

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 LXXIV, 1, 2022

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆՐԱՊԵՏ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ АРМЕНИИ
BIOLOGICAL JOURNAL OF ARMENIA

ՀԱՏՈՐ LXXIV, 1, 2022



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

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆՐԵՍ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ АРМЕНИИ
BIOLOGICAL JOURNAL OF ARMENIA

ՀԱՏՈՐ LXXIV, 1, 2022

ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություն» հրատարակչություն

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

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻԱ

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

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԽՈՐՀՈՒՐԴ

Յու.Թ. Ալեքսանյան, Վ.Պ. Հակոբյան,
Ս.Հ. Մովսեսյան, Լ.Լ. Օսիպյան

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Յ.Ս. Գևորգյան (*главный редактор*), Ռ.Մ. Արությունյան (*заместитель главного редактора*), Ա.Հ. Եսայան (*ответственный секретарь*), Գ. Գ. Գևորգյան, Լ.Ռ. Մанвелян, Ս.Х. Маурапетян, Ж.А. Варданян

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Ю.Т. Алексанян, В.П. Акопян,
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, V.P. Hakobyan,
S.H. Movsesyan, L.L. Osipyan

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

• Փորձարարական և տեսական հոդվածներ •

Խաչիկյան Թ.Գ., Ստեփանյան Լ.Գ., Մամյան Ա.Ս., Համբարյան Լ.Ռ. Սևանա լճի ջրի- վաթ ավազանի գետերի գետաբերանային հատվածների էկոլոգիական մոնիթորինգ և ջրի որակի գնահատում (2018թ.)	6
Թերլեմեզյան Յ.Լ., Մանվելյան Ա.Ա., Ասատրյան Ս.Ս. Արմավիրի մարզում մշակվող հիմնական պտղատեսակների բնակեցվածությունը վնասակար տզերով.....	13
Սարգսյան Ս.Ա., Գաբրիելյան Բ.Կ. Թթվածնի կենսաքիմիական պահանջարկի ուսում- նասի թույլությունները Սևանա լճում.....	17
Յանկո Ռ.Կ. Առնետների վահանաձև գեղձի մորֆոլոգիական փոփոխությունների համեմատությունը սննդային անբավարարության տարբեր տեսակի ազդեցությունից հետո.....	24
Մկրտչյան Լ.Վ. Ֆոլաթթվի ու ֆոտոսնտիզիզատորների ոչ կոպալենտ կոմպլեքսների ֆոտոբլիչինգը.....	31
Գաբրիելյան Գ.Ս., Ստեփանյան Է.Ռ., Մուրադյան Ա.Կ. Տանձենու տնկանյութի աճեցման առանձնահատկությունները Վայոց Ձորի մարզի Հերիեր համայնքի պայմաններում.....	39
Ալեքսանյան Ն.Գ. Պուլյա միրաբիլիս (Puya Mirabilis (Mez) L. B. Sm.) տեսակի ինտրոդուկցիայի արդյունքները Երևանի բուսաբանական այգու ջերմատան պայմաններում.....	45
Բազիլյան Վ.Ա., Խաչատուրյան Ն.Ս. Բարձր ակտիվությամբ <i>Saccharomyces cerevisiae</i> խմորասկերի տեխնոլոգիական արժեքավոր հատկությունների և շտամների ֆերմենտատիվ ակտիվության ուսումնասիրությունը երկարատև պահպանումից հետո.....	51
Վարդանյան Ա.Պ., Ղալաջյան Լ.Ս. Երկբլթանի գինկգոյի (<i>Ginkgo biloba</i> L.) բուսահումքի կենսաքիմիական ուսումնասիրությունն Արարատյան դաշտի պայմաններում.....	57
Դարյադար Ս.Խ., Մայրապետյան Ս.Խ., Ալեքսանյան Ջ.Ս., Թադևոսյան Ա.Յ., Թովմա- սյան Ա.Յ., Ստեփանյան Բ.Թ. Ռուկոլայի (<i>Rucola Selvatica</i> և <i>Coltivare</i>) արդյունավետու- թյունը բացօթյա հիդրոպոնիկայում սննդալուծույթի տարբեր խտությունների պայմաններում.....	61
Աղաջանյան Ա.Ե., Տիրունի Ֆ.Ն., Հովհաննիսյան Գ.Ժ., Եղյան Կ.Ի., Ծատուրյան Ա.Յ. Սպիտակուց պարունակող արտադրական թափոններից ամինաթթվային խառնուրդի ստացման պրոցեսների ուսումնասիրություն.....	68
Խաչատրյան Ա.Ս., Պողոսյան Ժ.Ա., Գաբրիելյան Ի.Գ. Ուռենազգիների տեսակային բազմազանությունը Հոգմաշուր գետի հովտում.....	79
Սահակյան Ս.Վ., Գասպարյան Գ.Յ., Էլոյան Ա.Շ., Բարսեղյան Ս.Կ. Արտանետված ծծմբային գազերի օգտագործումը ալկալի հողերի մելիորացման համար.....	84
Հայրապետյան Ա.Ս., Մուրադյան Ա.Յ. Հայաստանի ֆլորայի <i>Iris</i> L. (Iridaceae) ցեղի ծաղկափոշու մորֆոլոգիական առանձնահատկությունները. Ենթացեղ <i>Hermodyctyloides</i> Spach.....	93
Բաբայան Ա.Յ., Հովհաննիսյան Վ.Ս. Երևանի զբոսայգիների և պուրակների բուրում- նավետ որոշ ծառատեսակների վնասատուները.....	98

СОДЕРЖАНИЕ

•Экспериментальные и теоретические статьи•

<i>Хачикян Т.Г., Степанян Л.Г., Мамян А.С., Гамбарян Л.Р.</i> Экологический мониторинг и оценка качества воды устьевой части основных рек водосборного бассейна озера Севан (2018г.)	6
<i>Терлемезян Г.Л., Манвелян А.А., Асатрян С.С.</i> Заселенность основных видов плодовых культур вредными клещами в Армавирской области	13
<i>Саргсян С.А., Габриелян Б.К.</i> Исследования биохимической потребности кислорода в воде озера Севан	17
<i>Янко Р.В.</i> Сравнение морфологических изменений щитовидной железы крыс после влияния разных видов алиментарной депривации	24
<i>Мкртчян Л.В.</i> Фотообесцвечивание нековалентных комплексов фолиевой кислоты и фотосенсибилизаторов	31
<i>Габриелян Г.С., Степанян Э.Р., Мурадян А.К.</i> Особенности выращивания саженцев груши в условиях общины Гер-Гер Вайоц Дзорского региона	39
<i>Алексанян Н.Г.</i> Результаты интродукции пуйи удивительной (<i>Puya Mirabilis</i> (Mez) L. B. Sm.) в условиях оранжереи Ереванского ботанического сада	45
<i>Багиян В.А., Хачатурян Н.С.</i> Исследование технологически ценных свойств высокоактивных дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i> и влияния длительного поддержания штаммов на их ферментативную активность	51
<i>Варданян А.П., Калачян Л.М.</i> Биохимическое исследование растительного сырья гинкго двулопастного (<i>Ginkgo biloba</i> L.) в условиях Араратской долины.....	57
<i>Дарядар М.Х., Майрапетян С.Х., Алексанян Д.С., Тадевосян А.О., Товмасян А.О., Степанян Б.Т.</i> Продуктивность руколлы при различных концентрациях питательного раствора в условиях открытой гидропоники.....	61
<i>Агаджанян А.Е., Тхруни Ф.Н., Оганесян Г.Ж., Егиян К.И., Цатурян А.О.</i> Изучение процессов получения смеси аминокислот из белоксодержащих промышленных отходов	68
<i>Хачатрян А.С., Погосян Ж.А., Габриелян И.Г.</i> Видовое разнообразие семейства ивовых долины реки Огмаджур	79
<i>Саакян С.В., Гаспарян Г.А., Элоян А.Ш., Барсегян М.А.</i> Применение выхлопных выбросов сернистых газов для улучшения щелочных почв	84
<i>Айрапетян А.М., Мурадян А.Г.</i> Особенности морфологии пыльцы рода <i>Iris</i> L.(Iridaceae) флоры Армении. подрод <i>Hermodactyloides</i> Spach.....	93
<i>Бабаян А. Г., Оганесян В. С.</i> Вредители некоторых душистых деревьев в парках и садах Еревана.....	98

CONTENTS

•Experimental and theoretical articles•

<i>Khachikyan T. G., Stepanyan L.G., Mamyan A.S., Hambaryan L.R.</i> Environmental monitoring and water quality assessment of the estuarine part of the main rivers of the Lake Sevan's catchment basin (2018)	6
<i>Terlemezyan H.L., Manvelyan A.A., Asatryan S.S.</i> Population of the main cultivated fruits with harmful mites in Armavir region.....	13
<i>Sargsyan S.A., Gabrielyan B.K.</i> Investigathion the waters biochemical oxygen demand in lake Sevan.....	17
<i>Yanko R.V.</i> Comparison of morphological changes of the thyroid in rats after the influence of different types of alimentary deprivation.....	24
<i>Mkrtchyan L.V.</i> Photobleaching of non-covalent complexes of folic acid and photosensitizers.....	31
<i>Gabrielyan G.S., Stepanyan E .R., Muradyan A.K.</i> The growing peculiarities of pear tree planting material in conditions OF Her-Her community of Vayots Dzor region.....	39
<i>Aleksanyan N.G.</i> The results of the introduction of <i>Puya Mirabilis</i> (Mez) L. B. Sm. under the conditions of greenhouse of Yerevan botanical garden.....	45
<i>Bagiyan V.A., Khachatryan N.S.</i> Study of technologically valuable properties of highly active yeasts <i>Saccharomyces cerevisiae</i> and the influence of long-term maintenance of strains on their enzymative activity.....	51
<i>Vardanyan A.P., Ghalachyan L.M.</i> Biochemical study of vegetative raw materials of <i>Ginkgo biloba</i> (<i>Ginkgo biloba</i> L.) in the conditions of Ararat valley.....	57
<i>Daryadar M.Kh., Mairaptyan S.Kh., Alexanyan J.S., Tadevosyan A.H., Tovmasyan A.H., Stepanyan B.T.</i> Efficacy of <i>Rucola Selvatica</i> and <i>Coltivare</i> in open-air hydroponics at different nutrient densities.....	61
<i>Aghajanyan A.E., Tkhruni F.N., Hovhannisyan G.Zh., Yeghyan K.I., Tsaturyan A.H.</i> Study of the processes of obtaining a mixture of amino acids from protein- containing industrial waste.....	68
<i>Khachatryan A.S., Poghosyan Zh.A., Gabrielyan I.G.</i> Species diversity of the salicaceae of the valley of the Hoghmajur river	79
<i>Sahakyan S.V., Gasparyan G.H., Eloyan A.Sh., Barseghyan M.H.</i> The Application of conserved emissions of sulphurous gases for improvement of alkaline soils.....	84
<i>Hayrapetyan A.M., Muradyan A.H.</i> Morphological peculiarities of the genus <i>Iris</i> L. (Iridaceae) of the flora of Armenia. Subgenus <i>Hermodactyloides</i> Spach.....	93
<i>Babayan A.H., Hovhannisyan V.S.</i> Pests of some fragrant trees in Yerevan parks and gardens	98



Биолог. журн. Армении, 1 (74), 2022

DOI:10.54503/0366-5119-2022.74.1-6

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ УСТЬЕВОЙ ЧАСТИ ОСНОВНЫХ РЕК ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА ОЗЕРА СЕВАН (2018 г.)

Т.Г. ХАЧИКЯН¹, Л.Г. СТЕПАНЯН¹, А.С. МАМЯН¹, Л.Р. ГАМБАРЯН^{1,2}

Научный центр зоологии и гидроэкологии НАН РА
Институт гидроэкологии и ихтиологии¹
ЕГУ, каф. Экологии и охраны природы²
listeus@mail.ru

Мониторинговые исследования устьевых частей основных рек водосбора озера Севан с соблюдением физико-химических и биологических параметров воды проводились в весенний, летний и осенний сезоны 2018 г. С учетом сезонных значений исследуемых параметров было оценено качество воды. В некоторых реках, в устьевой части, увеличилась количественная доля сине-зеленых и колониальных зеленых водорослей в фитопланктоне, что, по всей вероятности, связано с увеличением показателей химического загрязнения воды. Показатели сапробности соответствовали наличию среднего органического загрязнения и находились в зонах от α -олигосапробной до β -мезосапробной.

Экологический мониторинг – оценка качества воды – фитопланктонное сообщество

2018թ. գարուն, ամառ, աշուն սեզոններին իրականացվել են Սևանա լճի ջրիավաք ավազակի հիմնական գետերի գետաբերանային հատվածների մոնիթորինգային հետազոտություններ՝ ջրի ֆիզիկաքիմիական և կենսաբանական ցուցանիշների դիտարկմամբ: Ուսումնասիրված ցուցանիշների սեզոնային արժեքների հաշվառմամբ կատարվել է գետաբերանների ջրի որակի գնահատում: Որոշ գետերի գետաբերաններում ֆիտոպլանկտոնային համակցությունում մեծացել է կապտականաչների և գաղութային կանաչ ջրիմուռների քանակական մասնաբաժինը, ինչը ամենայն հավանականությամբ պայմանավորված է եղել ջրի քիմիական աղտոտվածության ցուցանիշների արժեքների մեծացմամբ: Սապրոբայության ցուցանիշները տատանվել են α -օլիգոսապրոբից մինչև β -մեզոսապրոբ սահմաններում, ինչը համապատասխանում է օրգանական աղտոտվածության միջին աստիճանին:

Էկոլոգիական մոնիթորինգ – ջրի որակի գնահատում – ֆիտոպլանկտոնային համակցություն

Monitoring investigations of the estuarine parts of the main rivers of the Lake Sevan's catchment basin with observation of the physicochemical and biological parameters of the water were carried out in spring, summer and autumn seasons of 2018. Water quality of the estuaries was assessed taking into account the seasonal values of the studied parameters. In the estuarine part of some rivers the quantitative proportion of blue-green and colonial green algae increased in phytoplankton composition, which is most likely associated with an increase of the parameters of chemical pollution of the water. The saprobity indices corresponded to the moderate organic pollution of the water and were belonging from α -oligosaprobic to β -mesosaprobic zones.

Environmental monitoring – assessment of water quality – phytoplankton composition

Озеро Севан – самый крупный (~1262 км²) пресноводный водоем Кавказского региона. Оно расположено между 40°19' с.ш. и 45°21' в.д., на высоте 1900 м н. у. м. Для охраны озера Севан, в значительной мере, способствовали: создание в 1978г. национального парка “Севан”, в 2005 г. сопредельные водно-болотные угодья были включены в международный список конвенции “Рамсар” [13, 14].

Постоянные антропогенные колебания уровня воды, в результате жесткой политики эксплуатации ресурсов озера, способствовали нестабильности в развитии лимносистемы и проявлениями эвтрофирования, которые выразились интенсивными “цветениями” фитопланктона [6, 9, 15]. Процессы эвтрофирования озера в 70-е годы прошлого столетия были вызваны также интенсификацией и экстенсификацией необоснованных направлений экономики на водосборе, что, по мнению некоторых исследователей непосредственно повлияло на экологические процессы в озере Севан [11-13].

Особенностью строения водосборного бассейна является неравномерное распределение рек по отношению к акватории озера: четыре реки впадают в Малый Севан (МС), остальные – в Большой Севан (БС). В озеро Севан впадают 30 рек и речек, в том числе два крупных родника. Наиболее многоводными считаются: Дззнагет, Гаварагет, Личк, Аргичи, Варденис, Макенис (Карцахбюр) и Масрик [21].

Оценка экологического состояния речных экосистем в 2018 г. проводилась по комплексному исследованию количественных и качественных характеристик фитопланктона и некоторых гидрохимических и гидрофизических параметров окружающей среды.

Общеизвестно, что фитопланктон часто используют в качестве индикаторного сообщества, развитие которого зависит от скорости течения, температуры воды, показателей pH и содержания биогенов [22]. Соединения азота и фосфора присутствуют в природных водах в виде разнообразных неорганических и органических соединений. К числу неорганических соединений относятся: аммонийные (NH₄⁺), нитритные (NO₂⁻) и нитратные (NO₃⁻) ионы, которые легко переходят друг в друга. Наличие высоких концентраций нитратов и фосфатов связано с загрязнением, их количество уменьшается в вегетационный период водных растений. Осенью содержание нитратов начинает увеличиваться и достигает максимума зимой, когда при его минимальном потреблении происходит разложение органического вещества и переход азота из органических форм в минеральные [10].

Целью данной работы было провести гидроэкологическую оценку устьевой части рек, на основании данных, полученных в результате комплексных изучений особенностей развития фитопланктона и изменений гидрохимических, гидрофизических параметров, в различные сезоны 2018 г.

Материал и методика. Пробы отбирали в 2018 г. один раз в сезон (весна, лето, осень) из устьевой части основных рек (рис.1).

Сбор и консервация образцов фитопланктона и последующие лабораторные исследования проводились с использованием современных методов, принятых в гидробиологии [1]. Систематическая принадлежность водорослей определялась до вида, с помощью известных определителей [4,8,16,20,24]. Индекс сапробности определяли по Пантле-Букку в модифицированной версии Сладечека [2, 3].

Гидрохимические и гидробиологические пробы отбирались одновременно. Параллельно проводилось измерение температуры, pH и скорости течения воды. Кислотно-щелочной потенциал воды (pH) определялся с помощью Milwaukee Waterproof pH-метра в полевых условиях. Количество биогенных веществ в воде определялось по международно принятым стандартам с помощью спектрофотометра, аммонийный азот- ISO 5664:2006 [25], нитритный азот- ISO 6777:1984 [26], нитратный азот- ISO 7890-3 [27], ортофосфатный фосфор (PO₄⁻)- ISO 6878:2004 [28].

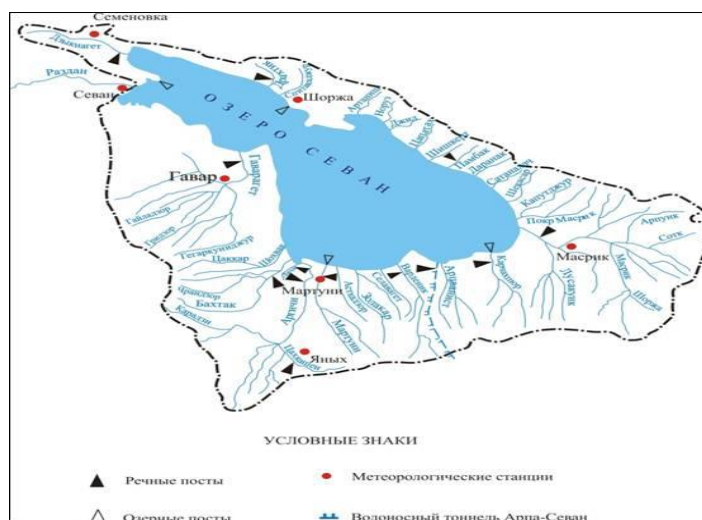


Рис.1. Озеро Севан и его водосборный бассейн
(http://www.confcontact.com/2014-specproekt/eg1_myradyan.htm)

Результаты и обсуждение. Весной 2018г. в устьевой части исследованных рек температура воды составляла 10-17°C, показатели pH находились в пределах: 6.6-8.4 (табл. 1.). Скорость течения воды составляла 0.2-1.1 м/сек.

Таблица. 1. Показатели pH весной-осенью 2018г. в устьевой части исследованных рек

Названия рек/сезоны	Весна	Лето	Осень
Масрик	7.8	6.8	7.7
Гаварагет	8.0	7.4	7.3
Дззнагет	8.4	7.9	7.5
Варденис	6.6	7.0	7.4
Личк	7.8	8.3	7.3
Аргичи	7.8	7.5	7.4
Карчахбюр	7.2	7.4	7.8

Количество минерального азота и ортофосфатов, в целом, находилось в пределах соответствия принятым экологическим нормам в реках, превышение экологических норм количества фосфат ионов наблюдалось в р. Гаварагет и соответствовало третьему порядку качества воды [17] (Рис. 2).

Весной в составе фитопланктона устьевой части исследованных рек было выявлено 58 видов водорослей, из коих 48- диатомовые, 8-сине-зеленые и 2-эвгленовые. Наиболее богатым видовым составом отличались роды диатомовых водорослей: *Nitzschia* (9), *Navicula* (7), *Gomphonema* (4) и *Cymbella* (3). Высокая частота встречаемости была у видов: *Melosira varians*, *Navicula cryptocephala*, *Cocconeis placentula*, *Gomphonema olivaceum*, *Nitzschia kuetzingiana*, *Aphanothece clathrata* и *Microcystis aeruginosa*.

Общие количественные показатели фитопланктона находились в пределах 316 000-1 396 000 кл/л и 1.2-6.8 г/м³. Во всех пунктах наблюдений по видовому разнообразию и количественным показателям доминировали диатомовые водоросли.

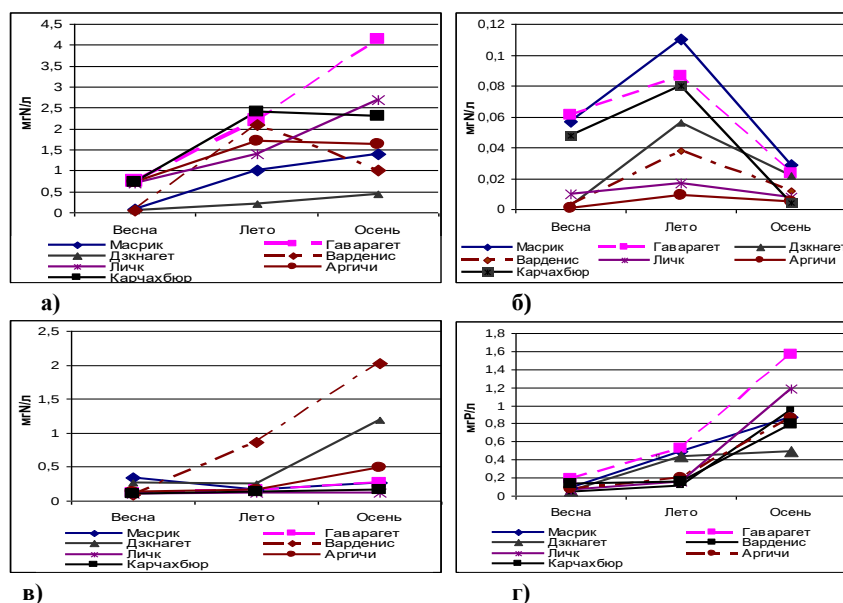


Рис. 2. Сезонное (весна, лето, осень) изменение концентрации нитратного азота (а), нитритного азота (б), аммонийного азота (в) и фосфатов (г) в устьевой части, исследованных рек в 2018 г.

Доля последних составляла около 68-100% общей численности и 83-100% от общей биомассы (рис. 3). Высокого количественного развития достигали виды: *Ceratoneis arcus*, *Fragilaria capucina*, *F. construens*, *Cocconeis placentula*, *Diatoma vulgare*, *Gomphonema olivaceum*, *Rhoicosphenia curvata* и *Didymosphenia geminata*.

Индекс сапробности находился в пределах 1.2-1.7, что соответствовало α -олигосапробной и β '-мезосапробной зонам загрязнения. Наиболее высокие показатели сапробности наблюдались в устьевой части рек: Гаварагет, Личк и Дззнагет.

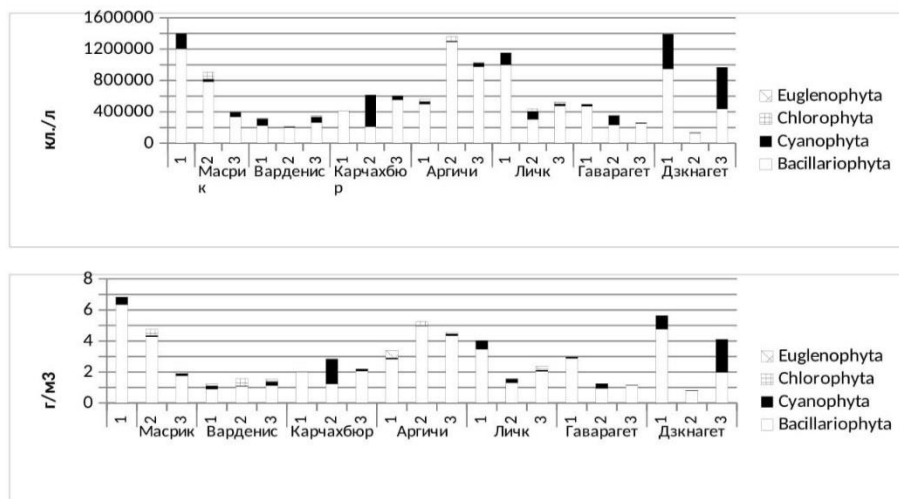


Рис. 3. Сезонные показатели количественного развития: а) численность (кл/л) и б) биомасса (г/м³) фитопланктона в устьевой части исследованных рек 2018г. (1-весна, 2-лето, 3-осень).

В летний период, в устьевой части исследованных рек наблюдалось уменьшение скорости течения до пределов 0.1-0.8 м/сек., повышение температуры от 10.5 до 20°C, показатели pH составляли 6.8-8.3. В устьях рек Масрик, Гаварагет, Дзкнагет увеличилось содержание фосфат-ионов, которое выразилось в превышении предельно допустимых количеств (рис.2). Повышенные концентрации фосфора в водах указывают на их загрязнение, так как соединения фосфора относятся к числу продуктов разложения сложных органических веществ. Высокие концентрации фосфатов обычно обусловлены их поступлением с удобряемых фосфатами полей [10]. Количество нитрит-ионов в этих реках было высоким и соответствовало от второго до третьего порядка качества воды. Концентрация аммония в речных водах, также как и концентрация нитритов, обычно колеблется в пределах сотых, десятых долей миллиграмма на литр, увеличение показателей наблюдается в загрязненных водах. [10].

В реке Варденис концентрация ионов аммония превосходила пределы принятых экологических стандартов для рек и составляла 0,87 мгN/л, что соответствовало III классу среднего качества воды [17] (рис. 2).

Летом в составе фитопланктона основных рек озера Севан было обнаружено около 58 видов водорослей, из них 46-диатомовые, 8-зеленые и 4-сине-зеленые. В группе зеленых водорослей наблюдалось увеличение показателей видового разнообразия водорослей, были зарегистрированы виды родов *Ankistrodesmus*, *Closterium*, *Pandorina* и *Ulothrix*. Наиболее богатыми в видовом отношении были роды: *Navicula* (9), *Nitzschia* (9), *Cymbella* (4), *Gomphonema* (3), *Pinnularia* (3), а высокую степень встречаемости имели виды: *Diatoma vulgare*, *Cocconeis placentula*, *Cymbella prostrata*, *Rhoicosphenia curvata*, *Fragilaria capucina*, *Navicula cryptocephala*, *Melosira varians* - из диатомовых, а из сине-зеленых - *Aphanothece clathrata*, *Microcystis aeruginosa*. Виды *Nitzschia dissipata*, *N. kuetzingiana*, *Fragilaria capucina*, *Diatoma vulgare* и *Melosira varians* имели высокие количественные показатели. По количественному развитию в планктоне доминировали диатомовые водоросли, которые составляли 34-100% (от численности) и 43-100% (от биомассы) от общих показателей. По сравнению с весенним периодом, количественные показатели фитопланктона снизились, за исключением рек Карцахбюр и Аргичи, где наблюдался рост количественных показателей. В р. Аргичи это было обусловлено в результате массового развития крупноклеточных диатомовых водорослей *Melosira varians* и *Diatoma vulgare*, а в р. Карцахбюр развитием сине-зеленой водоросли *Oscillatoria limnetica*. Летом, по сравнению с весенним периодом, в р. Варденис наблюдалось увеличение показателей биомассы за счет развития крупной колониальной зеленой водоросли *Pandorina morum*. Развитие зеленых водорослей в данной точке наблюдений, вероятно, было связано с относительно высокой температурой воды (17°C) и низкой скоростью течения (0,2 м/с), а также высокой концентрации аммония в воде [22]. Индекс сапробности в устьях рек колебался в пределах 1,4 -1,9. Самый высокий показатель отмечен в устье р. Гаварагет, где составлял 1,9, что соответствует β'-мезосапробной зоне и средней степени загрязнения органическими веществами.

Осенью температура воды в обследованных пунктах наблюдений составляла 5-9°C, скорость течения колебалась в пределах 0,5-1,2 м/с, а показатели pH воды составляли 7,3-7,8. Количество фосфат-ионов во всех реках превышали допустимые концентрации. Особенно высоким загрязнение было в реках Гаварагет, Карцахбюр, где содержание фосфат-ионов превышало ПДК в три-четыре раза. В этих реках почти вдвое увеличилось содержание нитрат-ионов. В реках Дзкнагет и Варденис зафиксированы высокие показатели не только фосфат-ионов, но и ионов аммония, что соответствует III-IV классу качества воды (среднее-неудовлетворительное).

В фитопланктоне выявлены 59 видов водорослей (48-диатомовые, 4-сине-зеленые, 3-зеленые, 4-эвгленовые). По сравнению с летом видовое разнообразие зеленых водорослей уменьшилось, но наблюдалось увеличение видового состава за счет развития эвгленовых водорослей родов *Trachelomonas* (3) и *Euglena* (1), которые считаются β -мезосапробными биоиндикаторами.

Во всех пунктах наблюдений по видовому разнообразию и количественным показателям преобладали диатомовые водоросли, за исключением Дзкнагета, где имели количественное преимущество сине-зеленые водоросли - 54% и 51%. Здесь доминировала сине-зеленая водоросль *Oscillatoria limosa*, составляя 50% от показателей общей численности и около 53% от общей биомассы. Последняя считается планктонабентосным видом, характерным как для стоячей, так и для проточной воды, является β -мезосапробным биоиндикатором [3]. Наибольшее видовое преимущество имели роды: *Navicula* (9), *Nitzschia* (9), *Cymbella* (4), *Pinnularia* (4), *Diatoma* (3) и *Gomphonema* (3). Высокие количественные показатели наблюдались у видов *Ceratoneis arcus*, *Melosira varians*, *Cocconeis placentula*, *Fragilaria capucina*, *F. construens*, *Diatoma vulgare* и другие. Индекс сапробности был в пределах 1.3-1.92, максимальные показатели наблюдались в реке Гаварагет.

Результаты многолетнего сезонного мониторинга основных рек водосборного бассейна озера Севан с 1990 по 2014 гг., выявили, что присущей чертой в развитии фитопланктона рек, является в целом, доминирование группы диатомовых водорослей [5,18,19].

Таким образом, на основе результатов, полученных в ходе мониторинга устьевой части рек в 2018 г., выявлено, что внутригодовая динамика гидрохимических показателей на исследованных реках характеризуется сезонной изменчивостью. Максимальное содержание биогенных веществ практически во всех исследованных реках наблюдается осенью, а концентрация нитритов самая высокая летом (до 0,11 мг/л). Крайне высокое содержание ортофосфатного фосфора в реках, в осенний период (0,49-1,57 мгР/л) позволяет характеризовать их как "грязные" (V класс качества водоема). По гидрохимическим показателям, под значительным антропогенным воздействием находится р. Гаварагет (МС), где постоянно наблюдались очень высокие концентрации фосфатов. В результате сезонных колебаний гидрохимических и гидрофизических факторов, наблюдалось, в целом, преобладание диатомовых водорослей, что является присущим для рек Армении. Одновременно, в некоторых устьях рек увеличилась количественная доля сине-зеленых и колониальных зеленых водорослей в фитопланктоне, что по всей вероятности, связано с увеличением параметров химического загрязнения воды [22]. В летний сезон высокая температура и низкая скорость течения воды, способствовали количественному развитию и заметному увеличению видового разнообразия зеленых водорослей. Значения индекса сапробности варьировали от 1,2 до 1,92, что соответствует зонам от α -олигосапробной до β^3 -мезосапробной. Наибольшее загрязнение органическими веществами по индексу сапробности зафиксировано в устье р. Гаварагет, что соответствует среднему уровню органического загрязнения. Ухудшение показателей качества воды в устьевой части основных рек водосборного бассейна несет в себе угрозы негативного влияния на качество воды в самом озере Севан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Ленинград. Гидрометеиздат, с.78- 86, 1983.
2. Баринова С.С., Медведева Л.А. Атлас водорослей-индикаторов сапробности (Российский Дальний Восток). Владивосток. Дальнаука, 364с, 1996.

3. *Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В.* Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель Авив. Pilies Studio, 498 с., 2006.
4. *Гамбарян Л., Шахазизян И.* Определитель родов водорослей пресноводных водоемов, Ереван, 60 с, 2014.
5. *Гамбарян Л.Р., Мамян А.С.* Фитопланктон притоков озера Севан. В монографии “Озеро Севан. Экологическое состояние в период изменения уровня воды”. Ярославль. Филлигрань, с.61-78, 2016.
6. *Григорян Д.Э., Погосян У.Г., Овсепян Т.А.* Гигиенические аспекты антропогенного эвтрофирования высокогорного озера Севан. Антропогенное эвтрофирование природ. вод. Черноголовка, с. 268-273, 1977.
7. Интегральная оценка экологического состояния озера Севан (GEO – Lake Sevan) Доклад Association “For SHD”/UNEPCom. Ереван, 42 с, 2011.
8. *Киселев И.А., Зинова А.Д., Курсанов Л.И.* Определитель низших растений Водоросли. М., Сов. Наука, 2, 312 с, 1953.
9. *Легович Н.О.* О “цветении” воды озера Севан. Экология гидробионтов озера Севан. Ереван, N 17, с. 51–74, 1979.
10. *Никаноров А.М.* Гидрохимия. Санкт-Петербург Гидрометеиздат 2001. стр. 444
11. *Овсепян А.А., Хачикян Т.Г.* Фитопланктон пелагиали озера Севан. В монографии “Озеро Севан. Экологическое состояние в период изменения уровня воды”. Ярославль. Филлигрань, с. 39-60, 2016.
12. *Оганесян Р.О., Иванян М.С., Давтян А.А., Гамбарян Л.Р., Мкртчян Ж.Г., Овсепян А.А., Мамян А.С.* Гидроэкологические изучения озера Севан и его водосборного бассейна (2009г.). БЖА, Ереван, LXII, 2, стр. 81-85, 2010.
13. *Оганесян Р.О.* Озеро Севан вчера, сегодня..., НАН РА. Ереван, 478 с., 1994.
14. Озеро Севан. Экологическое состояние в период изменения уровня воды, Ярославль, 236 с., 2016.
15. *Парнаров А.С.* Первичная продукция и содержание хлорофилла “а” в фитопланктоне оз. Севан. Тр. СГБС, XVII, с. 89-99, 1979.
16. *Прошкина-Лавренко А.И., Макарова И.В.* Водоросли планктона Каспийского моря. Ленинград. Наука, 291 с. 1986.
17. Решение правительства РА N 75, 69с, 2011.
<http://www.arlis.am/DocumentView.aspx?DocID=65705>
18. *Хачикян Т.Г.* Современная характеристика фитопланктона рек водосборного бассейна озера Севан. Дисс. на соиск. уч. ст. к.б.н., Ереван, 145с., 2013.
19. *Худоян А.А.* Фитопланктон основных притоков озера Севан: на соиск. уч.ст.к.б.н., Ереван, 1994г.
20. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев. Наукова думка, 206 с., 1990.
21. Экология озера Севан в период повышения его уровня. Махачкала. Наука ДНЦ, 367с., 2010.
22. Domingues R., Barbosa A. B., Sommer U., Galvao H.M., Ammonium, nitrate and phytoplankton interactions in a freshwater tidal estuarine zone: Potential effects of cultural eutrophication Aquatic Sciences, 73, 3, с. 331-342, 2011.
23. Reynolds C. What Factors Influence the Species Composition of Phytoplankton in Lakes of Different Trophic Status? Hydrobiologia 369/370: p. 11–26, 1998.
24. Streble H., Krauter D. Das Leben im Wassertrofen. Prague. 415 p., 2002.
25. <https://www.iso.org/standard/11757.html>
26. <https://www.iso.org/standard/13273.html>
27. <https://www.iso.org/standard/14842.html>
28. <https://www.iso.org/standard/36917.html>

Поступила 13.12.2021



POPULATION OF THE MAIN CULTIVATED FRUITS WITH HARMFUL MITES

H.L. TERLEMEZYAN¹, A.A. MANVELYAN², S.S. ASATRYAN²

¹Food safety risk analysis and assessment research center

²Armenian National Agrarian University
samvel.asatryan.96@gmail.com

In 2019-2020, studies were conducted in the orchards of Armavir region of Armenia to find out the population of different species and varieties of phytophagous lice. Studies have shown that of all the fruit trees apple tree and plum tree are the most in-habited by the ticks. The apple tree was the most populated by the Star krimson variety – 51.8 and 48.5%, and the plum tree by Wengerka italian variety – 47.5 and 42.2%.

Mites – phytophage – gatherings – populations – fruit crops

2019-2020 թթ.-ին Արմավիրի մարզի պտղատու այգիներում իրականացվել են ուսումնասիրություններ՝ պարզելու ֆիտոֆագ տզերով պտղատուների տարբեր տեսակների և սորտերի բնակեցվածությունը: Ուսումնասիրություններից պարզվել է, որ պտղատեսակներից տզերով առավել խիտ բնակեցված են եղել իսնձորենին և սալորենին: Առավել շատ բնակեցված են եղել իսնձորենու Ստար Կրիմսոն սորտը՝ 51,8 և 48,5%, և սալորենու Վենգերկա իտալական սորտը՝ 47,5 և 42,2%:

Տիզ – փուսակեր – հավաք – բնակեցվածություն – պտղատուներ

В 2019-2020 годах в плодовых садах Армавирской области Армении были проведены исследования с целью уточнения заселенности основных сортов фруктовых культур клещами-фитофагами. Исследования показали, что клещами наиболее сильно были заселены яблоня и слива. Этот показатель у сорта яблони Стар Кримсон в годы исследований составил соответственно 51,8 и 48,5 %, а у сорта сливы Венгерка Итальянская – 47,5 и 42,2 %.

Клещ – фитофаг – сбор – заселенность – плодовые культуры

The role of mite as pests of agricultural crops, as well as carriers of various pathogens, was revealed back in the 16th-17th centuries [1]. The study of tetrahedral lizards mite in Armenia began in the 19th century [3, 4]. It should be noted that nowadays, due to the negligent import of various crops and weak quarantine control, the mite have spread to areas where they were previously absent [9, 11].

Diseases and pests are one of the main reasons for the decrease in fruit yield [3, 4]. Vegetarian mite, which can develop during the whole vegetation, are especially notable for their harmfulness [3]. As a result of their vital activity, the leaves' cells turn gray and fill with air, as a result of which the leaves fall off, the quality and quantity of the crop fall [6, 8, 10].

Based on the importance of the problem, we conducted studies in the RA Armavir region, which were aimed at revealing the population of different species and varieties of phytophagous mite in orchards. Studies have shown that 13 species of harmful mites were found on different fruit crops, 8 of them were tetranychid mites, and the remaining 5 were tetrapods. Research also found that the species *Tetranychus viennensis* Zacher, *Tetranychus surticae* Koch. and *Cenopalpus pulcher* Canestrini et Fanzago are the most common and harmful to apple and plum trees [2].

Materials and methods. In 2019-20, we conducted studies to find out the mite population on apricot, peaches, apple, cherry and plum trees and based on the collected samples, we carried out their identification [6]. We collected mite once every 7 days during the whole vegetation period, also we did accounting for all stages of tick development on 20 leaves, in some cases also on young branches and fruits [5, 7].

The mite population on fruit trees was estimated by the following scale:

- 0 points – leaves, on which no mite were found,
- 1 points – leaves, up to 5% of the area of which is inhabited by mite,
- 2 points – leaves, 5 -25% of the area of which is inhabited by mite,
- 3 points – leaves, 26-50% of the area of which is inhabited by mite,
- 4 points – leaves, 51% of the area of which is inhabited by mite.

And we assess the mite population density on the fruit trees according to the following scale:

- 0 points – leaves on which no mite were found,
- 1 points – leaves with 1 to 10 mite on them,
- 2 points – leaves with 11 to 20 mite on them,
- 3 points – leaves with 21 to 30 mite on them,
- 4 points – leaves with more than 31 mite on them.

To determine the mite population and population density on fruit trees we used following formula.

$$X = \frac{\sum abc}{n * 4} * 100$$

where X- is the population density on leaves

$\sum abc$ – Is the sum of points,

n - is the total number of registered leaves,

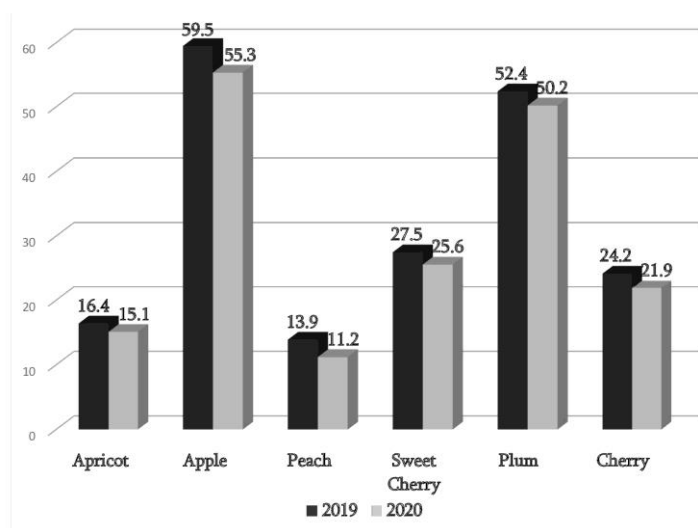
4 - is the maximum score [5].

Results and Discussion. By examining the mite population on fruit trees, we found that peach, apricot, cherry trees are relatively sparsely populated with mite, whereas the apple and plum trees have higher population density. The results of the study are presented in Table 1, and the average data about population density is presented in graph – image 1.

As the data in Table 1 shows, all the studied fruit trees were populated with ticks to varying degrees, despite the fact that in 2020 the development of ticks was weaker than in 2019. In 2019- 2020, the Star crimson apple variety was the most densely populated with mite, with a mite population of 51.8 and 48.5%, respectively, and a population density of 60.6 and 56.6%, then the plum Wengerka Italian variety with mite population of 47.5 and 42.2%, respectively, and population density of 54.6 and 52.8%, then variety of cherry Ezan achq with mite population of 23.4 and 20.6 % and population density with 29.8 and 27.3%, followed by the Podbelskaya variety of cherry, which had a mite population of 19.9 and 16.4%, respectively, and population density of 25.8 and 23.0%. Relatively low mite population and population density was registered for peach and apricot trees.

Table 1. Mite population and population density on fruit trees

Fruit tree species	Varieties	Mite population, %		Population density, %	
		2019թ.	2020թ.	2019թ.	2020թ.
Apricot	Yerevani	9.6	8.2	17.8	16.5
	Sateni	8.8	7.0	15.0	13.6
Peach	Narinji mijahas	7.1	5.1	14.5	11.5
	Zafrani mijaha	6.5	4.3	13.3	10.9
Apple	Star crimson	51.8	48.5	60.6	56.6
	Golden delishes	48.0	45.1	58.4	54.1
Plum	Vengerka italian	47.5	42.2	54.6	52.8
	Vengerka tnayin	43.3	40.3	50.2	47.6
Sweet Cherry	Ezan sirt	23.4	20.6	29.8	27.3
	Ezan achq	20.8	19.8	25.2	23.9
Cherry	Podbelskaya	19.9	16.4	25.8	23.0
	Shpanka xoshoraptux	15.7	10.6	22.6	20.8

**Image 1.** Population density on fruit trees the average (%) of 2019 – 2020.

As can be seen from the average data presented in Image 1, the following values of population density were registered among the fruit trees studied in 2019: Apple trees - 59.5%, plum trees - 52.4%, cherry trees - 27.5%, cherry trees - 24.2 %, apricot trees - 16.4%, peach trees - 13.9%, and in 2020 - apple trees - 55.3%, plum trees - 50.2%, cherry trees - 25.6%, cherry trees - 21.9%, apricot trees - 15.1% and peach trees - 11.2%. Let's add that in 2020, compared to the previous year, population density was weaker.

Thus, we have focused our research on 2 of the fruit trees – apple trees and plum trees, because during the years of research the strongest mite population and population density was observed in the mentioned fruit trees.

As a result of research conducted in 2019-2020, it turned out that Star crimson apple, Golden delicacy, Wengerka italian, Wengerka tnayin varieties were the most densely populated with ticks.

The mite population of the mentioned apple varieties in 2019 was 51.8 l 48.0%, respectively, population density - 60.6 l 58.4%, and in 2020 the mite population - 48.5 and 45.1%, the population density: 56.6 and 54.1%.

The mite population of the mentioned varieties of plum in 2019 was 47.5 and 43.3%, respectively, the population density - 54.6 and 50.2%, and in 2020 the mite population - 42.2 and 40.3%, the population density: 52.8 and 47.6%. Relatively low mite population and population density was recorded among the studied varieties of cherry trees, apricot trees and peach trees.

REFERENCES

1. *Բաղդասարյան Ա.Տ.* Գյուղատնտեսական կուլտուրաների վնասատու տզերը և պայքարը նրանց դեմ: Երևան, էջ 10-55, 1966:
2. *Թերլեմեզյան Հ.Լ., Մասարյան Ս.Ս.* Վնասակար տզերի տեսակային կազմը Արմավիրի մարզի պտղատու այգիներում: Հայաստանի կենսաբան. հանդես 4, էջ 76-79, 2021:
3. *Арутюнян Э.С., Дилбарян К.П.* Экологические особенности тетранихоидных клещей СССР. Биолог. журн. Армении, 39, 8, с. 669-673, 1986.
4. *Васильев В.П.* Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений, в 3-х т. /Под общ. ред. В.П. Васильева. 2-е изд., испр. и доп. 1. Вредные нематоды, моллюски, членистоногие/ Ред. тома В.Г. Долин. К. Урожай, 440 с., 1987.
5. *Гар К.А.* Методы испытания токсичности и эффективности инсектицидов, с. 287-289, 1963.
6. *Дилбарян К.П., Кочарян М.А.* Клеши-плоскотелки (Acariformes: Tenuipalpidae) Армении. НАН РА. Научный центр зоологии и гидроэкологии института зоологии. Ереван. Гитутюн, 119 с., 2014.
7. *Лившиц И.З.* Методы изучения тетраниховых клещей. Ялта, с. 508-529, 1964.
8. *Рекк Г.Ф.* Определитель тетраниховых клещей. Тбилиси: Изд. АН Грузинской ССР, 151 с., 1959.
9. *Рекк Г.Ф.* Каталог акарофауны Грузинской ССР. Тбилиси, изд. "Мецниереба", 128, с. 1976.
10. *Рекк Г.Ф.* О некоторых основах классификации тетранихоидных клещей. АН Груз. ССР, 13, 7, с. 419-425, 1952.
11. *Савковский П.П.* Атлас вредителей плодовых и ягодных культур. Киев: Урожай, 207 с., 1976.

Received on 28.01.2022



ԹԹՎԱԾՆԻ ԿԵՆՍԱԲԵՄԻԱԿԱՆ ՊԱՅԱՆՁԱՐԿԻ (ԹԿՊ) ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՍԵՎԱՆԱ ԼՃՈՒՄ

Ս.Ա. ՍԱՐԳՍՅԱՆ, Բ.Կ. ԳԱՐԻԵԼՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ կենդանաբանության և հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոն
Հիդրոէկոլոգիայի և ձկնաբանության ինստիտուտ
sarsur@bk.ru

Սևանա լճի տարբեր խորություններում ուսումնասիրվել է թթվածնի կենսաբիմանկական պահանջարկի (ԹԿՊ) ցուցանիշների սեզոնային դինամիկան ջրամուկների չնոսրացված և նոսրացված տարբերակներով: ԹԿՊ-ի ցուցանիշը մեծանում է նոսրացված ջրամուկներում: ԹԿՊ-ն մաքսիմալ է ջրի հատակային շերտերում բոլոր սեզոններում, իսկ աշնանը դիտվում է օքսիդացման պրոցեսի դանդաղ և երկարատև զարգացում, որը հետևանք է դժվար օքսիդացող օրգանական նյութերի գերակայության: Արդյունքները քննարկվում են զուգահեռ փորձերում ստացված ջրերի պերմանգանատային օքսիդացման և դանդաղեցված ֆյուորեսցենցիայի արդյունքների համեմատությամբ:

Սևանա լիճ – ԹԿՊ – սեզոնային դինամիկա – պերմանգանատային օքսիդացում – դանդաղեցված ֆյուորեսցենցիա

Сезонная динамика показателей биохимической потребности кислорода (БПК) изучалась в неразбавленных и разбавленных пробах воды, отобранных из разных глубин озера Севан. В разбавленных пробах воды, показатель БПК возрастал. Во все исследованные сезоны максимальные показатели БПК были в донных слоях, а осенью наблюдалось замедление процесса окисления, что связано с преобладанием трудноокисляемого органического вещества. Результаты обсуждаются в сравнении с результатами данных одновременно проведенных измерениях перманганатного окисления и замедленной флуоресценции воды.

Озеро Севан – БПК – сезонная динамика – перманганатное окисление – замедленная флуоресценция

Seasonal dynamics of biochemical oxygen demand (BOD) indicators was studied in undiluted and diluted water samples taken from different depths of Lake Sevan. In diluted water samples, the BOD increased. In all the seasons studied, the maximum BOD values were in the bottom layers, and in the fall, a slowdown in the oxidation process was observed, which is associated with the predominance of organic matter that is difficult to oxidize. The results are discussed in comparison with the results of these simultaneous measurements of permanganate oxidation and delayed fluorescence.

Lake Sevan – BOD – seasonal dynamics – permanganate oxidation – delayed fluorescence

Սևանա լճի մակարդակի բարձրացման ընթացիկ պայմաններում առանձնահատուկ նշանակություն են ձեռք բերում սեզոնային դինամիկայում լճի տարբեր

խորությունների ջրերի համալիր ուսումնասիրությունները: Ժամանակակից պայմաններում առանձնապես ակտուալ է դառնում հետազոտության կատարելագործված և մեծ ճշտություն ունեցող մեթոդների կիրառումը: Լայն կիրառություն են ստացել թթվածնի կենսաթիմիական պահանջարկի (ԹԿՊ) ուսումնասիրությունները [12, 13]: Այն արտացոլում է ջրի աղտոտվածության աստիճանը՝ ըստ ջրում առկա օրգանական նյութերի քանակի, որոնք կարող են օքսիդացվել միկրոօրգանիզմների կողմից: ԹԿՊ-ի արժեքները գնահատում են տարբեր տևողությամբ փորձերում. 5-օրում (ԹԿՊ-5)՝ ջրի որակի կողմնորոշիչ գնահատման համար, 20 և ավել օրում (ԹԿՊ-20) - հետազոտվող ջրում օրգանական նյութի փոփոխվող ֆրակցիայի օքսիդացման վրա թթվածնի ծախսի գնահատման համար: Եթե ջրում աղտոտող նյութերի, ծանր մետաղների քանակը մեծ է, ապա այն ազդում է ԹԿՊ-ի կինետիկայի վրա, և փորձի սկզբից նրա դիսմիկայում ի հայտ է գալիս ԹԿՊ-ի զարգացման ուղացման փուլ: Այդ ճնշող ազդեցությունը վերացնելու համար կատարում են ջրանմուշների բազմակի նոսրացում թորած ջրով: Ջրի նոսրացման եղանակի հարցում մեր կողմից կատարված նորամուծության շնորհիվ [1] զգալիորեն մեծացել է մեթոդի զգայնությունը, որը և կիրառվել է ԹԿՊ-ի հետազոտությունների ժամանակ: Չուզահեռ փորձերում ուսումնասիրվել են նաև բնական ջրերի որակի գնահատման հետևյալ ինտեգրալ ցուցանիշները՝ պերմանգանատային օքսիդացման ինդեքսը՝ որպես ջրում հեշտ լուծվող օրգանական նյութի ցուցանիշ, և դանդաղեցված ֆյուլորեսցենցիայի ինտենսիվությունը, քանի որ այն ուղղակիորեն արտացոլում է ֆիտոպլանկտոնի պրոդուկցիոն ընդունակությունը և այդ պատճառով նրա կենսավերարտադրման ինֆորմատիվ ցուցանիշ է [1]:

Նյութ և մեթոդ: Ջրանմուշները վերցվել են Սևանա լճի երկու դիտակետերից հետևյալ աշխարհագրական կոորդինատներով. Փոքր Սևան՝ 40°36'14.2"N, 45°03'32.8"E և Մեծ Սևան՝ 40°23'59.6"N, 45°20'38.1"E: Նմուշառումը կատարվել է զարնանը (30.04.2021), ամռանը (30.06.2021) և աշնանը (30.09.2021), Փոքր Սևանի 0, 20, 30, 55 և 80 մետր, իսկ Մեծ Սևանի 0, 20 և 32 մետր խորություններից: Թարմ ջրանմուշները լաբորատորիա էին տեղափոխվում 2-լիտրանոց պլաստիկ շշերով: Դանդաղեցված ֆյուլորեսցենցիայի (ԴՖ) անալիզների համար 100 մլ թարմ ջրանմուշները ֆիլտրվում էին «Վլադիպոր» №10 մենբրանային ֆիլտրով՝ ֆիտոպլանկտոնի կոնցենտրացման համար: ԴՖ-ի վայրկյանային բաղադրիչների (5-ից մինչև 60 վայրկյան) չափումների համար կոնցենտրացված ֆիտոպլանկտոնը լուսավորվում էր 1 րոպեով 500 լյուքս լուսավորվածությամբ և տեղափոխվում սարքի մուժ կամերա և գրանցվում հետլուսարձակման ինտենսիվության մարման կինետիկան ֆոտոմետրիկ եղանակով [2]: Ջրանմուշներում հեշտ օքսիդացող օրգանական նյութի քանակությունը չափվում էր ջրի պերմանգանատային օքսիդացվածության (ՊՕ) աստիճանի որոշմամբ Կուբելի մեթոդով [6]: Ջրի կոշտությունը որոշվում էր կոմպլեքսոնոմետրիկ [7] և մեր կողմից արտոնագրված եղանակներով [3]: Ջրում ջրածնային իոնի կոնցենտրացիան՝ pH-չափվել է pH-121 սարքով: Թթվածնի կենսաթիմիական պահանջը որոշվել է, մանոմետրիկ եղանակով ընդունված սխեմայի համաձայն [8], երկու տարբերակով, նախ՝ անմիջապես բնական ջրերում առանց նոսրացման, այնուհետև ջրանմուշների նոսրացմամբ առանց թորած ջրի՝ մեր կողմից առաջարկված տարբերակով [1], որի ելությունը հետևյալն է: Անհրաժեշտ ծավալի ջրերը ֆիքսվում էին սառեցմամբ -23°C ջերմաստիճանում: Փորձի օրը կատարվում էր սառած ջրանմուշի հալեցում սենյակային ջերմաստիճանում: Հալվող ջուրը հավաքվում էր 3 հաջորդական հավասար չափաքաժիներով (ֆրակցիաներում) սկսած հալման սկզբից: Այս 3 ֆրակցիաներում որոշվում էին ՊՕ-ի և ջրերի կոշտության արժեքները, որպեսզի որոշվեն նոսրացման աստիճանները ելքային ջրի համեմատ: Առաջին ֆրակցիայում հիմնականում դիտվում է այդ ցուցանիշների կտրուկ աճ, իսկ երրորդ ֆրակցիայում՝ 1.2-1.4 անգամ նոսրացում, որով և բազմապատկվում են ԹԿՊ-ի գրանցված արժեքները: ԹԿՊ-ի որոշման բոլոր փորձերում ջրերի միկրոֆլորան հարստացվում էր, և փորձերը դրվում էին նիտրիֆիկացիայի ճնշման տարբերակով՝ կիրառելով թիոմիզանյութ ընդունված սխեմայի համաձայն [9, 15]: Արդյունքները մշակվել են ստատիստիկորեն [10]:

Արդյունքներ և քննարկում: Սևանա լճի տարբեր խորություններից վերցրած ջրանմուշների հետազոտության արդյունքները բերված են աղ. 1-ում:

Աղյուսակ 1. Մեծ և Փոքր Սևանների տարբեր խորությունների ջրերում թթվայնության (pH), ջրերի կոշտության (մգ-էկվ/լիտր), պերմանգանատային օքսիդացման (ՊՕ), (մգՕ/լիտր), դանդաղեցված ֆյուրեցենցիայի (ԴՖ) վայրկյանային կոմպոնենտների արժեքները (հար. միավորներ)

Դիտակետ	Խորությունը մետր	Սեզոնը	pH	Ջրի կոշտությունը	ՊՕ	ԴՖ		
						5	10	20
Փոքր Սևան	0	Գարուն	9.25	5.80	3.30	120	82	42
		Ամառ	9.25	5.65	3.45	195	125	65
		Աշուն	9.30	5.75	3.00	58	28	20
	20	Գարուն	9.20	5.75	2.95	84	45	26
		Ամառ	9.05	5.70	3.23	100	65	34
		Աշուն	9.05	5.65	2.85	36	20	13
	30	Գարուն	9.20	5.80	2.92	60	40	20
		Ամառ	9.00	5.75	3.20	80	58	34
		Աշուն	9.05	5.80	2.90	35	20	10
	55	Գարուն	9.20	5.70	2.96	60	37	18
		Ամառ	9.05	5.85	3.13	68	42	25
		Աշուն	9.10	5.85	2.90	32	19	9
	80 հատակ	Գարուն	9.15	5.70	2.83	72	50	28
		Ամառ	9.10	5.75	2.85	168	120	64
		Աշուն	9.05	5.85	2.70	39	25	14
Մեծ Սևան	0	Գարուն	-	-	-	-	-	-
		Ամառ	9.25	5.85	3.48	181	117	55
		Աշուն	9.30	5.80	3.00	59	36	24
	20	Գարուն	-	-	-	-	-	-
		Ամառ	9.05	5.70	3.15	124	79	40
		Աշուն	9.25	5.75	3.00	58	33	20
	32 հատակ	Գարուն	-	-	-	-	-	-
		Ամառ	9.00	5.85	3.10	177	118	55
		Աշուն	9.10	5.75	2.95	59	35	22

Ինչպես երևում է աղ. 1-ից, ջրի թթվայնության աստիճանի ցուցանիշը (pH) բոլոր խորությունների համար ամբողջ սեզոնի ընթացքում տատանվում է 9,0-ից մինչև 9,30-ի սահմաններում: Այս արժեքներն ընկած են բնական բաղադրատարր ջրերին բնորոշ թթվայնության սահմաններում: Լճում կոշտության աղերի քանակությունը տատանվում է 5,65 մգ-էկվ/լ-ից մինչև 5,85 մգ-էկվ/լ-ի սահմաններում, և ընդգծված օրինաչափություն չի դրսևորվում: Ինչպես երևում է աղ. 1-ից, ՊՕ-ի մաքսիմալ արդյունքը գրանցվում է ամռանը Մեծ Սևանի 0 մ-ում (3.48 մգՕ/լիտր), իսկ մինիմալը՝ Փոքր Սևանի 80 մ-ում աշնանը (2.70 մգ Օ/լիտր): Այս ցուցանիշը դրսևորում է ընդգծված սեզոնային դինամիկա: Գարնանը և ամռանը այն նկատելիորեն բարձր է, քան աշնանը, ընդ որում բոլոր խորություններում: Դա ակնհայտորեն կապված է ֆիտոպլանկտոնի ֆիզիոլոգիական ակտիվության մեծացման և ֆոտոսինթեզի հետ, որը ջուրը հարստացնում է ալոտիտոն օրգանական նյութերով, այդ թվում նաև հեշտ օքսիդացող [5]:

Նույն աղյուսակում բերված դանդաղեցված ֆյուրեցենցիայի (ԴՖ) վայրկյանային կոմպոնենտները (հար. միավորներով) պատկերացում են տալիս ջրում ջրիմուռների մաքսիմալ հնարավոր հարաբերական քանակի մասին: Այս ցուցանիշով ընդգծված բարձր արժեքներ են գրանցվում 5-վրկ կոմպոնենտում, իսկ 10 և 20 վայրկյաններում, չնայած նվազող ինտենսիվությանը, լիովին պահպանվում են դիտվող օրինաչափությունները: ԴՖ-ի բոլոր ցուցանիշների համադրումը աղ.1-ում ցույց է տալիս, որ ջրում ջրիմուռների հարաբերական մաքսիմալ քանակություններ գրանցված ԴՖ-ի 5 վայրկյանի կոմպոնենտով մաքսիմալ է լճի մակերեսային շերտերում հատկապես ամռանը և գարնանը: Դա տրամաբանորեն կապված է ջրիմուռների ամառային խթանված աճի հետ: Ըստ խորությունների՝ ԴՖ-ի ինտենսիվությունը նվազում է, սակայն հատակին դիտվում է նրա արժեքների նկատելի աճ բոլոր սեզոններում: Դա առավել ցայտուն է արձանագրվում ամռանը (աղ. 1):

Դա նշում է այն հանգամանքը, որ ջրիմուռները մահանալով իջնում են հատակային շերտ, իսկ բլորոֆիլը լիովին քայքայված չէ: ԴՖ-ի նվազագույն արժեքները գրանցվել են աշնանը, որը հետևանք է նվազող ջերմաստիճանային պայմաններում ջրիմուռների վերարտադրողականության անկման, և դիտվում է նրանց կենսազանգվածի անկում, որը և գրանցվում է ԴՖ-ի ցուցանիշով: Աղ. 2-ում բերված են նույն խորություններում բնական ջրամուռների ԹԿՊ-ի արժեքները, որոնք առավել հստակ և ամբողջական պատկեր են տալիս ջրում տարբեր բնույթի օրգանական նյութերի սեզոնային և ըստ խորությունների բաշխվածության մասին:

Աղյուսակ 2. Մեծ և Փոքր Սևանի ջրերում, ըստ խորությունների, թթվածնի կենսաքիմիական պահանջի (ԹԿՊ) $-(\text{մգ-O}_2/\text{լ})$ արժեքները սեզոնային դինամիկայում

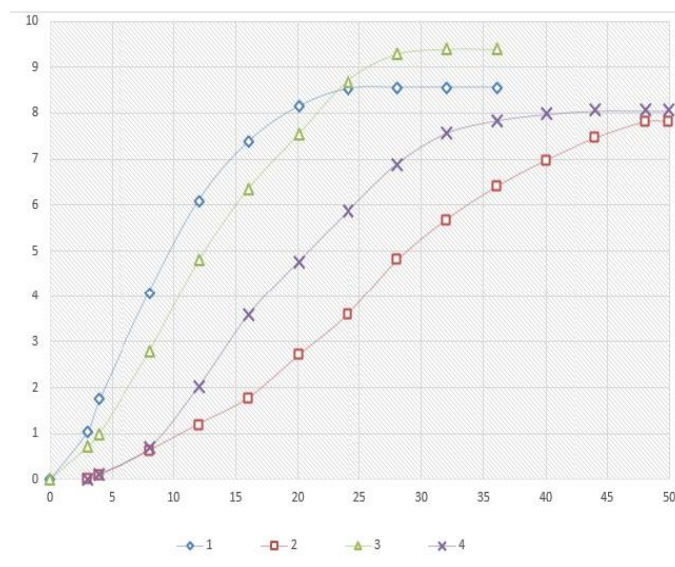
Դիտակետ	Խորությունը (մետր)	Սեզոնը	ԹԿՊ-ամբողջ ստանդարտ	ԹԿՊ-ամբողջ տարացված	ԹԿՊ-ամբողջ տևողությունը (օրեր)	ԹԿՊ-5 ստանդարտ	ԹԿՊ-5-ի %-ը ԹԿՊ-ամբողջից (%)
Փոքր Սևան	0	Գարուն	7.87	8.38	23-27	3.04	38.6
		Ամառ	8.19	8.44	25-28	2.44	30.3
		Աշուն	7.77	8.20	42-50	1.38	18.0
	20	Գարուն	6.95	7.45	25-30	2.16	31.1
		Ամառ	8.05	8.37	22-29	2.78	34.5
		Աշուն	7.36	7.90	43-48	0.93	13.0
	30	Գարուն	7.36	7.65	23-29	2.37	32.0
		Ամառ	8.05	8.39	20-25	2.30	28.1
		Աշուն	8.00	8.35	42-48	1.77	22.0
	55	Գարուն	7.80	8.40	22-28	2.39	30.6
		Ամառ	8.10	8.50	20-28	2.30	28.6
		Աշուն	7.73	8.45	45-49	1.38	17.7
	80	Գարուն	8.40	9.16	27-31	2.10	25.0
		Ամառ	8.95	9.18	28-30	3.36	37.5
		Աշուն	8.30	8.85	40-45	2.20	26.0
Մեծ Սևան	0	Գարուն	-	-	-	-	-
		Ամառ	8.15	8.40	20-29	1.96	24.0
		Աշուն	8.65	8.87	40-48	2.31	26.7
	20	Գարուն	-	-	-	-	-
		Ամառ	7.90	8.35	24-28	1.89	24.9
		Աշուն	8.17	9.03	43-49	1.50	18.0
	32	Գարուն	-	-	-	-	-
		Ամառ	8.28	8.53	20-26	2.30	29.4
		Աշուն	9.00	9.32	40-47	2.60	28.8

Աղ. 2-ից երևում է, որ արտոնագրված եղանակով (տարացմամբ) որոշված ԹԿՊ-ի արժեքները նկատելի բարձր են, քան բնական ճնտարացված ջրերում ստանդարտ եղանակով և ունեն նույն սեզոնային դինամիկան: Արդյունքներից երևում է նաև, որ յուրաքանչյուր սեզոնում ԹԿՊ-ի արժեքներն առավելագույն են հատակային մասի ջրաշերտերում, որը հետևանք է մահացած ջրիմուռների և այլ օրգանական նյութերի դեպի հատակ տեղաշարժման և այնտեղ մանրէաբանական քայքայման, որը մեծ թթվածնային ծախս է պահանջում:

Աղ. 2-ից ընդգծված երևում է, որ ԹԿՊ-ամբողջի մաքսիմալ արժեքները Փոքր Սևանի բոլոր խորություններում գրանցվում են ամռանը, իսկ Մեծ Սևանում՝ աշնանը: Ամառային և աշնանային միջին ԹԿՊ-ամբողջը Փոքր Սևանի համար կազմում է համապատասխանաբար՝ 8.25 և 7.83 մգ-O₂/լ, իսկ Մեծ Սևանի համար 8.11 և 8.61 մգ-O₂/լ (ճնտարացված տարբերակում): Փոքր Սևանում ԹԿՊ-ի նվազումը ամռանից աշուն պայմանավորված պետք է լինի այստեղ հիպոլիմնոնի առկայությամբ, որը հեշտացնում և կայունացնում է ջրի վերին շերտերի ինքնամաքման պրոցեսները:

Մեծ Սևանում հիպոլիմնոնի բացակայության պատճառով բնոգեն նյութերի խառնվելու հետևանքով աշնանը և՛ հատակին, և՛ ջրի մյուս շերտերում գրանցվում են ԹԿՊ-ամբողջի առավել բարձր ցուցանիշներ, քան ամռանը (աղ. 2): Դա նշանակում է նաև, որ Մեծ Սևանում ալոխտոն օրգանական նյութերի ներհոսքն ավելի մեծ է, քան Փոքր Սևանում: Սա կապված է նաև լճի մակարդակի բարձրացման ներկա փուլի հետ, երբ լճի մեջ են հայտնվում ավելի շատ ափամերձ բուսահումուսային տարածքներ: Ըստ բիոքիմիական օքսիդացման ընդունակության՝ աֆտոխտոն օրգանական նյութերը հեշտ օքսիդացող են, իսկ ալոխտոնը՝ դժվար օքսիդացող: Ելնելով ԹԿՊ-ի կինետիկական ընթացքից և տևողությունից (աղ. 2)՝ ակնհայտ է, որ աշնանային օրգանական նյութերում գերակշռում են դժվար օքսիդացողները: Եթե զարնանը և ամռանը ԹԿՊ-ն հենց առաջին օրերից է արագ զարգանում և տևում է մինչև 20-30 օր, ապա աշնանային ԹԿՊ-ն դանդաղ է զարգանում և տևում է 40-50 օր (աղ. 2): Այսինքն՝ լճում աշնանը գերակշռում են դժվար օքսիդացող օրգանական նյութերը, որոնց բիոքիմիական օքսիդացման համար պահանջվում է կրկնակի երկար ժամանակ: Միաժամանակ տեղի է ունենում օրգանական նյութերի բնականոն օքսիդատիվ տրանսֆորմացիա՝ հեշտ օքսիդացողից դժվար: Վերը նշված օրինաչափությունները չեն կարող նույն ձևով բացատրվել ԹԿՊ-5-ի հենց նույն փորձերում գրանցված արդյունքներով, որը բերված է աղ. 2-ում: Դրա պատճառը կարող է լինել լճի օրգանական նյութի օքսիդացվածությունը, հատկապես աշնանայինը: Այդ պատճառով ԹԿՊ-5-ի արժեքները կազմում են ԹԿՊ-ամբողջի ընդամենը 13.0-ից 38.6 %-ը (աղ. 2), իսկ ջրի որակի լիարժեք բնութագրման համար ընդունված է, որ այն կազմում է ԹԿՊ-ամբողջի մոտ 70 %-ը: Ինչպես նշում են նաև մի շարք հետազոտողներ [10], ԹԿՊ-5-ը շատ դեպքերում օբյեկտիվորեն չի բնութագրում հետագա օքսիդատիվ պրոցեսների ընթացքը: Ջրերում ԹԿՊ-ամբողջի և ԹԿՊ-5-ի սեզոնային արժեքների համադրումը ցույց է տալիս, որ Սևանա լճի օրգանական նյութերի բնութագրման համար առավել ինֆորմատիվ պետք է համարել ԹԿՊ-ամբողջի արդյունքները:

Վերը նշվածի առավել հստակ բացատրության համար նկ.1-ում բերված են Փոքր Սևանի մակերեսի (0-մ.) և հատակի (80-մ.) ամառային և աշնանային ԹԿՊ-ի առավել բնութագրիչ կինետիկական կորագծերը մինչև 50 օր տևողությամբ փորձերում:



Նկար 1. Սևանա լճում ԹԿՊ-ի կինետիկական ամռանը 0-մ. (1) և 80-մ. (3), աշնանը 0-մ. (2) և 80-մ. (4) : X-առանցքում ժամանակը՝ օրեր, Y-առանցքում՝ ԹԿՊ-մգ.Օ2/լ

Նման երկարատև հետազոտություններ կատարել են նաև այլ հետազոտողներ [12-14], որպեսզի առավել մանրամասն ուսումնասիրեն բնական ջրերում օրգանական նյութերի տրանսֆորմացիայի առանձնահատկությունները: Նկարում բերված 0-մ. և 80-մ.-ի ամառային կորագծերը զարգանում են էքսպոնենցիալ ձևով, սակայն տարբերվում են նրանով, որ մակերեսին ԹԿՊ-ի զարգացման արագությունն ավելի մեծ է և ավելի արագ է հասնում մաքսիմալ արժեքին (25 օրում), իսկ 80-մետրում՝ նկատելի դանդաղ է զարգանում և ավելի երկար է տևում (32 օր), բայց ավելի բարձր արժեքի է հասնում, քան 0 մետրում: Դրա պատճառը կարող է հանդիսանալ այն, որ հատակային մասում կուտակվում են մասամբ օքսիդացած ամառային լյաբիլ օրգանական նյութերից բացի, նաև դժվար օքսիդացող նյութեր: Նկ. 1-ում ընդգծված երևում է, որ նույն խորությունների ամառային և աշնանային ԹԿՊ-ի կինետիկական կորագծերը խիստ տարբերվում են: Աշնանային ԹԿՊ-ն և՛ 0 մ.-ում, և՛ 80 մ.-ում զարգանում է ընդգծված ցածր արագությամբ, հատկապես մակերեսին, և հասնում իր մաքսիմալ արժեքներին մոտ 45-50 օրում: Դրա բացատրությունը կարող է հանդիսանալ այն, որ աշնանը լճում օրգանական նյութերը բավականին տրանսֆորմացված են, և նվազել է նրանց նորառաջացումը ֆոտոսինթեզի հաշվին, ինչպես ամռանը: Ըստ աղ. 1-ի ԴՖ-ի արդյունքների՝ աշնանը ջրի-մուռների հար. քանակը մոտ եռապատիկ նվազել է, իսկ ՊՕ-ի արժեքները նկատելի ցածր են ամռան համեմատ: Դրա հետևանքով դիտվում է օրգանական նյութերի օքսիդատիվ տրանսֆորմացիայի արագության անկում, որը և դիտվում է ԹԿՊ-ի աշնանային կինետիկայում: Այստեղ էական դեր կարող է ունենալ նաև այն, որ, ըստ երևույթին, աշնանը լճում դոմինանտ են ալոխտոն օրգանական նյութերը, որոնք առավել դժվար օքսիդացող են, քան աֆոտոխտոնը: Հատկանշական է, որ աշնանային ԹԿՊ-ի սկզբնական զարգացման կինետիկայում դիտվում է 3-օրյա սկզբնական արգելակում (նկ. 1): Այն վերանում է մեթոդում նշված եղանակով ջրի նոսրացման (1,2 անգամ) տարբերակում: Կինետիկական կորագծերը լիովին համընկնում են չնոսրացված տարբերակների բերված օրինակներին, իսկ ԹԿՊ-ամբողջի արժեքներն ավելի բարձր են ստացվում, որոնք բերված են աղ. 2-ում: Դա պայմանավորված է նրանով, որ նոսրացման շնորհիվ նվազում է կենսածին տոքսինների, ծանր մետաղների և այլ նյութերի ճնշող ազդեցությունը ԹԿՊ-ի պրոցեսը պայմանավորող միկրոօրգանիզմների մետաբոլիզմի վրա:

Սևանա լճում հետազոտված ՊՕ-ի և ԴՖ-ի ցուցանիշները դրսևորում են ընդգծված սեզոնային դինամիկա, մաքսիմալ արժեքներ ունենալով գարնանն ու ամռանը և մինիմալը՝ աշնանը, ընդ որում բոլոր խորություններում: Դա կախված է ֆիտոպլանկտոնի սեզոնային ակտիվությունից: ԴՖ-ն մշտապես բարձր է մակերեսային շերտում և ըստ խորությունների՝ նվազում է մինչև հատակ: Հատակում դիտվող ԴՖ-ի պիկը Նշում է այն հանգամանքը, որ ջրիմուռները մահանալով իջնում են հատակ, և քլորոֆիլը լիովին քայքայված չէ: Դա գումարային ազդեցություն է թողնում ԹԿՊ-ի ցուցանիշների վրա, որոնք հատակային մասում մշտապես բարձր են բոլոր սեզոններում: ԹԿՊ-ի մաքսիմալ արժեքները գրանցվում են Փոքր Սևանում ամռանը, իսկ Մեծ Սևանում՝ աշնանը: Ամառային և աշնանային ԹԿՊ-ի կինետիկական կորագծերի ընդգծված տարբերությունը Նշում է, որ աշնանը լճում օրգանական նյութը բավականին օքսիդացած է, և լճում գերակայում են դժվար օքսիդացողները: Ջրերի նոսրացման եղանակով հնարավոր է լինում խուսափել ԹԿՊ-ի պրոցեսի սկզբնական հնարավոր արգելակման փուլից և ստանալ առավել բարձր արդյունքներ, իսկ դիտվող օրինաչափությունները կրկնվում են ինչպես ջրերի չնոսրացված տարբերակում: Որպեսզի միանշանակ գնահատական տրվի՝ լճի մակարդակի բարձրացման այս փուլում տեղի է ունենում նրա տրոֆայնության իջեցում, թե՞ բարձրացում, անհրաժեշտ է հաջորդ 1-2 տարում շարունակել հետազոտությունները:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Սարգսյան Ս.Ա. Բնական ջրերում ԹԿՊ-ի որոշման եղանակ: Արտոնագիր №33356A, գրանցված 08.01.2020:

2. Մարգարյան Ս.Ա. Սեստոնոմ աղետոգիտեմֆոսֆորական թթվի քանակությունը և դանդաղեցված ֆյուկոբեսցենցիայի մեծությունը որպես Սևանա լճի պլանկտոնային միկրոֆլորայի կենսազանգվածի չափման էքսպրես ինդիկատորներ: Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 71, 2, 17-21, 2019:
3. Մարգարյան Ս.Ա. Ջրի կոշտության որոշման եղանակ: ՀՀ Արտոնագիր №2823A, գրանցված 25.03.2014:
4. Винклер метод. Ru-ecology.info/term/30613.
5. Зобкова М.В., Ефремова Т.А., Лозовик П.А., Сабылина А.В. Органическое вещество и его компоненты в поверхностных водах гумидной зоны. Успехи современного естествознания. 12, с. 115-120, 2015.
6. Лурье Ю.Ю. Общие методы для анализа вод. Изд-2, М., Химия, с.376, 1973.
7. Лурье Ю.Ю. Универсальные методы анализа вод в СССР. М., с.374, 1971.
8. Справочник химика 21. Метод анализа измерений манометрический. chem21.info/42550/
9. Методика определения БПК-5 в пробах питьевых, природных источников вод. М., с. 14, 2016.
10. Плахински Н.А. Биометрия. М., МГУ, 367 с., 1970.
11. Цылев О.П., Ткаченко В.Н., Старцева А.И. Замедленная флюоресценция природных сообществ морского фитопланктона. Экология, 4, с.18-23, 1980.
12. Ostapenia A.P., Parparov A., Berman T. Lability of organic carbon in lakes of different trophic status. Freshwater Biol. 54, 1312-1323, 2009. doi: 10.1111/j.1365-2427.2009.02183x.
13. Sabylina A.V., Lozovik P.A., Zobkov M.B. Water chemistry in Onega Lake and its tributaries. Water Resources, no. 6. p. 842-853, 2010. doi: 10.1134/S0097807810060102
14. Sullivan A.B., Snyder D.V., Rounds S.A. Controls on biochemical oxygen demand in the upper Klamath River, Oregon. Chem. Geol., 269, p. 12-21. doi: 10.1016/j.chemgeo.2009.08.007
15. Water quality – Determination of biochemical oxygen demand after n days (BODn) – Part 1: Dilution and seeding method with allylthiourea addition. Norm ISO 5815-1:2003. Geneva, International Organization for Standardization Publ., 15 pp., 2003.

Ստացվել է 16.12.2022



Биолог. журн. Армении, 1 (74), 2022

DOI:10.54503/0366-5119-2022.74.1-24

СРАВНЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ КРЫС ПОСЛЕ ВЛИЯНИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ АЛИМЕНТАРНОЙ ДЕПРИВАЦИИ

Р.В. ЯНКО

Институт физиологии им. А.А. Богомольца НАН Украины
biolag@ukr.net

Целью данной работы было сравнение разных видов алиментарной депривации (АД) на морфологические изменения щитовидной железы (ЩЖ) крыс. Исследование проведено на 36 крысах-самцах линии Wistar в возрасте 15 месяцев. Одна группа подопытных крыс была под воздействием интервальной (1 день полное голодание / 2 дня стандартный рацион питания), а другая – частичной (пищевой рацион, сниженный по массе на 30 % по сравнению с контролем) АД. Общая продолжительность эксперимента составила 28 дней. Доступ к воде был свободным. Гистологические препараты ЩЖ готовили по стандартной методике. Гистоморфометрию цифровых изображений препаратов проводили с помощью компьютерной программы “Image J”. Показано, что воздействие АД разных видов имело однотипные по характеру морфологические изменения ЩЖ. Однако выраженность изменений в паренхиме железы подопытных крыс после влияния интервальной АД проявлялась в большей степени, чем при частичном голодании. Изменения основных гистоморфометрических показателей ЩЖ крыс, после воздействия АД, указывают о наличии признаков повышения её активности. Об этом свидетельствовало возрастание массы железы, уменьшение площади фолликулов, коллоида, внутреннего диаметра фолликулов, индекса накопления коллоида и относительной площади стромы, а также увеличение высоты фолликулярного эпителия, фолликулярно-коллоидного индекса, стереологического индекса резорбции, количества интерфолликулярных островков.

Алиментарная депривация – щитовидная железа – морфологические исследования

Այս աշխատանքի նպատակն է համեմատել տարբեր տեսակների սննդային անբավարարության ազդեցությունն առնետների վահանաձև գեղձի (ТГ) ձևաբանական փոփոխությունների վրա: Յետազոտությունն իրականացվել է 15 ամսական 36 արու Wistar ցեղատեսակի գծային առնետների վրա: Փորձարարական առնետների մի խումբը ենթարկվել է ընդմիջումային (1 օր լիակատար սով / 2 օր ստանդարտ չափաբաժին), իսկ մյուսը՝ մասնակի (սննդի չափաբաժինը 30%-ով կրճատվել է ըստ քաշի՝ ստուգիչի համեմատ) սննդային անբավարարության: Փորձի ընդհանուր տևողությունը 28 օր էր: Ջրի մուտքն ազատ էր: Վահանաձև գեղձի հյուսվածքաբանական պատրաստուկները ենթարկվել են ստանդարտ մշակման: Պատրաստուկների թվային պատկերների հիստոմորֆոմետրիկ կատարվել է Image J համակարգչային ծրագրի միջոցով: Ցույց է տրվել, որ տարբեր տեսակների սննդային անբավարարությունը հարուցել է վահանաձև գեղձի նմանատիպ ձևաբանական փոփոխություններ: Սակայն, փորձակենդանիների վահանաձև գեղձի պարենխիմայի փոփոխություններն առավել արտահայտված էին ընդմիջումային կերակրման պայմաններում: Առնետների վահանաձև գեղձի հիմնական հյուսվածքային և ձևաչափական ցուցանիշների փոփոխությունները վկայում են դրա ակտիվության բարձրացման մասին: Դրա մասին են վկայում գեղձի զանգվածի ավելացումը, ֆոլիկուլների, կոլոիդի, ֆոլիկուլների ներքին տրամագծի նվազումը, կոլոիդի կուտակման և հենքի հարաբերական մակերեսի ինդեքսի, ինչպես նաև ֆոլիկուլային էպիթելի բարձրության, ֆոլիկուլակոլոիդային ինդեքսի, ռեզորբցիայի ստերեոլոգիական ինդեքսի, ներֆոլիկուլային կղզյակների քանակների մեծացումը:

Սննդի անբավարարություն – վահանաձև գեղձ – ձևաբանական ուսումնասիրություններ

The aim of this work was to compare different types of alimentary deprivation (AD) for morphological changes in the thyroid gland of rats. The study was carried out on 36 male Wistar rats at the age of 15 months. One group of experimental rats was exposed to interval (1 day complete fasting / 2 days standard diet), and the other – partial (food ration reduced in weight by 30 % compared to control) AD. The total duration of the experiment was 28 days. Access to water was free. Histological preparations of the thyroid gland were prepared according to the standard technique. Histomorphometry of digital images of preparations was performed using the computer program "Image J". It was shown that the effect of different types of AD had morphological changes in the thyroid gland of the same type. However, the severity of changes in the gland parenchyma of experimental rats after the influence of interval AD was manifested to a greater extent than with partial AD. Changes in the main histo-morphometric parameters of the thyroid gland of rats, after exposure to AD, indicate the presence of signs of an increase in its activity. This was evidenced by an increase in the mass of the gland, a decrease in the area of follicles, colloid, inner diameter of follicles, the colloid accumulation index and the relative area of the connective tissue, as well as an increase in the height of the follicular epithelium, follicular-colloid index, stereological index of resorption, the number of interfollicular islets.

Alimentary deprivation – thyroid gland – morphological studies

Вопросы о механизмах действия голодания, а также оптимальных режимах его применения в оздоровительных и лечебных целях остаются в центре внимания исследователей до настоящего времени. Известно, что умеренное ограничение пищевого рациона оказывает положительный эффект на большинство процессов жизнедеятельности организма. В то время как длительное полное голодание или неполноценное питание, напротив, снижает адаптационные возможности организма и ускоряет наступление смерти. Установлено, что в основе положительного эффекта дозированного голодания лежат такие важные физиологические механизмы, как: аутолиз нежизнеспособных клеточных структур; активное освобождение организма от конечных продуктов обмена веществ, эндотоксинов, включая метаболиты лекарств, чужеродных антигенов; изменение состояния рецепторного аппарата клеток; повышение активности факторов неспецифической резистентности при одновременной стимуляции процессов регенерации [10]. Все это служит основой для широкого использования алиментарной депривации (АД) в медицинской практике для лечения и профилактики различных заболеваний [12, 16].

Но, несмотря на хорошо изученный эффект от АД на организм, литературные данные относительно его влияния на функциональную активность, и особенно на морфологические изменения в щитовидной железе (ЩЖ), часто имеют противоречивый характер [4, 14, 15, 17, 18]. Это может быть связано с использованием в экспериментах разных видов АД, длительностью проведения опытов и т.п. Все это требует более детального изучения роли и механизмов воздействия АД на ЩЖ.

Цель работы – исследовать и сравнить разные виды АД на морфологические изменения ЩЖ крыс.

Материал и методика. Исследование проведено на 36 крысах-самцах линии Wistar в возрасте 15 месяцев. Крыс разделили на 3 группы (по 12 в каждой): I – контроль, II – крысы, которые подвергались интервальному голоданию, а именно: 1 день полное голодание / 2 дня стандартный (виварный) рацион питания (интервальная АД), III – животные, получавшие пищевой рацион, сниженный по массе на 30 % по сравнению с контролем (частичная АД). Суточный рацион питания для контрольной крысы составлял 20 г (65 ккал) специализированного комбикорма, а для крысы, получавшую частичную АД, – 14 г (45 ккал). Такую степень снижения калорийности рациона по классификации Мак Кея С.М. относят к "мягкой" АД, способной продлевать продолжительность жизни, повышать эффективность функционирования молекулярных и клеточных систем, увеличивать адаптационные возможности организма. Животные находились в унифицированных условиях на стандартном рационе

питания. Доступ к воде был свободным. Продолжительность эксперимента составляла 28 дней. Крыс декапитировали под легким эфирным наркозом. Исследования проводили согласно с положениями "Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей" (Страсбург, 1985).

После выделения ЩЖ определяли её массу. За тем, из центральных участков железы брали образцы ткани, из которых изготавливали гистологические препараты по стандартной методике: фиксировали в жидкости Буэна, обезживали в спиртах возрастающей концентрации, заливали в парафин. Парафиновые срезы толщиной 5-6 мкм, изготавливали на санном микротоме, окрашивали гематоксилином Бемера и эозином. Для визуализации элементов соединительной ткани применяли метод окраски по Ван Гизону [11]. Микропрепараты фотографировали на микроскопе "Nikon Eclipse E100" (Япония), оснащённом цифровой камерой. Морфометрию осуществляли с помощью компьютерной программы "Image J".

На гистологических срезах ткани ЩЖ измеряли: площадь поперечного сечения фолликулов, коллоида и фолликулярного эпителия; внешний и внутренний диаметры фолликулов; высоту фолликулярного эпителия. Подсчитывали среднее количество тиреоцитов в фолликулах. Определяли фолликулярно-коллоидный индекс (отношение площади фолликулярного эпителия к площади коллоида), индекс накопления коллоида (отношение среднего внутреннего диаметра к двойной высоте тиреоидного эпителия), стереологический индекс резорбции ($4/h$, где h – средняя длина хорд отрезков линий, приходящихся на коллоид). С использованием метода наложения точечных морфометрических сеток вычисляли относительную площадь соединительной ткани, паренхимы железы, определяли стромально-паренхиматозный индекс. Измеряли ширину прослоек междольевой, междольковой и межфолликулярной соединительной ткани [2, 5].

Статистическую обработку осуществляли методами вариационной статистики с помощью компьютерной программы Statistica 6.0. Нормальность распределения цифровых массивов проверяли по критерию Пирсона. При нормальности распределения для оценки достоверности разницы между контрольной и подопытной группой использовали t -критерий Стьюдента. Различия считали достоверными при значении $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Масса тела контрольных крыс за время эксперимента увеличилась на 5 %, а находившихся на АД животных, наоборот, уменьшилась, а именно: после влияния интервальной АД – на 12 % и после частичной АД – на 11 %. У подопытных крыс масса ЩЖ была достоверно большей от контрольных значений на 24 % (интервальная АД) и 18 % (частичная АД) (табл. 1). Гипертрофия железы может свидетельствовать об возрастании активности органа.

Таблица 1. Масса тела и щитовидной железы, г ($M \pm m$; $n = 12$)

Показатели	Контроль	Интервальная алиментарная депривация	Частичная алиментарная депривация
Масса тела в начале эксперимента	410,7±7,1	425,0±13,0	415,6±12,3
в конце эксперимента	430,7±9,2	375,0±10,1	368,8±10,4
Масса щитовидной железы	0,017±0,001	0,021±0,001*	0,02±0,012*

Примечание: * $p < 0,05$ достоверность различий по сравнению с контролем.

ЩЖ крыс, после воздействия разных видов АД, сохраняла физиологическую структуру с четким распределением на центральную и периферическую зоны. Фолликулы железы были разной величины, имели круглую или овальную форму. Коллоид фолликулов контрольных животных был умеренной плотности и содержал небольшое количество резорбционных вакуолей. Коллоид фолликулов ЩЖ подопытных животных был умеренной плотности, но также часто имел и "пенистый" характер из-за наличия многочисленных вакуолей (рис. 1).

В ЩЖ крыс, после воздействия как интервальной, так и частичной АД наблюдали меньшую площадь поперечного сечения фолликулов на 10 % и 15 % ($p<0,05$) соответственно, чем в контроле. Площадь коллоида в фолликулах подопытных крыс была достоверно меньшей на 18 %.

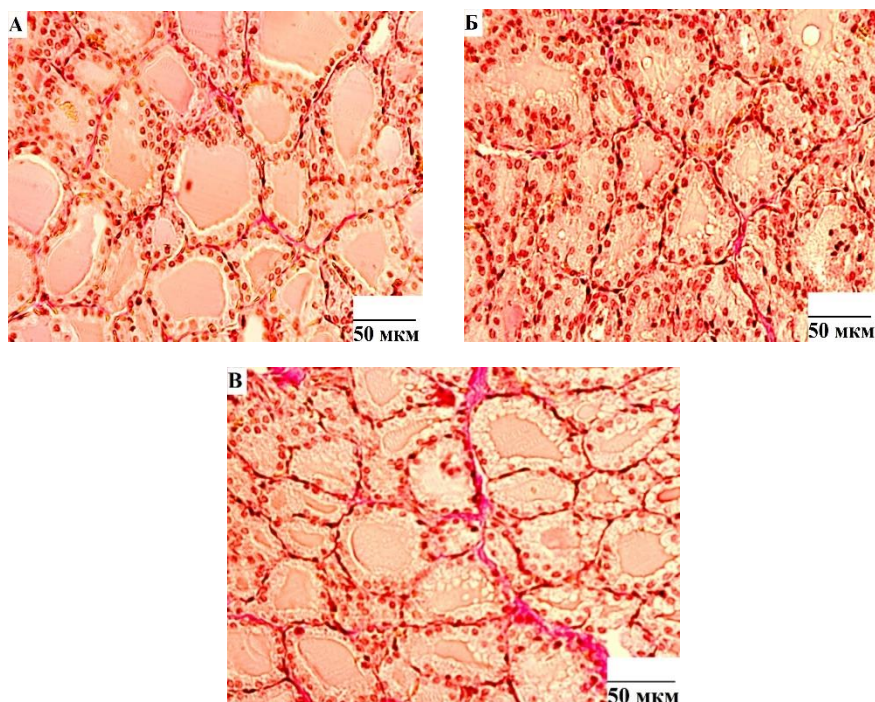


Рис. 1. Микрофотографии щитовидной железы контрольной крысы (А) и крысы после воздействия интервальной (Б) и частичной (В) алиментарной депривации. Окраска по методу Ван Гизон. Увеличение 400.

Внутренний диаметр фолликулов подопытных животных также был достоверно меньшим на 15 % (интервальная АД) и 13 % (частичная АД), чем в контроле. Тиреоциты часто имели призматическую форму, а высота их после интервальной АД была на 11 % ($p<0,05$) больше контроля (табл. 2). Это может свидетельствовать о повышении активности железы, активной резорбции тиреоглобулина и секреции гормонов в кровеносное русло [3].

В ЩЖ крыс, после влияния интервальной и частичной АД, выявлено достоверное увеличение стереологического индекса резорбции на 18 % и 14 % соответственно. Этот показатель характеризует динамику накопления и выведения интрафолликулярного коллоида. В то время как индекс накопления коллоида, наоборот, был достоверно меньше на 23 % (интервальная АД) и 13 % (частичная АД). Фолликулярно-коллоидный индекс в ЩЖ животных, получавших интервальную АД, возрос на 16 % ($p<0,05$), а после влияния частичной АД – оставался близок к контрольным значениям (табл. 2). Рост стереологического индекса резорбции, фолликулярно-коллоидного индекса и понижение индекса накопления коллоида свидетельствует об усилении секреции тиреоидных гормонов в кровеносное русло [9].

У крыс, находившихся на АД, наблюдали тенденцию к увеличению количества интерфолликулярных островков, что можно рассматривать как признак активации процессов фолликулогенеза (регенерации) ЩЖ. Установлено, что ин-

терфолликулярные островки содержат малодифференцированные клетки, которые могут являться источником для формирования новых фолликулов [6].

Таблица 2. Морфометрические показатели щитовидной железы ($M \pm m$; $n = 12$)

Показатели	Контроль	Интервальная алиментарная депривация	Частичная алиментарная депривация
Паренхима			
Относительная площадь, %	68,4±1,5	73,6±1,5	74,4±2,2
Площадь, $\mu\text{м}^2$:			
фолликула	2915±42	2621±107	2490±38*
коллоида	1247±35	1027±27*	1020±22*
фолликулярного эпителия	1668±60	1594±54	1470±42*
Диаметр фолликула, $\mu\text{м}$			
внешний	57±1,1	54,1±1,8	52,7±1,9
внутренний	35,9±1,1	30,6±1,1*	31,4±1,2*
эффективный	67,6±1,2	65,9±2,2	63,4±1,9
Высота тиреоцитов, $\mu\text{м}$	10,6±0,1	11,8±0,1*	10,7±0,3
Количество тиреоцитов в фолликуле, шт	23,9±0,5	22,1±0,8	22,2±1,0
Фолликулярно-коллоидный индекс	1,34±0,11	1,55±0,08*	1,44±0,14
Индекс накопления коллоида	1,69±0,05	1,30±0,05*	1,47±0,01*
Стереологический индекс резорбции	0,111±0,003	0,131±0,004*	0,127±0,002*
Соединительная ткань			
Относительная площадь, %	31,6±1,6	26,4±1,1*	25,6±1,3*
Стромально-паренхиматозный индекс	0,46±0,04	0,36±0,03*	0,34±0,04*
Ширина прослоек соединительной ткани, $\mu\text{м}$			
междольевой	24,5±0,9	21,5±0,8*	23,9±1,0
междольковой	10,8±0,4	9,2±0,4*	11,1±0,6
межфолликулярной	2,30±0,12	1,38±0,10*	1,51±0,10*

Примечание: * - $p < 0,05$ достоверность различий по сравнению с контролем.

В ЩЖ подопытных крыс выявлено существенное снижение относительной площади стромы и стромально-паренхиматозного индекса. Так, в железе животных, после воздействия интервальной АД эти показатели достоверно снизились на 16 % и 22 % соответственно, сравнительно с контролем. У крыс, находившихся на частичной АД, относительная площадь соединительной ткани в железе была достоверно ниже контрольных значений на 19 %, а показатель стромально-паренхиматозного индекса был меньшим на 26 %. Также у животных, после воздействия интервальной АД, наблюдали достоверное снижение ширины прослоек междольевой (на 12 %), междольковой (на 15 %) и межфолликулярной (на 40 %) соединительной ткани, по сравнению с контролем. В железе крыс, находившихся на частичной АД, достоверно снизилась лишь межфолликулярная соединительная ткань на 34 % (табл. 2). Уменьшение относительной площади стромы и, соответственно, увеличение относительной доли паренхиматозных элементов в железе может рассматриваться как один из признаков активации ее функции и повышение регенераторных возможностей. Очевидно, что уменьшение ширины прослоек и массы соединительной ткани ЩЖ в целом улучшает межфолликулярный обмен веществ и проникновение гормонов в кровь.

Литературные данные, посвященные влиянию АД на ЩЖ, единичны, а имеющиеся результаты носят неоднозначный характер. Преимущественно исследовали концентрацию тиреоидных гормонов в крови людей и животных, получавших пониженный рацион питания по калорийности. Обнаружено, что ограничение питания по-разному влияет на концентрацию тиреоидных гормонов в сыворотке крови крыс. Так, у животных, получавших сниженный рацион питания, заметили, что концентрация тироксина (Т4) в сыворотке крови не изменилась, концентрация трийодтиронина (Т3) – снизилась, а обратного Т3, напротив, возросла [13]. Другие учёные обнаружили снижение всех гормонов ЩЖ в крови после воздействия ограниченного питания [8, 14, 17]. В то время как некоторые исследователи наблюдали, что после воздействия месячной низкокалорийной диеты концентрация Т3 и Т4 в крови существенно возрастает, а концентрация тиреотропного гормона, напротив, снижается [15].

Морфологические изменения в ЩЖ, после воздействия ограниченного питания, наблюдали и другие исследователи. Так, после интервального голодания (1 день полное голодание / 1 день стандартный рацион) в течение месяца у крыс выявлено наличие пустых фолликулов и периферических вакуолей, что считается признаком гиперактивности железы [7]. В другом исследовании, проведенном на крысах линии Wistar всех возрастов, показано, что после окончания периода полного голодания в ЩЖ наблюдаются морфологические признаки повышения функциональной активности тиреоцитов и усиления активности микроциркуляторного русла. С увеличением сроков голодания эти изменения нарастают, а затем сменяются признаками угнетения функции ЩЖ [1].

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что крысы, находившиеся в течение 28 суток под воздействием АД разных видов, имели однотипные по характеру морфологические изменения ЩЖ. Однако выраженность изменений в паренхиме железы подопытных крыс после влияния интервального голодания (1 день полное голодание / 2 дня стандартный рацион) проявлялась в большей степени, чем при постоянном ограниченном питании на 30 %. Изменения основных гисто-морфометрических показателей ЩЖ крыс, после воздействия АД, указывает о наличии признаков повышения её активности. Об этом свидетельствовало возрастание массы железы, уменьшение площади фолликулов, коллоида, внутреннего диаметра фолликулов, индекса накопления коллоида и относительной площади стромы, а также увеличение высоты фолликулярного эпителия, фолликулярно-коллоидного индекса, стереологического индекса резорбции, количества интерфолликулярных островков. Таким образом, дозированное ограничение калорийности пищевого рациона вызывало реципрокные изменения морфофункциональных показателей, характеризующих функциональную и регенераторную активность паренхиматозных элементов ЩЖ и её соединительнотканых элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мгалоблишвили З.Г. Изменение структуры щитовидной железы у 24-месячных крыс при голодании. Сакартвелос самедицино моамбе, 1, 65-6, 1992.
2. Никишин Д.В. Морфология и методы исследования щитовидной железы: Методические рекомендации. Пенза. Инф.-изд. центр ПГУ, 64 с., 2008.
3. Юлдашева Ф.З., Юлдашев А.Ю., Исмаилов С.И., Рашитов М.М. Ультраструктурная характеристика тиреоцитов при гипо- и гиперфункции щитовидной железы. Клиническая тиреоидология, 35, 3, 132-35, 2011.
4. Янко Р.В. Морфологические изменения щитовидной железы крыс после интервального голодания. Эндокринология, 25, 2, 137-142, 2020. doi: 10.31793/1680-1466.2020.25-2.137

5. Янко Р.В. Сезонные различия сочетанного воздействия интервальной нормобарической гипоксии и мелатонина на морфофункциональное состояние щитовидной железы гипертензивных крыс. Биолог. журн. Армении, 72, 4, 32-9, 2020
6. Aleshin B.V., Brindak O.I., Mamina V.V. Correlations between the functional activity and proliferation of the thyroid parenchyma. The proliferative forms of the parenchyma of the thyroid. Probl Endokrinol (Mosk), 33, 6, 67-72, 1987.
7. Fetoui H., Bouaziz H., Mahjoubi-Samet A. Soussia L., Guermazi F., Zeghal N. Food restriction induced thyroid changes and their reversal after refeeding in female rats and their pups. Acta Biol Hung., 57, 4, 391-402, 2006.
8. Lachowicz K., E. Fuerstenberg, E. Palkowska, Stachon M., Gajewska D., Myszkowska-Ryckiak J., Kozłowska L., Ciecierska A., Rosolowska-Huszcz D. The effects of caloric restriction and age on thyroid hormone signalling in the heart of rats . Journal of Animal and Feed Sciences, 23, 97-104, 2014.
9. Lee J., Yi S., Kang Y. E., Kim H. W., Joung KH, Sul HJ, Kim KS, Shong M. Morphological and functional changes in the thyroid follicles of the aged murine and humans. J Pathol Transl Med., 50, 6, 426-35, 2016.
10. Longo V.D., Mattson M.P. Fasting: molecular mechanisms and clinical applications. Cell Metab., 19, 2, 181-92, 2014. doi: 10.1016/j.cmet.2013.12.008.
11. Malatesta M. Histological and histochemical methods – Theory and practice. Eur J Histochem., 60, 1, 2639, 2016. doi: 10.4081/ejh.2016.2639.
12. Mattson M., Allison D., Fontana , Harvie M., Longo V., Malaisse W., Mosley M., Notterpek L., Ravussin E., Scheer F. A., Seyfried T. N., Varady K. A., Panda S.. Meal frequency and timing in health and disease. Proc Natl Acad Sci USA, 111, 47, 16647–53, 2014. doi: 10.1073/pnas.1413965111.
13. Moreira-Andres M.N., Black E.G., Ramsden D.V., Hoffenberg R. The effect of calorie restriction on serum thyroid hormone binding proteins and free hormone in obese patients. Clin Endocrinol (Oxf), 12, 3, 249-55, 1980.
14. Roth G.S., Handy A.M., Mattison J.A., Tilmont E.M., Ingram D.K., Lane M.A. Effects of dietary caloric restriction and aging on thyroid hormones of rhesus monkeys. Horm Metab Res., 34, 378-82, 2002.
15. Sultan S., Rashed L. Effect of low calorie diet and exercise on thyroid hormones and leptin levels. Med. J. Cairo Univ., 77, 1, 33-9, 2009.
16. Weiss E.P., Fontana L. Caloric restriction: powerful protection for the aging heart and vasculature. Am J Physiol Heart Circ Physiol., 301, 4, H1205–H1219, 2011. doi: 10.1152/ajpheart.00685.2011.
17. Weiss E.P., Villareal D.T., Racette S.B., Steger-May K, Premachandra B.N., Klein S., Fontana L. Caloric restriction but not exercise-induced reductions in fat mass decrease plasma triiodothyronine concentrations: a randomized controlled trial. Rejuvenation research, 11, 3, 605-9, 2008. doi:10.1089/rej.2007.0622.
18. Yanko R.V., Levashov M.I. Effect of interval fasting on morphological changes in the rat thyroid gland of different age. Biological sciences of Kazakhstan, 1, 8-18, 2021. doi: 10.52301/1684-940X-2021-1-8-18.

Поступила 29.12.2021



PHOTOBLEACHING OF NON-COVALENT COMPLEXES OF FOLIC ACID AND PHOTSENSITIZERS

L.V. MKRTCHYAN

*Institute of Biochemistry, NAS of Armenia
mkrtyanlusine709@gmail.com*

Photodynamic therapy (PDT) is an alternative treatment for the control of malignant diseases. It is based on the action of a photosensitizer (PS) molecule, which, upon being excited by light in a determined wavelength, reacts with oxygen and generates reactive oxygen species in target tissues, leading to cell death. We perform the non-covalent binding of PS's with folic acid (FA) that have specific interactions with receptors, which are overexpressed on tumor cells to improve the targeted nature of PDT. The photobleaching of complexes and their components also was studied. The study showed that PS's were actively bonded with FA non-covalently, with the molar ratio of components up to $[FA]/[PS] = 10.8$, depending on the structure of the PS. As the duration of illumination increases, the photostability of the samples decreases. 20 % glycerin had a stabilizing effect on all samples. Therefore, the presence of glycerin in the solution is advisable to obtain stable non-covalent complexes.

Photodynamic therapy – porphyrins – folic acid – photobleaching

Ֆոտոդինամիկ թերապիան (ՖԴԹ) չարորակ հիվանդությունների բուժման այլընտրանքային մեթոդ է: Այն հիմնված է ֆոտոսենսիբիլիզատորի (ՖՍ) մոլեկուլի ազդեցության վրա, որը որոշակի երկարության ալիքի լույսով գրգռման դեպքում փոխազդում է թթվածնի հետ ու թիրախային հյուսվածքում առաջացնում թթվածնի ակտիվ ձևեր, որոնք հանգեցնում են բջի մահվան: ՖԴԹ-ի թիրախային բնույթի բարելավման համար ՖՍ-ները ոչ կովալենտ կապվել են ֆոլաթթվի հետ (ՖԹ), որը մենահատուկ փոխազդում է քաղցկեղային բջիջների վրա գերեքսպրեսվող ընկալիչների հետ: Նաև ուսումնասիրվել է կոմպլեքսների ու նրանց բաղադրիչների ֆոտոբլեյչինգը (լուսազուլաթափում): Ուսումնասիրությունը ցույց է տվել, որ ՖՍ-ները ոչ կովալենտ կապով ակտիվորեն կապվում են ՖԹ-ի հետ՝ մինչև $[ՖԹ]/[ՖՍ] = 10.8$ մոլային հարաբերությամբ՝ կախված ՖՍ-ի կառուցվածքից: Լուսավորման տևողության աճին զուգահեռ նյութերի լուսակայունությունը ընկնում է: 20 % գլիցերին ունեցել է կայունացնող էֆեկտ բոլոր նմուշների դեպքում: Ուստի կայուն կոմպլեքսների ստացման համար նպատակահարմար է գլիցերինի առկայությունը լուծույթում:

Ֆոտոդինամիկ թերապիա – պորֆիրիններ – ֆոլաթթու – ֆոտոբլեյչինգ

Фотодинамическая терапия (ФДТ) – альтернативный метод лечения злокачественных заболеваний. Он основан на воздействии молекулы фотосенсибилизатора (ФС), который при возбуждении светом определенной длины волны реагирует с кислородом и генерирует активные формы кислорода в тканях-мишенях, что приводит к гибели клеток. Чтобы улучшить нацеленность ФДТ, было выполнено нековалентное связывание ФС с фолиевой кислотой (ФК), специфически взаимодействующих с рецепторами, которые сверхэкспрессируются на опухолевых клетках. Было также изучено фотообесцвечивание комплексов и их компонентов. Исследование показало, что ФС активно связываются с ФК

нековалентно с молярным соотношением компонентов до $[\text{ФК}]/[\text{ФС}] = 10.8$, в зависимости от структуры ФС-а. С увеличением длительности освещения фотостабильность образцов снижается. 20% глицерин оказал стабилизирующее действие на все образцы. Следовательно, присутствие в растворе глицерина целесообразно для получения стабильных нековалентных комплексов.

Фотодинамическая терапия – порфирины – фолиевая кислота – фотообесцвечивание

Cancer is a worldwide health problem. Photodynamic therapy (PDT) is currently an alternative treatment for the control of malignant diseases. It is based in the uptake of a photosensitizer (PS) molecule, which upon being excited by light in a determined wavelength, reacts with oxygen and generates reactive oxygen species (radicals, singlet oxygen, triplet species) in target tissues, leading to cell death [6]. Various PS's based on porphyrins, chlorins, bacteriochlorins, and phthalocyanines [3]. PDT nowadays used worldwide in the treatment of tumors including skin basal cell carcinoma, lung, esophagus, bladder, head and neck, brain, ocular melanoma, ovarian, prostate, renal cell, cervix, pancreas and bone [10].

One of the ways to improve the targeted nature of therapy is the conjugation of the PS with molecules known to have specific interactions with receptors, which are overexpressed on tumor cells. Numerous cancer cell lines over-express folic acid (FA) receptors because of their fast growth and cell division [14][7]. Targeted PDT using (PS+FA) complexes appears to be a promising treatment for cancer.

Photochemical stability of PSs is the ability to withstand many cycles of excitation and back relaxation. The irreversible loss of original optical properties occurring as a result of these cycles is called photodegradation or photobleaching. It depends on dye structure, medium conditions, the intensity of excitation light [4] may affect the mechanism of photobleaching [6]. Photobleaching causes a loss of absorption of chromophores under light exposure. It is commonly accepted that the more stable the PS the better it will perform, mainly because it can endure more cycles of singlet oxygen ($^1\text{O}_2$) production [15].

The aim of this study was to gain non-covalent complexes of FA and PS's for targeted PDT and determine the photostability of free components and complexes.

Materials and methods.

Chemicals

1.1. Folic acid. Folic acid was obtained from the ACROS Organics (Folic Acid, 97% pure; Product code 216630100, CAS Number: 59-30-3).

1.2. Photosensitizers. The cationic porphyrins and metalloporphyrins, that are synthesized in Armenia and UK, selected here as an object of study. They are as follows: 1) zinc meso-tetra [4-N- (2'-oxyethyl) pyridyl] porphyrin (Zn-TOEt4PyP), 2) zinc-meso-tetra [4-N-butyl pyridyl] porphyrin (Zn-TBut4PyP), 3) TOEt4PyP. Also, we use the commonly used PS anionic Photosens for experiments (sulfonated aluminum phthalocyanine).

Complexation

The 0.01 M FA solution in 0.1 M phosphate buffered saline (PBS) was prepared according to [12]. FA and PS were mixed in a ratio of 4/1 and incubated for 48 hour, in the dark, at 5°C. Glycerin was added to the mixture of FA and PS to make it 20% in the final volume. After additional 48 hour incubation with glycerin, the unbonded components were purified by using Al_2O_3 (aluminum oxide) column chromatography with 0.1 M PBS containing 20 % glycerin as eluent. The absorption spectra of porphyrins and their complexes with FA were recorded on a Shimadzu UV-VISIBLE Recording Spectrophotometer UV-2100 (Japan) in a quartz cuvette (0.1 or 1 cm), in the range 200-850 nm. Fluorescence spectra were recorded on MPF 44 spectrofluorimeter (Perkin Elmer, USA). PS concentration was calculated by the UV-Vis spectrum from extinction coefficients [9] and the folic acid concentration was determined by fluorescence spectroscopy.

Photostability

Photostability studies were conducted by illuminating under similar conditions and following the absorbance changes over time of the PS's and their complexes with FA.

PS's, FA and non-covalent complexes (PS+FA) were irradiated by tungsten lamp with a range of a wavelength 380-1000 nm using an irradiance of 30 mW/cm², to a total of 1-hour duration. Changes in the absorption spectra were recorded for the Soret band (425-445 nm) of the porphyrin absorption and for FA absorption at 280 and 350 nm. The absorptions for samples were recorded during the irradiation and after irradiation for 0 min, 5 min, 15 min, 30 min and 1 hour.

Results and Discussion. FA is considered an unstable compound and in the complexes with PS's FA spectrum changed over time. 20 % glycerin was selected as a stabilizer to obtain stable complexes. Photostability of samples was studied in the presence and absence of glycerin. Vitamin A (and its derivatives), Thiamin, Riboflavin, Niacin, Pantothenic Acid, Cyanocobalamine, Folic Acid, Vitamin E, Vitamin D and Vitamin K are protected against loss of activity when various levels of glycerin are present [8]. It has been observed that the replacement of water by glycerin improved the FA stability in liquid [16]. Therefore, glycerin was selected as a stabilizing agent for non-covalently bonded complexes (PS+FA). We obtain stable non-covalent complexes of FA with cationic porphyrins TOEt4PyP, Zn-TOEt4PyP, Zn-Tbut4PyP and anionic PS Photosens. Therefore, glycerin was selected as a stabilizing agent for non-covalently bonded complexes (PS+FA). FA exhibits good stability in 0.1 M PBS that contains 20% glycerol. Therefore, later the complexes with FA were obtained in the presence of 20 % glycerin.

Free folic acid had one fluorescence emission peak: excitation 370 nm, emission 450 nm. Peaks of FA emission are observed at 433/470 nm in complexes with PS. These changes in the shape of the FA peak (two peaks) and a shift both towards short wavelengths (-17 nm) and towards long wavelengths (+20 nm), apparently, indicate the binding of FA to PS's non-covalently (fig. 1).

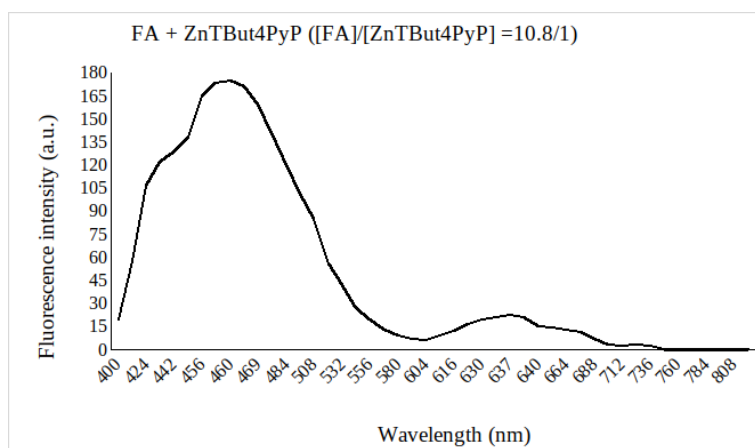


Fig.1. Fluorescence spectrum of (FA + Zn-TBut4PyP) complex.

Afterwards, we perform a photostability study of (FA+PS) complexes and free components (FA and PS's) before illumination and after 5 minutes, 15 minutes, 30 minutes and 1 hour of continuous exposure. Fig. 2 presents the results of the photobleaching.

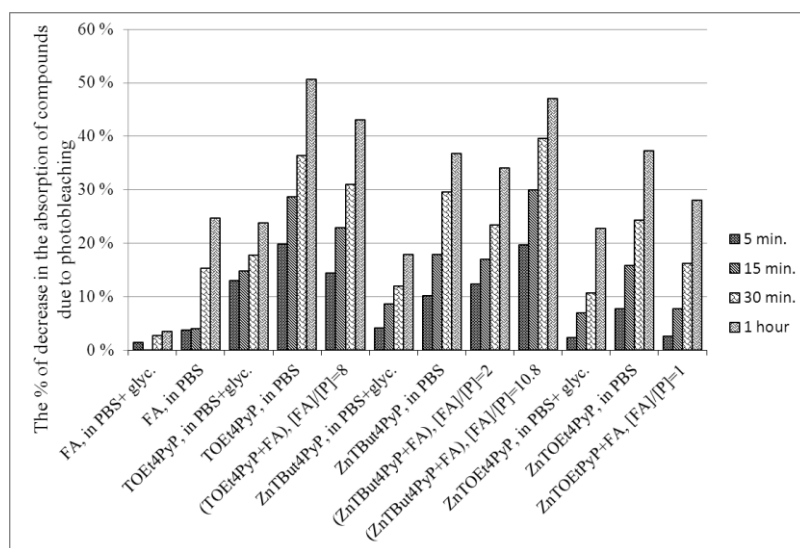


Fig. 2. Photobleaching of FA, PS's and their complexes. The calculations were performed with respect to unlit samples (before illumination).

Two absorption bands of FA appeared in the spectral ranges 200–300 and 300–400 nm, which were assigned to the π - π^* and n - π^* electronic transitions, respectively, of the pterin and p-amino benzoyl acid moieties of FA [2]. FA absorption peaks at 280 nm and 350 nm are characterized for photobleaching study. After 30 minutes of FA illumination in 0.1 M PBS containing 20% glycerol, the absorption at 280 nm decrease by 2.7 % (hypochromic shift) and at 350 nm increase by 20.7% (hyperchromic shift). As a result of 1 hour illumination, the absorption at 280 nm decrease by 3.45% (hypochromic shift) and at 350 nm increase by 20.7% (hyperchromic shift). Illumination of folic acid in 0.1 M PBS containing 20% glycerol also led to the shift of bands to longer wavelength (bathochromic shift) by 2.5 nm and 16 nm, at 280 nm and 350 nm, respectively (fig. 3).

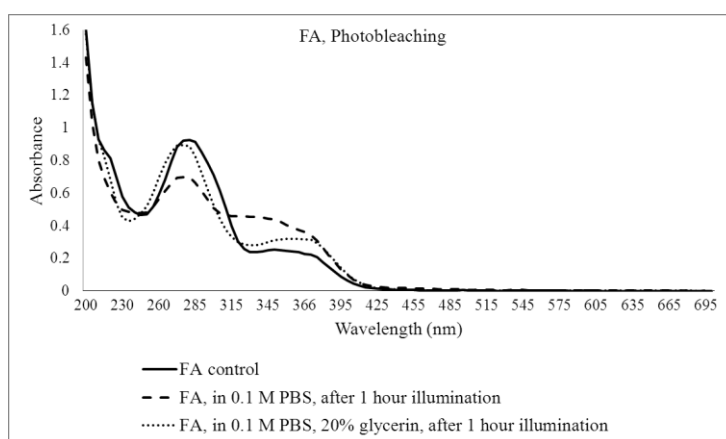


Fig.3. FA after 1 hour of photobleaching in the PBS with and without glycerol.

In case of FA in the 0.1 M PBS, without glycerin, we observe no wavelength shifts at 280 nm and 350 nm after 1-hour illumination. However, the absorption changes (decrease in absorption at 280 nm and increase of absorption at 350 nm) due to illumination are more significant than in a solution containing 20% glycerin. 30 minutes of illumination result in a 5.7-times greater reduction in absorption at 280 nm (by 15.35 %) and a 1.9-fold greater elevation in absorption at 350 nm (by 39 %) compared with the 20 % glycerol containing FA in 0.1 M PBS. As a result of 1 hour illumination, the absorption decrease at 280 nm was 7.14 times higher (24.65%). Likewise, at 350 nm the intensity increased (by 42.83%) about 2 times higher than at 20 % glycerol containing FA solution in 0.1 M PBS (fig. 3).

In the study of [12] was noted that during UV exposure FA is converted into p-aminobenzoyl-L-glutamic acid (PGA) and 6-formylpterin (FPT), which is then further oxidized to pterin-6-carboxylic acid (PCA).

We can conclude that 1 hour illumination by a lamp with an irradiance of 30 mW/cm² cause the absorbance decrease of the band assigned to the π - π^* electronic transition, while the absorbance of the band assigned to the n - π^* electronic transition progressively increase in FA solutions with and without glycerin. These changes can indicate the photolysis of FA in aerobic condition, and as a result two photodegradation products, pterine-6-carboxylic acid (PCA) and p-amino-benzoyl-L-glutamic acid (PGA), are formed. Similar changes were observed by Baibarac et al [2] after UV irradiation and also the mechanism of this process was proposed by Akhtar et al [1].

The absorption changes of FA in the presence of 20% glycerin, in 0.1 M PBS is less than for FA solution with no glycerin, which indicate that glycerin increases the photostability of FA to photolysis, which is of great importance for the use of FA in targeted PDT. The stabilizing property of glycerin for FA in 0.1 M PBS is also obvious by the fact that after 15 minutes of illumination, the absorption changes at 350 nm were negligible after additional 15 and 30 minutes of illumination (figure 2). Conversely, in a glycerin-free solution, the absorption changes and the formation of photoproducts are continuous as the illumination duration increases.

We choose porphyrins in 0.1 M PBS, containing 20% glycerol in one case and no glycerin in the other, as porphyrin controls which have the same concentration as in complexes.

The presence of 20% glycerin in the solution of Zn-TBut4PyP dissolved in 0.1 M PBS, resulted in 2.46 and 2 times less photobleaching of the molecule compared to a porphyrin control solution in 0.1 M PBS that did not contain glycerin, after 30 minute and 1 hour illumination, respectively. This may be explained by the photostabilization of the porphyrin molecule by glycerin.

In our study, Zn-TBut4PyP forms two types of complexes with folic acid: high molecular weight complexes with molar ratio of components [FA]/[PS] = 10.8 and low molecular weight complexes with molar ratio [FA]/[PS] = 2. High molecular weight complex which contains more FA is more susceptible to photobleaching than low molecular weight complex, 1.7 and 1.38 times more, after 30 minute and 1 hour illumination, meaning that the photoproducts from the one chromophore cause the decay of a neighboring chromophore as the result of their interaction. The complex of Zn-TBut4PyP and FA is 1.9 times more susceptible to photobleaching at 440 nm of porphyrin Soret band than the Zn-TBut4PyP that contains 20 % glycerin. We assume that the illumination of complex cause the formation of 6-formylpterin (FPT) and pterin-6-carboxylic acid (PCA), that can act as PS and therefore increase the rate of photobleaching of Zn-TBut4PyP in the complexes: as the concentration of FA increases, it led to formation of more FPT and PCA and consequently more intense photobleaching of porphyrin in the complexes. In turn, the decrease in FA absorption at 280 nm in the

high-molecular complex with Zn-TBut4PyP was 3.9 and 4.1 times greater than in the case of folic acid containing 20% glycerol, after 30 minute and 1 hour illumination, respectively. Also, the absorption elevation at 350 nm is 1,3 and 1,7 times less than in the case of folic acid with 20% glycerol, after 30 minute and 1 hour illumination, respectively. In the high molecular complexes of ZnTbut4PyP and FA, there is a shift of band at 280 nm to shorter wavelength by 6,5 nm and to longer wavelength at 350 nm by 10,5 nm. These changes may indicate that non-covalent binding of folic acid to porphyrin affects the production of photoproducts as a result of FA photolysis in the complexes.

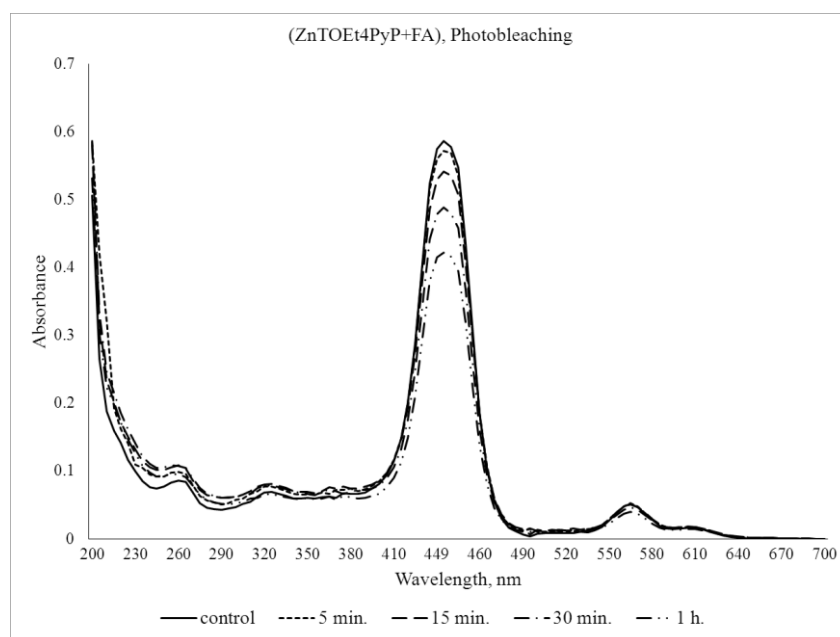


Fig.4. Photobleaching of (ZnTOEt4PyP+FA) complex.

Zn-TOEt4PyP in 0.1 M PBS with 20 % glycerin, photobleached 2.27 and 1.6 times less than the glycerin free Zn-TOEt4PyP, after 30 minute and 1 hour illumination, respectively. Therefore, in this case, likewise, glycerin had a stabilizing effect from illumination.

Zn-TOEt4PyP non-covalently binds with FA with molar ratio FA/P=1. Absorption of the (Zn-TOEtPyP+FA) complex at 440 nm was significantly reduced by 1.5 and 1.2 times more than in the case of porphyrin in 0.1 M PBS containing 20% glycerol, after 30 minute and 1 hour illumination, respectively, which means that the complex with FA is more susceptible to photobleaching than porphyrin in 20 % glycerin.

In 20% glycerin, TOEt4PyP is photobleached twice as less than in the glycerin free solution, after both 30 minute and 1 hour illumination. TOEt4PyP forms non-covalent complexes with FA, molar ratio FA/P=8. In complex, TOEt4PyP photobleaches ~1,8 times more than TOEt4PyP in 20 % glycerin, after both 30 minute and 1 hour illumination, which may be the result of FA action on the TOEt4PyP in complex.

Anionic Photosens is a mixture of di-, tri-, and tetra-substituted fractions of sulfonated aluminum phthalocyanine with the number of sulfo group 3,4 [13]. The complexes of Photosens and FA were obtained with the molar ratio of components

FA/Photosens = 5.8. Absorption peak for Photosens is in the range of 676–679 nm. The Photosens in 20 % glycerin is 2,8 and 1,8 times more photostable than without glycerin, after 30 minute and 1 hour illumination, respectively. At the same time, the absorption decreases of Photosens and its complex due to photobleaching is insignificant (by 7,75 and 5,1% following 1 hour illumination).

FA forms non-covalent stable complexes with ZnTOEt4PyP, ZnTBut4PyP, TOEt4PyP and Photosens with different ratio of components for targeted PDT.

Illumination led to the loss of the absorbance in all bands of PS's (200 to 700 nm). In the case of FA, illumination led to the loss of the absorbance at 280 nm accompanied by an elevation of the absorbance at 350 nm. Increasing the illumination duration leads to gradual reduction in the absorption of photosensitizer in control samples and in complexes with FA. The formation of the new peaks at visible region did not occur due to illumination.

The illumination can lead to the formation of 6-formyl pterin and pterin-6-carboxylic acid (PCA) that act as a PS and therefore the complexes photobleached more as FA concentration increased in complexes.

The addition of 20 % glycerin led to photostabilization of complexes and their free components.

List of abbreviations

ՖՂԹ - ֆոտոդինամիկ թերապիա
 ՖԹ - ֆոլաթթու
 ՖՍ - ֆոտոսենսիբիլիզատոր
 ФДТ - фотодинамическая терапия
 ФК - фолиевая кислота
 ФС - фотосенсибилизатор
 FA - folic acid
 FPT - 6-formylpterin
 PBS - phosphate buffered saline
 PCA - pterin-6-carboxylic acid
 PDT - photodynamic therapy
 PGA - p-aminobenzoyl-L-glutamic acid
 PS – photosensitizer
 TOEt4PyP - meso-tetra [4-N- (2'-oxyethyl) pyridyl] porphyrin
 Zn-TBut4PyP - zinc-meso-tetra [4-N-butyl pyridyl] porphyrin
 Zn-TOEt4PyP - zinc meso-tetra [4-N- (2'-oxyethyl) pyridyl] porphyrin

REFERENCES

1. Akhtar M.J., Khan M.A., Ahmad I. Identification of photoproducts of folic acid and its degradation pathways in aqueous solution. J. Pharm. Biomed. Anal., 31, 579–588, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0731-7085\(02\)00724-0](https://doi.org/10.1016/S0731-7085(02)00724-0)
2. Baibarac M., Smaranda I., Nila A., Serbschi C. Optical properties of folic acid in phosphate buffer solutions: the influence of pH and UV irradiation on the UV-VIS absorption spectra and photoluminescence. Sci. Rep., 9, 14278, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50721-z>
3. Beltukova D., Vasyutinskii O., Glazov A., Semenova I., Smolin A. Photobleaching mechanisms of Radachlorin photosensitizer in aqueous solution. Opt. Spectrosc., 122, 229–234, 2017. <https://doi.org/10.1134/S0030400X17020072>
4. Demchenko A.P. Photobleaching of organic fluorophores: quantitative characterization, mechanisms, protection. Methods Appl. Fluoresc. 20, 8(2), 022001, 2020. doi: 10.1088/2050-6120/ab7365

5. *Diaspro A., Chirico G., Usai C., Ramoino P., Dobrucki J.* Photobleaching. Handbook Of Biological Confocal Microscopy, 690-702, 2010. DOI:10.1007/978-0-387-45524-2_39
6. *dos Santos A.F., De Almeida D.R.Q., Terra L.F., Baptista M.S., Labriola L.* Photodynamic therapy in cancer treatment - an update review. J Cancer Metastasis Treat., 1-20, 2019. <http://dx.doi.org/10.20517/2394-4722.2018.83>
7. *Fernández M., Javaid F., Chudasama V.* Advances in targeting the folate receptor in the treatment/imaging of cancers. Chem Sci., 9(4), 790-810, 2017. doi:10.1039/c7sc04004k.
8. *Gamay A.* Stabilized vitamin solutions; use thereof; process for their production; and formulations comprising the same. Patent, Pub. No.: US 2009/0232943 A1, 2009.
9. *Gyulkhandanyan G.V., Sargsyan A.A., Paronyan M.H., Sheyranyan M.A.* Absorption and fluorescence spectra parameters of cationic porphyrins for photodynamic therapy of tumors. Biolog. Journal of Armenia, 3 (72), 72-75, 2020.
10. *James N.S., Cheruku R.R., Missert J.R., Sunar U., Pandey R.K.* Measurement of Cyanine Dye Photobleaching in Photosensitizer Cyanine Dye Conjugates Could Help in Optimizing Light Dosimetry for Improved Photodynamic Therapy of Cancer. Molecules, 23(8), 1842, 1-12, 2018. doi: 10.3390/molecules23081842.
11. *Off M.K., Steindal A.E., Porojnicu A.C., Juzeniene A., Vorobey A., Johnsson A., Moan J.* Ultraviolet photodegradation of folic acid. J Photochem Photobiol B., 1, 80(1), 47-55, 2005. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2005.03.001
12. *Peng Y., Dong W., Wan L., Quan X.* Determination of folic acid via its quenching effect on the fluorescence of MoS₂ quantum dots. Mikrochim. Acta, 186(9), 605-612, 2019. doi:10.1007/s00604-019-3705-1
13. *Sakharnova T., Mitroshina E.V., Turubanova V., Alzeibak R., Balalaeva I., Vedunova M.V., Krysko D.* Effect of Photosensitizers Photosens, Photodithazine and Hypericin on Glioma Cells and Primary Neuronal Cultures: a Comparative Analysis. Sovremennye tehnologii v medicine, 11(4), 52-60, 2019. DOI: 10.17691/stm2019.11.4.06
14. *Stallivieri A., Colombeau L., Jetpisbayeva G., Moussaron A., Myrzakhmetov B., Arnoux P., Acherar S., Vanderesse R., Frochot C.* Folic acid conjugates with photosensitizers for cancer targeting in photodynamic therapy: Synthesis and photophysical properties. Bioorganic & Medicinal Chemistry, 25(1), 1-10. 2017. doi:10.1016/j.bmc.2016.10.004
15. *Tasso T.T., Schlothauer J.C., Junqueira H.C., Matias T.A., Araki K., Liandra-Salvador, E., Antonio F.C.T., Homem-de-Mello P., Baptista M.S.* Photobleaching efficiency parallels the enhancement of membrane damage for porphyrazine photosensitizers. Journal of the American Chemical Society, 141, 39, 15547-15556, 2019. doi:10.1021/jacs.9b05991
16. *Vignesh S., Parkavi S., Joysaruby J.* Stabilization of Folic Acid in Liquid Dosage Form: Formulation Development, Method Validation and Comparative Analysis. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Chemistry, 1(1), 332-338, 2012.

Received on 21.01.2022



THE GROWING PECULIARITIES OF PEAR TREE PLANTING MATERIAL IN CONDITIONS OF HER-HER COMMUNITY OF VAYOTS DZOR REGION

G. S. GABRIELIAN, E. R. STEPANYAN, A. K. MURADYAN

Armenian National Agrarian University
gaygabrielyan1978@gmail.com

The current work pursues production goals, particularly from the prospect of expansion of pear tree nurseries. In our republic the great part of pear tree nurseries dries out due to the bacterial leaf blight, improper selection of rootstock and scion (grafter) varieties, as well as to the random selection of rootstocks. Analyses on the planting stock quality have been conducted during the work implementation in the nursery farm of Herher community considering the inoculation results of various rootstocks. Application of different rootstocks in the nursery farms promotes the establishment of saplings with high survival rate and productivity.

It is impossible to develop the branch of horticulture in the Republic of Armenia without the operation of nursery farm system and sustainable production of healthy, purebred, reliable and high quality planting material. It is relevant to use the seed plants of Willow-leaf pear tree and quince tree rootstock for the pear tree varieties investigated by our research group. Propagation via shrubs has been singled out as an efficient method for clonal rootstock propagation.

Nursery – pear tree planting material – rootstock (stock for grafting) – stem of planting stock – purebred planting material

Աշխատանքն ունի արտադրական նշանակություն հատկապես տանձենու տնկարկների ընդլայնման գործում: Հանրապետությունում տանձենու տնկարկների մեծ մասը չորանում է բակտերիալ այրվածքի պատճառով, սխալ ընտրված պատվաստակալ և պատվաստացու տրոսերի, պատահական պատվաստակալների ընտրության արդյունքում: Հերհեր համայնքի տնկարանային տնտեսությունում աշխատանքի կատարման ժամանակ, հաշվի առնելով տարբեր պատվաստակալների համաճի արդյունքները, կատարվել են վերլուծություններ տնկանյութի որակի վերաբերյալ: Տնկարանային տնտեսությունում տարբեր պատվաստակալների կիրառումը նպաստում է բարձր կաշտականությամբ և արտադրողականությամբ տնկարկների հիմնադրմանը:

Հայաստանի Հանրապետությունում առանց տնկարանային տնտեսության համակարգի գործունեության, առանց առողջ, մաքրաստրոտ, հուսալի ու հայտնի որակի տնկանյութի կայուն արտադրության հնարավոր չէ զարգացնել պտղաբուծություն:

Ուսումնասիրությունների արդյունքում պարզվել է, որ լավագույն պատվաստակալներ են համարվում ուռնիատերև տանձենու սերմնաբույսերը և սերկնիլենու արմատակալները:

Տնկարան – տանձենու տնկանյութ – պատվաստակալ – տնկանյութի ելանք – մաքրաստրոտ տնկանյութ

Работа имеет производственное значение, особенно в деле расширения площадей насаждений. Большинство насаждений груши в республике высыхают от бактериального ожога, в результате неправильного избрания подвоя и привоя, случайного подбора подвоев.

В питомнике, находящимся в общине Гергер, во время нашего исследования учитывая результаты срастания различных подвоев, были проведены анализы о качестве саженцев. В питомнике использование различных подвоев дает возможность для закладки высокой приживаемости и продуктивности насаждений.

В РА невозможно развивать устойчивое плодоводство без скоординированной деятельности питомника и производство здоровых, чистосортных, надежных, известных, качественных саженцев.

Исследования показали, что лучшими подвоями являются сеянцы иволжистой груши и отводы айвы.

Питомник – саженец груши – подвой – выход саженца – чистосортный саженец

Our investigations are aimed at the study of growing peculiarities of pear tree planting materials in the nursery farms considering the rootstock. Intensification methods are considered to be actual in the branch of planting material production. Intensification of nurseries implies the import of new rootstocks, their testing per agricultural zones, then their introduction in the production, breeding of new rootstocks, application of intensive technologies for the growth of planting materials, as well as establishment of purebred and standard plant material. The current work is actual from the prospect of nursery management in the Republic of Armenia. For the first time the growing characteristics of pear tree planting stock per various rootstocks have been investigated in the Her-Her community of Vayots Dzor region.

Materials and methods. The aim of the research is to investigate different rootstocks of pear tree and their inosculation with regionalized varieties in conditions of Herher community of Vayots Dzor region. In the result of investigations, efficient, high quality varieties with low cost price should be selected, so as to grow dwarf planting material, as well as to establish and expand intensive nurseries in the Republic of Armenia. The experiments have been set up per each rootstock in triple replication with 30 rootstock-scion pair in each repetition.

The standard pear tree varieties “Dzmernuk” and “Forest Beauty” have been selected as a scion for our investigations.

The field experiments were implemented in the nursery of Herher community of Vayots Dzor region within the vegetation period of 2018-2020.

During the vegetation period the records and calculations related to the growth and development of rootstocks and grafted plants, as well as those about the output of planting material were conducted according to the universally accepted methods developed by the I.V Michurin Scientific Research Institute of Horticulture (1973), through those developed by V.A. Kolesnikov (1974), Karychev, K.G., Saveko, I.P. (2003), A.N. Tatarinov and V.F. Zuev (1984) [3; 4; 6; 10].

In the experiments the following methods were implemented to propagate the clonal rootstock - quince stock: shrub propagation and the willow-leaf pear tree was propagated via seeds.

After growing the rootstocks, grafting was implemented and then in the second field of experimental plot the survival rate was determined. The grafting per fusing each rootstock and scion was implemented in 3 repetitions and 30 pairs were used in each replication [5].

The data on the planting material output were subjected to statistic analysis through the method of two-factor experiment.

In order to determine the economic efficiency of the varieties recommended for the production, the total monetary investments and the received incomes were taken into account [2].

Results and Discussion. Planting of the rootstocks produced through vegetative method and via seeds was conducted in the experimental plot along 70x15cm² feeding area.

Our observations indicate (tab.1), that the willow-leaf pear tree has a high growing capacity. The stock of the quince tree gives way by 14.5 cm in its growing capacity. Regarding the indices of root neck diameter the seed plant of willow-leaf pear tree and rootstock of quince tree have recorded 0.8 cm-1.0 cm outcome, while the willow-leaf pear tree has been distinguished by high branching capacity.

So, the analyses of tab. 1 data disclose that the rootstock of the willow-leaf pear tree has an average growing capacity, while the quince stock has less than the average growing capacity, however, the rootstock of willow-leaf pear tree has been distinguished by high branching capacity.

Table 1. Rootstocks growing capacity before grafting

Rootstock	Average height, cm	Root neck diameter, cm
Willow-leaf pear tree	85.0	1.0
Quince tree stock	70.5	0.8

Studies on the survival rate of the grafts for different fruit varieties have been conducted by the following authors: E.N. Sinskaya (1961), Ya.S. Nesterov (1962), V.A. Polandjyan, et al., (1979), T.I. Makarenko (1987), E.S. Morikyan, G.G. Hovhannisyan (1998), I.I. Zhungietu (1991), V.I. Senin, V.V. Senin (2005), etc [1, 4; 7; 8; 9].

Table 2. The grafting survivability (success rate) of the pear tree varieties per the two-year average data /90 grafts in each rootstock-variety option/

Rootstock	Scion varieties	Total planting material, n	Grafting success rate (survivability), %	
			II field /spring testing/	
			number	%
Willow-leaf pear tree	Forest beauty	302	181	60.0
Willow-leaf pear tree	Dzmernuk	303	206	68.0
Quince tree stock	Dzmernuk	338	189	56.0
Quince tree stock	Forest beauty	338	213	63.0

The data of Table 2 testify that the Willow-leaf pear tree - Dzmernuk option demonstrates high indexes, where high grafting success rate (68.0 %) has been recorded, while in the option of Quince tree stock - Forest beauty the mentioned index was 63.0 %.

Relatively low result in inosculation has been recorded in the option of Willow-leaf pear tree – Forest beauty, the index of which makes 60.0 %. It is noteworthy that this index was only 56.0 % in the Quince tree stock – Dzmernuk option.

Our investigations have revealed that grafting success rate (survivability) declines in spring and vegetation period due to the varietal peculiarities of the rootstock and scion, incompatibility in inosculation, mechanical damages and grafting in unfavorable conditions.

Removal of the planting material and its delivery is the last and most important stage in the nursery activities. The success of various procedures and quality of the produced planting material is related to the organization of the mentioned work in most accurate manners. Preparatory activities for this stage were implemented 1-1.5 month prior to the removal of planting material.

The quality and varietal purity of the planting material was checked (shape and fuzziness of leaves, color and fuzziness of shoots, growing capacity of the aboveground part, the quantity). The planting material was removed in autumn.

The planting material is ranked in the first category, if it develops 3-5 roots with 35 cm length, which are covered with great amount of undamaged root hair, while the stem is straight and the wounds in the sections of thickened shoots' removal are well recovered. The trunk height is 20-50 cm, thickness is 2-2.5 cm, the number of main branches is 3-5 with 30-50 cm length.

In case of planting material of the 2nd category the deviations from the indices of the abovementioned category should be insignificant, i.e. it is characterized with slightly crooked trunk, shortness of the main branches and relatively small amount of root hair.

The planting materials of the third category, which are viewed as discards, have a great number of damaged roots, the trunk is well crooked, while the key branches are not developed due to which they are mainly replanted.

The subject of qualitative indices of the planting material were addressed in the research works conducted by the following authors: A.A. Simonyan (1959), K.A. Sergeeva (1971), V.K. Smykov (1982), I.S. Flyurtse, et al. (1982), E.Ye. Arakelyan (1985), L.M. Smychenko (1987), V.E. Slavgorodskiy (1987), L.I. Sergeev (2003) [1; 7].

In case of willow-leaf pear tree rootstock the variety of Dzmernuk stands apart by the high output (46.6 %) of first-category planting material (Table 3). In case of combination of the Dzmernuk variety and Willow-leaf pear tree rootstock the output of planting material fit for planting makes 98.0%. The combination of Quince tree stock and the Forest beauty variety has been distinguished by the first-category planting material (46 %). The combination of Quince tree rootstock and Dzmernuk has resulted in great amount of fit-for-planting stocking material, the output of which makes 95.8 %. The discard rate was high in the combination of Willow-leaf pear tree and Forest beauty variety (6.0 %), while in case of Quince tree stock the same variety has recorded 7.0 % discard rate.

Regarding the total planting material quantity the Dzmernuk variety together with Willow-leaf pear tree has demonstrated remarkable output amounting to 206.0 items, while the combination of quince tree rootstock and the variety of Forest beauty has resulted in 213.0 planting material.

The output of second-category planting material in the combination of Willow-leaf pear tree - Forest beauty variety has made 55.2 %, in case of Willow-leaf pear tree and Dzmernuk variety the outcome of the second category planting material has made 51.4%.

In the combination of Willow-leaf pear tree and Forest beauty the output of planting material fit for planting makes 94.2%, which lags behind the option of the same rootstock and Dzmernuk variety combination by 3.2 %. The sum of the first and second category planting material is considered to be that of fit for planting.

The discard or third category planting material has recorded low indices in the option of Willow-leaf pear tree and Dzmernuk variety (2.0%).

The data of Table 3 indicate that in the combination of Quince tree stock and Forest beauty the output of second category planting material makes 47.0%, and the output of stocking material fit for planting amounts to 93.0 % which stays behind the option of Quince tree stock and Dzmernuk by 2.8 %.

In the combination of Quince tree stock and Dzmernuk variety the output of second category planting material makes 95.8 %, while the output of the third category planting material has made 4.2 %.

Table 3. The average data on pear tree planting material

Rootstock	Scion	Total planting material, n	Planting material output per categories					
			I		II		III	
			number	%	number	%	number	%
Willow-leaf pear tree	Forest beauty	181	70.0	38.7	100.0	55.3	11.0	6.0
Willow-leaf pear tree	Dzmernuk	206	96.0	46.6	106.0	51.4	4.0	2.0
Quince tree stock	Forest beauty	213	98.0	46.0	100.0	47.0	15.0	7.0
Quince tree stock	Dzmernuk	189	68.0	36.0	113.0	59.8	8.0	4.2

/Mathematical processing was conducted through the method of two-factor experiment $LSD_{05}=9.43$, $Ex\%=1.38$ /

Table 4. The indices of economic efficiency of planting material production for different pear tree varieties (depending on the rootstock per 100 m²)

Rootstock	Scion	The total number of saplings produced per 100 m ²	Production costs per 100 m ² , thousand AMD	Sale outcomes per 100 m ²		
				Monetary income, AMD	Profit, AMD	Profitability level, %
Willow-leaf pear tree	Forest beauty	181	50.0	90500	40500	81.0
Willow-leaf pear tree	Dzmernuk	206	50.0	103000	53000	106.0
Quince tree stock	Forest beauty	213	50.0	06500	56500	113.0
Quince tree stock	Dzmernuk	189	50.0	94500	44500	89.0

Based on the circumstance that the rootstocks are planted in the experimental plot with 0.75*0.15m² feeding area and for each rootstock 890 planting material per 100 m² land area is produced, the sale price for a planting material has been estimates as 500 AMD also considering that produced planting material is annual and the 1st category planting material has very poor branching capacity and is incomplete.

With respect to profitability level the Willow-leaf pear tree and Dzmernuk variety combination has been distinguished (106.0%), while the same index in the option of Quince tree stock - Forest beauty has amounted to 113.0 %.

Production costs per 100 m² land area have been calculated as 50 000 AMD, while the prime cost has been estimated as 63.4 AMD.

It is relevant to use the seed plants of Willow-leaf pear tree and quince tree rootstock for the pear tree varieties investigated by our research group. Propagation via shrubs has been singled out as an efficient method for clonal rootstock propagation.

Application of clonal rootstocks, namely quince tree stocks, promotes the development of intensive horticulture.

REFERENCES

1. Apoyan L.A. Results of Research on the Cultivation of Planting Material and the Selection of Rootstocks of Fruit Crops in Arm. SSR: Collection of Scientific Proceedings/Armenian Scientific Research Institute of Viticulture, Winemaking and Fruit-growing-Yerevan, Edition XIV.- pp. 159-173, 1977.
2. Grigoryan K.A., Grigoryan K.K., Manasaryan A.A. The Issues of Fruits Production and Processing Economics and Marketing in the RA. Support to the AAA Student / K.A. Grigoryan, K.K. Grigoryan, A.A. Manasaryan- Yerevan, 65 p., 1999.
3. Karychev K.G., Saveko I.P. Efficiency of Reproduction of Clonal Rootstocks and Varieties by lignified cuttings // Horticulture and viticulture. № 6, pp. 10-11, 2003.
4. Kolesnikov V.A. Root system of fruit and berry plants.-M.: Kolos, 509 p., 1974.
5. Polandjyan V.A., Apoyan L.A., Sosyan I.E. Structural Interaction of Grafting Components with an Intercalary Insert // Biological Journal. Yerevan, 32, 7, pp. 704-708, 1979.
6. Program and methodology for the study of varieties of fruit, berry and nut crops. Michurinsk, 1973.-493 p. (Ministry of Agriculture of the USSR. All-Russian Scientific Research Institute of Horticulture named after IV Michurin, 1973).
7. Sergeev L.I. Plant resistance // Horticulture and viticulture.. M, № 2, pp. 10-12. 2003.
8. Sinskaya E.N. The Perfect State of the Question on Higher Plants Population. L., № 1, pp. 23-26, 1961.
9. Senin V.I., Senin V.V. Accelerated cultivation of cherry seedlings with the insertion of weak rootstocks // Horticulture and viticulture. M., № 6, p. 13-14, 2005.
10. Tatarinov A.N. Horticulture on Clonal Rootstocks. 2nd Edition. Kyiv: Harvest, 207 p., 1988.

Received on 04.02.2022



Биолог. журн. Армении, 1 (74), 2022

DOI:10.54503/0366-5119-2022.74.1-45

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИИ ПУЙИ УДИВИТЕЛЬНОЙ (*PUYA MIRABILIS* (MEZ) L.B.SM.) В УСЛОВИЯХ ОРАНЖЕРЕИ ЕРЕВАНСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Н.Г. АЛЕКСАНИЯ

Институт ботаники имени А.Л. Тахтаджяна НАН РА
alexanyannaz@gmail.com

В статье представлены результаты многолетних интродукционных исследований *Puya mirabilis* (Mez) L.B.Sm. из семейства Bromeliaceae Juss. в условиях оранжереи Ереванского ботанического сада. Изучены биоморфологические и экологические особенности вида. В результате исследований дана оценка перспективности вида в озеленении.

Puya mirabilis – интродукция – рост и развитие – фитодизайн

Հոդվածում ներկայացված են Երևանի բուսաբանական այգու ջերմատան պայմաններում *Bromeliaceae* Juss. ընտանիքից *Puya mirabilis* (Mez) L.B.Sm. տեսակի բազմամյա ինտրոդուկցիոն հետազոտությունների արդյունքները: Ուսումնասիրված են տեսակի կենսամորֆոլոգիական և էկոլոգիական առանձնահատկությունները: Հետազոտությունների արդյունքում տրված է տեսակի հեռակարայնության գնահատականը կանաչապատման ընդգնահատմամբ:

Puya mirabilis – ինտրոդուկցիա – աճ և զարգացում – ֆիտոդիզայն

In the article are presented the results of many years of introduction research of *Puya mirabilis* (Mez) L.B.Sm. from the family Bromeliaceae Juss. under the conditions of the greenhouse of Yerevan Botanical Garden. The biomorphological and ecological features of the species have been studied. As a result of the research was given an assessment of the prospects of the species in greening.

Puya mirabilis – introduction – growth and development – phytodesign

Введение в культуру новых видов позволяет расширить и обогатить ассортимент растений, используемых в озеленении. С этой точки зрения интродукционные работы по изучению новых экзотических, малораспространенных видов являются актуальными. Многолетние исследования биологических особенностей интродуцентов, ритма роста и развития, способности к плодоношению, к семенному и вегетативному возобновлению, дают возможность оценки адаптационных возможностей растений, определения интродукционной устойчивости и перспектив их дальнейшего использования в озеленении.

Семейство Bromeliaceae одно из крупнейших семейств среди однодольных цветковых растений, которое объединяет согласно информации базы данных World Flora Online более 3320 видов в составе 55 родов [9]. Почти все бромелиевые распространены в Новом Свете и лишь один вид – Питкерна плодовая (*Pitcairnia feliciana* (A. Chev.) Harms & Mildbr.) встречается в тропической Западной

Африке (Гвинея), совершенно изолированно от основного ареала семейства. Род Пуя, из подсемейства питкериновые (Pitcairnioideae) считается одним из интересных родов, насчитывает 227 вида растений [9]. Это наземные бесстебельные или чаще длинностебельные, нередко гигантские травы, стебли простые или ветвистые, иногда вместе с соцветиями, достигающие в высоту нескольких метров. Распространены в основном в аридных областях, главным образом в Андах, от Колумбии до центрального Чили. Два вида произрастают в Коста-Рике. Виды пуйи растут преимущественно на скалистых склонах в горах. Растущие на открытых вершинах Анд, они получают максимум солнечного света и легко переносят очень резкие суточные колебания температуры. Некоторые виды пуйи играют очень заметную роль в растительном покрове и нередко являются ландшафтными растениями. Многие виды имеют декоративное значение [5].

Основной целью настоящей работы является изучение вида *Puya mirabilis* (Mez) L.B.Sm. из семейства Bromeliaceae в условиях оранжереи Ереванского ботанического сада и обогащения ассортимента цветочно-декоративных растений, используемых в озеленении. *Puya mirabilis* (Пуйя удивительная) – оригинальное экзотическое, малораспространенное в культуре растение.

При выполнении данной работы были поставлены следующие задачи: исследование особенностей роста и ритма развития вида в условиях оранжереи; выявление адаптационных возможностей изучаемого вида в зависимости от условий произрастания и агротехники; изучение особенностей семенного и вегетативного размножения; оценка перспективности вида в культуре.

Материал и методика. Объектом исследования является *Puya mirabilis* (Пуйя удивительная). По системе Тахтаджяна вид относится к классу Liliopsida, подклассу Commelinidae, порядку Bromeliales, семейству Bromeliaceae, подсемейству Pitcairnioideae, роду *Puya*.

Работа проводилась в коллекционной оранжерее Ереванского ботанического сада в течение 13 лет с 2008 по 2021гг. Семена пуйи были получены в 2008 году по делектусу из ботанического сада Университета Ростка (Германия). Растения выращивались в субстрате из суглинистой земли, торфа и песка (2:1:1). Для выявления биоэкологических особенностей, растения в горшках были размещены в различных экспозициях. При описании морфологических особенностей растений использовалась терминология, предложенная в атласах по описательной морфологии [1, 6, 7]. При изучения сезонного ритма развития проводили наблюдения над сроками наступления основных фаз развития растений по общепринятой методике [2, 3]. Терминология возрастных состояний приведена в соответствии с классификацией, разработанной Т.А. Работновым [4]. Лабораторную всхожесть семян изучали методом посева в чашки Петри на влажной фильтровальной бумаге. При оценке перспективности вида в культуре учитывались следующие показатели: рост и ритм развития, репродуктивная способность, степень устойчивости растения к вредителям и болезням, длительность сохранения декоративности, пригодность вида для озеленения.

Результаты и обсуждение. В настоящей работе представлены итоги интродукции *Puya mirabilis* из семейства Bromeliaceae как перспективного вида для введения в культуру в качестве нового декоративного экзотического растения.

Puya mirabilis – многолетнее, вечнозеленое, наземное травянистое растение с монокарпическими побегами, ксерофит. В естественных условиях растет в центральной части Боливии в провинциях Тариха, Кочабамба и в северной Аргентине – в провинциях Жужуй, Тукуман, Сальта [8]. Произрастает большей частью в горных районах Анд, на сухих каменистых склонах, высокогорном плато, поднимаясь до 1400–2600 метров над уровнем моря.

Пуйя удивительная – быстрорастущая бромелия, свободно производит побеги и дает ответвления, формируя густые розетки шарообразной формы. Образовавшиеся розетки монокарпичные, то есть после цветения отмирают, а в пазухах

листьев развиваются новые розетки. Стебель сильно укорочен, корневая система мощная, разветвленная. На 7–9 году жизни в 5-литровых контейнерах достигает примерно до 40 см выс. и до 60 см шир., количество образовавшиеся розеток – до 9. Листья многочисленные, светло-зеленые, жесткие, расположенные асимметрично, узколинейные, изогнутые, на концах игловидно вытянутые, часто свернутые, 60–75 см дл., с широкими влагалищами до 1,5 см шир., образуют раскидистые, густые розетки. Листья сверху голые, снизу густо покрыты белыми чешуйками, по краям с крючковатыми шипами 0,1–0,15 см дл., направленными назад. Шипы очень острые, крепкие, зеленые, а на старых листьях, расположенных снизу в розетке – красновато-коричневые. Остатки листьев образуют защитное покрытие на основании розетки.



Рис. 1: а – растение с развивающимся цветоносом; б – соцветие с цветками

Из центра розетки развивается цветонос, обычно длинный, очень крепкий с брактеями, покрытый рассеянными чешуйками. Нижние брактей схожи с листьями розетки, верхние – серовато-зеленые, пленчатые, по краю часто с шипами, широко яйцевидно-эллиптические до 3,2 см дл. и до 1,1 см шир., с заостренным верхним концом 0,3–0,5 см дл. Цветонос изначально почти прямостоящий (рис. 1.а), при созревании плодов изгибается вниз (рис. 2.а). Соцветие – простое, рыхлое кистевидное, с 5–17 цветками, имеет длину от 65 до 76 см, диаметром около 1 см. Цветки в соцветии закладываются акропетально (в направлении от основания к верхушке). Цветки воронковидные, изогнутые, цветоножки до 2 см дл. Чашелистики в числе трех, от пурпурно-серых до серо-зеленых, слегка мясистые, свободные, почти треугольные, с коротким остроконечием, покрыты чешуйками до 5,5 см дл. и 1,2 см шир. Лепестки в числе трех, свободные, с небольшим остроконечием, широколинейные, желтые с зеленоватым оттенком, голые, до 9 см дл. и до 1,3 см шир. Тычинок – 6, свободные, незначительно короче лепестков, с яркими пыльниками. После цветения околоцветник закручивается по спирали (рис. 1.б). Плоды созревают в течение 3–4 месяцев (рис. 2.б), цвет плода коричневый. Плод-локулицидная коробочка, до 2,3–3 см дл. и до 1,6–1,8 см шир., с 3 гнездами, плодоножка до 2,3 см дл. (рис. 2.в). Количество семян в одной коробочке от 2100 до 3600. Семена небольшие, узкотреугольные, до 0,4 - 0,5 см дл. и до 0,15 см шир., с крыловидным бесцветным придатком (рис. 2.г). Благодаря наличию придатка семена разлетаются от растения на расстояние 1–1,5 м.

Для выявления особенностей роста и развития растений в условиях оранжереи изучен цикл развития вида от семени до зрелого генеративного

состояния. Семена *P. mirabilis* прорастают в течение 2-3 недель при температуре 23–27°C. Характерен надземный тип прорастания. Вначале из трещины на семени появляется гипокотиль с зародышевым корешком 0,1 см дл. Появившиеся всходы развиваются довольно быстро (рис. 3.а). Через 10–15 дней растение переходит в ювенильное возрастное состояние. Ювенильные растения имеют высоту до 0,5 см и диаметр до 1 см, листья продолговатые, светло-зеленые, 0,2–0,7 см дл. и 0,1–0,15 см шир. У растения уже сформирована розетка, состоящая из 3–6 листьев, корень более или менее хорошо развитый 0,5–1 см дл. (рис. 3.б). Молодые растения через 2-3 месяца переходят в имматурное возрастное состояние.



Рис. 2: а – цветоносы с плодами; б – созревающие плоды; в – локулицидная коробочка; г – семена.

Имматурное растение имеет примерно до 2,5 см выс. и до 4 см шир. Листья в количестве до 13, продолговатые, зеленые до 1,5–2,5 см дл. и 0,2–0,3 см шир., с мягкими зелеными шипами. Главный корень отмирает, развиваются придаточные корни до 4 см дл. (рис. 3.в). Имматурное состояние длится 1–1,5 года. Виргинильные растения имеют розетки до 10 см выс. и до 15 см в диам., листья до 5–12 см дл. и у основания до 0,6 см шир., шипы на листьях зеленого цвета, более или менее жесткие, корень мочковатый, хорошо развитый (рис. 3.г). Виргинильное состояние у растения длится 2-3 года. На 4-5 году жизни растение вступает в молодое генеративное состояние. Высота растений до 16 см, диаметр куста до 50 см, листья линейные до 60 см дл. и 0,7–0,9 см шир. в основании листа. Шипы на листьях ближе к основанию становятся красноватыми. В молодом генеративном состоянии растение зацветает (рис. 3.д).

Для изучения сезонного ритма развития были проведены многолетние фенологические наблюдения за сроками наступления основных фаз развития. В осенне-зимний период, вследствие понижения температуры воздуха в оранжерее, рост у растений замедляется. Наступление сроков цветения не стабильное, варьирует по годам. Цветение у растений наблюдается в зимне-весеннее и в весенне-летнее время, длится 7–10 суток, продолжительность жизни каждого отдельного цветка короткое – 1-2 дня. В коллекции оранжереи есть растения второго поколения, которые были выращены из семян растений, прошедших интродукционные испытания. Посевы были сделаны в 2017 году, а цветение наблюдалось уже в 2021 году, то есть растения второго поколения также зацветают на четвертом году жизни.

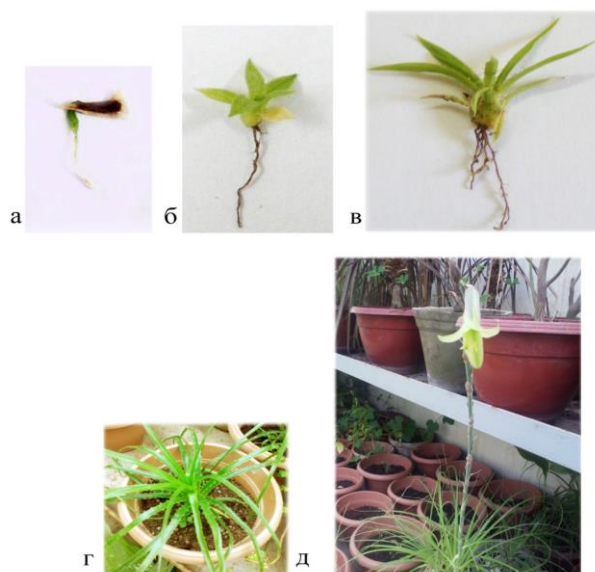


Рис. 3. Возрастные состояния *Puya mirabilis*: а – проросток (р); б – ювенильное растение (j); в – имматурное (im); г – виргинильное (v); д – молодое генеративное (g1)

Репродуктивная способность интродуцентов во многом зависит от степени соответствия биологии растений к новым условиям среды. При интродукции растений большое значение имеет изучение их плодоношения, поскольку способность давать полноценные семена – показатель адаптации вида к условиям выращивания. Семена у пуйи имеют очень высокий процент лабораторной всхожести – до 90 %, а также проявляют способность к естественному возобновлению в условиях оранжереи. Благодаря размножению посредством самосева и способности расти практически без особого ухода, растения пуйи очень быстро распространяются в теплице. Учитывая этот факт, рекомендуется обрезать цветоносы во время плодоношения, во избежание засорения теплицы. Успешное формирование и созревание семян еще раз подтверждают, что растение хорошо приспосабливается к новым условиям выращивания. Для открытого грунта данный вид не представляет угрозы как инвазивное растение, поскольку в климатических условиях г. Еревана саженцы просто не выживут.

Для выявления биоэкологических особенностей *P. mirabilis*, растения выращивались в различных микроклиматических и почвенных условиях. Многолетние наблюдения выявили, что растения не требовательны к свету, они хорошо растут как под воздействием прямых солнечных лучей, так и в тени и полутени. Для нормального роста растений обязателен хороший дренаж, который должен иметь высоту 1,5–3 см в зависимости от величины горшка. Полив растения производится при активном росте с весны до начала октября один раз в неделю, потом сокращается до одного раза в две недели. После созревания семян необходимо удалять розетки с засохшими цветоносами, что способствует быстрому восстановлению растения и формированию новых розеток. Пуйя достаточно устойчивое растение к болезням и вредителям.

У пуйи удивительной розетка круглой формы, для взрослых экземпляров характерны хорошо сформированные подушки, состоящие из длинных листьев, цветонос также длинный, крепкий, во время плодоношения свисающий (рис. 2.а), поэтому растение требует немало места. Для нормального роста и развития растений очень важно правильно подобрать контейнеры по форме и размеру,

надо учитывать пропорции между величиной кадки и растением. Внешний вид пуйи уникальный, оригинальный, благодаря чему можно создавать гармонично сочетающиеся композиции с другими суккулентами. При составлении композиций также необходимо учитывать совместимость растений между собой и их требования к внешней среде.

Многолетние наблюдения над двумя поколениями *P. mirabilis* показали, что пуйа чрезвычайно выносливое и устойчивое в культуре растение, хорошо растет в условиях прямых солнечных лучей, в тени и полутени, мало поражается вредителями и болезнями.

Эффективным способом размножения вида является семенное размножение, время посева – лето. Успешное формирование и созревание семян, способность к самосеву еще раз подтверждают тот факт, что пуйа удивительная хорошо адаптировалась к новым условиям выращивания в оранжерее Ереванского ботанического сада.

На основании проведенных исследований *P. mirabilis* рекомендуется нами как экзотическое растение для использования в зимних садах, в фитодекоре интерьеров и озеленении помещений различного функционального назначения. Пуйу можно использовать как акцентное растение, а также и при устройстве различных композиций с суккулентными растениями, для создания каменистых садов.

Анализируя результаты многолетних исследований, можно сделать вывод, что пуйа удивительная является перспективным видом для введения в культуру в качестве нового декоративного экзотического растения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артюшенко З.Т. Атлас описательной морфологии высших растений. Семья. 204 с., Л., Наука, 1990.
2. Зайцев Г.Н. Фенология травянистых многолетников. 150 с., М., Наука, 1978
3. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. Бюллетень Главного ботанического сада. Вып. 113. 3-8, М., 1979.
4. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах. Тр. БИН АН СССР. Геоботаника. 3(6): 7-204. Ленинград, 1950.
5. Тахтаджян А.Л. Семейство бромелиевые (Bromeliaceae). В кн. Жизнь растений: 6., 275-286, М. Просвещение, 1982.
6. Федоров А.А., Кирпичников М.Э., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Лист. 304 с., М.-Л. Наука, 1956.
7. Федоров А.А., Кирпичников М.Э., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Стебель и корень. 352 с., М.-Л. Наука, 1962.
8. USDA, Agricultural Research Service, National Plant Germplasm System. 2021. Germplasm Resources Information Network (GRIN-Taxonomy). National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. URL: <http://nordic-baltic-genebanks.org/gringlobal/taxonomydetail.aspx?id=407203>. Accessed 20 October 2021.
9. WFO (2021): World Flora Online. Published on the Internet; <http://www.worldfloraonline.org>. Accessed on: 14 Oct 2021.

Поступила 13.12.2021



Биолог. журн. Армении, 1 (74), 2022

DOI:10.54503/0366-5119-2022.74.1-51

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ ЦЕННЫХ СВОЙСТВ ВЫСОКОАКТИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* И ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОДДЕРЖАНИЯ ШТАММОВ НА ИХ ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ

В.А. БАГИЯН, Н.С. ХАЧАТУРЯН

Центр депонирования микробов НПО «Армбиотехнология» НАН РА
valbeg@mail.ru

Исследование посвящено изучению биологических особенностей штаммов хлебо-пекарных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, а также влияния длительного поддержания (1996-2021 гг.) в лабораторных условиях на их ферментативную активность.

Saccharomyces cerevisiae – подъемная сила – α -глюкозидазная активность –
осмотическая – генеративная активность

Ուսումնասիրությունը նվիրված է հացաթխման խմորիչի՝ *Saccharomyces cerevisiae* շտամների կենսաբանական բնութագրերին, ինչպես նաև լաբորատոր պայմաններում երկարատև պահպանման (1996-2021 թթ.) ազդեցությանը նրանց ֆերմենտային ակտիվության վրա:

Saccharomyces cerevisiae – վերամբարձ ուժ – α -գլյուկոզիդազային ակտիվություն – օսմոտիկ
կայունություն – գեներատիվ ակտիվություն

The research is focused on the study of biological properties of baker's yeast strains *Saccharomyces cerevisiae*, as well as the effect of long-term maintenance (1996 - 2021) in laboratory conditions on their enzymatic activity

Saccharomyces cerevisiae – elevating power – α -glucosidase activity –
osmotic stability – generative activity

Основу интенсификации процесса брожения и созревания теста в хлебопечении составляют биологические особенности используемых штаммов дрожжей [2, 13]. Ранее выполненные исследования в НПО хлебопекарной промышленности содержат убедительные доказательства важности значения α -глюкозидазной активности дрожжей для хлебопечения [10]. Дрожжи с высокой мальтазной (α -глюкозидазной) активностью при значительно меньшей дозировке ускоряют процесс тестоведения и способствуют получению хлебобулочных изделий с качественными показателями [6, 12, 16].

Производственная культуральная среда, в которой выращиваются дрожжи, содержит ряд веществ, обуславливающих ее осмотическое давление. Следует учитывать особенность дрожжей снижать свою ферментативную активность в присутствии веществ, повышающих осмотическое давление, что отражается в показателе их осмочувствительности [6]. Значение этого показателя в характеристике произ-

водственных штаммов хлебопекарных дрожжей особенно возросло в связи с тем, что основным направлением технологического прогресса в дрожжевом производстве является использование ускоренных методов выращивания дрожжей в высококонцентрированной мелассной среде (при КР = 6-8). При этом скорость роста сахаромикетов повышается, в связи с чем увеличивается выход дрожжей [10]. Однако в высококонцентрированном мелассном растворе резко выявляется влияние вредных веществ сырья на дрожжевые клетки, а именно быстрее падает способность сахаромикетов к размножению в процессе пересевов, что не позволяет применять технологии длительного культивирования с многочисленными производственными стадиями [4, 17].

Целью работы являлось изыскание активных культур *Saccharomyces cerevisiae*, изучение их технологически ценных биологических особенностей, последующая селекция штаммов хлебопекарных дрожжей в условиях дрожжевого и хлебобулочного производств, а также исследование влияния длительного поддержания (1996-2021 гг.) в лабораторных условиях на их ферментативную активность.

Материал и методика. Объектами исследования служили 25 дрожжевых культур, выделенных из образцов местных хлебных заквасок спонтанного брожения (ттхмор) и сухих пекарских дрожжей производства Нидерландов, Франции, Турции, а также полученные в результате селекции в производственных условиях Абовянского завода пекарских дрожжей. Отбор штаммов проводили по газообразующей способности дрожжей в трубках Дунбара.

Отобранные культуры идентифицировали на основании изучения комплекса культурально-морфологических и физиолого-биохимических свойств [1,14,15].

Подъемную силу дрожжей *S.cerevisiae* определяли ускоренным методом всплывающего шарика, с использованием пшеничной муки 85 % помола. Мальтазную и зимазную активности определяли по времени выделения 10 мл CO₂ при сбраживании 20 мл 5 %-ного раствора мальтозы или сахарозы дрожжами, взятыми в количестве 2,5 % к объему среды, в микрогазомере системы Елецкого [3].

Оптимальную температуру брожения устанавливали по количеству выделившегося CO₂ при различных температурах весовым методом в колбах с сернокислотными затворами Мейселя. Осмочувствительность изучали по модифицированной нами методике Уайта, по разнице во времени между подъемной силой дрожжей в тесте без соли и в тесте с повышенной концентрацией соли (до 4 %, вместо 3,35 % по Уайту [7]).

Оценку генеративной активности дрожжей проводили определением относительного количества мелких клеток в маточных дрожжах при подсчете их под микроскопом [3].

Определение стойкости дрожжей к мелассе проводили в мелассовом растворе с содержанием 10 % СВ вместо 5 % принятых по методике, так как современная технология получения биомассы хлебопекарных дрожжей ориентирована на использование ускоренных методов выращивания дрожжей в высококонцентрированной мелассовой среде. Определение стойкости готовой продукции дрожжей (влажностью 75 %) при хранении проводили по времени размягчения дрожжей в термостате. Стойкими считаются дрожжи, которые при 35°C сохраняют консистенцию 100 ч и более [3, 7].

Оценку технологических свойств штамма S-1 в хлебопечении проводили по выпечке опытных образцов хлеба [8, 9, 11].

Среда поддержания дрожжевых культур – сусло-агар 10 % сухих веществ (СВ). Периодичность пересевов – раз в год.

Изученные культуры: *Saccharomyces cerevisiae*: 8 штаммов (номера 100, 101, 105, 107, 110, 115, 123 и 131) выделены из образцов хлебных заквасок спонтанного брожения (ттхмор) сел Горисского и Сисианского районов, марз Сюник; 6 штаммов (номера 60, 63, 67, 71, 79 и 82) выделены из образцов хлебных заквасок спонтанного брожения (ттхмор) сел Севанского и Гаварского районов, марз Гегаркуник; 2 штамма (номера 90 и 99) выделены из образцов хлебных заквасок спонтанного брожения (ттхмор) сел Спитакского района, марз Лори; 4 штамма (номера S-1, S-3, S-4 и S-5) получены в результате селекции в производственных условиях Абовянского завода пекарских дрожжей и 5 штаммов получены путем выделения

чистых культур из сухих дрожжей производства Франции (2 штамма, номера F-1, F-2), Нидерландов (1 штамм, номер Н-1) и Турции (2 штамма, номера Т-1, Т-2). Все исследованные штаммы представлены под своими лабораторными номерами.

Результаты и обсуждение. Определение газообразующей способности дрожжей в солодовом сусле концентрацией 10 % СВ в трубках Дунбара позволило из 58 культур отобрать 25 наиболее сильных газообразователей, с выделением 7-9 мл CO₂ за 24 ч. На основании таксономических исследований отобранные штаммы были отнесены к виду *Saccharomyces cerevisiae*. Микроскопирование показало, что наиболее крупными размерами (8-9 x 11-13 мкм), в сравнении с другими штаммами, отличаются клетки штамма S-3.

Основными критериями дальнейшего исследования штаммов дрожжей были подъемная сила, осмочувствительность, зимазная и мальтазная активности. Из 25 штаммов высокую подъемную силу имели штаммы S-1, S-3, S-4, Н-1, F-2 и Т-1 от 6 мин у штамма S-1 до 8-9 мин у других штаммов. Эти же штаммы являются наиболее перспективными по другим биохимическим признакам, показав высокую зимазную (21-25 мин) и мальтазную (25-30 мин) активности.

Исследование влияния температуры на силу брожения дрожжей показало, что штаммы различаются оптимальными температурами брожения (28-34°). Наиболее термоустойчивым по сравнению с другими исследованными штаммами является штамм 100 с максимальной температурой - 43°.

Для характеристики штаммов хлебопекарных дрожжей как производственной расы немаловажное значение имеют показатели устойчивости их к мелассе [3]. В результате проведенного исследования только селекционные штаммы выдержали 6 и более пересевов в мелассовом растворе с содержанием 10 % СВ, что соответствует 100 % устойчивости штаммов к мелассе. Наибольшее количество пересевов по 12 выдержали штаммы S-1 и S-4.

Однако дрожжи, устойчивые к высоким осмотическим давлениям, создаваемым в среде сахарами, не всегда так же устойчивы к давлениям, создаваемым солями. В связи с этим изучено влияние повышенного содержания хлористого натрия (до 4 %) на подъемную силу дрожжей. Подтвердилась зависимость бродильной активности дрожжей от концентрации NaCl в среде. Тем не менее все испытанные 25 культур по показателю осмочувствительности от 0 до 10 мин отвечают требованиям, предъявляемым активным штаммам хлебопекарных дрожжей [10]. На подъемную силу штаммов Н-1 и F-2 повышение концентрации хлористого натрия не влияло.

Исследование чувствительности дрожжей к NaCl показало, что в значительной мере степень чувствительности зависит как от штамма, так и от вида сбраживаемого сахара. Выявлено, что в наибольшей степени хлористый натрий подавляет сбраживание мальтозы и в меньшей степени – сахарозы. Изучение влияния NaCl на мальтазную активность 25 культур дрожжей показало, что наименее чувствительными к соли являются 6 штаммов. Из табл.1 видно, что хлористый натрий в концентрации 1,5 % не влияет на скорость сбраживания мальтозы этими штаммами.

На основе проведенных исследований, комплекса технологически ценных свойств дрожжевых культур в лаборатории и полученных результатов, штамм S-1 был отобран для испытаний в производственных условиях Абовянского завода пекарских дрожжей.

Маточные дрожжи штамма S-1 характеризуются сравнительно небольшим содержанием 10-15% мелких клеток (при допустимой норме до 25%), что свидетельствует о высокой генеративной активности штамма. Штамм S-1 благодаря высокой осмотической устойчивости показал в процессе выращивания дрожжей в мелассовом растворе концентрацией 15% СВ повышенную удельную скорость роста на стадии БИН (0,289 час-1 вместо 0,249 час-1) по сравнению со штаммом Одесская-14 сог-

ласно технологическому регламенту завода, а также более высокий выход биомассы (выход дрожжей на 9 % больше, чем в варианте со штаммом О-14). Прессованные дрожжи, полученные с использованием штамма S-1, отличаются повышенным содержанием сухих веществ – 30,3 %.

Таблица. 1. Влияние хлористого натрия на подъемную силу и мальтазную активность наиболее осмостойких культур дрожжей (n= 5; p<0.05)

Штаммы	Мальтазная активность, мин		Подъемная сила, мин		Осмочувствительность, мин
	без NaCl	NaCl, 1,5%	без NaCl	NaCl, 4%	
S-1	25,00±0,44	25,00±0,63	6,00±0,44	7,00±0,31	1
S-3	27,00±0,63	27,00±0,77	6,50±0,31	7,50±0,31	1
F-2	29,00±0,89	29,00±0,44	9,00±0,44	9,00±0,31	0
H-1	30,00±0,89	30,00±0,63	10,00±0,31	10,00±0,31	0
S-4	25,00±0,31	25,00±0,44	7,00±0,31	8,00±0,44	1
T-1	28,00±0,77	28,00±0,89	8,00±0,63	10,00±0,44	2

Способность штамма S-1 развиваться в среде с повышенным осмотическим давлением, позволяет при культивировании на производственных стадиях в мелассовой среде с повышенной обсемененностью посторонней микрофлорой, получать готовую продукцию высокого качества с подъемной силой 6-7 мин. Это полностью согласуется с литературными данными о том, что повышенное осмотическое давление среды является фактором, обуславливающим ее защитные свойства: дикие дрожжевые грибы в высококонцентрированной мелассной среде размножаются значительно медленнее, чем сахаромицеты ввиду того, что внутриклеточное осмотическое давление последних в 2 раза выше [3].

Таблица. 2. Качественные показатели дрожжей, теста и хлеба, полученных с применением прессованных дрожжей опытного штамма (n= 5; p< 0,05)

Показатели	Прессованные дрожжи, 75% влажностью	
	Коммерческие дрожжи (контроль)	S-1 (опыт)
Дрожжи		
Подъемная сила, мин	15,00 ±1,78	5,00 ±0,89
Тесто		
Бродильная активность, мл CO ₂ /20 г	9,00 ±1,41	20,10 ±1,26
Количество дрожжевых клеток, млн/г	120,00±2,28	175,00±1,41
Продолжительность брожения, мин	60	30
Продолжительность расстойки, мин	40	25
Хлеб		
Вес 1 буханки, г	700	700
Объемный выход, мл	450,00±4,04	576,00±2,82
Пористость, %	70,0±2,0	75,00±1,78
Влажность, %	43,6	43,5
Кислотность, °Н	3,0	3,0

Окончательную оценку технологических свойств штамма S-1 проводили по выпечке опытных образцов хлеба [8,11].

Из табл. 2 видно, что в результате применения новой дрожжевой культуры улучшается бродильная активность теста (20,1 мл CO₂ у штамма S-1 против 9,0 – у контрольного). Опытные образцы хлеба отличались лучшей пористостью мякиша. При одинаковом с контрольным образцом весе объемный выход опытного образца хлеба был больше на 28%, а пористость – на 7%. Кроме того, применение дрожжей штамма S-1 в хлебопечении способствует интенсификации процесса тестоведения за счет высокой мальтазной активности культуры: время созревания теста сокращается на 30 мин, расстойка – на 15 мин.

Способность дрожжей штамма S-1 интенсифицировать процесс тестоведения и тем самым улучшать качество хлеба явилась предпосылкой для изучения возможности сокращения расхода дрожжей на замес теста. В этих экспериментах при приготовлении теста безопасным способом расход дрожжей уменьшали на 30, 50 и 70% от нормы, предусмотренной по рецептуре. Контрольное тесто готовили с внесением 1% коммерческих прессованных дрожжей к весу муки.

Изучение динамики газообразования показало, что при всех выбранных дозировках дрожжей суммарное количество выделившегося CO_2 , в опытном тесте превышало контрольное на 3,1-15,7%. При этом по физико-химическим показателям опытные образцы хлеба во всех вариантах с уменьшенными дозировками дрожжей имели объемный выход хлеба на 7,4-16,8%, а пористость на 2,3- 5,1% больше.

Высокие хлебопекарные качества штамма S-1 позволяют использовать при тестоведении прессованные дрожжи влажностью 75% в количестве 0,3-0,4% к весу муки с обеспечением нормального технологического режима тестоведения и получением готовой продукции высокого качества.

На последнем этапе исследований было изучено влияние длительного поддержания и хранения штаммов *S.cerevisiae* в лабораторных условиях на их ферментативную активность. Данный аспект исследования важен, поскольку длительное поддержание чистых культур дрожжей необходимо как в производстве, так и при хранении в коллекциях. Также важно, чтобы производственные расы дрожжей при выбранном методе хранения не теряли своих производственно ценных свойств [1].

Таблица 3. Влияние длительного поддержания наиболее активных штаммов дрожжей на их ферментативную активность (n= 5; p< 0,05)

Штаммы	Мальтазная активность, мин		Подъемная сила, мин	
	1996 г.	2021 г.	1996 г.	2021 г.
S-1	25	25,00±0,89	6	7,50±0,77
S-3	27	28,00±1,0	6,5	9,00±0,44
F-2	29	29,00±0,31	9	10,00±0,31
H-1	30	30,00±0,44	10	11,00±0,44
S-4	25	26,00±1,0	7	9,00±0,63
T-1	28	29,00±0,89	8	10,00±0,63

Из табл. 3 видно, что при использовании на протяжении 25 лет данного способа поддержания штаммы *S.cerevisiae* практически полностью сохранили свою мальтазную активность. Незначительное снижение показателей по подъемной силе дрожжей возможно связано с разницей в качестве пшеничной муки 85% помола, которая использовалась при данном анализе в 1996 и 2021 годах.

В результате проведенных исследований и селекции получен штамм *S.cerevisiae* S-1, устойчивый к повышенному осмотическому давлению среды и вредным примесям мелассы, применение которого в дрожжевом и хлебобулочном производстве позволяет:

- культивировать дрожжи 12 и более производственных стадий в высококонцентрированной мелассной среде (при кратности разбавления мелассы КР- 6-8);
- вести процесс выращивания дрожжей на производственных стадиях без стерилизации мелассной среды и при этом получать товарные дрожжи высокого качества с большим выходом;

- сократить использование прессованных дрожжей влажностью 75% в тестоприготовлении в 2-2,5 раза от нормативной дозировки и получением готовой продукции высокого качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабьева И.П., Голубев В.И.* Методы выделения и идентификации дрожжей. М.: Пищ. пром-сть, 119 с., 1979.
2. *Багиян В.А., Саруханян Ф.Г., Ерзинкян Л.А., Хачикян Р.Е., Шахбазян Р.Т.* Авт. Свидельство СССР №1531178. Штамм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, используемый в хлебобулочном производстве, 8 с, 1989.
3. *Бакушинская О.А., Белова Л.Д., Буканова В.И., Лозенко М.Ф., Семихатова Н.М.* Контроль производства хлебопекарных дрожжей. М., Пищ. пром-сть, 167 с., 1978.
4. *Берри Д.* Биология дрожжей. М., Мир, 95 с., 1985.
5. *Коновалов С.А.* Биохимия дрожжей. М. Мир, 271 с., 1980.
6. *Кузьминский Р.В., Стребыкина А.И., Юкиш М.Г., Квинихидзе В.В., Абашидзе Л.М.* Использование дрожжей с высокой мальтазной активностью. Хлебопродукты, 2, 35-37, 1989.
7. *Новаковская С.С., Шишацкий Ю.И.* Справочник по производству хлебопекарных дрожжей. М., Пищ. пром-сть, 374 с., 1980.
8. *Пучкова Л.А.* Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. М., Пищ. пром-сть, 232 с., 1982.
9. *Ройтер И.М.* Справочник по хлебопекарному производству. М. Пищ. пром-сть, 504 с., 1972.
10. *Семихатова Н.М.* Хлебопекарные дрожжи. М., Пищ. пром-сть, 198 с., 1980.
11. *Чижова К.И., Шкваркина Т.И., Запенина Н.В., Маслов И.Н., Заглодина Ф.И.* Технический контроль хлебопекарного производства. М., Пищ. пром-сть, 479 с., 1975.
12. *Բաղդյան Վ.Ս. ԶԳ Արտոնագիր №33, Հացաթխման արտադրության մեջ կիրառվող շտամերի Saccharomyces cerevisiae ВКПМ Y-1225 և ВКПМ Y-1346 կոնսորցիում, 1995:*
13. *Jonson J.C.* Yeasts for food and other purposes. Food technology review, 45, 11, pp. ,54-56 1977.
14. *Kreger-van Rij N.J.W.* The Yeasts taxonomic study, Amsterdam-London, 1385 p, 1970.
15. *Lodder J.* The Yeasts. A taxonomic study, Amsterdam, 1082 p, 1984.
16. *Lovgren T., Hautera P.* Maltosa fermentation and leavening ability of baker's yeast. Eur. J. Appl. Microbiol., 4, 1, pp. 37-43, 1977.
17. *Ruzicke V.* Ispitivanje delovanja kuhinjske soli na kvaliteti fermentaciju testa. Zito-hleb, 15, 1, S. 19-25, 1988.

Поступила 10.01.2022



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 1 (74), 2022

DOI:10.54503/0366-5119-2022.74.1-57

ԵՐԿԲԼԹԱՆԻ ԳԻՆԿԳՈՅԻ (*GINKGO BILOBA* L.) ԲՈՒՄԱՅՈՒՄՔԻ ԿԵՆՍԱԲԵՄԻԱԿԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆ ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ԴԱՇՏԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ա.Պ.ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Լ.Մ.ԴԱԼԱԶՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ Գ.Ս.Ղափթյանի անվան հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտ
ann_vardanyan@yahoo.com, lauraghalachyan@yahoo.com

Ներկայացված է երկբլթանի գինկգոյի (*Ginkgo biloba* L.) բուսահումքում (կանաչ, դեղին տերևներ) սպեկտրոֆոտոմետրիկ, նրբաշերտ քրոմատոգրաֆիկ մեթոդներով հիմնական կենսաբանական ակտիվ նյութերի համեմատական հետազոտություն: Կենսաքիմիական ուսումնասիրություններով պարզվել է, որ գինկգոյի աշնանային դեղին տերևներում ռուտինի (0.36 ± 0.02)%, նարցիսինի (0.42 ± 0.03)%, նիկոտիֆլորինի (0.33 ± 0.02)%, գինկգետինի (0.52 ± 0.03)%, իզոգինկգետինի (0.46 ± 0.03)% պարունակությունը և ֆլավոնոիդների հանրագումարը (2.11 ± 0.4)% 1,2; 1,2; 1,3; 1,3; 1,3 և 1,2 անգամ, համապատասխանաբար, բարձր են կանաչ տերևների համեմատ, իսկ էքստրակտիվ նյութերի (38.55 ± 4)% բարձր պարունակություն դիտվել է կանաչ տերևներում:

Ginkgo biloba L. – բուսահումք – նրբաշերտ քրոմատոգրաֆիա – սպեկտրոֆոտոմետրիա – ֆլավոնոիդներ

Проведено сравнительное изучение основных биологически активных веществ в растительном сырье (зеленые и желтые листья) гинкго двулопастного (*Ginkgo biloba* L.) методами спектрофотометрии и тонкослойной хроматографии. Биохимическими исследованиями выяснилось, что содержание рутина (0.36 ± 0.02)%, нарциссина (0.42 ± 0.03)%, никотифлорина (0.33 ± 0.02)%, гинкгетина (0.52 ± 0.03)%, изогинкгетина (0.46 ± 0.03)% и суммы флавоноидов (2.11 ± 0.4)% в 1,2; 1,2; 1,3; 1,3; 1,3 и 1,2 раза, соответственно, в осенних желтых листьях гинкго было выше по сравнению с зелеными листьями, а высокое содержание экстрактивных веществ (38.55 ± 4)% наблюдалось в зеленых листьях.

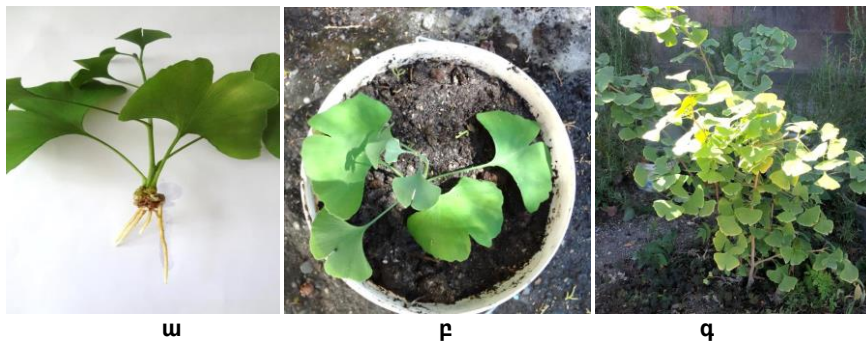
Ginkgo biloba L. – растительное сырье – тонкослойная хроматография – спектрофотометрия – флавоноиды

Comparative study was conducted on the main biologically active substances in plant raw materials (leaves) of *Ginkgo biloba* L. using the method of spectrophotometry and thin layer chromatography. Biochemical analysis of plant raw materials of Ginkgo showed that the amount of rutin (0.36 ± 0.02)%, narcissin (0.42 ± 0.03)%, nicotiphlorin (0.33 ± 0.02)%, ginkgetin (0.52 ± 0.03)%, isoginkgetina (0.46 ± 0.03)% and the sum of flavonoids (2.11 ± 0.4)% in autumn yellow leaves exceeded 1.2; 1.2; 1.3; 1.3; 1.3 and 1.2 times respectively as compared to the green leaves. High content of extractive substances (38.55 ± 4)% were observed in green leaves of Ginkgo.

Ginkgo biloba L. – raw materials – thin layer chromatography – spectrophotometry – flavonoids

Երկբլթանի գինկգոն (*Ginkgo (G.) biloba* L.) մեծ հետաքրքրություն է ներկայացնում բույսերի կենսաբանության, ֆիզիոլոգիայի, կենսաքիմիայի, ֆարմակոգնոզիայի գիտական կարևոր խնդիրների պարզաբանման համար: Գինկգոն աշխարհի հնագույն, եզակի, ռելիկտային ծառատեսակներից է, գինկգոյանմանների (*Ginkgo* phyta) բաժնի միակ պահպանված տեսակը: Գինկգոյի տերևների կենսաքիմիական հարուստ կազմով (գինկգոզիկներ, գինկգոլիկներ, բիլոբալիկներ, ռուտին, քվերցետին, կաեմաֆերոլ, նիկոտիֆլորին, իզոգինկգետին, գինկգետին, նարցիսսին, օրգանական թթուներ, ճարպաթթուներ) են պայմանավորված բույսի բուժիչ հատկությունները: Գինկգոն չինական ավանդական բժշկության մեջ լայնորեն կիրառվել է դեռ մ.թ.ա. 206 թ.: Արևմուտքում այս յուրահատուկ ծառատեսակի նկատմամբ հետաքրքրությունն ավելի մեծացել է 1980-ին: Գինկգոյի տերևների լուծամզվածքներից ստացված դեղապատրաստուկները կիրառվում են աթերոսկլերոզի, անոթների հիվանդությունների ժամանակ, բարելավում են գլխուղեղի արյան միկրոշրջանառությունը, նպաստում են մտավոր աշխատանքի և հիշողության վերականգնմանը: Հարուստ ֆենոլային կազմը պայմանավորում է գինկգոյի բարձր հակաօքսիդանտային հատկությունը [4, 9, 10]: Բազմաթիվ երկրներում գինկգոն աճեցնում են որպես գինկգոզիկների և ֆենոլների ստացման բնական աղբյուր, իսկ որպես գեղեցիկ, գեղազարդ ծառատեսակ, բազմացնում և կիրառում են պուրակների, զբոսայգիների, կանաչ գոտիների համար [3-14]: Աշխարհում կիրառվող դեղամիջոցների ավելի քան մեկ երրորդը ստացվում է բույսերից, իսկ սիրտ-անոթային հիվանդությունների բուժման բնագավառում կիրառվող պատրաստուկների մոտ 90%-ն ունի բուսական ծագում: Հաշվի առնելով, որ ներկայումս ամբողջ աշխարհում և, մեծ պահանջարկ բուսական դեղամիջոցների նկատմամբ առկա է նկատի ունենալով, որ երկբլթանի գինկգոն մի շարք արժեքավոր կենսաբանական ակտիվ նյութերի ստացման բնական աղբյուր է, մեր կողմից ուսումնասիրվել է բուսահումքի (կանաչ և դեղին տերևներ) կենսաքիմիական կազմը՝ կենսաբանական ակտիվ նյութերով առավել հարուստ տերևների բացահայտման համար:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտության համար նյութ է ծառայել Արարատյան դաշտի պայմաններում (ՀՀ ԳԱԱ Գ.Ս.Ղալվաճյանի անվան հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտ) աճող 8 տարեկան մայր երկբլթանի գինկգոն: Մեր կողմից գինկգոյի ծառաբույսերը բազմացվել են ճյուղերից անջատված կտրոններով (նկ. 1):



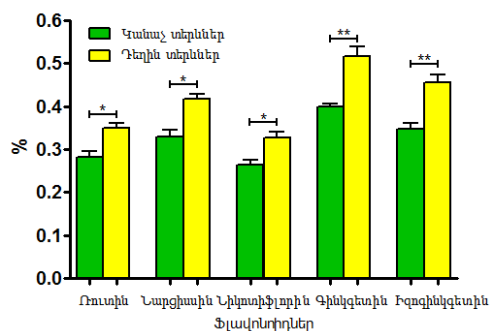
Նկ.1. Կտրոններով բազմացված երկբլթանի գինկգոն հողային մշակույթում
ա) արմատակալած կտրոն, բ) արմատակալը տնկված վազոնում,
գ) մայր ծառի ընդհանուր տեսքը

Օդաչոր կանաչ և դեղին տերևներում ֆլավոնոիդների և էքստրակտիվ նյութերի պարունակությունը որոշվել է սպեկտրոֆոտոմետրիկ և պրեպարատիվ նրբաշերտ քրոմատոգրաֆիական մեթոդներով, իսկ ֆլավոնոիդների հանրագումարը ըստ ռուտինի [1-2]՝ 70% ջրասպիրտային լուծամզվածքում 362.5 նմ ալիքի երկարության տակ: Սպեկտրները գրանցվել են “SPECOL 11” սպեկտրոֆոտոմետրի միջոցով:

Պրեպարատիվ նրբաշերտ քրոմատոգրաֆիայի եղանակով գինկգոյի տերևների լուծամզվածքում որոշվել են հիմնական ֆլավոնոիդները՝ ռուտինը, Նարցիսսինը, Նիկոտիֆլորինը, գինկգետինը և իզոգինկգետինը: Քրոմատոգրաֆիայի համար կիրառվել է բլորոֆորմ-մեթանոլ-ջուր (26 : 14 : 3) լուծիչների համակարգը [3]: Քրոմատոգրամը 254 և 366 նմ ալիքի երկարությամբ ՈւՄ-լույսի ներքո դիտելիս գինկգետինը և իզոգինկգետինը հայտնաբերվել են որպես մեկ գերիշխող դեղին-նարնջագույն կետի ($R_f=0,9$), Նիկոտիֆլորինը՝ մուգ դեղին ($R_f=0,5$), իսկ Նարցիսսինը՝ դեղին բծի տեսքով ($R_f=0,4-0,5$):

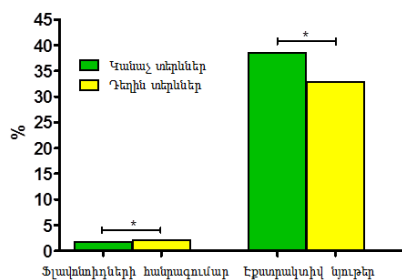
Գիտափորձերը կատարվել են 3 կրկնողությամբ, հետազոտության արդյունքների վիճակագրական մշակումն իրականացվել է GraphPad Prism 5 Demo-ի և Microsoft Excel ծրագրերի միջոցով:

Արդյունքներ և քննարկում: Երկբլթանի գինկգոյի օդաչոր բուսահումքի կենսաքիմիական հետազոտության արդյունքում պարզվել է, որ աշնանային դեղին տերևներում ֆլավոնոիդներ ռուտինի (0.36 ± 0.02)% և Նարցիսսինի (0.42 ± 0.03)% պարունակությունը 1,2 անգամ, իսկ Նիկոտիֆլորինի (0.33 ± 0.02)%, գինկգետինի (0.52 ± 0.03)% և իզոգինկգետինի (0.46 ± 0.03)% պարունակությունը՝ 1,3 անգամ, համապատասխանաբար, բարձր է եղել կանաչ տերևների համեմատ (նկ. 2):



Նկ. 2. Երկբլթանի գինկգոյի օդաչոր բուսահումքում ֆլավոնոիդների պարունակությունը, % (* - $p<0.05$; ** - $p<0.01$)

Բուսահումքում հիմնական գերիշխող ֆլավոնոիդներից է գինկգետինը, որը գերազանցել է Նիկոտիֆլորինին կանաչ տերևներում՝ 1,5, իսկ դեղին տերևներում՝ 1,6 անգամ: Ֆլավոնոիդների պարունակությամբ դեղին տերևները (2.11 ± 0.4)% 1,2 անգամ գերազանցել են կանաչ տերևներին (1.72 ± 0.3)%, իսկ էքստրակտիվ նյութերի պարունակությամբ տեղի է ունեցել հակառակը. կանաչ տերևները (38.55 ± 4)% 1,2 անգամ գերազանցել են դեղին տերևներին (32.82 ± 3)% (նկ. 3):



Նկ. 3. Երկբլթանի գինկգոյի օդաչոր բուսահումքում ֆլավոնոիդների և էքստրակտիվ նյութերի պարունակությունը, % (* - $p<0.0001$)

Այսպիսով, ֆլավոնոիդների պարունակությամբ գինկգոյի դեղին տերևները կանաչ տերևների համեմատ առավելություն ունեն և որպես ֆենոլային միացությունների աղբյուր կարելի է նաև օգտագործել աշնանային դեղին տերևները:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Буланкин Д.Г. Химико-фармакологическое исследование сырья и препаратов гинкго двулопастного. /Материалы VIII съезда фармацевтических работников Республики Беларусь, Витебск, с. 407-411, 2010.
2. Буланкин Д.Г. Исследование по стандартизации и разработке лекарственных средств на основе листьев гинкго двулопастного (*Ginkgo biloba* L.). /Автореф. дисс. на соиск. уч. степени к. фарм. н., Самара, 22 с., 2011.
3. Куркин В.А., Буланкин Д.Г., Даева Е.Д., Каденцев В.И. Флавоноиды листьев гинкго двулопастного (*Ginkgo biloba* L.). Химия растительного сырья. №2, с. 85-88, 2012.
4. Огай М.А., Ковтун Е.В., Чахирова А.А., Саморядова А.Б., Богатырева З.Н. Разработка и исследование фитоэкстрактов, содержащих флавоноиды. /Научный результат. Медицина и фармация, 4, 2. с.90-103, 2018.
5. Eimazoudy R.H., Attia A.A. Efficacy of *Ginkgo biloba* on vaginal estrous and ovarian histological alterations for evaluating anti-implantation and abortifacient potentials in albino female mice. Birth Defects Research (Part B) 95(6):444-459, 2012.
6. *Ginkgo biloba*. IARC Monographs, WHO, 108, p. 91-116, 2016.
7. Herrschaft H., Nacu A., Likhachev S., Sholomov I., Hoerr R., Schlaefke S. *Ginkgo biloba* extract EGb 761 in dementia with neuropsychiatric features: a randomised, placebo-controlled trial to confirm the efficacy and safety of a daily dose of 240 mg. // J. Psychiatr. Res., 46, 6, p. 716-723, 2012.
8. Ihl R., Tribanek M., Bachinskaya N. GOTADAY Study Group. Efficacy and Tolerability of a Once Daily Formulation of *Ginkgo biloba* Extract EGb 761® in Alzheimer's disease and Vascular Dementia: Results from a Randomised Controlled Trial. Pharmacopsychiatry 45, 2, 41-46, 2012.
9. Kehr J., Yoshitake S., Ijiri S., Koch E., Nöldner M., Yoshitake T. *Ginkgo biloba* leaf extract (EGb 761®) and its specific acylated flavonol constituents increase dopamine and acetylcholine levels in the rat medial prefrontal cortex: possible implications for the cognitive enhancing properties of EGb 761® International Psychogeriatrics 24 (Suppl 1), 25-34, 2012.
10. Maeda J., Kijima A, Inoue K, Ishii Y, Ichimura R, Takasu S, Kuroda K., Matsushita K., Kodata Y., Saito N., Umemura T., Yoshida M. In vivo genotoxicity of *Ginkgo biloba* extract in gpt delta mice and constitutive androstane receptor knockout mice. Toxicological Sciences, 140, 2, 298-306, 2014.
11. Mikašauskaitė J., Ragažinskienė O., Maruška A. Variation of total amount of phenolic compounds, radical scavenging activity and volatile compounds of *Liriodendron tulipifera* L. and *Ginkgo biloba* L. leaves extracts during different vegetation periods. // Biologija, 59, 2, p. 175-186, 2013.
12. NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies of *Ginkgo biloba* extract (CAS No. 90045-36-6) in F344/N rats and B6C3F1/N mice (gavage studies). National toxicology program, Research triangle park, North Carolina 2013.
13. Parsaeimehr A., Sargsyan E., Vardanyan A. Expression of Secondary Metabolites in Plants and their Useful Perspective in Animal Health. ABAH Bioflux, V.3, Issue 2, p. 115-124, 2011.
14. Tasiu Isah Rethinking *Ginkgo biloba* L. Medicinal uses and conservation Pharmacogn Rev., 18, 9, 140-148, 2015.

Ստացվել է 03.11.2021



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 1 (74), 2022

DOI:10.54503/0366-5119-2022.74.1-61

**ՌՈՒԿՈԼԱՅԻ (*RUCOLA SELVATICA* ԵՎ *COLTIVARE*)
ԱՐԴՅՈՒՆԱԿԵՏՈՒԹՅՈՒՆԸ ԲԱՅՕԹՅԱ ՀԻԴՐՈՊՈՆԻԿԱՅԻՆ
ՍՆՆԴԱԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՏԱՐԲԵՐ ԽՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ**

**Մ.Խ. ԴԱՐՅԱՆԻ, Ս.Խ. ՄԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ, Զ.Ս. ԱԼԵՔՍԱՆՅԱՆ,
Ա.Յ. ԹԱՂԵՎՈՍՅԱՆ, Ա.Յ. ԹՈՎՄԱՍՅԱՆ, Բ.Թ. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ**

ՀՀ ԳԱԱ Գ.Ս. Դավթյանի անվան հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտ
daryadarahsa0@gmail.com

Ուսումնասիրվել է Դավթյանի սննդալուծույթի տարբեր խտությունների ազդեցությունը ռուկոլայի տարատեսակների (*Rucola Selvatica* և *Coltivare*) աճման, զարգացման և արդյունավետության վրա: Պարզվել է, որ հիդրոպոնիկական մշակույթում նշված տարատեսակների բարձր բերքատվություն, վիտամին C-ի և β-կարոտինի բարձր պարունակություն երկու վեգետացիոն շրջաններում դիտվել են սննդալուծույթի 1.0N և 0.5N խտության և հողային մշակույթի պայմաններում: Երկու բուսատեսակների մոտ Ca-ի և Mg-ի քանակությունը բարձր է եղել սննդալուծույթի 1.25N խտության պայմաններում: Իսկ գումարային ֆենոլային միացությունների պարունակությունը և հակառադիկալային ակտիվությունը հիդրոպոնիկական մշակույթում հողային համեմատությամբ եղել են ցածր:

*Rucola Selvatica – Rucola Coltivare – տարբեր խտություններ –
հակաօքսիդանտ – վիտամին C – Ca-Mg*

Было исследовано влияние различных концентраций (0,5; 0,75; 1,0; 1,25) питательного раствора на рост, развитие и продуктивность различных сортов руколы (*Rucola Selvatica* и *Coltivare*). В двух периодах вегетации, как в гидропонических, так и в почвенных культурах, наблюдалось высокое содержание витамина C, β-каротина и высокий урожай, при концентрации питательного раствора 1,0 Н и 0,5 Н. Высокое содержание Ca и Mg в обоих сортах руколы наблюдалось при концентрации питательного раствора 1,25 Н. Содержание суммарных фенольных соединений и антирадикальная активность были сравнительно высокими в почвенной культуре.

*Рукола Селватика – Рукола Колтиваре – различные концентрации –
антиоксидант – витамин C – Ca - Mg*

The influence of the Davtyan's nutrition solution on the growth, development and efficiency of different types of *Rucola* (*Selvatica* and *Coltivare*) was studied. It was revealed that during two vegetation periods the high yield of mentioned types and high contents of vitamin C and β-carotene were observed in conditions of hydroponic culture at 1.0N and 0.5N concentrations of nutrition solution and soil culture. In both plant types the amount of Ca and Mg was high in 1.25N concentration conditions. Total content of phenolic compounds and antiradical activity were low in hydroponic culture compared with soil one.

Rucola Selvatica – Rucola Coltivare – different concentration – antioxidant – vitamin C – Ca-Mg

Առողջության պահպանման կարևոր բանաձևերից է վարել առողջ ապրելակերպ, դա ոչ միայն սպորտով զբաղվելն է, այլև ճիշտ սննդակարգը: Բանջարեղեն և մրգեր օգտագործելու բազմաթիվ պատճառներ կան: Նրանք պարունակում են սպիտակուցներ, ածխաջրեր, հանքային նյութեր, վիտամիններ և այլն:

Յուրաքանչյուր բանջարեղեն և միջոց ոչ միայն առողջարար և օգտակար են, այլև նրանցից յուրաքանչյուրը, ըստ գույնի, ունի իր յուրովի դերն առողջության հարցում: Թերևս ամենաօգտակար հատկությունները պարունակում են կանաչ խմբին պատկանողները: հարուստ են երկաթով և վիտամին B-ով, պարունակում են մեծ թվով հակաօքսիդանտներ: Դրանք զգալիորեն ամրացնում են նյարդային համակարգը, նպաստում են հիշողության լավացմանը (Բարոմետր ..., 2015):

Կաղամբագլխների ընտանիքին պատկանող շատ օգտակար բույս է, տարածված է միջերկրածովյան երկրներում: Պարունակում է մեծ քանակությամբ վիտամիններ՝ A, B (հատկապես B9-ը), C, E, K և այլն, մակրո, միկրոտարրեր (կալիում, յոդ, կալցիում, երկաթ, մագնեզիում), սպիտակուցներ, ածխաջրեր և օգտակար այլ նյութեր:



Նկար 1. Rucola Selvatica (ա,դ,ե) և Coltivare (բ,զ) հիդրոպոնիկ և հողային (զ) մշակույթի պայմաններում

Բարձրացնում է իմունիտետը, ունի հակամանրէային, մանրէազերծող և խոր-
խաբեր հատկություն, կանխում և բուժում է հարբուխը: Նվազեցնում է օնկոլոգիական
հիվանդությունների առաջացման վտանգը, արյան մեջ բարձրացնում է հեմոգլոբինի
մակարդակը և հեռացնում վնասակար խոլեստերինը: Օգնում է շաքարային դիաբետ
ունեցող մարդկանց [Debra 2017, Bell and Wagstaff 2019, Meenakshi 2019]:

Նպատակ է դրվել ուսումնասիրելու արժեքավոր, տերևավոր բանջարաբույսեր ռու-
կոլայի (Rucola Selvatica և Coltivare) անհող աճեցման արդյունավետությունը Դավթյանի
սննդալուծույթի տարբեր խտությունների պայմաններում:

Նյութ և մեթոդ: Փորձերը դրվել են հիդրոպոնիկական վեգետացիոն անոթներում 70
բույս/մ² սնման մակերեսով (harvest..., 2019): Որպես լցանյութ օգտագործվել է 3-15 մմ մասնիկների
տրամագծով հրաբխային խարամ+գլաբար 1:1 հարաբերությամբ խառնուրդը: Բույսերի սնուցումը
կատարվել է Դավթյանի՝ տարբեր խտությունների (0.5Ն, 0.75Ն, 1.0Ն, 1.25Ն) սննդալուծույթով
[Давтян 1969]:

Ռուկոլան վաղահաս է (35-40 օր), այդ իսկ պատճառով վեգետացիայի ընթացքում փորձերը
դրվել են 2 անգամ, զարնանը՝ ապրիլին և ամռանը՝ օգոստոսին: Ստուգիչ է ծառայել սովորական
հողային մշակույթը, որտեղ պահպանվել են ագրոտեխնիկական ընդունված կանոնները
(Майрапетян, 1989): Վեգետացիայի ընթացքում կատարվել են կենսամետրիկ չափումներ և մի շարք
կենսաքիմիական վերլուծություններ: որոշվել է բուսահումքում վիտամին C-ի պարունակությունը՝
ըստ Երմակովի [Ермаков 1952], β կարոտինը՝ ըստ Սապոժնիկովի [Сапожников и др., 1964],
էքստրակտիվ նյութերը՝ ըստ ՊՖ XIII-ի [Государственная..., 2015], իսկ ֆլավոնոիդների հան-
րազումարը՝ ըստ Գեորգիևսկու [Георгиевский В.П., 1990]: Ֆենոլային միացությունների
քանակական որոշումը կատարվել է Ֆոլին-Չիոկալտեուի մեթոդով [Islam et al., 2013]: Հակա-
ռադիկալային ակտիվության գնահատումը և ֆենոլային միացությունների քանակական որոշումը
կատարվել են 1,1-դիֆենիլ-2-պիկրիլիդրազի (DPPH) էթանոլային լուծույթի կիրառմամբ ազատ-
ռադիկալային մեթոդով [Мнацаканян и др., 2009, Moghrovyan et al., 2019]: Ca-ի և Mg-ի պարու-
նակությունը որոշվել է ըստ Գասպարյանի [Гаспарян, 1981]: Ստացված տվյալները ենթարկվել են
մշակման ըստ GraphPad Prism 6 վիճակագրական ծրագրի:

Արդյունքներ և քննարկում: Գիտափորձերի արդյունքները ցույց են տվել (աղ. 1)
հիդրոպոնիկական մշակությամբ ռուկոլա Selvatica-ի համեմատաբար բարձր բերքա-
տվություն (1.1-1.2 անգամ), I և II շրջաններում դիտվել է սննդալուծույթի 1.0Ն խտության
պայմաններում:

Աղյուսակ 1. Ռուկոլա Selvatica-ի բերքատվությունը վեգետացիայի ընթացքում
և կենսաքիմիական ցուցանիշների պարունակությունը և ելը մշակման
տարբեր պայմաններում

Տարբերակ	Բույսի թարմ քաշը, գ/բույս		Վիտամին C, մգ %		Վիտամին C, մգ /բույս		B- կարոտին, մգ %	B-կարոտին, մգ /բույս
	I	II	I	II	I	II		
0.5 Ն	65 ^a	67 ^{ac}	44.9 ± 1.08	82.6 ± 1.98	29.2	55.4	9.4 ± 0.40	6.1
0.75Ն	69 ^{ab}	72 ^{ab}	78.6 ± 1.22	115.8 ± 2.85	54.2	83.3	10.0 ± 0.13	6.9
1Ն	78 ^b	81 ^b	109.8 ± 0.74	150.6 ± 1.78	85.7	122.0	14.3 ± 0.13	11.3
1.25Ն	64 ^a	65 ^{ac}	76.8 ± 0.74	81.7 ± 1.54	49.1	53.1	9.0 ± 0.71	5.7
Հող (ստուգիչ)	55 ^c	61 ^c	99.5 ± 0.74	82.4 ± 0.63	54.7	50.4	8.6 ± 0.30	4.7

^{abc} Tukey's Multiple Comparison Test ($p < 0.05$)

Իսկ հողային մշակույթը նշված ցուցանիշով հիդրոպոնիկական մյուս տար-
բերակներին զիջել է I շրջանում 1.2-1.4 և II շրջանում 1.1-1.3 անգամ: Բուսահումքում
վիտամին C-ի բարձր պարունակություն և ել I (1.4-2.4 և 1.6-2.9 անգամ) և II շրջաններում
(1.3-1.8 և 1.5-2.4 անգամ) դիտվել են սննդալուծույթի 1.0 Ն պայմաններում:
Միաժամանակ β-կարոտինի բարձր պարունակություն (1.4-1.6 անգամ) և ել (1.6-2.4
անգամ) դիտվել են նույնպես սննդալուծույթի 1.0 Ն պայմաններում: Թեև վիտամին C-ի

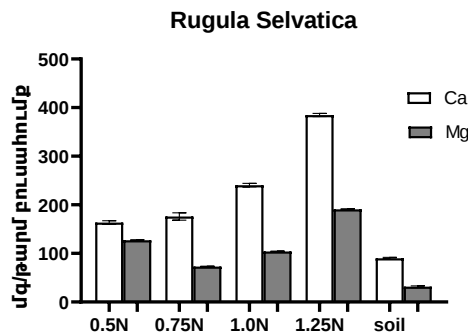
պարունակությամբ I շրջանում հողային մշակույթի դեպքում էական տարբերություն չի դիտվել, սակայն II շրջանում 1.4-1.9 անգամ զիջել է 0.75 և 1.0 Ն տարբերակներին: Ինչպես երևում է ստացված տվյալներից, հողային բույսերը վիտամին C-ի ելով վեգետացիայի I շրջանում 1.6 անգամ զիջել են 1 Ն, իսկ II շրջանում՝ 1.6-2.4 անգամ 0.75 և 1.0 Ն տարբերակներին (աղ. 1):

Ըստ աղ. 2-ի տվյալների՝ ռուկոլա *Selvatica*-ի գումարային ֆլավոնոիդների ցածր պարունակությունն առաջին և երկրորդ վեգետացիոն շրջաններում գրանցվել է սննդալուծույթի 0.5 Ն խտության տարբերակում, համապատասխանաբար՝ 1.1-1.2 և 1.8-2.0 անգամ: Ստուգիչ տարբերակը նշված ցուցանիշով երկու վեգետացիոն շրջաններում էականորեն չի տարբերվել հիդրոպոնիկ մյուս տարբերակներից, բացառությամբ 0.5Ն-ի: Էքստրակտիվ նյութերի 1.1-1.4 անգամ բարձր պարունակություն I շրջանում դիտվել է սննդալուծույթի 1.0 Ն և 1.25 Ն խտությունների պայմաններում, իսկ II շրջանում՝ 1.1-1.2 անգամ՝ 1.0 Ն պայմաններում:

Բուսահումքում Ca-ի և Mg-ի պարունակությունները որոշվել են երկրորդ վեգետացիոն շրջանի համար: Ստացված արդյունքների վերլուծությունից (նկ. 2) պարզվել է, որ հիդրոպոնիկ մշակությամբ սննդալուծույթի խտություններն էականորեն ազդել են Ca-ի և Mg-ի կուտակման վրա: Նշված ցուցանիշները 1.6-2.3 և 1.5-2.6 անգամ համապատասխանաբար բարձր են եղել սննդալուծույթի 1.25 Ն խտության պայմաններում: Հողային ստուգիչը Ca-ի և Mg-ի քանակությամբ զիջել է հիդրոպոնիկ բոլոր տարբերակներին 1.8-4.3 և 2.3-6.0 անգամ:

Աղյուսակ 2. Ռուկոլա *Selvatica*-ի ագրոքիմիական ցուցանիշների պարունակությունը սննդալուծույթի տարբեր խտությունների պայմաններում

Տարբերակ	Ֆլավոնոիդներ, %		Էքստրակտիվ նյութեր, %	
	I	II	I	II
0.5 Ն	1.58±0.1	0.88 ±0.2	20 ±2	39±2
0.75Ն	1.84 ±0.2	1.61 ±0.1	25 ±4	40±3
1Ն	1.89 ±0.2	1.80 ±0.3	28 ±2	48±2
1.25Ն	1.67 ±0.1	1.60 ±0.2	27 ±2	41±1
Հող (ստուգիչ)	1.85 ±0.4	1.67 ±0.2	23 ±3	42±3



Նկար 2. Ռուկոլա *Selvatica*-ի Ca-ի և Mg-ի պարունակությունը սննդալուծույթի տարբեր խտությունների պայմաններում

Գիտափորձերի արդյունքները (աղ. 3) ցույց են տվել, որ ռուկոլա *Coltivare*-ի բարձր արդյունավետությունն հիմնականում ապահովվել է սննդալուծույթի ցածր խտությամբ: Այս տարբերակում դիտվել է 1.2-1.3 անգամ բարձր բերքատվություն:

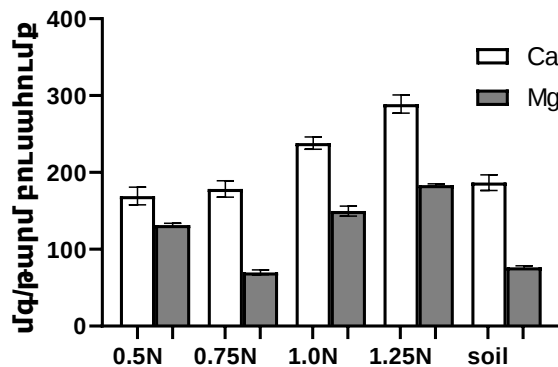
Չոր բուսահումքում գումարային ֆլավոնոիդների և էքստրակտիվ նյութերի 1.3-1.5 և 1.2-1.5 անգամ բարձր պարունակությամբ ևս աչքի է ընկել սննդալուծույթի 0.5 Ն տարբերակը: Ռուկոլա Coltivare-ի թարմ բուսահումքում վիտամին C-ի և β-կարոտինի բարձր պարունակություն և էլ (1.5-1.9 և 2.0-2.2 անգամ) և (1.4-1.6 և 1.9-2.3 անգամ) նույնպես դիտվել են սննդալուծույթի 0.5 Ն պայմաններում: Հողային ստուգիչը բուսահումքի թարմ քաշով 1.5-2.0, էքստրակտիվ նյութերի պարունակությամբ 1.1-1.7 անգամ զիջել է հիդրոպոնիկ մյուս տարբերակներին: Հողային ստուգիչի բույսերը գումարային ֆլավոնոիդների (1.3 անգամ), վիտամին C-ի (1.4 անգամ) և β-կարոտինի (1.4 անգամ) պարունակությամբ զիջել են միայն 0.5 Ն տարբերակին: Սակայն, շնորհիվ թարմ բուսահումքի ցածր քաշի, վիտամին C-ի (1.3-2.8 անգամ) և β-կարոտինի (1.3-2.7 անգամ) ելով զիջել են հիդրոպոնիկ բոլոր տարբերակներին: Ստացված արդյունքների վերլուծությունից (նկ. 3) պարզվել է, որ Ca-ի և Mg-ի քանակությունը թարմ բուսահումքում 1.2-1.6 և 1.2-2.6 անգամ բարձր է եղել սննդալուծույթի 1.25 Ն խտության պայմաններում:

Աղյուսակ 3. Ռուկոլա Coltivare-ի կենսաքիմիական մի քանի ցուցանիշների պարունակությունը և էլը մշակման տարբեր պայմաններում

Տարբերակ	Բուսահումքի թարմ քաշը, գ	Ֆլավոնո-իդներ, %	Էքստրակտիվ նյութեր, %	Վիտամին C		β-կարոտին,	
				մգ %	մգ/բույս	մգ %	մգ/բույս
0.5 Ն	83 ^c	0.83 ± 0.04	58 ± 0.5	201.7 ± 1.60	167.4	8.77 ± 0.02	7.28
0.75 Ն	71 ^b	0.56 ± 0.06	50 ± 2	105.2 ± 2.20	74.7	6.08 ± 0.10	4.32
1 Ն	66 ^b	0.61 ± 0.03	42 ± 0.5	129.0 ± 2.72	85.1	6.02 ± 0.04	3.97
1.25 Ն	64 ^b	0.67 ± 0.05	40 ± 0.7	131.5 ± 0.58	84.1	5.57 ± 0.13	3.56
Հող (ստուգիչ)	42 ^a	0.66 ± 0.06	35 ± 1	140.8 ± 0.97	59.1	6.40 ± 0.13	2.68

^{abc} Tukey's Multiple Comparison Test ($p < 0.05$)

Rugula Coltivare



Նկար 3. Ռուկոլա Coltivare-ի Ca-ի և Mg-ի պարունակությունը սննդալուծույթի տարբեր խտությունների պայմաններում

Վեգետացիայի ընթացքում ուսումնասիրվել են ռուկոլա Selvatica-ի և ռուկոլա Coltivare-գումարային ֆենոլային միացությունների պարունակությունը և հակառադիկալային ակտիվությունը հիդրոպոնիկայի և հողային մշակույթի պայմաններում:

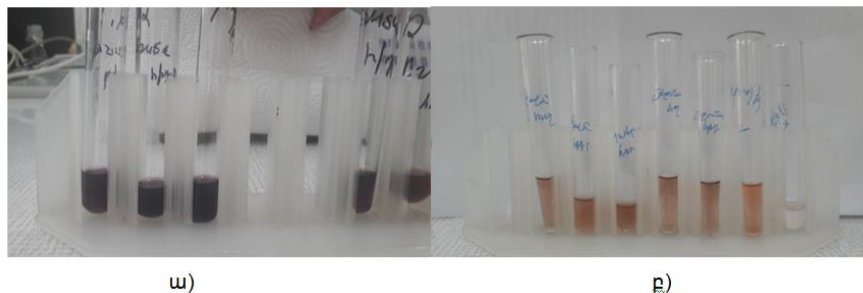
Պարզվել է, որ հողային բույսերը գումարային ֆենոլային միացությունների պարունակությամբ գերազանցել են հիդրոպոնիկ բույսերին ռուկոլա Selvatica-ի դեպքում 2.1 անգամ, իսկ ռուկոլա Coltivare-ի դեպքում 1.7 անգամ: Իսկ հակառակակալային ակտիվությամբ ռուկոլա Selvatica-ի հողային բույսերը գրեթե չեն գերազանցել հիդրոպոնիկ բույսերին, սակայն ռուկոլա Coltivare-ի հողային բույսերը գերազանցել են 1.7 անգամ (աղ. 4, նկ. 4):

Աղյուսակ 4. Ռուկոլայի բուսահումքում գումարային ֆենոլային միացությունների քանակությունը և հակառակակալային ակտիվությունը

Տարբերակ	Գումարային ֆենոլային միացություններ մկգ/մլ	
	Ռուկոլա Selvatica	Ռուկոլա Coltivare
Հիդրոպոնիկա	10.8 ^a ± 0.8	18.9 ^a ± 0.6
Հող (ստուգիչ)	22.7 ^b ± 0.7	31.3 ^b ± 1.1
Հակառակակալային ակտիվությունը, %		
Հիդրոպոնիկա	15.7 ^a ± 0.8	19.9 ^a ± 0.9
Հող (ստուգիչ)	16.6 ^a ± 0.2	34.4 ^b ± 1.3

^{ab}Tukey's Multiple Comparison Test ($p < 0.05$)

* Արժեքներն արտահայտված են մկգ գալաթթվի էկվիվալենտ/մգ սպիրտային էքստրակտում (μg/mlGAE):



Նկար 4. Ռուկոլայի գումարային ֆենոլային միացությունների քանակությունը (ա) և հակառակակալային ակտիվությունը (բ)

Այսպիսով, ռուկոլա Selvatica-ի համեմատաբար բարձր բերքատվություն և վիտամին C-ի և β-կարոտինի երկու վեգետացիաների ժամանակ դիտվել է սննդալուծույթի 1.0 Ն խտության և հողային մշակույթի պայմաններում: Էքստրակտիվ նյութերի բարձր պարունակություն I շրջանում դիտվել է սննդալուծույթի 1.0 Ն և 1.25 Ն, իսկ II շրջանում՝ 1.0 Ն պայմաններում: Ca-ի և Mg-ի քանակությունը բարձր է եղել սննդալուծույթի 1.25 Ն խտության պայմաններում: Ռուկոլա Coltivare-ի համեմատաբար բարձր բերքատվություն և՛ C-ի, և՛ β-կարոտինի և գումարային ֆլավոնոիդների և էքստրակտիվ նյութերի բարձր պարունակություն և ել դիտվել են սննդալուծույթի 0.5 Ն խտության և հողային մշակույթի պայմաններում: Ca-ի և Mg-ի քանակությունը բարձր է եղել սննդալուծույթի 1.25 Ն խտության պայմաններում:

Հակառակակալային ակտիվությունը և գումարային ֆենոլային միացությունների պարունակությունը ցածր են եղել հողից:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Բարոմետր. Ի՞նչ գիտենք մրգերի և բանջարեղենի գույների օգտակարության մասին, 2015. <http://barometer.am/news/facts/20150512/1740/>.
2. Давтян Г.С. Гидропоника как производственное достижение агрохимической науки. XVIII научное чтение, посвященное памяти академика Д.Н. Прянишникова. Изд. АН Арм. ССР, 85с., 1969.
3. Гаспарян О.Б. Рекомендации по химическому анализу растений. Сообщения ИАПиГ АН АрмССР, N 22, с. 157-161, 1981.
4. Георгиевский В.П., Комиссаренко Н.Ф., Дмитрук С.Е. Биологически активные вещества лекарственных растений. Новосибирск. Наука, 336 с., 1990.
5. Государственная фармакопея РФ, XIII изд., выпуск 2. М, Медицина, 2015, <https://pharmacopoeia.ru/en/7842-2/>.
6. Гусев Н. Методы Исследования водообмена растений. Казань, изд. Казанского ун-та, с. 17-19, 1989.
7. Ермаков А.Н. Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И., Мурри И.К. Методы биохимического исследования растений. М., , с.89, 1952.
8. Сапожников Д.И., Бажанова Н.В., Маслова Т.Г., Попова И.А. Пигменты пластид зеленых растений и методика их исследования. АН СССР. Ботан. Ин-т им. В.Л.Комарова. М.Л. Наука, 120 с., 1964.
9. Майрапетян С.Х. Культура эфиромасличных растений в условиях открытой гидропонии. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 313 с., с. 88, 1989.
10. Мнацаканян В.А., Ерибебян М.И., Ананикян В.В. Сравнительная оценка антирадикальной активности некоторых изохинолиновых алкалоидов. Глобус Науки, (8), с. 31-33, 2009.
11. Bell L. and Wagstaff C. Phytochemical & health-related research in Eruca & Diplotaxis species. Food Chemistry: X Volume 1, 30 March 2019.
12. Debra Rose Wilson, Ph.D., MSN, R.N., IBCLC, AHN-BC, CHT on November 2, 2017 — Written by Megan Ware, RDN, LD. <https://www.medicalnewstoday.com/articles/282769.php>
13. Harvest to table. How to grow Arugula 2019. <https://harvesttotable.com/how-to-grow-arugula/>
14. 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.
15. Meenakshi Nagdeve. Medically reviewed by Vanessa Voltolina (MS, RD). 10 Powerful Health Benefits Of Arugula (Eruca Sativa), October 25, 2019.
16. Moghrovyan A., Sahakyan N., Babayan A., Chichoyan N., Petrosyan M. and 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.

Ստացվել է 08.10.2021



Биол. журн. Армении, 1 (74), 2022

DOI:10.54503/0366-5119-2022.74.1-68

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ СМЕСИ АМИНОКИСЛОТ ИЗ БЕЛОКСОДЕРЖАЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

А.Е. АГАДЖАНИЯН, Ф.Н. ТХРУНИ, Г.Ж. ОГАНЕСЯН,
К.И. ЕГИЯН, А.О. ЦАТУРЯН

НПЦ “Армбиотехнология” НАН Республики Армения,
aghajanyanarmen@yahoo.com

Исследованы процессы комплексной переработки отхода белоксодержащего сырья. Определен аминокислотный состав полученного кислотного и щелочного гидролизата волос человека и показано, что технологически предпочтительно обработку волос осуществлять солянокислым гидролизом. Впервые показана возможность получения из кислотного гидролизата как смеси аминокислот, так и водорастворимого природного меланина.

Исследованы процесс очистки полученного меланина, его свойства и процесс переработки в водорастворимую форму.

Разработан доступный способ получения смеси белковых аминокислот из куколок тутового шелкопряда и определены оптимальные технологические параметры осуществления процесса.

Белок - гидролиз - куколки - аминокислота - меланин - электродиализ - обессоливание

Ուսումնասիրվել են սպիտակուց պարունակող հումքի թափոնների կոմպլեքսային մշակման պրոցեսները: Որոշվել է մարդու մազերի թթվային և հիմնային հիդրոլիզատների ամինաթթվային կազմը ու ցույց տրվել, որ տեխնոլոգիապես նախընտրելի է մազերի մշակումն իրականացնել աղաթթվային հիդրոլիզի եղանակով: Առաջին անգամ ցույց է տրվել թթվային հիդրոլիզատից ինչպես ամինաթթվային խառնուրդի, այնպես էլ ջրալուծ բնական մելանինի ստացման հնարավորությունը:

Զետագոտվել է ստացված մելանինի մաքրման ու նրա ջրալուծելի ձևի փոխարկման պրոցեսը:

Մշակվել է թթենու մետաքսի բոժոժներից սպիտակուցային ամինաթթուների խառնուրդի ստացման մատչելի եղանակ, որոշվել են գործընթացի իրականացման օպտիմալ տեխնոլոգիական ցուցանիշները:

Սպիտակուց - հիդրոլիզ - ամինաթթուներ - մելանին - էլեկտրադիալիզ - աղազրկում - բոժոժներ

The processes of complex treatment of wastes of protein-containing raw material have been studied. The amino acid composition of the obtained acidic and basic hydrolysate of human hair was determined and it was established that it is technologically more preferable to process hair with hydrochloric hydrolysate. For the first time the possibility to obtain both a mixture of amino acids and water-soluble natural melanin from acid hydrolysate was shown. The process of the obtained melanin purification, its properties and the process of its transformation into water-soluble form were studied.

An affordable method has been developed for obtaining a mixture of protein amino acids from pupae of a mulberry silkworm and the optimal technological parameters for the implementation of the process have been determined.

Protein - hydrolysis - amino acid - melanin - electrodialysis - desalination - pupae

Получение аминокислот из гидролизатов белоксодержащего сырья является традиционным способом, и в современных условиях соответствующий технологический подход используется как для получения некоторых аминокислот [12, 13], так и проведения исследований по усовершенствованию этой технологии [7, 17].

В работах [12, 13] представлены технологии получения смеси аминокислот методом кислотного гидролиза белкового сырья (кератинового или белков крови), из отходов мясоперерабатывающей промышленности с последующим последовательным выделением из смеси отдельных аминокислот и очисткой их до медицинской кондиции. Процесс гидролиза белкового сырья проводили при повышенной температуре (115°C) в течение 7-9 часов (дробленое сырье), и 18-20 часов (недробленое сырье), после чего нейтрализацию избытка кислоты осуществляли с помощью анионитов. Далее осветление гидролизатов осуществляли на слабоосновном анионите, а выделение аминокислот из осветленного гидролизата проводили ионообменной сорбцией с последующим вакуум упариванием элюата, кристаллизацией и перекристаллизацией.

В разработанной технологии есть ряд недостатков. Во-первых, для нейтрализации избытка кислоты из гидролизата используется анионит, для регенерации которого расходуется избыток щелочи. В результате этого, в производстве накапливаются солевые стоки, утилизация которых осложняет технологический процесс. Так как в полученном гидролизате содержание некоторых аминокислот относительно мало, то для получения инфузионных растворов целесообразно из него выделять не индивидуальные аминокислоты, а смеси аминокислот с последующей комплектацией этой смеси недостающими аминокислотами. При таком подходе одновременно значительно снизится и расход химикатов и объем образующихся солевых стоков. Из гидролизатов кератинового сырья перспективно получать серосодержащие аминокислоты (цистин, цистеин), так как альтернативный путь их получения практически отсутствует.

Способ получения аминокислотной смеси из белкового гидролизата также изложен в работе [18]. В предложенном способе вначале проводят обесцвечивание кислотного гидролизата пропусканием гидролизата через ионосорбент ИА-1р в СГ-форме, а затем из обесцвеченного раствора сорбцию аминокислотной смеси осуществляют на сульфокатионите КУ-2х8 в H^{+} -форме. Со смолы сорбированные аминокислоты элюируют аммиачным раствором. Из аммиачного элюата смесь аминокислот получают вакуум упариванием и высушиванием.

Получение смеси аминокислот из автолизата дрожжей изложены в работах [8, 16].

Получение смеси аминокислот по этому способу имеет некоторые недостатки. Во-первых, после ферментативного гидролиза биомассы дрожжей в растворе, в отличие от кислотного гидролизата, помимо свободных аминокислот остаются негидролизированные пептиды и нуклеиновые кислоты, наличие которых отрицательно влияет на нормальную жизнедеятельность организма.

В работах [9, 10] предложен способ утилизации отходов, содержащих животные белки путем смешивания отходов, воды и щелочи в соотношении 1: (1,8-2,0): (0,09-0,46). Приготовленную смесь подвергают термической обработке при температуре $120-180^{\circ}\text{C}$ в течение 25-90 мин с получением гидролизата. Полученный продукт - щелочной раствор натриевых или калиевых солей смеси аминокислот используется для детоксикации осадков очистных сооружений.

Способ получения белкового гидролизата путем термической обработки недубленных коллагенсодержащих отходов кожевенного и мехового производства в присутствии водного раствора гидроксида натрия представлен в работе [6]. Во время гидролиза гидроксида натрия берут в количестве 3-5 % от массы отходов, при жидкостном коэффициенте равном 1, а обработку ведут в течение 2-3 ч при

температуре 90-110⁰С. Полученный продукт предусматривается применять в подготовительных процессах кожевенного и мехового производства.

Исследования показали, что при проведении щелочного гидролиза белоксодержащего сырья при высоких температурах (120-180⁰С) происходит дезаминирование образующихся аминокислот и пептидов с выделением аммиака и образованием в качестве примесей различных карбоновых кислот. Кроме того, высокая температура приводит к деструкции отдельных аминокислот, например: цистеина, цистина, серина, треонина [11]. Поэтому щелочной гидролиз волос проводили при сравнительно низкой температуре раствора (95-97⁰С).

Целью предлагаемой работы являлась разработка малоотходной технологии комплексной переработки белоксодержащего сырья для получения аминокислотной смеси медицинского назначения и природного водорастворимого меланина.

Материал и методика. Эксперименты по гидролизу волос проводили в круглодонной колбе, снабженной мешалкой, обратным холодильником и термометром, который был помещен в термостат.

Исследования показали, что оптимальным условием кислотного гидролиза белоксодержащего сырья (волос человека) является использование 6 N раствора соляной кислоты, при соотношении твердой фазы к жидкой (т:ж) 1:6 в течение 5 часов, при температуре раствора равной 95-97⁰С.

Щелочной гидролиз волос проводили с использованием 2 н раствора едкого натрия при соотношении т:ж 1:3, при температуре 95-97⁰С в течение 6 часов.

Способы обессоливания кислотного и щелочного гидролизата [2, 5].

Опыты по обессоливанию кислотного и щелочного гидролизатов волос и разделение аминокислот из гидролизатов по основности проводили в изготовленном нами прямоточном циркуляционном электродиализном аппарате с межмембранным расстоянием 3 мм. Камеры электродиализатора были разделены катионообменными мембранами МК-40 и анионообменными мембранами МА-40 (Россия). Рабочая площадь мембран составляла 46,4 см². Объем циркулируемых растворов составлял 500 см³, линейная скорость потока жидкости через камеры 6,5 см/сек. Скорость подачи жидкости регулировали перистальтическими насосами типа "Masterflex" (США).

Способы обессоливания гидролизата куколок [4].

Обессоливание обезжиренного гидролизата куколок тутового шелкопряда проводили ионообменным способом с использованием сульфокатионита КУ-2х8 в NH₄⁺ - форме, а обезжиривание и обесцвечивание смеси активированным бентонитом и углем взятых в соотношении 1:1.

Способы определения концентрации меланина [1, 3].

Концентрацию меланина определяли измерением оптической плотности (ОП) раствора при 315 нм и сравнением полученной величины со значением ОП стандартного раствора синтетического меланина фирмы Sigma.

Способы определения концентрации неспаренных электронов в молекуле меланина и снятия ИК-спектры [3].

Спектры ЭПР регистрировали при 20⁰С на спектрометре типа SE/X-2543 ("Radiopan", Польша) с высокочастотной модуляцией 100 кГц на частоте 9,4 ГГц.

ИК-спектры снимали на спектрометре Nexus Nicolet FT-IR ("Thermo Nicolet", США) с призмой из ZnSe (4000-650 см⁻¹) с однократным отражением, число сканирований 32, разрешение 4 см⁻¹.

Содержание аминокислот в растворе определяли методом тонкослойной хроматографии и на аминокислотном анализаторе "ААА-339" (Республика Чехия).

Представленные в работе данные являются средними значениями не менее трех измерений в каждой точке. Средние отклонения представлены в таблицах.

Результаты и обсуждение. *Получение аминокислот и меланина из волос человека кислотным гидролизом.*

Исследования показали, что для снижения расхода щелочи при доведении рН кислотного гидролизата до 6,0-6,2 избыток соляной кислоты из него предпоч-

тительно отгонять с помощью вакуум выпаривания при температуре 68-75⁰С и остаточном давлении 0,01 МПа.

После отгонки избытка соляной кислоты, для снижения солевого состава упаренного до СВ= 60-65 % гидролизата, рН аминокислотного раствора с помощью насыщенного раствора едкого натра доводили до 3,0, и подтитрованный раствор при 18⁰С выдерживали 10 часов. При этом из раствора выпадает осадок хлорида натрия, который из раствора отделяли фильтрацией. Осадок отжимали на фильтре и промывали охлажденной водой в количестве 0,5 объема от объема осадка. Солевой состав упаренного гидролизата составлял 6,45 г-экв/л, а раствора после отделения выпавшей соли - 3,48 г-экв/л.

Установлено, что в выделенном осадке хлорида натрия обнаружены лишь две аминокислоты в суммарном количестве 0,05 % от веса осадка.

Исследования показали, что в выбранном режиме при кислотном гидролизе нерастворенное количество волос составляет 2,1 % от массы исходного сырья, который имеет темно-коричневый цвет. Из полученного нерастворенного осадка выделение меланина проводили его растворением в щелочном растворе и осаждением соляной кислотой (рН=1,5-2,0). Для освобождения от сопутствующих примесей процесс растворения и осаждения меланина проводили два раза. Осадок меланина на фильтре промывали органическими растворителями. В результате этого получили нерастворимую в воде темно-коричневую аморфную массу с металлическим блеском. Выход меланина составлял 0,7 % от массы исходных волос [2]. В щелочном растворе волосы полностью растворяются.

Таким образом, с помощью вакуум упарки и нейтрализации раствора до рН 3,0, без образования кислотных стоков и с меньшими потерями целевого продукта несложным технологическим подходом удастся примерно на 50% снизить минерализованность кислотного гидролизата. Отогнанная соляная кислота возвращается на стадию гидролиза белоксодержащего отхода.

Далее для освобождения от окрашенных компонентов упаренный раствор два раза разбавляли водой, подвергали обесцвечиванию обработкой активированным углем при 60 ⁰С в течение одного часа. Расход угля составлял 2,0 % от массы аминокислотного раствора. Уголь от раствора отделяли фильтрацией с последующей промывкой горячей водой (65-70 ⁰С). Промывные воды присоединяли к основному раствору. С целью очистки от высокомолекулярных компонентов, обесцвеченный раствор подвергали ультрафильтрации, пропуская раствор через капроновую мембрану с диаметром пор 0,01 микрон. В полученном пермеате суммарное количество минеральных ионов составляло 1,02 г-экв/л, которое примерно в 2,3 раза меньше, чем в пермеате, полученном без отгонки свободной соляной кислоты из исходного гидролизата. В полученном пермеате суммарное количество аминокислот составляет 2,48 моль/л (табл. 1).

Таблица. 1. Аминокислотный состав пермеата

Аминокислота	Концентрация, ммоль/л	Аминокислота	Концентрация, ммоль/л
Аспарагиновая к-та	200 ± 20	Валин	102 ± 13,4
Глутаминовая	330 ± 32	Метионин	14 ± 1,3
Фенилаланин	27 ± 2,3	Цистин	17 ± 1,9
Серин	420 ± 41	Лейцин	51 ± 5,5
Гистидин	26 ± 3,1	Изолейцин	30 ± 3,2
Глицин	230 ± 2,5	Лизин	65 ± 6,8
Аргинин	205 ± 22	Тирозин	15 ± 1,4
Треонин	220 ± 23,4	Пролин	285 ± 31
Аланин	230 ± 21,5		

Для обессоливания полученного пермеата и разделения аминокислот по основности раствор аминокислот пропускали через пятикамерный электродиализатор. В электродиализаторе распределение ионообменных мембран между камерами и циркулируемых через камеры растворов представлены на рис 1.

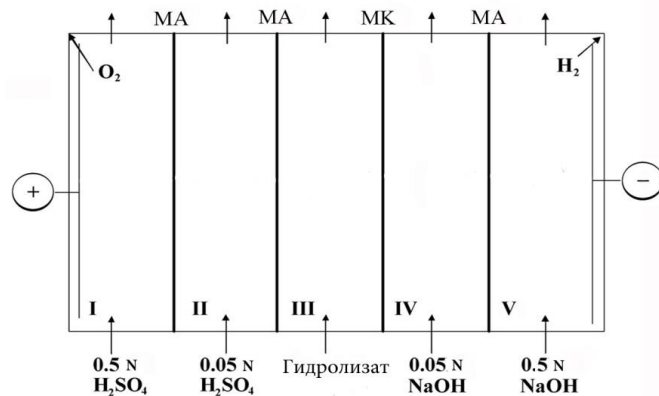


Рис.1. Схема расположения мембран и движения растворов в пятикамерном электродиализаторе.

I - V камеры; МА и МК – типы мембран соответственно МА-40 и МК-40.

Плотность тока в процессе обессоливания составляла 32 mA/cm^2 .

Так как в зависимости от величины pH, аминокислоты в растворе могут находиться как в катионной и цвиттерионной форме, так и анионной, то при электро-мембранном способе обессоливания растворов, аминокислоты можно разделять по основности.

В процессе обессоливания электродиализным способом нейтральные аминокислоты в цвиттер-ионной форме остаются в дилуатной камере, а основные аминокислоты (лизин, аргинин, гистидин) через катионообменную мембрану под действием электрического тока вместе с минеральными ионами из дилуатной камеры переходят в соседнюю концентрационную (IV) камеру.

Кислые аминокислоты (глутаминовая и аспарагиновая кислоты) в этом процессе вместе с неорганическими анионами через анионообменную мембрану МА-40 переходят в следующую (II) концентрационную камеру.

Исследования показали, что при 97 % обессоливания пермеата в дилуатной камере остается всего 5-7 % от основных аминокислот, присутствующих в исходном пермеате. Количество оставшихся в дилуатной камере кислых аминокислот после обессоливания составляло 17-20 % от их исходного количества. Это обусловлено тем, что в процессе обессоливания pH раствора в дилуатной камере снижается до 4,05, вследствие диффузии протонов из анодной камеры в дилуатную, что приводит к частичному переходу кислых аминокислот из анионной формы в цвиттерионную.

Удельный расход электроэнергии для переноса ионов через мембраны в процессе обессоливания пермеата обесцвеченного кислотного гидролизата и разделения аминокислот по основности составлял $0,3 \text{ A} \cdot \text{ч} \cdot \text{кг}^{-1}$, а выход по току - 89,6 %.

Таким образом, электродиализным способом удастся минимальными расходами химических веществ и с малыми энергетическими затратами осуществлять как обессоливание обесцвеченного гидролизата белкового сырья, так и разделение аминокислот по основности.

Из раствора дилуатной камеры вакуум упариванием до содержания СВ в растворе 48-55 % и двухступенчатой изогидрической кристаллизацией удалось выделять смесь нейтральных аминокислот, которую после докомплектации отсут-

ствующими аминокислотами можно использовать для приготовления инфузионных растворов медицинского назначения.

Извлечение диффундировавших в концентрационную камеру основных аминокислот можно осуществлять с помощью ионообменной хроматографии. Так как при $\text{pH}=1,0-1,2$ основные аминокислоты в растворе находятся в двухзарядной форме, а сопутствующие им неорганические ионы и нейтральные аминокислоты в основном в однозарядной форме, то с помощью ионообменной сорбции на сульфокатионите в NH_4^+ - форме основные аминокислоты отделяли от монозарядных ионов. После водной промывки смолы сорбированные на ионите основные аминокислоты элюировали 4 %-ным раствором аммиака. Из аммиачного элюата выделение основных аминокислот осуществляли вакуум упариванием и изогидрической кристаллизацией.

Выделение кислых аминокислот из раствора другой концентрационной камеры проводили снижением pH раствора до изоэлектрической точки этих аминокислот ($\text{pH}=2,9-3,1$), вакуум упариванием и кристаллизацией. При необходимости выделенные смеси кислых и основных аминокислот подвергали перекристаллизации из водно-спиртовой смеси.

Для сравнения процесса кислотного гидролиза с щелочным проводили щелочной гидролиз волос человека по вышеуказанному режиму.

После окончания процесса гидролиза pH гидролизата снижали до 2,0 и образовавшийся темно-коричневый осадок меланина от раствора отделяли фильтрацией. Далее для очистки от примесей органического характера осадок меланина обрабатывали концентрированной соляной кислотой при соотношении т:ж 1:1 и температуре 80°C в течение 1 часа. Во избежание процессов окисления кислотную обработку осадка меланина проводили в присутствии сульфита натрия [13]. Для перевода отфильтрованного и промытого водой и органическими растворителями (ксилол, ацетон) осадка ДОФА-меланина в водорастворимую форму его растворяли в аммиачной воде и подвергали вакуум упариванию до образования аморфного осадка.

Перевод меланина в водорастворимую форму повышает возможность его применения в сельском хозяйстве и в медицине.

Количество полученного меланина составляло 1,1 % от массы исходных волос, а содержание основного вещества в нем - 96 %.

Исследования показали, что для освобождения от сопутствующих примесей предпочтительно до гидролиза исходное сырье обработать 1,5 N раствором соляной кислоты в соотношении т:ж 1:2 при $80-85^\circ\text{C}$.

Изучены некоторые физико-химические свойства меланинов, полученных из волос. В частности, ИК-спектры полученного образца меланина по основным областям колебания совпадают с синтетическим и полученным микробным синтезом меланинами, приведенные в работах [1,3]. Образцы полученных меланинов дают также приведенные в литературе [15] характерные для меланинов качественные реакции.

Особенностью меланинов, как природных полимеров, содержащих развитые системы сопряженных связей, является наличие неспаренных электронов. ЭПР-спектры полученного меланина, так же как и спектры синтетического и микробного меланинов имеют вид слегка асимметричного синглетного сигнала без сверхтонкой структуры [3, 15]. Содержание парамагнитного центра в нем равно $0,19 \times 10^{18}$ спин/г.

Полученные препараты меланина были испытаны в области сельского хозяйства в качестве биостимулятора роста растений и получены обнадеживающие результаты.

Получения аминокислот и меланина из волос человека щелочным гидролизом.

Недостатком получения аминокислотной смеси и меланина из белоксодержащего сырья с помощью щелочного гидролиза является то, что в щелочной среде происходит частичное разрушение аминокислот, особенно серосодержащих, и кроме этого выделенный аморфный осадок меланина содержит серу и нерасщепленные пептиды. Поэтому, для освобождения от указанных примесей, полученный осадок меланина обрабатывали различными органическими растворителями и концентрированной соляной кислотой.

После извлечения меланина из щелочного гидролизата, для выделения аминокислотной смеси, раствор подвергался обесцвечиванию контактированием с активированным углем при 55-60 °С в течение 2 часов. Расход угля составлял 1,0-1,5 % от массы раствора. В обесцвеченном растворе суммарное количество аминокислот составляло 1,38 мол/л, а солевой состав аминокислотного раствора - 0,6 г-экв/л. Содержание аминокислот в щелочном гидролизате представлено в табл. 2.

Таблица. 2. Аминокислотный состав щелочного гидролизата

Аминокислота	Концентрация, ммоль/л	Аминокислота	Концентрация, ммоль/л
Аспарагиновая к-та	88 ± 10,1	Валин	60,5 ± 7,1
Глутаминовая	215 ± 23	Метионин	7,8 ± 0,8
Фенилаланин	15,4 ± 1,7	Цистин	6,3 ± 0,8
Серин	210 ± 23,4	Лейцин	24,2 ± 3,1
Гистидин	14,3 ± 1,6	Изолейцин	20,1 ± 2,2
Глицин	153 ± 17,2	Лизин	34,2 ± 3,9
Аргинин	130 ± 14,1	Тирозин	10,1 ± 1,1
Треонин	103 ± 9,8	Пролин	145,1 ± 15,6
Аланин	143 ± 15,3		

Электромембранный способ обессоливания щелочного гидролизата и разделение аминокислот по основности проводили аналогично кислотному гидролизату.

Исследования показали, что для получения аминокислот из волос человека перспективным является его кислотный гидролиз, так как при щелочном гидролизе количество аминокислот в гидролизате примерно в 1,8 раз меньше по сравнению с кислотным.

Так как по составу кислотный гидролизат волос человека существенно не отличается от кислотного гидролизата волос животных, то разработанный технологический подход обработки гидролизата человеческих волос можно применять для гидролизатов волос животных.

Таким образом, с помощью использования комбинированного способа (электродиализ, ионный обмен, ультрафильтрация, кристаллизация и перекристаллизация) удалось из белоксодержащего сырья сравнительно меньшим расходом электрической энергии, химических веществ и меньшим количеством образовавшихся жидких отходов получить смеси как нейтральных, так и основных и кислых аминокислот, которые после комплектации недостающими аминокислотами можно использовать для приготовления инфузионных растворов.

Исследования показали, что по разработанной технологии из волос человека можно получить как смеси белковых аминокислот, так и водорастворимого ДОФА-меланин, который можно использовать в медицине, сельском хозяйстве и пищевой промышленности.

Получение смеси аминокислот из животного сырья.

При переработке коконов тутового шелкопряда для получения шелковой нити, образуется большое количество отходов (куколок), которые и служили сырьем для получения белковых аминокислот, не содержащих пептиды.

Наиболее близким к разработанному способу по характеру использованного сырья является способ получения кормового белкового препарата из кератинового и другого белоксодержащего сырья путем солянокислого гидролиза с последующим контактированием кислого гидролизата с активированным углем [12, 13].

Для полного обесцвечивания кератинового гидролизата и снятия специфического запаха расходуется большое количество активированного угля, который становится отходом производства. Кроме того, активированный уголь плохо поглощает жиры и является дорогим адсорбентом.

Целью разработанного способа является устранение вышеперечисленных недостатков при получении смеси аминокислот из белоксодержащего сырья различного происхождения.

Указанная цель достигается тем, что после завершения процесса солянокислотного гидролиза куколок по вышеуказанному режиму, реакционную массу охлаждают до 16-20⁰С и фильтруют через кислотностойкую плотную ткань. При этом раствор очищается от негидролизованного исходного сырья и от части жира. Далее для удаления избытка свободной соляной кислоты фильтрат подвергается вакуум упариванию до содержания СВ=40-45 %. Затем для освобождения от оставшегося жира и от части окрашенных компонентов, упаренный раствор контактируется с активированным бентонитом при 60-65⁰С в течение 60 мин. Применение активированного бентонита обусловлено тем, что оно по сравнению с другими минеральными адсорбентами обладает высокой адсорбционной способностью, хорошо поглощает жиры, полисахариды, пигменты и недорогой. Кроме того отработанный бентонит можно использовать как составную часть корма для животных.

В случае проведения процесса ионообменного метода обессоливания гидролизата без обезжиривания присутствующие в растворе жиры обволакивают по верхность смолы и ухудшаются ее физико-химические свойства. Обессоливание обезжиренного гидролизата проводили путем пропускания раствора через катионит КУ-2х8 в NH₄⁺- форме. Принцип предлагаемого способа обессоливания основан на том, что не изменяя pH гидролизата присутствующие в растворе аминокислоты (как основные, так и кислые и нейтральные) сорбируются на смоле, а ионы минеральных солей (Na⁺, K⁺, NH₄⁺ и т.д.) и основное количество примесей неаминокислотного характера (окрашенные компоненты, полисахариды и т.д.) переходят во внешний раствор. Далее после отмывки смолы водой до pH выходящей колонны жидкости равной 3,5-4,0, сорбированные аминокислоты с фазы смолы элюируются 4,0 % -ным раствором аммиака. Для отгонки свободного аммиака и концентрирования раствора собранный элюат подвергается вакуум упариванию до СВ раствора равной 20-25 %. Затем pH раствора соляной кислотой доводят до 5,0-6,0 и подтитрованный раствор подвергается обесцвечиванию контактированием раствора при 60-65 °С со смесью активированного бентонита и угля взятых в соотношении 1:1. Расход обесцвечивающего компонента составляет 2,5-3,0 % от веса раствора. Малый расход обесцвечивающей смеси по сравнению с углем, обусловлен тем, что основное количество окрашенных компонентов от целевого продукта отделяется на стадии обезжиривания и обессоливания.

Осветленный раствор подвергается вакуум упариванию до СВ раствора равной 55-60 % (до появления первых кристаллов в растворе) и двухступенчатой кристаллизацией из раствора выделяются кристаллы смеси аминокислот.

Первые и вторые порции кристаллов объединяются и подвергаются вакуум высушиванию, а маточный раствор подвергается катионообменному обессоливанию и смешивается со свежим обезжиренным исходным раствором последующего процесса.

Для получения препарата кормовых целей упаренный до СВ = 25-30 % и подтитрованный до pH 5,0-6,0 аммиачный элюат подвергается распылительной сушке при температуре входящего воздуха 200-210⁰С и выходящего 85-90⁰С.

Выбор соотношения бентонита и угля в обесцвечивающем компоненте (1:1) обусловлен тем, что при снижении количества угля в этом соотношении наблюдается ухудшение показателей обесцвечивания раствора, а увеличение количества угля в этом соотношении приводит к ухудшению процесса обезжиривания и удорожению процесса.

Использование разработанного способа получения смеси аминокислот из различного белоксодержащего сырья позволит значительно снизить себестоимость полученного продукта, так как активированный бентонит по сравнению с углем более дешевый продукт, а использование катионита в NH₄⁺ - форме на стадии обессоливания исключает регенерацию смолы в последующем цикле.

Технологический процесс получения смеси аминокислот из тутового шелкопряда иллюстрируется следующим примером.

Солянокислый гидролиз белкового сырья (куколок тутового шелкопряда) ведут путем добавления к 750 г куколок 3,75 л воды и столько же концентрированной соляной кислоты и выдержкой реакционной массы при давлении 2 ати в течение 6-7 часов. В результате гидролиза получают 7,2 л гидролизата коричневого цвета с СВ= 12,5%. Полученную горячую массу охлаждают до 18⁰С и отфильтровывают через кислотостойкую плотную ткань. Осадок промывают водой и промывные воды присоединяют к основному раствору. Для отгонки свободной соляной кислоты объединенный раствор (V= 8,5 л) подвергается вакуум упариванию при 68-75⁰С и остаточном давлении 0,015 МПа до объема раствора 2,3 л. К отогнанной массе добавляют 1,5 л воды и разбавленный раствор в статических условиях при 65-68⁰С в течение 60 мин контактируют с 70 г активированного бентонита. Твердую фазу от раствора отделяют фильтрацией. Осадок на фильтре промывают водой до СВ фильтрата равной ~ 0,5%. Промывные воды объединяют с основным раствором, а отмытый отработанный бентонит используется в производстве корма для животных.

Обессоливание обезжиренного раствора (V= 5,0 л, СВ= 18,7%) осуществляется путем пропускания раствора через сульфокатионит КУ-2х8 в NH₄⁺ - форме в направлении снизу вверх со скоростью 0,5 об/об смолы в час. Объем смолы в колонке составляет 2,5 л. После завершения подачи раствора смола промывается водой до СВ выходящей с колонны жидкости равной ~ нулю и pH=3,0- 3,2. Сорбированные аминокислоты со смолы элюируют 4,0 %-ным раствором аммиака. Сбор элюата начинается при значениях СВ выходящей с колонны жидкости равной 1,5 % и заканчивается при тех же пороговых значениях СВ раствора.

Отгонка свободного аммиака из “богатого” аминокислотами элюата осуществляется вакуум упариванием раствора до СВ=18-20%. Затем pH отогнанного элюата с помощью соляной кислоты доводят до 5,0-6,0, и очистка раствора от остаточных окрашенных компонентов, жира и запаха осуществляется контактированием раствора (V= 0,95 л) с 30 г смеси активированного бентонита и угля взятых в соотношении 1:1. Твердую фазу из раствора отделяют фильтрацией. Промытую твердую фазу смешивают с отработанной твердой фазой со стадии обезжиривания и используют в производстве корма для животных, а фильтрат подвергается вакуум упариванию до СВ раствора 63-67 % (до появления кристаллов в растворе). Суспензия кристаллов переводится в кристаллизатор, и перемешиванием масса охлаждается до 8-10⁰С и выдерживается при этой температуре в

течение 4-5 часов. Выпавшие кристаллы из раствора отеляются фильтрацией. Маточный раствор вновь упаривается и из него аналогично первой ступени кристаллизации выделяются вторые порции кристаллов смеси аминокислот [19].

Выделенные первые и вторые порции кристаллов объединяют и подвергают вакуум высушиванию, а маточный раствор обессоливается аналогично вышеуказанному способу.

Обессоленный маточный раствор смешивается с исходным обессоленным раствором последующего опыта и из него упариванием и кристаллизацией получают кристаллы смеси аминокислот, которые смешиваются с кристаллами предыдущего опыта и подвергаются вакуум высушиванию. Выход кристаллов смеси белковых аминокислот от веса исходного сырья составляет 23,8 %.

Опыты показали, что упаренной до СВ равной 21-23% обессоленного, обесцвеченного и подтитрованного до pH равной 5,0-6,0 аммиачного элюата смеси аминокислот можно выделять путем распылительной сушки при температуре входящего воздуха 200-210⁰С и выходящего 78-85⁰С. Выход целевого продукта, от веса исходного сырья составляет 35 %.

Качество полученных продуктов приведено в табл. 3.

Таблица. 3. Характеристики полученных продуктов

Наименование показателей	Название полученных веществ		
	Смесь аминокислот полученная кристаллизацией	Смесь аминокислот полученная распылительной сушкой	Смесь аминокислот полученная без обесцвечивания, распылением
Внешний вид	Белый порошок	Белый или желтый	Светло-коричневого цвета
Растворимость	Хорошо растворяется	Хорошо растворяется	Хорошо растворяется
pH 10% р-ра	6,0-7,5	6,0-7,5	6,0-7,5
Содержание общего азота, %	12,8 ± 1,5	13,2 ± 1,6	13,1 ± 1,4
Содержание аминного азота, %	10,8 ± 1,2	10,7 ± 1,3	10,5 ± 1,3
Содержание иона аммония, %	0,06 ± 0,003	0,08 ± 0,004	0,1 ± 0,003
Содержание тяжелых металлов, %	0,0001	0,0002	0,0002

Исследования показали, что в зависимости от природы применяемых белоксодержащих отходов, получение из них смеси белковых аминокислот необходимо осуществлять различными технологическими подходами.

Разработанная технология получения смеси белковых аминокислот из животного сырья запатентована в Республике Армения [19] и апробирована в лабораториях Армении и Китая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян А.Е. Хроматографическая очистка водорастворимого меланина из ферментационного раствора и изучение некоторых его свойств. Биотехнология, N 1, сс. 36-42, 2006.
2. Агаджанян А.Е., Оганисян Г.Ж., Вардамян А.А., Егиян К.И. Получение аминокислот в результате комплексной переработки белоксодержащего сырья. Биотехнология, N 3, сс. 55-62, 2014.

3. Aghajanyan A.E., Hambardzumyan A.S., Hovsepyan R.A., Asaturian A.A., Vardanyan A.A., Saghiyan A.S. Isolation and Purification of Water-Soluble Bacillus thuringiensis Melanin and its Physicochemical Characterization. *Pigment Cell Res.*, 18, pp. 130-135, 2005.
4. Агаджанян А.Е., Оганесян Г.Ж., Егиян К.И., Сагиян А.С. Исследование сорбционного процесса выделения смеси аминокислот из ферментационного раствора L-пролина. *Хим. жур. Армении*, 54, 3-4, с. 112-124, 2001.
5. Aghajanyan Armen, Saribekyan Zhaklina, Saghyan Ashot. Development of the efficient technology for isolating proline from culture liquid. *Separation Science and Technology*, 54, Feb., pp. 1-8, 2019.
6. Букетова Т.С., Шалбуев Д.В. Способ получения белкового гидролизата / Патент РФ N 2375385C1, C08H 1/06, 2009.
7. Grib H., Bonnal L., Sandeaux J., Gavach C. Extraction of amphoteric amino acid by an electromembrane process. pH and electrical state control by electrodialysis with bipolar membranes. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 73, pp. 64-90, 1998.
8. Joch, Elrbieta M., Serefko Anna, Ziaja Maria, Kieliszek Marek. Yeast protein asan Easily Accessible Food Source Metabolites, 2022,12,63. <https://doi.org/10.3390/meabo120100630>.
9. Жерноклеев И.А., Нефедов Б.К., Горлов Е.Г., Короткова М.Э., Антонов А.Е. Способ получения реагента для детоксикации осадков очистных сооружений и способ детоксикации осадков очистных сооружений/ Патент РФ N 2282642, C08H1/06, C07C 227/28, 2006.
10. Жерноклеев И.А., Нефедов Б.К., Горлов Е.Г., Короткова М.Э., Антонов А.Е. Способ утилизации отходов, содержащих животные белки, и устройство для его осуществления / Патент РФ N 2291164, C08 1/06, C07K1/12. 2007.
11. Ленинджер А. Биохимия. М., Мир, 106 -110 с, 1974.
12. Мулярчук М.Д., Портнова М.С., Радовец Л.В., Плиско Е.Г., Камалян М.Г., Поливаний П.Х. Способ получения белкового гидролизата из кератинсодержащего сырья /АС СССР N 556776, А 23J 1/10, 1977.
13. Никифоров И.В., Литовченко Л.Б., Погорелая Л.Б. Ионообменная технология фракционирования белковых гидролизатов. Теория и практика сорбционных процессов, вып. 18, с. 111-112, 1986.
14. Поляков В.С., Ермилов В.В. Способ переработки белоксодержащих материалов в смеси природных аминокислот, низкомолекулярных пептидов и олигопептидов / Patent Family Members WO 2012087177 A1, Russian, C08H, 2012,
15. Prota G. Melanins and Melanogenesis. N.-Y. Acad. Press, 215-228p, 1992.
16. Renato Alberto, Norres Inca-, Anabell Urbina Salazar, et al. Obtaining Protein Hydrolyzates By-products of Agaricus Bisprus. ESPOCH Congresses: The Ecuadoria Journal of S.T.E.A.M. /volum 1, Issue 2, p. 969-980, Aug 29, 2021.
17. Sandeaux J., Sandeaux R., Gavach C., Grib H. Extraction of amino acids from protein hidrolsates by electrodialysis. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 71, pp. 267-273, 1998.
18. Тер-Саркисян Э.М., Кисель Н.Н. Способ получения аминокислотной смеси и белкового гидролизата // https://edrid.ru.>219.016_bef1.html, 20 феврал., 2019.
19. Աղաջանյան Ա., Չուրաբյան Ա., Տիրումի Ֆ. Սպիտակուց պարունակող հունքից ամփնաթթվային խառնուրդի ստացման եղանակ, ՀՀ Արտոնագիր N 539 A2, C12 D 13/06,1999.

Поступила 16.11.2021



Биолог. журн. Армении, 1 (74), 2022

DOI:10.54503/0366-5119-2022.74.1-79

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СЕМЕЙСТВА ИВОВЫХ ДОЛИНЫ РЕКИ ОГМАДЖУР

А.С. ХАЧАТРЯН, Ж.А. ПОГОСЯН, И.Г. ГАБРИЕЛЯН

Ширакский Государственный Университет,
Институт ботаники им. А. Тахтаджяна НАН РА
anush.s.khachatryan@gmail.com, janya.poghosyan99@mail.ru,
ivangabrielyan100@gmail.com

Изучен видовой состав и распространенность семейства Ивовых, встречаемых в долине реки Огмаджур, для озеленения приречных территорий Ширакской области, с сохранением местного растительного генофонда.

Ива – тополь – видовой состав – распространенность

Ուսումնասիրվել են Հողմաջուր գետի հովտում հանդիպող Ուռնեմազգիների տեսակային կազմը և տարածվածությունը՝ Շիրակի մարզի առափնյա տարածքները ծառապատելու համար, պահպանելով տեղի բուսական գենոֆոնդը:

Ուռնեմի – բարդի – տեսակային կազմ – տարածվածություն

The species composition and prevalence of the Willow family found in the Hoghmajur River valley were studied for landscaping the riverside territories of Shirak region, while preserving the local plant gene pool.

Willow – poplar – species composition – prevalence

Во флоре Армении семейство Ивовые (*Salicaceae* Mirbel) представлено двумя родами – род Тополь (*Populus* L.) и род Ива (*Salix* L.).

Род Тополь обычно крупные листопадные, двудомные деревья, крона от широкой до колонновидной. Почки обычно клейкие, ароматные, с многочисленными почечными чешуями. Листья очередные, от цельных, округлых, яйцевидных, линейных, цельнокрайных до зубчатых, лопастных и пальчато-рассеченных; часто на одном и том же дереве различные в зависимости от расположения на побеге. Цветки однополые. Околоцветник отсутствует. Соцветия сережковидные, цилиндрические, прямостоячие или повислые. Плод-коробочка, раскрывающаяся от вершины 2-4 створками. Семена мелкие, продолговатые, многочисленные, с пучком шелковистых волосков [3, 4].

Род Ива – двудомные деревья или кустарники. Почки покрыты одной чешуей, края которой либо перекрывают друг друга на адаксиальной стороне, либо же вовсе срастаются, и тогда чешуя имеет вид цельного колпачка. Листья цельные, перистонервные, с прилистниками; последние нередко скоро опадают, реже они вовсе редуцированы. Околоцветник отсутствует и заменен нектарниками. Семена мелкие, с летучкой из шелковистых волосков, с тонкой оболочкой [3, 4].

В природе большинство видов семейства Ивовых произрастает по долинам рек и по хорошо увлажнённым склонам.

В настоящей работе исследованы насаждения семейства Ивовых, произрастающих вдоль реки Огмаджур Ширакской области Армении.

Ширакская область расположена на северо-западе Армении, со средней высотой над уровнем моря до 1600 м и с разницей высот более 2,6 км. Осадки выпадают от 350 до 1100 мм в год. Среднегодовая температура с высотой местности уменьшается от +12⁰С до -1⁰С [1, 2]. Такие природно-климатические условия сильно влияют на видовой состав насаждений.

Наши исследования показали, что в долине реки Огмаджур из семейства Ивовых произрастают 6 видов рода Ива (*Salix*) и 1 вид рода Тополь (*Populus*). Кроме того, из древесных встречаются представители семейств Розоцветных (*Rosaceae*), Кленовых (*Aceraceae*) и Жимолостных (*Caprifoliaceae*).

Материал и методика. Проведена научная инвентаризация видов растений семейства Ивовых, растущих в долине реки Огмаджур.

В ходе маршрутных исследований территория вдоль всей реки Огмаджур была поделена на участки. Были определены GPS координаты, а с помощью программы “Точный высотомер AR Labs” определена высота над уровнем моря каждого участка.

Карта участков составлена с помощью “Google maps”.

Для определения видового состава использовался пятый том определителя “Флора Армении” под редакцией А. Л. Тахтаджяна, а также монография А.К. Скворцова [3, 4].



Фото 1. Распределение изученных участков долины реки Огмаджур

Результаты и обсуждение. Река Огмаджур, протяженностью 16 км, берет свое начало от восточного края Цохасарских гор с левой стороны села Джраджор впадает в реку Ахурян [1]. В насаждениях, произрастающих вдоль реки, наиболее часто встречаются представители семейства Ивовых.

В долине реки род Тополь представлен видом Т. пирамидальный, итальянский (*P. nigra* var. *italica* DuRoi). Деревья с колонновидной кроной, с темно-серой трещиноватой корой, высотой примерно 20 м. Листья широко яйцевидные со срезаемым основанием, наверху острые.

Род Ива представлен следующими видами: И. трёхтычинковая (*S. triandra* L.), И. белая (*S. alba* L.), И. остроколючная (*S. excelsa* S.G. Gmel.), И. Ложномедомова (*S. pseudomedemii* E. Wolf), И. ломкая (*S. fragilis* L.), И. армено-россика (*S. armeno-rossica* A.K. Skvortsov).

Ива трёхтычинковая (*Salix triandra*) кустарник или дерево высотой до 8 м. Ветви тонкие, прямые, гибкие, буровато-зелёные, молодые слабо волосистые. Кора стволов и более старых ветвей отделяется тонкими пластинами. Почki яйцевид-

ные, острые, ребристые, голые, светло-бурые. Тычинок постоянно 3. Листья ланцетные длиной до 12 см, шириной 1,5-2,5 см, заострённые, в основании округлые или клиновидные, по краю пильчатые, сверху тёмно-зелёные, снизу светлее. Встречаются от нижнего до среднего поясов до высоты 2000 м.

Ива белая (*Salix alba*) - дерево высотой до 20 м, с широкоокруглой кроной, ствол диаметром до 1,5 м (зачастую стволов несколько), покрытый тёмно-серой глубоко трещиноватой корой. Ветви мужских экземпляров плакучие, а женских - не плакучие. Молодые побеги оливково-зелёные. Более старые побеги голые, гибкие, неломкие, блестящие, желтовато-бурых тонов. Нижние ветви часто склоняются до самой земли. Почки ланцетные, красновато-жёлтые, острые, длиной 6 мм, шириной около 1,5 мм, прижаты к побегу. Чешуя на почке одна, в виде колпачка. Листья очередные, ланцетные, мелкопильчатые, с заострённой верхушкой, длиной до 12 см, шириной 1-3 см. Черешок листа длиной 0,5 см, с одной парой железок возле основания пластинок.

Ива остроколючная (*Salix excelsa*) - дерево высотой до 20 м. Молодые ветви голые, коричневые или желтоватые. Почки от треугольно-яйцевидных до широко-продолговато-ланцетных, на спинке сильно выпуклые. Черешок 2-4 мм длиной, голый. Прицветные чешуи мужских экземпляров длиной 2-3 мм. Листовая пластинка широкоэллиптическая 5-8 см длиной, 1,5-2 см шириной, суженная к основанию, кончик коротко заостренный, пильчатая по краю, снизу опушенная.

На исследованном нами участке № 10 произрастает один экземпляр гибрида ивы белой с ивой остроколючной.

Ива ложнодемидова (*Salix pseudomedemii*) кустарник высотой до 5 м, женские экземпляры не вырастают одним прямым стволом, а постоянно дают от основания новые побеги. Ветви пепельно-бурые, взрослые слабо опушенные, молодые густо бархатистые. Почки мелкие, прижатые, пушистые. Листья широколанцетные, до 8 см длиной и 2 см шириной, сверху тускло-зеленые, снизу шелковистоволоочные.

Ива ломкая (*Salix fragilis*) - дерево высотой до 15 метров. Крона широко раскидистая. Кора серо-бурого цвета, с глубокими трещинами. Ветви прямые, немного поникшие, голые, блестящие, немного красноватого или оливково-зелёного цвета, ломкие у основания. Почки длинные, изогнутые, голые, блестящие, тёмно-бурого цвета. Листья узкояйцевидно-ланцетной формы, голые, блестящие, железисто-пильчатые по краю, с остро вытянутым концом. Длина листьев 5-7,5 см, ширина до 1,2 см.

Ива армено-россика (*Salix armeno-rossica*) - высокие кустарники. Даже на сильных побегах прилистники большей частью неразвиты. Листья узколанцетной формы, с остро вытянутым концом длиной до 15 см, шириной 1-4 см, снизу опушенные длинными волосками, край пластинки часто завороченный книзу.

Кроме представителей семейства Ивовых из древесно-кустарниковых растений также встречаются: из семейства Розоцветных – Шиповник колючейший (*Rosa spinosissima* L.), Спирея зверобоелистная (*Spiraea hypericifolia* L.); Калина гордовина (*Viburnum lantana* L.) из семейства Жимолостных; Клён сахарный (*Acer saccharum* Marshall) (интродуцированный) из семейства Кленовых.

Распространенность семейства Ивовых на исследованных нами 10 участках зависит от орографических условий. Наибольшее количество деревьев (27% всех экземпляров) встречается на высоте 1785 м над уровнем моря.

Наиболее часто встречаются *Salix triandra* – 140 экземпляров (42% всех экземпляров), *Salix fragilis* – 100 (30% всех экземпляров) экземпляров, *Salix excelsa* – 80 экземпляров (24% всех экземпляров) (почти на всех участках). *Salix pseudomedemii* встречается одним экземпляром. *Salix pseudomedemii* и *Salix armeno-rossica* произрастают чуть дальше от берега реки, на участках №9 и №10.



Фото 2. Участок № 1, *Salix triandra*



Фото 3. Участок № 2, *Salix fragilis*



Фото 4. Участок № 3, *Salix alba*



Фото 5. Участок № 9, *Salix armeno-rossica*



Фото 6. Участок № 10, *Populus nigra var. italica*



Фото 7. Участок № 5, *Salix excelsa*

Таблица 1. Распространенность видов семейства Ивовых на различных участках долины реки Огмаджур

Участок	Вид растения	Количество произрастающих экземпляров	Высота над уровнем моря, м	GPS данные участка	Другие виды растений
1	2	3	4	5	6
№ 1	<i>Salix fragilis</i>	15	1768	40°54'57.2"N, 43°48'22.9"E	-
	<i>Salix triandra</i>	5			
	Итого	20			
№ 2	<i>Salix fragilis</i>	5	1775	40°54'56.8"N 43°48'20.5"E	-
	<i>Salix triandra</i>	20			
	<i>Salix excelsa</i>	30			
	Итого	55			
№ 3	<i>Salix fragilis</i>	7	1784	40°54'57.7"N 43°48'30.9"E	<i>Acer saccharum</i>
	<i>Salix triandra</i>	25			
	<i>Salix excelsa</i>	25			
	Итого	57			
№ 4	<i>Salix fragilis</i>	10	1776	40°54'57.5"N 43°48'33.2"E	-
	<i>Salix excelsa</i>	15			
	<i>Populus nigra var. italica</i>	4			
	Итого	29			
№ 5	<i>Salix excelsa</i>	8	1819	40°55'39"N 43°50'11"E	-
	<i>Salix triandra</i>	3			
	Итого	11			
№ 6	<i>Salix fragilis</i>	60	1785	40°55'21"N 43°49'49"E	-
	<i>Salix triandra</i>	30			
	Итого	90			

Таблица 1. (продолжение)

1	2	3	4	5	6
№ 7	<i>Salix fragilis</i>	2	1805	40°55'29"N 43°50'46"E	<i>Rosa spinosissima</i> , <i>Spiraea hypericifolia</i> , <i>Viburnum lantana</i>
	<i>Salix triandra</i>	30			
	<i>Salix excelsa</i>	1			
	Итого	33			
№ 8	<i>Salix triandra</i>	20	1826	40°55'26"N 43°50'50"E	-
	<i>Salix fragilis</i>	2			
	Итого	22			
№ 9	<i>Salix armeno-rosica</i>	2	1849	40°55'16"N 43°52'23"E	-
	<i>Salix alba</i>	5			
	<i>Salix triandra</i>	3			
	Итого	10			
№ 10	<i>Salix pseudomedemi</i>	1	1849	40°55'12"N 43°52'34"E	-
	<i>Salix alba</i> x <i>Salix excelsa</i>	1			
	<i>Salix triandra</i>	4			
	<i>Populus nigra</i> var. <i>italica</i>	3			
	Итого	9			

Поскольку на исследованных нами участках наблюдаются опасности эрозии, рекомендуем проводить озеленение с использованием вышеописанных нами местных видов из семейства Ивовых, что также поможет сохранить местный генфонд. Кроме того, эти виды можно использовать для озеленения долин других рек Ширакской области.

ЛИТЕРАТУРА

- Հայաստանի Հանրապետության ֆիզիկաշխարհագրական օբյեկտների համառոտ տեղեկատու-բառարան, Երևան, «Գեոդեզիայի և քարտեզագրության կենտրոն ՊՈԱԿ», 2007, էջ 74-150:
- Мкртчян Г.П. Климатические условия проявления эрозии почв в Ширакском районе Армянской ССР. Учёные записки ЕрГУ, ном. 1, Ереван, 135-141, 1986.
- Скворцов А.К. Ивы СССР. М., Наука, 264 с., 1968.
- Тахтаджян А.Л. Флора Армении, т. 5, Ереван, 385 с., 1966.

Поступила 04.12.2021



THE APPLICATION OF CONSERVED EMISSIONS OF SULPHUROUS GASES FOR IMPROVEMENT OF ALKALINE SOILS

S.V. SAHAKYAN, G.H. GASPARYAN, A.SH. ELOYAN, M.H. BARSEGHYAN

*"Scientific Center of Soil Science, Agrochemistry and Melioration after H. Petrossyan"
branch of Armenian National Agrarian University
elarev@mail.ru*

The aim of the study is to provide integrated solution of environmental problems by help of conservation emissions of sulphurous gases in form of sulphur or treated cement dust and their application for improvement of Alkaline Soils. New ameliorants for improvements of Alkaline soils under laboratory conditions were obtained: electro-treated mixture of sulphurous and sulphuric acids, treated cement dust containing sulphite and sulphate salts of Ca. Two electrochemical methods for production of sulphuric acid and mixture of sulphuric and hydrochloric acids from sulphurous acid were developed and the electric energy requirement for their production is calculated. The process of retention of sulphurous gases, by water solution of cement dust is studied. It is shown, that for conservation of 1 t of sulphurous gases 2 t of cement dust is required. The influence of newly-received ameliorants on physical and chemical properties of Alkaline soils during their chemical reclamation and leaching processes was studied. The most ameliorative effect, obtained in the variant, where electrochemical treated solution of the mixture of sulphurous and sulphuric acids were used.

*Environmental problems – ameliorants – sulfurous and sulfuric acids –
treated cement dust – reclamation*

Ուսումնասիրության նպատակն էր գտնել բնապահպանական խնդիրների համապարփակ լուծում՝ մթնոլորտ արտանետվող ծծմբային գազերը ծծմբի և վերամշակված ցեմենտի փոշու կուտակման միջոցով և դրանք կիրառել ալկալի հողերի մելիորացման բնագավառում: Լաբորատոր պայմաններում ստացվել են նոր մելիորանտներ՝ ծծմբային և ծծմբական թթուների էլեկտրամշակված խառնուրդ, վերամշակված ցեմենտի փոշի, որը պարունակում է Ca-ի սուլֆիտ և սուլֆատ: Մշակվել են թթուների խառնուրդներից՝ ծծմբական և ծծմբական ու աղաթթվի խառնուրդի ստացման երկու էլեկտրաքիմիական եղանակներ: Կատարվել է ցեմենտի փոշու ջրային լուծույթով ծծմբային գազերի կլանման գործընթացի ուսումնասիրություն: Պարզաբանվել է, որ 1 տոննա ծծմբային գազերի կլանման համար պահանջվում է 2 տոննա ցեմենտի փոշի: Հետազոտվել է ալկալի հողերի ֆիզիկաքիմիական հատկությունների վրա նոր ստացված մելիորանտների ազդեցությունը դրանց քիմիական մելիորացիայի և լվացման գործընթացում: Ցույց է տրվել, որ լավագույն մելիորանտիկ արդյունավետություն է դիտվել այն տարբերակում, որտեղ օգտագործվել է էլեկտրաքիմիական եղանակով վերամշակված ծծմբական և ծծմբային թթուների խառնուրդ:

*Բնապահպանական խնդիրներ – մելիորանտներ – ծծմբային և ծծմբական թթուներ –
վերամշակված ցեմենտի փոշի – մելիորացիա*

Целью исследования является комплексное решение экологических проблем за счет консервации выбросов сернистых газов в виде серы, обработанной цементной пылью и их применения для улучшения щелочных почв. В лабораторных условиях были получены новые мелиоранты для улучшения щелочных почв: электрообработанная смесь сернистой и серной кислот, обработанная цементная пыль, содержащая сульфит и сульфат Ca. Были разработаны два электрохимических способа получения серной кислоты и смеси серной и соляной кислот из сернистой кислоты. Было проведено исследование процесса удержания сернистых газов водным раствором цементной пыли. Установлено, что для сохранения 1 т сернистых газов требуется 2 т цементной пыли. Проведено исследование влияния вновь полученных мелиорантов на физико-химические свойства щелочных почв в процессе их химической мелиорации и промывке. Наибольший мелиоративный эффект был проявлен в варианте, где использовался электрохимически обработанный раствор смеси сернистой и серной кислот.

Экологические проблемы – мелиоранты – серная и сернистая кислоты – обработанная цементная пыль – мелиорация

The emissions of sulphurous gases in the atmosphere take place from thermal power plants, the activities of non-ferrous metallurgy and others [1], which have negative effect on the environment and on the human health. Due to the smoke of sulphur dioxide gas, the incidence of bronchitis, bronchial asthma, and emphysema of the lungs increases [5]. There are several methods of conservation the emitted sulphurous gases [4, 2]

The method for obtaining sulphuric acid from sulphurous gases. However, its storing and using in large quantities is a big problem due to the expensive technology and aggressive effect of the reagent on the environment.

The lime method. According to this method, the sulphurous gases are retained with lime milk ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). In result of interaction of lime milk with sulphurous gases, the salt of CaSO_3 and partially gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) are formed. The disadvantage of this method is the need for a large amount of lime.

The soda method. The essence of this method is to wash the waste of sulphurous gases with aqueous solutions of soda ash (Na_2CO_3). In this case, reactions occur to produce (NaHSO_3). However, it has not found widespread use due to the limited marketing of this salt.

The ammonia method. The process of conservation of sulphurous gases, by ammonia method consists in washing the gas with ammonia water (NH_4OH). In this case, a reaction occurs with formation of ammonia sulphate ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), which is used as a fertilizer in agriculture. However, a production of large amounts of ammonia is required, which leads to increasing of the cost of technology.

The methods of reduction of sulphurous gases. A number of methods were proposed. For example, the method of obtaining the elemental sulphur (S) was offered by (Zagoruiko et al. [10]).

In our opinion, the main criteria for selecting existing methods of conservation of sulphurous gases are: how safe the conserved product for the environment, the cost of technology and the possibility of using the formed products in various fields, including the agriculture are. Coming out of these criteria, the choice has stopped on the lime method in which, the salts of CaSO_3 and CaSO_4 , and the production of pure sulphur are formed. These products may be used in sphere of reclamation of Alkaline soils.

The processes of salinization and alkalization of soils are a global problem, which has a negative impact on the chemical and physical properties of soils and, as a result,

the agricultural productivity is reduced. For stable development of agriculture, it is important to improve the ameliorative and the ecological state of Alkaline soils, by application of ameliorants [3, 6-8]. For reclamation of non-carbonate Alkaline soils, gypsum or other salts containing calcium were applied [9]. The acids or the acid salts are usually used for reclamation of Calcareous Soddy Soils. A positive result has been obtained in Armenia through the application of 1% of solution of sulphuric acid as an ameliorant for reclamation of these soils [11]. By this technology 5.5 thousand ha of Saline-Alkaline soils have been reclaimed in Ararat valley of Armenia. However, by this technology there is necessity of transportation of huge quantity of ameliorants from other countries, for which significant charges are required.

Materials and methods. *The method of production of mixture of sulphurous and sulphuric acids.*

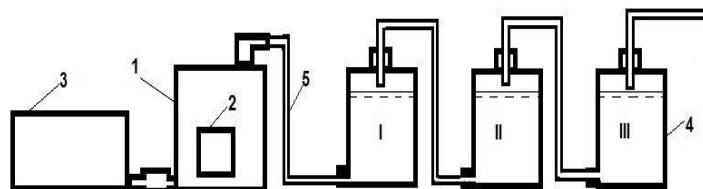
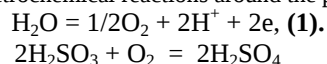


Figure 1. The scheme of experimental setup: 1 – stove for burning sulphur, 2 – door, 3 – compressor, 4 – receptacle, 5 – connecting hoses

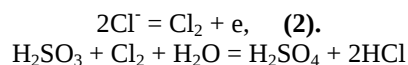
As a result of oxidation of sulphur, the mixture of sulphurous gases passes through the connected hoses (5) into the receptacle I. A part of its volume is dissolved, and the other part passes into the receptacle II, then passes into the receptacle III and is dissolved and left in the atmosphere. The concentration of the formed solution was determined after burning 24 g sulphur on the stove and dissolving the gases in receptacles with 4.0 l of water. Because of dissolution of sulphur dioxide gases in receptacles I, II, III, a mixture of sulphurous and sulphuric acids is formed. To determine the quantitative ratio of these acids, they are shaken with calcium carbonate (CaCO_3), and the Ca ions were determined. The ratio of CaCO_3 and acids solution is 1:5. Because of the interaction between acids and calcium carbonates, the salts of calcium sulphite (CaSO_3), which has very lower solubility, and calcium sulphate (CaSO_4) are formed.

1. 2. The method of oxidation of sulphurous acid and production of sulphuric and mixture of sulphuric and hydrochloric acids

To increase the ameliorative effectiveness of the sulphurous acid, electrochemical methods were developed. The obtained mixture of acids was processed in the electrolyser in positive and negative electrode chambers. The solution was processed in 1-2 hours. The obtained mixture of acids was filled into the chambers of positive and the negative electrode, which were separated by a membrane. The following electrochemical reactions around the positive electrode took place (1):



To obtain the mixture of sulphuric and hydrochloric acids, the chamber of negative electrode was filled with the solution of sodium chloride and the chamber of positive electrode was filled with the formed mixture of acids. The positive and negative chambers were separated by a membrane. The following electrochemical reactions around the positive electrode took place (2):



As a result of the above mentioned processes, every 0.5 hour during the electrochemical treatment, the sample of solution was taken observing the process of sulphurous acid oxidation. Formed mixture of acids was shaken with calcium carbonate (by ratio of 1:5) and the concentration of Ca^{2+} was determined in the filtered solution. Based on the result of concentrations of acids and Ca^{2+} , the percentage of sulphurous and sulphuric acids was calculated in the mixture. The solution was processed during 1-2 hours. The electrodes with 5 V voltages and 0.61-0.93 A current were supplied.

3. The retention method of sulphurous gases by water solution of cement dust

Cement dust contains in 43.26% CaO , 1.26% MgO , and 10% of lime. The laboratory experiments were carried out to determine the possibility of adsorption of sulphurous gases using the aqueous solution of cement dust, in the experimental setup described in Figure 1. The receptacle I with 4 l of water and 100 g of cement dust was filled, and the receptacles II and III were filled with 4 l of water in each. In the stove 25 g of sulphur was burnt and air was supplied by compressor. The concentration of formed solutions was determined in three vessels. The experiment was repeated with different contents of cement dust in the I receptacle.

4. The method of laboratory experiment to study the influence of newly-received ameliorants for chemical reclamation of Saline-Alkaline soils

The experiments were made under laboratory conditions using the polyethylene pipes (diameter 10 cm, height of 120 cm), as a soil column. Each pipe was filled with 9 kg saline-alkaline soils in the column with the height of 100 cm, preserving their natural profile of distribution of salt contents and their mechanical composition. The experiment was carried out in 4 variants with 3 repetitions.

1. Chemical reclamation of saline-alkaline soils using a mixture of sulphuric and sulphurous acids and leaching by water.
2. Chemical reclamation of Saline-Alkaline Soils using electrochemically treated by solution of mixture of sulphuric and sulphurous acids and leaching by water.
3. Chemical reclamation of Saline-Alkaline Soils using 1% of sulphuric acid solution and leaching by water (control).
4. Chemical reclamation of Saline-Alkaline Soils using cement dust treated by solution of a mixture of sulphuric and sulphurous acids and leaching by water.

The object of this study was the Saline-Alkaline soils of Ararat valley in Armenia. The total salts vary from 0.86% to 2.216% in the 0-100 cm layer of soils and the EC indicator from 12.4 to 32.2 mS/cm. The soils have a high alkaline reaction (pH-8.4-10.2) due to the presence of soda -3.4-8.6 mmol/100 g. The contents of water-soluble sodium in the 0-100 cm layer of soil makes 12.03-31.38 mmol/100 g. The contents of soluble Ca^{2+} and Mg^{2+} is not higher than 0.1 mmol/100 g. The soils are strongly alkalized, and the exchangeable sodium percentage (ESP) varies 31.39% to 72.56% in the 0-100 cm layer of soil.

The mechanical composition of soils in the 0-100 cm layer of soil has from medium to heavy loamy mechanical composition.

Results and Discussion. 1. Electrochemical oxidation of sulphurous acid

As a result of electrochemical process (method 1) of the mixture of sulphuric (H_2SO_4) and sulphurous (H_2SO_3) acids the content of sulphuric acid increased from 35.6% up to 100% and the content of sulphurous acid decreased from 64.4% up to 0%. It means that the whole content of H_2SO_3 was oxidized (fig.2).

The data on fig. 3 show that the mixture of solution contains 42% of sulphuric acid and 58% of sulphurous acid. After 2 hours of electro-treating (method 2.), sulphurous acid was oxidized as a result of it 66.7% of sulphuric and 29.3% of hydrochloric acids were formed.

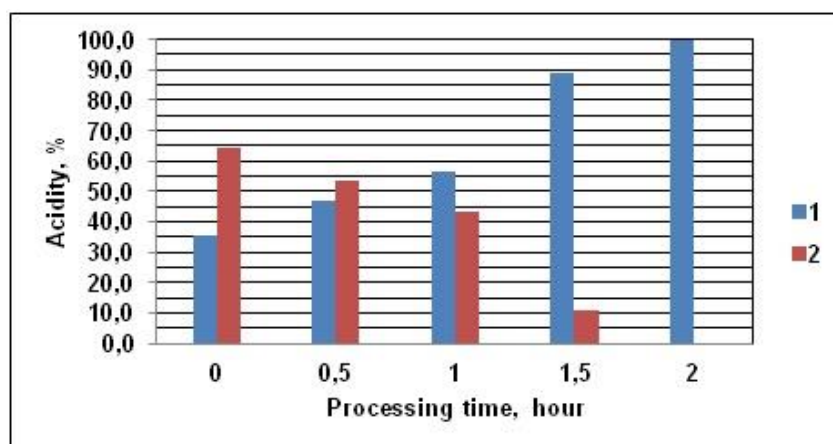


Figure 2. The process of electrochemical oxidation of sulphurous acid and formation of sulphuric and hydrochloric acids. 1-H₂SO₄, 2-H₂SO₃

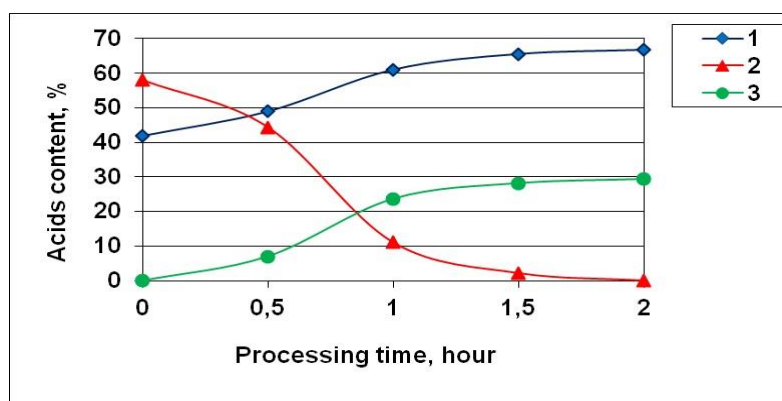


Figure 3. The process of electrochemical oxidation of sulphurous acid and formation of sulphuric acid. 1-H₂SO₄, 2-H₂SO₃, 3-HCl

Using the data of processing, the requirements for producing 1 tons of sulphuric acid are calculated. In the given regime of electrochemical processing, 6.3-8.5 mmol/l of sulphuric acid was formed in case of spending on 1 w-hour of electric energy. For producing 1 t of sulphuric acid 2900-4000 Kw-hour electric energy was required. In order to reduce the cost a solar panel station may be used

2.The study of the possibility of retention of sulphurous gases by water solution of cement dust

The results are shown in tab. 1. The data of the table give ground to assert, that the use of cement dust allows to absorb sulphur gases mostly in the vessel I, where the concentration of acidity makes 135-160 mmol/l (method 3). The concentration of the acid solution was 3-15 mmol/l in the vessel II, which corresponds only to 0.5-2.5% of the formed gas. Thus, the application of 100 g of cement dust absorbed 50 g of sulphur dioxide gas. To absorb 1 t of SO₂ gas, 2 t of cement dust were required.

Table 1. The concentration of acidity in receptacles during the absorption of sulphur gases under different contents of cement dust in the I receptacle

N _o of the receptacles	The contents of cement dust in the I receptacle, g			
	100	200	400	500
The concentration of acidity, mmol/l				
I	160	155	150	135
II	15	10	3	5
III	0	0	0	0

3. Study the influence of newly-received ameliorants (method 4.) for chemical reclamation of Saline-Alkaline soils during their chemical reclamation and leaching processes

In the I variant, both the infiltration and the filtration rates were low during the chemical reclamation and leaching and their values ranged from 1.5-1.6 cm/day. In the II variant, the infiltration rate was higher, than the I variant of it and it is 7.0 cm/day. But the filtration rate was low; it was 1.7 cm/day. In the III variant, the infiltration rate was 9 cm/day, the filtration rate was 4.5 cm/day. In the IV variant, the infiltration rate was 3.7 cm/day and the filtration rate was 1 cm/day. Thus, the filtration rate was higher in the II and the III variants, and in the other variants was much lower.

Variant I.

The content of the exchangeable Ca in 0-25 cm of soil's layer after the chemical reclamation and leaching makes -51.3 % and decreases by depth, and in the 75-100 cm layer of soil it makes 27.8 % of the sum of exchangeable cations. The content of the exchangeable Mg in 0-100 cm layer varies in the range of 32.9-49.4% (table 2.). The exchangeable sodium percentage [ESP] indicator in 0-50 cm layer of soil makes 8,6-14.5 %, which is permissible. In the layer of 50-100 cm, the ESP indicator is a little higher and makes 20.6-23.1% (the permissible ESP is 15%).

The exchangeable K content makes 1,9-2,4% of the sum of exchangeable complex. Thus, in the case of variant I, the norm of the ameliorant was not enough for complete soil reclamation. It is necessary to increase the norm of ameliorant, taking into account, that the ions of SO₃ can form insoluble salt with the Ca and they precipitate in the form of CaSO₃.

The exchangeable K content makes 1,9-2,4% of the sum of exchangeable complex. Thus, in the case of variant I, the norm of the ameliorant was not enough for complete soil reclamation. It is necessary to increase the norm of ameliorant, taking into account, that the ions of SO₃ can form insoluble salt with the Ca and they precipitate in the form of CaSO₃.

Variant II.

Discussing the data, brought on the table 2, may be concluded that ESP of the 0-75 cm layer of soil vary in the range of 6.1-13.4%, and only 75-100 cm layer of soil ESP some high and makes 22.2 %. Thus under the influence of the ameliorant, which is used after electrochemical processing of the mixture of acid solution give an opportunity to improve the soil physical and the chemical properties and may be used as a ameliorant for reclamation of carbonate Alkaline soils.

Table 2. The chemical compositions of exchangeable cations of experimental soils before and after the chemical reclamation and leaching (average of 3 repetitions)

Depth, cm	The contents, mmol/100 g of soil					The contents, %			
	Ca ⁺	Mg ⁺	Na ⁺	K ⁺	Total	Ca ⁺	Mg ⁺	Na ⁺	K ⁺
Before the chemical reclamation									
0-25	4.8	1.76	21.2	1.45	29.21	16.4	6.0	72.6	5.0
25-50	5.3	3.26	21.7	1.45	31.71	16.7	10.3	68.4	4.6
50-75	13.8	8.87	11.2	1.41	35.28	39.1	25.1	31.7	4.0
75-100	16.7	7.42	11.7	1.43	37.25	44.8	19.9	31.4	3.8
After the chemical reclamation and leaching									
Variant I									
0-25	19.9	14.84	3.35	0.73	38.82	51.3	38.2	8.6	1.9
25-50	14.85	10.84	4.48	0.73	30.9	48.1	35.1	14.5	2.4
50-75	13.8	10.84	7.61	0.74	32.99	41.8	32.9	23.1	2.2
75-100	9.85	17.49	7.3	0.75	35.39	27.8	49.4	20.6	2.1
Variant II									
0-25	24.55	6.94	2.95	1.47	35.91	68.4	19.3	8.2	4.1
25-50	19.7	14.66	2.29	0.68	37.33	52.8	39.3	6.1	1.8
50-75	12.3	17.34	4.67	0.67	34.98	35.2	49.6	13.4	1.9
75-100	12.3	12.34	7.08	0.18	31.9	38.6	38.7	22.2	0.6
Variant III									
0-25	39.4	13.5	1.04	0.3	54.24	72.6	24.9	1.9	0.6
25-50	42	16.1	1.04	0.3	59.44	70.7	27.1	1.7	0.5
50-75	19.5	21.02	2.29	0.33	43.14	45.2	48.7	5.3	0.8
75-100	16.1	20.76	2.61	0.72	40.19	40.1	51.7	6.5	1.8
Variant IV									
0-25	27.3	10.9	3.74	0.26	42.2	64.7	25.8	8.9	0.6
25-50	12.3	6.34	9.89	0.54	29.07	42.3	21.8	34.0	1.9
50-75	9.35	10.02	10.49	0.59	30.45	30.7	32.9	34.4	1.9
75-100	9.75	9.76	10.11	0.28	29.9	32.6	32.6	33.8	0.9

Variant III.

Discussing the process of improvement of soils may be concluded, that the soils are fully ameliorated. The toxic salts are completely leached. The contents of exchangeable cations (tab. 2) show, that in case of application of 1% of sulphuric acid solution, soil is completely dealkalined and ESP in 0-100 cm layer of soil makes 1.9-6.5%.

Variant IV.

ESP of the 0-25 cm layer of soil makes 8.9%. So, 25- 75 cm layer of soil is not fully reclaimed and the ESP indicator varies in the range of 33.8-34.4%. Although the salts content is significantly reduced, it makes 0.251-0.456%, and the EC rate is 3.5-6.5 mS/cm, so the soils remained weakly salined and alkalined, and need a further improvement of their physical and chemical properties. Particularly, in the variant IV of experiments, it is necessary to increase the norm of ameliorant, considering the fact, that during the reaction between the ameliorants and soils, the hard dissolving salt of CaSO_3 is formed, which is not enable to improve the soil chemical properties. The treated cement dust may be successfully used for improvement of the chemical and physical properties of weakly and middle Alkaline soils.

CONCLUSION

1. New ameliorants for improvements of Alkaline soils under the laboratory conditions were obtained: electro-treated mixture of sulphurous and sulphuric acids, treated cement dust containing sulphite and sulphate salts of Ca.
2. Two electrochemical methods for production of sulphuric acid and mixture of sulphuric and hydrochloric acids from sulphurous acid were developed and the electric energy requirement for their production is calculated. It will give an opportunity to increase the ameliorative affections of sulphur and use it for reclamation of Calcareous-Sodic soils.
3. The process of retention of sulphurous gases, by water solution of cement dust is studied. It is shown for conservation of 1 t of sulphurous gases, 2 t of cement dust is required. The treated cement dust may be successfully used for improvement of chemical and physical properties of weakly and middle Alkaline soils.
4. The influence of the newly- received ameliorants on the physical and chemical properties of Alkaline soils during their chemical reclamation and leaching processes were studied. The most ameliorative effect obtained in the variants, where 1% of sulphuric acid solution and electrochemical treated solution of the mixture of sulphurous and sulphuric acids were used.

ACKNOWLEDGMENT

The project has been financially supported by the Russian Federation in the framework of the global project "GCP /GLO/853/RUS. We acknowledge the GSP Secretariat and the Eurasian Centre for Food Safety (ECFS) for the financial, technical and scientific support.

REFERENCES

1. Biondo S.J., Marten J.C. A History of Flue Gas Desulphurization Systems Since 1850, Journal of the Air Pollution Control Association. 27, 10, 948-961, 1977.
<https://doi.org/10.1080/00022470.1977.10470518>
2. Dahlstrom D.A., Conrad F. Sulphur dioxide scrubbing process, US Patent, Mar. 25, No.: 353, 260, 1975.
3. Kaledhonkar M.J., Meena B.L., Sharma P.C. Reclamation and Nutrient Management for Salt-affected Soils, Indian Journal of Fertilisers. 15, 5, 566-575, 2019.
4. Nannen L.W., West R.E., Kreith F. Removal of SO₂ from Low Sulfur Coal Combustion Gases by Limestone Scrubbing, Journal of the Air Pollution Control Association. (2012).
<https://doi.org/10.1080/00022470.1974.10469890>
5. Rahila R.K., M.J.A. Siddiqui: Review on effects of Particulates; Sulphur Dioxide and Nitrogen Dioxide on Human Health. International Research Journal of Environment Sciences, 3, 4, 70-73, 2014.
6. Sahakyan S.V. The application of noncontact method of electro-melioration for local reclamation Soda Saline-Alkaline Soils of Armenia, In guide of management in saline soils. FAO, Rome, 56-57, 2017.
7. Sahakyan S.V. New methods of Accelerating Reclamation of Soils Affected by Salts (Part I), Scholar's Press, Saarbrücken, 60 pages, 2015.
8. Sahakyan S.V., Baghdasaryan A.V., Eloyan A.Sh. Economic Assessment of Fertility and Reclamation Measures for Secondary Saline and Solonchic Soils of the Ararat Plain, Eurasian Soil Science. 52, 4, 455-463, 2019.
<https://doi.org/10.1134/S1064229319040124>

9. *Siyal A.A., Siyal, A.G. Abro Z.A.* Salt affected soils their identification and reclamation, Pakistan Journal of applied Sciences. 5, 2, 537-540, 2002.
10. *Zagoruiko A.N., Shinkarev V.V., Vanag S.V., Bukhtiyarova G.A.* Catalytic processes and catalysts for production of elemental sulphur from sulphur containing gases, Engineering Problems and Industry, 4, 2, 343-352, 2010.
11. *Петросян Г.П., Читчян А.И.* Почвы содового засоления Араратской равнины и методы их освоения. Мат.-лы межд. симпоз. по мелиорации почв содового засоления, Ереван, 1969г./ Тр.НИИПиА, вып.VI, с. 59-77, 1971.

Received on 23.11.2021



Биол. журн. Армении, 1 (74), 2022

DOI:10.54503/0366-5119-2022.74.1-93

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ПЫЛЦЫ РОДА *IRIS* L. (IRIDACEAE) ФЛОРЫ АРМЕНИИ. ПОДРОД *HERMODACTYLOIDES* SPACH

А.М. АЙРАПЕТЯН, А.Г. МУРАДЯН

Институт ботаники им. А. Л. Тахтаджяна НАН РА
alla.hayrapetyan.63@gmail.com, alla.muradyan.1991@mail.ru

С использованием светового (СМ) и сканирующего электронного (СЭМ) микроскопов исследована морфология пыльцы вида *Iris reticulata* M. Bieb. (*Iris* L., подрод *Hermodactyloides* Spach) семейства Iridaceae флоры Армении.

Морфология пыльцы – Iridaceae – Iris reticulata

Լուսային (ԼՍ) և սկանավորող էլեկտրոնային (ՍԷՍ) մանրադիտակների մակարդակով ուսումնասիրվել է Հայաստանի ֆլորայի Iridaceae ընտանիքին պատկանող *Iris reticulata* M. Bieb. տեսակի (*Iris* L., *Hermodactyloides* Spach ենթաբան) ծաղկափղու մորֆոլոգիան:

Ծաղկափղու մորֆոլոգիա – Iridaceae – Iris reticulata

Pollen morphology of the species *Iris reticulata* M. Bieb. (*Iris* L., subgenus *Hermodactyloides* Spach) of the family Iridaceae of the flora of Armenia was studied using light (LM) and scanning electron (SEM) microscopes.

Pollen morphology – Iridaceae – Iris reticulata

Представители рода *Iris* L. (сем. Iridaceae) – корневищные или луковичные многолетние растения, произрастающие в умеренном поясе Северного полушария.

Из 16-17 видов данного рода, характерных для флоры Армении, вид *I. reticulata* M. Bieb., наряду с *I. atropatana* Grossh., *I. caucasica* Hoffm. и *I. Pseudocaucasica* Grossh. входит в группу луковичных растений с полыми, серповидно изогнутыми листьями с белыми хрящеватыми корнями. Указанный вид, благодаря наличию луковицы, состоящей из одной мясистой чешуи, является единственным представителем одного из четырех подродов рода *Iris* флоры Армении, а именно, подрода *Hermodactyloides* Spach. На территории нашей республики вид *I. reticulata* встречается практически во всех флористических районах (кроме Ширакского) от нижнего до верхнего горных поясов на высоте 900-2800 н.у.м., на сухих каменистых склонах, в горной степи, в полынной полупустыне, на залежах, среди скал и на задерненных лугах [4].

Морфология пыльцы *I. reticulata* на уровне светового микроскопа (СМ) была изучена Родинойко [6], который принимает данный вид (*I. reticulatum* (M. B.) Rodion. – по версии автора) в составе предложенного им нового рода *Iridodictyum*

Rodion. (= *Iris* L. sect. *Reticulata* Daykes). Ранее сам Daykes [10], выделив в составе рода *Iris* секцию *Reticulata*, отмечал, что у видов данной секции оболочка каждого пыльцевого зерна состоит из двух равных половинок. По данным Родиненко [6], палиноморфологические исследования кавказских и малоазиатских видов рода *Iridodictyum* показали что пыльца всех изученных видов характеризуется наличием замкнутой борозды, которая делит оболочку пыльцевого зерна на две половины. Краткое описание морфологии пыльцы рода *Iris* (на уровне СМ) представлено в 10 томе „Флоры Армении” [2], где авторы подтверждают наличие у вида *I. reticulata* пыльцевых зерен с одной кольцевой бороздой.

В настоящей работе на уровне светового (СМ) и сканирующего электронного (СЭМ) микроскопов приводятся результаты исследований морфологии пыльцы вида *I. reticulata* флоры Армении.

Материал и методика. Материалом для настоящих исследований послужила пыльца, полученная из гербария Института ботаники НАН Армении (ЕРЕ).

Для исследования на уровне светового микроскопа (AmScope) пыльцевые зерна были обработаны двумя основными методами, а именно, методом окрашивания основным фуксином [7] и упрощенным ацетолизным методом [1]. Пыльца исследовалась при увеличении $\times 200$, $\times 400$ и $\times 1000$, измерения проводились на 10 пыльцевых зернах.

Микрофотографии пыльцы на уровне сканирующего электронного микроскопа (JEOL JSM-7000) были получены в Центре эколого-ноосферных исследований НАН РА (Ереван, Армения) методом вакуумного напыления золотом сухих неацетоллизированных пыльцевых зерен.

Морфологическая терминология, используемая в наших исследованиях, в основном соответствует терминологии, предложенной Эрдтманом [8], Куприяновой, Алешиной [5], а также Бобровым и др. [3].

Изученные образцы: *Iris reticulata* M. Bieb: Арм ССР, Мегринский р-н, по дороге из Шванидзора в Гюмаранц, в можжевелевом редколесье. 11.03.1986. Leg. К. Таманян (ERE, 130931); Province Lori, near v. Akner, slope, meadow. N 41°05'24" E 044°41'58", h – 932. Leg. N.P. Stepanyan-Gandilyan (ERE, 192811); Арм ССР, Мегринский р-н, по дороге из Шванидзора в Гюмаранц, в можжевелевом редколесье. 11.03.1986. Leg. Г. Файвуш (ERE, 130932); Transcaucasic, Tiflis, in faucibus fl. Dabachanka. In fruticetis. 12.03.1919. Leg. A. Grossheim (ERE, 5267).

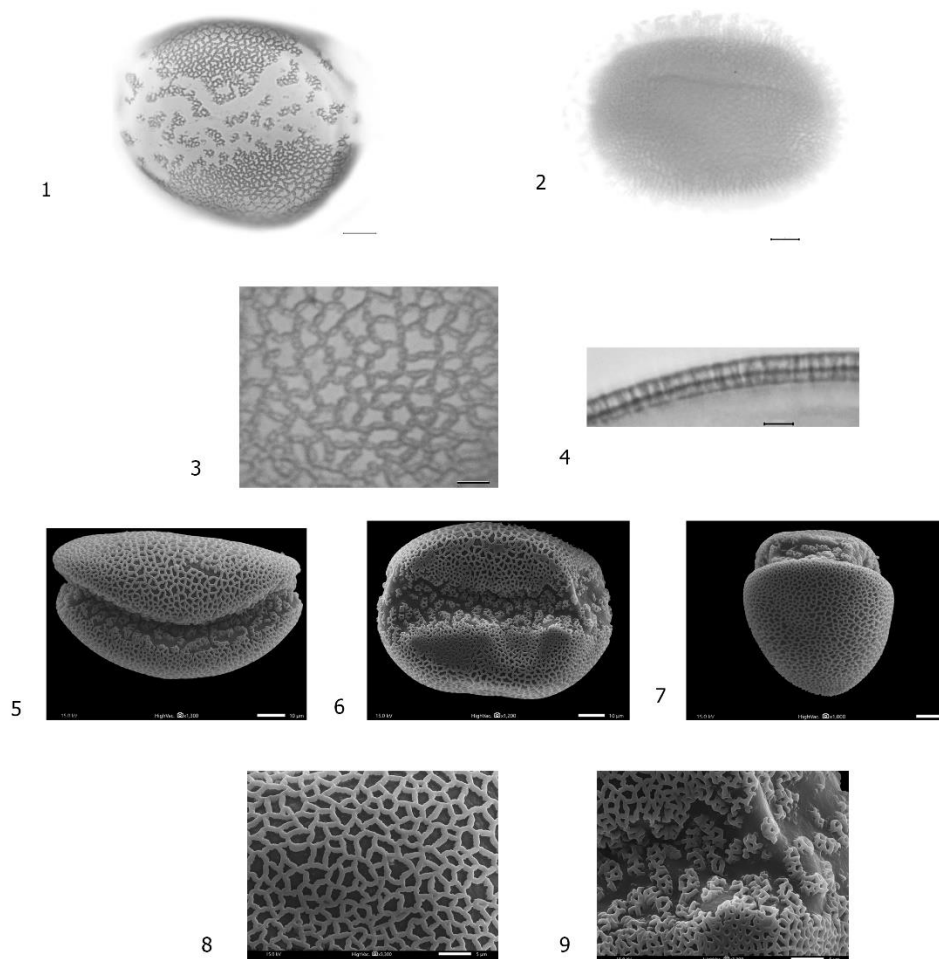
Результаты и обсуждение. Род *Iris* L.

I. reticulata M. Bieb.

(табл. 1, фототабл. I)

Пыльцевые зерна (п. з.) дистально-1-бороздные или с одной кольцевой бороздой, делящей поверхность пыльцевого зерна на две равные или почти равные части (фототабл. I, 2). Длина пыльцевого зерна 62,2-115 мкм, ширина – 52,9-93 мкм. Борозда широкая (10,5-21,5 мкм), концы борозды иногда заходят на проксимальный полюс, в некоторых случаях сближаются, образуя кольцо; скульптура бороздной мембраны представлена в виде отдельных, рваных фрагментов сетки (фототабл. I, 1, 5, 6, 7, 9)¹. Экзина (1,6)1,9-2,3(2,8) мкм толщины, столбчатый слой четко выражен, столбики тонкие, равномерно расставленные, на концах шаровидно закругленные (фототабл. I, 4). Скульптура общей поверхности п. з. сетчатая (СМ, СЭМ), стенки ячеек сетки составлены из отдельных столбиков, сросшихся закругленными концами (фототабл. I, 3); ячеек сетки сильно варьируют по своей форме и размерам (фототабл. I, 3, 8).

¹ Goldblatt, Le Thomas [11] характеризуют подобные апертуры как оперкулятные.



Фототаблица I. Пыльцевые зерна вида *Iris reticulata* M. Bieb.

1-2 – фуксин: 1 – вид сверху, 2 – вид сбоку (кольцевая борозда), 3-4 – ацетализ:
3 – скульптура экзины, 4 – экзина, столбчатый слой (СМ); 5 – полубок,
6 – вид сверху, 7 – вид сбоку, 8 – скульптура экзины, 9 – скульптура бороздной мембраны
(СЭМ) (масшт. линейка: 1-2 – 10 мкм, 3-4 – 3 мкм, 5-7 – 10 мкм, 8-9 – 5 мкм.

В процессе исследований на уровне СМ нами был проведен также сравнительно-палиноморфологический анализ данных по различным образцам вид *I. reticulata*, собранным с территории Армении и Грузии, а также сравнение наших данных с данными других авторов. В частности, у одного из армянских образцов (ERE, 130931) пыльцевые зерна по своим общим размерам крупнее (до 20 %), чем у других образцов собранных как с территории Армении, так и с территории Грузии (табл. 1).

Литературные данные по общим размерам пыльцевых зерен (длине и ширине п. з.), приведенные Родионенко [6] по виду *I. reticulata* (с образца, также собранного с территории Армении) в целом совпадают как с нашими усредненными данными по общим размерам пыльцы, так и интервалами вариаций по данному признаку. С другой стороны, результаты исследования особенностей морфологии

пыльцы указанного вида, проведенные Dönmez, İşiK [9] показали, что пыльцевые зерна у образцов, собранных на территории Турции, по своим размерам несколько крупнее, чем у всех изученных нами образцов.

Таблица 1. Некоторые палиноморфологические данные по виду *Iris reticulata* M. Bieb. на уровне светового микроскопа (СМ)²

Вид	Длина п. з. (мкм)	Ширина п. з. (мкм)	Толщина экзины (мкм)	Номера образцов
<i>I. reticulata</i> (сбор из Армении)	86,2-115/ 96,51	69,2- 93,0/ 82,97	1,7-2,8/ 2,0	ERE, 130931
<i>I. reticulata</i> (сборы из Армении)	62,2-87,6/ 74,76	52,9-74,8/ 60,86	1,6-2,3/ 2,0	ERE, 130932 ERE, 192811
<i>Iris reticulata</i> (сбор из Грузии)	54,4-86,2/ 71,96	48,6-56,8/ 53,62	1,6-2,1/ 1,88	ERE, 5267

Что касается типа апертур, то, в отличие от приведенных выше литературных данных [10, 6, 2], в исследованных нами образцах были отмечены пыльцевые зерна не только с одной кольцевой бороздой, но также и с одной дистальной бороздой, при этом в некоторых случаях борозда может заходить на проксимальный полюс.

Благодарности. Приносим свою благодарность коллективу Центра эколого-ноосферных исследований НАН РА (Ереван, Армения) за содействие при проведении исследований на сканирующем электронном микроскопе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аветисян Е.М. Упрощенный ацетолитный метод обработки пыльцы. Бот. журн., 35, 4, с. 385-387, 1950.
2. Аветисян Е.М., Мехакаян А.К., Айрапетян А.М. Описание пыльцевых зерен однодольных. Тахтаджян А.Л. (ред.). Флора Армении, 10. A.R.G. Gantner Verlag KG Ruggell/Liechtenstein, 610 с., 2001.
3. Бобров А.Е., Купрянова Л.А., Литвенева М.Б., Тарасевич В.Ф. Споры папоротникообразных и пыльца голосеменных и однодольных растений флоры европейской части СССР. Ленинград, 207 с., 1983.
4. Габриэлян Э.Ц. Сем. Iridaceae. Флора Армении, 10. A. R. G. Gantner Verlag KG Ruggell/Liechtenstein, 610 с., 2001.
5. Купрянова Л.А., Алешина Л.А. Палинологическая терминология покрытосеменных растений. «Наука», Ленинград, 84 с., 1967.
6. Родионенко Г. И. Род Ирис – Iris L. Москва, Ленинград, 215с., 1961.
7. Смольянинова Л.А., Голубкова В.Ф. К методике исследования пыльцы. Докл. АН СССР, 75, 1, с. 125-126, 1950.
8. Эрдтман Г. Морфология пыльцы и систематика растений. М., 486 с., 1956.

² После косой линии в таблице приведены усредненные данные, полученные при измерении 10 пыльцевых зерен.

9. *Dönmez E. O., Işık S.* Pollen morphology of Turkish Amaryllidaceae, Ixioliriaceae and Iridaceae. *Grana*, 47, p. 15-38, 2008.
10. *Dykes W. R.* The genus *Iris*. Cambridge, 1913.
11. *Goldblatt P. & Le Thomas A.* Pollen apertures, exine sculpturing and phylogeny in Iridaceae subfamily *Iridoideae*. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 75, p. 301-315, 1992.

Поступила 11.02.2022



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 1 (74), 2022

DOI:10.54503/0366-5119-2022.74.1-98

ԵՐԵՎԱՆԻ ԶԲՈՍԱՅԳԻՆԵՐԻ ԵՎ ՊՈՒՐԱԿՆԵՐԻ ԲՈՒՐՈՒՄՆԱԿԵՏ ՈՐՈՇ ԾԱՌԱՏԵՍԱԿՆԵՐԻ ՎՆԱՍԱՏՈՒՆԵՐԸ

Ա.Յ. ԲԱԲԱՅԱՆ¹, Վ.Ս. ՅՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ²

¹Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան, ասպիրանտ

²ՀՀ ԳԱԱ կենդանաբանության և հիդրոէկոլոգիայի ԳԿ-ի կենդանաբանության ինստիտուտ
babayanarman9627@gmail.com

Յետազոտվել են Երևանի այգիներում և պուրակներում լայնորեն տարածված Կեղծ ալկացիայի (ընտ. Fabaceae; Robinia pseudoacacia. 1753), Լորենի մանրատերևի (ընտ. Tiliaceae; Tilia cordata. 1768), Թխենի սովորական (ընտ. Rosaceae; Padus racemosa. 1753) և Սակուրայի (ընտ. Rosaceae; Prunus serrulata. 1830) վնասատուները: Ըստ մեր դիտարկումների՝ արդեն վաղ գարնանը նշված բուսատեսակների վրա կարելի է նկատել Կեղծ վահանակիր (Parthenolecanium corni), Ոսկետուտ (Euproctis chrysorrhoea) և լիճներ (Aphis laburni Kalt. և Myzus cerasi): Նշվում են առանձին վնասատուի վնասի աստիճանը, կենսաբանական և էկոլոգիական առանձնահատկությունները:

Բուրավետ ծառեր – վնասատուներ – կենսաէկոլոգիական առանձնահատկություններ

Изучены широко распространенные в парках и садах Еревана вредители *Robinia pseudoacacia* (Fabaceae; 1753), *Prunus serrulata* (Rosaceae; 1830), *Tilia cordata* (Tiliaceae; 1768), *Padus racemosa* (Rosaceae; 1753). Выявлено, что ранней весной на указанных видах растений можно наблюдать *Parthenolecanium corni* Bouche, *Euproctis chrysorrhoea*, *Aphis laburni*, *Myzus cerasi*. Указываются степень поражения того или иного вредителя на деревьях, биологические и экологические особенности.

Душистые деревья – вредители – биоэкологические особенности

The pests *Robinia pseudoacacia* (Fabaceae; 1753), *Prunus serrulata* (Rosaceae; 1830), *Tilia cordata* (Tiliaceae; 1768), *Padus racemosa* (Rosaceae; 1753), which are widespread in the parks and gardens of Yerevan, were studied. It was discovered that *Parthenolecanium corni* Bouche, *Euproctis chrysorrhoea*, *Aphis laburni* and *Myzus cerasi* can be observed on the mentioned plant species in early spring. The degree of damage of a particular pest on the trees, biological and ecological features.

Fragrant trees – pests – bioecological features

Դեկորատիվ բուրումնավետ ծառատեսակները Երևան քաղաքի կանաչ գոտիների ու պուրակների կարևոր բաղադրիչներն են: Այդ ծառատեսակներն օժտված են փոշեպաշտպան, ծխապաշտպան, աղմկապաշտպան հատկություններով, ունեն նաև գեղագիտական մեծ արժեք [11]:

Վերջին տարիներին դիտվող կլիմայի գլոբալ փոփոխությունները, բաղաբաշխական լայնամասշտաբ միջոցառումները, ինչպես նաև կանաչապատման գոտիներ ներմուծված բուրումնավետ նոր ծառատեսակները (Մազնոլիա՝ *M. Soulangeana*, Սակուրա՝ *P. serrulata*), լինելով մեղրատու, այգի են «բերում» մեծ թվով միջատներ, այդ թվում և փոշոտող, դրանով իսկ նպաստելով այլ բուսատեսակների կենսաբանական գործընթացներին: Սակայն կարող են այգիներ բերել նաև վնասատուների նոր տեսակներ: Հաշվի առնելով վերն ասվածը՝ անհրաժեշտ է հսկողության տակ պահել Երևանի կանաչապատման գոտիների բուրումնավետ ծառատեսակները: Ժամանակին ֆիքսել հիվանդությունները, վնասատուները և դրանց վարակի ինտենսիվության և էքստենսիվության սեզոնային փոփոխությունները [1]:

Դեկորատիվ նշանակության բուսատեսակների վնասատուներով զբաղվում են՝ միջատաբաններ, բուսաբաններ, ագրոնոմներ և այլ մասնագիտության բազմաթիվ գիտնականներ [2, 6, 9, 12, 13]: Սակայն վերջին տարիներին նմանատիպ հետազոտությունները խիստ անբավարար են [5, 7]:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտության նյութ են հանդիսացել 2020-2022 թթ. ընթացքում Երևան քաղաքի տարբեր կանաչապատման գոտիներում հետազոտված և գույքագրված բուրումնավետ ծառատեսակները և դրանց վնասատուները: Վաղ գարնանը՝ մինչ օրական միջին ջերմաստիճանի 6°C-ից բարձրանալը, հետազոտվող ծառերի բնի վրա փաթաթվել են որսացող միջատաբանական տոսնոզ գոտիներ, և պարբերաբար կատարվել են դիտարկումներ: Գոտիները փոփոխվել են 3 շաբաթը մեկ անգամ: Ողջ վեգետացիայի ընթացքում միջատաբանական հովանոցի օգնությամբ ծառերի մեխանիկական թափահարման կամ երկար ծողով ճյուղերին հարվածելու միջոցով կատարվել է վնասատուների հավաք: Կիրառել ենք նաև լուսաթակարդներ: Այգիներում կատարվել են երթուղային ուսումնասիրություններ, որոնց ժամանակ ուշադիր զննվել է ծառերի ողջ սաղարթը, արձանագրվել և հավաքվել են հայտնաբերված բոլոր ֆիտոֆագերը, որոնք գտնվել են զարգացման տարբեր փուլերում: Վնասատու միջատների նախահասուն փուլերը (թրթուրներ, հարսնյակներ) տեղափոխվել են ԳԱԱ կենդանաբանության և հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոն՝ բնահողի և միջատաբանության լաբորատորիա, դաստիարակվել են դրանք մինչև հասուն, որից հետո որոշվել է դրանց տեսակային կազմը: Կոլեկցիոն նյութերը ֆիքսվել են 70% էթիլ սպիրտում կամ պահվել են բամբակյա բարձիկների վրա: Հավաքված վնասատուների տեսակային պատկանելությունը որոշվել է մասնագիտական որոշիչների օգնությամբ [3, 4, 10,] և նույնականացվել են գիտական կենտրոնի միջատաբան մասնագետների օժանդակությամբ: Տարբեր այգիներում և պուրակներում ուսումնասիրությունները կատարվել են 5-10 օր պարբերականությամբ: Հետազոտված այգիներում ընտրվել են որոշակի վնասատուով վարակված 10 մոդելային ծառեր, և հաշվարկվել է այդ ծառերի վրա վնասատուներով բնակեցվածությունը: Վիճակագրական վերլուծությունը կատարվել է ըստ Լակիսի մեթոդի [8]:

Արդյունքներ և քննարկում: Կատարված լայնածավալ հետազոտությունների արդյունքում Երևանի այգիներում և պուրակներում հայտնաբերվել են բուրումնավետ ծառատեսակների (ակացիա, սակուրա, լորենի, գլեդիչիա և այլն) մի շարք վնասատուներ՝ ակացիայի կեղծ վահանակիր (կարգ՝ Homoptera, *P. corni* Bouche., 1844), ոսկետուտ (կարգ՝ Lepidoptera, *E. chrysorrhoea* Linnaeus, 1758), բալենու լվիճ (կարգ՝ Hemiptera, *M. cerasi* Fabricius, 1775) և ակացիայի լվիճ (կարգ՝ Hemiptera, *A. laburni* C.L.Koch, 1854): Հետազոտության արդյունքները բերված են աղ. 1-ում:

Ստորև ներկայացնում ենք այս վնասատուների որոշ կենսատեղոգիական առանձնահատկությունները, վնասակարության աստիճանը:

Ակացիայի կեղծ վահանակիր (P. corni) առկայությունն արձանագրվել է Երևան քաղաքի Կաղնուտ այգում, Կոմիտասի անվան զբոսայգում, բուսաբանական այգում և քաղաքի այլ կանաչապատ տարածքներում, որտեղ աճում են կեղծ ակացիաներ և գլեդիչիա: Դիտարկման ժամանակահատվածում՝ մարտ – ապրիլ ամիսներին, երբ այգիներում օդի ջերմաստիճանը հասել է 8°C-ի, ձմեռած թրթուրներն ակտիվորեն շարժվել են դեպի ծառերի սաղարթի վերին հարկը: Թրթուրների կուտակումներ նկատվել են ավելի երիտասարդ ճյուղերի վրա: Նրանք կեղևը ծակում են և մնում են դուրս ծորացող հյութով: Արդեն մայիս ամսին նկատվել են սեռահասուն էգեր, որոնք զուգավորվում են, ձվադրում և շուտով մահանում: Սաղմնային զարգացումը 18-20°C ջերմաստիճանի պայմաններում տևում է 19 օր: Չվերից դուրս եկած թրթուրներն անցնում են տերևների ստորին մակերեսի վրա և ամրանալով ջղերին՝ սկսում են ծծել հյութը:

Աղյուսակ 1. Երևանի այգիներում և պուրակներում հետազոտված բուրավետ ծառատեսակների վնասատուները

Անվանում	Կարգ	Ընտանիք	Վնասող ծառատեսակներ	Հայտնաբերման վայրը	Հայտնաբերման ամսաթիվ
Ակացիայի կեղծ վահանակիր (<i>Parthenolecanium corni</i> Bouche., 1844)	Հավասարաթևավորներ (Homoptera)	Կեղծ վահանակրեր (Coccidae)	Կեղծ ակացիա, գլեղիցիա	Կաղնուտ այգի (40.222353, 44.492873), Կոմիտասի անվան զբոսայգի (40.161608, 44.502807), Բուսաբանական այգի (40.212896, 44.557950)	08.05.21
Ոսկետուտ (<i>Euproctis chrysorrhoea</i> Linnaeus, 1758)	Թեփուկաթևավորներ (Lepidoptera)	Գեղամաթիթեռներ (Lymantridae)	Լորենի, կեղծ ակացիա	Բուսաբանական այգի (40.214419, 44.559001)	04.05.21
Ակացիայի լվիճ (<i>Aphis craccivora</i> , C.L.Koch, 1854)	Հավասարաթևավորներ (Homoptera)	Իսկական լվիճներ (Aphididae)	Կեղծ ակացիա	Հաղթանակ զբոսայգի (40.196637, 44.520741), Օդակածև զբոսայգի (40.183012, 44.524131), Մալաթիա այգի (40.179311, 44.458194)	08.08.20
Բալենու լվիճ (<i>Myzus cerasi</i> , Fabricius, 1775)	Հավասարաթևավորներ (Homoptera)	Իսկական լվիճներ (Aphididae)	Սակուրա, թխենի	Օդակածև զբոսայգի (40.183217, 44.524425), Բուենոս Այրեսի այգի (40.205844, 44.479756)	30.03.21

Ոսկետուտը (*E. chrysorrhoea*) բուսաբանական այգում հայտնաբերվել է լորենիների և կեղծ ակացիաների վրա: Թրթուրները ծմեռում են տերևներից պատրաստված ձմեռային բներում: Ձմեռած թրթուրները նկատվել են գարնանը՝ բողբոջների բացվելու շրջանում, երբ այգիներում ջերմաստիճանը հասել է 10-12°C-ի, և սկսել են սնվել: Սնվող թրթուրները նախ վնասում են բողբոջները, այնուհետև տերևները: Թրթուրների զարգացման այս փուլում այգիներին հասցված վնասն առավել մեծ է եղել: Թիթեռների թռիչքը նկատվել է հունիսի կեսերից մինչև օգոստոս, տաք եղանակին թռչում են երեկոյան և գիշերը: Սաղմի զարգացումը լաբորատոր պայմաններում՝ 20-25°C տևել է 15-20 օր: Ամառվա երկրորդ կեսին նոր դուրս եկած թրթուրների՝ այգիներին հասցրած վնասի աստիճանն անհամեմատ թույլ է եղել:

Ակացիայի լվիճը (*A. laburni*) ապրում է ակացիաների վրա, հայտնաբերվել է Երևանի բազմաթիվ զբոսայգիներում (Հաղթանակ զբոսայգի, Օդակածև զբոսայգի, Մալաթիա այգի), որոնք ծաղկման ժամանակ խիստ վարակում են հատկապես կեղծ ակացիաների ծաղիկները: Դրա հետևանքով ակացիայի կանաչ մասերն ամբողջությամբ չորանում են, աճը՝ դանդաղում: Ֆենոլոգիական հետազոտություններից պարզվել է, որ

նոյեմբեր ամսին զարգանում են թևավոր առանձնյակները, որոնք ձվադրել են մինչև կայուն ցրտերի սկսելը: Ձմեռում է ձվի փուլում բույսերի վրա:

Բալենու լվիճը (*M. cerasi*) հայտնաբերվել է Սակուրա և Թխենի ծառատեսակների վրա՝ Երևան քաղաքի տարբեր հատվածներում, այդ թվում՝ Օղակաձև զբոսայգում, Բուենոս Այրեսի այգում: Բալենու լվիճի սերնդահիմնադիրներն ունեն տանձանման տեսք, նրանց գունավորումը կարող է տատանվել կախված զարգացման փուլերից՝ բաց դարչնագույնից մինչև սև: Չարգացման որոշակի փուլում ի հայտ են գալիս իգական և արական առանձնյակներ, որոնք բեղմնավորվելուց հետո ամռան վերջին՝ օգոստոս ամսին, ձվադրել են ճյուղերի վերևի բողբոջների մեջ: Գարնանը, երբ զբոսայգիներում ջերմաստիճանը հասել է 15-18°C-ի, ձվերից դուրս են եկել թրթուրները: Հետազոտության ընթացքում բազմաթիվ անգամներ նկատվել է, որ ձմեռային դիմացկունության նվազման հետևանքով երիտասարդ շիվերի 25%-ը չորացել է: Ակացիայի կեղծ վահանակի (*P. corni*) բնակեցվածությունը հայտնաբերված 3 այգիներում (Կաղնուտ այգի, Կոմիտասի անվան զբոսայգի, Բուսաբանական այգի) կեղծ ակացիայի 10 մոդելային ծառերի վրա կազմել է համապատասխանաբար՝ 33%, 37%, 42%, 25%, 32%, 38%, 25%, 45%, 35%, 39%, իսկ գլեղիչիա սովորական ծառատեսակի վրա՝ 22%, 23%, 20%, 26%, 30%, 17%, 25%, 21%, 27%, 19%: Ոսկետուտի (*E. chrysorrhoea*) բնակեցվածությունը Բուսաբանական այգում լորենի ծառատեսակի 10 մոդելային ծառերի վրա կազմել է՝ 15%, 23%, 20%, 15%, 26%, 11%, 17%, 18%, 14%, 21%, իսկ կեղծ ակացիայի վրա՝ 12%, 18%, 17%, 14%, 19%, 10%, 11%, 18%, 22%, 9%: Ակացիայի լվիճի (*A. laburni*) բնակեցվածությունը հայտնաբերված 3 այգիներում (Հաղթանակ զբոսայգի, Օղակաձև զբոսայգի, Մալաթիա այգի) կեղծ ակացիա ծառատեսակի 10 մոդելային ծառերի վրա կազմել է՝ 41%, 54%, 50%, 48%, 43%, 51%, 62%, 35%, 41%, 55%: Բալենու լվիճի (*M. cerasi*) բնակեցվածությունը Օղակաձև զբոսայգում և Բուենոս Այրեսի այգում Սակուրա ծառատեսակների 10 մոդելային ծառերի վրա կազմել է 29%, 28%, 21%, 18%, 20%, 26%, 17%, 34%, 24%, 23%, իսկ թխենի սովորական ծառատեսակի վրա համապատասխանաբար՝ 17%, 30%, 24%, 28%, 25%, 21%, 19%, 32%, 14%, 38%: Նշված վնասատուների բնակեցվածության վերաբերյալ տվյալները բերված են աղ. 2-ում:

Ինչպես երևում է աղ. 2-ի տվյալներից, առավել ուժեղ վարակվածություն նկատվել է կեղծ ակացիա ծառատեսակի մոտ, որին կարող են վնասել հայտնաբերված *P. corni*, *E. chrysorrhoea*, *A. laburni* վնասատուները:

P. Corni-ն և *A. Laburni*-ն համեմատաբար մեծ տարածվածություն են ունեցել, որոնցով վարակը հետազոտված այգիներում կեղծ ակացիաների վրա կազմել է համապատասխանաբար՝ 40% և 51%, որոնց բնակեցվածությունը կազմել է՝ 35% և 48%:

Սակուրա ծառատեսակների վարակվածությունը *M. Cerasi* ֆիտոֆագով բավական թույլ է եղել (5%)՝ ունենալով 24% բնակեցվածություն: *E. Chrysorrhoea*-ի վարակվածությունը լորենի և կեղծ ակացիա ծառատեսակների մոտ կազմել է համապատասխանաբար՝ 10% և 12%, իսկ բնակեցվածությունը՝ 18% և 15%: Ֆիտոֆագերի բնակեցվածության վերաբերյալ վիճակագրական վերլուծության տվյալները բերված են աղ. 3-ում: Ներկայացված տվյալները կարող են ուղեցույց դառնալ քաղաքի կանաչապատման և բույսերի պաշտպանության աշխատանքների կազմակերպման գործընթացում:

Այսպիսով, Երևան քաղաքի պուրակներում արձանագրված բուրավետ ծառատեսակների վնասատուներից (*P. corni*, *E. chrysorrhoea*, *A. laburni*, *M. Cerasi*) համեմատաբար ավելի մեծ տարածվածություն ունեցել են *P. Corni*-ն և *A. laburni*-ն, որոնցով կեղծ ակացիա ծառատեսակները վարակված են եղել համապատասխանաբար՝ 40% և 51%:

Աղյուսակ 2. Երևանի այգիներում և պուրակներում բուրավետ ծառատեսակների ֆիտոֆագերի բնակեցվածություն

Վնասատուներ	Ծառատեսակներ	Ծառերի միջին բնակեցվածություն, %	Վարակված ծառերի քանակ, %
Ակացիայի կեղծ վահանակիր (<i>Parthenolecanium corni</i>)	Acacia	35	40
	Gledicia	23	24
Ոսկետուտ (<i>Euproctis chrysorrhoea</i>)	Tilia	18	10
	Acacia	15	12
Ակացիայի վիհ (<i>Aphis laburni</i>)	Acacia	48	51
Բալենու վիհ (<i>Myzus cerasi</i>)	Cherry blossom	24	5
	Padus	25	10

Աղյուսակ 3. Ֆիտոֆագերի բնակեցվածության վիճակագրական վերլուծություն

Վնասատուներ	Ծառատեսակներ	Միջին թվաքանակ, M	Միջին թվաքանակի միջին սխալը, m	Միջին քառակուսային շեղում, σ	Վարիացիայի գործակից, Cv
Ակացիայի կեղծ վահանակիր (<i>Parthenolecanium corni</i>)	Acacia	35,0	2,08	6,59	18,7
	Gledicia	23,0	1,26	4,0	17,3
Ոսկետուտ (<i>Euproctis chrysorrhoea</i>)	Tilia	18,0	1,4	4,5	25,5
	Acacia	15,0	1,3	4,3	29,3
Ակացիայի վիհ (<i>Aphis laburni</i>)	Acacia	48,0	2,5	8,0	16,8
Բալենու վիհ (<i>Myzus cerasi</i>)	Cherry blossom	24,0	1,6	5,3	22,2
	Padus	25,0	2,3	7,3	29,7

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Բաբայան Ա.Յ. Երևանի զբոսայգիների բուրավետ ծառատեսակների մի քանի տոր վնասատուներ. դրանց դեմ կենսաբանական պայքարի միջոցառումներ, Ագրոգիտություն և տեխնոլոգիա, Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան, 75, 3, Երևան, էջ 265-269, 2021:
2. Տեր-Գրիգորյան Ա.Զ., Մելիքյան Ա.Շ., Նիկոյան Ա.Գ., Թադջյան Մ.Մ. Մշակաբույսերի որոշ վնասատուների կենսաէկոլոգիական առանձնահատկությունները, Երևան, էջ 226, 2014:
3. Алексеевнина М.С., Есюнин С.Л., Крашенинников А.Б., Кутузова Т.М., Лямин М.Я., Паньков Н.Н., Преснова Е.В., Туунов А.В. Атлас-определитель беспозвоночных животных города Перми, Пермь, с. 39, 2014.
4. Арнольди К.В., Арнольди Л.В., Бей-биенко Г.Я., Борхсениус Н.С., Кириченко А.Н., Кожанчиков И.В., Никольская М.Н., Попов В.В., Рихтер А.А., Шапошников Г.Х. и Штакельберг А.А. Определитель насекомых, повреждающих деревья и кустарники полезащитных полос, М., с. 46, 1950.
5. Арутюнян Р.Г., Алексанян А.С., Арутюнян Г.А., Вредная энтомофауна кизильника (*Cotoneaster Medic.*), Материалы XVI международной конференции “Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России”, Назрань, с. 20-22, 2014.

6. *Евтушенко Н.С., Шаманская Л.Д.* Опасные Фитофаги Жимолости Синей (*Lonicera caerulea* L.) Уралосибирского Региона РФ, Современное садоводство, с.112, 2019.
7. *Калашян М.Ю., Марджанян М.А., Оганесян В.С., Арутюнова Л.Дж., Хачатрян А.Г., Арутюнян Р.Г., Мирумян Л.С., Карагян Г.А., Магомедова М.З., Креджян Т.Л., Аветисян А.А., Акопян Н.Х.* Предварительные данные по фауне беспозвоночных животных городского ландшафта (Mollusca, Insecta), Мат.-лы XXI международной конференции “Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России”, Магас, с. 333-335, 2019.
8. *Лакин Г.Ф.* Биометрия: учебное пособие для биологических специальностей вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М., Высшая школа, 351 с., 1990.
9. *Савковский П.П.* Атлас вредителей плодовых и ягодных культур, К. «Урожай», с.90, 1990.
10. *Трейвас Л.Ю.* Болезни и вредители декоративных садовых растений. Атлас-определитель, М., с. 36, 2007.
11. *Хессайон Д.Г.* Все о декоративных деревьях и кустарниках, Переводчик: Романова О. И., М., с. 111-112, 2007.
12. *Berim M.N.* "Pests: *Aphis craccivora* Koch. - Groundnut Aphid" Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. AgroAtlas, 2015.
13. *Frago E., Guara J., Pujade-Villar J. & Selfa S.* " Winter feeding leads to a shifted phenology in the browntail moth *Euproctis chrysorrhoea* on the evergreen strawberry tree *Arbutus unedo*". Agricultural and Forest Entomology. 12, 4, 381-388, 2010.

Ստացվել է 01.02.2022

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

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



Խմբագրության աշխատակիցներ՝
Նանասյան Ն.Ա., Սահակյան Ա.Լ., Սարգսյան Է.Գ.
Խմբագրության հասցեն՝ 0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ. 24 գ, սենյակ 11,
Հեռ. 010 56 08 31; 010 57 21 19, E-mail: bja@ysu.am

Сотрудники редакции:
Нанасян Н.А., Саакян А.Л., Саркисян Э.Г.
Адрес редакции: 0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна 24 г, комната 11,
Тел. 010 56 08 31; 010 57 21 19, E-mail: bja@ysu.am

Staff of Editorial office:
Nanasyan N.A., Sahakyan A.L., Sargsyan E.G.
Address of Editorial office: 0019, Yerevan, Marshal Baghramyan pr. 24 g, room 11,
Tel. 010 56 08 31; 010 57 21 19, E-mail: bja@ysu.am

Հրատ. պատվեր՝ N 1153
Ստորագրված է տպագրության՝ 22.03.2022:
Թուղթը՝ օֆսեթ. № 1:
6,5 տպ.մամուլ: Տպաքանակ՝ 150:
ՀՀ ԳԱԱ տպարան:
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ. 24: