinalis* (L., 1758), *Bothriocephalus opsariichthydis* Yamaguti, 1934; Nematoda – *Rhabdochona macrostoma* Moravec et Mikailov, 1970. Они были локализованы в полости тела, кишечнике и хрусталиках глаз рыб. Определены ЭИ и ИИ рыб гельминтами. Результаты исследований приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, в хрусталиках глаз рыб обнаружены метацеркарии трематод р. *Diplostomum*. У карася ЭИ составляла 34,6 %, ИИ – 2 экз., у храмули ЭИ = 38,8 %, ИИ – 2 экз., у усача – соответственно 14,3 %, 1 экз., у быстрянки – 16,7 %, 1 экз., у уклейки ЭИ = 25 %, ИИ – 1 экз., у верховки – 10 %, 1 экз.

В полости тела карася и храмули обнаружены плероцеркоиды ремнеца *Ligula intestinalis*. У карася ЭИ составляла 15,4 %, ИИ – 2-3 экз., у храмули – соответственно 16,7 % и 2 экз.

Таблица 1. Инвазированность обследованных рыб р. Раздан гельминтами

Класс, вид гельминта	Хозяин	Локализация	ЭИ, %	ИИ ср., экз.
<u>Trematoda</u>				
<i>Diplostomum spathaceum</i> , <i>D. rutili</i>	храмуля	хрусталик глаза	38,8	2
<i>D. paraspithaceum</i> , <i>D. mergi</i> , <i>D. rutili</i>	карась	«-»	34,6	2
<i>D. spathaceum</i>	усач	«-»	14,3	1
<i>D. rutili</i>	быстрянка	«-»	16,8	1
<i>D. spathaceum</i>	уклейка	«-»	25	1
<i>D. spathaceum</i>	верховка	«-»	10	1
<u>Cestoda</u>				
<i>Ligula intestinalis</i>	карась	полость тела	15,4	2-3
” ”	храмуля		16,7	2
<i>Bothriocephalus</i> <i>opsariichthydis</i>	храмуля	«-» кишечник	5,6	1
<u>Nematoda</u>				
<i>Rhabdochona macrostoma</i>	храмуля	кишечник	11,1	2

В кишечнике храмули обнаружена цестода *Bothriocephalus opsariichthydis*. ЭИ составляла 5,6 %, ИИ – 1 экз.

У храмули в кишечнике найдена нематода *Rhabdochona macrostoma*. ЭИ равна 11,1 %, ИИ – 2 экз. У плотвы гельминтов не обнаружено.

Все обнаруженные виды гельминтов являются биогельминтами. 5 видов гельминтов относятся к генералистам (кроме *Bothriocephalus opsariichthydis* и *Rhabdochona macrostoma*). 5 видов гельминтов являются аллогенными (метацеркарии р. *Diplostomum* и плероцеркоиды ремнеца *Ligula intestinalis*), 2 вида – автогенными (*Bothriocephalus opsariichthydis* и *Rhabdochona macrostoma*). Все обнаруженные виды – эндопаразиты.

Ботриоцефалы оказывают механическое, токсическое, трофическое и инокуляторное действие на организм больных рыб. При высокой интенсивности инвазии наблюдается частичная или полная закупорка кишечника цестодами и гибель молоди рыб.

Из гельминтов более распространены метацеркарии диплостом и плероцеркоиды лигул. Эти виды гельминтов являются наиболее инвазионными и наносят огромный вред жизненной форме рыб.

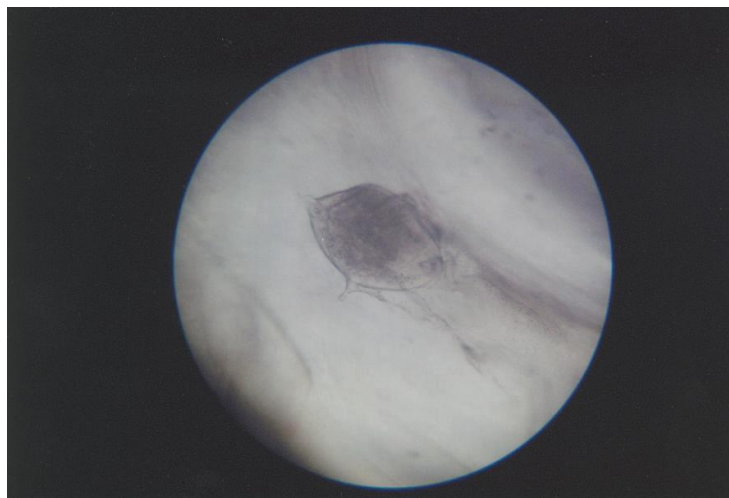


Рис. 1. Метацеркария р. *Diplostomum* в хрусталике глаза карася (ориг. фото)

Метацеркарии диплостом, паразитируя в хрусталиках глаз рыб, вызывают паразитическую катаракту, приводящую к слепоте и, как следствие, к гибели.

Плероцеркоиды (личинки) цестоды *Ligula intestinalis*, паразитирующие в полости тела рыб, имея крупные размеры, разрушают внутренние органы, что приводит к их атрофированию и бесплодию рыб. Они вызывают прободение брюшной полости, приводящее к гибели рыб.

Одной из составляющих кормовой базы рыб является бентос. В его состав входят беспозвоночные животные – промежуточные хозяева гельминтов, являющиеся источником заражения рыб при наличии в них инвазии.

По данным фаунистических исследований реки, при изучении распределения и сравнительном анализе состава зообентоса в Разданской гидросистеме в 1930-х гг. и в 2004-2006 гг., выявлены изменения его количественных и качественных показателей, в зависимости от характера биотопов и степени загрязненности. В частности, брюхоногие моллюски сем. *Lymnaeidae*, являющиеся промежуточными хозяевами диплостом, регистрировались как в те годы, так и в настоящее время, однако, их количественные показатели значительно уменьшились [6]. Этим объясняется явная тенденция к снижению степени инвазированности рыб метацеркариями диплостом, по сравнению с прошлыми годами.

Rhabdochona macrostoma – автогенный вид, размножающийся в водной среде. Промежуточными хозяевами этой нематоды являются реофильные личинки амфибиотических насекомых, в т.ч. личинки поденок рр. *Ephemerella*, *Heptagenia* и др. [13].

Необходимо отметить, что по данным фаунистических исследований, в р. Раздан (окрестности с. Атарбекян) обнаружено большое количество реофильных видов – поденок р. *Heptagenia* (Ephemeroptera) [12].

В связи с подъемом уровня воды в оз. Севан, из которого вытекает р. Раздан, в последние годы начался процесс восстановления бентофауны; видовое разнообразие бентоса претерпело положительные изменения, по сравнению с 1990-ми гг. Так, если в 1991 г. в составе макробентоса озера личинки поденок практически не встречались, то в 2005-2006 гг. было обнаружено 25 бентосных видов, в т.ч. и личинки поденок (Ephemeroptera) из рр. *Ephemerella*, *Heptagenia* и др. [2]. По характеру питания храмуля относится к детрито-фитофагам. Кормовая база носит смешанный характер (зоопланктон – зообентос) с преобладанием зоопланктона. Из бентосных организмов храмуля поедает больше всего личинок поденок и

хириноид [5]. Кроме того, продолжение повышения уровня воды оз. Севан привело к формированию различных биотопов и увеличению количественных показателей зообентоса в литорали озера, в районе затопленных участков, где, в частности, обнаружены и поденки из отряда (Ephemeroptera), являющихся промежуточными хозяевами нематод р. *Rhabdochona* [1]. Этими фактами объясняется обнаружение у храмули нематоды *Rhabdochona macrostoma*, которая ранее не была зарегистрирована.

Итак, при гельминтологическом обследовании рыб из р. Раздан было зарегистрировано 7 видов гельминтов. Общая инвазированность рыб гельминтами составляла 35 %.

Таким образом, наблюдается скудность видового состава гельминтофауны рыб реки, которая является результатом усиления воздействия негативных антропогенных факторов в данном регионе, приводящих к изменениям численности промежуточных хозяев гельминтов рыб, состава кормовой базы рыб и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акопян С.А. Макрозообентос литоральной зоны и затопленных участков побережья озера Севан. Из коллективной монографии “Оз. Севан. Экологическое состояние в период изменения уровня воды”. с. 164-172, 2016.
2. Акопян С.А., Джэндереждян К.Г. Зообентос озера Севан. В кн.: Экология озера Севан в период повышения его уровня. Результаты исследований Российско-Армянской биологической экспедиции по гидроэкологическому обследованию озера Севан (Армения) (2005-2009 гг.). с. 206-214, 2010.
3. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. 121 с., 1985.
4. Вартанян Л. К. Паразитофауна рыб озера Севан и некоторых других водоемов и водотоков Армении. Автореф. канд. дисс., Ереван, 22 с., 1993.
5. Габриелян Б.К., Пивазян С.А., Смолей А.И. Питание храмули – *Varicorhinus sevangi* (Filippi) в изменившихся условиях озера Севан. Биолог. журн. Армении, 40, 10, 856-859, 1987.
6. Даллакян М.Р. Изменения донной фауны реки Раздан в условиях антропогенного воздействия. Автореф. канд. дисс., Ереван, 23 с., 2011.
7. Оганесян Р.Л., Рухкян М.Я. К гельминтофауне рыб верхнего течения реки Раздан. Матер. Межд. науч. конф. “Биоразнообразие паразитов”, посв. 75-летию Центра паразитологии и 140-летию со дня рожд. академика К.И. Скрябина. М., 23-25 октября 2018 г. Труды Центра паразитологии ИПЭЭ РАН. 50, с. 183-185, 2018.
8. Оганесян Р.Л., Рухкян М.Я. Исследование видового состава гельминтов рыб среднего течения реки Раздан, Армения. Матер. Межд. науч. конф. “Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями”, вып. 20, М., 15-17 мая 2019, с. 433-437, 2019.
9. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. 3. Паразитические многоклеточные (Вторая часть). Л., Наука, 583 с., 1987.
10. Пипоян С.Х. Ихтиофауна Армении. Этапы формирования и современное состояние. 538 с., 2012.
11. Шугин А.А. Трематоды фауны СССР. Род *Diplostomum*. Метациркулярии. М., Наука, 256 с., 1986.
12. Asatryan V.L., Dallakyan M.R. The changes of ecological status of the Hrazdan River under the impact of Aghbyurak Dam. Матер. Межд. науч. конф. “Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и промышленных вызовов”. Ростов-на-Дону, 13-23 июня 2019, с. 257-260, 2019.
13. Moravec F. Studies on the development of the nematodes *Rhabdochona* (Filichona). Folia parasitol., vol. 19, p. 231-333, 1972.

Поступила 05.03.2021



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2 (73), 2021

ԱԽՊԱՐԱ ՋՐԱՄԲԱՐԻ ԱՐԴԻ ԷԿՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՎԻՃԱԿԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ

Լ.Գ. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ, Յ. Յ. ԿՈՐԵԼՅԱՆ, Լ.Ռ. ՀԱՄԲԱՐՅԱՆ, Ե. Խ. ՂՈՒԿԱՍՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ կենդանաբանության և հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոնի
հիդրոէկոլոգիայի և ձկնաբանության ինստիտուտ
hripsimekobelyan@mail.ru

Ախպարա ջրամբարը կառուցվել է Հրազդան գետի վրա և Հայաստանի Հանրապետության կարևոր էներգետիկ ենթակառուցվածքներից է: Ստեղծվելով էներգետիկ նպատակների համար՝ ջրամբարի ջրի մակարդակն անընդհատ փոփոխվում է, ինչն ազդում է ջրամբարի ջրի որակի վրա՝ հանգեցնելով ներջրամբարային բազմաթիվ գործընթացների փոփոխության: Ջրամբարի էկոլոգիական վիճակի գնահատման համար կատարվել են ջրակենսաբանական և ջրաքիմիական ուսումնասիրություններ: Ըստ ջրակենսաբանական ցուցանիշների ջրամբարում օրգանական աղտոտվածության մակարդակն ուսումնասիրված սեզոններին եղել է β -մեզոսապրոբ:

*Ախպարա ջրամբար – կոլի ինդեքս – ֆիտոպլանկտոնային համակենցություն –
ջրաքիմիական ցուցանիշներ*

Водохранилище Ахпара было сконструировано на реке Раздан и является важным для энергетической инфраструктуры Республики Армения. В созданном для энергетических целей водохранилище постоянно меняется количество воды, что влияет на ее качество и вызывает изменения во внутриводоемных процессах. Для оценки современного экологического состояния водохранилища были проведены гидробиологические и гидрохимические исследования. Проведен сравнительный гидробиологический анализ качества воды с помощью индикаторных видов сообществ. В исследуемые сезоны уровень органического загрязнения водоема, по гидробиологическим показателям, соответствовал β -мезосапробному.

*Водохранилище Ахпара – коли индекс – фитопланктонное сообщество –
гидрохимические показатели*

Akhpara Reservoir was built on the Hrazdan River and is one of the most important energy infrastructures in Republic of Armenia. Constructed for energy purposes, the water level in the reservoir is permanently changing, which affects on the water quality of the reservoir, leading to many changes in the reservoir processes. Hydro biological and hydro chemical studies were carried out to assess the ecological condition of the reservoir. According to the hydro biological parameters, the level of organic pollution in the reservoir during the studied seasons was β mesosaprob.

Akhpara reservoir – coli index – phytoplankton community – hydro chemical parameters

Գետերի հոսքի կարգավորման, հալոցքաջրերն ու անձրևաջրերը ոռոգման նպատակով կուտակելու, էներգետիկ կարիքները հոգալու և միկրոկլիմայական պայմանները մեղմելու համար Հայաստանում կառուցվել է շուրջ 80 ջրամբար՝ 988 միլիոն մ³ ընդհանուր մակերեսով: Հրազդան գետի վրա (երկարությունը՝ 141 կմ) կառուցվել են երկու ջրամբարներ՝ Ախպարա և Երևանյան լիճ [2, 21]: Ախպարա ջրամբարը տեղակայված է Կոտայքի մարզում՝ Հրազդան քաղաքի տարածքում, սնվում է Հրազդան և Մարմարիկ գետերից: Այն Արգելի գլխամասային և Արգելի հեկ-ի կարգավորիչ ջրամբարն է: Ջրամբարը շահագործման է հանձնվել 1953 թ. [25] և բարերար ազդեցություն է թողնում մարզի միկրոկլիմայի ձևավորման վրա:

Էներգետիկ նպատակներով ջրամբարի ջրի օգտագործման արդյունքում վերջինիս մակարդակն անընդհատ տատանվում է, ինչը բացասաբար է անդրադառնում ջրամբարի ջրի որակի վրա և ակտիվացնում է ներջրամբարային բազմաթիվ գործընթացներ:

Աշխատանքի նպատակն է Ախպարա ջրամբարի արդի Էկոլոգիական վիճակի գնահատումը ջրակենսաբանական և ջրաքիմիական ցուցանիշների հիման վրա:

Նյութ և մեթոդ: 2020 թ. ամառ, աշուն ժամանակահատվածում կատարվել են Ախպարա ջրամբարի (մակերեսը՝ 1,7 կմ², ջրատարողությունը՝ 5,6 միլիոն մ³), [2] համալիր մանրէաբանական, ջրակենսաբանական (ալգոլոգիական) և ջրաքիմիական հետազոտություններ: Նմուշները վերցվել են ջրամբարի՝ ըստ աշխարհագրական դիրքի՝ 40°51'30" լայնության և 44°74'35" երկարության դիտակետի մակերևութային շերտից յուրաքանչյուր սեզոնին մեկական անգամ:

Մանրէաբանական հետազոտությունների համար նմուշառումը կատարվել է մանրէագերծ տարաներով, մանրէաբանության մեջ ընդունված մեթոդների համաձայն [13]: Մեզոֆիլ սապրոֆիտ մանրէների (37°C) թվաքանակը որոշվել է չոր սննդարար ագարից պատրաստված ստանդարտ սննդամիջավայրում, աճի մեկ օրվա հաշվարկով, իսկ կոլի-ինդեքսը՝ մեմբրանային ֆիլտրման մեթոդով [7, 8]:

Ալգոլոգիական հետազոտությունների համար փորձանմուշների նախնական մշակումը կատարվել է ժամանակակից ջրակենսաբանական մեթոդներով [3]: Ջրիմուռների տեսակային կազմի որոշումը կատարվել է մի շարք որոշիչների օգնությամբ [5, 11, 17, 22]: Ջրիմուռների օրգանական աղտոտվածության ինդիկատոր տեսակների բնութագիրը տրվել է ըստ Ս.Ս. Բարինովայի [4]: Սապրոբայնության գործակիցը որոշվել է ըստ Պանտե Բուկի բանաձևի [20]: Սապրոբայնության տիրույթներն ըստ ջրիմուռների սապրոբայնության գործակցի արժեքների տրված են աղ. 1-ում:

Ջրաքիմիական նմուշառումը կատարվել է ջրակենսաբանական նմուշառմանը զուգահեռ: Ջրի թթվահիմնային պոտենցիալը՝ pH-ը, որոշվել է Milwaukee Waterproof pH meter սարքի միջոցով դաշտային պայմաններում: Կենսածին տարրերի պարունակությունը ջրում որոշվել է ըստ միջազգային ընդունված ստանդարտների՝ սպեկտրոֆոտոմետրիկ եղանակներով [9]:

Աղյուսակ 1. Սապրոբայնության տիրույթն ըստ սապրոբայնության գործակցի արժեքի

Սապրոբայնության տիրույթ	Սապրոբայնության գործակից, S
Զսենոսապրոբ	0-0,5
Օլիգոսապրոբ	0,5-1,5
Մեզոսապրոբ	1,5-3,5
Պոլիսապրոբ	3,5-4,5

Ջրամբարի ջրի որակի Էկոլոգասանիտարական գնահատումը կատարվել է ըստ Վ.Դ. Ռոմանենկոյի [12] և ՀՀ կառավարության N 75-Ն որոշման [24]:

Աղյուսակ 2. Զրաքիմիական ցուցանիշների պարունակության որոշման մեթոդները, զգայնությունը և միջազգային ստանդարտները [23]

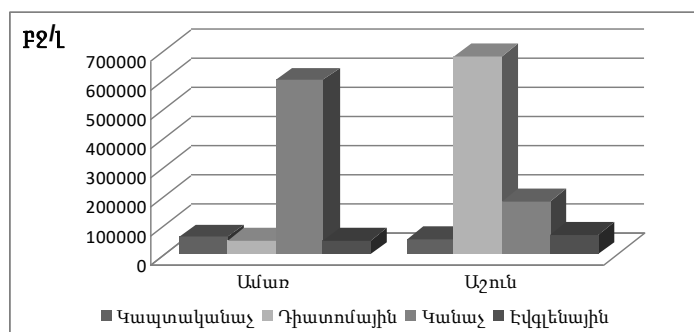
N	Պարամետրեր		Վերլուծության մեթոդիկա	Մեթոդի զգայնություն, գ/մ ³	Միջազգային ստանդարտ, ISO
1	2	3	4	5	6
1	NH ₄ ⁺	Ամոնիակ	Ֆոտոկլորիմետրիկ, Նեպերի ռեակտիվ	0.05	5664 6778
2	NO ₂ ⁻	Նիտրիտ	Ֆոտոկլորիմետրիկ, Գրիսի ռեակտիվ	0.01	6777
3	NO ₃ ⁻	Նիտրատ	Ֆոտոկլորիմետրիկ, Կադմիումի ամալգամ	0.1-0.5	7890-3
4	PO ₄ ³⁻	Ֆոսֆատ	Ֆոտոկլորիմետրիկ, Ամոնիումային մոլիբդենաթթու	0.01	6878

Աղյուսակներ և բնակարան: 2020թ. ուսումնասիրության ընթացքում Ախպարա ջրամբարում գրանցվել են ջրիմուռների 4 խմբերին՝ կապտականաչ (Cyanophyta), դիատոմային (Bacillariophyta), կանաչ (Chlorophyta), էվգլենային (Euglenophyta), պատկանող 31 տեսակներ: Տեսակային առավել մեծ բազմազանություն է գրանցվել դիատոմային և կանաչ ջրիմուռների խմբերում (աղ. 3):

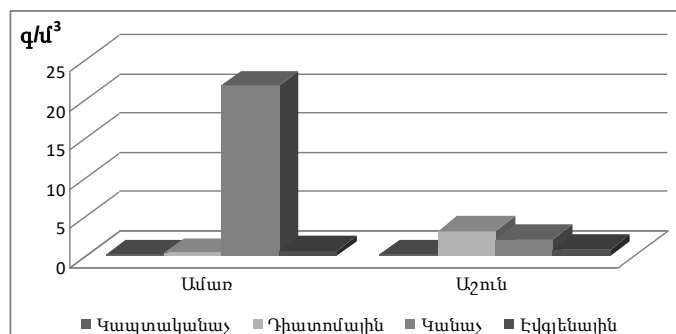
Աղյուսակ 3. Զրամբարում ֆիտոպլանկտոնի տեսակային կազմը և սապրոբայնության գործակիցները [4]

		Ամառ	Աշուն	S
	Cyanophyta			
1.	<i>Aphanothece clathrata</i> West & G.S.West	+	+	β
2.	<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützting	+	+	α-α
3.	<i>M. wesenbergii</i> Komárek in Joosen	+	+	α-α
	Bacillariophyta			
4.	<i>Amphora ovalis</i> (Kützting) Kützting	+	-	α- β
5.	<i>Cyclotella comta</i> Kützting	-	+	β-α
6.	<i>Cymbella ventricosa</i> C.Agardh	+	-	α-β
7.	<i>Cymatopleura eliptica</i> (Brébisson) W.Smith	-	+	β-α
8.	<i>Diatoma vulgare</i> Bory	-	+	-
9.	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	-	+	α- β
10.	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	-	+	β- α
11.	<i>G.constrictum</i> Ehrenberg in Kützting	+	-	α
12.	<i>Melosira granulata</i> (Ehrenberg) Ralfs	-	+	α- β
13.	<i>Navicula. cryptocephala</i> var. Veneta (Kutz.)	-	+	α-α
14.	<i>Pinnularia virdis</i> (Nitzsch.) Ehrb.	+	+	α-α
15.	<i>Stephanodiscus astraea</i> (Kützting) Grunow	+	-	β
16.	<i>S. hantzschii</i> Grunow in Cleve & Grunow	-	+	α- β
	Chlorophyta			
17.	<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs.	+	-	β
18.	<i>Ankistrodesmus angustus</i> C.Bernard	+	-	-
19.	<i>Characium sieboldii</i> A.Braun in Kützting	-	+	-
20.	<i>Chlorella vulgaris</i> Beyerinck	+	-	α
21.	<i>Cosmarium depressum</i> (Nägeli) P.Lundell	+	-	-
22.	<i>C. formosulum</i> Hoff	-	+	α- α
23.	<i>C. reticulatum</i> Lilitskaya	-	+	-
24.	<i>Gloeocystis ampla</i> (Kützting) Rabenhorst	-	+	β- α
25.	<i>Nephrocystium agardhianum</i> Nägeli	+	-	α
26.	<i>Oocystis solitaria</i> Witt.	+	-	β- α
27.	<i>Pandorua morum</i> Bory	+	-	β
28.	<i>Scenedesmus falcatus</i> Chod	-	+	-
29.	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i> Chod	+	-	β- α
	Euglenophyta			
30.	<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) F.Stein	+	-	β
31.	<i>T. volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	+	+	β

Ամռանը քանակապես գերակայել են կանաչ ջրիմուռները: Քանակական մեծ զարգացում է գրանցվել խոշոր զաղութային ջրիմուռ *Pandorina Morum Bory* տեսակի համար, որի թվաքանակը կազմել է ֆիտոպլանկտոնային համակեցության ընդհանուր թվաքանակի 48 %-ը, կենսազանգվածը՝ 91 %-ը: Թեև այս տեսակը ջրամբարում գրանցվել է նաև նախկին ուսումնասիրությունների ընթացքում, սակայն չի հանդիսացել գերակա տեսակ [21, 14]: *Pandorina Morum*-ը գրականությունից հայտնի է որպես թունավոր տեսակ, որի արտադրած նյութափոխանակության արգասիքներն ազդում են որոշ բակտերիաների և բարձրակարգ բույսերի վրա [19]:



Նկ. 1. 2020թ. Ախպարա ջրամբարում գրանցված ջրիմուռների թվաքանակի ցուցանիշները

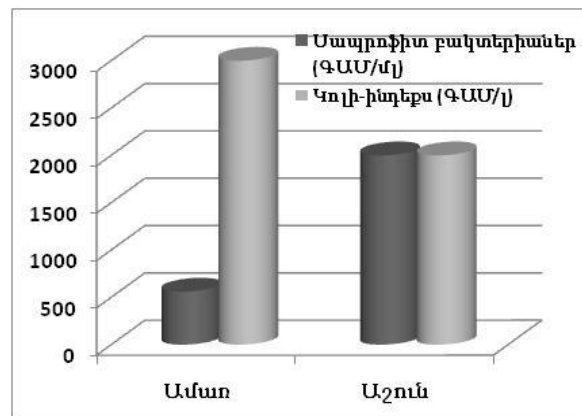


Նկ. 2. 2020թ. Ախպարա ջրամբարում գրանցված ջրիմուռների կենսազանգվածի ցուցանիշները

Աշնանը ջրամբարում գրանցվել է սուկցեսիա՝ դոմինանտ խմբերի մակարդակով, գերակայել են դիատոմային ջրիմուռները, ինչը պայմանավորված էր *Cyclotella comta* Kutz տեսակի քանակական զարգացմամբ, վերջինս կազմել է ընդհանուր ֆիտոպլանկտոնային համակեցության 61 %-ը՝ ըստ թվաքանակի, և 43 %-ը՝ ըստ կենսազանգվածի: Կանաչները որակապես և քանակապես եղել են ենթադոմինանտ ջրամբարի ֆիտոպլանկտոնային համակեցությունում (աղ. 3, նկ.1, 2): Գետում արձանագրված տեսակներից օրգանական աղտոտվածության կենսաբացահայտիչ են 25 տեսակներ (համակեցության 81%-ը), (աղ. 3), [17]: Գերակայել են β մեզոսապրոբ տեսակները, որոնք կազմել են ընդհանուր համակեցության 42%-ը (աղ.3):

Սապրոբայնության գործակցի արժեքները ջրամբարում տատանվել են 1.6-1.8 տիրույթում, ինչը համապատասխանում է օրգանական աղտոտվածության β-մեզոսապրոբ մակարդակին:

2020թ. Ախպարա ջրամբարում իրականացված ուսումնասիրությունների ընթացքում սապրոֆիտ բակտերիաների թվաքանակը տատանվել է 560-2000 ԳԱՄ/մլ-ի սահմաններում: Ամռանը, չնայած ջրի բարձր ջերմաստիճանին (աղ. 4), գրանցվել է համեմատաբար ցածր թվաքանակ (560 ԳԱՄ/մլ): Ըստ Մ.Լ. Գրիգորիի կատարած հետազոտությունների՝ անոթ բակտերիաները զգայուն են *Pandorina morum* տեսակի արտադրած թույների հանդեպ, ինչն արգելակում է նրանց աճը [19]: Հետևաբար՝ ամռանը ջրամբարում բակտերիաների փոքր արժեքները կարող են պայմանավորված լինել *Pandorina morum* տեսակի քանակական զարգացմամբ: Աշնանը սապրոֆիտ բակտերիաների թվաքանակն աճել է (2000 ԳԱՄ/մլ): Կոլի-ինդեքսի արժեքները փոփոխվել են 2-3 հազ. ԳԱՄ/լ-ի սահմաններում: Ամռանը ջրի ծավալի նվազման արդյունքում գրանցվել է կոլի-ինդեքսի համեմատաբար բարձր արժեք, որը, սակայն, չի գերազանցել սահմանային կոնցենտրացիան (500 ԳԱՄ/100մլ), [6]:



Նկ. 3. 2020թ. Ախպարա ջրամբարում գրանցված սապրոֆիտ բակտերիաների (ԳԱՄ/մլ) և կոլի-ինդեքսի (ԳԱՄ/լ) արժեքները

Աղյուսակ 4. 2020թ. Ախպարա ջրամբարում ջերմաստիճանի և թթվահիմնային պոտենցիալի արժեքները

Ցուցանիշ	Ամառ	Աշուն
T°C	24	17
pH	8.8	8.8

Ինչպես նախորդ տարիներին, ըստ մանրէաբանական ցուցանիշների, ջրամբարում օրգանական աղտոտվածության մակարդակը հետազոտված ժամանակահատվածում եղել է β մեզոսապրոբ [1, 7, 15]:

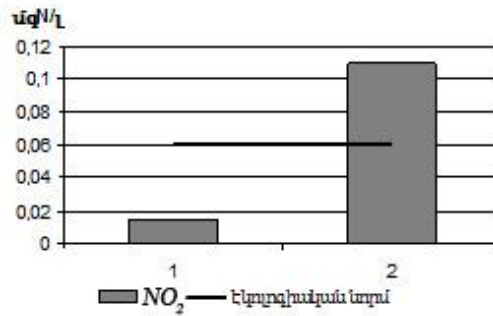
Զրաքիմիական ուսումնասիրությունների արդյունքում գրանցվել է ջրամբարների համար բնորոշ թթվահիմնային միջավայր՝ 8.8 (աղ. 4), [16]:

Հայտնի է, որ գյուղատնտեսական և կոմունալ-կենցաղային հոսքաջրերի միջոցով ջրավազաններ են ներթափանցում մեծ քանակությամբ ազոտ և ֆոսֆոր պարունակող

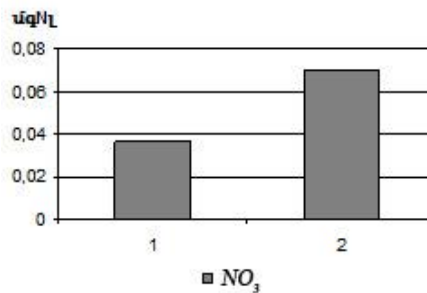
միացություններ, որոնք խթանում են ջրիմուռների աճը՝ վատացնելով ջրի որակը [10]:

Կատարված հետազոտությունների ընթացքում Ախպարա ջրամբարում գրանցվել են ֆոսֆատների բարձր արժեքներ, որոնք ամռանը գերազանցել են մակերևութային ջրերի համար ընդունված էկոլոգիական նորմը մոտ երեք անգամ (Նկ. 7):

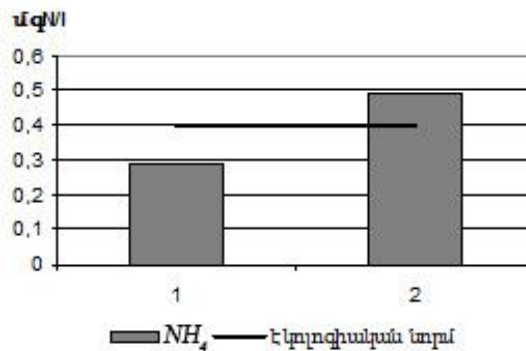
Հայտնի է, որ ազոտի հանքային ձևերը նպաստում են ֆիտոպլանկտոնի զարգացմանը: Ընդ որում կանաչ և կապտականաչ ջրիմուռները նախընտրում են ամոնիումը, իսկ դիատոմայիները՝ նիտրատները [18]:



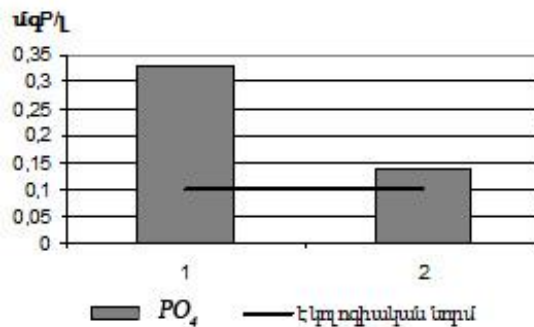
Նկ. 4. 2020թ. Ախպարա ջրամբարում նիտրիտ իոնի կոնցենտրացիան: 1. Ամառ, 2. աշուն



Նկ. 5. 2020թ. Ախպարա ջրամբարում նիտրատ իոնի կոնցենտրացիան: 1. Ամառ, 2. աշուն



Նկ. 6. 2020թ. Ախպարա ջրամբարում ամոնիում իոնի կոնցենտրացիան: 1. Ամառ, 2. աշուն



Նկար 7. 2020թ. Ախպարա ջրամբարում ֆոսֆատ իոնի կոնցենտրացիան:
1. Ամառ, 2. աշուն

Ինչպես երևում է նկար 6-ից, ամռանը, երբ ջրամբարում բանակապես գերակայել են կանաչ ջրիմուռները, իսկ կապտականաչներն ըստ թվաքանակի եղել են ենթադրմանստ, գրանցվել է ամոնիումային ազոտի ցածր կոնցենտրացիա: Աշնանը ամոնիումային ազոտի պարունակությունը մեծացել է՝ գերազանցելով Էկոլոգիական Նորմերը (Նկ. 6): Նիտրիտների արժեքները աշնանը նույնպես ավելացել են (Նկ. 4):

Ուսումնասիրության ընթացքում գրանցվել են նիտրատների ցածր արժեքներ (Նկ. 5), (Էկոլոգիական Նորմի արժեքը՝ 2,5 մգ/լ), և նույնիսկ աշնանը, երբ ջրամբարում զգալիորեն ավելացել են ամոնիումային և նիտրիտային ազոտի արժեքները, նիտրատների բանակությունը շարունակել է մնալ ցածր, ինչն ամենայն հավանականությամբ պայմանավորված է դիատոմային ջրիմուռների բանակական զարգացմամբ:

Այսպիսով, 2020թ. կատարված ջրակենսաբանական հետազոտությունների արդյունքում ամռանը, երբ ջրամբարում գրանցվել է խոշոր գաղութային կանաչ ջրիմուռ *Pandorina Morum* տեսակի զարգացում, որի արտադրած թույների հանդեպ զգայուն են աերոբ բակտերիաները, արձանագրվել են սապրոֆիտ բակտերիաների ցածր բանակական ցուցանիշներ: Ջրամբարում գրանցվել են ազոտ պարունակող միացությունների ցածր, հանքային ֆոսֆորի բարձր կոնցենտրացիաներ:

Աշնանը գերակայել են դիատոմային ջրիմուռները, որին զուգահեռ ավելացել են սապրոֆիտ բակտերիաների ցուցանիշները: Կողի բակտերիաների արժեքների նշանակալի փոփոխություններ ջրամբարում չեն դիտվել: Ջրամբարում ջրիմուռների խմբում սուկցեսիոն փոփոխությունների հետ մեկտեղ ավելացել են նաև ամոնիումային և նիտրիտային ազոտի արժեքները, սակայն նվազել է նիտրատային ազոտը: Ֆոսֆատների կոնցենտրացիան աշնանը ևս գերազանցել է Էկոլոգիական Նորմի արժեքները:

Ըստ ջրակենսաբանական ցուցանիշների՝ ջրամբարում օրգանական աղտոտվածության մակարդակն ուսումնասիրված սեզոններին եղել է β մեզոսապրոբ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Կոբեյան Դ.Դ. Երևանյան լճի և Ախպարա ջրամբարի Էկոլոգասանիտարական վիճակի գնահատումը, Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 70, 3, էջ 88-92, 2018:
2. Չիլիկարյան Լ.Ա., Մուսականյան Բ.Պ., Աղաբաբյան Կ.Ա., Թոթմաջյան Դ.Վ. Հայաստանի գետերի և լճերի ջրագրությունը, Եր., 49 էջ, 2002:

3. *Абакумов В.А.* Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений, Л., Гидрометиздат, с. 78-86, 1983.
4. *Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В.* Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель Авив: Pilies Studio, 498 с., 2006.
5. *Гамбарян Л., Шагазизян И.* Определитель родов водорослей пресноводных водоемов, Ереван, 60 с., 2014.
6. Гост Р 51592-2000. Общие требования к отбору проб. Введ. 2000-04-21. М., 35 с. 2008.
7. *Кобелян Р.О., Мкртчян Ж.Г., Габриелян Б.К.* Оценка эколого-санитарного состояния Ереванского озера и водохранилища Ахпара, Биолог. журн. Армении, 72, 1-2, стр. 126-131, 2020.
8. *Лабинская А.С.* Микробиология с техникой микробиологических исследований, стр. 303-314, 1978.
9. *Лурье Ю.* Унифицированные методы анализа воды, стр. 375, 1971.
10. *Никонов А.М.* Гидрохимия. Санкт-Петербург, Гидрометеоиздат, стр. 4442001.
11. *Процкина-Лавренко А.И., Макарова И.В.* Водоросли планктона Каспийского моря, Л., Наука, 205 с., 1986.
12. *Романенко В.Д., Окснюк О.П., Жуковский В.Н., Стольберг Ф.В., Лаврик В.И.* Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты, Киев, стр. 218-221, 1990.
13. *Рымовская М.В.* Основы промышленной асептики, Минск, стр. 13-18, 2018.
14. *Степанян Л.Г., Гамбарян Л.Р.* Оценка сходства основных показателей фитопланктонного сообщества разнотипных водных экосистем, Биолог. журн. Армении, 68, 4, стр. 6-12, 2016.
15. *Степанян Л.Г., Кобелян Р.О., Гамбарян Л.Р.* Изучение и оценка качества воды водохранилищ Ахпара и Ереванского озера по микробиологическим и фитопланктонным показателям. 20-я Международная Пушинская школа-конференция молодых ученых "Биология - наука XXI века" Пушкино, стр. 405-406, 2016.
16. *Хатчинсон Д.* Лимнология. М., "ПРОГРЕСС" 590 с. 1969.
17. *Царенко П.М.* Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР, Киев, Наукова Думка, стр. 199, 1990.
18. *Domingues R., Barbosa A. B., Sommer U., Galvão H.M.* Ammonium, nitrate and phytoplankton interactions in a freshwater tidal estuarine zone: Potential effects of cultural eutrophication Aquatic Sciences, 73, 3, 331-343, 2011.
19. *Gregory M.L. Patterson & Denny O. Harris.* The effect of *Pandorina morum* (Chlorophyta) toxin on the growth of selected algae, bacteria and higher plants, Br. Phycol. J. 18: 259-266. (1983, published online 2007).
20. *Pantle F., Buck H.* Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse, Gas- und Wasserfach., 96, 18, 604p. 1955.
21. *Stepanyan L.G., Hambaryan L.R.* Development dynamics of phytoplankton community of Akhpara reservoir, Proceedings of the YSU Chemical and Biological Sciences, 30-33, 2016.
22. *Streble H., Krauter D.* Das Leben im Wassertropfen, Stuttgart, Kosmos, 2001, 415p.
23. <https://www.iso.org>
24. <https://www.arlis.am/documentview.aspx?docID=65705>
25. <https://hy.wikipedia.org/wiki/>

Ստացվել է 10.03.2021



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2 (73), 2021

ՈՍԿԵՏՈՒՏԻ ՊՏՂԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ, ՀԱՐՍՆՅԱԿՆԵՐԻ ԿԵՌԻ ԵՎ ԹՐԹՈՒՐՆԵՐԻ ԶԱՆՎԱԿՈՒԹՅԱՆ ՓՈԼԱՅԻՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՉԱՆԳՎԱԾԱՅԻՆ ԲՈՆԿՄԱՆ ԵՐՋԱՆՈՒՄ

Հ.Լ. ԹԵՐԼԵՄԵՉՅԱՆ, Ե.Ն. ՉԱՊԱՆՅԱՆ, Մ.Ա. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

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

2012-2020թթ. հետազոտություններով հաստատված է, որ ոսկետուտի թրթուրների զանգ-
վածային բազմացման բոլորապտույտը տևում է 8 տարի և ընթանում է 4 փուլով:

Չանգվածային բռնկման երկրորդ փուլի երկրորդ տարում ոսկետուտի թրթուրների դեմ
պայքարը բացառում է վնասատուի կողմից հասցվելիք վնասն անտառին:

Հաստատված է, որ զանգվածային բռնկման I և II փուլերում արձանագրված հարսնյակների
և ձվակույտերի կշիռները ոսկետուտի թրթուրների դեմ պայքարի ահազանգող գործոններ են, իսկ
միավոր մակերեսի վրա ձմեռային գործող բների և դրանցում առկա թրթուրների քանակությամբ
հիմնավորվում է պայքարի միջոցառումների անհրաժեշտությունը:

Ոսկետուտ – հարսնյակներ – ձվակույտեր – թրթուրներ – ձմեռային գործող բներ

Исследованиями 2012-2020 гг. установлено, что цикл массовых размножений гусе-
ниц златогузки длится 8 лет и протекает 4-мя фазами. Защитные мероприятия, проводимые
во второй фазе второго года массовых вспышек, исключают вред, наносимый им лесу.

Установлено, что зафиксированный вес куколок и яйцекладок в I и II фазах мас-
совых размножений является сигнализирующим фактором защиты против гусениц злато-
гузки, а численность действующих зимних гнезд на единицу площади и количество гусениц
в них обосновывают необходимость защитных мероприятий.

Златогузка – куколки – яйцекладки – гусеницы – действующие зимние гнезда

Upon the investigations carried out in 2012-2020 it has been proved that the mass
propagation cycle of the caterpillars in the brown-tail moth lasts 8 years with 4 phases.

The struggle against the caterpillars of the brown-tail moth in the second year, upon the
second phase of its mass outbreak eliminates the damage caused by the mentioned pest to the
forests.

It has been confirmed that the weight of the nymphs and egg sacks recorded in the first and
second phase of the mass outbreak are alarming factors for taking struggling measures against the
caterpillars of the brown-tail moth. Thus, the need for the fighting measures is strongly grounded
by the amount of active winter webworms (loculus) on a surface unit and the number of
caterpillars found in them.

Brown-tail moth – nymphs – egg sacks – caterpillars – active winter webworms

Ոսկետուտը (*Euproctis chrysorrhoea* L.) պատկանում է թեփուկաթևերի կարգի (*Lepidoptera*) գեղամաթիթեռների ընտանիքին (*Lymantriidae*): Սաղարթի լուրջ վնասատու է: Հայաստանում հանդիպում է ամենուրեք, սակայն ամենից հաճախ չոր, լուսավոր անտառներում և այգիներում: Այգիներում հիմնականում վնասում է խնձորենուն, տանձենուն, շլորենուն, անտառներում՝ բոլորից շատ կաղնուն, համեմատաբար սակավ՝ բոխուն, ուռենուն, բարդուն, թեղուն, լորենուն, թխկենուն, ցիցխանենուն, կնձենուն, վարդագգի թփուտներից՝ մասրենուն և մամխուն [3, 7]: Տերևներով սնվելով՝ պտղատու և անտառային ծառատեսակներին վնասում են ոսկետուտի թրթուրները [2, 5, 10]: Վերջիններս, բազմաթանակ երևան գալով նշանակալից տարածության վրա, տերևագրկում են սաղարթները, կտրուկ նվազեցնում ծառերի արտադրողականությունը [1] ու հանգեցնում կերաբույս ծառատեսակների չորացման: Ուստի, վնասատուի ի հայտ գալը ժամանակին բացահայտելը հնարավորություն կընձեռի ֆիտոֆագի դեմ պայքարը կազմակերպելու այն ժամանակ, երբ նա մեծ քանակությամբ նշանակալից տարածքներ չի զբաղեցրել և ծառերին էական վնաս չի հասցրել:

Հատկանշական է, որ ոսկետուտի բազմացման սկզբնական փուլի բացահայտումն ապահովվում է վնասատուով բնակեցված տարածքի լավ կազմակերպված հսկողությամբ և առանձնյակների քանակության ճիշտ հաշվառմամբ: Նշված գործոններով հնարավոր է կանխատեսել նաև ֆիտոֆագի զանգվածային բազմացման միտումն անտառտեղամասում [8], երևան հանել օգտակար էնտոմոֆաունայի անկորուստ բազմացումն ու դրանց օգտակար գործունեությունը, տեսանելի դարձնել վնասակար միջատների դեմ պայքարի միջոցառումներում անհարկի սրսկումները՝ միաժամանակ խնայելով աշխատանքային և դրամական միջոցները [4]:

Ելնելով վերոնշյալից՝ նպատակ ենք հետապնդել հետազոտության արդյունքների հիման վրա ներկայացնել ոսկետուտի քանակության փոփոխության սխեմատիկ կորն ըստ տարիների և զանգվածային բռնկման փուլերի, երևան հանել վնասատուի առողջ էգ հարսնյակների կշռի և պտղաբերության (ծվակույտի կշիռ, ձվերի քանակ ծվակույտում) ցուցանիշների փոփոխություններն ըստ բռնկման փուլերի, ոսկետուտի ձմեռային բների կշռով և քանակությամբ կանխատեսել թրթուրների դեմ զարնանային սրսկման (ցողման) անհրաժեշտությունը:

Հետազոտության արդյունքները հնարավորություն կընձեռեն, հաշվի առնելով միջատասպան պատրաստուկների անվտանգությունը շրջակա միջավայրի համար, ոսկետուտի թրթուրների դեմ ցողումները կատարելու ժամանակին՝ ապահովելով կաղնուտ անտառների բնափայտի տարեկան աճը:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտության նյութ են հանդիսացել ոսկետուտի թրթուրները, հարսնյակները, հասունը, ծվակույտերը և դրանցում առկա ձվերը, ձմեռային գործող բներն ու կաղնի արևելյանը (*Quercus macranthera*): Հետազոտություններն իրականացվել են 2012-2020թթ. Արագածոտնի մարզի Թթուրչի համայնքին հարակից կաղնուտ անտառտեղամասում և լաբորատոր պայմաններում համաձայն ձեռնարկի [8]:

Ուշ աշնանային առաջին ցրտահարությունից հետո կատարվել է ոսկետուտի ձմեռային բների տեղադրական հսկողություն, որի ընթացքում երեքական ծառի վրա (երեքական կրկնողություն), հաշվի առնելով վնասատուի տնտեսական վնասակարության շեմը [9], հաշվվել և ստացված արդյունքների հիման վրա որոշվել է կաղնու ծառայում առկա ձմեռային բների սպառնալի քանակությունը: Անտառփորձատեղամասում ընտրված կաղնու նմուշային (մոդելային) ծառերը երիտասարդ էին, որոնց ճյուղերն այլ ծառերի ճյուղերի հետ չեն միակցվել:

Լաբորատոր պայմաններում մանր ճյուղերը ձմեռային բներից հեռացվելուց հետո բները կշռվել և կշռվածքը գրամներով ներկայացվել է որպես բնում առկա թրթուրների քանակության կողմնորոշիչ:

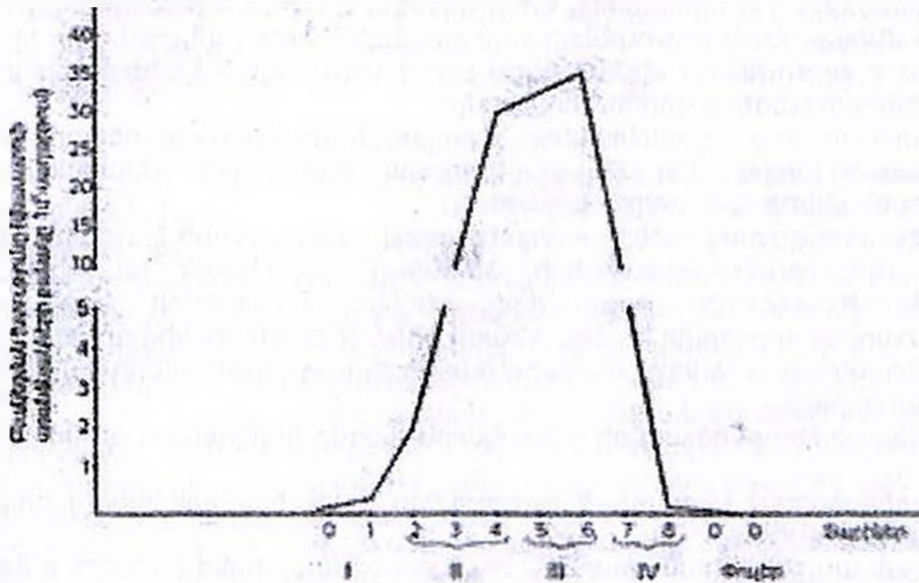
Ոսկետուտի զանգվածային բռնկման I-IV փուլերում, ըստ հետազոտության տարիների, կաղնու տերևների հակադիր կողմում տեղադրված ծվակույտերն առանձնացվել են, կշռվել, և հաշվարկվել է դրանցում առկա ձվերի քանակը: Զվակույտերը տերևներից առանձնացվել են նեղ շեղբիկ ունեցող դանակով:

Ըստ զանգվածային բռնկման փուլերի՝ կշռվել են նաև անտառտեղամասից լաբորատորիա տեղափոխված ֆիտոֆագի հարսնյակները:

Ավանդիտական եղանակով և երկփողյա մանրադիտակի օգնությամբ առողջների համեմատ որոշվել է ոսկետուտի ձվերի, թրթուրների և հարսնյակների վարակվածությունը մակաբույծներով [8]:

Չանգվածային բռնկման II փուլի գիտափորձերի որոշ ցուցանիշներ ենթարկվել են վիճակագրական վերլուծության [6]:

Արդյունքներ և քննարկում: 2012-2020թթ. հետազոտության արդյունքներից պարզվել է, որ ոսկետուտի թրթուրների զանգվածային բռնկման տևողությունը մեկ բույսի վրա 8 տարի է և ընթանում է 4 փուլով (գծապատկեր 1): Առաջինը՝ թրթուրների զանգվածային բռնկում առաջացնող (ծագող), երկրորդը՝ դրանց քանակությունը մեծացնող, երրորդը՝ զանգվածորեն բազմացած թրթուրների գործող, չորրորդը՝ զանգվածորեն բազմացած թրթուրների թվաքանակը մարողն է:



Գծապատկեր 1. Միևնույն բույսի վրա ոսկետուտի թրթուրների քանակության փոփոխության սխեմատիկ կորը զանգվածային բռնկման շրջանում (Թթուրի հարակից անտառատարածք (2012-2020թթ.):

Գծապատկեր 1-ում ներկայացված հետազոտության տարիները և սերունդների թվաքանակները զուգահեռաբար են: Այսպես, գծապատկերի սխեմատիկ կորից երևում է, որ զանգվածային բռնկման I փուլը տևում է 1 տարի, II, III և IV փուլերը՝ համապատասխանաբար 3, 2 և 2 տարի: Սերունդների քանակը I, II, III և IV փուլերում եղել է նույնքան՝ կազմելով համապատասխանաբար 1, 3, 2 և 2:

Գրական աղբյուրի համաձայն [8]՝ ոսկետուտի զանգվածային բռնկման I և II փուլերի ձևավորման համար կլիմայական պայմանները պետք է լինեն վնասատուի զարգացման համար բարենպաստ՝ տաք և չորային, որոնք հավանաբար տեղ են գտել նաև մեր հետազոտության տարիներին:

Թրթուրների քանակության բռնկման III (գործուն) փուլում մեծաքանակ թրթուրների սնման պրոցեսում տերևազրկվում են կաղնու ծառերը, և, ըստ գրական աղբյուրի [1], արգելակվում է բնափայտի տարեկան աճը:

Վ. Գաբրիելյանի և ուրիշների [1] մենագրության մեջ նշված է, որ 20 տարվա ընթացքում տերևակեր միջատների կողմից տարեկան տերևազրկվել է միջինը 25 հազ. հա անտառ, որի պատճառով բնափայտի տարեկան աճի միջին կորուստը կազմել է 17 հազ. մ³, առանձին դեպքերում մինչև 30 հազ. մ³:

Ոսկետուտի թրթուրների պատճառած վնասը նվազեցնելու կամ բացառելու նպատակով, ժամկետային առումով, որպես պայթարի այլընտրանքային ուղի մեր կողմից առաջարկվել է ֆիտոֆագի դեմ ինսեկտիցիդներով պայթարի միջոցառումներն իրականացնել թրթուրների ոչ թե զանգվածային բռնկման III փուլում (խտությունը՝ 30-35 թրթուր/մ² սաղարթում), այլ թրթուրների քանակության ավելացման՝ II փուլի երկրորդ տարում (միջին խտությունը՝ 15 թրթուր/մ² սաղարթում), (գծապատկեր 1): Վերջինիս ցուցանիշով ապահովված է վնասատուի տնտեսական վնասակարության շեմը (1 թրթուր/գծամետր ճյուղի վրա), [9]՝ միաժամանակ հաստատելով պայթարի միջոցառման անհրաժեշտությունը զանգվածային բռնկման II փուլում: Երկրորդ փուլում ֆիտոֆագի հասցրած վնասը նշանակալից չէ նաև այն առումով, որ պայթարի միջոցառումն առաջարկվում է իրականացնել ձմեռային բներից դուրս եկած և սաղարթ տեղափոխված ցածր (II-III) հասակի թրթուրների դեմ:

Գծապատկեր 1-ի սխեմատիկ կորի չորրորդ փուլում արձանագրվել է III փուլում ձևավորված մեծաքանակ թրթուրների թվաքանակի կտրուկ անկում, որը հիմնականում բացատրվում է թրթուրների սնման ընթացքում առաջացած կերաբույսի պակասով և մակաբույծ Էնտոմոֆագերի գործունեությամբ:

Ոսկետուտի որոշ առանձնյակներ կերաբույսի պակասի պատճառով և կերաբույս փնտրելու պատրվակով լքել են տերևագուրկ ծառը, իսկ մնացած թրթուրները հաղթահարել են սննդի պակասը և գոյատևել:

Լաբորատոր գիտափորձերի արդյունքներով հաստատված է, որ բռնկման IV փուլ թևակոխած ոսկետուտի թրթուրների 33-39%-ը վարակված են եղել մակաբույծ միջատներով: Վերջիններիս թրթուրները, սնվելով ոսկետուտի թրթուրների հյուսվածքներով, հարսնյակավորվել են ֆիտոֆագի թրթուրների մարմնից դուրս (նկ. 1):

Հարսնյակների և ձվերի մակաբուծվածությունը թրթուրների համեմատ եղել է խիստ սահմանափակ:

Մակաբույծ Էնտոմոֆագերի տեսակային կազմը ներկայումս գտնվում է որոշման փուլում:

Գիտափորձերում ներառված թրթուրները (նաև հարսնյակները) հիվանդության ախտանիշներ չեն ունեցել:

Գրական աղբյուրի համաձայն [8]՝ նույն բույսի վրա զանգվածային բռնկման փուլը 3 տարուց շուտ չի կրկնվում:

Աղ. 1-ում ներկայացված են ոսկետուտի առողջ Էգերի հարսնյակների կշռի և պտղաբերության փոփոխություններն ըստ զանգվածային բռնկման փուլերի: Պտղաբերությունը բնութագրվել է ձվակույտերի կշռով և դրանցում առկա ձվերի քանակով:



Նկ. 1. Մակաբույծ Էնտոմոֆագերի հարսնյակների տեսքը

Աղ. 1-ի տվյալներից երևում է, որ ոսկետուտի հարսնյակների, ձվակույտերի առավելագույն կշիռները և ձվակույտում առկա ձվերի առավելագույն քանակությունները դրսևորվել են ֆիտոֆագի զանգվածային բռնկման I և II միատեղված փուլերում՝ կազմելով համապատասխանաբար 0,31գ, 0,11գ և 605 հատ: Համեմատելով I և II փուլերի կրկնողություններում արձանագրված հարսնյակների կշիռների միջին ցուցանիշները III և IV փուլերի նույնանուն ցուցանիշների հետ, պարզվել է, որ I և II փուլ-

լերի գիտափորձերում արձանագրված հարսնյակների միջին կշիռները գերազանցել են III և IV փուլերի կրկնողությունների միջին ցուցանիշները՝ համապատասխանաբար 45,0-45,8 և 75,0-76,0 %-ով:

Աղյուսակ 1. Ոսկետուտի եգեր ձևավորող հարսնյակների կշռի և պտղաբերության ցուցանիշների փոփոխություններն ըստ փուլերի

Ցուցանիշներ	Տվյալներն ըստ փուլերի				
	I և II		III	IV	
	առավելագույն	միջին	միջին	միջին	նվազագույն
Հարսնյակի կշիռը, գ	0,31	0,20-0,24	0,11-0,13	0,048-0,060	0,03
ձվակույտի կշիռը, գ	0,11	0,05-0,07	0,02-0,03	0,007-0,009	0,003
Ձվերի բանակը ձվակույտում, հատ	605	368-411	161-209	55-70	19

III և IV փուլերում արձանագրված ձվակույտերի կշռի և ձվերի բանակությունների միջին ցուցանիշների նվազումը I և II փուլերի համեմատ տատանվել է համապատասխանաբար 40,0-57,1, 86,0-87,1 և 49,2-56,3, 83,0-85, 1%-ի սահմաններում: Հատկանշական է, որ առաջին և երկրորդ փուլերում տերևների վրա դրված ձվակույտերից առանձնացված ձվերը բռնկման երրորդ և չորրորդ փուլերում ներկայացված ձևավորված ձվերի համեմատ եղել են ակնադիտորեն խոշոր:

Աղ. 1-ում ներկայացված զանգվածային բռնկման I և II փուլերի ցուցանիշները կիրառելի են նաև ոսկետուտի դեմ պայքարի ահազանգման գործընթացում: Այսպես, նոր կշռված հարսնյակների և ձվակույտերի կշռային տվյալները եթե համապատասխանեն աղ. 1-ում ներկայացված I և II փուլերի միջին՝ համապատասխանաբար 0,20-0,24 և 0,05-0,07գ ցուցանիշներին, կամ արձանագրված նոր տվյալները լինեն նշված ցուցանիշների շրջակայքում, կարելի է հստակորեն պնդել, որ վնասատուն թրթուրների բանակության մեծացման (ավելացման) փուլում է և, ըստ այդմ, որպես ահազանգ, ոսկետուտի թրթուրների դեմ ծրագրել պայքարի միջոցառումների իրականացում:

Նոր կշռված հարսնյակների և ձվակույտերի կշռային համեմատաբար ցածր ցուցանիշները համեմատելով աղ. 1-ում ներկայացված նույնանուն ցուցանիշ-սանդղակի հետ՝ հնարավոր է պարզել ոսկետուտի զանգվածային բռնկման առկա փուլն ու միտումը:

Թիվ 2 աղյուսակում ներկայացված տվյալներից երևում է, որ փորձի սխալի և տատանման գործակցի ցուցանիշները՝ տարբերակներում տատանվելով համապատասխանաբար 1,9-4,6 և 3,75-7,91%-ի սահմաններում, հաստատել են, որ գիտափորձերի արդյունքները հավաստի են:

Զառակուսային շեղման պարամետրն օգտագործվել է տատանման գործակցի և միջին սխալի որոշման գործընթացներում:

Թիվ 2 նկարում ներկայացված է ոսկետուտի հարսնյակների տեսքը հասունի դուրս գալուց հետո (ա, բ) և նախքան դուրս գալը (գ): Ակներև է ոսկետուտին բնորոշ հարսնյակների սրածայր վերջավորությունը:

Ոսկետուտի թրթուրների դեմ պայքարի անհրաժեշտությունը որոշվում է նաև ոսկետուտի ձմեռային գործող բների բանակությամբ:

Մեր հաշվարկներով հաստատված է, որ կաղնու մանր ճյուղերից առանձնացված ոսկետուտի 1-2 գրամանոց ձմեռային գործող բույսը ներառում է 194-283 թրթուր, 3-4-գրամանոց բույսը՝ 433-618 թրթուր:

Կշռված, ձմեռային բներում առկա ոսկետուտի թրթուրների այլ թվաքանակներ ներկայացված են նաև մասնագիտական գրականության մեջ [7, 8]:

Մեր կողմից կշռված ձմեռային գործող բների բանակություններն օգտագործվել են որպես ոսկետուտի տնտեսական վնասակարության շեմի բնութագրիչներ:

Աղյուսակ 2. Ոսկետուտի զանգվածային բռնկման II փուլում արձանագրված հարսնյակների, ձվակույտերի առավելագույն կշիռների և ձվերի քանակության վիճակագրական ցուցանիշները

Տարբերակներ	Կշռի (q) և քանակության (հատ) միջին ցուցանիշները	Քառակուսային շեղումը	Տատանման գործակիցը, %	Միջին սխալը	Փորձի սխալը, %
	$\bar{x}$	σ	V	σ_x	P
Հարսնյակներ	0,293	0,022	7,51	0,013	4,4
Ձվակույտեր	0,1067	0,006	3,75	0,002	1,9
Ձվեր	560,67	44,353	7,91	25,608	4,6



Նկ. 2. Ոսկետուտի հարսնյակների ծածկույթի պատմվածքների տեսքը թիթեռի դուրս գալուց հետո (ա, բ) և ամբողջական տեսքը (գ) իմագոյի դուրս գալուց առաջ (խոշորացումը՝ 3,2 x)

Այսպես, որպես վնասատուի տնտեսական վնասակարության շեմ, առաջարկել ենք ֆիտոֆագի թրթուրների դեմ ինսեկտիցիդներով պայքարի միջոցառումներն իրականացնել, երբ 3 մ³ կաղնու սաղարթում առկա է մեկից ավելի 1-2-գրամանոց (ծավալով փոքր) կամ 3-4-գրամանոց (ծավալով համեմատաբար խոշոր) ձվերային գործող մեկ բույն (կշռված ձմեռային բների ծավալով փոքր և խոշոր ձևակերպումները կատարվել են մեր կողմից):

Աշնանային տերևաթափից հետո կաղնու ծառայում առկա ոսկետուտի վերոնշյալ ձմեռային բների դրսևորումները եղել են լավ տեսանելի:

Այսպիսով, հետազոտության արդյունքներից եկել ենք հետևության, որ ոսկետուտի թրթուրների զանգվածային բռնկումն արտահայտվում է չորս փուլով և ընդհանուր առմամբ տևում է 8 տարի:

Ֆիտոֆագի կողմից հասցվելիք վնասը նվազեցնելու կամ բացառելու նպատակով թրթուրների դեմ պայքարի միջոցառումներն անհրաժեշտ է կատարել առանձնյակների քանակության ավելացման՝ երկրորդ փուլի երկրորդ տարում (թրթուրների միջին խտությունը՝ 15 թրթուր/մ² սաղարթում):

Թրթուրների սնման պրոցեսում կաղնու ծառերի տերևագրկման արդյունքում առավելագույն վնասը հասցվում է զանգվածային բռնկման երրորդ փուլում:

Չորրորդ փուլում ընթացել է երրորդ փուլում ձևավորված մեծաքանակ թրթուրների թվաքանակի կտրուկ անկում, որը հիմնավորվել է կերաբույսի պակասով և մակաբույծ էնտոմոֆագերի գործունեությամբ:

I և II միավորված փուլերում ձևավորված հարսնյակների, ձվակույտերի կշիռները և ձվերի քանակությունները գերազանցել են III և IV փուլերում արձանագրված

նույնանուն ցուցանիշները, և վերևում նշված պարամետրերը կիրառելի են ոսկետուտի թրթուրների դեմ պայքարի ահազանգի գործընթացում:

Ձմեռային գործող բների և դրանցում առկա թրթուրների բանակություններով հնարավոր է հիմնավորել ոսկետուտի թրթուրների դեմ պայքարի անհրաժեշտությունը:

Երկրորդ փուլում արձանագրված հարսնյակների, ձվակույտների կշիռների և ձվերի առավելագույն բանակության միջին ցուցանիշների վիճակագրական վերլուծությանը հաստատված է, որ գիտափորձերի արդյունքները հավաստի են:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Գաբրիելյան Վ., Նալբանդյան Ա., Դարբինյան Ն. Անտառը և նրա նշանակությունը Հայաստանի լեռնային պայմաններում: Երևան, էջ 49-50, 2001:
2. Թերլեմեզյան Հ.Լ., Սարգսյան Մ.Ա., Սարգսյան Ա.Մ., Հակոբյան Ա.Խ. Ոսկետուտի թրթուրների դեմ բակտերիական և քիմիական պատրաստուկների ենթաշեմային խտություններով փորձարկումներ խնձորենու այգիներում: Ագրոգիտություն և տեխնոլոգիա (Միջազգային գիտական պարբերական): Երևան, 66, 2, էջ 72-75, 2019:
3. Հայաստանի գյուղատնտեսական կուլտուրաների, անտառների և պահեստների վնասատուները: Երևան, ՀՍՍՀ գիտ. ակադեմիա, էջ 655-657, 1976:
4. Ղասումյան Ս.Ա., Հովսեփյան Հ.Հ. Տարագույզ մետաքսագործի, ոսկետուտի և օղակավոր բոժոժագործի վնասակարության շեմը: Ագրոգիտություն, Երևան, Ագրոպրես, N 5-6, էջ 262-266, 1998:
5. Սարգսյան Մ.Ա., Մովսեսյան Հ.Ս., Ղազարյան Ն.Փ., Սարգսյան Ա.Մ., Մեսրոպյան Հ.Ռ., Հովսեփյան Հ.Հ. *Bacillus thuringiensis* տեսակի տեղական շտամների կենսաբանական արդյունավետությունը ոսկետուտի թրթուրների դեմ //Հայաստանի կենսաբանական հանդես: Երևան, LXIII, 4, էջ 74-77, 2011:
6. Ашмарин И.П., Воробьев А.А. Статистические методы в микробиологических исследованиях. Л.: Медгиз, 180 с., 1962.
7. Мирзоян С.А. Дендрофильные нассомые лесов и парков Армении. Ереван, Айастан, с. 86-90, 1977.
8. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР. М., Лесная промышленность, 525 с., 1965.
9. Экономические пороги вредоносности главнейших вредных видов нассомых и клещей. М., Агропромиздат, с. 20, 1986.
10. Chapanyan E., Sargsyan M. The biological efficiency of the local bacterial insecticide of *Bacillus thuringiensis* species against the caterpillars of the brown – tail moth //Bulletin of National Agrarian University of Armenia, 3, p. 5-8, 2018.

Ստացվել է 17.02.2021



Biolog. Journal of Armenia, 2 (73), 2021

ANTIBACTERIAL AND MAO-INHIBITING PROPERTIES OF NEW STYRYL DERIVATIVES OF PYRIMIDINES, QUINAZOLINES AND BIS-QUINAZOLINES

A.A. HARUTYUNYAN*, G.T. GUKASYAN, A.S. GRIGORYAN,
H.M. STEPANYAN

Научно-технологический центр органической и фармацевтической химии НАН РА, *Институт
тонкой органической химии им. А.Л. Мнджояна, НАН РА
harutyunyan.arthur@yahoo.com

The antibacterial properties of new pyrimidines, styryl derivatives of pyrimidines, quinazolines and bis-quinazolines were studied with respect to four strains of gram-positive and gram-negative bacteria. It has been established that styryl derivatives of pyrimidines, quinazolines and bis-quinazolines show some antibacterial and antimonooxidase activity. An attempt was made to compare the biological properties of the compounds with known integral molecular descriptors: lipophilicity, molar refraction, polarizability, molar volume, index of refraction and surface tension obtained using the ACD / ChemSketch software (version ACD / Labs 6.00). In the series of styrylquinazolines, a compound with high antimonooxidase activity has been identified.

Styrylpyrimidines – styryl derivatives of quinazolines and bisquinazolines – antibacterial activity – antimonooxidase activity – molecular descriptors – structure-activity relations

Յետազոտվել են նոր պիրիմիդինների, նրանց ստիրիլածանցյալների և պիրիդոլ[1,2-а] պիրիմիդինների հակաբակտերիալին հատկությունները գրամդրական և գրամբացասական բակտերիաների չորս շտամների նկատմամբ: Հաստատվել է, որ նշված շարքերի միացությունները ցուցաբերում են որոշակի ակտիվություն: Փորձ է արվել համեմատելու միացությունների հակաբակտերիալին հատկությունները հայտնի ինտեգրալային մոլեկուլային դեսկրիպտորների՝ լիպոֆիլության, մոլեկուլային ռեֆրակցման և մոլյար ծավալի հետ ստացված ACD / ChemSketch (տարբերակ ACD / Labs 6.00) ծրագրային փաթեթի օգնությամբ:

Ստիրիլպիրիմիդիններ պիրիդոլ[1,2-а]պիրիմիդիններ ստիրիլածանցյալներ մոլեկուլային դեսկրիպտորներ կառուցվածք ակտիվություն

Изучены антибактериальные и антимонаминоксидазные свойства стирилпроизводных пиримидинов, хиназолинов и бис-хиназолинов в отношении четырех штаммов грамположительных и грамотрицательных бактерий. Было установлено, что стирилпроизводные пиримидинов, хиназолинов и бис-хиназолинов обладают некоторой антибактериальной и антимонаминоксидазной активностью. Была предпринята попытка сравнить биологические свойства соединений с известными интегральными молекулярными дескрипторами: липофильностью, молярной рефракцией, поляризуемостью, молярным объемом, индексом рефракции и поверхностным натяжением, полученными с использованием программного продукта ACD / ChemSketch (версия ACD / Labs 6.00). В ряду стирилхиназолинов выявлено соединение с высокой антимонаминоксидазной активностью.

Стирилпиримидины – стирилпроизводные хиназолинов и бис-хиназолинов – антибактериальная активность – антимонаминоксидазная активность – молекулярные дескрипторы – зависимость структура – активность

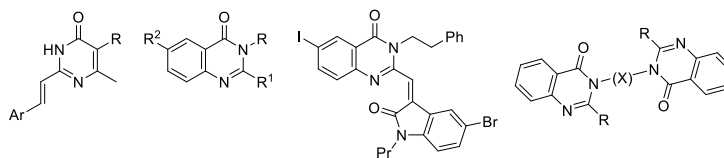
The search for new drugs based on substituted pyrimidines and condensed pyrimidines is associated with the widespread distribution in wildlife and the high and versatile biological activity of many of their derivatives [4]. In recent years, quinazolines have attracted considerable attention, many of whose derivatives exhibit a wide spectrum of biological activity. Taking this into account, and in continuation of ongoing studies on the synthesis and study of the biological properties of substituted pyrimidines and quinazolines [1-3], in this study we present the results of tests of the antibacterial and antimonamine oxidase properties of new substituted pyrimidines, quinazolines and bis-quinazolines. In addition, a qualitative consideration of the possible relationship between the biological properties of synthesized compounds and several calculated physicochemical descriptors was carried out, and preliminary generalizations on the relationship between the structure and biological activity were proposed. It is known that the search for new low-toxic and active antibacterial drugs continues to be an urgent problem of medical and pharmaceutical chemistry and medicine. It is also very important to introduce new antidepressant drugs into medical practice in light of the constant increase in the growth of mental illness. In addition, it seems promising to study the possible parallelism between the inhibition of growth of a number of strains of gram-positive and gram-negative bacteria and the level of inhibition of monoamine oxidase (MAO). The latter assumption is supported by data on the relationship between MAO-inhibiting and antitumor activities for a number of compounds [5], and microbial models can act as preliminary test systems for the primary detection of antitumor activity. That is, the study of the antimonamine oxidase activity of the synthesized compounds may also be useful as a preliminary available test system for detecting antitumor activity, since the direct study of the latter activity is much more laborious.

Materials and methods. The antibacterial activity of the compounds was studied by the methods of "diffusion in agar" according to the described method [6]. 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), control - antibacterial drug furazolidone.

The source of monoamineoxidase (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 [3]. Serotonin (5-HT) creatinine sulfate monohydrate was used as a substrate, which was added to the samples after a 30-minute preincubation of the enzyme with the test substance at room temperature. Each compound was tested in 3-4 experiments, from which the average data were derived, the control drug - indopane. Molecular descriptors were obtained using the computer program ACD / ChemSketch (version ACD / Labs 6.00).

Results and Discussion. The chemical structures and results of biological studies of pyrimidines **1a-d**, quinazolines **2a-t** and bis-quinazolines **3a-l** are shown in the tab. 1.

Substituted pyrimidines 1a-d exhibit some antibacterial properties in all four strains; however, these properties depend little both on the substituents at position 5 of the pyrimidine ring and on the number of chlorine atoms in the styryl group. Since the numerical values of the calculated descriptors of the compounds are quite close, it can be assumed that the revealed relatively small antibacterial effect is due to a greater extent to the pyrimidine fragment and the styryl group at position 2 of the ring, rather than to substituents in the side chains of the compounds. Most of the substituted quinazolines 2a-t, regardless of the substituents in the ring and the size of the physicochemical descriptors, do not exhibit antibacterial properties at all.



1a-d **2a-s** **2t** **3a-l**
1a-d: R, Ar = *n*-Amyl, 4-ClC₆H₄ (**a**), *n*-Amyl, 2,4-Cl₂C₆H₃ (**b**), CH₂Ph, 4-ClC₆H₄ (**c**), CH₂Ph, 2,4-Cl₂C₆H₄ (**d**).

2a-t: R, R¹, R² = CH₂CH₂Ph, Me, I (**a**), 4-NMe₂C₆H₄, Me, H (**b**), 4-SO₂NH₂C₆H₄, Me, H (**c**), 2-(3-Me-N¹-PhC₃HN₂), Me, H (**d**), CH₂CH₂Ph, PhCH=CH, I (**e**), CH₂CH₂Ph, 4-ClC₆H₄CH=CH, I (**f**), CH₂CH₂Ph, 2,4-Cl₂C₆H₃CH=CH, I (**g**), CH₂CH₂Ph, 4-NMe₂C₆H₄CH=CH, I (**h**), CH₂CH₂Ph, 4-NO₂C₆H₄CH=CH, I (**i**), CH₂CH₂Ph, 4-*i*-PrC₆H₄CH=CH, I (**j**), 4-NMe₂C₆H₄, 4-ClC₆H₄CH=CH, H (**k**), 4-NMe₂C₆H₄, 2,4-Cl₂C₆H₃CH=CH, H (**l**), 4-NMe₂C₆H₄, 4-NMe₂C₆H₄CH=CH, H (**m**), 4-SO₂NH₂C₆H₄, 3-NO₂C₆H₄CH=CH, H (**n**), 3-methyl-1-phenyl-1*H*-pyrazol-5-yl-, 4-ClC₆H₄CH=CH, H (**o**), 3-methyl-1-phenyl-1*H*-pyrazol-5-yl-, 2,4-Cl₂C₆H₃CH=CH, H (**p**), CH₂CH₂Ph, 1-methyl-1*H*-indol-3-yl-CH=CH, I (**q**), 4-ClC₆H₄, 5-nitrofur-2-yl-CH=CH, I (**r**), 2-MeC₆H₄, 5-nitrofur-2-yl-CH=CH, H (**s**).

3a-l: R, X = Me, (CH₂)₄ (**a**), 4-ClC₆H₄CH=CH, (CH₂)₄ (**b**), 2,4-Cl₂C₆H₃CH=CH, (CH₂)₄ (**c**), PhCH=CH, CH₂CH₂N(Ac)CH₂CH₂ (**d**), 4-NO₂C₆H₄CH=CH, CH₂CH₂N(Ac)CH₂CH₂ (**e**), Me, CH₂CH₂[N[2,4-(NO₂)₂C₆H₃]]CH₂CH₂ (**f**), Me, (CH₂)₆ (**g**), PhCH=CH, (CH₂)₆ (**h**), 4-FC₆H₄CH=CH, (CH₂)₆ (**i**), 2,4-Cl₂C₆H₃CH=CH, (CH₂)₆ (**j**), thiophen-2-yl-CH=CH, (CH₂)₆ (**k**), pyridin-3-yl-CH=CH, (CH₂)₆ (**l**).

Only in compounds 2n, 2r, and 2s, which contain a fragment of known antibacterial drugs, sulfonamide and nitrofur, weak antibacterial properties can be noted. In this series, the distinct appearance in some of the compounds (2f, 2g, 2o, 2p, 2q) of pronounced antimonoamine oxidase properties (inhibition of MAO activity within 33-52 %) in the complete absence of antibacterial properties is noteworthy. Moreover, compound 2h is a fairly strong MAO inhibitor, and the derivative with an iodine atom in the 2i ring is a very strong MAO inhibitor, blocking the enzyme activity by 91 %. Note that the latter compound is significantly more active in anti-MAO activity than the known reference drug indopane (inhibition of MAO activity by 86 %). In the indicated series of compounds, the values of the molar refraction descriptor MR are in the range 128.07 ± 0.5sm³-138.5 ± 0.5sm³, the polarizability P is in the range 50.77-54.91 10⁻²⁴ cm³, and for other descriptors, including the lipophilicity coefficient LogP, the scatter of parameters is higher. Regarding antibacterial activity, the patterns in the values of physicochemical descriptors are less obvious. The antibacterial activity of bis-quinazolines 3a-l is insignificant, does not depend on the presence of a styryl moiety, and weakly changes when passing from a four-membered methylene linker (compounds 3a-c) to a six-membered one (compounds 3g-l). The greatest effect on the antibacterial activity of bis-quinazolines is exerted by the introduction into the molecule of a five-membered N-diethylamine linker and groups containing an NO₂ group (compounds 3e, 3f). Thus, the introduction of a 4-nitrostyryl group into compound 3d leads to a significant increase in antibacterial activity against all used strains; The substitution of the central nitrogen atom of the linker with a 2,4-dinitrophenyl group (compound 3f) has a similar effect.

Table 1. Antibacterial and antimonoaminoxidase (antiMAO) activity and calculated physicochemical descriptors

C	Antibacterial activity, mm				MAO, %*	LogP	MR*	P*	MV*	IR*	ST*
	Strains										
	A	B	C	D							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1a	10	13	11	10	-	5.86±0.63	91.59	36.31	279.6	1.568	38.9
1b	13	13	13	13	-	6.47±0.64	96.19	38.13	288.9	1.580	40.2
1c	14	14	11	10	-	5.46±0.64	98.44	39.02	284.1	1.609	43.2
1d	12	12	10	10	-	6.07±0.63	103.04	40.85	293.4	1.619	44.4
2a	0	0	0	0	16	2.83±0.64	93.57	37.09	250.2	1.670	48.6
2b	0	0	0	0	-	1.26±0.62	84.50	33.50	241.7	1.616	42.5
2c	0	0	0	0	-	-0.42±0.62	83.37	33.05	217.5	1.692	61.5
2d	10	10	10	10	-	0.86±0.66	94.41	37.42	250.9	1.676	49.9
2e	0	0	0	0	-	5.56±0.66	123.47	48.94	335.1	1.658	48.4
2f	0	0	0	0	51	6.15±0.66	128.07	50.77	344.3	1.666	49.3
2g	0	0	0	0	51	6.76±0.66	132.67	52.59	353.6	1.673	50.2
2h	0	0	0	0	91	5.67±0.66	136.27	54.02	376.2	1.644	46.1
2i	0	0	0	0	74	5.29±0.66	129.13	51.19	340.3	1.683	55.6
2j	0	0	0	0	-	6.90±0.66	136.93	54.28	381.5	1.636	44.4
2k	10	10	10	10	-	4.59±0.64	119.00	47.17	335.8	1.626	44.9
2l	0	0	10	10	-	5.20±0.64	123.60	49.00	345.0	1.635	45.8
2m	0	0	10	13	-	4.10±0.64	127.21	50.43	367.6	1.608	42.1
2n	10	10	12	0	-	2.05±0.64	118.93	47.14	307.5	1.700	66.3
2o	0	12	0	0	52	4.19±0.68	128.91	51.10	344.9	1.670	50.3
2p	0	0	10	10	33	4.80±0.68	133.51	52.93	354.2	1.677	51.2
2q	0	0	0	0	34	5.88±0.66	138.52	54.91	364.6	1.684	50.4
2r	11	11	11	10	-	4.96±0.67	116.68	46.25	291.8	1.731	63.2
2s	11	10	12	0	-	3.36±0.64	103.85	41.17	280.2	1.663	54.8
2t	10	10	10	10	-	6.50±0.78	151.54	60.07	390.4	1.703	54.2
3a	14	13	13	11	63	0.49±0.73	109.09	43.24	296.3	1.657	50.1
3b	0	0	0	0	51	7.14±0.79	178.09	70.60	484.0	1.657	50.8
3c	14	13	13	11	63	8.36±0.80	187.29	74.25	502.5	1.668	52.0
3d	10	10	10	10	-	4.78±0.82	182.73	72.44	504.7	1.643	50.3
3e	18	18	18	16	-	4.24±0.84	194.05	76.93	514.9	1.677	60.3
3f	17	17	17	17	-	1.66±0.75	149.47	59.25	385.2	1.703	64.2
3g	10	12	12	13	64	1.66±0.75	118.31	46.90	328.4	1.639	48.2
3h	10	14	12	10	62	6.71±0.77	178.11	70.60	497.6	1.634	48.2
3i	0	0	0	0	47	6.81±0.86	177.85	70.50	503.2	1.624	46.2
3j	0	0	0	0	62	9.12±0.80	196.51	77.90	534.5	1.656	50.8
3k	0	0	0	0	-	6.07±0.80	175.29	69.49	462.4	1.682	54.4
3l	10	12	10	11	9	4.23±0.78	175.00	69.37	474.8	1.658	51.8
F	25	24	24	24	-	-0.04±0.41	50.61	20.06	135.5	1.669	73.5
I	-	-	-	-	86	1.73±0.22	56.20	22.28	155.2	1.643	50.3

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

MAO: inhibition of monoaminoxidase (MAO), concentration 1 мкмоль/мл.

MR* (Molar Refractivity): $N \pm 0.5 \text{ см}^3$; P* (Polarizability) : $N \pm 0.5 \cdot 10^{-24} \text{ см}^3$;

MV* (Molar Volume): $N \pm 7.0 \text{ см}^3$; IR* (Index of Refraction): $N \pm 0.05$; ST*

(Surface Tension) : $N \pm 0.07 \text{ dyne/cm}$

F – furazolidone, I – indopane.

A number of bis-quinazolines linked by methylene units of various lengths also differ little in their ability to inhibit MAO. In this series of compounds, the relationships between the values of physicochemical descriptors and the biological activity of compounds are not obvious.

REFERENCES

1. *Harutyunyan A.A., Ghukasyan G.T., Danagulyan G.G.* Synthesis of 2-styryl derivatives of N, N-bis-substituted quinazolines. *Org. Med. Chem. IJ* 7, 4, 1, 2018.
2. *Harutyunyan A.A., Gukasyan G.T., Stepanyan H.M., Danagulyan G.G.* Antibacterial properties of substituted 2-(2-arylvinyl)pyrimidinones and 2-(2-arylvinyl)pyrido[1,2-a]pyrimidines. *Biolog. Journal Armenia*, 71, 3, 79-82, 2019.
3. *Harutyunyan A.A., Sukasyan R.S., Grigoryan A.S.* MAO inhibiting properties of some new substituted pyrimidines and condensed azaheterocycles. *Biolog. Journal Armenia*, 68, 1, 60-63, 2016.
4. *Kumar S., Narasimhan B.* Therapeutic potential of heterocyclic pyrimidine scaffolds. *Chemistry Central Journal*, 12, 1, 38, 2018. doi.org/10.1186/s13065-018-0406-5.
5. *Lee H.T., Choi M.R., Doh M.S., Jung K.H., Chai Y.G.* Effects of the monoamine oxidase inhibitors pargyline and tranylcypromine on cellular proliferation in human prostate cancer cells. *Oncology Reports* 30, 1587-1592, 2013 doi: 10.3892/or.2013.2635.
6. *Pershin G.N.* Methods of experimental chemotherapy. M., Medicine, p. 507-533, 1971.

Received on 22.03.2021



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2 (73), 2021

**ՕՍԵԳԱ 3-Ի ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՀԱԿԱՌԱԴԻԿԱԼԱՅԻՆ
ԱԿՏԻՎՈՒԹՅՈՒՆԸ ԳԱՆԳՈՒՐ ԿԱՂԱՄԻ (*BRASSICA OLERACEA* VAR.
SABELLICA L.) ՀԻԴՐՈՊՈՆԻԿԱԿԱՆ ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ**

**Ս.Խ. ՄԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ, Զ.Ս. ԱԼԵՔՍԱՆՅԱՆ, Ա.Յ. ԹԱԴԵՎՈՍՅԱՆ,
Ա.Յ. ԹՈՎՄԱՍՅԱՆ, Յ.Ս.ԱՆԱՆԻԿՅԱՆ*, Թ.Ս. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ**

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

*ՀՀ ԳԱԱ օրգանական և դեղագործական քիմիայի գիտատեխնոլոգիական կենտրոն

Գանգուր կաղամբի (կալե) բուսահումքում կարևորագույն ցուցանիշ օմեգա 3 պոլիչիագեցած ճարպաթթվի 1.2-1.4 և 1.4-1.5 անգամ համեմատաբար մեծ կուտակում անհող և հողային մշակությամբ դիտվել է հուլիս ամսին: Միաժամանակ հիդրոպոնիկ տարբերակում կալեի առավել բարձր արդյունավետությունն իր հերթին նպաստել է հունիս-հոկտեմբեր ամիսներին վերոհիշյալ միացության ելի 1.4-1.7 անգամ ավելացմանը: Մշակման պայմանները որոշակիորեն ազդել են գանգուր կաղամբի հակաօքսիդանտային ակտիվության վրա: Ընդ որում հիդրոպոնիկ բուսահումքը օժտված է համեմատաբար բարձր հակաօքսիդանտային հատկությամբ և գերազանցում է հողային տարբերակին 14 %-ով: Իսկ սպիրտային էքստրակտում գումարային ֆենոլային միացությունների բանալությունը հիդրոպոնիկ բուսահումքում 25 %-ով գերազանցել է հողայինին:

Կալե – անհող մշակույթ – օմեգա 3 – հակառադիկալային ակտիվություն

В растительном сырье кудрявой капусты (кале) сравнительно большое накопление основного показателя полиненасыщенной жирной кислоты омега-3 в 1.2-1.4 и 1.4-1.5 раза наблюдалось в июле в беспочвенной и почвенной культурах. В то же время высокая продуктивность гидропонической кале в свою очередь способствовала увеличению выхода вышеуказанного соединения в 1.4-1.7 раза с июня по октябрь. Условия культивирования в некоторой степени повлияли на антиоксидантную активность кудрявой капусты. Кроме того, гидропонические растения наделены сравнительно высокой антиоксидантной активностью и превосходили почвенный вариант на 14 %. А количество фенольных соединений в спиртовом экстракте гидропонического растительного сырья на 25 % превысили почвенное сырье.

Кале – беспочвенная культура – омега 3 – антирадикальная активность

In soilless and soil cultures it was observed 1.2-1.4 and 1.4-1.5 times comparatively high accumulation of the most important indicator polyunsaturated fatty acid omega-3 in kale during July. At the same time, higher efficiency of kale in hydroponic variant by itself has contributed to the 1.4-1.7 times increase of the output of the above mentioned substance during June-October. Cultivation conditions have influenced to some extent on the antioxidant activity of kale. Wherein, hydroponic plant raw material has comparatively high antioxidant property and exceeds soil variant by 14 %. And in alcohol extract, the amount of total phenolic compounds in hydroponic plant raw material exceeds soil variant by 25 %.

Kale – soilless culture – omega 3 – antiradical activity

Օմեգա 3 ճարպաթթուների մասին այսօր շատ են խոսում: Դրանք դարձել են առողջ սննդի հումանիշները: Այդ ճարպաթթուների դերի մասին գիտելիս դեռևս 1930-ական թվականներից, սակայն առաջին հետազոտությունները կատարվել են 1970-ական թվականներին: Գիտական տվյալներով (ԱՄՆ) հաստատվել է, որ սրտամկանի ինֆարկտ տարած մարդկանց մոտ երկու տարվա ընթացքում ձկան յուղի օգտագործումը նպաստել է ընդհանուր և սրտի իշեմիկ հիվանդության մահացության իջեցմանը: Միաժամանակ չեն ունենում անոթների աթերոսկլերոտիկ ախտահարումներ, ինչպես նաև զարկերակային ճնշման և մի շարք այլ խնդիրներ [9]: Հաստատվել է նաև օմեգա 3 ճարպաթթուների բաղադրամասերի կարևորությունն ուղեղի նորմալ զարգացման, նյարդային համակարգի կարգավորման, ինչպես նաև տեսողության լավացման համար, օգտագործվում է նաև ինֆեկցիոն հիվանդությունների, հոդերի ախտահարման, ալերգիայի, ուռուցքային հիվանդությունների կանխարգելման, ասթմայի դեպքում [6, 7]:

Անհրաժեշտ է նշել, որ օմեգա 3 ճարպաթթուները չեն սինթեզվում մարդու օրգանիզմում, այլ անցնում են միայն սննդի միջոցով: Հիմնական սննդային աղբյուրներն են ձկան յուղը, կտավատի աղացած սերմերը և յուղը, ագարիկոնի և մանանեխի յուղերը: Օմեգա 3 չհագեցած ճարպաթթուների այլ աղբյուրներ են նաև մի շարք բույսեր, ինչպիսիք են կալեն՝ 100 գ թարմ բուսահումքում՝ 180մգ, բրոկոլին՝ 129, բուլղարական պղպեղը՝ 100, հազարը՝ 58, չինական կաղամբը՝ 55 և այլն [10]:

Ըստ գրականության տվյալների [1, 11, 13, 14]՝ պարզվել է նաև, որ կալենի տերևները պարունակում են ֆլավոնոիդներ, ինչն ապահովում է այս բուսատեսակի հակաօքսիդանտային և հակաբորբոքային հատկությունները: Պետք է նշել, որ կենսաբանորեն ակտիվ կարևորագույն նյութերի շարքում են դասվում հակաօքսիդիչները, որոնք պաշտպանում են օրգանիզմը ազատ ռադիկալներից և թթվածնի ակտիվ ձևերից, իսկ ազատ ռադիկալները թթվածնով առաջ են բերում օրգանական մոլեկուլների ոչ լրիվ օքսիդացում՝ վնասելով կենսաթաղանթները, անոթների պատերը: Հակաօքսիդիչներն ընդունակ են կանգնեցնելու ազատռադիկալային օքսիդացման ընթացքը, վերականգնելու քայքայված կապերը: Մարդու օրգանիզմը բնականաբար արտադրում է հակաօքսիդիչներ, կարելի է ասել ոչ բավարար քանակությամբ, ուստի սնունդն ու հավելումները կարող են այդ բացը լրացնել:

Ուստի, հաշվի առնելով այս մշակաբույսի ինքնատիպ հատկությունները, նպատակ դրվեց հիդրոպոնիկայի օպտիմալ պայմաններում աճեցված գանգուր կաղամբի բուսահումքում որոշել կարևորագույն ցուցանիշ օմեգա 3 պոլիչհագեցած ճարպաթթվի կուտակման բնույթը վեգետացիայի շրջանի յուրաքանչյուր հատվածում՝ հունիս - հոկտեմբեր ամիսներին:

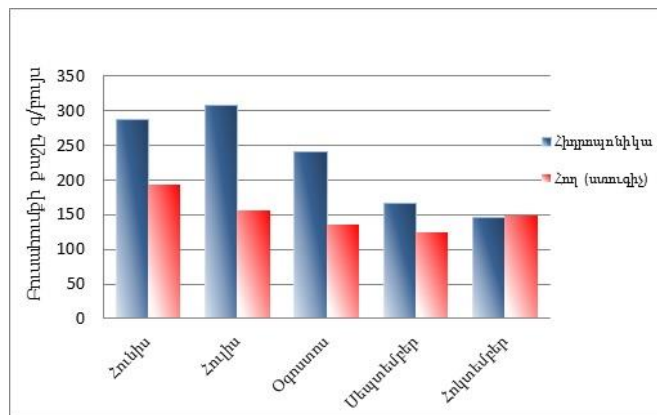
Նյութ և մեթոդ: Փորձերը դրվել են 2մ^2 սնման մակերես ունեցող հիդրոպոնիկական անոթում 12 բույս/ մ^2 տնկարկի խտությամբ, որտեղ որպես լցանյութ օգտագործվել է հրաբխային խարամ+գլաբար (1:1): Բույսերը սնուցվել են Դավթյանի սննդալուծույթով, ստուգիչ է ծառայել հողային մշակույթը, որտեղ պահպանվել են ագրոտեխնիկական կանոնները [3, 4]: Վեգետացիայի ընթացքում բուսահումքում օմեգա-3 ճարպաթթվի պարունակությունը որոշվել է մազնիսառեզոկանսային սպեկտրոսկոպիայի մեթոդով [2], իսկ հակառադիկալային ակտիվության գնահատումը և ֆենոլային միացությունների քանակական որոշումը կատարվել են 1,1-դիֆենիլ-2-պիկրիլիդիդրագիլի (DPPH) էթանոլային լուծույթի կիրառմամբ ազատռադիկալային մեթոդով [5, 8, 12]: Ստացված տվյալները ենթարկվել են մշակման GraphPad Prism 6 վիճակագրական ծրագրով:

Արդյունքներ և քննարկում: Աղ. 1-ի տվյալների վերլուծությունից պարզ է դառնում, որ վեգետացիայի ընթացքում կալենի բուսահումքում կարևորագույն ցուցանիշ օմեգա 3 պոլիչհագեցած ճարպաթթվի 1.2-1.4 և 1.4-1.5 անգամ համեմատաբար մեծ կուտակում անհող և հողային մշակույթում դիտվել է հուլիս ամսին: Պարզվել է նաև (սկ. 1), որ անհող մշակույթում կալեն ընդհանուր բերքի թարմ քաշով գերազանցել է հողային մշակույթին 1.5 անգամ: Ուստի հիդրոպոնիկ տարբերակում կալենի առավել բարձր արդյունավետությունն իր հերթին նպաստել է հուլիս-հոկտեմբեր ամիսներին վերոհիշյալ միացության ելի 1.4-1.7 անգամ ավելացմանը: Միաժամանակ աղ. 1-ի տվյալներից պարզվել է նաև, որ ճարպայուղի պարունակությունը հիդրոպոնիկ բույսերում բարձր է եղել հուլիս ամսին (1.2-1.7

անգամ), իսկ հողային բույսերում՝ սեպտեմբերին (1.3-1.8 անգամ), ընդ որում օմեգա 3-ի բարձր պարունակությունն հիդրոպոնիկ (1.7-2.1 անգամ) և հողային բուսահումքում (1.1-1.9 անգամ) գրանցվել է վեգետացիայի սկզբում՝ հուլիս ամսին:

Աղյուսակ 1. Գանգուր կաղամբի չոր բուսահումքում ճարպայուղի և օմեգա 3-ի պարունակությունը վեգետացիայի ընթացքում

Տարբերակ	Հիդրոպոնիկա			Հող (ստուգիչ)		
	Ճարպա- յուղ, %	Օմեգա 3-ը ճարպա- յուղում, %	Օմեգա3-ը բույսում, %	Ճարպա- յուղ, %	Օմեգա 3-ը ճարպա- յուղում, %	Օմեգա 3-ը բույսում, %
Հուլիս	5.1	23	1.17	4.6	27	1.24
Օգոստոս	4.0	17	0.68	3,3	20	0.66
Սեպտեմբեր	3.3	20	0.66	6.0	19	1.14
Հոկտեմբեր	3.0	19	0.57	3.5	18.5	0.65



Նկ. 1. Գանգուր կաղամբի բերքատվությունը (գ/բույս) վեգետացիայի ընթացքում

Գիտափորձերի արդյունքում պարզվել է (աղ. 2), որ մշակման պայմանները որոշակիորեն ազդել են գանգուր կաղամբի հակառադիկալային ակտիվության վրա: Ընդ որում հիդրոպոնիկ բուսահումքն օժտված է համեմատաբար բարձր ակտիվությամբ և գերազանցում է հողային տարբերակին 14%-ով: Իսկ սպիրտային էքստրակտում գումարային ֆենոլային միացությունների քանակությունը հիդրոպոնիկ բուսահումքում 25%-ով գերազանցել է հողայինին:

Աղյուսակ 2. Կալեի հակառադիկալային ակտիվությունը և գումարային ֆենոլային միացությունների պարունակությունը

Տարբերակ	Հակառադիկալային ակտիվությունը	Գումարային ֆենոլային միացությունները սպիրտային էքստրակտում, մկգ/մլ
Հիդրոպոնիկա	61.0±3.2	37.2±1.6
Հող (ստուգիչ)	53.5±0.6	29.8±0.3

Այսպիսով, անհող մշակություն կալի բուսահումքը թարմ քաշով գերազանցել է հողային մշակության: Անկախ մշակման պայմաններից, կալի տերևներում դիտվել է օմեգա 3 պոլիհագեցած ճարպաթթվի մեծ կուտակում: Վեգետացիայի ընթացքում այդ ցուցանիշի համեմատաբար մեծ կուտակում անհող և հողային մշակություն դիտվել է հուլիս ամսին: Միաժամանակ հիդրոպոնիկ բուսահումքն օժտված է համեմատաբար բարձր հակառադիկալային ակտիվությամբ և գումարային ֆենոլային միացությունների մեծ պարունակությամբ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Մայրապետյան Ս.Խ., Թովմայան Ա.Ֆ., Ալեքսանյան Զ.Ս., Թադևոսյան Ա.Ֆ., Ղալաջյան Լ.Ս., Ստեփանյան Բ.Թ., Ասատրյան Ա.Զ., Ղարադար Մ.Խ. Կալի (*Brassica Oleracea* Var. *Sabellica* L.) բերքատվությունը և դեղաբիմիական մի շարք ցուցանիշները ջրաշիթային հիդրոպոնիկայի տարբեր մոդուլներում, Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 71, 3, էջ 14-19, 2019:
2. Ананикян Г.С. Целесообразность определения содержания омега-3 Ненасыщенных кислот в жирных маслах методом ¹H-ЯМР – спектроскопии. Хим.ж.Армении, 69, 1-2, с.177-180, 2016.
3. Давтян Г.С. Гидропоника. В кн.: Справочная книга по химизации сельского хозяйства. М., Колос, с. 382-385, 1980.
4. Майрапетян С. Культура эфиромасличных растений в условиях открытой гидропонники. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 313 с., 1989.
5. Мнацаканян В.А., Ерибекаյан М.И., Ананикян В.В. Сравнительная оценка антирадикальной активности некоторых изохинолиновых алкалоидов. Глобус Науки, с. 31-33, 8, 2009.
6. Назаров П.Е., Мягкова Г.И., Гроза Н.В. Полиненасыщенные жирные кислоты как универсальные эндогенные биорегуляторы. Вестник МИТХТ, 4, 5, с.3-19, 2009.
7. Connor MJ, Ullmann D, Riddle M, Hatcher L, Smith FE, Wilson D. The hypotriglyceridemic effect of fish oil in adult-onset diabetes without adverse glucose control. Ann. N.Y. Acad. Sci., 683, p. 337-340, 1993.
8. Islam S.M., Ahmed Kh.T., Manik M.K., Wahid M.A., Kamal C.S. A comparative study of the antioxidant, antimicrobial, cytotoxic and thrombolytic potential of the fruits and leaves of *Spondias dulcis*. Asian Pac. J. Trop. Biomed., 9, 3, pp. 682-91, 2013.
9. Israel D.H., Gorlin R. Fish oils in the prevention of atherosclerosis. Journal of the American College of Cardiology. DOI: [10.1016/0735-1097\(92\)90070-4](https://doi.org/10.1016/0735-1097(92)90070-4) 1992.
10. Kale, raw Nutrition Facts & Calories - SELF Nutrition Data, 2018. <https://nutritiondata.self.com/facts/vegetables-and-vegetable-products/2461/2>
11. Lisiewska Z., Kmiecik W., Korus A. The amino acid composition of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), fresh and after culinary and technological processing. Food Chem. 108, 2, 642-648, 2008.
12. Moghrovyan A., Sahakyan N., Babayan A., Chichoyan N., Petrosyan M., Trchounian A. Essential Oil and Ethanol Extract of Oregano (*Origanum vulgare* L.) from Armenian Flora as a Natural Source of Terpenes, Flavonoids and other Phytochemicals with Antiradical, Antioxidant, Metal Chelating, Tyrosinase Inhibitory and Antibacterial Activity. *Current Pharmaceutical Design*, 25, 1809-1816, 2019.
13. Olsen H., Aaby K., Borge GI. Characterization and quantification of flavonoids and hydroxycinnamic acids in curly kale (*Brassica oleracea* L. Convar. *acephala* Var. *sabellica*) by HPLC-DAD-ESI-MSn. J. Agric. Food Chem. Apr 8, 57, 7, doi: 10.1021/jf803693t., 2009.
14. Sikora E., Bodziarczyk I. Composition and antioxidant activity of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) raw and cooked. Acta Sci. Pol. Technol. Aliment. Jul-Sep; 11, 3, 239-48, 2012.

Ստացվել է 08.02.2021



Биолог. журн. Армении, 2 (73), 2021

**ОБ ОБНАРУЖЕНИИ КОРЕЙСКОЙ ВОСТРОБРЮШКИ
HEMICULTER LEUCISCULUS (BASILEWSKY, 1855)
(CYPRINIFORMES, CYPRINIDAE) В РЕКЕ АРПА (АРМЕНИЯ)**

С.Х. ПИПОЯН¹, А.С. АРАКЕЛЯН²

¹Армянский государственный педагогический университет им. Х. Абовяна,
s.pipoyan@gmail.com

²Фонд восстановления запасов севанского икхана и развития рыбоводства

В р. Арпа, в окр. с. Арени обнаружен новый чужеродный для Армении вид рыб. На основании сравнения морфологических признаков определен его видовой статус – корейская востробрюшка *Hemiculter leucisculus*. Изучены морфологические признаки, особенности размножения и плодовитости данной рыбы в новых местах обитания. Предполагается, что корейская востробрюшка могла проникнуть в р. Арпа из р. Аракс, где была отмечена ранее. Учитывая экологическую пластичность и высокую плодовитость корейской востробрюшки, следует ожидать, что в скором времени она заселит и другие водоемы Армении.

Корейская востробрюшка – Hemiculter leucisculus – река Арпа – Армения – плодовитость

Արփա գետում՝ Արենի գյուղի հարակից տարածքներում, հայտնաբերվել է Հայաստանի համար նոր օտարածիկ ձկնատեսակ: Ձևաբանական հատկանիշների համեմատության հիման վրա պարզվել է, որ այդ ձկնատեսակը պատկանում է կորեական սրափորիկին *Hemiculter leucisculus*: Ուսումնասիրվել են նրա ձևաբանական և բազմացման առանձնահատկությունները, բեղունության ցուցանիշները բնակության նոր վայրում: Ենթադրվում է, որ կորեական սրափորիկը Արփա գետ է ներթափանցել Արաքս գետից, որտեղից նա նախկինում հայտնի էր: Հաշվի առնելով կորեական սրափորիկի էկոլոգիական ճկունությունն արտաքին միջավայրի պայմանների նկատմամբ և մեծ բեղունությունը՝ կարելի է սպասել, որ այս տեսակը շուտով կբնակեցնի Հայաստանի այլ ջրակալներ ևս:

Կորեական սրափորիկ – Hemiculter leucisculus – Արփա գետ – Հայաստան – բեղունություն

A new fish species, alien to Armenia, was discovered in the surroundings of Areni in the Arpa River. Based on the comparison of morphological characteristics, this species status was determined as a sharpbelly *Hemiculter leucisculus*. The morphological characteristics, characteristics of reproduction and fertility of this fish in new habitats have been studied. It is assumed that the sharpbelly could penetrate into the River Arpa from River Araks, where it had been noted earlier. Considering the ecological flexibility and high fertility of the sharpbelly, it is feasible to inhabit other freshwaters of Armenia soon.

Sharpbelly – Hemiculter leucisculus – Arpa river – Armenia – fecundity

Во время ихтиологических исследований, проведённых в 2020 г. в р. Арпа, нами обнаружены востробрюшки, рыбы рода *Hemiculter* Bleeker 1860, ранее не отмечавшиеся в водоёмах Армении [7]. Рыбы данного рода из семейства карповых (Cyprinidae) распространены в водоёмах Китая, Гонконга, Северной и Южной Кореи, Японии, Монголии, Тайваня, Вьетнама и Дальнего Востока России [3, 9, 10].

Один из видов востробрюшек – корейская востробрюшка *Hemiculter leucisculus* (Basilewsky, 1855) случайно занесена в водоемы Казахстана, Таджикистана, Афганистана, Ирака, Ирана, Северного Кавказа (Дагестан, Россия), а в последние годы обнаружена и в различных реках Азербайджана, в том числе и в среднем течении р. Аракс [9].

Цель настоящей статьи – определение вида-вселенца и приведение данных по его морфологии и отдельных вопросов биологии в р. Арпа.

Материал и методика. Исследуемые особи востробрюшек ($n=30$) были выловлены рыболовом любителем А. С. Варданием рыболовецкой удочкой на участке р. Арпа в окр. с. Арени (координаты – $39^{\circ}43'04.0''N$ $45^{\circ}08'43.3''E$, Вайоцзорская область, Армения) и фиксированы 4%-ным формалином. Морфометрические и биологические показатели рыб (возраст, генерации икринок, коэффициент зрелости) исследовали общепринятыми ихтиологическими методами [1, 8]. Последние 2 ветвистых луча спинного и анального плавников принимали как один. Половую зрелость рыб определяли по шкале стадий зрелости гонад для костных рыб [1]. Для определения плодовитости просчитывалась 0,2-граммовая навеска икры в IV и VI-IV стадиях зрелости гонад. Статистический анализ проведен согласно общепринятым методам [6] с использованием пакета Statsoft statistica ver. 12.9.

В работе использованы следующие обозначения: A – число ветвистых лучей в анальном плавнике, aA – антеанальное расстояние, aD – антедорсальное расстояние, aP – антепекторальное расстояние, aO – длина рыла, aV – антевентральное расстояние, Ci – длина нижней лопасти хвостового плавника, Cm – длина средних лучей хвостового плавника, Cs – длина верхней лопасти хвостового плавника, D – число ветвистых лучей в спинном плавнике, hc – высота головы у затылка, H – наибольшая высота тела, h – наименьшая высота тела, hA – высота анального плавника, hD – наибольшая высота спинного плавника, io – ширина лба (межглазничного промежутка), L – общая длина тела (мм), l – длина тела от вершины рыла до конца чешуйного покрова (мм), lA – длина основания анального плавника, lC – длина головы, ID – длина основания спинного плавника, Li – длина кишечника, II_1 – число чешуй в боковой линии, II_2 – число чешуй над боковой линией, II_3 – число чешуй под боковой линией, II_4 – число чешуй на хвостовом стебле, IP – длина грудного плавника, lpc – длина хвостового стебля, IV – длина брюшного плавника, O – горизонтальный диаметр глаза, M – средняя арифметическая, m – ошибка средней арифметической, n – число особей в выборке, Oop – заглазничное расстояние головы, $P(l)$ – число лучей в левом грудном плавнике, $P(r)$ – число лучей в правом грудном плавнике, pD – постдорсальное расстояние, PV – расстояние между основаниями грудного и брюшного плавниками, $sp.br.$ – число тычинок на первой жаберной дуге; $sp.br.ex$ – число тычинок на первой жаберной дуге с внешней стороны, $sp.br.in$ – число тычинок на первой жаберной дуге с внутренней стороны, Q – масса тела (г), t – критерий Стьюдента, $V(l)$ – число ветвистых лучей в левом брюшном плавнике, $V(p)$ – число ветвистых лучей в правом брюшном плавнике, VA – расстояние между основаниями брюшного и анального плавниками, $Vert.$ – число позвонков, $Vert.a$ – число туловищных позвонков, $Vert.c$ – число хвостовых позвонков.

Результаты и обсуждение. Описание. Тело удлинненное, слегка сжатое с боков и покрытое легко опадающей чешуей. Рот конечный. Челюсти одинаковой длины. Оконечность рта приходится на одном уровне с верхним краем глаза. Задний край нижней челюсти под вертикалью переднего края глаза. Спинной плавник начинается несколько позади основания брюшных, короткий, с гладкой острой колючкой, однако на вершине включенной в мягкую ткань. Высота спинной колючки менее длины головы. Анальный плавник удлинненный, без колючки. Грудные плавники длинные, но не достигают основания брюшных, а последние не достигают основания анального плавника. Хвостовой плавник сильно выемчатый. Брюхо с килем, не покрытым чешуей от основания грудных плавников до анального отверстия. Боковая линия берёт начало от верхней части жаберной крышки, опускается вниз до середины расстояния между грудным и брюшным плавником, далее

идёт параллельно нижней части тела, достигнув середины хвостового стебля, загибается вверх до уровня позвоночника и далее простирается до конца чешуйного покрова.

Таблица 1. Морфомерические признаки корейской востробрюшки р. Арпа

Признаки	Самки (n=21)					Самцы (n=9)					t
	M	m	Variance	min	max	M	m	Variance	min	max	
<i>Q</i>	19.00	1.34	35.70	11	34	17.11	3.13	78.61	8	35	0.55
<i>L</i>	126.48	2.90	168.00	106.3	150	121.06	7.18	412.06	93	151.7	0.70
<i>I</i>	105.21	2.45	119.70	88.4	127.1	101.02	6.02	289.56	77	128.4	0.65
<i>Il₁</i>	51.33	0.41	3.33	48	56	52.33	0.61	3.00	50	55	1.36
<i>Il₂</i>	9.38	0.15	0.45	8	11	9.33	0.18	0.25	9	10	0.21
<i>Il₃</i>	2.43	0.11	0.26	2	3	2.56	0.19	0.28	2	3	0.58
<i>Il₄</i>	12.86	0.18	0.63	12	14	12.89	0.33	0.86	12	14	0.09
<i>D</i>	6.95	0.05	0.05	6	7	7.00	0.00	0.00	7	7	0.98
<i>A</i>	11.57	0.17	0.56	10	13	11.33	0.35	1.00	10	13	0.61
<i>P (r)</i>	12.90	0.07	0.09	12	13	12.78	0.24	0.44	12	14	0.52
<i>P (l)</i>	12.90	0.07	0.09	12	13	12.89	0.21	0.36	12	14	0.07
<i>V (r)</i>	7.62	0.11	0.25	7	8	7.78	0.16	0.19	7	8	0.83
<i>V (l)</i>	7.67	0.11	0.23	7	8	7.67	0.18	0.25	7	8	0.00
<i>Sp.br.ex</i>	15.71	0.43	3.61	13	20	16.11	0.33	0.86	15	18	0.74
<i>Sp.br.in</i>	24.38	0.44	3.85	20	27	24.22	0.42	1.44	22	26	0.26
<i>Vert_a</i>	20.62	0.26	1.35	19	24	20.33	0.43	1.50	19	22	0.57
<i>Vert_c</i>	20.81	0.31	1.96	18	24	21.22	0.34	0.94	20	23	0.89
<i>Vert</i>	41.43	0.22	0.96	39	43	41.56	0.36	1.03	40	43	0.30
% <i>I</i>											
<i>aO</i>	5.95	0.07	0.10	5.37	6.70	5.62	0.15	0.18	5.07	6.46	1.95
<i>O</i>	5.94	0.10	0.21	5.16	6.67	5.81	0.18	0.27	5.02	6.69	0.63
<i>Oop</i>	12.32	0.15	0.43	10.52	13.86	11.64	0.37	1.09	10.12	12.99	1.72
<i>lc</i>	24.33	0.15	0.45	23.21	26.15	23.61	0.43	1.46	22.39	26.53	1.60
<i>hc</i>	13.62	0.20	0.81	10.94	15.02	13.34	0.42	1.41	11.18	14.90	0.60
<i>io</i>	6.87	0.08	0.12	6.00	7.55	6.55	0.18	0.25	5.86	7.55	1.67
<i>aD</i>	53.00	0.30	1.81	50.73	56.33	52.26	0.68	3.73	49.95	56.40	0.99
<i>aP</i>	23.80	0.18	0.61	22.65	25.34	23.81	0.28	0.64	22.79	25.10	0.03
<i>aV</i>	48.78	0.32	2.08	45.79	50.98	48.44	0.66	3.47	45.47	50.30	0.46
<i>aA</i>	72.18	0.31	1.91	68.87	75.00	70.77	0.80	5.16	67.47	73.99	1.64
<i>pD</i>	39.53	0.26	1.36	38.07	41.88	39.69	0.66	3.47	36.68	41.67	0.23
<i>H</i>	23.82	0.29	1.67	21.13	25.34	22.89	0.31	0.77	21.30	24.03	2.18
<i>dH</i>	11.80	0.25	1.21	10.15	13.96	10.83	0.35	0.99	9.05	12.77	2.27
<i>h</i>	8.80	0.11	0.23	7.98	9.52	9.12	0.19	0.28	8.31	9.87	1.48
<i>lpc</i>	18.27	0.32	1.99	13.43	19.82	19.71	0.58	2.67	17.21	21.85	2.20
<i>dpc</i>	7.07	0.17	0.60	5.77	8.69	7.40	0.17	0.22	6.75	7.94	1.41
<i>ID</i>	8.50	0.16	0.49	7.00	9.65	8.39	0.26	0.56	7.11	9.04	0.38
<i>hD</i>	16.53	0.30	1.81	12.66	19.29	16.74	0.26	0.54	15.73	17.99	0.53
<i>IA</i>	11.40	0.11	0.23	10.75	12.66	11.57	0.27	0.60	10.44	12.73	0.58
<i>hA</i>	10.42	0.22	0.96	8.26	12.44	10.40	0.37	1.08	9.12	12.55	0.05
<i>IP</i>	21.92	0.19	0.75	20.20	23.65	20.62	0.48	1.83	19.45	23.93	2.51
<i>IV</i>	15.13	0.16	0.54	13.72	16.60	14.88	0.36	1.03	13.90	16.99	0.64
<i>PV</i>	26.81	0.29	1.71	24.25	29.66	26.17	0.65	3.37	23.11	29.28	0.91
<i>VA</i>	24.45	0.34	2.36	19.98	26.93	23.36	0.61	3.01	20.78	26.17	1.55
<i>Cs</i>	20.89	0.26	1.38	19.37	23.62	20.28	0.47	1.74	18.30	23.01	1.15
<i>Ci</i>	22.86	0.35	2.39	20.46	26.44	22.25	0.54	2.35	19.63	25.10	0.95
<i>Cm</i>	9.51	0.26	1.31	7.92	12.35	8.88	0.26	0.55	7.97	10.29	1.70
<i>Li</i>	113.06	2.98	177.32	90.95	137.59	99.99	6.64	353.2	79.02	128.1	1.79
% <i>Ic</i>											
<i>aO</i>	24.46	0.29	1.65	22.18	26.41	23.84	0.62	3.05	21.77	27.30	0.91
<i>O</i>	24.43	0.45	4.02	21.13	28.37	24.72	1.11	9.88	18.93	29.86	0.24
<i>Oop</i>	50.64	0.50	5.01	44.71	57.20	49.28	1.10	9.75	44.60	53.96	1.12
<i>hc</i>	55.96	0.76	11.70	45.50	60.80	56.48	1.38	15.20	49.30	62.50	0.33
<i>io</i>	28.23	0.33	2.11	25.11	30.31	27.75	0.67	3.54	25.82	31.91	0.65

Глоточные зубы крючковато изогнутые, трехрядные. Встречаются следующие варианты формулы глоточных зубов (n=22) – 2.4.5-4.4.2 (13,6%), 2.4.4-4.4.2, 2.4.4-5.3.2, 2.4.4-5.4.2, 3.4.5-4.3.2 (по 9.1%), 1.3.4-4.4.2, 1.3.4-5.4.2, 1.3.5-5.4.2, 1.4.5-

4.4.1, 1.4.5-4.3.2, 2.3.4-4.3.2, 2.3.4-5.3.2, 2.3.5-4.3.2, 2.3.5-4.4.2, 2.4.5-4.3.2, 2.4.4-5.4.1 (по 4.5%). Жаберные тычинки короткие. На первой жаберной дуге с внешней стороны их число колеблется от 13 до 20, с внутренней стороны – от 20 до 27. Остальные морфометрические признаки востробрюшек р. Арпа приведены в табл. 1.

Спина серая с голубым отливом, бока и брюхо – серебристые. Спинной и хвостовой плавники темносерые, грудные – серые, брюшные и анальный – бесцветные или светлосерые. Ирис глаз серебристый с желтоватым оттенком (рис. 1).



Рис. 1. Корейская востробрюшка из р. Арпа (окр. с. Арени), 20.06.2020 г.

Мелкие рыбы, с длиной тела обычно до 15 см. Однако отдельные особи могут достигать более 20 см длины. Так, самый крупный экземпляр из р. Арпа имел длину тела 20.2 см.

Сравнительные замечания. По своим внешним морфологическим признакам и пределами варьирования основных морфометрических признаков особи востробрюшки р. Арпа соответствуют описанию корейской востробрюшки *Hemiculter leucisculus* (Basilewsky, 1855), указанных в различных литературных источниках [2, 3, 4]. Исходя из этого, мы относим обнаруженных нами в р. Арпа особей к корейской востробрюшке. Учитывая, что данный вид в последние годы случайно интродуцирован и широко распространен в соседних с Арменией странах – в Азербайджане и Иране [9], нами проведен сравнительный анализ морфометрических признаков востробрюшек р. Арпа и р. Виляжчай (Азербайджан) [9] для выявления популяционной изменчивости морфометрических признаков данной рыбы. Согласно нашим данным, сравниваемые выборки статистически достоверно отличаются по многим меристическим (6 из 9 изученных) и пластическим (15 из 23 изученных) признакам (табл. 2). В целом, корейские востробрюшки из р. Арпа в отличие от рыб р. Виляжчай имеют более мелкую чешую, меньшее число ветвистых лучей в анальном плавнике и тычинок на первой жаберной дуге, большее число позвонков. Особо следует указать на высокотелость востробрюшек р. Арпа: по наибольшей высоте тела обнаруживается хиатус между сравниваемыми выборками. Мы предполагаем, что такие различия в большей мере являются следствием особенностей гидробиологических условий местообитаний двух сравниваемых выборок. Так, корейская востробрюшка из р. Виляжчай имеет сравнительно узкое туловище [9], что, видимо, связано с ее обитанием в речных условиях. Изученные же нами востробрюшки проникают в р. Арпа из соседнего водохранилища Арпачай во время весенних разливов и уходят отсюда снова в водохранилище, когда вода снова спадает в летнее время. По крайней мере, начиная со второй половины июля востробрюшка уже не встречается на исследуемом участке р. Арпа (устное сообщение А. Варданяна). Вышесказанное свидетельствует о высокой экологической пластичности данного вида рыб к разнообразным внешним условиям обитания,

ния, что, в частности, объясняет широкое распространение и многочисленность корейской востробрюшки за пределами ее ареала.

Таблица 2. Сравнение морфометрических признаков востробрюшек из различных мест обитания

Признаки	р. Арпа, Армения (n=30)				р. Виляжчай, Азербайджан (n=55) [9]				t
	M	m	min	max	M	m	min	max	
<i>l</i>	103.96	2.39	77	128.4	94.7	0.81	84	107	3.66
<i>ll₁</i>	51.63	0.34	48	56	50.4	0.25	46	54	2.93
<i>ll₂</i>	9.37	0.11	8	11	8.4	0.05	8	9	7.75
<i>ll₃</i>	2.47	0.09	2	3	1.3	0.04	1	2	11.40
<i>D</i>	6.97	0.03	6	7	7	7	7	7	0.01
<i>A</i>	11.50	0.15	10	13	12.3	0.08	11	13	4.65
<i>P</i>	12.90	0.07	12	14	12.6	0.06	12	13	3.13
<i>V</i>	7.67	0.09	7	8	7.9	0.08	7	8	1.95
<i>sp.br.</i>	15.83	0.31	13	20	17.1	0.18	16	22	3.54
<i>Vert</i>	41.47	0.18	39	43	38.7	0.1	38	41	13.40
% <i>l</i>									
<i>lc</i>	24.12	0.17	22.39	26.53	23.6	0.06	22.3	25.6	2.88
<i>aD</i>	52.77	0.29	49.95	56.40	52.8	0.09	50.5	54.8	0.08
<i>aV</i>	48.68	0.29	45.47	50.98	47.4	0.10	45.7	50.1	4.19
<i>aA</i>	71.76	0.33	67.47	75.00	68.8	0.11	66.8	72.4	8.50
<i>pD</i>	39.57	0.26	36.68	41.88	39.5	0.11	37.2	42	0.27
<i>H</i>	23.54	0.23	21.13	25.34	18.2	0.07	16.7	19.5	22.10
<i>h</i>	8.90	0.09	7.98	9.87	9.1	0.07	8.2	10.2	1.72
<i>lpc</i>	18.70	0.30	13.43	21.85	19.4	0.09	17.4	20.8	2.25
<i>ID</i>	8.47	0.13	7.00	9.65	9.7	0.07	8.3	10.7	8.30
<i>hD</i>	16.59	0.22	12.66	19.29	17.7	0.12	15.7	20.5	4.43
<i>lA</i>	11.45	0.11	10.44	12.73	12.5	0.11	9.9	14.6	6.84
<i>hA</i>	10.42	0.18	8.26	12.55	10.7	0.10	11.7	12.2	1.37
<i>IP</i>	21.53	0.22	19.45	23.93	22.2	0.11	19.9	24.6	2.73
<i>IV</i>	15.05	0.15	13.72	16.99	15.8	0.07	14	17.6	4.46
<i>PV</i>	26.62	0.28	23.11	29.66	24.3	0.08	22.9	26.8	8.08
<i>VA</i>	24.12	0.31	19.98	26.93	21.9	0.08	20.6	24	7.01
<i>Cs</i>	20.71	0.23	18.30	23.62	21.1	0.12	19.8	24.6	1.51
<i>Ci</i>	22.68	0.29	19.63	26.44	23.3	0.11	21.3	26.3	2.03
% <i>lc</i>									
<i>aO</i>	24.28	0.267	21.77	27.30	27.7	0.15	25.7	30.5	11.19
<i>O</i>	24.52	0.436	18.93	29.86	26.9	0.11	24.0	28.9	5.30
<i>Oop</i>	50.23	0.475	44.60	57.20	46.0	0.18	44.0	49.8	8.33
<i>hc</i>	56.12	0.652	45.50	62.50	58.3	0.11	55.2	61.1	3.30
<i>io</i>	28.09	0.293	25.11	31.91	29.1	0.15	27.2	31.4	3.07

Половой диморфизм морфометрических признаков и соотношение полов. При сравнении морфометрических признаков самок и самцов достоверных различий не обнаружены (табл. 1). В изученной выборке численно преобладали самки, которые составляли 70.0% всех изученных особей (n=30). Преобладание самок корейской востробрюшки более чем в 2 раза в летние месяцы наблюдается и в других местах обитания этих рыб, что совпадает с их периодом размножения [5, 11].

Размножение и плодовитость. По нашему предположению, начало периода размножения корейской востробрюшки в условиях р. Арпа наступает в мае, когда уровень воды в русле реки достигает своих максимальных значений. Так как корейская востробрюшка принадлежит к порционно нерестующимся рыбам, ее нерестовой период растянут во времени [5]. Так, часть изученных нами самок востробрюшки уже отметали икру (28.6 %), а у остальных самок (71,4 %) в яичниках были обнаружены две цитоморфологические группы икринок (n=21), из которых численно преобладали икринки первой генерации. Показатели индивидуальной абсолютной плодовитости, размеров икринок, коэффициента зрелости самок и самцов в зависимости от возраста, длины и массы тела приведены в табл. 3, 4 и 5.

Таблица 3. Показатели индивидуальной абсолютной плодовитости (ИАП) и коэффициента зрелости (КЗ) в зависимости от возраста, длины и массы тела у самок корейской востробрюшки р. Арпа

<u>Возраст</u>	<u>l, мм</u>	<u>Q, г</u>	<u>КЗ</u>	<u>ИАП</u>	<u>n</u>
	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	
2	$\frac{99.75 \pm 2.20}{88.4 - 112.0}$	$\frac{16.00 \pm 1.14}{11.00 - 23.00}$	$\frac{10.83 \pm 1.46}{5.94 - 22.11}$	$\frac{8702.05 \pm 1747.74}{2872 - 20412}$	11
3	$\frac{123.03 \pm 1.66}{120.3 - 127.1}$	$\frac{28.50 \pm 2.56}{24.00 - 34.00}$	$\frac{8.37 \pm 3.64}{4.23 - 17.65}$	$\frac{11076.00 \pm 5286.05}{4422 - 24540}$	4
<u>Среднее</u>	$\frac{105.95 \pm 3.27}{88.4 - 127.1}$	$\frac{19.33 \pm 1.82}{11.00 - 34.00}$	$\frac{10.18 \pm 1.34}{4.23 - 22.11}$	$\frac{9335.10 \pm 1710.52}{2872 - 24540}$	15

Таблица 4. Показатели количества и размеров икринок по поколениям у различных возрастных групп самок корейской востробрюшки р. Арпа

<u>Возраст</u>	<u>I генерация икринок</u>		<u>II генерация икринок</u>		<u>n</u>
	<u>Количество (шт.)</u>	<u>Диаметр (мм)</u>	<u>Количество (шт.)</u>	<u>Диаметр (мм)</u>	
	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	
2	$\frac{6741.97 \pm 1656.28}{1560 - 19026}$	$\frac{0.72 \pm 0.01}{0.62 - 0.76}$	$\frac{1960.07 \pm 291.92}{855 - 4238}$	$\frac{0.54 \pm 0.02}{0.47 - 0.65}$	11
3	$\frac{7004.75 \pm 4181.40}{1672 - 17700}$	$\frac{0.68 \pm 0.02}{0.66 - 0.73}$	$\frac{4071.25 \pm 1157.56}{2453 - 6840}$	$\frac{0.58 \pm 0.03}{0.55 - 0.65}$	4
<u>Среднее</u>	$\frac{6812.05 \pm 1484.42}{1560 - 19026}$	$\frac{0.71 \pm 0.01}{0.62 - 0.76}$	$\frac{2523.05 \pm 414.38}{855 - 6840}$	$\frac{0.55 \pm 0.01}{0.47 - 0.65}$	15

Таблица 5. Показатели коэффициента зрелости (КЗ) в зависимости от возраста, длины и массы тела у самцов корейской востробрюшки р. Арпа

<u>Возраст</u>	<u>l, мм</u>	<u>Q, г</u>	<u>КЗ</u>	<u>N</u>
	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	$\frac{M \pm m}{lim}$	
2	$\frac{95.04 \pm 5.55}{77.0 - 119.5}$	$\frac{13.71 \pm 2.32}{8.00 - 25.00}$	$\frac{2.03 \pm 0.56}{1.00 - 5.00}$	7
3	$\frac{121.95 \pm 9.12}{115.5 - 128.4}$	$\frac{29.00 \pm 8.49}{23.00 - 35.00}$	$\frac{1.34 \pm 0.88}{0.71 - 1.96}$	2
<u>Среднее</u>	$\frac{101.02 \pm 6.02}{77.0 - 128.4}$	$\frac{17.11 \pm 3.13}{8.00 - 35.00}$	$\frac{1.87 \pm 0.44}{0.71 - 5.00}$	9

На основании широких пределов варьирования показателей индивидуальной абсолютной плодовитости и низких показателей коэффициента зрелости ко-

рейской востробрюшки р. Арпа мы предполагаем, что большинство изученных нами рыб выметала первые порции икры. Интересно, что очень близкие показатели плодовитости и размеров икринок наблюдается и у корейской востробрюшки Мингечаурского водохранилища [9].

В целом, корейская востробрюшка относится к рыбам с относительно коротким жизненным циклом, у которых повышение популяционной плодовитости может достигаться за счет раннего полового созревания, порционности нереста, сравнительно высокой индивидуальной плодовитости или особенностей нереста, способствующих низкой гибели икры и смещения соотношения полов в пользу самок [5]. Она становится половозрелым на первом году жизни при минимальной длине тела самок 4.6, а самцов – 5.1 см. Икрометание в зависимости от внешних условий обитания в пределах ареала может продолжаться с апреля до сентября, что увеличивает шансы успешного размножения данной рыбы [11].

Распространение. В Армении корейская востробрюшка нами обнаружена пока в нижнем течении р. Арпа. Мы предполагаем, что данный вид попал сюда из р. Аракс, где была обнаружена ранее [9]. Мы предполагаем также, что корейская востробрюшка в настоящее время может встречаться и в водоемах Араратской равнины на территории Армении.

Учитывая экологическую пластичность, а также высокую плодовитость и порционность нереста корейской востробрюшки, следует ожидать, что в скором времени этот чужеродный вид заселит многие водоемы Армении, став здесь очередной натурализованной и многочисленной рыбой наряду с амурским чебаком *Pseudorasbora parva* и серебряным карасем *Carassius gibelio*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Պրիцիսկի У.И. ՀԱՀԱՐԱՆԱԼՈՒԹՅՈՒՆ և ձկնաբուծություն. ՀՀ ԿԳՆ կրթության ազգային ինստիտուտ, Երևան, 256 էջ, 2012:
2. Атлас пресноводных рыб России. В 2 т., 1./ Под ред. Ю. С. Решетникова. М., Наука, 379 с., 2003.
3. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. 4-е изд. М.-Л.: Изд-во АН СССР, ч. 2, с. 469-925, 1949.
4. Васильева Е.Д., Козлова М.С. О таксономии востробрюшек рода *Hemiculter* (Cyprinidae) Советского Союза. Вopr. ихтиологии. 28, вып. 6, с. 883-895, 1988.
5. Васильева Е.Д., Потапов С.Г., Шедько С.В., Васильев В.П. Способна ли ханкайская востробрюшка *Hemiculter lucidus* (Cyprinidae) размножаться с помощью гиногенеза. Вopr. Ихтиологии. 51, вып. 2, с. 231-238, 2011.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия. Учебное пособие для биол. спец. вузов, 4-е изд., перераб. и доп. М., Высшая школа, 352 с., 1990.
7. Пипоян С.Х. Ихтиофауна Армении: этапы формирования и современное состояние. ISBN 978-3-8473-9977-3, 548 с., 2012.
8. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 376 с., 1966.
9. Mustafayev N.J., Ibrahimov Sh.R., Levin B.A. Korean sharpbelly *Hemiculter leuciscus* (Basilewsky, 1855) (Cypriniformes, Cyprinidae) is a new species of Azerbaijan fauna//Russian Journal of Biological Invasions, 2015, Vol. 6, No. 4, pp. 252–259.
10. Nitta M., Kawai K., Nagasawa K. First Japanese record of the sharpbelly *Hemiculter leuciscus* (Basilewsky, 1855) (Cypriniformes: Cyprinidae) from Okayama Prefecture, western Honshu// Biogeography 19. Sep. 20, p.17-20, 2017.
11. Wang T., Jakovli I, Huang D., Wang J.-G., Shen J.-Z. Reproductive strategy of the invasive sharpbelly, *Hemiculter leuciscus* (Basilewsky 1855), in Erhai Lake, China// Journal of Applied Ichthyology. 32, p. 324-331, 2016.

Поступила 03.03.2021



Биолог. журн. Армении, 2 (73), 2021

**МОРФОЛОГИЯ ПЫЛЬЦЫ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ
ПОДСЕМЕЙСТВА *SALSOLOIDEAE* (CHENOPODIACEAE)
ФЛОРЫ ЮЖНОГО ЗАКАВКАЗЬЯ.
I. РОДЫ *SEIDLITZIA* BUNGE И *NOAEA* MOQ.**

А.М. АЙРАПЕТЯН, А.О. СОНЯН

Институт ботаники им. А. Л. Тахтаджяна НАН РА
alla.hayrapetyan.63@gmail.com, hasmiksonyan@gmail.com

На уровне светового (СМ) и сканирующего электронного (СЭМ) микроскопов исследована морфология пыльцы представителей родов *Seidlitzia* Bunge и *Noaea* Moq. (*Salsoloideae*, *Chenopodiaceae*) флоры Южного Закавказья. При наличии единого для всех маревых глобально-многопорового типа пыльцевых зерен, у вида *Noaea minuta* Boiss. et Bal. выявлена более крупная по размерам пыльца (17,0-22,1 мкм в диаметре), характеризующаяся также и наибольшим числом пор (20-26), в то время как у вида *N. mucronata* (Forssk.) Aschers. & Schweinf. пыльцевые зерна значительно мельче (12,2-15,6 мкм в диаметре), а число пор не превышает 10-17. Установлено также, что в пределах вида *N. mucronata* у пыльцы подвида *N. mucronata* subsp. *mucronata* число пор не превышает 14-ти, в то время как у *N. mucronata* subsp. *leptoclada* (Woron.) Assadi указанное число колеблется в пределах 14-17. Вид *Seidlitzia florida* (Bieb.) Bunge ex Boiss. довольно близок к виду *Noaea mucronata* как по размерам пыльцевых зерен (10,1-15,1 мкм в диаметре), так и по числу пор (7-14).

*Морфология пыльцы – Chenopodiaceae – Salsoloideae –
Seidlitzia – Noaea – Южное Закавказье*

Իրականացվել է Հարավային Անդրկովկասի ֆլորայի (*Salsoloideae*, *Chenopodiaceae*) *Seidlitzia* Bunge և *Noaea* Moq. ցեղերի ներկայացուցիչների ծաղկափոշու մորֆոլոգիայի ուսումնասիրությունը լուսային (ЛУ) և սկանավորող էլեկտրոնային (ՍԷՄ) մանրադիտակների միջոցով: Ընտանիքի բոլոր ներկայացուցիչներին բնորոշ գլոբալ-բազմածանցքային տիպի ծաղկափոշի ունեցող *Noaea* ցեղի 2 տեսակներն իրարից տարբերվում են ծաղկափոշու չափերով և ծլանքների բանակով: *Noaea minuta* Boiss. et Bal. տեսակի ծաղկափոշին չափերով ավելի մեծ է (17,0-22,1 մկմ), իսկ ծլանքների բանակը տատանվում է 20-26-ի սահմաններում, այն դեպքում, երբ *N. mucronata* (Forssk.) Aschers. & Schweinf. տեսակի ծաղկափոշին շատ ավելի փոքր է (12,2-15,6 մկմ), իսկ ծլանքների բանակը չի գերազանցում 10-17-ը: Հաստատվել է նաև, որ *N. mucronata* տեսակի դեպքում *N. mucronata* subsp. *mucronata* ենթատեսակի ծաղկափոշու ծլանքների բանակը չի գերազանցում 14-ը այն դեպքում, երբ *N. mucronata* subsp. *leptoclada* (Woron.) Assadi ենթատեսակի մոտ այն տատանվում է 14-17-ի սահմաններում: *Seidlitzia florida* (Bieb.) Bunge ex Boiss տեսակը բավականին մոտ է *Noaea mucronata* տեսակին, ինչպես ծաղկափոշու չափերով (10,1-15,1 մկմ), այնպես էլ ծլանքների բանակով (7-14):

*Ծաղկափոշու մորֆոլոգիա – Chenopodiaceae – Salsoloideae – Seidlitzia –
Noaea – Հարավային Անդրկովկաս*

The palynomorphology of representatives of the genera *Seidlitzia* Bunge and *Noaea* Moq. (*Salsoloideae*, *Chenopodiaceae*) in South Transcaucasia was studied using light microscopy (LM) and scanning electron microscopy (SEM). Pollen of all investigated species are pantoporate.

Within the genus *Noaea*, pollen grains of the species *Noaea minuta* Boiss. et Bal. are 17,0-22,1 µm in diameter and pore number range from 20 to 26, while in the species *N. mucronata* (Forssk.) Aschers. & Schweinf, pollen grains are much smaller (12.2-15.6 µm in diameter), and the pore number does not exceed 10-17. Moreover, in the subspecies *N. mucronata* subsp. *mucronata*, the pore number does not exceed 14, while in *N. mucronata* subsp. *leptoclada* (Woron.) Assadi pore number ranges from 14 to 17. Species *Seidlitzia florida* (Bieb.) Bunge ex Boiss. is quite close to *Noaea mucronata* both in size of pollen grains (10,1-15,1 µm in diameter), as well as by the pore number (7-14).

*Pollen morphology – Chenopodiaceae – Salsoloideae — Seidlitzia –
Noaea – South Transcaucasia*

Подсемейство *Salsoloideae* Ulbr. (сем. *Chenopodiaceae* Vent.) в Южном Закавказье [7] представлено 13 родами и 25 видами однолетних растений, полукустарников или полукустарничков [5].

В предыдущих исследованиях нами была представлена подробная палино-морфологическая характеристика видов из ряда родов, входящих в состав рода *Salsola* L. s. l. флоры Южного Закавказья [3, 11]. Настоящая работа является следующей в ряду статей, посвященных исследованию особенностей морфологии пыльцы представителей данного подсемейства на территории Южного Закавказья и посвящена изучению пыльцы видов из родов *Seidlitzia* Bunge и *Noaea* Moq.

Представители рода *Seidlitzia* – голые однолетники, произрастающие на гипсоносных красных и желтых глинах, сухих солончаках, слабозасоленных супесчаных пространствах. В Южном Закавказье род представлен 1 видом – *S. florida* (Bieb.) Bunge ex Boiss. [5, 12].

Как отмечает Акопян [5], в ряду сорных видов, имеющих широкое распространение в Южном Закавказье, можно отметить также и *S. florida*. Однако, обладая способностью произрастать на рудеральных, сегетальных, нарушенных или окультуренных местообитаниях, данный вид, по мнению автора, считается условно сорным растением.

Указанный вид включен в списки неоэндемиков Атропатенской подпровинции и, помимо Армении, встречается также в Нахичеванской АССР, восточном Азербайджане, в северо-восточной Турции и в Иране [4].

На основе результатов молекулярно-генетического анализа Akhani et al. [16] пришли к выводу, что все виды, относящиеся к роду *Seidlitzia* sensu Iljin (1954), принадлежат к роду *Salsola* s. str., что в дальнейшем нашло свое подтверждение в исследованиях Wen et al. [25]. С другой стороны, Акопян [5] считает преждевременным укрупнение рода *Salsola* sensu Akhani et al. [16] за счет присоединения *Seidlitzia* Bunge и ряда некоторых других родов.

Род *Noaea* был описан Moquin-Tandon [22] и включал семь видов. Bunge [19], пересмотрев состав рода, признал шесть видов, а именно: *N. griffithii* Bunge, *N. spinosissima* (L.f.) Moq., *N. tournefortii* Moq., *N. daghestanica* Turcz. ex Bunge, *N. major* Bunge и *N. minuta* Boiss. et Bal. В дальнейшем Aellen [15] переводит *N. daghestanica* в состав рода *Salsola* L., принимает вид *N. tournefortii* (Spach) Aellen в качестве подвида (*N. mucronata* subsp. *tournefortii* (Spach) Aellen), а вид *N. mucronata* (Forssk.) Aschers. & Schweinf (syn. *N. spinosissima*) разделяет на два подвида. Позднее Freitag & Khani [20], на основании горизонтального характера эмбриона и ряда других признаков плода, перевели в состав рода *Salsola* также и вид *N. griffithii*.

В работе Assadi [18] для флоры Ирана приводятся три вида данного рода (*N. mucronata*, *N. major* и *N. minuta*), при этом в составе вида *N. mucronata* впервые выделены подвиды *N. mucronata* subsp. *mucronata*, *N. mucronata* subsp. *tournefortii* (Spach) Aellen и *N. mucronata* subsp. *leptoclada* (Woron.) Assadi. Впоследствии молекулярными исследованиями Akhani et al. [16] была установлена монофилетичность трех указанных выше видов, произрастающих на территории Ирана.

В Армении род *Noaea* представлен 3 видами: *N. mucronata*, *N. minuta* и *N. leptoclada* (Woron.) Pjin [12]. Однако позднее Акопян [5, 6] отмечает для Южного Закавказья в целом лишь 2 вида: *N. minuta* и *N. mucronata* с двумя подвидами, а именно: *N. mucronata* subsp. *mucronata* с колючими на концах ветвями и *N. mucronata* subsp. *leptoclada*, у которого ветви на концах не переходят в колючку.

Палинологические данные, приводимые в литературе по родам *Seidlitzia* и *Noaea* довольно немногочисленны. В частности, краткие описания морфологии пыльцы представителей маревых, и в том числе родов *Seidlitzia* и *Noaea*, полученные с помощью светового микроскопа (СМ), даны во втором томе “Флоры Армении” [2]. На уровне сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) Цымбалюк [14] была изучена морфология пыльцы вида *Noaea spinosissima* (syn. *N. mucronata*), который автор включает в тип *Horaninowia* Палиногруппы III.

В настоящей статье на уровне светового (СМ) и сканирующего электронного (СЭМ) микроскопов впервые приводятся результаты исследований морфологии пыльцы представителей родов *Seidlitzia* и *Noaea* флоры Южного Закавказья.

Материал и методика. Материалом для настоящих исследований послужила пыльца, полученная из гербария Института ботаники НАН Армении, а также с живых растений из коллекции Экспозиционного участка “Флора и растительность Армении” Института ботаники имени А. Тахтаджяна НАН РА.

Исследования особенностей морфологии пыльцы представителей родов *Seidlitzia* и *Noaea* проводились с применением светового (СМ), а также сканирующего электронного (СЭМ) микроскопов.

Для изучения на уровне светового микроскопа (AmScope) пыльцевые зерна были обработаны двумя основными методами, а именно, методом окрашивания основным фуксином [10] и упрощенным ацетоллизным методом [1].

Пыльца исследовалась при увеличении $\times 200$, $\times 400$ и $\times 1000$, а измерения проводились на 10 пыльцевых зернах по каждому образцу (в среднем 2-4 образца по каждому виду).

Микрофотографии пыльцы на уровне сканирующего электронного микроскопа (Jeol, JSM-6390) были получены в лаборатории электронной микроскопии Ботанического Института (Санкт-Петербург, Россия) методом вакуумного напыления золотом сухих неацетоллизированных пыльцевых зерен.

Подсчет числа пор. Принимая во внимание равномерное распределение пор по всей поверхности пыльцевого зерна у видов с глобально-поровым (пантопоратным) типом апертур и разделяя поверхность подобных сфероидальных пыльцевых зерен на воображаемые 6-угольные сегменты, равномерно окружающие каждую пору (рис. 1), Angelini et al. [17] предложили подсчет числа пор методом вычисления длины апофемы с последующим использованием ряда геометрических формул. При этом, согласно авторам, апофема у пантопоратных пыльцевых зерен равна половине суммы межпорового расстояния плюс усредненное значение диаметра поры (“Apothem of the hexagon is half of the sum of interpore distance plus mean pore diameter”, p. 249). В конечном счете общее число пор на поверхности каждого п. з. может быть установлено делением общей площади поверхности пыльцевого зерна на площадь одного шестиугольника (“...in order to obtain total number of pores, total area of pollen grain surface was divided by the area of one hexagon”, там же).

В настоящей работе по каждому из исследуемых образцов подсчет числа пор по методу Angelini et al. [17] проводился по 10 пыльцевым зернам.

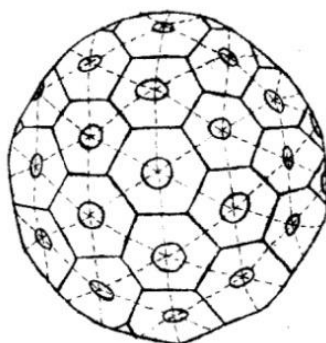


Рис. 1. Поры на поверхности п. з. и воображаемые шестиугольные участки, окружающие каждую из пор [17].

Морфологическая терминология, используемая в наших исследованиях, в основном соответствует терминологии, предложенной Эрдтманом [13], а также Куприяновой, Алешиной [8, 9].

При описании скульптурных элементов на поверхности пыльцевого зерна нами по отдельности приводится характеристика скульптуры экзины на мезопориумах (т. е. поверхности пыльцевого зерна между порами), скульптуры поровой мембраны, а также скульптуры крышечки поры, или оперкулула (если таковая имеется).

По каждому виду на уровне СЭМ проведен также подсчет числа шипиков на 1 мкм² поверхности мезопориума (на 10 участках по каждому из представленных видов).

Статистический анализ для образцов всех изученных нами видов был проведен с помощью Microsoft Excel 2016 [27] с использованием двух показателей: SD – стандартное отклонение [26, 29] и CV % – коэффициент вариации [28]. Применялась условная классификация вариабельности выборки на основе коэффициента вариации, при этом, как отмечает Gomes [21], в случае $CV \leq 10\%$ выборка является слабовариабельной, при CV% от 10% до 20% средневариабельной, $CV \geq 20\%$ – сильновариабельной, а при $CV \geq 30\%$ – отмечается самая высокая степень вариабельности.

В целом изучены и проанализированы морфологические признаки пыльцы по 13 образцам 3 видов и двух подвидов из родов *Seidlitzia* и *Noaea* (табл. 1, 2).

Изученные образцы (образцы представлены в соответствии с их расположением в гербарии ERE, а жирным шрифтом выделены принятые в настоящее время видовые названия): *Seidlitzia florida* (Bieb.) Bunge ex Boiss.: Арм. ССР, Эчмиадзинский район, с. Мецамор. 2.07.1972. Leg. А. Тахтаджян (ERE, 106912); Институт ботаники НАН РА, "Участок флоры и растительности Армении", 02.08.2017. Leg. Ж.А. Акопян (личные сборы); Арм. ССР, Ереван, Харберт, питомник озеленения. 4.08.1954. Leg. Я. Мулкиджанян (ERE, 75977); Арм. ССР, Вединский район, село Авшар, на солончаках. 18.07.1954. Leg. А. Barsegian (ERE, 91692); *Noaea minuta* Boiss. et Bal.: Армения, Наирыйский район, Зовуни, около электроподстанции. 27.08.1979. Leg. А. Барсегян (ERE, 171245); Арм. ССР, Котайкский район, Аван, полынная полупустыня. 28.07.1965. Leg. А. Барсегян (ERE, 172476); Армянская ССР, Даралаж, около сел. Микоян. 19.08.1939. Leg. А. Tahtadzjan (ERE, 56045); Армения, Котайкский район, Аван, в полынной полупустыне, 1100-1200 м над ур. м. 2.08.1965. Leg. А. Барсегян (ERE, 172478); *Noaea mucronata* (Forsk.) Asch. et Schweinf: Армения, окр. Гегаркуник близ Шоржа, на сухих склонах. 19.08.2019. Leg. Ж.А. Акопян (личные сборы); Армения, Араратский марз, окрестности сел Суренаван, правее дороги на солончаках. Leg. А. Барсегян (ERE, 170531); Армения, обл. Сюник, Мегринский район, ущелье с. Алдара, сухие склоны, 530 м. над ур. м. 13.07.1999. Leg. Э. Назарова, И. Аревшатян, В. Манабян (ERE, 172473); Арм. ССР, Егегнадзорский р-он, окр. сел Арени, Мец-дзор, сев. борт ущелья. 900-1100 м над. ур. м. 4.08.1963. Leg. Y. Y. Mulkijanian (ERE, 85851); *Noaea leptoclados* (Wor.) Iljin (= *Noaea mucronata* subsp. *leptoclada* (Woron.) Assadi): Даралагез, Кешишкенд. 15.09.1933. Leg. А. Movsessian (ERE, 7926).

Результаты и обсуждение. Описание пыльцевых зерен**Род *Seidlitzia* Bunge**

***S. florida* (M. Bieb.) Bunge** (табл. 1, фототабл. I, 1-6). Пыльцевые зерна глобально-7-14-поровые, сфероидальные, в очертании округлые или угловато-округлые, 10,1-15,1 мкм в диаметре. Поры более или менее округлые, 2,2-4,2 мкм в диаметре, погруженные, (фототабл. I, 4-6), края пор слабоволнистые; на уровне СЭМ скульптура поровых мембран регулярно шипиковатая, шипики на поверхности мембран пор расположены гуще, чем на поверхности пыльцевых зерен (фототабл. I, 6); ширина мезопориума 2,1-3,9 мкм. Экзина 0,5-1,2 мкм толщины, столбчатый слой обычно слабо выражен. Скульптура экзины густо мелкогранулярная (СМ); скульптура экзины перфорированно-шипиковатая, количество шипиков на 1 мкм² поверхности пыльцевого зерна 2-3, шипики заостренные; поверхность пыльцевого зерна волнистая (СЭМ).

Отмечается некоторая вариабельность размеров пыльцевых зерен (фототабл. I, 1).

Род *Noaea* Moq.

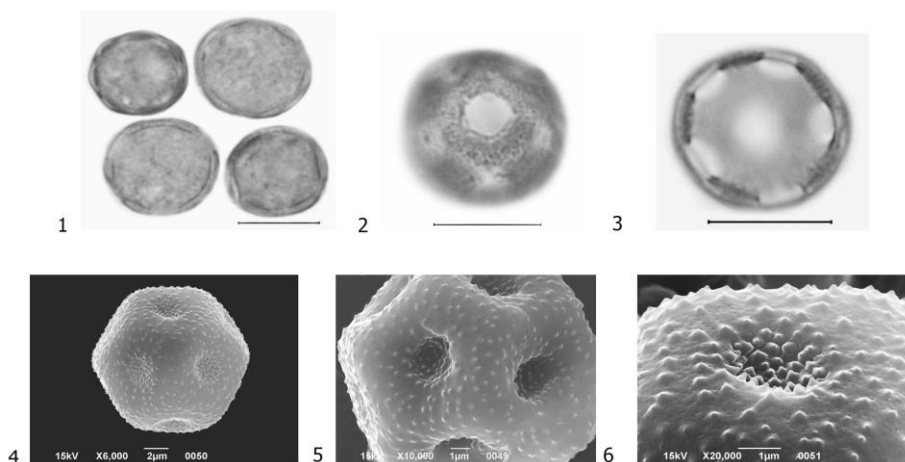
(фототабл. II, 1-17, табл. 1)

Пыльцевые зерна глобально-10-26-поровые, сфероидальные, в очертании округлые или угловато-округлые, 12,2-22,1 мкм в диаметре. Поры более или менее округлые, 2,1-3,9 мкм в диаметре, у обоих подвидов вида *N. mucronata* оперкулятные, погруженные, края пор слабоволнистые, на уровне СМ у подвида *N. mucronata* subsp. *mucronata* края пор иногда как бы окантованы одним рядом скульптурных элементов (фототабл. II, 6); на уровне СЭМ скульптура мембран пор регулярно шипиковатая, при этом шипики здесь несколько гуще, чем на поверхности пыльцевых зерен; ширина мезопориума 1,9-3,6 мкм. Экзина 0,7-1,9 мкм толщины, столбчатый слой хорошо выражен (фототабл. II, 3, 8, 14), столбики равномерно расставленные, длинные, тонкие. Скульптура экзины густо мелкогранулярная (СМ); скульптура экзины перфорированно-шипиковатая; количество шипиков на 1 мкм² поверхности пыльцевого зерна 2-4, шипики конические; поверхность пыльцевого зерна волнистая (СЭМ).

Пыльцевые зерна у изученных нами 3 видов из родов *Seidlitzia* и *Noaea*, как и у всех маревых, глобально-многопоровые, число пор варьирует в пределах 7-26, диаметр пор – в пределах 2,1-4,2 мкм. По своей форме пыльцевые зерна сфероидальные, в очертании округлые или угловато-округлые, аполярные, поверхность пыльцевого зерна волнистая. Пыльца характеризуется в основном как мелкая и варьирует в пределах 10,1-22,1 мкм. Экзина 0,5-1,9 мкм толщины, столбчатый слой четко выражен лишь у представителей рода *Noaea*, столбики здесь равномерно расставленные, длинные, тонкие. На уровне СМ у пыльцы изученных видов нами отмечена густомелкогранулярная скульптура экзины. На уровне СЭМ скульптура экзины у всех видов перфорированно-шипиковатая; число шипиков на единицу площади поверхности варьирует в пределах 2-4. Краткая палиноморфологическая характеристика представителей родов *Seidlitzia* и *Noaea* в Южном Закавказье дана в табл. 1.

Расширенный статистический анализ морфологических признаков пыльцы (табл. 2) показал, что относительно вариабельный коэффициент вариации для монотипного рода *Seidlitzia*, представленного видом *S. florida*, отмечается при выборке данных по диаметру пыльцевых зерен (10,8%) и пор (13,7%), в то время как выборка по числу пор колеблется в пределах 6,6%, т. е. является слабовариабельной.

Относительно вариабельное стандартное отклонение отмечено при выборке данных по диаметру пыльцевых зерен и числу пор (соответственно $\pm 1,4$ – $\pm 1,7$), в то время как выборка по диаметру пор не превышает $\pm 0,4$ и выглядит наиболее достоверной.



Фототаблица I. Пыльцевые зерна вида *Seidlitzia florida* (Bieb.) Bunge ex Boiss.

1-2 – общий вид п. з. (1 – варибельность размеров п. з., 2 – форма пор и скульптура экзины), 3 – экзина (СМ), 4 – общий вид п. з., 5 – фрагмент поверхности п. з., 6 – пора и скульптура экзины и поровой мембраны (СЭМ) (масштабная линейка: 1-3 – 10 мкм).

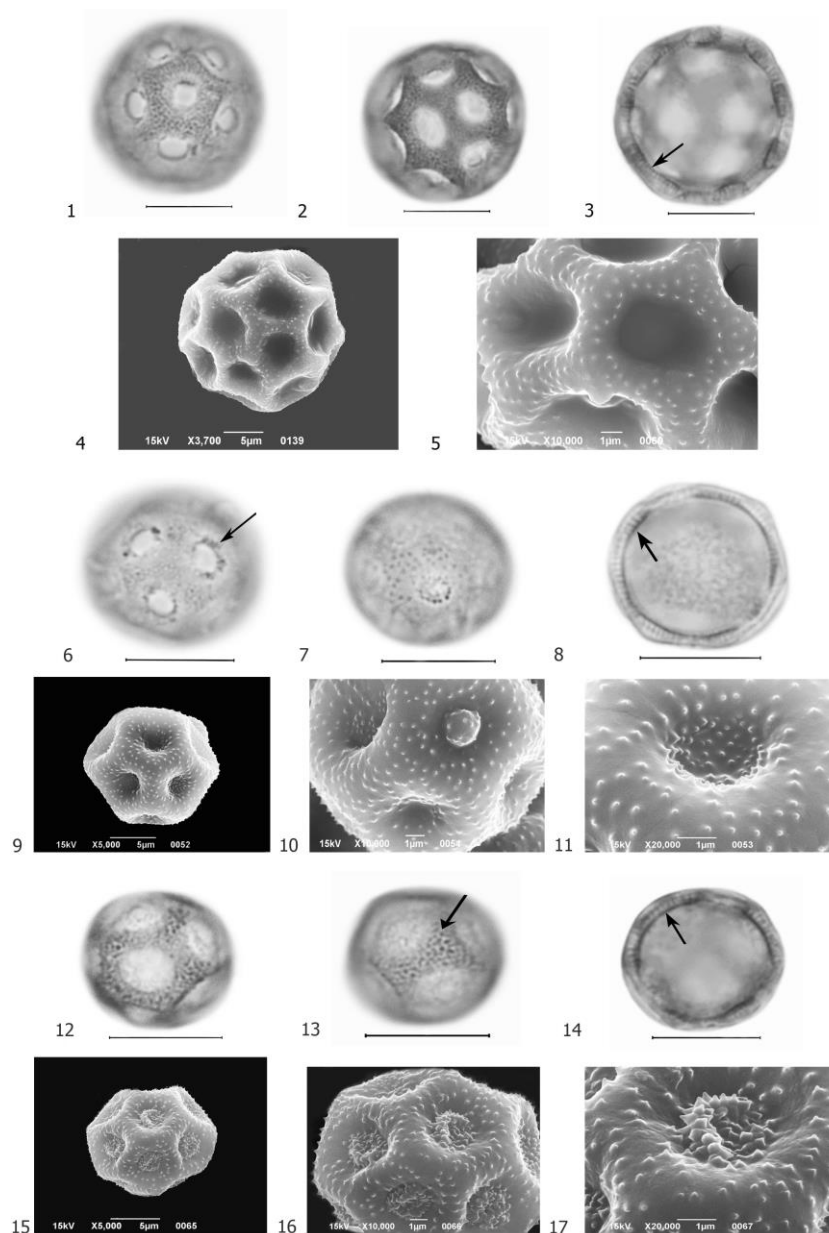
Статистический анализ морфологических признаков пыльцы показал, что относительно варибельный коэффициент вариации для рода *Noaea* в целом отмечается при выборке данных по диаметру пор (3,7-9,3%), в то время как выборка по диаметру пыльцевых зерен и числу пор не превышает 6,7%. Относительно варибельное стандартное отклонение отмечено при выборке данных по диаметру пыльцевых зерен и числу пор (соответственно $\pm 0,4-1,2$ – $\pm 0,5-1,0$), в то время как выборка по диаметру пор не превышает $\pm 0,3$ и выглядит наиболее достоверной.

Как видно из табл. 2, полученные результаты не выходят за рамки пределов достоверности данных, за исключением некоторых параметров по виду *Seidlitzia florida*. У данного вида коэффициент вариации по числу пор является средневарибельным (18,8%) вследствие нехарактерного для пыльцы данного вида числа пор, выявленного лишь у одного из четырех образцов (ERE, 91692), что, по нашему мнению, может быть обусловлено рядом причин (неверное определение таксона, неблагоприятные экологические условия и др.). Без учета этого образца коэффициент вариации по числу пор по трем другим образцам равняется 6,6%, что входит в рамки пределов достоверности данных.

Проведенный нами палиноморфологический анализ выявил определенную корреляцию между размерами пыльцевых зерен и числом пор в пределах рода *Noaea*. Так, наиболее крупная по размерам пыльца отмечается у вида *N. minuta* (17,0-22,1 мкм в диаметре), характеризующаяся также и наибольшим числом пор (20-26, в то время как у вида *N. mucronata* пыльцевые зерна значительно мельче (12,2-15,6 мкм в диаметре), а число пор не превышает 10-17.

С другой стороны, нашими исследованиями установлено также определенное различие по числу пор у пыльцы отдельных подвидов вида *N. mucronata*. В частности, у подвида *N. mucronata* subsp. *mucronata* число пор не превышает 14-ти, в то время как у *N. mucronata* subsp. *leptoclada* указанное число колеблется в пределах 14-17.

Вид *Seidlitzia florida* довольно близок к виду *Noaea mucronata* как по размерам пыльцевых зерен (10,1-15,1 мкм в диаметре), так и по числу пор (7-14).



Фототаблица II. Пыльцевые зерна некоторых видов и подвидов рода *Noaea* Moq.

- 1-5 – *N. minuta* Boiss. et Bal.: 1-2 – общий вид п. з. (форма пор, скульптура экзины),
 3 – экзина, столбчатый слой (отмечено стрелкой) (СМ), 4 – общий вид п. з.,
 5 – фрагмент поверхности п. з. (пора и скульптура экзины) (СЭМ);
 6-11 – *N. mucronata* (Forsk.) Asch. et Schweinf **subsp. *mucronata***:
 6-7 – общий вид п. з. (форма пор, скульптура экзины и мембран пор,
 6 – “окантовка” поры, отмечено стрелкой), 8 – экзина, столбчатый слой (отмечено стрелкой) (СМ),
 9 – общий вид п. з., 10 – фрагмент поверхности п. з. (одна из пор с оперкулом),
 11 – пора, скульптура экзины и поровой мембраны (СЭМ); 12-17 – *N. mucronata subsp. leptoclada*
 (Woron.) Assadi: 12-13 – общий вид п. з. (скульптура экзины и мембран пор, отмечено стрелкой),
 14 – экзина, столбчатый слой (отмечено стрелкой) (СМ), 15 – общий вид п. з.,
 16 – фрагмент поверхности п. з., 17 – пора и скульптура экзины (СЭМ)
 (масштабная линейка: 1-3, 6-8, 12-14 – 10 мкм).

Таблица 1. Палиноморфологическая характеристика представителей родов *Seidlitzia* Bunge и *Noaea* Moq. в Южном Закавказье и их распространение в Армении и Нахичеванской АР¹

Вид	Распространение		Диаметр пыльцевых зерен (мкм)	Число пор	Диаметр пор (мкм)	Толщина экзины (мкм)	Ширина мезопо- риума	Кол-во шипики в на 1 мкм ²
	Армения	Нахиче- ванская АР						
<i>Seidlitzia florida</i> (Bieb.) Bunge ex Boiss.	+	+	10,1-15,1/13,0	7-14/9	2,2-4,2/2,9	0,5-1,2/0,9	2,1-3,9/2,8	2-3
<i>Noaea minuta</i> Boiss. et Bal.	+	-	17,0-22,1/19,6	20-26/22	2,4-3,9/3,2	1,1-1,9/1,4	2,0-3,4/2,5	2-4
<i>N. mucronata</i> (Forssk.) Aschers. & Schweinf subsp. <i>mucronata</i>	+	+	12,2-15,6/14,0	10-14/13	2,1-3,6/2,7	0,7-1,2/0,9	2,1-3,6/2,6	2-4
<i>N. mucronata</i> subsp. <i>leptoclada</i> (Woron.) Assadi	+	+	14,0-15,2/14,6	14-17/15	3,0-3,9/3,3	1,0-1,4/1,2	1,9-2,5/2,2	2-4

Таблица 2. Данные статистического анализа признаков пыльцы по родам *Seidlitzia* и *Noaea*

Вид	Диаметр пыльцевых зерен (мкм)		Число пор		Диаметр пор (мкм)	
	± SD	CV%	± SD	CV%	± SD	CV%
<i>Seidlitzia florida</i>	13,0±1,4	10,8%	9±0,6 (1,7)	6,6% (18,8%)	2,9±0,4	13,7%
<i>Noaea minuta</i>	19,6±1,2	6,1%	22±0,5	2,3%	3,2±0,3	9,3%
<i>N. mucronata</i> subsp. <i>mucronata</i>	14,0±0,9	6,4%	13±0,5	3,8%	2,7±0,1	3,7%
<i>N. mucronata</i> subsp. <i>leptoclada</i>	14,6±0,4	2,7%	15±1,0	6,7%	3,3±0,3	9,1%
Интервалы вариаций ± SD и C _v %	±0,4-1,4	2,7-10,8%	±0,5-1,0	2,3-6,7%	±0,1-0,4	3,7-13,7%

¹ После косой линии в таблице приведены усредненные данные, полученные при измерении 10 пыльцевых зерен

По диаметру пор существенных различий у изученных нами трех видов нами не наблюдалось. На основе данных, полученных с помощью СЭМ, в пределах отдельных видов не выявлено также значительной варибельности количества шипиков на поверхности мезопориумов.

Статистический анализ данных по пяти морфологическим признакам (на уровне СМ), а именно диаметр пыльцевых зерен, число и диаметр пор, толщина экзины, ширина мезопориума выявил, что из первых трех признаков наименее варибельной (в соответствии с анализом коэффициента вариации) является выборка данных по числу пор (2,3-6,7%), а также по диаметру пыльцевых зерен (2,7-10,8%), в то время как коэффициент вариации по диаметру пор является средне-варибельным (3,7-13,7%). Тем не менее, полученные результаты не выходят за рамки пределов достоверности данных.

По двум другим признакам пыльцы, а именно толщина экзины и ширина мезопориума, существенных различий при проведении статистического анализа данных, как и в предыдущих исследованиях [23, 24], не отмечалось.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аветисян Е.М. Упрощенный ацетолитный метод обработки пыльцы. Бот. журн., 35, 4, с. 385-387, 1950.
2. Аветисян Е.М., Манукян Л.К. Описание пыльцы родов из сем. Chenopodiaceae. Тахтаджян А.Л. (ред.). Флора Армении, 2. Ереван, 520 с., 1956.
3. Айрапетян А.М., Сонян А.О. Палиносистематика некоторых представителей рода *Salsola* L. sensu lato флоры Южного Закавказья. Takhtajania, 6, с. 47-63, 2020.
4. Аюбян Ж.А. Биология *Seiditzia florida* (Bieb.) Boiss. (Chenopodiaceae). Бот. журн., 68, 6, с. 788-794, 1983.
5. Аюбян Ж.А. Биолого-морфологические особенности и таксономический состав семейства маревых (Chenopodiaceae Vent.) в Южном Закавказье. Автореф. дисс. ... док. биол. наук. Ереван, 49 с., 2013.
6. Аюбян Ж.А. Биолого-морфологическое исследование представителей рода *Noaea* (Chenopodiaceae) в Армении. Фл., растит., раст. рес. Армении, 17, с. 99-101, 2009.
7. Ильин М.М. (ред.). Флора СССР, 1. Ленинград, 302 с., 1934.
8. Куприянова Л.А., Алешина Л.А. Палинологическая терминология покрытосеменных растений. "Наука", Ленинград, 84 с., 1967.
9. Куприянова Л.А., Алешина Л.А. Пыльца и споры растений флоры европейской части СССР. I. "Наука", Ленинград, 171 с., 1972.
10. Смольянинова Л.А., Голубкова В.Ф. К методике исследования пыльцы. Докл. АН СССР, 75, 1, с. 125-126, 1950.
11. Сонян А.О. Новые данные к морфологии пыльцы ряда видов из родов *Caroxylon* Thunb., *Kaviria* Akhani et E.H. Roalson и *Kali* Mill. (сем. Chenopodiaceae Vent.). Биол. журн. Армении, 70, 4, с. 69-74, 2018.
12. Тахтаджян А.Л., Мулкиджян Я.И. Сем. Chenopodiaceae. Тахтаджян А.Л. (ред.). Флора Армении, 2. Ереван, с. 222-393, 1956.
13. Эрдтман Г. Морфология пыльцы и систематика растений. Москва, 486 с., 1956.
14. Цимбалюк З.М. Палиноморфологія представників родини Chenopodiaceae Vent. (для цілей систематики й спорово-пилкового аналізу). Автореф. дисс. ... канд. біол. наук. Київ, 21 с., 2005 (на укр. яз.). (Цимбалюк З.Н. Палиноморфологія представників семейства Chenopodiaceae Vent. (для цілей систематики й спорово-пилкового аналізу). Автореф. дисс. ... канд. біол. наук. Київ, 21 с., 2005).
15. Aellen P. Ergebnisse einer botanisch-zoologischen Sammelreise durch Iran. Botanische Ergebnisse III: Chenopodiaceae: Noaea. -Mitt. Basler Bot. Ges., 1, 1, p. 10-14, 1953.
16. Akhani H., Edwards G., Roalson E.H. Diversification of the old world *Salsola* s. l. (Chenopodiaceae): Molecular phylogenetic analysis of nuclear and chloroplast data sets and a revised classification. Int. J. Plant Sci., 168, 6, p. 931-956, 2007.

17. Angelini P., Bricchi E., Gigante D., Poponessi S., Spina A., Venanzoni R. Pollen morphology of some species of Amaranthaceae s. lat. common in Italy. Fl. Medit., 24, p. 247-272, 2014.
18. Assadi M. A revision of the genus *Noaea* Moq. (Chenopodiaceae) in Iran. Iran. Journ. Bot., 8, 1, p. 23-33, 1999.
19. Bunge A.I. Anabasearum revisio. Mem. Acad. Imper. Scien. St. Petersburg., 74, 11, p. 23-28, 1862.
20. Freitag, H., Khani Kh. *Salsola griffithii* (Chenopodiaceae) comb. nova. – a remarkable species from the sand deserts of SW. Asia. Pl. Syst. Evol., 155, p. 49-54, 1987.
21. Gomes F.P. Curso de estatística experimental. Nobel, São Paulo, 467p., 1985.
22. Moquin- Tandon A. *Noaea* in DC. Prodr. Parisiis, 13, 2, p. 207-210, 1849.
23. Sonyan H.H. Statistical analysis of the basic morphological characteristics of pollen on the example of some representatives of the Chenopodiaceae Vent. family. Electronic Journal of Natural Sciences (eJNS) of NAS RA of Armenia, 1 (34), p. 18-21, 2020.
24. Sonyan H.H., Hayrapetyan A.M. Statistical analysis of the basic morphological characteristics of pollen within the limits of genus *Salsola* L. sensu lato in South Transcaucasia. Electronic Journal of Natural Sciences (eJNS) of NAS RA of Armenia, 36,1, p. 4-8, 2021.
25. Wen Z.B., Zhang M.L., Zhu G.L., Sanderson S.C. Phylogeny of *Salsola* s. l. (Chenopodiaceae) based on DNA sequence data from ITS, psbB-psbH, and rbcL, with emphasis on taxa of northwestern China. Plant Syst. Evol., 288, p. 25-42, 2010.
26. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ntes/4538/%D0%A1%D0%A2%D0%90%D0%9D%D0%94%D0%90%D0%A0%D0%A2%D0%9D%D0%9E%D0%95>
27. <https://microsoft-excel-2016.ru.softonic.com>
28. <https://studfiles.net/preview/5316293/page:3/>
29. <https://www.khanacademy.org/math/probability/data-distributions-a1/summarizing-spread-distributions/a/calculating-standard-deviation-step-by-step>

Поступила 01.04.2021



Биолог. журн. Армении, 2 (73), 2021

К ОСОБЕННОСТЯМ МОРФОЛОГИИ ПЫЛЬЦЫ РЕДКОГО ЭНДЕМИЧНОГО ВИДА *GLADIOLUS HAJASTANICUS* GABRIELIAN (IRIDACEAE) ФЛОРЫ АРМЕНИИ

А.Г. МУРАДЯН

Институт ботаники им. А. Л. Тахтаджяна НАН РА
alla.muradyan.1991@mail.ru

В статье впервые приводятся результаты исследования особенностей морфологии пыльцы редкого эндемичного вида флоры Армении *Gladiolus hajastanicus* Gabrielian с применением светового (СМ) и сканирующего электронного (СЭМ) микроскопов.

Морфология пыльцы – эндемик – Iridaceae – Gladiolus hajastanicus

Հոդվածում ներկայացված են Հայաստանի ֆլորայի *Gladiolus hajastanicus* Gabrielian հազվագյուտ էնդեմիկ տեսակի ծաղկափոշու մորֆոլոգիական առանձնահատկությունների ուսումնասիրության արդյունքները լուսային (ЛУ) և սկանավորող էլեկտրոնային (УЭУ) մանրադիտակների մակարդակով:

Ծաղկափոշու մորֆոլոգիա – էնդեմիկ – Iridaceae – Gladiolus hajastanicus

Pollen morphology of a rare endemic species of the flora of Armenia *Gladiolus hajastanicus* Gabrielian was studied for the first time using light microscopy (LM) and scanning electron microscopy (SEM).

Pollen morphology – endemic – Iridaceae – Gladiolus hajastanicus

Полиморфное и довольно крупное и широко распространенное семейство Iridaceae Juss. охватывает приблизительно 72-80 родов и примерно 2250-2300 видов.

В Армении семейство представлено 3 родами (*Crocus* L., *Iris* L. и *Gladiolus* L.) и 28 видами, 12 из которых включены во второе издание Красной книги растений Республики Армения [7]. Из указанных 12 видов два вида (*Gladiolus dzhavakheticus* Eristavi, *Iris iberica* Hoffm.) являются эндемиками Закавказья, а *Iris grossheimii* Woronow ex Grossh. – эндемик Южного Закавказья [7].

В пределах рода *Gladiolus* в целом отмечается около 250-280 видов, а в Армении этот род объединяет 9 видов, из них *G. hajastanicus* Gabrielian – один из эндемичных видов флоры Армении, описание которого впервые было дано в 10 томе флоры Армении [3]. В Красную книгу растений Армении [7] вид включен как находящийся под угрозой исчезновения (категория EN) с указанием необходимости мониторинга состояния популяции.

G. hajastanicus встречается в Севанском, Гегаркуникском, Дарелегисском и Зангезурском флористических районах в среднем и верхнем горных поясах на вы-

соте 1800-2900 м над ур. м., среди скал, на травянистых склонах, задерненных влажных или послелесных лугах и субальпийском дубовом криволесье [3].

В настоящей работе впервые приводятся результаты исследований морфологии пыльцы вида *Gladiolus hajastanicus* на уровне светового (СМ) и сканирующего электронного (СЭМ) микроскопа.

Материал и методика. Материалом для настоящих исследований послужила пыльца, полученная из гербария Института ботаники НАН Армении (ЕРЕ). Изучение особенностей морфологии пыльцы вида *G. hajastanicus* проводилось с применением светового (СМ), а также сканирующего электронного (СЭМ) микроскопов.

Для изучения на уровне светового микроскопа (AmScope) пыльцевые зерна были обработаны двумя основными методами, а именно, методом окрашивания основным фуксином [5] и упрощенным ацетолизным методом [1].

Следует отметить, что нами выявлены некоторые различия в данных, полученных при исследовании общей формы и размеров пыльцевых зерен, а также ширины борозды после обработки по каждому из указанных выше методов. Так, после обработки фуксином пыльцевые зерна принимают более округлую форму, а после ацетолизной обработки становятся продолговатыми, в связи с чем полученные данные по длине полярной оси, большого, а также малого экваториальных диаметров и ширине борозды значительно варьируют. Одним из объяснений может служить дегидратация пыльцы после ацетолизной обработки, однако подобное явление нами было отмечено также и при исследовании неацетолитизированной пыльцы на уровне СЭМ (см. микрофотографии 10 и 12 в фототаблице I).

В связи с вышесказанным, при указании отдельных параметров пыльцы в описаниях представлены интервалы усредненных данных, полученных при измерении ацетолизированных и окрашенных фуксином пыльцевых зерен на уровне СМ, а также необработанных пыльцевых зерен при исследовании на СЭМ. Подробные сведения по этим параметрам (при исследовании на уровне СМ) представлены в табл.1.

Пыльца исследовалась при увеличении x200, x400 и x1000, измерения проводились на 10 пыльцевых зернах (как ацетолизированных, так и окрашенных фуксином) по каждому из изученных образцов.

Микрофотографии пыльцы на уровне сканирующего электронного микроскопа (Jeol, JSM-6390) были получены в лаборатории электронной микроскопии Ботанического Института (Санкт-Петербург, Россия) методом вакуумного напыления золотом сухих неацетолизированных пыльцевых зерен.

Морфологическая терминология, используемая в наших исследованиях, в основном соответствует терминологии, предложенной Эрдтманом [6], Куприяновой, Алешиной [4], а также Бобровым и др. [2].

Изученные образцы: *Gladiolus hajastanicus* Gabrielian: Армения, Ехегнадзорский р-н, Вайоцзорский марз от села Кавушуг к с. Гюлидуз (Вардаовит) 15. 06. 2003. Leg. Таманян, Файвуш (ЕРЕ, 151978); Armenia, province Vayots' Dzor, valley of river Yeghegis, along road from Hermon to Vardaovit, 0,9 km EENE of Hermon, 1975 m s. m. 39°52'48"N45°26'27"E, 2016.06.14. Leg. E. Vitek, M. Oganessian, G. Fayvush. 16 – 0883 (ЕРЕ, 192829); Armenia, Vayots dzor province, Vayk distr., side of volcano Vayots Sar, loc. Topasi Dalik, 4 km SWW of village Karmrashen, 2400 m s. m. 39°48'N45°29'E. Leg. M. Barkaworth, F. Smith, E. Gabrielian, A. Nersesyan (ЕРЕ, 152470); Ехегнадзорский р-н, Вайоцзорский марз, от села Кавушуг (Ирмон) к с. Гюлидуз (Вардаовит) 15.06.2003. Leg. Таманян, Файвуш (ЕРЕ, 151979).

Результаты и обсуждение.

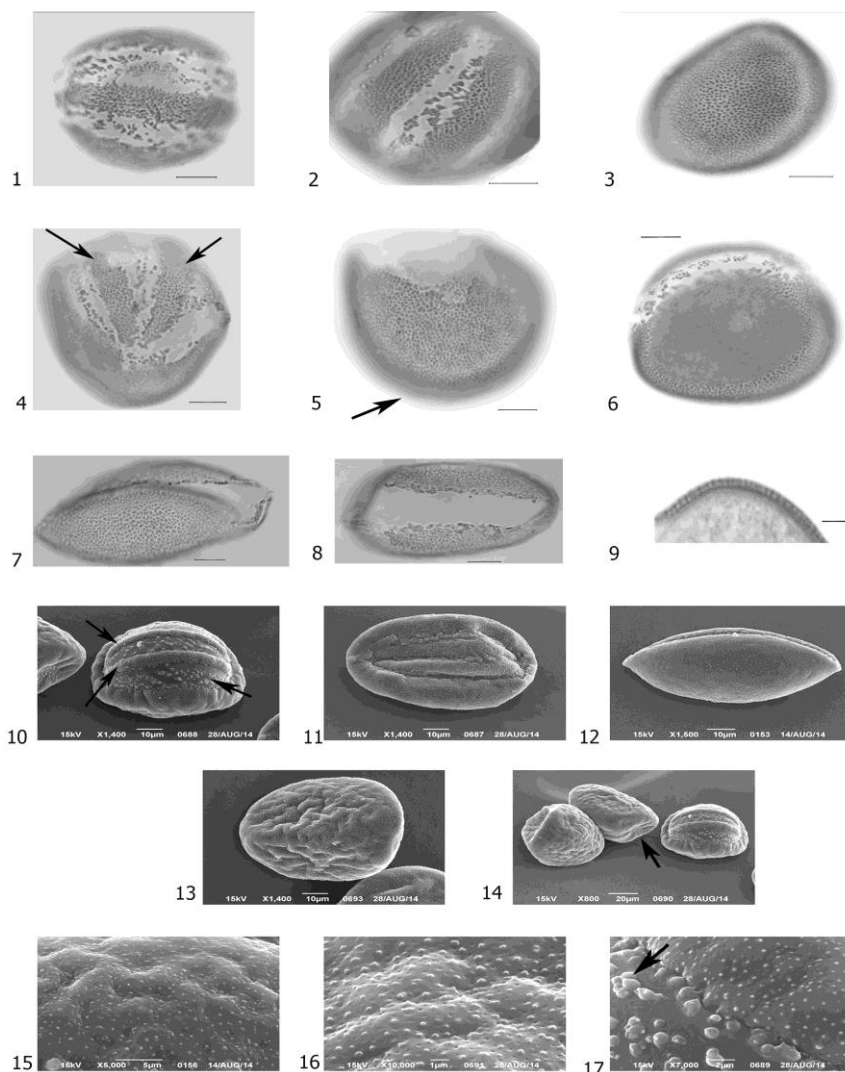
Род *Gladiolus* L.

G. hajastanicus Gabrielian

(табл. 1, фототабл. I, 1-17)

Пыльцевые зерна (п. з.) дистально-1-бороздные, лодочковидные, килеватые, киль широкий, закругленный (фототабл. I, 5), или округло-угловатый (фототабл. I, 4); в очертании с экватора п. з. двояковыпуклые, в очертании с полюса – эллиптические; полярная ось (п. о.) 33,8-47,2 мкм, большой экваториальный диаметр (б. э. д.) 60,4-67,7 мкм, малый экватори-

альный диаметр (м. э. д.) 41,2-47,3. Борозда длинная, достигает концов пыльцевых зерен, широкая (15,8-35,4 мкм), с неровными, изрезанными краями; характерно наличие бороздного оперкулума, представленного двумя полосками скульптурированной экзины на поверхности борозды, перемежающимися участками бороздной мембраны (фототабл. I, 1, 2, 4, 10, 11); скульптура мембран борозд нерегулярно бородавчатая, бородавки часто собраны в группы (СМ, СЭМ) (фототабл. I, 1, 2, 6, 10, 17).



Фототаблица I. Пыльцевые зерна вида *Gladiolus hajastanicus* Gabrielian

1-2 – дистальный полюс, борозды с 2-полосным оперкулумом, 3 – проксимальный полюс, 4-5 – п. з. со стороны малого экваториального диаметра (м. э. д.) (4 – 2-х полосный бороздный оперкулум, отмечено стрелками), 6 – б. э. д., или латеральная сторона п. з. (1-6 – фуксин), 7 – латеральная сторона, 8 – дистальный полюс, 9 – экзина, столбчатый слой (7-9 – ацетоллиз) (СМ), 10 – скульптура бороздной мембраны и оперкулума, 11 – дистальный полюс, 12 – латеральная сторона, 13 – проксимальный полюс, 14 – группа п. з. (м. э. д., отмечено стрелкой), 15-17 – скульптура экзины и бороздной мембраны (СЭМ) (масшт. линейка: 1-8 – 10 мкм, 9 – 5 мкм)

Экзина тонкая, 1,6-1,7 мкм толщины, столбчатый слой четко выражен, столбики равномерно расставленные, тонкие, длинные, на концах шаровидно закругленные (фототабл. I, 9). Скульптура общей поверхности п. з. и на бороздных оперкулах густо мелкогранулярная (СМ); скульптура общей поверхности густо перфорированно-шипиковатая, шипики конические, с заостренными, иногда слабо закругленными концами (СЭМ); поверхность п. з. в латеральных областях волнистая (фототабл. I, 12), переходящая на проксимальном полюсе в извилисто-мелкоскладчатую (фототабл. I, 13).

Таблица 1. Некоторые палиноморфологические данные по виду *Gladiolus hajastanicus* Gabrielian при различных методах обработки пыльцевых зерен на уровне светового микроскопа (СМ)¹

	Фуксин	Ацетолиз
Полярная ось (мкм)	26,0-58,8 / 47,2	20,5- 50,2 / 33,8
Большой экваториальный диаметр (б. э. д.) (мкм)	51,5- 69,3 / 60,4	57,9 - 80,8 / 67,7
Малый экваториальный диаметр (м. э. д.) (мкм)	40,8 - 54,4 / 47,3	32,7 - 51,8 / 41,2
Ширина борозды (мкм)	10,7- 52,4 / 35,4	5,6-31,1 / 15,8

Полученные данные могут внести определенный вклад в работу по выявлению причин сокращения численности некоторых (и особенно эндемичных) видов растений, в частности, методом подсчета процента тератной (т.е. уродливой, недоразвитой) пыльцы, образованной вследствие негативного воздействия техногенных или иных факторов окружающей среды.

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Аветисян Е.М. Упрощенный ацетолизный метод обработки пыльцы. Бот. журн., 35, 4, с. 385-387, 1950.
2. Бобров А.Е., Куприянова Л.А., Литвенцева М.Б., Тарасевич В.Ф. Споры папоротникообразных и пыльца голосеменных и однодольных растений флоры европейской части СССР. Ленинград, 207 с., 1983.
3. Габриэлян Э.Ц., Оганесян М.Э. Сем. Iridaceae. Флора Армении. A. R. G. Gantner Verlag KG Ruggell/Liechtenstein, 10, 610 с., 2001.
4. Куприянова Л.А., Алешина Л.А. Палинологическая терминология покрытосеменных растений. “Наука”, Ленинград, 84 с., 1967.
5. Смольянинова Л.А., Голубкова В.Ф. К методике исследования пыльцы. Докл. АН СССР, 75, 1, с. 125-126, 1950.
6. Эрджман Г. Морфология пыльцы и систематика растений. Москва, 486 с., 1956.
7. Tatanyan K., Fayvush G., Nanagyulyan S., Danielyan T. (eds.). The Red Data Book of plants of RA. Yerevan: Zangak, 598 p., 2010.

Поступила 06.04.2021

¹ После косой линии в таблице приведены усредненные данные, полученные при измерении 10 пыльцевых зерен



Biolog. Journal of Armenia, 2 (73), 2021

PECULIARITY OF EXOINULINASE OF A NOVEL PRODUCER OF CITRIC ACID FROM INULIN

I.E. MELKUMYAN¹, R.S. HOVHANNISYAN¹, N.S. KHACHATURYAN²,
L.S. MARKOSYAN^{1,*}

¹Institute of Microbiology of the Scientific and Production Center “Armbiotechnology” of NAS of Armenia

²Microbial Depository Center of the SPC “Armbiotechnology” of NAS of Armenia

*lmark@sci.am

This paper presents the results of research of biochemical and physicochemical properties of extracellular inulinase synthesized by the new citric acid producer *Aspergillus niger*-1 (12000). A method for the isolation of extracellular homogeneous inulinase from the culture broth has been developed. It was revealed that this exoinulinase, possessing at the same time invertase activity ($I/S=1.14$), showed inulolytic activity and stability in a wide range of pH (3.0-7.0) and temperature (20-50 °C). The metal ions $MnCl_2$, $NaCl$, $MgSO_4$, $CoCl_2$ partially increase, and $FeCl_3$, $ZnSO_4$, $AgNO_3$ suppress or completely inhibit the catalytic activity of exoinulinase. The molecular weight is 63 kDa which is typical for inulinases produced by the strains belonging to the genus *Aspergillus*. Fructose and glucose, which are the end products of enzymatic hydrolysis of inulin, indicate the exo-type action of the studied exoinulinase, as well as the possibility of its application in biotechnology for the production of various products from inulin. The revealed properties of this exoinulinase are also important for the optimization of the processes of citric acid synthesis by *Aspergillus niger*-1 from inulin under varying conditions of the fermentation.

Exoinulinase – inulin – invertase – citric acid

Սույն աշխատանքում ներկայացված են կիտրոնաթթվի նոր արտադրիչ *Aspergillus niger*-1-ի արտաբջջային ինուլինազայի կենսաքիմիական և ֆիզիկաքիմիական հատկությունների հետազոտությունների արդյունքները: Մշակվել է միջավայրից արտաբջջային միատարր ինուլինազայի մեկուսացման եղանակ: Պարզվել է, որ Նշված էկզոինուլինազը, որը միաժամանակ ինվերտազային ակտիվություն ունի ($I / S=1.14$), ցուցաբերում է ինուլինը տարրալուծող ակտիվություն ու կայունություն pH 3.0-7.0 և ջերմաստիճանի 20-50°C պայմաններում: Նշված ցուցանիշների բարձրացումը կամ նվազեցումը ճնշում է ֆերմենտի գործունեությունը: Ցույց է տրվել, որ $MnCl_2$, $NaCl$, $MgSO_4$, $CoCl_2$ մետաղների իոնները մասամբ խթանում են, իսկ $FeCl_3$, $ZnSO_4$, $AgNO_3$ -ը ճնշում կամ ամբողջովին արգելակում են ֆերմենտի կատալիտիկ ակտիվությունը: Մոլեկուլային զանգվածը՝ 63kDa, համահունչ է *Aspergillus* տեսակին պատկանող շտամների ինուլինազների տվյալներին: Ֆրուկտոզը և գլյուկոզը՝ որպես ինուլինի ֆերմենտային տարրալուծման վերջնական արգասիքներ, վկայում են նրա ազդեցության էկզոտեսակի, ինչպես նաև ինուլինից տարբեր պրոդուկտների ստացման կենսատեխնոլոգիաներում կիրառման հնարավորությունների մասին: Նշված էկզոինուլինազի բացահայտված հատկությունները կարևոր են նաև *Aspergillus niger*-1 կիրառմամբ ինուլինից կիտրոնաթթվի սինթեզի գործընթացների օպտիմալացման համար ֆերմենտացիայի միջավայրի փոփոխվող պայմաններում:

Էկզոինուլինազ – ինուլին – ինվերտազ – կիտրոնաթթու

В настоящей работе представлены результаты исследований биохимических и физико-химических свойств внеклеточной инулиназы, синтезируемой новым продуцентом лимонной кислоты *Aspergillus niger-1*. Разработан способ выделения внеклеточной гомогенной инулиназы из среды культивирования гриба. Выявлено, что указанная экзоинулиназа, обладающая одновременно инвертазной активностью ($I/S=1.14$), проявляет инулолитическую активность и устойчивость в широком диапазоне pH 3.0-7.0 и при температуре 20-50°C. Повышение или понижение указанных параметров подавляют активность фермента. Показано, что ионы металлов $MnCl_2$, $NaCl$, $MgSO_4$, $CoCl_2$ частично повышают, а $FeCl_3$, $ZnSO_4$, $AgNO_3$ подавляют или полностью ингибируют каталитическую активность. Молекулярная масса 63КДа характерна для инулиназ продуцируемыми штаммами рода *Aspergillus*. Фруктоза и глюкоза, являющиеся конечными продуктами ферментативного гидролиза инулина, свидетельствуют об экзо- типе действия изучаемой экзоинулиназы, а также о возможности ее применения в биотехнологии для получения различных продуктов из инулина. Выявленные свойства указанной экзоинулиназы важны также для оптимизации процессов синтеза лимонной кислоты штаммом *Aspergillus niger-1* при меняющихся условиях среды ферментации.

Экзоинулиназа – инулин – инвертаз – лимонная кислота

Inulinases are biocatalysts of great practical importance and are classified according to the type of their action on inulin: endo-inulinases (β -D-fructan-fructanohydrolase, EC3.2.1.7) and exo-inulinases (β -D-fructopyranoside fructose hydrolase, EC3.2.1.8) - splitting inulin with the formation of inulo-oligosaccharides and fructose, glucose, respectively. Inulinase producers are mainly fungi, yeast and bacteria. Comprehensive research of inulinases produced by microorganisms belonging to various systematic groups of microorganisms was carried out. It was found that there were significant differences in the physicochemical and biochemical properties of inulinases synthesized by various strains of microorganisms, including the strains belonging to the same genus [1-14]. The production of biofuels, fructose-glucose syrup, fructose, inulooligofructans, cycloinulofructans and other products from inulin (polyfructan), widely distributed in plants belonging to the families *liliacea*, *Compositae*, *Amaryllidace*, *Asteraceae*, was carried out by microorganisms having inulinase activity. [1-2, 13-18]. However, currently there is no microbiological technology for the direct bioconversion of inulin by the same strain into citric acid, which is widely used in the food, chemical and pharmaceutical industries. It should be noted that the main raw material of industrial production of citric acid is molasses.

Previously, we have isolated a new original strain *Aspergillus niger-1* (#12000) performing one-step bioconversion of inulin into citric acid [19, 20]. To optimize the processes and develop an efficient biotechnology for the bioconversion of inulin into citric acid, it is necessary to reveal the biochemical, physicochemical features of *Aspergillus niger-1* exoinulinase, which is the main goal of this research.

Materials and methods. Microorganism: The producer of exoinulinase and citric acid *Aspergillus niger-1* (# 12000) was isolated by the screening of the strains of genus *Aspergillus* isolated from the rhizosphere of *Jerusalem artichoke* and stored in the collection of microorganisms in the Microbial Depository Center of the SPC "Armbiotechnology" of NAS of Armenia [19, 20].

Enzyme Assay

Isolation of exoinulinase: To isolate extracellular inulinase, the strain of *Aspergillus niger-1* was cultivated in a 3-liter bioreactor in Czapek's medium: (g/L) $NaNO_3$ -2.0, KH_2PO_4 -1.0, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ -0.5, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ -0.001, KCl - 0.5 and inulin - 15 as the only source of carbon, pH 6.0 at a temperature of 30 °C, aeration 0.8 l/min. for 4-5 days. The enzyme was isolated from the culture broth by the method developed by us (research results).

The homogeneity of the enzyme was determined by disk electrophoresis in polyacrylamide gel [21].

Molecular weight of extracellular inulinase was determined by gel filtration on a Sephadex G200 column (1.5x55 cm).

Determination of inulolytic and invertase activity of extracellular inulinase: Inulolytic activity was measured by the amount of fructose formed as a result of inulin hydrolysis by exoinulinase. The incubation medium contained 1 ml of an inulinase solution, 2 ml of a 3% inulin solution in 0.1 M acetate buffer, pH was 5.5. The mixture was incubated at 50°C for 30 min. The reaction was stopped by heating the incubation medium at 100°C for 5 min. The amount of resulted fructose was determined by the Somogy method [22]. One unit of enzyme activity was defined as the amount of enzyme which produced 1 μ mol of fructose for 1 min.

The invertase activity was determined under the indicated conditions using 2 ml of a 3% sucrose solution as a substrate.

Determination of the optimal temperature of enzyme activity: The incubation medium containing 1 ml of exoinulinase solution and 2 ml of 3% inulin in 0.1 M acetate buffer, pH - 5.0 was incubated at different temperatures (20-70 °C) for 30 minutes. Then after heating the mixture at 100°C for 5 min. the enzyme activity was measured by the amount of reducing sugars in the inulin hydrolyzate [21].

Determination of thermostability of exoinulinase: One ml of enzyme solution was preincubated at different temperatures (20-70°C) for 30 min. Then 2 ml of a 3% inulin solution was added to the cooled solutions. After incubation at 50°C for 30 min. and heating at 100°C for 5 minutes, the residual enzyme activity was determined.

Determination of the effect of pH on exoinulinase activity: Enzyme solutions containing 3% inulin were incubated at different pH values (3.0-7.0) for 30 min at 50°C. The reaction was stopped by heating the tubes at 100°C for 5 min, and the enzyme activity was measured.

Determination of pH stability of exoinulinase: Enzyme solutions in acetate buffer at different pH values (3.0–7.0) were preincubated for 30 min. at 50°C. Then the exoinulinase activity was measured after adding inulin (3%) and incubating at 50°C for 30 min.

Determination of the products of enzymatic hydrolysis of inulin: The hydrolyzate content was analyzed by high performance liquid chromatography (HPLC) on a Shimadzu 2010 C analyzer, Ultkon PS-80-H column, 2x250 mm, mobile phase 0.1 mM acetate buffer/acetonitrile 1:5, pH - 5.8, rate flow - 1ml/min. The measurements were carried out according to the refractometric index (RI).

Determination of the effect of metal ions on the activity of enzyme: Enzyme solutions in 0.1M acetate buffer, pH - 5.5 with various metal ions (10^{-3} M) were preincubated at 30 °C for 60 min. Then after adding inulin (3%) to the solutions and incubating the mixtures at 50°C for 30 min. the activity of inulinase was measured.

Results and Discussion.

Properties of *A. niger-1* Exoinulinase

The research carried out has shown that *A. niger-1* during its growth in Czapek's medium, containing inulin as the only carbon source, bioconverts inulin into citric acid due to extracellular inulinase hydrolyzing inulin to simple sugars: fructose and glucose [19, 20]. To optimize the processes of hydrolysis of inulin and the formation of citric acid during the growth of *A. niger -1*, the studies of the biochemical and physicochemical properties of extracellular inulinase were carried out. The enzyme was isolated through the method developed by us. The culture was grown in a bioreactor in Czapek's medium containing inulin at 30 °C and aeration (0.8 L / min.) for 4 days. The biomass of the fungi was separated by the culture broth filtration with paper pulp. Then the filtrate was centrifuged (10000g/10min.) and decolorized with activated carbon. To concentrate proteins, including inulinase, the solution was passed through a column of DEAE-cellulose-52 (4x6cm), equilibrated with 0.1 M acetate buffer, at pH 5.5, followed re-adsorption by the 1M NaCl solution. The eluate was desalted by dialysis against distilled water. Further, partially purified exoinulinase was obtained by chromatography

on a DEAE-ToyoPerl 650 M (2x20 cm) column equilibrated with 0.1 M acetate buffer, pH - 5.5 (fig. 1).

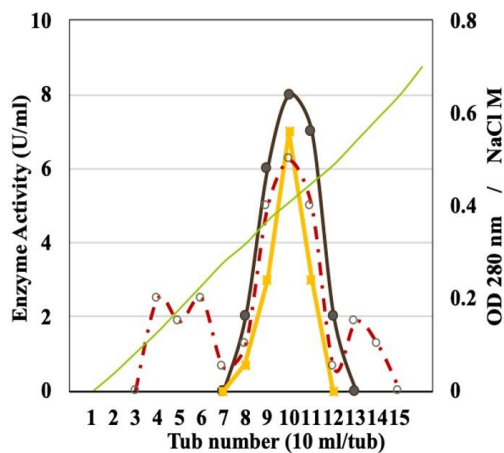


Fig. 1. Isolation of inulinase by chromatography on the DEAE-ToyoPerl 650 M column (3x8cm) equilibrated with 0.1 M acetate buffer, pH - 5.5 The linear gradient elution implemented with 0.7 NaCl solution, flow rate - 0.7ml/min. --○-- enzyme activity, --○-- protein, - NaCl, -■- Invertase activity

Fractions with inulinase activity (7-13) were combined, desalted by dialysis against distilled water and concentrated under the vacuum (at 30°C up to 15-20 ml). Then to obtain homogeneous exoinulinase, the gel chromatography on a Sephadex-G100 column (2x50 cm), equilibrated with 0.1 M acetate buffer, pH - 5.5 was carried out (fig. 2).

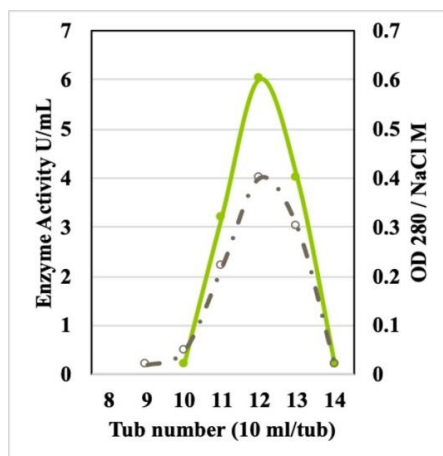


Fig. 2. Gel filtration on Sephadex-G100 column (2x50cm) equilibrated with 0.1 M acetate buffer, pH - 5.5, flow rate - 0.5 ml/min. --○-- enzyme activity, --○-- protein

Fractions with inulinase activity (10-14) were pooled and by means of polyacrylamide gel electrophoresis the homogeneity of the isolated exoinulinase was shown, the enzyme migrated as a single protein band (fig. 3).



Fig. 3. Disc electrophoresis of extracellular inulinase in polyacrylamide gel

It is well-known that the molecular weight of inulinases of microorganisms varies within a fairly wide range: 50-300 kDa [1-2, 10-13]. Our studies have shown that the molecular weight of the isolated exoinulinase is 63 kDa (fig. 4).

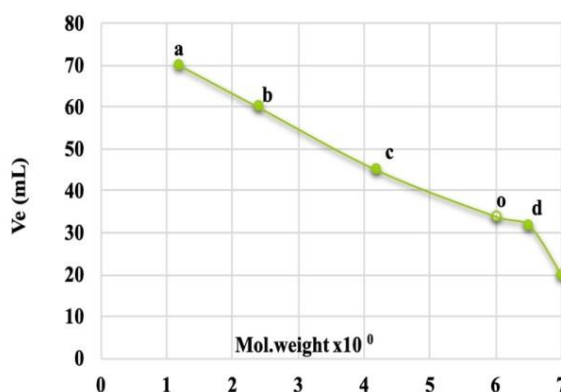


Fig. 4. Estimation of molecular weight of extracellular inulinase by gel filtration on Sephadex-G200 column (1.5x55cm). Protein markers: a-cytochrome C (12 kDa), b-trypsin C (24 kDa), c-ovalbumin C (42 kDa), d-bovine ovalbumin (66 kDa), e-gamma globulin (140 kDa), o-inulinase. The void volume of the column was determined with blue dextran

Previous studies have shown that exoinulinases synthesized by microorganisms: fungi, yeast, bacteria, overwhelmingly have also invertase activity [1-2,5,9,10] due to what the exoinulinases provide complete hydrolysis of inulin with the formation of fructose and glucose, which are very important in the production of various products from inulin: ethanol, fructose – glucose syrup, fructose, citric acid and other products. Studies have revealed that the studying extracellular inulinase also possesses invertase activity (fig. 1) and as additional evidence only fructose and glucose have been identified by HPLC in the enzymatic hydrolysate of inulin (fig. 5). The ratio of the catalytic activity of the enzyme to inulin (I) and sucrose (S) is $I/S=1.14$ (fig.1).

The presence of inulinase and invertase activity caused by the subcenter structure of the active center of exoinulinases, which provides splitting of both β -(2,1) bond between fructose monomers and α -(1,2) connection, like sucrose [23]. The obtained results also indicate that extracellular inulinase of *A. niger-1* is related to exoinulinases.

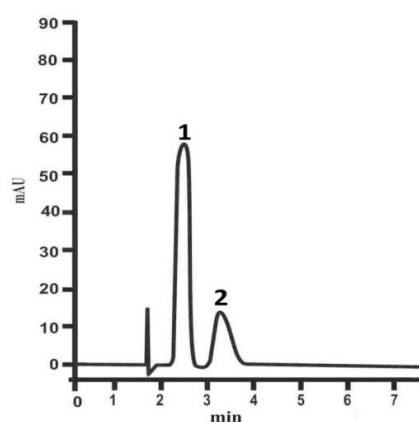


Fig. 5. Chromatography of the enzymatic hydrolysate of inulin (1-fructose, 2-glucose) analyzed by HPLC

The presence of inulinase and invertase activity caused by the subcenter structure of the active center of exoinulinases, which provides splitting of both β -(2,1) bond between fructose monomers and α -(1,2) connection, like sucrose [23]. The obtained results also indicate that extracellular inulinase of *A. niger-1* is related to exoinulinases.

Research has shown that isolated exoinulinase exhibits a sufficiently high catalytic activity already at a temperature of 30-35°C reaching a maximum activity at 45-50°C and at higher temperatures the enzyme loses activity completely being inactivated at 70 °C (fig. 6).

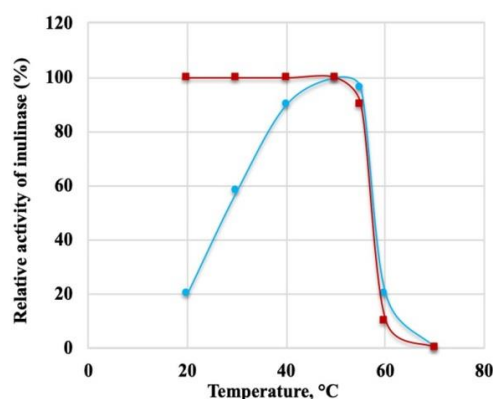


Fig. 6. Influence of temperature on exoinulinase activity (---) and thermostability (—■—)

It should be noted that for inulinases produced by different strains of *A. niger*, these parameters range from 35-60 °C [2, 10, 11, 13].

Studies of the influence of pH on the inulolytic activity of exoinulinase revealed that already at pH 3.5, the enzyme showed sufficient activity reaching a maximum at pH 5.5-6.0, and at higher pH 7.5 significant drop of activity was observed. The studied exoinulinase has also been shown to be resistant to the influence of pH of the incubation medium up to pH 6.0. A further increase in pH lowers the enzyme stability (fig. 7).

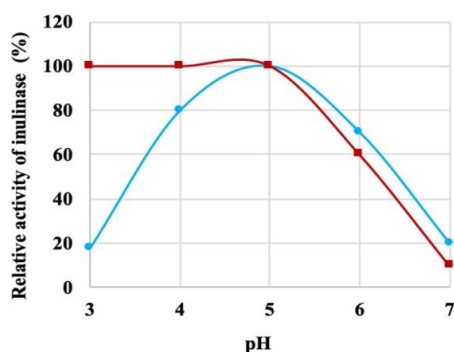


Fig. 7. Influence of pH on exoinulinase activity (—●—) and pH stability (—■—)

It is well-known that inulinases of different origin, including producers from the same genus of microorganisms, exhibit different sensitivity to different metal ions [1, 2, 10, 11, 13]. The research has shown that the ions of various divalent metals affect the catalytic activity of the studied exoinulinase (tab. 1).

Table 1. Effect of metal ions on exoinulinase and invertase activity of *A. niger-1*

Metal ions*	Relative activity (%)	
	inulinase	invertase
Control	100	100
NaCl	110	105
CaCl ₂	103	90
KCl	100	100
CuSO ₄	90	95
FeCl ₃	57	45
ZnSO ₄	80	89
MnCl ₂	120	106
MgSO ₄	105	100
CoCl ₂	110	105
AgNO ₃	0	0

Ions of NaCl, MnCl₂, CoCl₂ significantly stimulate and FeCl₂, ZnSO₄ inhibit the activity of the enzyme. Complete inhibition of activity with AgNO₃ was as in the case of other enzymes by the blocking of sulfhydryl groups in the active site of the enzymes.

It should be noted that the study of the effect of various ions on the activity of exoinulinase is important not only for the general characteristics of the enzyme, but also for practical significance in the production of citric acid from inulin-containing raw materials, since possible presence of metal ions in the extract from *Jerusalem artichoke* tubers can affect the efficiency of hydrolysis of inulin and consequently the level of bioconversion of inulin into citric acid.

The research of the biochemical, physicochemical properties of exoinulinase produced by *A. niger-1* isolated by the method developed by us, has revealed that the enzyme has a molecular weight of 63 kDa, shows sufficient high inulolitic activity at a temperature range of around 25-50°C and pH range 3.0-6.0. It has also invertase activity

and is reasonably stable in the presence of divalent cations. Fructose and glucose, which are the end products of enzymatic hydrolysis of inulin, indicate not only the exo-nature of the enzyme action, but also its possible application in biotechnology for the production of various products from inulin, as well as for the optimization of one-stage inulin bioconversion into citric acid under varying conditions of inulin fermentation by *A.niger-1*, and promote the rational use of the substrate in the fermentation process. The obtained result complements our knowledge of the distribution and properties of inulinases expressed by microorganisms.

REFERENCES

1. Vandamme E.J., Derycke D.C. Microbial inulinases: fermentation process, properties and applications, Adv. in App. Microbiol. 29, 139-176, 1983. [http://DOI:10.1016/s0065-2164\(08\)703356-3](http://DOI:10.1016/s0065-2164(08)703356-3)
2. Pandey A., Soccol C.R., Selvacumar P., Soccol V.T., Krieger N., Fontana J.D.N. Recent developments in microbial inulinases: Its Production, properties and industrial application, App. Biochem. and Biotechnol. 81, 35-52, 1999. <http://DOI:10.1385/abab:81:1:35>
3. Nascimento D.S., Valasques Junior G., Fernandes P., Riberio G.C., Lime D.M., Goes-Neto A., Oliveria R.Q., de Cassia R., Ribeiro F., de Assis S.A. Production, characterization and application of inulinase from fungal endophyte CCMB 328. Annals of the Brazilian Academy of Sciences, 84, 2-9, 2012.
4. Xia A., Zhong Guo L., Lu W.D. Alkaline inulinase production by a newly isolated bacterium Marinimicrobium sp. LS-A18 and inulin hydrolysis by the enzyme, World J. of Microbial Biotechnol. 28, 81-89, 2012. <http://DOI:10.1007/s11274-011-0794-3>
5. Laowklom N., Chantanaphan R., Pinphanichakara P. Production and characterization of inulinase from a newly isolated *Sterptomyces* sp. CP01, Natural Researches, 3, 137-144, 2012. <http://DOI:10.4236/nr.2012.33018>
6. Kumar U., Karan R., Kapoor S., Singh S.P., Khare S.K. Screening and isolation of halophilic bacteria producing industrially important enzymes, Brazilian J. of Microbiol. 43, 1595-1603, 2012.
7. Kang S., Chang Y., Oh S., Kim S. Purification and properties of an endo-inulinase from an *Arthrobacter* sp., Biotechnol. Letters, 20, 983-986, 1998. <http://doi.org/10.1023/A:1005440910352>
8. Singh P., Kaur P., Production of Inulinases: Recent advances, Food Technol. and Biotechnol. 44 (2006)151-162.
9. Zhi C., Chi Z., Zhang T., Liu G., Yue L., Inulinase-expressing microorganisms and applications of inulinases, Appl. Microbiol. Biotechnol. 82, 211-220, 2009. <http://DOI:10.1007/s00253-008-1827-1>
10. Skowronek M., Fiedurek J. Purification and properties of extracellular endoinulinase from *Aspergillus niger* 20 OSM. Food Technol. And Biotechnol. 44, 53-58, 2006.
11. Parivuguna P., Kumari P.S., Sanmughaqm S. Characterisation of inulinase from *Aspergillus niger* AM270052.1 and scale up of conditions for mass production. Inter. J. of Pharmacy and Biological Science, 9, 395-404, 2019.
12. Vijayaraghavan K., Yamini D., Ambika V., Sowgamini S. Trends inulinase production. A review. Critical Reviews in Biotechnol. 29, 67-77, 2009.
13. Kago N., Jain S.C. Production and Properties of Microbial Inulinase, Recent Advances, Food Biotechnol., 25, 165-212, 2011.
14. Nascimento D.S., Valasques Junior G., Fernandes P., Ribeiro G.C.A., Lima D.M., Góes-Neto A., Oliveira R.Q., de Cassia R., Figueiredo-Ribeiro L., de Assis S.A. Production, characterization and application of inulinase from fungal endophyte CCMB 328. Annals of the Brazilian Academy of Sciences, 84, 443-453, 2012.

-
16. *Chi Z.M., Zang T., Cao T.S., Liu X.Y., Cui W., Zhao C.H.* Biotechnological potential of inulin for bioprocesses, *Bioresour Technol.*, 102, 4295-4303, 2011. <http://DOI:10.1016/j.biortech.2010.12.086>
 17. *Neagu C., Bahrim G.* Inulinase-A versatile tool for biotechnology. *Innov. Romanian Food Biotechnol.*, 9, 1-11, 2011.
 18. *Maragrube M.B., Urite D., Kaminskaq E., Danilevich A., Viesturs U.* Inulin syrup from dries Jerusalem arishoke, *LLU Raksti* 21(315), 116-121, 2008.
 19. *Wang D., Li F.L., Wang S.A.* A one- step bioprocess for production of high-content fructo-oligosaccharides from inulun by yeast, *Carbohydr. Polim.*, 151, 1220-1226, 2016. <https://DOI: 10.1016/j.carbpol.2016.06.059>
 20. *Markosyan L.S., Hovhannisyan R.S., Melkumyan I.E., Vardanyan A.K.* Production of citric acid from *Heliantus tuberosus* by *Aspergillus niger* sp. 4th congress of European Microbiologist FEMS 2011, Geneva, June 26-30. Abstracts, pdg/1225.
 21. *Melqumyan L.E., Hovhannisyan R.S., Marksoyan L.S.* Topinambur (*Heliantus tuberosus*) as a new row material for citric acid production. Materials of the International Youth Conference “Innovation Approaches in Science, Yerevan, Armenia, 113-118, 2014.
 22. *Devis B., Ornstain L.* Disc electrophoresis. I. background and theory, *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 121, 321-349, 1964. <http://DOI:10.1111/j.1749-6632.1964.tb14213.x>
 23. *Somogyi M.* Determination of Redusing Sugar. *Methods in Enzimology*. 1966, 8, p.326.
 24. *Holyavka M., Artyukhov V., Kovaleva T.*, Structural and functional properties of inulinases: A review. *Biocatalysis and biotransformaqtion* 34, 1-17, 2016. <https://doi.org/10.1080/10242422.2016.1196486>

Received on 28.04.2021



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2 (73), 2021

ՀԱՎԱՕՔՍԻԴԱՆՏԱՅԻՆ ՖԵՐՄԵՆՏՆԵՐԻ
ԱԿՏԻՎՈՒԹՅՈՒՆԸ ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ
ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆԸ ԵՆԹԱՐԿՎԱԾ *C. GUILLIERMONDII* NP-4
ԽՄՈՐԱՍՆԿԵՐՈՒՄ

Հ.Մ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Լ.Կ. ԱՆԻԿՅԱՆ

ԵՊՀ, կենսաքիմիայի, մանրէաբանության և կենսատեխնոլոգիայի ամբիոն
hkarapetyan@ysu.am

Ջետազոտվել է ռենտգենյան ճառագայթների ազդեցությունը *C. guilliermondii* NP-4 խմորասկերում կատալազ և սուպերօքսիդիդիսմուտազ ֆերմենտների ակտիվության վրա ինչպես ճառագայթահարված, այնպես էլ հետճառագայթային վերականգնման ենթարկված բջիջներում: Ցույց է տրվել, որ ռենտգենյան ճառագայթների ազդեցությամբ խմորասկային բջիջներում հարուցվում է օքսիդային սթրես, ընթանում են հարմարվողական ռեակցիաներ և բարձրանում են կատալազ և սուպերօքսիդիդիսմուտազ ֆերմենտների ակտիվություններն այնպես, որ փոփոխվում է կատալազ/ՍՕԴ հարաբերությունն առաջինի օգտին:

Ռենտգենյան ճառագայթահարում – ռադիկալներ – կատալազ – սուպերօքսիդիդիսմուտազ

Исследовалось влияние рентгеновских лучей на активность ферментов каталазы и супероксиддисмутазы, как в облученных, так и подвергнутых пострадационной репарации дрожжевых клетках *C. guilliermondii* NP-4. Показано, что в под влиянием рентгеновских лучей в дрожжевых клетках индуцируется окислительный стресс, протекают адаптивные реакции и стимулируется активность ферментов каталазы и СОД, повышается соотношение каталаз/СОД в пользу первого.

Рентгеновское лучи – радикалы – каталаза – супероксиддисмутаза

We studied the effect of X-rays on the activity of catalase and superoxide dismutase enzymes in both the irradiated and post-radiation repaired yeast cells of *C. guilliermondii* NP-4. It was shown that under the influence of X-rays oxidative stress is induced in yeast cells, adaptive reactions occur and the activity of catalase and SOD enzymes is stimulated, and the ratio of catalase / SOD increases in favor of the first.

X-rays – free radicals – catalase – superoxide dismutase

Վերջին տարիներին կտրուկ աճել է էլեկտրամագնիսական կենսաբանության, բժշկության, էկոլոգիայի և հիգիենայի հարցերին նվիրված հետազոտությունների քանակը՝ պայմանավորված այն հանգամանքով, որ մարդածին ծագման էլեկտրամագնիսական դաշտերի գումարային լարվածությունը Երկիր մոլորակի տարբեր հատվածներում բնական ֆոնի համեմատ աճել է 2-ից 5 կարգով: Այսօր ընդունված է այն տեսակետը, որ տեխնածին էլեկտրամագնիսական դաշտերը կա թող են անբարենպաստ ազդեցություն թողնել օրգանիզմի գենետիկական կառույցների, ներզատիչ, իմունային և վերարտադրողական համակարգերի վրա [2, 6, 10]:

Ուստի կարևոր են այն ուսումնասիրությունները, որոնք կապված են իոնացնող և ոչ իոնացնող ճառագայթումների կենսաբանական ազդեցության մեխանիզմների բացահայտման հետ:

Իոնացնող ճառագայթման ազդեցությունը բջիջների վրա երկակի է և մեծամասամբ կախված է ճառագայթման չափաբաժնից: Իոնացնող ճառագայթների ազդեցությամբ օրգանիզմի հյուսվածքներում կամ բջիջներում տեղի ունեցող իոնացման հետևանքով առաջանում են գրգռված ատոմներ, մոլեկուլներ, ազատ ռադիկալներ, որոնք էլ առաջ են բերում տարբեր քիմիական ռեակցիաներ: Բջիջներում փոփոխվում են կենսաքիմիական գործընթացները, խախտվում է բջիջ բաղադրամասերի կառուցվածքը, ֆերմենտային գործընթացները ճնշվում են, արգելակվում կամ դանդաղում է հյուսվածքների աճը, և ի վերջո բջիջը կարող է մահանալ [1, 4, 6]:

Սթրեսային ախտահարումները կանխելու գործում կարևոր նշանակություն ունի սթրես սահմանափակող համակարգերի ակտիվությունը, որոնց թվին է պատկանում այնպիսի հակաօքսիդանտային ֆերմենտների գործունեությունը, ինչպիսիք են սուպերօքսիդիսմուտազը, կատալազը և պերօքսիդազը: Վերջիններս մասնակցում են թթվածնի ակտիվ ձևերի, ազատ ռադիկալների և սպիտակուցների ու լիպիդների ազատ-ռադիկալային օքսիդացման մոլեկուլային արգասիքների մակարդակի կարգավորմանը: Եվ օրգանիզմի յուրաքանչյուր բջջում գործող էնդոգեն հակաօքսիդանտային համակարգը բացառիկ դեր է խաղում օրգանիզմի և արտաքին միջավայրի փոփոխվող պայմաններում վերջինիս կենսագործունեության ապահովման համար հոմեոստազի պահպանման գործում [5, 8, 12]: Հակաօքսիդանտային ֆերմենտների ակտիվության փոփոխությունների բնույթի պարզաբանումը տարբեր գործոնների ազդեցության պայմաններում հիմք կարող է հանդիսանալ թթվածնի ակտիվ ձևերի և սպիտակուցների ապակայունացմամբ պայմանավորված ախտահարումները կանխելու և շատ դեպքերում դրանց հետևանքները շտկելու կենսաբանական եղանակների մշակման համար:

Հաշվի առնելով վերևում նշվածը՝ հետազոտությունների նպատակն է եղել ուսումնասիրել ռենտգենյան ճառագայթների ազդեցությունը *C. guilliermondii* HII-4 խմորասնկային բջիջների կատալազ և սուպերօքսիդիսմուտազ ֆերմենտների ակտիվության փոփոխությունների օրինաչափությունների վրա ինչպես բջիջների ճառագայթումից, այնպես էլ հետճառագայթային վնասվածքները վերականգնելուց հետո:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտության օբյեկտ են հանդիսացել *C. guilliermondii* HII-4 խմորասնկերը: Խմորասնկային բջիջներն աճեցվել են մանրեագերծված հեղուկ սինթետիկ սննդամիջավայրում (100 մլ ջրի հաշվարկով $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 - 50$ մգ, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 - 200$ մգ, $\text{K}_2\text{SO}_4 - 20$ մգ, $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O} - 40$ մգ) թափահարող սարքի վրա (200-250 պտ/ր), որն ապահովում է անհրաժեշտ աերացիան: Խմորասնկերի աճման համար որպես ածխածնի միակ աղբյուր օգտագործվել է 0.1 Մ D-գլյուկոզ և 3×10^{-6} գ/լ վերջնական կոնցենտրացիայով բիոտին: 24-ժամյա ինկուբացումից հետո խմորասնկային կենսազանգվածը կուլտուրալ միջավայրից առանձնացվել է ցենտրիֆուգման եղանակով (5000 պտ/ր արագությամբ, 10 ր տևողությամբ, ցենտրիֆուգ. կՄՔ-1): Խմորասնկային բջիջները թորած ջրով լվանալուց հետո որոշվել է թաց կենսազանգվածի կշիռը:

Խմորասնկային բջիջների ճառագայթահարումը ռենտգենյան ճառագայթներով:

Խմորասնկերի աճի ստացիոնար փուլում կենսազանգվածի մի մասը ենթարկվել է ճառագայթահարման DPOH-3 սարքով սենյակային ջերմաստիճանում: Ռենտգենյան խողովակի վրա կիրառված լարումը կազմել է 35 կՎ, անոդային հոսանքը՝ 15 մԱ: Գառագայթման աղբյուր է հանդիսացել Cu-ի անոդը: Ռենտգենյան ճառագայթման ալիքի երկարությունը եղել է 1.54×10^{-8} սմ, ճառագայթման ընդհանուր դոզան կազմել է 30 կՐ:

Խմորասնկային բջիջների հետճառագայթային վերականգնումը:

Գառագայթահարման ենթարկված խմորասնկային կենսազանգվածի մի մասը ենթարկվել է հետագա ինկուբացիայի՝ հետճառագայթային վերականգնմանը նպաստող պայմաններում (30°C ջերմաստիճան, 0.1 Մ գլյուկոզի առկայություն), նույն բաղադրությամբ սննդամիջավայրում, որտեղ նախքան ճառագայթահարվելը աճեցվել էր խմորասնկային կենսազանգվածը:

Կատալազ և սուպերօքսիդիսմուտազ (ՍՕԴ) ֆերմենտների ակտիվության որոշումը:

Խմորասնկային բջիջները մինչև -10°C սառեցնելուց հետո մամլվել են նախապես սառեցված մամլիչով: Մամլումից հետո ստացված բջջային հոմոգենատներում որոշվել են կատալազային ակտիվությունը մանգանաչափական եղանակով և ՍՕԴ-ի ակտիվությունը՝ ըստ ադրենալինի ինքնօքսիդացման ռեակցիայի արագության արգելակման աստիճանի [7]:

Ստացված տվյալները ենթարկվել են վիճակագրական մշակման “BIOSTAT” համակարգչային ծրագրով: Հավաստիությունը որոշվել է ըստ Ստյուդենտի t չափանիշի:

Արդյունքներ և քննարկում: Իրականացվել է կատալազ և ՍՕԴ ֆերմենտների ակտիվության համեմատական ուսումնասիրություն խմորասնկային բջիջների կենսական ցիկլի տարբեր փուլերում՝ աճի սկզբնական պահին, որը համապատասխանում է լատենտ կամ lag-փուլին, աճի 16-րդ ժամին, որը համապատասխանում է log կամ էքսպոնենցիալ փուլի ավարտին և աճի 22-րդ ժամին, որը համապատասխանում է ստացիոնար փուլին:

Կատալազը հեմ պարունակող օքսիդոռեդուկտազ դասի քրոմոպրոտեին է, ունի 24 կԴա մոլեկուլային զանգված, կազմված է մեկական հեմ (Fe^{3+} պարունակող) և մեկական ՆԱԴՖԻՀ-ի կապված մոլեկուլ պարունակող 4 ենթամիավորներից, կատալիզում է H_2O_2 -ի O-O կապի հետերոլիտիկ քայքայումը՝ առաջացնելով H_2O և O_2 ՝ դրանով թույլ չտալով, որ այն կուտակվի բջջում: Սուպերօքսիդիսմուտազը մետաղապրոտեին է և կատալիզում է սուպերօքսիդ անիոն ռադիկալի դիսմուտացման ռեակցիան՝ պահպանելով նրա կոնցենտրացիան բջջում ցածր մակարդակում [5]:

Հետազոտությունների արդյունքների վերլուծությունը ցույց է տալիս (աղ.1), որ խմորասնկային բջիջների աճի ընթացքում հակաօքսիդանտային ֆերմենտների ակտիվությունը բարձրանում է:

Աղյուսակ 1. *C.guilliermondii* NP-4 խմորասնկերում կատալազ և ՍՕԴ ֆերմենտների ակտիվությունը բջիջների աճի տարբեր փուլերում (n=3, p<0.05)

Աճի ժամանակը, ժամ	Կատալազի ակտիվությունը (մկմոլ H_2O_2 /գ սպ.)	ՍՕԴ-ի ակտիվություն (պայմ. միավոր/գ սպ.)
0	23,6 ± 0,9	1,17 ± 0,03
16	29,4 ± 1,1	1,31 ± 0,04
22	41,8 ± 1,2	1,48 ± 0,04

Այսպես, կատալազ ֆերմենտի ակտիվությունը խմորասնկային բջիջների աճի 16-րդ ժամին աճի սկզբնական պահի համեմատությամբ բարձրանում է 24,57%, ստացիոնար փուլում (22-րդ ժամ)՝ 77, 11 %-ով, իսկ ՍՕԴ-ի ակտիվությունը՝ համապատասխանաբար 11,96 և 26,5 %-ով: Բջիջների աճի կենսական ցիկլի ընթացքում ֆերմենտների ակտիվության բարձրացումն ըստ երևույթին ֆիզիոլոգիական նշանակություն ունի, քանի որ բնականոն պայմաններում ազատռադիկալային գործընթացների ուժգնության և ֆերմենտային ու ոչ ֆերմենտային հակաօքսիդանտային համակարգերի միջև գործում է շարժուն հավասարակշռություն, իսկ բջիջների աճն ուղեկցվում է նյութափոխանակության ակտիվացմամբ, երբ բջիջ կենսագործունեության ապահովման համար անհրաժեշտ են էներգիայի անսպառ աղբյուր և կառուցողական նյութ: Հայտնի է, որ ազատռադիկալային գործընթացները կառուցողական նյութ են մատակարարում բջջային կառույցների ստեղծման և նորոգման համար, անմիջական մասնակցություն ունեն սպիտակուցների, լիպիդների և ածխաջրերի փոխանակության տարբեր գործընթացներում [4, 11], ինչպես նաև ցույց է տրվել թթվածնի ակտիվ ձևերի կենտրոնական դերը որպես երկրորդային միջնորդակությունների, և հաստատվել է դրանց մասնակցությունն այլ ազդանշանային մոլեկուլների ձևափոխման գործում [14]: Եվ բնականոն բջիջներում ազատռադիկալների բնականորոշակի մակարդակի սահմաններում է պահպանվում շնորհիվ հակաօքսիդանտային համակարգի գործունեության: Եվ հետազոտվող խմորասնկային բջիջների աճման ընթացքում հակաօքսիդանտային ֆերմենտների ակտիվության որոշակի բարձրացումն ըստ երևույթին բխում է բջիջ գործառնության վիճակից, որոնք ճնշում են ազատռադիկալային գործընթացները՝ կանխելով օքսիդային սթրեսի առաջացումը [4]: Ընդ որում մեր կողմից հետազոտվող *C.guilliermondii* NP-4 խմորասնկային բջիջների աճման ընթացքում կատալազ ֆերմենտի ակտիվության բարձրացումը ՍՕԴ-ի համեմատությամբ ավելի զգալի է (կատալազ - 77, 11%, ՍՕԴ - 26,5 %), ինչը հավանաբար պայմանավորված է այն հանգամանքով, որ ջրածնի պեր-

օքսիդի վերականգնման գործընթացը մոլեկուլային թթվածնի լրացուցիչ աղբյուր է, և կատալազը, իրականացնելով հակաօքսիդանտային գործառնություն՝ նաև բարձրացնում է էներգիական նպատակներով էկզոգեն թթվածնի յուրացման օգտակար գործակիցը, քանի որ օքսիդային ֆոսֆորիլացման շղթա է վերադարձնում միաէլեկտրոնային վերականգնման ենթարկված թթվածինը [5, 11]:

Հետազոտությունների հաջորդ փուլում սթրեսի ազդեցության պայմաններում խմորասնկերում կատալազ և ՍՕԴ ֆերմենտների ակտիվության փոփոխություններն ուսումնասիրելու նպատակով իրականացվել է խմորասնկային բջիջների ճառագայթահարում ռենտգենյան ճառագայթներով, և որոշվել են ճառագայթահարված բջիջներում ֆերմենտների ակտիվության փոփոխությունները ճառագայթահարված խմորասնկերի համեմատությամբ: Հետազոտությունների արդյունքները ցույց են տալիս (աղ. 2), որ ճառագայթահարված խմորասնկային բջիջներում կատալազ և ՍՕԴ ֆերմենտների ակտիվությունները խմորասնկերի աճի ուսումնասիրված փուլերում ավելի բարձր են ճառագայթահարված բջիջների համեմատությամբ:

Աղյուսակ 2. Ռենտգենյան ճառագայթների ազդեցությունը *C.guilliermondii* NP-4 խմորասնկերում կատալազ և ՍՕԴ ֆերմենտների ակտիվության վրա ($n=3$, $p<0.01$)

Աճի ժամանակը, ժամ	Կատալազի ակտիվությունը (մկմոլ H_2O_2 /գ սպ.)		ՍՕԴ-ի ակտիվություն (պայմ. միավոր/գ)	
	Ճառագայթա- հարված խմորասնկեր	Ճառագայթա- հարված խմորասնկեր	Ճառագայթա- հարված խմորասնկեր	Ճառագայթա- հարված խմորասնկեր
0	$23,6 \pm 0,9$	$33,6 \pm 0,1$	$1,17 \pm 0,03$	$1,26 \pm 0,05$
16	$29,4 \pm 1,1$	$61,74 \pm 1,72$	$1,31 \pm 0,04$	$1,73 \pm 0,05$
22	$41,8 \pm 1,2$	$56,23 \pm 1,67$	$1,48 \pm 0,04$	$1,68 \pm 0,06$

Այսպես, ճառագայթահարված բջիջներում կատալազ ֆերմենտի ակտիվությունն աճի սկզբնական պահին բարձր է եղել ճառագայթահարված խմորասնկերի նույն փուլի համեմատությամբ 42,37 %-ով, աճի 16-րդ ժամին՝ 110%-ով, 22-րդ ժամին՝ 55,23%-ով: ՍՕԴ ֆերմենտի ակտիվությունը ճառագայթահարված խմորասնկերում աճի սկզբնական փուլում ճառագայթահարված խմորասնկերի համեմատությամբ գրեթե փոփոխության չի ենթարկվել, բջիջների աճի 16-րդ ժամին ՍՕԴ-ի ակտիվությունը ճառագայթահարված բջիջների նույն փուլի համեմատությամբ գերազանցել է 32%-ով, աճի 22-րդ ժամին՝ 13,5 %-ով: Ե՛վ կատալազի, և՛ ՍՕԴ-ի ակտիվությունը ճառագայթահարված խմորասնկերի աճի ընթացքում իր առավելագույն արժեքին հասնում է աճի 16-րդ ժամին, ապա ընկճվում է՝ պահպանելով ավելի բարձր ցուցանիշ, քան աճի համապատասխան փուլում գտնվող ճառագայթահարված բջիջներում: Ճառագայթահարված բջիջներում հակաօքսիդանտային ֆերմենտների ակտիվության բարձրացումը ճառագայթահարված բջիջների համեմատությամբ պայմանավորված է բջիջների վրա իոնացնող ճառագայթների ազդեցությամբ, որոնք ավելացնում են ազատ ռադիկալների քանակը, նպաստում օքսիդային սթրեսի զարգացմանը, և որպես պաշտպանական հարմարվողական մեխանիզմ խթանվում է հակաօքսիդանտային ֆերմենտների ակտիվությունը: Իսկ խմորասնկերի աճի 22-րդ ժամին ճառագայթահարված բջիջներում ֆերմենտների ակտիվության անկումը հավանաբար կապված է իոնացնող ճառագայթների ազդեցությամբ լիպիդների գերօքսիդացման գործընթացների ակտիվացման հետ, ինչի արդյունքում գերօքսիդային օքսիդացման արգասիքների խտության բարձրացումը ճնշող ազդեցություն է թողնում հակաօքսիդանտային ֆերմենտների ակտիվության վրա [3, 4, 12]:

Մյուս կողմից ռենտգենյան ճառագայթների ազդեցությամբ խմորասնկային բջիջներում բարձրանում է կատալազ/ՍՕԴ հարաբերությունը, ինչը, համաձայն ժամանակակից պատկերացումների՝ բացատրվում է այսպես. կատալազի պաշտպանական գործառնություն ավելի ակնառու է, քան սուպերօքսիդիսմուտազինը, քանի որ ՍՕԴ-ի ելանյութը՝ սուպերօքսիդ անիոն-ռադիկալն այդքան տոքսիկ չէ, որքան սուպերօքսիդիսմուտազման արդյունքում առաջացող ջրածնի պերօքսիդը, որի բարձր կոնցենտրացիաների ազդեցությամբ կարող է դիտվել կատալազի ապակտիվացում:

Բացի այդ ջրածնի պերօքսիդը կարող է սկիզբ տալ առավել վտանգավոր հիդրօքսիլ ռադիկալի առաջացման, ուստի ՍՕՂ-ի համեմատությամբ կատալազի առավել բարձր ակտիվությունը բջիջները պաշտպանում է օքսիդային սթրեսի վնասակար ազդեցությունից և հնարավորություն է տալիս հաղթահարելու սթրեսի հետևանքները [8, 10]:

Վերլուծելով հետազոտությունների արդյունքները՝ կարելի է ընդհանրացնել, որ ռենտգենյան ճառագայթների ազդեցությամբ *C.guilliermondii* NP-4 խմորասկային բջիջներում հարուցված օքսիդային սթրեսի պայմաններում բջիջը մոբիլիզացնում է իր էներգիական և կյուբական պաշարները՝ ծայրահեղ պայմաններում գոյատևելու համար, այդ թվում բարձրանում է նաև կատալազ/ՍՕՂ հարաբերությունը՝ նպաստելով բջիջներում իոնացնող ճառագայթահարման արդյունքում առաջացած վնասվածքները վերականգնելու ուղղությամբ ընթացող հարմարվողական ռեակցիաների իրականացմանը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Абдрасулов К.А., Курманбай А., Полицинский Е.В. Определение влияния рентгеновских лучей на организм человека. Современное состояние и проблемы естественных наук : сборник трудов II Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (Юрга, 4–5 июня, 2015 г.) Томск, 67-69, 2015.
2. Шпак А.А., Новиков В.А. Исследования влияния электромагнитных полей и электромагнитных излучений на биообъекты. Биомедицинская инженерия и электроника. 4, 34-51, 2017.
3. Bejenaru L., Usatyi A., Tofan E., Chiselita N., Efremova N. Modification of biomass production and biochemical composition of *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-18 and *Saccharomyces cerevisiae* CNMN-Y-20 yeasts under the action of extremely high frequency electromagnetic radiation, 53, Issue 1, p 71-76, 2017.
4. Gelpi R.J., Boveris A., & Poderoso J. Biochemistry of oxidative stress. Springer International Pu., Argentina, pp. 9-45, 2017.
5. Ighodaro O.M. & Akinloye O.A. First line defence antioxidants superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): Their fundamental role in the entire antioxidant defence grid, Alexandria Journal of Medicine, 54, 4, 287-293, 2018.
6. Julie A. Reisz, Nidhi Bansal, Jiang Qian, Weiling Zhao, and Cristina M. Furdul Effects of Ionizing radiation on biological molecules - mechanisms of damage and emerging methods of detection Antioxidants & redox signaling 21, 2, p 260-292, 2014.
7. Kukulyanskaya T.A. Enzymology. Minsk: Belorussian State Univ. Press, 2008. 49 p.
8. Lei G., Zhu H., Cheng H., Bao Y., Ho S., Reddi A., Holmgren ., Arnér E. Paradoxical roles of antioxidant enzymes: basic mechanisms and health implications. Physiol. Rev, 96. pp. 307-364, 2016.
9. Mejía-Barajas J. , Montoya-Pérez R., Salgado-Garciglia R., Aguilera-Aguirre L., Arellano-Plaza M., Saavedra-Molina A. Oxidative stress and antioxidant response in a thermotolerant yeast. Apr – Jun, 48(2), p.326- 332, 2017.
10. Nishimoto T., Furuta M., Kataoka M., Kishida M. Important role of catalase in the cellular response of the budding yeast *Saccharomyces cerevisiae* exposed to ionizing radiation. Current microbiology, 70, 3, pp. 404-407, 2015.
11. Quijano C., Trujillo M., Castro L., Trostchansky A. Interplay between oxidant species and energy metabolism. Redox Biology. 8, 28-42, 2016.
12. Sies H., Berndt C., Jones P. Oxidative stress. Annual review of biochemistry, 86, pp. 715-748, 2017.
13. Yakymenko I., Tsybulin O., Sidorik E., Henshel D., Kyrylenko O., Kyrylenko S. Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation J. Electromagnetic biology and medicine. 35, 2, p. 186-202, 2016.
14. Zhang J., Wang X., Vikash V., Ye Q., Wu D., Liu Y., Dong W. ROS and ROS-mediated cellular signaling. Oxidative medicine and cellular longevity, pp. 1-4, 2016.

Ստացվել է 22.03.2021



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2 (73), 2021

ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆՎԻՐՅԱԼԻ ԱՆՄԱՐԱՑԱԾ ԿՅԱՆՔԸ (պրոֆեսոր Յու.Գ. Պոպովի հիշատակին)



Կյանքի 83-րդ տարում իր մահկանացուն կնքեց Երևանի պետական համալսարանի կենսաբանության ֆակուլտետի մանրէաբանության, մանրէների և բույսերի կենսատեխնոլոգիայի ամբիոնի երկարամյա վարիչ, կենսաբանական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր, վաստակաշատ մանկավարժ Յուրի Գեորգիի Պոպովը: Անխոնց գիտնականը, շնորհիվ իր գործին անմատչորդ նվիրվածության, անսահման աշխատասիրության, շրջապատի նկատմամբ սրտացավ ու բարեկիրթ վերաբերմունքի, միշտ վայելել է ուսանողների և գործընկերների սերն ու հարգանքը: Իր ողջ եռությամբ նա գիտնական էր, սկզբունքային անհատականություն և հայրենասեր մտավորական:

Յու.Գ. Պոպովը ծնվել է 1936 թ. օգոստոսի 2-ին ք. Երևանում: 1953 թ. գերազանցությամբ ավարտել է թիվ 20 միջնակարգ դպրոցը, ապա 1958 թվականին՝ գերազանցությամբ նաև մայր բուհի կենսաբանության ֆակուլտետը: Նույն տարում ընդունվել է Նույն բուհի ասպիրանտուրան և միջբուհական ուսուցման շրջանակներում ուսանել և գիտական հետազոտություններ է իրականացրել Մոսկվայի մանրէաբանության ինստիտուտում ակադեմիկոս Ա.Ա. Իմշենցկու ղեկավարությամբ, ապա շարունակել ԵՊՀ-ում՝ ակադեմիկոսներ Մ.Ա. Տեր-Կարապետյանի և Մ.Ա. Դավթյանի ղեկավարությամբ:

1961 թվականից աշխատում է ԵՊՀ կենսաբանության ֆակուլտետում՝ սկզբում որպես ասիստենտ, ապա դոցենտ: 1975 թվականին պաշտպանել է թեկնածուական, իսկ 2003-ին՝ դոկտորական ատենախոսությունները: 2006 թվականին նրան շնորհվել է պրոֆեսորի կոչում:

Նվիրյալ գիտնականը շուրջ 25 տարի ղեկավարել է մանրէաբանության և բույսերի կենսատեխնոլոգիայի ոլորտը համակարգող ամբիոնը, որի աշխատակազմը համալրվել է նրա բազմաթիվ աշակերտներով:

Մեծ է պրոֆեսոր Յ.Գ. Պոպովի ներդրումը հայ կենսաբանական գիտական մտքի զարգացման, Հայաստանում մանրէաբանության, բույսերի ֆիզիոլոգիայի, մանրէների և բույսերի կենսատեխնոլոգիայի բնագավառներում: Նա հեղինակ է ավելի քան 150 գիտական աշխատությունների: Յ.Գ. Պոպովի գիտական հետաքրքրությունների շրջանակը բավական լայն էր: Նրա գլխավորած գիտական խումբը ուսումնասիրում էր Հայաստանի էնդեմիկ բույսերի հակամանրէային և հակաբաղկանդային ակտիվությունը, կաթնաթթվային բակտերիաների հակամանրէային ակտիվությունը և դրանց՝ որպես պրոբիոտիկների, կիրառման հեռանկարները, բակտերիական մեխանիզմները՝ որպես նոր ֆիտոխիթանիչ նյութ, ինչպես նաև Հայաստանում էքստրեմոֆիլ մանրէների տարածվածությունը:

Բեղուն աշխատանքային գործունեության ընթացքում արժանացել է բազմաթիվ մրցանակների և պարգևների, մասնակցել միջազգային գիտաժողովների:

Անգնահատելի է պրոֆ. Պոպովի ավանդը հայրենական գիտության և կրթության զարգացման գործում: Անմնացորդ նվիրվածությամբ կրթել է հարյուրավոր երիտասարդների, որոնք կենսաբանի իրենց մկրտությունը ստացել են՝ ունենդրելով պրոֆեսորի բովանդակալից դասախոսությունները, իսկ մի քանի տասնյակն իրենց գիտական ուղին անցել են պրոֆեսորի անմիջական աջակցությամբ և ղեկավարությամբ: Ներկայումս նրա աշակերտներից շատերն աշխատում են տարբեր երկրների հեղինակավոր գիտահետազոտական կենտրոններում:

Մայր բուհը և իր շրջանավարտները միշտ կհիշեն անվանի գիտնականին, անսահման բարի և հմայիչ մանկավարժին:

*ԵՊՀ կենսաբանության ֆակուլտետ,
ԵՊՀ կենսաբիմիայի, մանրէաբանության և կենսատեխնոլոգիայի ամբիոն*



Биол. журн. Армении, 2 (73), 2021

ЖИЗНЬ, ПОСВЯЩЕННАЯ НАУКЕ (памяти Леоноры Папикивны Мкртчян)



Ушла из жизни Мкртчян Леонора Папикивна... Ушла из жизни, но осталась в памяти людей, знавших, ценивших и любивших ее. Ученый, преданный всем сердцем науке, человек высокого интеллектуального и нравственного потенциала, выросший, как и многие представители ее поколения, в экстремальных условиях сталинских репрессий.

Она родилась в Киеве 8 июля 1937 года. Отец ее был репрессирован в том же 1937 году. Мать, врач по профессии, работала в военном госпитале в Ереване. Леонора в 1954 году окончила школу им. Пушкина и поступила в Зооветеринарный институт. В 1959 году она была принята в Институт зоологии НАН РА в лабораторию “Акклиматизации и гибридизации животных”, а в 1974 году во вновь созданную лабораторию “Арагатской кошенили”, в которой проработала 40 лет, вплоть до 29 ноября 2014 года.

Она посвятила всю свою творческую жизнь изучению арагатской кошенили, которая находилась под опасностью полного исчезновения из армянской фауны. В 1979 году защитила в Киеве кандидатскую диссертацию “Биологические особенности размножения арагатской кошенили”. Ею было опубликовано более 50-ти работ по этой тематике, среди которых есть несколько книг. А в 2010 году в издательстве “Титутюн” вышла в свет “Арагатская кошениль” с авторским коллективом: Саркисов Р.Н., Мкртчян Л.П., Захарян В.А. и Севумян А.А.. Публикация рукописи оказалась возможной, благодаря редакторской работе Мкртчян Л.П. в течение долгих 7 лет.

Ей пришлось заниматься проблематикой кошенили не только в кабинетных, но и в полевых условиях, когда на заре, к 6-ти часам утра, начинался выход кошенили на поверхность земли для завершения своей миссии по продолжению рода. Весь коллектив лаборатории жил этой работой.

После издания “Арагатской кошенили” она продолжала исследование проблемы ее эволюционного развития, которая вызвала большой интерес у исследователей европейской кошенили. К сожалению, эта работа осталась незаконченной, потому что в полном расцвете сил, как исследователя, она была отправлена на пенсию.

Как творческий человек, Леонора Мкртчян не ограничивалась областью науки, ее интересовала также сфера искусства: поэзия, музыка, живопись. Она даже посвятила своей любимой кошенили стихотворение “Ропот кошенили”, которое было опубликовано в “Голосе Армении”. Она испытывала интерес к ныне забытым секретам приготовления краски вордан кармир, тщательно скрываемым средневековыми армянскими миниатюристами, и пыталась получить ее сама и рисовать ею. По этому вопросу она даже консультировалась со старшим научным сотрудником Матенадарана Арменом Саакяном. Когда в Матенадаране был подготовлен для UNESCO проект по спасению араратской кошенили, включенной в “Красную книгу”, Леонора Мкртчян стала его главным консультантом. К сожалению, проект этот до сих пор остается на бумаге.

Леонора Мкртчян была яркой личностью, привлекавшей к себе творческих людей. Ее друзьями были автор “Армянского нагорья” Нелли Саакян, чьими статьями в “Элитарной газете” она зачитывалась. А верным другом и помощником всей ее жизни была зоолог Светлана Макарян, светлая личность, покинувшая сей бренный мир несколькими месяцами раньше Леоноры. Мир душам и праху их...

ВАРДАНИЯН С. А.

*д-р.мед.н., проф., зав. отделом истории медицины и биологии
Матенадарана им. Машицоца*

ԿԱՆՈՆՆԵՐ ԴԵՂԻՆԱԿՆԵՐԻ ԴԱՍԱՐ

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 չափսի) թղթի վրա և էլեկտրոնային տարբերակով (սկավառակով կամ էլեկտրոնային փոստով՝ bj@ysu.am, հասցեով): Ակնարկային հոդվածները հատուկ դիմումով պատվիրում է խմբագրությունը:
3. Ձեռագրի տեքստից բացի, անհրաժեշտ է ներկայացնել հեղինակ(ներ)ի մասին տեղեկություններ. ԱԱՀ, 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 ընմարկում, 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 նույնպես ներկայացվում են հայերեն, ռուսերեն և անգլերեն լեզուներով հոդվածի վերջում: Ձեռագիրը պետք է ստորագրված լինի բոլոր հեղինակների կողմից:
7. Աղյուսակներն ու նկարները (TIF կամ JPG չափսի) տեղադրվում են տեքստին համապատասխան կամ ներկայացվում են առանձին: Աղյուսակները չպետք է գերազանցեն A4 էջի չափսերը:
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 վկայակոչումները 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, հրատարակությունը և հրատարակման տարեթիվը:
9. Չի 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՝ ԴԿՀ:

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: bja@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. Книги - фамилии и инициалы авторов, полное название, место издания, издательство и год издания.
9. Не допускается публикация работ, уже напечатанных или посланных в редакцию других изданий.
10. При не соблюдении указанных правил рукописи редакцией не принимаются.
11. Принятые к публикации рукописи проходят рецензирование, после чего принимается окончательное решение о возможности печатания. Отклоненные рукописи не возвращаются. Редакция не несет ответственности за достоверность фактов, выводов и суждений, приведенных в представленном к печати и опубликованном материале авторов. Редакция оставляет за собой право осуществлять научную и литературную правку, в том числе сокращать объем статей. По вопросам приобретения отдельных номеров журнала следует обращаться в редакцию.
12. Сокращенное название журнала "Биолог. журн. Армении", акроним-БЖА.

«ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆՐԵՍ» -ի
Էլեկտրոնային տարբերակը
և հեղինակների համար կանոնները գետեղված են հետևյալ կայքէջում

<https://www.flib.sci.am/index.php/databases/#bibliography>

Խմբագրության աշխատակիցներ՝
Ափինյան Ն.Հ., Սահակյան Ա.Լ., 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., Саакян А.Л., 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., Sahakyan A.L., Sargsyan E.G.
Address of Editorial office: 0019, Yerevan, Marshal Baghramyan pr. 24 g, room 11,
Tel. 010 58 01 97; 010 57 21 19, E-mail: bja@ysu.am

Հրատ. պատվեր՝ N 1099
Ստորագրված է տպագրության՝ 07.06.2021:
Թուղթը՝ օֆսետ. № 1:
4,75 տպ.մամուլ: Տպաքանակ՝ 150:
ՀՀ ԱԱ «Գիտություն» հրատարակչության տպարան:
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ. 24: