

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

2018



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 LXX, 4, 2018

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.Յ. Եսայան (*պատասխանատու քարտուղար*), Գ.Գ. Գևորգյան, Ա.Յ. Թռչունյան, Լ.Ռ. Մանվելյան, Ս.Խ. Մայրապետյան, Ժ.Հ. Վարդանյան

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԽՈՐՀՈՒՐԴ

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Э.С. Геворкян (*главный редактор*), Р.М. Арутюнян (*заместитель главного редактора*), А.Г. Есаян (*ответственный секретарь*), Г. Г. Геворкян, А.А. Трчунян, Л.Р. Манвелян, С.Х. Маїрапетян, Ж.А. Варданян

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

THE EDITORIAL BOARD

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

THE EDITORIAL COUNCIL

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

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

• Փորձարարական և տեսական հոդվածներ •

Գևորգյան Գ.Ա., Ղազարյան Կ.Ա., Մովսեսյան Դ.Ս. Պոտենցիալ թունավոր տարրերի պարունակությունը Շամլուղի պղնձարդյունաբերական տարածքի (Հայաստան) հարակից հողերում. Էկոլոգիական, գյուղատնտեսական և առողջական ռիսկերի գնահատում.....	6
Բոնդարև Ա.Ի., Սայադյան Դ.Յ. Անտառների զույգագրման զարգացման ժամանակակից միտումները հետխորհրդային տարածքում.....	12
Մարմարյան Յու.Գ., Նավասարդյան Դ.Ս., Մարմարյան Գ.Յու. ՀՀ ներկրված գաանեկյան ցեղի այծերի վերարտադրությունը վաղ հասակում	25
Օսիպյան Լ.Լ., Սողոմյան Ե.Յու. <i>Septoria</i> ցեղի միկոմակարոյծների տարածվածությունը Հայաստանի Հանրապետության ֆլորիստական շրջաններում.....	30
Կարապետյան Ա.Գ. Չեռնոբիլյան ԱԷԿ-ի վթարի հետևանքների վերացմանը մասնակցած հայ լիկվիդատորների հիվանդացությունը և մահացությունը.....	35
Չապանյան Ե.Ն., Սարգսյան Մ.Ա. <i>Bacillus thuringiensis</i> տեսակի հիմքով տեղական բակտերիական միջատասպանների կենսաբանական արդյունավետությունը ձմեռային երկրաչափի թրթուրների դեմ.....	43
Հակոբյան Ս.Ն., Ղազարյան Ռ.Ս., Շահինյան Մ.Ա., Սարգսյան Ս.Ա., Բաբայան Յ.Ս. Նուկլեինաթթուների հետ դոքսոռուբիցինի և նեոտրոպիկի կապման թերմոդինամիկ պարամետրերի սպեկտրոֆոտոմետրիկ որոշումը	50
Չիլինգարյան Գ.Վ. Զվերցետիևի եւ տաքսիֆոլիևի փոխազդեցության մարդկ. Գ-բնադրու պլեթսային թելոմերներային ԴՆԹ-ի հետ համեմատական վերլուծությունը դինամիկ սիմուլյացիայի միջոցով.....	57
Օզանեզովա Գ.Դ., Աչոյան Ա.Լ. <i>Scilla</i> ցեղի տեսակային կազմի համեմատական վերլուծությունը Հարավային Կովկասի, Իրանի և Թուրքիայի ֆլորայում.....	62
Սոնյան Դ.Դ. Նոր պալինոմորֆոլոգիական տվյալներ <i>Caroxylon Thunb., Kaviria Akhiani</i> et E.H. Roalson և <i>Kali</i> Mill. (Chenopodiaceae Vent. ընտ.) ցեղերի որոշ տեսակների վերաբերյալ.....	69
Գալստյան Մ.Դ., Հովեյան Զ.Դ., Սիմոնյան Լ.Լ., Թումանյան Ե.Ա. Օրգանոմիքսի և կենսահեղուկի տարբեր չափաբանակների կիրառման ժամկետների ազդեցությունը կարտոֆիլի բերքի բանակի և որակական ցուցանիշների վրա	75
Գրիգորյան Ա.Ս. Որոշ նոր պիրիմիդինների և պիրիդոլ[1,2-α]պիրիմիդինների հակամոնոամինոօքսիդազային հատկություններ.....	81
Զհանգիրյան Տ.Ա., Հարությունյան Ս.Ս. Ծանր մետաղների պարունակությունը սննդային նշանակություն ունեցող որոշ բուսատեսակներում Արցախի Հանրապետության Դրմբոնի և Կաշենի մետաղահանքերին կից տարածքներում.....	85
Զալանթարյան Ն.Բ. <i>Parachlorella kessleri</i> կանաչ միաբջիջ ջրիմուռի որոշ արտադրողական հատկությունների բնութագրումը.....	90

•Համառոտ հաղորդումներ•

Օզանեզովա Գ.Դ., Հովհաննիսյան Մ.Է. Վ.Է. Ավետիսյանի հոբելյանի առթիվ.....	97
--	----

СОДЕРЖАНИЕ

•Экспериментальные и теоретические статьи•

<i>Геворгян Г.А., Казарян К.А., Мовсисян А.С.</i> Содержание потенциально токсичных элементов в почвах в окрестности Шамлугских меднодобывающих территории (Армения): оценка экологических, сельскохозяйственных рисков и угрозы для здоровья	6
<i>Бондарев А.И., Саядян О.Я.</i> Современные тенденции развития учета лесов на постсоветском пространстве.....	12
<i>Мармарян Ю.Г., Навасардян Д.С., Мармарян Г.Ю.</i> Репродукция завезенных в Армению коз зааненской породы в раннем возрасте	25
<i>Осипян Л.Л., Согоян Е.Ю.</i> Встречаемость микопаразитов рода <i>Septoria</i> во флористических районах Республики Армения.....	30
<i>Карапетян А.Г.</i> Заболеваемость и смертность армянских ликвидаторов как последствий аварии на Чернобыльской АЭС.....	35
<i>Чапаян Е.Н., Саркисян М.А.</i> Биологическая эффективность местных бактериальных инсектицидов на основе вида <i>Bacillus thuringiensis</i> против гусениц зимней пяденицы.....	43
<i>Акопян С.Н., Казарян Р.С., Шагинян М.А., Саркисян С.А., Бабаян Ю.С.</i> Спектрофотометрическое определение термодинамических параметров связывания доксорубина и нетропсина с нуклеиновыми кислотами.....	50
<i>Чилингарян Г.В.</i> Сравнительный анализ взаимодействия кверцетина и таксифолина с теломерной G-квадруплексной ДНК человека методом молекулярно динамической симуляции.....	57
<i>Оганезова Г.Г., Ачоян А.Л.</i> Сравнительный анализ видового состава рода <i>Scilla</i> во флоре Южного Кавказа, Ирана и Турции.....	62
<i>Сонян А.О.</i> Новые данные к морфологии пыльцы ряда видов из родов <i>Caroxylon</i> Thunb., <i>Kaviria</i> Akhani et E.H. Roalson и <i>Kali</i> Mill. (сем. <i>Chenopodiaceae</i> vent.).....	69
<i>Галстян М.Г., Овелян З.Г., Симонян Л.Л., Туманян Е.А.</i> Влияние сроков применения различных доз органомикса и биожидкости на количество и качественные показатели урожая картофеля	75
<i>Григорян А.С.</i> Антимоноаминоксидазные свойства некоторых новых пиримидинов и пиридо[1,2-а]пиримидинов.....	81
<i>Джангириян Т.А., Арутюнян С.С.</i> Содержание тяжелых металлов в некоторых видах растений, имеющих пищевое значение в приграничных территориях металлорудников Дрмбона и Кашена республики Арцах.....	85
<i>Калантарян Н.К.</i> Характеристика некоторых продуктивных свойств зеленой одноклеточной микроводоросли <i>Parachlorella kessleri</i>	90

•Краткие сообщения•

<i>Оганезова Г.Г., Оганесян М.Э.</i> К юбилею В.Е. Аветисян	97
---	----

CONTENTS

•Experimental and theoretical articles•

<i>Gevorgyan G.A., Ghazaryan K.A., Movsesyan H.S.</i> Potentially toxic elements content in soils in the vicinity of Shamlugh copper mining area (Armenia): ecological, agricultural and health risk assessment	6
<i>Bondarev A.I., Sayadyan H.Y.</i> Current trends of forest inventory in CIS countries.....	12
<i>Marmaryan Yu.G., D.S.Navasardyan, Marmaryan G.Yu.</i> Reproduction in the early age of saanen breed goats imported in Armenia	25
<i>Osipyan L.L., Soghoyan Y.Y.</i> Occurrence of mikoparazites of the genus of <i>Septoria</i> in the floristic regions of the Republic of Armenia.....	30
<i>Karapetyan A.G.</i> Diseases and death rate in Armenian liquidators of consequences of failure on the Chernobyl atomic power station.....	35
<i>Chapanyan E.N., Sargsyan M.A.</i> Biological efficiency of local bacterial insecticides on base of <i>Bacillus thuringiensis</i> species against the caterpillar of <i>Operophtera brumata</i>	43
<i>Hakobyan S.N., Ghazaryan R.S., Shahinyan M.A., Sargsyan S.A., Babayan Y.S.</i> Spectrophotometric determination of thermodynamic parameters of binding of doxorubicin and netropsin to nucleic acids.....	50
<i>Chilingaryan G.V.</i> Comparison Analysis of Quercetin and Taxifolin Interaction with Human Telomeric G-quadruplex DNA Hybrid form based on Molecular Dynamic Simulations.....	57
<i>Oganezova G.G., Achoyan A.L.</i> Comparative analysis of the species composition of the genus <i>Scilla</i> in the flora of the Southern Caucasus, Iran and Turkey.....	62
<i>Sonyan H.H.</i> New data to the pollen morphology of some species from the genera <i>Caroxylon</i> Thunb., <i>Kaviria</i> Akhani et E.H. Roalson and <i>Kali</i> Mill. (fam. Chenopodiaceae Vent.)	69
<i>Galstyan M.H., Hoveyan Z.H., Simonyan L.L., Tumanyan E.A.</i> The impact of application times of different dosages of organomix and bio-liquid on the potato growth, development and yield capacity	75
<i>Grigoryan A.S.</i> Antimonoaminoxidase properties of some new pyrimidines and pyrido[1,2-a]pyrimidines	81
<i>Jhangiryan T.A., Harutyunyan A.A.</i> Content of heavy metals in some plants of nutritional significance in areas adjacent metal ores of Drmbon and Kashen in Artsakh Republic.....	85
<i>Kalantaryan N.K.</i> Characteristics of certain productive properties of green microalgae <i>Parachlorella kessleri</i>	90

•Short communication•

<i>Oganezova G.G., Hovhannisyan M.E.</i> For the anniversary of V.E.Avetisyan.....	97
--	----



Biolog. Journal of Armenia, 4 (70), 2018

POTENTIALLY TOXIC ELEMENTS CONTENT IN SOILS IN THE VICINITY OF SHAMLUGH COPPER MINING AREA (ARMENIA): ECOLOGICAL, AGRICULTURAL AND HEALTH RISK ASSESSMENT

G. A. GEVORGYAN¹, K. A. GHAZARYAN², H. S. MOVSESYAN²

¹Scientific Center of Zoology and Hydroecology of NAS RA,

²Chair of Ecology and Nature Protection of Faculty of Biology of YSU
gev_gor@mail.ru

Ecological, agricultural and health risks of the soil pollution by potentially toxic elements (PTEs) (Cu, Pb, As, Ni, Zn, Co) in the vicinity of Shamlugh copper mining area located in the north-east of Armenia were investigated. The results of the study showed that the content of PTEs in the soils sampled in September 2014 may have posed serious risks to soil biological communities, human health as well as agricultural production, in case of soil used for agricultural purpose.

Soil – mining – potentially toxic elements – pollution – risks

Ուսումնասիրվել են Հայաստանի հյուսիս-արևելքում տեղակայված Շամլուղի պղնձարդյունաբերական տարածքի հարակից հողերի պոտենցիալ թունավոր տարրերով (ՊԹՏ) (Cu, Pb, As, Ni, Zn, Co) աղտոտվածության էկոլոգիական, գյուղատնտեսական և առողջական ռիսկերը: Հետազոտության արդյունքները ցույց են տվել, որ 2014 թ. սեպտեմբերին հավաքած հողանմուշներում ՊԹՏ պարունակությունը կարող էր առաջացնել լուրջ ռիսկեր հողի կենսահամակեցությունների, մարդու առողջության, ինչպես նաև գյուղատնտեսական նպատակով հողօգտագործման դեպքում գյուղատնտեսական արտադրության համար:

Հող – հանքարդյունաբերություն – պոտենցիալ թունավոր տարրեր – աղտոտում – ռիսկեր

Исследовано загрязнение потенциально токсичными элементами (ПТЭ) (Cu, Pb, As, Ni, Zn, Co) почв в окрестности Шамлугских медно-добывающих территорий, расположенных на северо-востоке Армении и его экологические, сельскохозяйственные риски, а также угрозы для здоровья. Исследования показали, что содержание ПТЭ в почвах, отобранных в сентябре 2014 г., может представлять серьезные риски для биологических сообществ почвы, здоровья человека, а также сельскохозяйственного производства в случае использования почвы в сельскохозяйственных целях.

Почва – добывающая промышленность – потенциально токсичные элементы – загрязнение – риски

Soil is an important natural resource to sustain life on earth because of its diverse functions that it plays in nature. It is the ultimate recipient of any waste that we throw or dispose as waste product in the environment [18]. Soil pollutants have an adverse effect on the physical, chemical and biological properties of the soil and reduce its productivity [12]. Soil pollution with such potentially toxic elements (PTEs) as heavy metals is a significant

environmental problem worldwide and in particular hotspots often occur around mining facilities [7, 14]. Accumulation of heavy metals in soil can degrade soil quality, reduce crop yield and the quality of agricultural products, and thus negatively affect the health of human, animals and the ecosystem [7]. They are non-biodegradable, non thermo-degradable and thus readily accumulate to toxic levels [3]. Heavy metal toxicity has an inhibitory effect on plants growth, enzymatic activity, stomata functions, photosynthesis activity, microbial activity and the accumulation of other nutrient elements and also damages the root system [13].

Armenia is a country rich with polymetallic ores. There are 670 construction material and aggregate mineral mines in Armenia, among which 270 are inactive mines (including 8 metal mines) and 400 active mines (including 22 metal mines) [17]. Mining and metallurgical industries are mainly concentrated in the southern (Syunik Marz) and northern (Lori Marz) parts of Armenia. Giving priority to economic development, the possible environmental effects of metallurgical industrial activities in these areas have been ignored or little attention has been paid. The insufficient management of discharges induced by mining activities has become a serious threat to the environment and human health [4]. The aim of the present study was to assess the ecological, agricultural and health risks of PTEs pollution in soils near Shamlugh copper mining area (ShCMA) in Lori Marz.

Materials and methods. Soils in the vicinity of ShCMA located in the north-east of Armenia were investigated. 6 observation sites were selected near Shamlugh copper mine (ShCM) (№№ 1-3), Chochkan tailing dump (ChTD) (№ 4) and ore transportation road (OTR) (№№ 5 and 6). A control site (№ 7) was selected about 4 km away from ShCM. The soil samples were collected from a depth of 0-20 cm in September 2014. They were stored in well labeled polyethylene bags for further laboratory analysis. The collected samples were air-dried at room temperature. The dried samples were grounded into powder by a laboratory mortar and pestle, sieved with 1 mm mesh sieve and stored in an air tight container prior to analysis. The soil samples were digested by the Aqua Regia (conc. HCl and conc. HNO₃ in ratio of 3:1) digestion method [21]. The digested soil samples were analyzed for PTEs (Cu, Pb, As, Ni, Zn, Co) using an atomic absorption spectrophotometer (PG990).

The ecological risks of PTEs in the soils were assessed according to the Potential ecological risk index (PERI) method proposed by Hakanson (1980). PERI was calculated based on the following equations [5]:

$$C_r^i = C_s^i / C_n^i, \quad (1)$$

$$E_r^i = C_r^i * T_r^i, \quad (2)$$

$$RI = \sum E_r^i, \quad (3)$$

where C_r^i is the pollution factor of a single element in soil; C_s^i is the measured concentration of a single element in soil; C_n^i is the background concentration of a single element in soil; E_r^i is PERI of a single element; T_r^i is the toxic response factor for a single element; RI is the comprehensive PERI [2, 5]. The classification of potential ecological risk categories according to the PERI values is presented in tab. 1 [5].

Table 1. The adjusted grading standard of potential ecological risk of PTEs in soil

E_r^i	Pollution degree	RI	Risk level	Risk degree
$E_r^i < 30$	Slight	$RI < 40$	A	Slight
$30 \leq E_r^i < 60$	Medium	$40 \leq RI < 80$	B	Medium
$60 \leq E_r^i < 120$	Strong	$80 \leq RI < 160$	C	Strong
$120 \leq E_r^i < 240$	Very strong	$160 \leq RI < 320$	D	Very strong
$E_r^i \geq 240$	Extremely strong	$RI \geq 320$	-	

Individual PTE pollution degree for agricultural production on soil was assessed by the following equation [9]:

$$PI = C_i / S_i, \quad (4)$$

where PI is the pollution index of each element in soil; C_i is the measured concentration of element i in soil; S_i is the maximum permissible concentration of element i for agricultural production on soil [1, 9]. The PI of each element is classified into five pollution categories: non-pollution ($PI < 1$), low level of pollution ($1 \leq PI < 2$), moderate level of pollution ($2 \leq PI < 3$), strong level of pollution ($3 \leq PI < 5$), very strong level of pollution ($PI \geq 5$) [9].

Integrated PTE pollution degree for agricultural production on soil was evaluated by the Nemerow integrated pollution index (NIPI):

$$NIPI = \sqrt{\frac{PI_{avg}^2 + PI_{max}^2}{2}}, \quad (5)$$

where PI_{avg} is the average value of the single pollution indices of all elements; PI_{max} is the maximum value of the single pollution indices of all elements [9, 16]. NIPI is classified into the following pollution categories: non-pollution ($NIPI \leq 0.7$), warning line of pollution ($0.7 < NIPI \leq 1$), low level of pollution ($1 < NIPI \leq 2$), moderate level of pollution ($2 < NIPI \leq 3$), high level of pollution ($NIPI > 3$) [9].

Carcinogenic health risks associated with PTEs in soil were examined based on the risk assessment methodology adopted from the U.S. Department of Energy and the U.S. Environmental Protection Agency (equations (6)–(12)) [15, 20]. The carcinogenic chronic daily exposure doses (DED) through oral ingestion (mg/kg/d), dermal absorption (mg/kg/d) and inhalation (mcg/m³) were calculated using equations (6)–(10):

$$DED_{ing} = \frac{C \times IR \times EF \times CF}{AT_{CA}}, \quad (6)$$

$$IR = \frac{ED_{child} \times IngR_{child}}{BW_{child}} + \frac{(ED_{adult} - ED_{child}) \times IngR_{adult}}{BW_{adult}}, \quad (7)$$

$$DED_{derm} = \frac{C \times ABS \times EF \times DFS \times CF}{AT}, \quad (8)$$

$$DFS = \frac{ED_{child} \times SA_{child} \times AF_{child}}{BW_{child}} + \frac{(ED_{adult} - ED_{child}) \times SA_{adult} \times AF_{child}}{BW_{adult}}, \quad (9)$$

$$DED_{inh} = \frac{C \times ET \times ED \times EF}{PEF \times 24 \times AT} \times 10^3, \quad (10)$$

where IR is soil ingestion rate-age adjusted (mg x year/kg/d); DFS is soil dermal contact factor-age adjusted (mg x year/kg/d); AT is averaging time for carcinogens (d) [19, 20]. The individual element non-carcinogenic hazard index (HI) value was calculated by equation (11):

$$HI = DED \times CSF / IUR, \quad (11)$$

where CSF is the oral and dermal cancer slope factor (mg/kg/d)⁻¹; IUR is the inhalation unit risk (mcg/m³)⁻¹ [6, 10, 11, 20]. The total carcinogenic hazard index (THI) value was calculated by the following equation:

$$THI = \sum_{i=0}^n HI = HI_{ing} + HI_{derm} + HI_{inh}. \quad (12)$$

Results and Discussion. The results of the study showed that PTEs content in the soils near ShCM, ChTD and OTR was noticeably higher than that in the control site located about 4 km away from ShCM which indicated that PTE concentrations in the soils were formed not only by natural factors but also under anthropogenic influence (fig. 1). The main anthropogenic source of PTE pollution in the area is supposed to be Shamlugh copper mining activity.

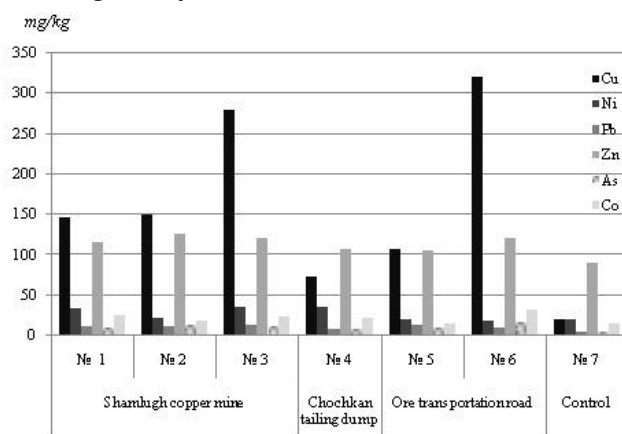


Fig. 1. Some PTE concentrations in the soils near ShCMA

PERI representing the sensitivity of biological communities to toxic substances and illustrating potential ecological risks is also introduced to assess the contamination degree of PTEs in the soils [8]. The index values (E_r and RI) showed that the soils in the vicinity of ShCMA were significantly polluted with PTEs which may have caused the medium-strong level of soil's biological health risks. The highest ecological risks may have been posed by Cu which is explained by high concentration of this element in the ore of ShCM. Potential ecological risks of individual elements were in the order of $E_r(\text{Cu}) \geq E_r(\text{As}) \geq E_r(\text{Pb, Ni, Co, Zn})$ (tab. 2).

Table 2. Individual and integrated element pollution degree for the biological health of the soils near ShCMA

Sampling site		$E_r(\text{Cu})$	$E_r(\text{As})$	$E_r(\text{Pb})$	$E_r(\text{Ni})$	$E_r(\text{Zn})$	$E_r(\text{Co})$	RI
ShCM	№ 1	B	A	A	A	A	A	C
	№ 2	B	A	A	A	A	A	C
	№ 3	C	A	A	A	A	A	C
ChTD	№ 4	A	A	A	A	A	A	B
OTR	№ 5	A	A	A	A	A	A	B
	№ 6	C	B	A	A	A	A	C

A – slight; **B** – medium; **C** – strong.

The results of the study showed that PTE pollution degree in the investigated soils may have adverse effects not only on the biological health of the soil but also on the

agricultural production, in case of soil used for agricultural purpose. The highest agricultural risks may have been posed by Cu and Co. Individual element pollution degree of different PTEs was in the order of $PI_{Cu} \geq PI_{Co} \geq PI_{As} \geq PI_{Zn, Ni, Pb}$ (soils near ShCM) and $PI_{Co} \geq PI_{Cu} \geq PI_{As} \geq PI_{Zn, Ni, Pb}$ (soils near ChTD and OTR) (tab. 3).

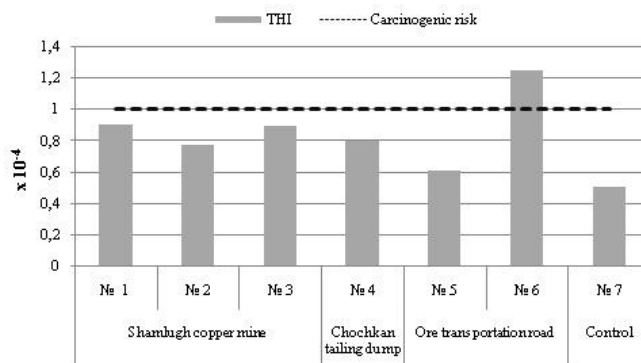


Fig. 2. Values of THI of PTEs in the soils near ShCMA

Generally, it can be stated that the Shamlugh copper mining activity caused significant PTE pollution in the soils which may not only have posed serious health risks to soil's biological communities and humans but also may have been dangerous for agricultural production, in case of soil used for agricultural purpose. Cu, Co and As were the main anthropogenic stressors in the investigated soils.

Acknowledgements

This work was supported by a research grant from the Armenian National Science and Education Fund (ANSEF) based in New York, USA (research project № plant-4928).

REFERENCES

- ՀՀ կառավարության որոշումը հողային ռեսուրսների վրա տնտեսական գործունեության հետևանքով առաջացած ազդեցության գնահատման կարգը հաստատելու մասին, 2005թ.: Հասանելի է՝ <http://www.arlis.am/DocumentView.aspx?DocID=13401> հասցեով:
- Darko G., Dodd M., Nkansah M.A., Aduse-Poku Y., Ansah E., Wemegah D.D., Borquaye L.Sh. Distribution and ecological risks of toxic metals in the topsoils in the Kumasi metropolis, Ghana. *Cogent Environmental Science*, 3, 1, pp. 1-15, 2017.
- Gevorgyan G.A., Ghazaryan K.A., Movsesyan H.S. Assessment of ecological and agricultural risks of heavy metal pollution of soils in the vicinity of Kapan City, Armenia. *Proceedings of the Yerevan State University*, 51, 3, pp. 193-197, 2017.
- Gevorgyan G.A., Ghazaryan K.A., Movsesyan H.S., Zhamharyan H.G. Human health risk assessment of heavy metal pollution in soils around Kapan mining area, Armenia. *Electronic Journal of Natural Sciences*, 29, 2, pp. 29-33, 2017.
- Hakanson L. An ecological risk index for aquatic pollution control. a sedimentological approach. *Water Research*, 14, 8, pp. 975-1001, 1980.
- Human health risk assessment (Appendix A). Available: www.tva.gov/kingston/eeca/App%20A%20HHRA.pdf
- Hu Y., Liu X., Bai J., Shih K., Zeng E.Y., Cheng H. Assessing heavy metal pollution in the surface soils of a region that had undergone three decades of intense industrialization and urbanization. *Environmental Science and Pollution Research*, 20, 9, pp. 6150-6159, 2013.

8. Islam M.S., Proshad R., Ahmed S. Ecological risk of heavy metals in sediment of an urban river in Bangladesh. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 24, 3, pp. 699-720, 2018.
9. Jiang X., Lu W.X., Zhao H.Q., Yang Q.C., Yang Z.P. Potential ecological risk assessment and prediction of soil heavy-metal pollution around coal gangue dump. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 14, 6, pp. 1599-1610, 2014.
10. Kamunda C., Mathuthu M., Madhuku M. Health risk assessment of heavy metals in soils from Witwatersrand gold mining basin, South Africa. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13, 7, pp. 1-11, 2016.
11. Liu Ch., Lu L., Huang T., Huang Y., Ding L., Zhao W. The distribution and health risk assessment of metals in soils in the vicinity of industrial sites in Dongguan, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13, 8, pp. 1-17, 2016.
12. Mishra R.K., Mohammad N., Roychoudhury N. Soil pollution: Causes, effects and control. *Van Sangyan*, 3, 1, pp. 1-14, 2016.
13. Mohamed Th.A., Mohamed M.A-K., Rabeiy R., Ghandour M.A. Application of pollution indices for evaluation of heavy metals in soil close to phosphate fertilizer plant, Assiut, Egypt. *Assiut University Bulletin for Environmental Research*, 17, 1, pp. 45-55, 2014.
14. Radu T., Diamond D. Comparison of soil pollution concentrations determined using AAS and portable XRF techniques. *Journal of Hazardous Materials*, 171, 1-3, pp. 1168-1171, 2009.
15. Regional screening level table (RSL) for chemical contaminants at superfund sites. USA, Washington: U.S. Environmental Protection Agency, 2011.
16. Sarala T.D., Sabitha M.A. Calculating integrated pollution indices for heavy metals in ecological geochemistry assessment near sugar mill. *Journal of Research in Biology*, 2, 5, pp. 489-498, 2012.
17. Sargsyan A., Petrosyan V., von Braun M., Grigoryan R. Heavy metals and reproductive health. Reproductive health problems among women of childbearing age in Alaverdi (Lori marz) and Artik (Shirak marz) cities: A cross-sectional survey. Yerevan, 2013. Available: http://sph.aua.am/files/2015/05/Aelita-Sargsyan_2013.pdf
18. Sarkar D., Shikha, Rakesh S., Ganguly S., Rakshit A. Management of increasing soil pollution in ecosystem. *Advances in Research*, 12, 2, pp. 1-9, 2017.
19. Shi P., Xiao J., Wang Y., Chen L. Assessment of ecological and human health risks of heavy metal contamination in agriculture soils disturbed by pipeline construction. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11, 3, pp. 2504-2520, 2014.
20. U.S. Department of Energy (USDOE): The risk assessment information system (RAIS). USDOE Oak Ridge Operations Office (ORO). USA, TN, Oak Ridge, 2011.
21. USEPA method 3050B: Acid digestion of sediments, sludges and soils. USA, DC, Washington: Environmental Protection Agency, 1996.

Received on 12.06.2018



СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ УЧЕТА ЛЕСОВ НА ПОСТСОВЕТСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

А.И. БОНДАРЕВ, О.Я. САЯДЯН

¹ Институт леса им. В.Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН, abondarev@ksc.krasn.ru

² Программа развития ООН в Армении, hovik.sayadyan@undp.org

В статье приведен ретроспективный анализ трансформации системы лесоучетных работ, существовавшей в Советском Союзе, на постсоветском пространстве. Показано что в различных странах сложились различные системы, которые можно охарактеризовать тремя направлениями развития: а) сохранение традиционной системы лесоустройства на базе развития технических средств и методов обработки атрибутивных и пространственных данных; б) развития, наряду с традиционной системой лесоустройства, национальных систем инвентаризации лесов в) реализация пилотных проектов по внедрению статистической инвентаризации лесов в условиях утраты традиционного лесоустройства. Статья, помимо методологического аспекта, имеет важное прикладное значение для развития национальной системы лесоучетных работ в Армении.

Лесоустройство – инвентаризация лесов – содружество независимых государств – атрибутивная база данных – картографирование

Հոդվածում ներկայացված է խորհրդային Միությունում գոյություն ունեցած անտառային գույքագրման համակարգի՝ հետխորհրդային տարածքում վերափոխման հետադարձ վերլուծություն: Ցույց է տրվում, որ տարբեր երկրներում առկա են տարբեր համակարգեր, որոնք կարող են ընդհանրացվել զարգացման երեք ուղղությունների մեջ. ա) անտառաշինության ավանդական համակարգի պահպանումը՝ հիմնված տեխնիկական միջոցների զարգացման և ատրիբուտային ու տարածական տվյալների մշակման մեթոդների վրա, բ) անտառաշինական ավանդական համակարգին զուգահեռ անտառային գույքագրման ազգային համակարգի մշակում և գ) անտառների վիճակագրական գույքագրման փորձնական նախագծերի իրականացում՝ ավանդական անտառաշինության կորստի ֆոնին: Բացի մեթոդաբանական կողմը հոդվածը կարելի է կիրառել նշանակություն ունի Հայաստանում անտառների գույքագրման ազգային համակարգի զարգացման համար:

Անտառային գույքագրում – նախկին ԽՍՀՄ երկրները – տվյալների թվային բազա և քարտեզագրում

The article presents a retrospective analysis of the transformation of the former Soviet Union forest inventory system in the CIS countries. It is shown that different states develop national systems that can be described by three patterns: a) maintenance of the traditional system of stand forest inventory matching with the expansion of advanced measuring tools and methods for processing attributive and spatial data; b) development of the national systems of statistical forest inventory along with the traditional system of forest inventory; and c) implementation of pilot projects on statistical forest inventory amid to the loss of traditional forest inventory system. The article illustrates the alternatives for the development of the national system of forest inventory in Armenia in addition to its methodological value.

Stand forest inventory – statistical forest inventory – CIS countries – digital database and mapping

Значение лесоучетных работ для организации использования лесов сложно переоценить, поскольку именно они предоставляют необходимую информацию для планирования различных видов использования лесов – от заготовки древесины и другой лесной продукции до сохранения экологических функций, включая биоразнообразие, присущее тем или иным типам лесной растительности. Последнее особенно актуально для Армении, где леса выполняют преимущественно защитные и средообразующие экологические функции.

В Советском Союзе существовала уникальная по своим масштабам система лесоучетных работ, более известная как “лесоустройство”, разработанная еще классиками российского лесоводства – Арнольдом, Морозовым, Орловым [2], которая функционировала на основе данных периодической сплошной таксации лесов с периодом повторяемости от 5 до 10 лет в зависимости от интенсивности ведения лесного хозяйства. Соответственно применялись различные разряды лесоустройства (I-IV) и методы таксации от измерительно-перечислительного при отводе лесосечного фонда в процессе лесоустройства до фотостатистического при устройстве отдаленных труднодоступных территорий Сибири и Дальнего Востока. Достаточно отметить, что в поздне-советский период ежегодные объемы лесоустроительных работ достигали 50 млн. га [2]. Первичной лесоучетной единицей являлся таксационный выдел. Он же выступал в качестве элементарного объекта лесоправления.

Материалы лесоустройства в советский период времени служили единственным источником информации как для принятия управленческих решений в сфере использования лесов (планов управления), так и инвентаризации лесов на национальном уровне и уровне отдельных субъектов (областей, республик, краев). Таким образом, лесоустройство выполняло две функции: операционного управления лесным хозяйством в форме проектов организации и развития лесного хозяйства по каждому лесхозу и государственной инвентаризации лесов в формате государственного учета лесов.

При проведении таксации лесов погрешности в определении таксационных показателей глазомерно-измерительным методом компенсировались детальной стратификацией лесного массива на элементарные участки, когда даже небольшие изменения в каждой из таксационных характеристик предполагали выделение самостоятельного выдела. Кроме того, существовала комплексная государственная система проверки точности лесоустроительных работ и тренировки инженеров-таксаторов в определении таксационной характеристики выдела и назначении лесохозяйственных мероприятий.

Проведение лесоустройства путем сплошной таксации всех выделов, даже на уровне лесхоза, являлось достаточно дорогостоящим мероприятием, и после распада Советского Союза в полном объеме сохранилось, помимо Российской Федерации (РФ), в Украине и Беларуси. В остальных республиках происходил и происходит процесс поиска альтернативных вариантов поддержания в актуальном состоянии информации о лесах.

Опыт Российской Федерации наиболее показателен в этом отношении и в полной мере позволяет проследить процесс такой трансформации. Поэтому ниже он будет рассмотрен более подробно.

Материал и методика. В основу проведения исследования положено изучение законодательных и нормативных актов постсоветских стран в области лесоучетных работ и разработки на их основе документов лесного планирования, литературных источников, а также собственный многолетний опыт авторов статьи.

Результаты и обсуждение. Распад Советского Союза привел к катастрофическому сокращению объема лесоустроительных работ в Российской Федерации. Государство оказалось не в состоянии поддерживать сложившуюся систему лесоустройства на столь огромной территории. И в качестве альтернативы для получения данных о лесном фонде страны была разработана и активно внедряется система Государственной инвентаризации лесов (ГИЛ) [3]. Лесоустройство, хотя и сократилось по объему, но остается основным методом лесоучетных работ для организации использования лесов. Соответственно, значительный объем его проводится за счет средств арендаторов лесных участков.

В настоящее время в соответствии с действующим Лесным кодексом [1] к основным системам учета и мониторинга лесов в Российской Федерации относятся: а) лесоустройство, б) государственная инвентаризация лесов, в) государственный лесной реестр, г) мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожарах, д) государственный лесопатологический мониторинг, е) государственный мониторинг воспроизводства лесов, ж) государственный кадастровый учет лесных участков, з) единая государственная автоматизированная информационная система учета древесины и сделок с ней.

Лесоустройство до сих пор является основной системой учета и мониторинга лесов, на информационной базе которой функционируют все остальные системы. Оно проводится во всех лесах, включая земли государственного лесного фонда, земли особо охраняемых природных территорий, земли обороны и безопасности и земли населенных пунктов, на которых расположены городские леса.

В отличие от советского периода, когда лесоустройство представляло собой единый комплекс различных видов работ, в настоящее время оно включает 6 видов работ, которые могут проводиться как в комплексе, так и раздельно: а) проектирование лесничеств и лесопарков; б) проектирование эксплуатационных, защитных и резервных лесов, а также особо защитных участков лесов; в) проектирование лесных участков; г) закрепление на местности местоположения границ лесничеств, лесопарков, эксплуатационных, защитных и резервных лесов, особо защитных участков леса и лесных участков; д) таксация лесов; е) проектирование мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов.

Визуализация выделов проводится путем дешифрирования космических снимков высокого разрешения (0.5-1м) в ручном или автоматическом режиме. Имеются результаты опытных работ по использованию лазерной съемки, но широкого распространения они пока не получили.

Обработка атрибутивной лесоустроительной информации производится в пакете сервисных программ СОЛИ (система обработки лесоустроительной информации), после чего производится выгрузка базы данных в различные ГИС-системы, в которых формируются тематические слои пространственной информации с привязанной к ним атрибутивной базой данных, на основании которых изготавливаются планшеты, планы лесонасаждений, схемы лесничеств и тематические лесные карты.

Государственными лесоустроительными предприятиями для собственных нужд, а также для использования на коммерческой основе лесничествами или арендаторами лесных участков разработаны лесные тематические ГИС, наиболее известными из которых являются ТОРОЛ-Л, ЛесГис, Лесфонд и др.

Существенное сокращение объемов лесоустроительных работ и их высокая стоимость и трудоемкость предопределили необходимость внедрения национальной системы инвентаризации лесов для контроля состояния лесного фонда в масштабах всей страны на основе выборочных методов. В рамках ГИЛ проводятся следующие мероприятия: а) дистанционный мониторинг использования лесов;

б) оценка мероприятий по охране, защите, воспроизводству и использованию лесов наземными способами; в) формирование федеральных информационных ресурсов; г) определение количественных и качественных характеристик лесов.

Наибольший интерес для настоящего исследования представляет последнее из перечисленных мероприятий, которое зачастую и рассматривается как национальная система инвентаризации лесов в РФ.

На основании информации, полученной по результатам исследований и измерений по государственной инвентаризации лесов, формируется база данных государственной инвентаризации лесов.

Внедрение ГИЛ началась в 2008 г. В ходе первого этапа, рассчитанного до 2020 г., предполагается создать сеть постоянных пробных площадей на всей территории страны в количестве 90 тысяч. По замыслу авторов это позволит определять общий запас лесов на уровне субъектов РФ и в целом страны с точностью до 5% [8]. ГИЛ проводится силами лесохозяйственных предприятий, входящих в федеральное государственное унитарное предприятие (ФГУП) «Рослесинфорг».

В методологическом плане пробные площади закладываются методом стратифицированной выборки, для чего все многообразие лесов России разбито на 49 страт, которые в свою очередь сгруппированы в 8 лесорастительных зон, включающих 34 лесных района.

По результатам актуализации данных о лесном фонде и данных статистической обработки пробных площадей формируется отчет по каждому лесничеству и включает 117 разделов, из которых 10 посвящено учету углерода. Запас углерода определяется для живых и сухостойных деревьев, валежа и пней (надпочвенная живая и мертвая биомасса). Для остальных компонентов лесной экосистемы (например: лесная подстилка, травяная растительность, почвенная органика) он отсутствует.

Сбор и обработка данных измерений производится в аппаратно-программном комплексе чешского производства, включающем измерительные приборы для определения показателей на пробных площадях, комплекс сервисных программ для обработки данных и переносные компьютеры для занесения данных непосредственно на пробных площадях и их первичную обработку. Несмотря на огромное количество измеряемых на пробных площадях показателей, в реальности лишь немногие из них имеют значение для целей управления лесным хозяйством и использования лесов.

На основании отчетов по лесничествам формируется общий отчет по субъекту по такой же форме. Когда завершается проведение ГИЛ во всех лесничествах, то формируется общий отчет по субъекту. Помимо субъектов Российской Федерации, пробные площади группируются по лесным районам.

Периодичность повторных наблюдений на пробных площадях предполагается 10-15 лет. После 2020 г. начнется второй этап реализации системы ГИЛ, в ходе которого будет проведена повторная инвентаризация пробных площадей, которая позволит получить динамику всех измеряемых показателей.

Государственный лесной реестр (ГЛР) является правопреемником прежнего государственного учета лесного фонда и представляет собой систематизированный свод документированной информации о лесах, об их использовании, охране, защите, воспроизводстве, о лесничествах, о лесопарках и др., который ведется на постоянной основе в масштабах страны по каждому лесничеству. В конце каждого календарного года лесные реестры по лесничествам передаются в территориальные органы управления лесным хозяйством, которые формируют государственный лесной реестр по субъекту РФ. На основании их формируется на ежегодной основе государственный лесной реестр страны.

Как и в случае с ГИЛ, данные ГЛР отсутствуют в публичном доступе и представлены в виде атрибутивных баз данных, но не визуализированы в виде картографических материалов ни на одном из этапов, начиная с лесничества и заканчивая национальным уровнем. Государственный лесной реестр включает 24 формы, разбитые на 4 раздела: а) леса и лесные ресурсы, б) использование лесов, в) охрана и защита лесов, г) воспроизводство лесов. Несмотря на внедрение государственной инвентаризации лесов, материалы лесоустройства пока остаются основой для ведения лесного реестра.

Таким образом, в Российской Федерации создана достаточно сложная система учета и мониторинга лесов, основу которой по-прежнему формируют данные лесоустройства, несмотря на то что в значительной степени они утратили свою актуальность по причине существенного сокращения ежегодных объемов лесоустроительных работ. Созданная система государственной инвентаризации лесов не в полной мере отвечает поставленным задачам, а получаемая в результате информация пока никак не интегрирована в систему государственного лесного реестра.

С распадом Советского Союза в **Украине**, также как и в Российской Федерации существенно сократилось финансирование лесоустроительных работ и прекратилось их выполнение за пределами республики [9].

В связи с уменьшением объемов полевых работ, а также изменениями в технологии и автоматизацией камеральной обработки материалов происходит постепенное сокращение численности специалистов. В 1997 г. прекратилось бюджетное финансирование аэрофотосъемки, в результате чего лесоустройства вынуждены были перейти к упрощению технологии, что не лучшим образом отражается на качестве работ. В 1992 г. было начато создание автоматизированной картографической базы данных в условной системе координат, а в 1994 г. – разработка прикладного программного обеспечения для использования персональных компьютеров и формирования на их основе по-выделных таксационных баз данных.

В настоящее время создан банк данных “Лесной фонд Украины”, который включает в себя базу данных “Таксационная характеристика земельных участков лесного фонда”, базу данных “Автоматизированная информационная картографическая система лесного хозяйства” и базу данных “Нормативно-справочная информация”. Осуществляется актуализации таксационных характеристик лесных насаждений в соответствии с их естественным ростом.

В стране внедрена технологии непрерывного лесоустройства; существенно расширены перечень и информативность исходной документации лесоустройства. С появлением различных модификаций полнотомеров глазомерно-измерительная таксация стала заменяться измерительно-перечислительной путем реласкопического измерения суммы площадей поперечного сечения деревьев на 1 га.

Использование технологии непрерывного лесоустройства и эксплуатация актуализированного банка данных дают возможность увеличить срок ревизионного периода между циклами базового лесоустройства до 15-20 лет. Переход на непрерывные лесоустройства обеспечивает участие лесоустроителей в формировании годовых (текущих) планов по лесному хозяйству, в осуществлении непосредственного контроля эффективности лесохозяйственных мероприятий, в автоматизированном ведении документации государственного учета лесов, ежегодном обновлении по-выделных баз данных.

Базовое лесоустройство при отсутствии существенных изменений в организации территории и основных положений ведения хозяйства повторяется через 15-20 лет. В интервале между периодическим базовым лесоустройством в процессе непрерывного лесоустройства через каждые 10 лет происходит обновление лесоустроительных материалов, срок действия которых истек. При этом из актуали-

зированных по-выделных баз данных лесоустройства программным путем изготавливаются новые таксационные описания, планшеты, планы лесонасаждений и карты-схемы, а также проектные ведомости на следующий 10-летний период.

Обновлению лесоустроительных материалов при непрерывном лесоустройстве предшествует (кроме натурной таксации участков, определенных лесоустроительной инструкцией) натурная таксация молодняков в возрасте до 20 лет, как наиболее динамичной возрастной группы насаждений, подходящей для эксплуатации спелых и последнего класса возраста приспевающих древостоев, а также ряд других категорий земель лесного фонда, наиболее проблемных в той или иной области страны, перечень которых протокольно определяется совместно с областным органом лесного хозяйства.

Как и большинство бывших советских республик, **Беларусь** сохранила государственную собственность на леса и организационную структуру лесного хозяйства в виде лесхозов. Соответственно сохранилась необходимость в проведении периодического лесоустройства. Лесоустройство проводится не реже одного раза в 10 лет по классическому методу классов возраста с элементами участкового метода с применением материалов завершеного почвенно-типологического обследования всех лесных земель для проектирования целевых насаждений.

Основными направлениями лесоустройства в постсоветский период является повышение точности определения запасов древесных ресурсов, использование цифровых аэро- и космоснимков высокого разрешения, составление цифровых лесных карт в единой системе координат, техническое переоснащение процесса производства полевых и камеральных работ. Уже в начале 2000-х годов была разработана технология автоматизированного формирования лесных карт, и к 2013 году цифровые карты были созданы для всех лесхозов республики [5].

Практически во всех лесхозах была внедрена сервисная лесная ГИС “Лесные ресурсы” – FORMAP и разработана информационная система управления лесным хозяйством. В 2012 г. была разработана мобильная версия FORMAP на базе операционной системы Android. В стадии завершения находится разработка единой многоуровневой геоинформационной системы лесного хозяйства “ГИС-Лес” для работы на уровне лесничества, лесхоза и областного управления лесами. Внедряется технология непрерывного лесоустройства, основу которого составляет базовое лесоустройство с периодом повторяемости 10-15 лет.

Для актуализации данных используется электронный учет выполненных лесохозяйственных мероприятий и внесение текущих изменений в распределенную базу данных под управлением СУБД ORACLE, содержащую интегрированные пространственные и атрибутивные данные о лесном фонде, лесных ресурсах, лесопользователях, почвах, гидрографической и дорожной сети, границах, лесной инфраструктуре и др. В качестве клиентского приложения предполагается использование многоуровневой системы «ГИС-Лес», обеспечивающей авторизованный доступ пользователей и обработку данных для принятия управленческих решений.

Минимальной учетной единицей системы является лесотаксационный выдел, для которого ведущей тенденцией является преобладание границ и таксационной характеристики, на основе которых предполагается в дальнейшем сформировать постоянные хозяйственные участки. Сведения о выделах актуализируются при проведении лесохозяйственных мероприятий или базового лесоустройства, а разновременная информация о проведенных мероприятиях и динамике таксационных показателей накапливается и хранится на протяжении всего периода роста насаждения. Это позволяет оценивать последствия хозяйственного воздействия на конкретное насаждение.

Прибалтийские страны, включая **Литву**, представляют собой пример дальнейшей трансформации управления лесами и проведения инвентаризации лесов, пока не свойственной другим странам бывшего Советского Союза. Принципиальным отличием является наличие различных форм собственности на леса. В настоящее время 50 % лесов страны находится в государственной собственности (42 лесных предприятия), 39 % принадлежит частным землевладельцам (248 тыс. лесовладельцев) и еще 11 % зарезервировано для приватизации [4].

Лесоустройство для государственных лесхозов выполняет Литовский институт лесоустройства и лесоправления. Лесоустройство и разработку проектов для частных лесовладельцев обычно проводят на конкурсной основе частные специалисты с лесным образованием, зарегистрированные в Государственной лесной службе (около 100 специалистов). В основе лесоустройства лежит по-выделная инвентаризация лесных участков объекта проектирования. Лесоустройство государственных предприятий проводится с периодичностью раз в 10 лет, частных – раз в 20 лет.

Каждые 5 лет проводится национальная инвентаризация лесов, которой подлежат все лесные земли независимо от форм собственности. Для этого территория страны разбита на сеть квадратов размером 5х5 км, внутри каждого из которых закладываются 4 учетных площадки, на которых определяются таксационные показатели древостоя, прирост древесины, запас срубленных деревьев и отпада, делается оценка естественного роста лесов и качества проведенных лесохозяйственных мероприятий.

При таксации лесов используются 3 метода определения таксационных показателей: а) глазомерная таксация; б) глазомерно-измерительная таксация (закладка реласкопических круговых площадок); в) перечислительная таксация на круговых площадках постоянного радиуса, как правило, размером 500 м².

В большинстве остальных стран бывшего Советского Союза система инвентаризации лесов была утрачена и до сих пор еще используются материалы советского периода, которые во многом потеряли свою актуальность. Вместо восстановления системы лесоустройства в ряде стран реализуются пилотные проекты, поддержанные международными донорскими организациями, направленные на создание систем статистической выборочной инвентаризации лесов. В частности, в 2015 г. в рамках проекта ПРООН/ГЭФ «Устойчивое управление земельными и лесными ресурсами в ландшафтах Большого Кавказского хребта» “Sustainable Land and Forest Management in the Greater Caucasus Landscape” [11] была разработана и опробована методология выборочной статистической инвентаризации в двух пилотных лесхозах республики Азербайджан.

Однако в большинстве стран пилотные проекты не получили дальнейшего развития в силу отсутствия национальной заинтересованности, кадров, способных их развивать, слабой технической оснащенности, позволяющей поддерживать и обрабатывать данные инвентаризации. Ну и, наконец, главной проблемой явилось непонимание местными лесными специалистами того факта, что выборочная статистическая инвентаризация не может стать основой для принятия управленческих решений на уровне отдельных лесных хозяйств.

В республике **Армения** на законодательном уровне существует утвержденная система учета лесов, в основных своих чертах преемственная системе лесоустройства, существовавшей в советский период. Лесной кодекс республики [12], принятый в 2005 г. в главе 5, определяет лесоустройство как основу устойчивого управления лесами. При этом основными задачами лесоустройства определены следующие: а) определение границ лесного хозяйства; б) проведение топографических работ и картографирование лесов; в) инвентаризация лесных земель, в

том числе описание природных условий, характеристика породного и возрастного состава, состояния лесов, качественные и количественные характеристики лесных ресурсов; г) установление места, порядка и способов выполнения лесовосстановительной рубки, рубки ухода, санитарной и иных рубок, мероприятий по лесовосстановлению и облесению, охране и защите леса, а также иных хозяйственных мероприятий с учетом породного состава лесов и наличия лесных дорог; д) обоснование классификации лесов по назначению; е) исчисление объемов расчетной лесосеки – лесовосстановительной рубки, рубок ухода, санитарной и иных рубок; ж) определение объемов работ по лесовосстановлению, облесению, защите, охране лесов и иных лесохозяйственных работ; з) описание биологического разнообразия, определение возможностей использования побочных и вторичных лесных материалов, лесных земель для культурных, оздоровительных и рекреационных целей.

В процессе лесоустройства, которое должно проводиться не реже одного раза в 10 лет, составляется проект для ведения лесного хозяйства, в котором дается комплексная оценка ведения лесного хозяйства и лесопользования за прошедший период, а также указываются мероприятия по ведению лесного хозяйства на предстоящие 10 лет.

После рассмотрения и утверждения лесоустроительного проекта уполномоченным органом государственного управления проект становится обязательным техническим документом при текущем и перспективном планировании ведения лесного хозяйства.

Состав лесоустроительных проектов, порядок проведения лесоустройства и лесоустроительная инструкция утверждены приказом Министерства сельского хозяйства республики Армении от 13.10.2005 № 130-Н [10].

Помимо лесоустройства, к системе учета лесов в республике Армения относятся: а) государственный учет лесов и лесных земель, б) государственный лесной кадастр, в) государственный лесной мониторинг.

Вместе с тем в законодательном поле отсутствует система национальной инвентаризации лесов, основанная на системе постоянных наблюдательных пунктов, позволяющая на периодической основе отслеживать изменения в лесном фонде на национальном уровне.

Несмотря на то что лесной кодекс страны допускает существование государственных, общинных и частных лесов, официально все леса республики относятся к государственным лесам и находятся в ведении Министерства охраны природы (МОП) как следствие реформ лесного сектора страны в конце 2017. До этого основная площадь лесов находилась в ведении Министерства сельского хозяйства (МСХ), а особо охраняемые природные территории (ООПТ) – в ведении Министерства охраны природы. Незначительные площади лесов находятся в ведении других ведомств, например, Министерства обороны.

В результате реформ лесного сектора страны на основе ГНКО «АрмЛес» МСХа был сформирован Государственный лесной комитет Армении при МОП. В состав лесного комитета входит Государственная лесная служба (на стадии формирования) и собственно ГНКО «АрмЛес». Намечаются также и иные структурные изменения, в частности, бывший отдел по развитию лесного хозяйства при МСХа перешел в МОП, где на его основе создано Агентство по разработке политики лесного и ООПТ секторов. В полномочия нового агентства входят разработка нормативной базы в сфере лесного законодательства, выдача разрешений по использованию лесов, рассмотрение норм лесопользования, утверждение планов управления (лесоустроительных проектов). Кроме того, на территории лесхозов объединения «АрмЛес» находится 13 заказников, управление которыми относится к полномочиям Агентства по управлению биоресурсами МОП. В структуре Мини-

стерства сельского хозяйства пока остается только Государственный центр мониторинга лесов, которого ждет реструктуризация в ближайшем будущем.

ООПТ, находящиеся в ведении Министерства охраны природы, занимают 25% площади лесов и представлены 3 заповедниками, 4 национальными парками и 27 заказниками, из которых 13 находятся на территории лесхозов, а также значительным количеством памятников природы [13].

Согласно действующему законодательству, и лесхозы, и особо охраняемые природные территории должны функционировать на основе планов управления, которые обновляются с периодичностью не более 10 лет. На настоящий момент из 19 лесхозов, входящих в объединение “АрмЛес”, 3 имеют планы управления, составленные еще в советский период в середине 80-х годов прошлого столетия, для двух лесхозов планы управления были составлены в период 2005-2006 годов, для остальных 14 планы были составлены в 2007-2008 гг. Особо охраняемые природные территории также имеют планы управления, но в их основе не лежит характеристика лесов. Заказники, находящиеся на территории лесхозов, самостоятельных планов управления не имеют. Сведения о них находятся в общем плане управления лесхоза.

В настоящее время, поскольку планы управления устарели, проходит их обновление. 10 планов управления будут составлены в 2018-2019 гг. при поддержке проекта ПРООН/ГЭФ “Внедрение устойчивого управления землями и лесами в горных ландшафтах северо-восточной Армении” (Mainstreaming Sustainable Land and Forest Management in Mountain Landscapes of North-eastern Armenia), 1 план – при поддержке Программы международного сотрудничества Германии (GIZ) в 2018 г., еще для 4-5 планов управления лесами выделены средства в республиканском бюджете на 2018 г.

В отличие от советского периода, составлению планов не предшествует полноценное лесоустройство. Планы составляются на основе частичного уточнения данных лесоустройства советского периода, сохраняя их преемственность, несмотря на существенное расширение включаемой в план информации, в первую очередь, за счет учета различных аспектов биоразнообразия, других экосистемных услуг, предоставляемых лесами, учета депонированного углерода. Планы, как правило, разрабатываются местными неправительственными организациями, например, НПО “Молодые лесоводы” (NGO “Young foresters”) или частными компаниями, например, “GeoInfo LLC” по результатам проводимых “АрмЛесом” тендеров, с привлечением зарубежных консультантов и специалистов.

Основной проблемой при этом является отсутствие местных квалифицированных специалистов, способных проводить полноценные лесоустроительные работы, включая установление и отграничение границ лесных массивов, таксацию лесов и назначение хозяйственных мероприятий.

На основе дешифрирования материалов дистанционного зондирования (аэро – или космоснимков) для всей территории лесхоза проводится выборочное уточнение отдельных характеристик с последующей таксацией отдельных выделов, где отмечаются большие изменения. При этом система контроля работ в части таксации лесов и назначения лесохозяйственных мероприятий реализуется частично со стороны государственного лесного мониторинга, поскольку нет специалистов, способных качественно проводить эти работы. На основе программного обеспечения СОЛИ вносятся изменения в по-выдельную атрибутивную базу лесотаксационной информации.

Собственная система обработки лесоустроительной информации в стране отсутствует. Для обработки привлекаются специалисты из Грузии, которые проводят обработку в уже упомянутом выше пакете сервисных программ СОЛИ, разра-

ботанных еще в советский период. Созданная лесная геоинформационная система (Forest Management Information System – FMIS) не решает этой проблемы, поскольку ориентирована на использование уже заранее подготовленной базы данных лесотаксационной информации.

Как уже отмечалось, национальная система инвентаризации лесов в стране отсутствует. Вместе с тем, попытки ее создания предпринимались. В этом отношении стоит упомянуть проект, реализованный в 1998-1999 гг. по оценке лесных ресурсов Армении (Armenia Forest Resources Assessment) на основе выборочной статистической оценки на площади 215 тыс. га. Проект реализовывался при поддержке шведского международного агентства по международному сотрудничеству СИДА (Swedish International Development cooperation Agency (SIDA).

Оценка проводилась методом двухступенчатой стратифицированной выборки. Все леса были разделены на 9 страт по возрастным группам, в которых закладывалось определенное количество круговых площадок. Всего было заложено 249 площадок. Представленность лесов одной площадкой в зависимости от конкретной страты составила от 414 до 1552 га. Важным результатом проекта явилась разработка подробной методики проведения инвентаризации применительно к условиям республики, разработка базы данных для накопления результатов измерений, а также тренинг местных специалистов по закладке учетных площадок.

В результате была получена сводная характеристика обследованной территории по породному составу лесов, запасу древесины, возрастному распределению, оценка прироста и ряд других показателей, которые позволили просчитать различные сценарии лесопользования.

К сожалению, созданная сеть пунктов учета, несмотря на выполненную привязку каждой площадки, не была сохранена. Существенным упущением при закладке площадок было отсутствие фиксации координат центра площадки. В дальнейшем созданная сеть пунктов мониторинга не была востребована. Одной из причин явилось непонимание того факта, что выборочная инвентаризация никак не коррелирует со сложившейся практикой лесопользования на уровне лесхоза, где первичной единицей учета лесных ресурсов и соответственно хозяйственной единицей был и остается лесотаксационный выдел.

В настоящее время в рамках вышеупомянутой программы ПРООН/ГЭФ реализуется подпроект по учету углерода в 5 пулах (надпочвенный живой и мертвый, лесная подстилка, лесная травяная растительность и почвенная органика в трех горизонтах -10, 20 и 30 см) лесных экосистем севера-востока Армении на основе стратификации основных типов леса, разбивки систем пробных площадок и статистической обработки данных инвентаризации. Цель этого подпроекта вычислить национальные коэффициенты депонированного углерода в лесных экосистемах и представить достоверные данные в Национальный кадастр парниковых газов. В этой работе используются все методы статистической лесной инвентаризации, что может служить еще одним шагом к созданию Национальной системы инвентаризации лесов.

В настоящее время при поддержке Программы международного сотрудничества Германии (GIZ) осуществляется доработка созданной в 2015 г. лесной геоинформационной системы (FMIS), позволяющей на уровне лесхоза осуществлять функции управления в интерактивном режиме, используя пространственную и атрибутивную базы данных лесохозяйственной информации. Несомненным преимуществом системы по сравнению с традиционным использованием материалов лесохозяйства на бумажных носителях является возможность использования в пространственной базе данных электронных тематических карт и материалов дистанционного зондирования, что повышает точность привязки проводимых меро-

приятый и позволяет уточнять характеристику лесов и произошедших изменений. Однако пока ее функционал не позволяет в полной мере вносить изменения в эти базы данных, в первую очередь, в пространственные по результатам хозяйственной деятельности или других изменений в лесах республики.

В Республике Армения создана комплексная система лесного мониторинга, который проводится государственной некоммерческой организацией (ГНКО) "Центр лесного государственного мониторинга". Функционал Центра позволяет отслеживать весь спектр изменений в лесах республики. При этом используются как методы анализа данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), так и натурные обследования участков, где такие изменения выявлены. Вместе с тем, данные, полученные в результате проведения мониторинга, пока никак не используются при ведении государственного учета лесов и лесного кадастра, а также не используются при актуализации материалов лесоустройства.

Стратегия развития работ по инвентаризации лесов определяется несколькими факторами: а) цель лесоинвентаризационных работ, которые в свою очередь имеют временной аспект: текущее или долгосрочное планирование развития лесного хозяйства и организационный уровень: отдельное предприятие, регион, страна; б) доля лесов, находящихся в частной и государственной собственности; в) уровень развития страны [6].

При этом основным критерием для всех стран является баланс между точностью получаемых данных и стоимостью их получения. Различают два типа (уровня) проведения лесоучетных работ [5].

1) Инвентаризация лесов отдельных регионов или страны в целом. Целью является формирование государственной лесной политики на основе полученных статистических данных, полученных, как правило, выборочными математико-статистическими методами. Метод применяется во многих странах мира: Австрия, Чехия, Финляндия, Швеция, Германия, Канада, США и др. и характеризуется сравнительно низкой стоимостью проведения работ.

2) Инвентаризация лесов отдельного предприятия или лесовладельца (в странах бывшего Советского Союза под этим термином подразумевается лесоустройство) в целях получения достоверной информации для текущего и среднесрочного планирования лесохозяйственной деятельности. При этом производится фрагментация отдельного массива на однородные участки, которые могут инвентаризироваться различными методами. Данный тип инвентаризации является основным в большинстве стран бывшего Советского Союза. Стоимость проведения работ существенно выше по сравнению с первым типом.

Выборочная статистическая инвентаризация лесов дает достоверные данные о лесах на национальном или субнациональном уровнях (отдельные регионы) в целом, в то время как для лесоустройства, как основы для оперативного и долгосрочного планирования на уровне отдельных предприятий, нужна детальная информация о каждой хозяйственной единице, которая и является единицей учета лесов. Статистическая инвентаризация – точечная, базируется на данных пробных площадей, лесоустройство характеризуется пространственным распределением и базируется на таксационных описаниях отдельных лесных участков, различающихся между собой по тем или иным характеристикам.

В большинстве западных стран, а среди стран бывшего Советского Союза – это страны Балтии и Российская Федерация, существуют оба типа инвентаризации лесов, успешно дополняя друг друга, но решая различные задачи. В этих странах сложилась 2-уровневая система лесоучетных работ: первый (нижний) уровень – периодическая таксация каждого лесного участка, которая обеспечивает информацией всю оперативную хозяйственную деятельность в лесу. Этой работой занима-

ются специализированные фирмы, зоной деятельности которых, как правило, являются отдельные государственные предприятия или частные лесовладельцы.

Но поскольку в условиях частной собственности на леса, преобладающей в западных странах, чрезвычайно трудно, а подчас и невозможно свести разрозненные в пространстве и времени материалы устройств многочисленных лесовладельцев, то приходится обращаться к статистическим методам учета в границах всего лесного фонда государства, методами, которые, во-первых, абсолютно независимы от лесоустройства и, во-вторых, дают обобщенные и достаточно точные статистические данные о всех лесах, причем, что особенно важно, на конкретный момент времени, поскольку проводится одновременно на всей территории страны в течение 1-2 лет.

Таким образом, учет лесов и планирование хозяйственной деятельности в западных странах обеспечивают две независимые друг от друга технологии, которые финансируются: первая (нижняя) – консолидировано лесовладельцем и государством, вторая – только государством. Государственная инвентаризация лесов западных стран, часто называемая национальной инвентаризацией, в условиях смешанной частно-государственной формы собственности на леса и высокого уровня финансирования, успешно решает задачу инвентаризации и всестороннего описания лесного фонда. Государственная система инвентаризации лесов должна быть независимой от других методов учета лесов, и это ее главное достоинство, как системы государственного надзора за состоянием и использованием лесов.

При проведении инвентаризации лесов и планировании хозяйственной деятельности в развитых странах широко применяются современные информационные системы, базирующиеся на СУБД, ГИС, автоматизированных методах анализа данных, включая пространственные, моделирование, прогнозирование и оптимизации. Примерами таких систем являются Hugin (Швеция) – система прогноза динамики лесных ресурсов и планирования лесохозяйственной деятельности для отдельных регионов и крупных предприятий, MetINFO (Финляндия), For Plan (США) [7].

При лесоинвентаризации широко используются данные дистанционного зондирования Земли, полученные с воздушных или космических аппаратов. Важной особенностью современных съемочных систем по сравнению с используемыми ранее является высокая точность координатной привязки изображений, составляющая 2-3 м на местности.

В последние годы в целях инвентаризации лесов начали широко использоваться материалы радиолокационной (РЛС) и лидарной (радарной) съемок. Синтезированные изображения, полученные на основе данных РЛС в различных диапазонах и при разной поляризации, позволяют выявить особенности лесного полога, а использование данных лазерной локации позволяет получить с высокой точностью трехмерный образ структуры древостоя.

Проведенный анализ показал, что в постсоветских странах четко проявляются три тенденции в развитии лесоучетных работ. Первая обусловлена полной преемственностью системы лесоустройства, оставшейся после распада Советского Союза. При этом характерно активное внедрение технических средств как в плане обработки данных, включая создание тематических ГИС программ, так и систем управления базами данных (СУБД) на региональном и национальном уровнях. К этому направлению развития в полной мере можно отнести Украину и Беларусь. Государство при этом полностью сохраняет монополию на проведение лесоучетных работ.

Второй тенденцией является создание национальных систем инвентаризации лесов на базе выборочных статистических методов сбора и обработки данных,

полученных инструментальным путем с одновременным развитием системы традиционного лесоустройства, прежде всего для мелких лесовладельцев или арендаторов лесных участков. Сюда можно отнести страны Балтии, в частности Литву, где присутствует частная собственность на леса и Российскую Федерацию. Проведение национальной инвентаризации лесов полностью относится к полномочиям государства, в то время как лесоустройство полностью или частично делегировано частным компаниям.

Третья тенденция заключается в отсутствии сложившейся национальной системы лесоустройства. До сих пор используются материалы последнего в советском периоде лесоустройства, как правило, давностью 30 и более лет. В то же время периодически реализуются пилотные программы по разработке систем статистической инвентаризации лесов, причем в основном при поддержке зарубежных донорских организаций, но к созданию полноценных национальных систем инвентаризации лесов они пока не приводят. Эту группу стран составляют страны Центральной Азии и Закавказья с небольшой по площади лесной территорией и с преобладанием лесов, выполняющих преимущественно защитные экологические функции.

Конечно, среди описанных тенденций есть и переходные, например в Грузии, где сохранилась фактически плановая система проведения лесоустройства, но где проведением лесосчетных работ как на основании государственного заказа, так и по заказам арендаторов лесов занимаются частные фирмы, но при сохранении контроля за качеством проводимых работ со стороны государства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лесной кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 4 декабря 2006 г. N 200-ФЗ (с изменениями на 29 декабря 2017 г.). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902017047>
2. Моисеев Н.А., Третьяков А.Г., Трейфельд Р.Ф. Лесоустройство в России. М., ФГБОУ ВПО МГУЛ, 268, с. ISBN 978-5-8135-0612-3. 2014.
3. Об утверждении методических рекомендаций по проведению государственной инвентаризации лесов: Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 10 ноября 2011 г. N 472 (с изменениями на 7 мая 2013 г.). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902325555>
4. Тебера А., Севрук П.В., Минкевич С.И. Лесное хозяйство и лесоустройство в Литовской республике. ISSN 1683-0377. Труды БГТУ. № 1, Лесное хозяйство, с. 46-49, 2015.
5. Толкач И.В. Основные направления развития системы лесоустройства и методов инвентаризации лесов Беларуси. ISSN 1683-0377. Труды БГТУ. № 1, Лесное хозяйство, с. 50-53, 2015.
6. Трейфельд Р.Ф. Государство не может и не должно стоять в стороне. Лесная газета. – 3 марта 2009 г.
7. Филипчук А.Н. Теоретические основы системы государственной инвентаризации лесов России/Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 34 с., 1996.
8. Филипчук А.Н., Хлюстов Д.В., Чадин Г.Н. Определение объема выборки для государственной инвентаризации лесов России. Лесной вестник, №3, с. 64-66, 2009,
9. <http://house-help.info/lesoustrojstvo-v-ukraine-istoriya-i-sovremennost/>
10. <http://www.arlis.am/DocumentView.aspx?DocID=35585>
11. http://www.az.undp.org/content/azerbaijan/en/home/operations/projects/sustain_development
12. <http://www.parliament.am/legislation.php?sel=show&ID=2423&lang=rus>
13. <http://www.mnp.am/ru/pages/213>

Поступила 24.07.2018



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4(70), 2018

ՀԱՆՐԱՊԵՏԱՆԻ ԶԱՆՈՒՄԻ ՑԵՂԻ ԱՅԾԵՐԻ ՎԵՐԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ՎԱՂ ՀԱՍԱԿՈՒՄ

ՅՈՒ.Գ.ՄԱՐՄԱՐՅԱՆ, Դ.Ս.ՆԱՎԱՍԱՐԴՅԱՆ, Գ.ՅՈՒ.ՄԱՐՄԱՐՅԱՆ

Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան
davitnav@gmail.com

Հետազոտվել են Ուկրաինայից Հայաստան ներկրված մաքրացել զաանենյան այծերի մաքիների և նրանցից ստացված առաջին սերնդի աճը և զարգացումը՝ վերարտադրության վաղ հասակում: Առաջին անգամ Հայաստանում շաանենյան մաքրացելներից 474 օրական հասակում ստացվել է առաջին ծինը: Պարզվել է, որ կենդանիների հղիությունը և ծինը ընթացել են նորմալ, իսկ ստացված սերունդը՝ ապահովել է նորմալ աճի և զարգացման օրինաչափությունը: Այսպիսի վաղ հասակում առաջին ծնի ստացումը տեխնոլոգիական նոր մոտեցում է Հայաստանում, ինչը կնպաստի ճյուղի եկամտաբերությանը և տոհմային կենդանիների արդյունավետ օգտագործմանը: Միաժամանակ անհրաժեշտ է գիտական հետազոտությունների հիման վրա մշակել և առաջարկություններ կատարել արտադրությանը փորձարկվող տեխնոլոգիաների ներդրելու համար:

Այծ – զաանենյան ցեղ – առաջին ծնի հասակ – կենդանի զանգված – արտադրվածք

Изучались рост и развитие маток подопытных коз зааненской породы, завезенных в Армению из Украины и полученных от них козлят первого поколения в раннем возрасте репродукции. Впервые в Армении в 474-дневном возрасте получено первое козление от зааненских чистопородных маток. Выявлено, что период беременности и козления протекали нормально, а полученное поколение обеспечило закономерное течение роста и развития организма. Получение первого козления в указанном раннем возрасте является новым технологическим подходом в Армении, что содействует более продуктивному использованию племенных животных и повышению прибыльности отрасли. Учитывая проведенные нами исследования, считаем необходимым разработать и рекомендовать производству внедрение данной экспериментированной технологии.

Коза – зааненская порода – возраст первого козления – живая масса – экстерьер

Growth and development of purebred Saanen breed of goat, imported from Ukraine to Armenia for first lactating females and their kids in the early first kidding age were investigated. According to the research it has been shown that goats litter, kids growth and development have been in a norm in (474) first kidding stage. Early first kidding stage is a new technology for goat breeding in Armenia, which Decreasing e will increase profitability of goat breeding and will promote effective use of pedigree goats.

Goat – saanen breed – first kidding stage – live weight – exterior

Այծերը հանդիսանում են ընտանի կենդանիներից ամենատարածվածները, որոնք բուծվում են տարբեր բնակիմայական պայմաններում [12]: Այծաբուծությունը կաթի արտադրության այլընտրանքային միջոց է: Ընդհանուր առմամբ, ներկայիս զարգացող աշխարհում, այծից ստացվող մթերքների արտադրության մեջ նախորդ տարիների համեմատությամբ նկատվում է ավելացում: Այծաբուծության մեջ գլխաբանակի ավելացման մասին են փաստում FAO-ի վիճակագրական տվյալները, որի համաձայն այծերի գլխաբանակը աշխարհում 2016 թ. կազմել է 1 002 810 հազար գլուխ,

որը 2,4 %-ով գերազանցել է 2015 թ., իսկ 3,9 %-ով՝ 2014 թ. ցուցանիշներին [17]: 2002-2012 թթ. ընկած ժամանակահատվածում արձանագրվել է այծերի կաթի քանակի տարեկան աճ՝ 28,5 %-ով, իսկ 2012 թվականից մինչև 2016 թ. այծերի կաթի արտադրության կայուն աճ չի արձանագրվել [17]:

Անասնաբուծությունում՝ մասնավորապես այծաբուծությունում, գլխաքանակի ավելացումը՝ մթերքների արտադրության ավելացման էքստենսիվ եղանակ է, որը դեռևս բավարար հանգամանք չէ տվյալ ճյուղի զարգացվածության գնահատման ու մթերքների ապահովվածության տեսանկյունից: Աշխարհում այծաբուծության զարգացման ուղղված աշխատանքները շարունակվում են իրականացվել տվյալ ճյուղի ինտենսիվացման միջոցներով: Ծյուղի ինտենսիվացումը իրենից ներկայացնում է կենդանիների կերակրման ու խնամքի, պահվածքի, վերարտադրության, բարելավման արտադրական գործընթացների մեթոդաբանական, ավտոմատացման, ռոբոտացման տեխնիկայի կիրառման, վերարտադրող կենդանիների ինտենսիվ օգտագործման, նոր՝ առավել արդյունավետ տեխնոլոգիաների ներդրման ճանապարհով: Ընդհանուր առմամբ, ինտենսիվացումը մեկ այծի հաշվով առավելագույնս բարձր որակի և քանակի մթերքի ապահովմանը միտված համալիր գործընթաց է, հնարավորինս ցածր ինքնարժեքով [10]: Համաձայն Մարմարյանի և ուրիշներ կոմից 2013 թ. ուսումնասիրության արդյունքների, ՀՀ-ում տեղական այծերի միջին կաթնատվությունը կազմել է 133,57 կգ [2]:

Սակայն աշխարհում առկա են այծերի ցեղեր, որոնք ունեն մասնագիտացված կաթնային ուղղություն: Առավելապես դա վերաբերվում է շվեյցարական ծագում ունեցող զաանեսյան ցեղի այծերին, որոնք ամենատարածված կաթնային ուղղության կենդանիներն են [16]:

Նյութ և մեթոդ: Ուսումնասիրությունները կատարվել են ՀՀ Ծիրակի մարզի, Կրաշեն համայնքում, զաանեսյան ցեղի այծաբուծական տնտեսությունում (Ֆերմեր՝ Արթուր Ստեփանյան): Կենդանիները ներկրվել են 2017 թ. սեպտեմբերին Ուկրաինայի տոհմային այծաբուծական տնտեսությունից:

Մաքիներին տրվող օրական կերաբաժինը բաղկացած է. 1,5 կգ խոտից, 0,3 կգ ծղոտից, 1 կգ կերի ճակնդեղից, 0,5 կգ համակցված կերից, որի սննդարար արժեքը կազմում է 1.44 կ.մ. կամ 19,5 ՄՋ (4541 Կկալ) փոխանակային էներգիա: Մաքիների կերակրումը կազմակերպվում է մսուրբում:

Առաջին ծնի 20 մայրերի պտղատվությունը կազմել է 135 %, ընդ որում ծնված արու ուլերի քանակը եղել է 44,4 %, իսկ եգերինը՝ 65,6 % գլուխ:

Կենդանիները գտնվում են շուրջտարյա մսուրային՝ ազատ պահվածքի պայմաններում: Առկա է զբոսաիրապարակ, որտեղ կենդանիներն ամբողջ օրը գտնվում են դրսում, բացառությամբ բուք օրերից, խնամքի լավագույն պայմաններում: Սահմանված ժամկետներում իրականացվում է անասնաբուծական կանխարգելիչ բոլոր միջոցառումները:

Մայրերի ծնից հետո ուլերը անմիջապես առանձնացվում են: Ուլերին մոր տակ չեն թողնում: Ուլերին առաջին յոթ օրը պարտադիր կերակրում են միայն մոր կաթով, որից հետո՝ համախառն կաթով, ընդ որում ուլերը սկզբնական շրջանում (մինչև 2 ամսականը) կերակրվում են օրական 4-5 անգամ, իսկ հետո՝ երկու անգամ՝ առավոտյան և երեկոյան: Առավոտյան կերակրվում են կաթի լիարժեք փոխարինիչով, իսկ երեկոյան՝ մայրական կաթով:

Մաքիների կիթը իրականացվում է մեթենայական կթի հատուկ սրահում, որտեղ յուրաքանչյուր այծ ստանում է խտացրած կեր՝ կթի սրահին ընտելանալու համար:

Սույն հետազոտությունում ներառված են ներկրված մաքրացել մաքիների և առաջին ծնից ստացված ուլերի աճի ու զարգացման գնահատման արդյունքները, որի նպատակով կատարվել է արտակազմվածքի չափումներ, կենդանիների կշռումներ, իսկ ստացված տվյալները մշակվել են կենսաչափական եղանակով [3]:

Արդյունքներ և քննարկում: Կենդանիների կշռումները և չափումներն ունեն կիրառական տարբեր նշանակություններ, ինչպես փորձագիտական, այնպես էլ սելեկցիայի և տոհմային գործի կազմակերպման և կիրառման համար [7]:

Արտակազմվածքի չափումները հնարավորություն են տալիս գնահատելու ցեղին բնորոշ կենդանիների նորմալ աճն ու զարգացումը, որոնք կախված արտաքին միջավայրի, կերակրման ու խնամքի պայմաններից փոփոխության են ենթարկվում: Բացի դրանից, արտակազմվածքի չափումները կարևոր ցուցանիշ են՝ արտացոլելու համապատասխանությունը ցեղի ստանդարտներին [14]:

Կենդանիների տնտեսական հատկանիշների բնութագրման տեսանկյունից կարևոր է նաև կենդանու առաջին ծնի հասակը: Համաձայն մի շարք հետազոտությունների առաջին ծնի հասակը ազդեցություն ունի կենդանիների հետագա աճի և զարգացման, կաթնային և մսային մթերատվության, կաթում սպիտակուցի և յուղի պարունակության վրա [4]: Ըստ ավանդույթի ոչխարների և այծերի առաջին զուգավորման հասակը համարվում է 18 ամսականը: Ինչպես արդեն նշվել է այս հետազոտության հիմնական խնդիրներից մեկը նաև պարզել է, թե վաղ հասակում (10-11 ամսական) զուգավորումը ինչպես է ազդելու մայրերի և ստացված սերնդի հետագա աճի ու զարգացման վրա:

Աղ. 1-ում ներկայացված է զաանենյան ցեղի այծերի առաջին ծնի հասակի ցուցանիշը.

Աղյուսակ 1. Չաանենյան ցեղի այծերի առաջին ծնի հասակը, օր (n=27)

Կենսաչափական ցուցանիշներ	Առաջին ծնի հասակը
Lim	374...536
M±m	474,4±10,2
Cv %	10,8
σ	51,5

Համաձայն ստացված տվյալների, ներկրված զաանենյան ցեղի այծերի առաջին ծնի միջին հասակը կազմել է 474,4 օր: Ըստ ուսումնասիրության տվյալների, զաանենյան ցեղի այծերի առաջին ծնի հասակը եղել է 417 օր, այսինքն մոտ 57 օրով ավելի վաղ են զուգավորվել, քան մեր ուսումնասիրությունների արդյունքներն են [5]: Համաձայն [13], զաանենյան ցեղի այծերի առաջին ծնի հասակը եղել է 402,28 ± 19,14 օր, որը մեր կիրառած տեխնոլոգիայի համեմատությամբ 72,12 օրով ավելի վաղ է իրականացվել առաջին ծնը:

Միևնույն ժամանակ, համաձայն մեկ այլ ուսումնասիրության, առաջին ծնի հասակը եղել է շատ ավելի բարձր 638 օր [8]: Կենդանիների աճի ու զարգացման ուսումնասիրության պահանջը հիմնականում առաջանում է կենդանիներին վաղ հասակում զուգավորման թողնելու, բուծման արդյունավետությունը բարձրացնելու և այլ նպատակներով: Մեր կողմից ուսումնասիրվել է նաև ներկրված այծերից առաջին ծնից ստացված ուլերի կենդանի զանգվածը նոր ծնված ժամանակ:

Մաքուր բուծմամբ տեղական սելեկցիայից ստացված առաջին սերնդի և իրենց մայրերի կենդանի զանգվածների ցուցանիշները նոր ծնված ժամանակ ներկայացված են աղ. 2-ում:

Աղյուսակ 2. Ներկրված զաանենյան մաքրացել կենդանիների և նրանցից ստացված ուլերի կենդանի զանգվածի ցուցանիշները՝ նոր ծնված ժամանակ

Կենսաչափական ցուցանիշներ	Կենդանի զանգվածը նոր ծնված ժամանակ, կգ			
	Տեղական վերարտադրության առաջին սերունդ (միջին), n=27	որից		Ներկրված մայրեր (համաձայն տոհմային քարտերի տվյալների), n=19
		եզ ուլեր, n=12	արու ուլեր, n=15	
Lim	1,6-3,8	2,4-3,8	1,6-3,8	2,9-3,4
M±m	2,8±0,1	2,5±0,1	3,2±0,2	3,1±0,03
Cv %	22,6	23,5	16,2	4,2
σ	0,6	0,6	0,5	0,1

Համաձայն ստացված արդյունքների, Հայաստանի պայմաններում մաքուր բուծմամբ ստացված ուլերի կենդանի զանգվածը նոր ծնված ժամանակ միջին հաշվով 0,3 կգ-ով գիշել է իրենց մայրերի նույն հասակում ունեցած կենդանի զանգվածին: Իսկ նվազագույն և առավելագույն կենդանի զանգված ունեցել են տեղում ստացված սերնդի կենդանիները, համեմատած իրենց մայրերի այդ ցուցանիշի հետ, որի արդյունքում կենդանի զանգվածի փոփոխականության գործակիցը շուրջ հինգ անգամ գերազանցում է առաջին վերարտադրության ցուցանիշը: Ստացված արու ուլերի կենդանի զանգվածը 28 %-ով գերազանցել է եզ ուլերի կենդանի զանգվածի ցուցանիշը, որը ևս օրինաչափ է:

Այսպես, նոր ծնված ուլերի կենդանի զանգվածը միջին հաշվով կազմել է 2,8 կգ, որը 0,4 կգ-ով զիջում է այլ հեղինակների կողմից ստացված ուսումնասիրության տվյալներին, համաձայն որի նոր ծնված ուլերի կենդանի զանգվածը կազմել է 3,25 կգ [15]: Հայաստանում ստացված նորածին ուլերը իրենց կենդանի զանգվածով զիջում են նաև այլ հեղինակների [6, 9] կողմից կատարված հետազոտության արդյունքներին, որոնց մոտ այն կազմել է 3,22 կգ: Նման երևույթը հավանաբար արդյունք է վաղ հասակում մաքիների զուգավորման տեխնոլոգիայի կիրառման, քանի որ այդ տարիքում դեռևս շարունակվում է նրանց աճն ու զարգացումը:

Նորածին ուլերի կենդանի զանգվածը պայմանավորված է լինում է նաև ծնված ուլերի քանակով: Համաձայն Safaa A. Abdalla և ուրիշներ ուսումնասիրության արդյունքների եռյակ ծնվելիս նորածինների կենդանի զանգվածը միջինում կազմել է 2,88 կգ, զույգատվության դեպքում՝ 3,20 կգ, համեմատաբար ավելի բարձր են եղել մեկակական ծնված ուլերի կենդանի զանգվածը՝ 3,68 կգ [15]:

Հետաքրքրություն է ներկայացնում նաև կենդանիների համեմատաբար վաղ հասակի զուգավորման թողնելու դեպքում մաքիների կենդանի զանգվածի ցուցանիշը՝ ծնից հետո, որը մեր կողմից հետազոտվել է և ներկայացված է ստորև (աղ. 3):

Աղյուսակ 3. Մաքիների կենդանի զանգվածի կենսաչափական տվյալները՝ ծնից հետո՝ լակտացիայի առաջին երկու ամիսների ընթացքում, (n=27)

Կենսաչափական ցուցանիշներ	Ծնից հետո՝ մեկ ամիս անց	Ծնից հետո՝ երկու ամիս անց
Lim	28,0-57,0	27,5-57,0
M±m	36,9±1,4	37,6±1,4
Cv %	19,9	18,8
σ	7,4	7,1

Ծնից հետո մաքիների կշռումները կատարել ենք երկու անգամ և ինչպես երևում է ծնից հետո կենդանի զանգվածը մեկ ամսվա ընթացքում ավելացել է ընդամենը 0,7 կգ-ով: Սա օրինաչափ է և ծնից հետո համեմատաբար ցածր կենդանի զանգվածը պայմանավորված է հետծննդյան շրջանով, մասնավորապես լակտացիայի շրջանով, որը ամենածանր և կենսաբանորեն ամենալարված շրջանն է ծնող կենդանիների համար:

Կենդանու գնահատումը՝ ըստ արտաքին տվյալների, կատարվում է մի քանի մեթոդներով և մենք կիրառել ենք մարմնամասերի չափումների մեթոդը [1]: Որոշել ենք արտակազմվածքի հետևյալ չափումները՝ մնդավի բարձրությունը, իրանի թեք երկարությունը, կրծքի խորությունը, կրծքի լայնությունը, կրծքի փաթը, Նախադաստակի փաթը: Ուսումնասիրել ենք մինչև 3 ամսական ուլերի և նրանց մայրերի արտակազմվածքը: Ստացված տվյալները ենթարկել ենք կենսաչափական վերլուծության (աղ. 4):

Ստացված առաջին ծնի ուլերի աճի ու զարգացման օրինաչափության գնահատման համար կատարել ենք համեմատություն մատղաշի մարմնամասերի և մայրերի մարմնամասերի միջև: Ըստ վերլուծության՝ ուլերի իրանի թեք երկարության, կրծքի խորության և կրծքի փաթի մարմնամասերի չափումները կազմել են մայրերի համանուն մարմնամասերի չափումների ցուցանիշի 54,8 % -ը:

Աղյուսակ 4. Ուլերի և նրանց մայրերի արտակազմվածքի ցուցանիշները

Կենսաչափական ցուցանիշները	Ուլեր (n=10)					
	Իրանի թեք երկ.-ը	Կրծքի խորությունը	Կրծքի լայնությունը	Կրծքի փաթը	Նախադաստակի փաթը	Մտդավի բարձր.-ը
Lim	26-37	13,5-19	11,0-15,0	38,0-48,0	5,0-7,5	34,0-41,0
M±m	31,8±1,5	16,9±0,7	12,2±0,4	43,4±1,2	6,23±0,2	35,5±0,8
Cv %	14,8	12,3	11,5	9,1	10,6	7,2
σ	4,7	2,1	1,4	3,9	0,6	2,5
	Մաքիներ (n=10)					
	Lim	28,0-34,0	18,0-23,0	75,0-82,0	7,4-8,5	57,0-66,0
M±m	58,0±0,4	30,8±0,6	19,5±0,5	79,2±0,7	7,8±0,1	61,9±0,8
Cv %	2,4	5,9	8,5	2,9	5,0	3,9
σ	1,4	1,8	1,6	2,3	0,4	2,4

Ուլերի կրծքի լայնության ցուցանիշը կազմում է մայրերի կրծքի լայնության ցուցանիշի 62,5 %-ը, նախադաստակինը՝ 79,8, իսկ մնդավի բարձրությունը՝ 57,3 %: Արտակազմվածքի մի շարք ցուցանիշներ համեմատելով Murat Y. և ուրիշների տվյալների հետ [11] կարելի է նշել, որ Հայաստանի պայմաններում ստացված ուլերի ցուցանիշները համահունչ են այլ հեղինակների տվյալների հետ: Սակայն մայրերի այդ նույն ցուցանիշի համեմատության դեպքում պարզվում է, որ Հայաստան ներկրված մաքրացել գաանենյան ցեղի այծերի մայրերի մնդավի բարձրությունը 12 սմ-ով զիջում է Murat Y. և ուրիշների կողմից ստացված այդ նույն ցուցանիշին: Իրանի թեք երկարությանցուցանիշով Հայաստանում ստացված ուլերը և իրենց մայրերը նույնպես զիջում են նշված հեղինակի կողմից ներկայացված համանուն ցուցանիշին:

Զաանենյան մաքրացել այծերից վաղ հասակում (474,4 օր) առաջին ծնի ստացման ժամանակ ապացուցվել է կենդանիների ծնի տրմալ ընթացքը, ստացված սերնդի տրմալ աճի ու զարգացման օրինաչափությունը: Այսպիսի տեխնոլոգիայի կիրառումը կնպաստի ճյուղի եկամտաբերությանը և այծաբուծության զարգացմանը Հայաստանում, քանի որ միաժամանակ ստացված այծի կաթնամթերքը մեծ պահանջարկ ունի և հաջողությամբ իրացվում է շուկայում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Մարմարյան Յու. Գ. Անասարբուծության հիմունքներ, Երևան 49 էջ, 2001:
2. Мармарян Г.Ю., Г.С. Маркарян. Молочная продуктивность и физико-химические свойства молока местных коз Армении, Биолог. журн. Армении, 65, 3, с. 107-111, 2013.
3. Плохинский Н.А. Биометрия, 2-е изд-е, изд-во Московского университета, с.367, 1970.
4. Alderson, A., Pollak, E.J. Age-season adjustment factors for milk and fat of dairy goats. Journal of Dairy Science. 63, p.148-151, 1980.
5. Boichard D., Bouloc N., Ricordeau G., Piacere A., Barillet F. Genetic parameters for first lactation dairy traits in the Alpine and Saanen goat breeds. Genetics Selection Evolution, BioMed Central., 21, 2, p. 205-215, 1989.
6. Bolacali M, Küçük M. Growth Performance and Survival Rates of Saanen Kids Raised in Muş Province. Journal of Institute of Science & Technology, 1, Issue 2. p. 125-131, 2011.
7. Cam, M.A., Olfaz M. and Soydan E. Possibilities of using morphometrics characteristics as a tool for body weight prediction in Turkish hair goats (Kilkeci). Asian Journal of Animal Veterinary Advances, 5, Issue 1, p. 52-59, 2010.
8. Cicero HO, Paul L, Bourne G. Thermoregulation and performance of British Anglo-Nubian and Saanen goats reared in an intensive system in Trinidad. Trop Animal Health Prod. 2011.
9. Concepta McManus, Filho G. S., Louvandini H., Dias L. T., Teixeira R. de A., Murata L. S.. Growth of Saanen, Alpine and Toggenburg Goats in the Federal District, Brazil: Genetic and Environmental Factors. Ciencia Animal Brasileira, 9, Issue 1, p. 68-75, 2008.
10. Fernando B. L., Arcadio de los R. B., Marcelo C. da S., Olivardo Facó, Raimundo Nonato Lôbo, Maria Clorinda Soares Fiorvanti, Concepta McManus. Breeding goals and selection criteria for intensive and semi-intensive dairy goat system in Brazil. Small Ruminant Research., 106, p. 110-117, 2012.
11. Murat Yilmaz I, H. Erbay Bardakcioglu, Tufan Altın. Comparison of some body measurements for saanen goats. University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Iasi. Seria Zootehnie, 65, p. 134-137, 2012.
12. Petrović C.V., Ilić Z., Ružić Muslić D., Petrović M.P., Petrović M.M., Tomić Z., Marinkov G. Analysis of environmental and genetic factors in growth characteristics of Balkan goat. Biotechnology in Animal Husbandry, 28, Issue 2, p. 275-282, 2012.
13. Ribeiro A.C, Lui J. F., Queiroz S.A., Ribeiro S.D.A., Resend K.T. Genetic and environmental effects on the age at first kidding and kidding interval in a Saanen goat herd. Ars Veterinaria. 16, Issue 3, p. 192-197, 2000.
14. Riva J., Rizzi R., Marelli S., Cavalchini G. Body Measurements in Bergamasca Sheep. Small Ruminant Research. p. 221-227, 2002.
15. Safaa A. Abdalla, Ibrahim A. Ishag, Mohamed-Khair A. Ahmed. Genetic and Environmental Factors Affecting Reproduction of Saanen Goats Raised Under Sudan Conditions. American Journal of Agricultural Science, 2, 3, p. 75-79, 2015.
16. American Goat Society https://americangoatsociety.com/education/breed_standards.php
17. FAO - <http://www.fao.org/faostat/en/#data>



Биол. журн. Армении, 4 (70), 2018

ВСТРЕЧАЕМОСТЬ МИКОПАРАЗИТОВ РОДА *SEPTORIA* ВО ФЛОРИСТИЧЕСКИХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

Л.Л. ОСИПЯН, Е.Ю. СОГОЯН

Ереванский госуниверситет, кафедра ботаники и микологии
losipyanyan@ysu.am

В работе обобщены данные о встречаемости паразитных грибов рода *Septoria* во флористических районах Республики Армения (по картам-схемам Тахтаджяна и Таманян-Файвуш). Обнаружено 223 вида, вариаций и форм грибов рода *Septoria*, которые паразитируют на 317 представителях покрытосеменных растений. По числу обнаруженных видов особенно выделялись 4 флористических района: Иджеванский, Ереванский, Лорийский и Севанский. Отмечены виды грибов повсеместно и редко встречающиеся. Сравнение двух карт флористического районирования не выявило существенной разницы в количестве видов *Septoria*. Отмечено непостоянство развития видов *Septoria*, как и многих других грибов, что является отражением изменчивости годовых погодных ритмов, участвовавших погодных аномалий, сейсмической активности, а также разрушительной антропогенной деятельности.

Микопаразиты – Septoria – флористические районы Армении

Աշխատանքում ընդհանրացված են Հայաստանի ֆլորիստիկ շրջաններում *Septoria* ցեղի մակարյուծ սկզբի տարածվածության վերաբերյալ տվյալները (ըստ Թախտաջյանի և Թամանյան-Ֆայվուշի բարտեզների): Հայտնաբերվել են *Septoria* ցեղի սկզբի 223 տեսակ, վարիացիա և ֆորմա: Ըստ հայտնաբերված տեսակների թվի առավել աչքի են ընկնում հետևյալ 4 ֆլորիստիկ շրջանները՝ Իջևանի, Երևանի, Լոռու և Սևանի: Նշվում են հազվադեպ հանդիպող, ինչպես նաև ամենուրեք տարածված սկզբի տեսակները: Ֆլորիստիկ շրջանների երկու բարտեզների համեմատությունը եական տարբերություններ չի բացահայտում *Septoria* սկզբի տեսակների բանական բաշխվածության մեջ:

Մակարյուծ սկզբ – Septoria – Հայաստանի ֆլորիստիկ շրջաններ

The data on the occurrence of parasitic fungi of the genus *Septoria* in the floristic regions of the Republic of Armenia are summarized (according to Takhtajan and Tamanyan-Fayvush maps). There are 223 species, variations and forms of *Septoria* fungi that parasitize on 317 representatives of angiosperms. Four floristic regions were particularly distinguished in the number of species found: Ijevan, Yerevan, Lori and Sevan. The species of ubiquitous and rarely occurring fungi are noted. Comparison of the two maps of floristic regions has not revealed any significant difference in the number of *Septoria* species.

Parasitic fungi – Septoria – Floristic regions of Armenia

Представители рода *Septoria* являются весьма распространенными фитопаразитными грибами. Они поражают в основном листья, а иногда и другие зеленые органы – плоды, плодоножки, черешки растений, вызывая преждевремен-

ное усыхание и отмирание отдельных участков ткани, что способствует угнетению роста и развития растения-хозяина. Возбудители септориоза заметно снижают основную экологическую функцию растений, а также практическую ценность полезных растений, как например, кормовую, пищевую, декоративную и др [3].

Целью настоящей работы было изучение распределения видов рода *Septoria* по флористическим районам Армении, выявление наиболее распространенных видов, сравнение разных флористических районов по встречаемости этих видов.

Территория современной Армении, несмотря на небольшой размер, около 30000 км², чрезвычайно богата разнообразной растительностью, что обусловлено нахождением ее на стыке двух различных флористических провинций – Бореальной и Древнесредиземноморской [6]. И, как отмечают Таманян и Файвуш [5], “... она является узлом, где переплелись самые различные флористические влияния, сталкивались и сталкиваются миграционные потоки разных направлений, сохранились участки с реликтовой растительностью, и на все это накладываются мощные видообразовательные процессы”. В 1954 г. Тахтаджян разделил всю территорию Армении на 12 флористических районов, отражающих особенности их флористического состава и основных экосистем [8]. Это флористическое деление является общепринятым и используется практически во всех ботанико-географических, флористических исследованиях. Однако эта классификация дана весьма схематично, без указания четких границ, что нередко затрудняет отнесение исследуемого вида к тому или иному флористическому району. В 2009 г. Таманян и Файвуш, используя современные методы картографирования, внесли в карту-схему Тахтаджяна ряд уточнений и изменений. Они уточнили границы Лорийского, Иджеванского, Апаранского и Ереванского районов, отказались от самостоятельности Арагацского и Гегамского районов, а Севанский и Зангезурский разделили каждый на два района: первый из них на Севанский и Арегунийский, а Зангезурский на Северный и Южный [5]. Признавая обоснованность внесения некоторых изменений в карту-схему флористического районирования, установленного Тахтаджяном, мы сочли возможным в настоящей работе провести сравнительное исследование по обеим картам.

Материал и методика. Материалом для наших исследований послужили собственные сборы грибов рода *Septoria*, начиная с 1950 г., материалы гербариев кафедры ботаники и микологии ЕГУ (ERHM), Института ботаники НАН РА (ERE) и все доступные литературные источники [2, 3, 7]. Микологический материал был собран в 12 флористических районах, выделенных Тахтаджяном и Таманян-Файвушом [5, 8]. Полученные нами данные позволили обобщить сведения о распространении видов *Septoria*, поражающих покрытосеменные растения на территории Республики Армения.

В основу работы положены методы маршрутно-экспедиционных и лабораторных исследований. Маршрутные обследования проводились в течение всего вегетационного периода. Изучали видовую принадлежность патогенов, сроки появления симптомов болезней, а также степень поражаемости видов растений. Сбор, описание и микроскопирование грибов проводились стандартными микологическими и фитопатологическими методами [1, 9, 10].

Результаты и обсуждение. Известно, что ареалы грибов фитопаразитов, какими являются виды *Septoria*, находятся в определенной зависимости от ареалов распространения растений-хозяев и их видового состава. Обычно ареал грибов бывает уже ареала растений-хозяев, так как грибы более чувствительны к условиям местообитания, их изменчивости и зависят от наличия инфекции. Кроме того, на инфицирование возделываемых культур существенно влияют и используемые меры борьбы с возбудителями болезни.

В Армении обнаружено 223 вида, вариаций и форм грибов рода *Septoria*, которые паразитируют на 317 представителях покрытосеменных растений.

Распределение изученных видов *Septoria* по флористическим районам Армении приведено на рис. 1, в котором обе карты нами представлены совмещенными.

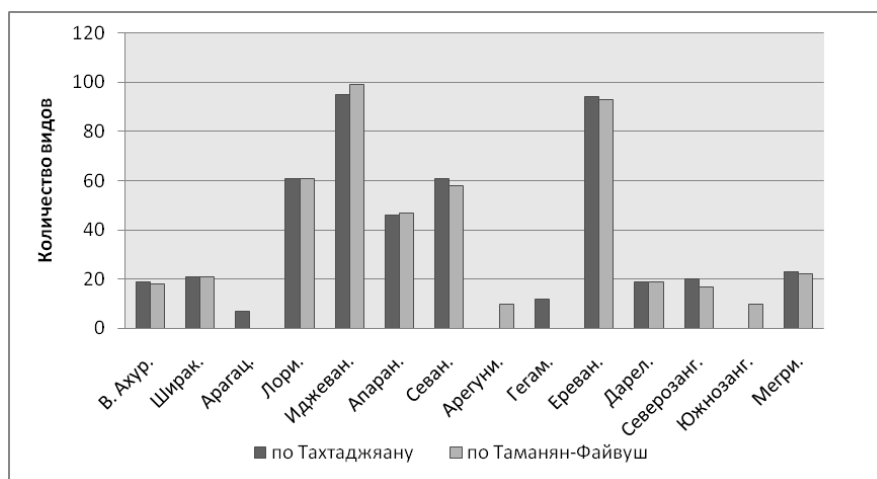


Рис. 1. Распределение видов грибов рода *Septoria* по флористическим районам Армении по картам Тахтаджяна и Таманян-Файвуша

По числу обнаруженных видов выделяются особенно 4 флористических района: Иджеванский – 95/99 видов (42,6%/44,4%), Ереванский – 94/93 (42,2%/41,7%), Лорийский – 61/61 (27,4%/27,4%) и Севанский – 61/58 (27,4%/26%)*. Именно в этих районах, помимо естественного богатства растительного покрова, расположены ботанические сады (Ереванский, Кироваканский, Севанский) и дендропарки (Иджеванский, Степанаванский “Сосняки”), существенно обогатившие флористический состав путем интродукции многочисленных видов растений, охраны редких и исчезающих видов и других мероприятий инициированных человеком. (Первая цифра – по карте Тахтаджяна, вторая – по карте Таманян-Файвуш).

В Иджеванском флористическом районе растительность в основном представлена лесами, редколесьями и лугами. Для развития *Septoria* наиболее благоприятен этот умеренный природный пояс, в частности, с влажным климатом и лесной растительностью. Тут многочисленны виды *Septoria*, поражающие древесно-кустарниковые растения, такие как *Septoria crataegi*, *S. populi*, *S. pyricola*, *S. quercicola*, *S. ulmi*, *S. berberidis* и др..

Ереванский флористический район охватывает всю Арагатскую равнину, где растительность представлена преимущественно полупустынями, включая солончаки и засоленные болота, степями и можжевельниковыми редколесьями. Хотя он находится в засушливой и жаркой зоне Армении, здесь большая территория отведена под культурные растения, которые выращиваются в условиях орошения, поэтому влаги для развития грибов достаточно. В Ереванском флористическом районе распространены виды *Septoria heterochroa*, *S. lactucae*, *S. lepidii*, *S. phlogis*, *S. plantaginea*, *S. polygonorum*, *S. alliicola*, *S. cucurbitacearum* и многие другие.

Лорийский флористический район охватывает Лорийское плато. Растительность представлена в основном лугами, лесами, водноболотистыми видами. Здесь климат весьма благоприятен для развития грибов. В этом районе многочисленны виды *Septoria*, поражающие травянистые растения - *Septoria apii*, *S. bromi*, *S. lamii*, *S. taraxaci*, *S. stachydis* и др..

Севанский флористический район (по Тахтаджяну) охватывает весь бассейн озера Севан за исключением высокогорий Гегамского хребта. Растительность представлена преимущественно степями, лугостепями и лугами. Род *Septoria* в общей микобиоте Севанского флористического района по количеству видов занимает второе ведущее место после рода *Puccinia* [4]. Это свидетельствует о достаточно широком распространении *Septoria* на исследуемой территории. Здесь мы вполне разделяем мнение о необходимости размежевания Севанского и Арегунийского районов. Для последнего характерно наличие можжевельников, редколесий, остаточных дубовых лесов и степной растительности на грунтах освобожденных из-под озера Севан.

В Гегамском и Арагацском флористических районах обнаружено всего соответственно 12 и 7 видов грибов. В определенной степени здесь сказываются неблагоприятные климатические условия для развития грибов, относительно небольшое флористическое разнообразие (горные степи, субальпийские и альпийские луга, незначительное редколесье), а также недостаточность исследований, проведенных в этих районах. В карте Таманян-Файвуш Гегамский и Арагацкий не принимаются как отдельные флористические районы. При распределении грибов по этой схеме наименьшее число видов обнаружено в Арегунийском (12 видов) и Южнозangezурском (10 видов) флористических районах.

Обобщая все данные, можно отметить, что есть виды грибов *Septoria*, которые встречаются повсеместно. Такое распределение имеют чаще те виды, которые поражают возделываемые сельскохозяйственные или декоративные культуры. Это в основном виды *Septoria graminum* var. *graminum*, *S. bromi*, *S. convolvuli* var. *convolvuli*, *S. polygonina* var. *polygonina*, *S. pyricola*, *S. populi* var. *populi* и др..

К редко встречаемым относятся виды *Septoria acerella* v. *acerella*, *S. aceris*, *S. alhagi*, *S. ascochyella*, *S. avenae*, *S. bulgarica*, *S. caricicola*, *S. crepidis*, *S. epilobii*, *S. gracilis*, *S. pastinacae* и др. .

Сравнение двух карт флористического районирования не выявило существенной разницы в количестве видов *Septoria*. Преимущество карты Таманян-Файвуш в уточненных границах, что облегчило определение флористического района.

В течение многолетних наблюдений отмечено непостоянство развития заболевания септориозом растений, что непосредственно является отражением изменчивости годовых погодных ритмов и аномалий, сейсмической активности на территории местообитания и других факторов.

Природные фитоценозы постоянно претерпевают изменения, что является естественным процессом. Но эти изменения стали особенно очевидны в Армении в последние 25-30 лет, в связи с переделом земельных территорий по форме собственности, их функциональному назначению. Особый размах получили отвод земель под агрокультуры, строительство объектов различного назначения,

активизировались горно-рудные разработки, в результате чего большие участки земли оказались занятыми хвостохранилищами, неконтролируемая вырубка лесных пород. Такая разрушительная антропогенная деятельность неизбежно приводит к изменению местообитания растений-хозяев грибов и, как следствие, результаты предшествующих исследований начинают переходить в категорию исторических. А это диктует необходимость проведения в новых условиях новых исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методы экспериментальной микологии. Справочник. Под ред. Билай В.И. Киев, "Наукова думка", 550 с., 1982.
2. Нанагюлян С.Г., Согоян Е.Ю. Распределение паразитных грибов кормовых трав по флористическим районам Армении. Современная микология в России, Тезисы докладов третьего съезда микологов России. М., 3, с. 298, 2012.
3. Осипян Л.Л., Согоян Е.Ю. Ассоциированность видов *Septoria* с лесной растительностью Республики Армения. Проблемы лесной фитопатологии и микологии. Ульяновск, с. 73-77, 2012.
4. Осипян Л.Л. Род *Septoria* Sacc. во флористическом районе Севанского бассейна. Материалы IV съезда микологов России. 6, с. 232-235, 1917.
5. Таманян К.Г., Файвуш Г.М. К вопросу о флористическом районировании Армении. Флора, растит. и Республики Армения. 17, с. 73-78, 2009.
6. Тахтаджян А. Л. Флористические области Земли. Л., Наука, 247 с., 1978.
7. Тетеревникова-Бабаян Д.Н. Обзор грибов из рода *Septoria*. Ереван: ЕГУ, 158 с., 1962.
8. Флора Армении. Под ред. Тахтаджяна А.Л. Ереван, 1, 289 с. 1954.
9. Bonnie H. Ownley, Robert N. Trigiano Plant Pathology. Concepts and Laboratory Exercises, Third Edition, CRC Press, 582 p., 2016.
10. Maheshwari Ramesh. Fungi: Experimental methods in biology, Second Edition. 358 p., 2011.

Поступила 10.09.2018



Биол. журн. Армении, 4 (70), 2018

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И СМЕРТНОСТЬ АРМЯНСКИХ ЛИКВИДАТОРОВ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

А.Г. КАРАПЕТЯН

Научный центр радиационной медицины и ожогов МЗ РА,
ncrmio@web.am

Представлены результаты 30-летних исследований состояния здоровья ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, проведенных в Научном центре радиационной медицины и ожогов.

Первое место в структуре причин смертности занимают онкологические заболевания, на втором – болезни системы кровообращения. Выявлена достоверная зависимость смертности от года участия ликвидаторов в работах на ЧАЭС, что свидетельствует о дозовой зависимости смертности. Дисперсионный факторный анализ показал, что влияние радиационного фактора преобладало над возрастным только в первые годы после аварии. Латентный период развития опухолей различных органов составил 20-25 лет. Наиболее короткий латентный период отмечен в случае рака желудочно-кишечного тракта. Согласно формулам прогноза, разработанным в Научном центре радиационной медицины и ожогов, ожидается существенное увеличение процента заболеваемости по этому классу в течение ближайших 5 лет.

Авария на ЧАЭС – ликвидаторы – онкозаболеваемость – методы системного анализа

Ներկայացված են ճառագայթային բժշկության և այրվածքների գիտական կենտրոնում իրականացված՝ ՉԱԷԿ-ի վթարի հետևանքների վերացման աշխատանքներին մասնակցած անձանց /լիկվիդատորների/ առողջական վիճակի 30 տարվա հետազոտությունների որոշ արդյունքները:

Քաղցկեղով պայմանավորված մահացությունը առաջին տեղն է զբաղեցնում: Երկրորդ տեղում են գտնվում արյունաշրջանառության համակարգի հիվանդությունները: Հայտնաբերվել է արժանահավատ կապ մահացության և լիկվիդատորների ՉԱԷԿ-ում վթարների հետևանքների վերացմանը մասնակցելու տարվա միջև, ինչը վկայում է մահացության դոզային կապի մասին: Դիսպերսիոն գործոնային վերլուծությունը ցույց տվեց, որ ճառագայթային գործոնի ազդեցությունը գերիշխում էր տարիքային հանդեպ միայն հետվթարային ժամանակահատվածի առաջին տարիների ընթացքում: Բացահայտվել է լիկվիդատորների տարբեր օրգանների ուռուցքային հիվանդությունների զարգացման թափուն շրջանը, որը կազմել է 20-25 տարի: Այդ շրջանի նվազագույն չափը նկատվել է ստամոքս-աղիքային քաղցկեղի դեպքում: Ըստ ճառագայթային բժշկության և այրվածքների գիտական կենտրոնում մշակված կանխատեսական բանաձևերի, սպասվում է օնկոհիվանդությունների կտրուկ աճ մոտակա 5 տարվա ընթացքում:

ՉԱԷԿ-ի վթար – լիկվիդատորներ – քաղցկեղ – վերլուծության համակարգային մեթոդներ

The paper presents some results of a 30-year research conducted in the Scientific Centre of Radiation Medicine on the health conditions of Armenian contingent of the Liquidators of the Chernobyl NPP accident.

The first place in the structure of the reasons of death rate is occupied by oncological diseases, while the second place-by illnesses of system of blood circulation. Authentic dependence of death rate on year of participation of liquidators in works on the Chernobyl atomic power station is revealed, that testifies about dose dependences of death rate.

The dispersive factorial analysis has shown that influence of the radiating factor prevailed over age only in the first years after failure. The latent period of oncology incidence was defined to range from 20 to 25 years for different organs. The shortest latent period is noted in case of gastroenteric cancer. According to the formulas of the forecast developed in the Scientific Center of Radiation Medicine and Burns, the essential increase in percent of disease on this class within the next 5 years is expected.

Chernobyl NPP accident – liquidators – oncological diseases – methods of the system analysis

Прошло 30 лет (2016 г.) после крупнейшей в мире техногенной радиационной аварии на Чернобыльской АЭС, которую все международные организации (НКДАР ООН, МКРЗ, МАГАТЭ, ВОЗ и др.) справедливо назвали “глобальной радиоэкологической катастрофой”. На основании проведенных за прошедшие 30 лет исследований стало очевидным, что медицинские последствия аварии на проявились в виде соматических расстройств и болезней. Катастрофа на ЧАЭС оказала негативное влияние не только на Украину, Белоруссию и Россию. Несмотря на свою удаленность от места аварии, Армения также оказалась вовлеченной: образовался большой отряд людей (около 3000), принимающих непосредственное участие в ликвидации последствий аварии и составляющих большую “группу риска” (ликвидаторы) [8,9].

В настоящей работе представлены результаты анализа динамики заболеваемости и смертности среди ликвидаторов последствий Чернобыльской аварии с учетом влияния радиационного и возрастного факторов за период 1986-2016 гг.

Материал и методика. Вот уже 30 лет (1986-2016 гг.), в Научном центре радиационной медицины и ожогов под динамическим наблюдением находятся более 2500 ликвидаторов Чернобыльской аварии. Наблюдение за ними проводится по разработанной нами 3-ступенчатой системе, включающей диспансерный, стационарный и реабилитационный этапы. Возраст ликвидаторов в период аварии был в пределах 20-55 лет (в возрасте 20-30 лет – 12,6 %; 30-40 лет – 32,7 %; 40-50 лет – 38,5 % и старше 50 лет – 16,2 %). Основное количество ликвидаторов находилось в зоне аварии в 1986 г. – 51,2 %; в 1987 г. – 33,8 %; в 1988 г. – 14,3 %; в 1989 г. – 0,7 %. Все ликвидаторы были распределены на 3 группы: первую составили лица с дозой внешнего облучения (ДВО) до 10 сГр, вторую – 10-20 сГр и третью – более 20 сГр. Статистическая обработка цифрового материала проведена с помощью методов системного анализа (регрессионный, дисперсионный, факторный и дискриминантный).

Были использованы компьютерные программы, предназначенные для статистической обработки массивов цифровых данных: электронная таблица Microsoft Excel и специализированные статистические пакеты Statsoft, SPSS-6 и StatGraphics Plus [1,2].

Результаты и обсуждение. Как показал анализ динамики заболеваемости у ликвидаторов Армении имело место постепенное нарастание заболеваний нервной системы (НС), (с 32,0 % в 1987 г. до 56,6 % в 2016 г.), сердечно-сосудистой системы (ССС) (с 13,7 % до 58,1 %), желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) (с 16,3 % до 33,7 %), органов дыхания (ХНЗЛ) (с 15,0 % до 32,7 %) и других. При этом у 70 % ликвидаторов основное заболевание было впервые выявлено непосредственно после работ по ликвидации аварии. Важно отметить, что среднее число диагнозов на 1 ликвидатора за прошедшие годы увеличилось с 1,5 в 1987 г. до 7-8 в последние годы.

Преобладающими у ликвидаторов Армении являются цереброваскулярные расстройства. Согласно [3,6,7], именно эти заболевания, проявляющиеся в первые годы после аварии в основном в виде функциональных нервных и нейро-

психических расстройств, в дальнейшем, соматизируясь как кардиocereбральные патологии, сыграли важную роль и в соматизации заболеваний других органов и систем. В когорте наших ликвидаторов их смертность и заболеваемость регулярно анализировались по мере накопления данных наблюдений в регистре. Смертность в наших наблюдениях, постепенно нарастая, в 2005 г. составила 6,9 % от общего количества ликвидаторов (172 человека), а в 2016 г. – 11,3 % (281 человек). Первое место в структуре причин смертности занимают онкологические заболевания, на втором – болезни системы кровообращения. Выявлена достоверная зависимость смертности от года участия ликвидаторов в работах на ЧАЭС ($50,76 \pm 5,1$ % в 1986 г., $37,4 \pm 3,7$ % ($0,02 < p_{1986-1987} < 0,05$) – в 1987 г. и $11,83 \pm 1,3$ % ($p_{1987-1988} < 0,001$) – в 1988 г.), что свидетельствует о дозовой зависимости смертности, поскольку известно [5], что наибольшую дозу внешнего облучения получили ликвидаторы 1986г. (средняя доза 16,8 сГр), средняя доза облучения у ликвидаторов 1988-1990 гг. составила 3,3сГр. Наибольшее число смертей зарегистрировано в возрасте 61-70 лет. На рис. 1 представлено распределение количества смертей по годам, прошедшим после аварии. Заметно четкое увеличение количества смертей в отдаленном поставарийном периоде, что связано в основном с переходом ликвидаторов в другую возрастную категорию (пожилых). На рис.1 представлена также регрессионная кривая и соответствующая ей формула, описывающая смертность (количество смертей) в зависимости от пройденных со дня аварии лет: $y = 2,057 + 0,47x$, где y – количество умерших ликвидаторов, x – количество лет, пройденных со дня аварии.

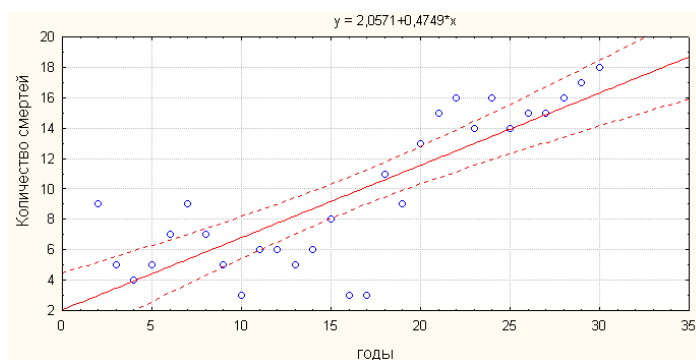


Рис. 1. Количество смертей по годам (динамика) и результаты регрессионного анализа смертности

Мы провели дисперсионный факторный анализ, который позволил выявить 2 наиболее значимых фактора, влияющих на смертность: возрастной и радиационный. Как видно из рис. 2, наибольшего значения доля влияния радиационного фактора достигла в 1990 г. (77,78 %). Далее на всем протяжении исследования наблюдалось снижение этого показателя и параллельное повышение доли влияния возрастного фактора, который к 2016 г. достиг 71,2 %. Приведенные данные свидетельствуют о наличии дозовой зависимости смертности только в первые годы после аварии, а в последующие годы – об отчетливом влиянии возрастного фактора.

Особое внимание в оценке отдаленных медицинских последствий аварии на ЧАЭС уделяется онкозаболеваниям. Оценка риска заболевания раком под влиянием ИР (ионизирующей радиации), особенно в малых дозах, затрудняется и ввиду существования латентного периода проявления онкозаболеваемости [4, 12].

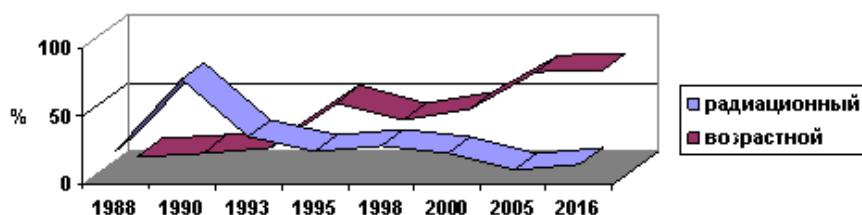


Рис. 2. Динамика влияния радиационного и возрастного факторов на смертность

Исследования, проведенные в разных странах, в том числе в рамках международных проектов, выявили значительный рост заболеваемости у ликвидаторов, в частности рост рака щитовидной железы (РЩЖ) у детей в Украине, Белоруссии и западных областях России [5, 10]. Было отмечено также повышение заболеваемости солидными опухолями, хотя их радиационная обусловленность была недостаточно доказана. Определенное увеличение случаев РЩЖ наблюдалось и у взрослого населения [10].

Изучение развития онкологических заболеваний у ликвидаторов Армении в динамике за 30-летний период представлено в табл. 1. Всего в наблюдаемой когорте ликвидаторов было зарегистрировано 52 пациента с онкологической патологией. Все они были подразделены в соответствии с возрастом на 4 группы: первую составили лица в возрасте 40-50 лет, вторую – 51-60 лет, третью – 61-70 и четвертую – свыше 71 года. В соответствии с полученными дозами облучения все больные были подразделены на 3 группы: I – с дозой до 20 сГр; II – более 20 сГр; III – без установленной дозы. Анализ заболеваемости был проведен нами также в зависимости от года работы ликвидаторов в аварийной зоне ЧАЭС (1986; 1987 и 1988-1989 гг).

Как видно из представленных в табл. 1 данных, наибольшее количество онкобольных находилось в возрасте 51-60 лет (46,5 %), что в равной степени относится и к распределению больных в зависимости от патологии разных органов.

Установлено, что наибольший процент заболеваемости занимают ликвидаторы с раковыми поражениями легких (40,38 %) (табл. 2). На втором месте находятся онкозаболевания желудочно-кишечного тракта (25 %), далее других органов. В то же время не выявлено зависимости в развитии патологии от количества лет, пройденных до обнаружения заболевания (латентный период).

Таблица 1. Распределение онкобольных по возрасту, дозе облучения и году пребывания в зоне ЧАЭС

	Группы	Онкобольные, %
	40-50 лет	7,69
Возраст на момент обнаружения патологии	51-60 лет	46,15
	61-70 лет	32,69
	>71 лет	13,46
Доза облучения	I гр. – до 20сГр	30,77
	II гр. – > 20сГр	11,53
	III гр. – неизв.	57,69
Год пребывания в зоне ЧАЭС	I гр. – 1986 г.	57,69
	II гр. – 1987 г.	25,0
	III гр. – 1988 г.	17,31

Вместе с тем отмечается четкая зависимость заболеваемости от года пребывания ликвидаторов на работах по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС и в общем количестве онкозаболеваний, и при распределении на отдельные органы (рис. 3 а, б), что соответствует представлению о наличии дозовой зависимости.

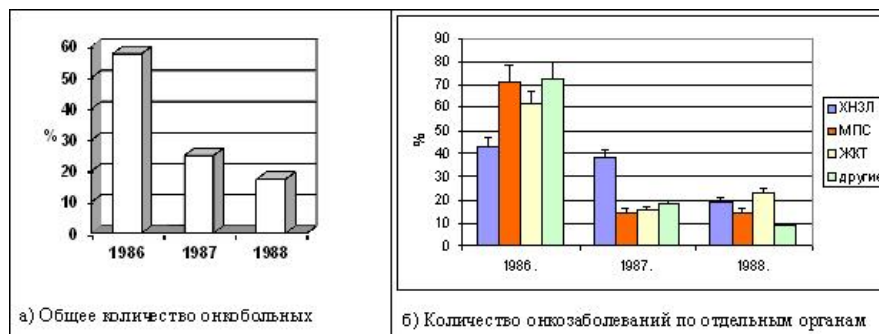


Рис. 3. Распределение онкобольных по году пребывания в аварийной зоне

Известно, что латентный период увеличивается при уменьшении радиационного риска. По данным Иванова и Каприна [5], значение минимального периода составило 4,7 лет при значении избыточного относительного риска 0,92 при дозе 1 Зв. Следовательно, по их данным, “значение латентного периода отличается от минимального латентного периода 10 лет, принятого в мировой практике радиационной эпидемиологии”. Поэтому важное значение приобретают дальнейшие исследования в этой области.

В табл. 2 представлены показатели, характеризующие онкопатологию отдельных органов в когорте армянских ликвидаторов. Из рис. 4, описывающего распределение (в процентном отношении) по возрасту в момент обнаружения онкопатологии отдельных органов, видно, что максимальное количество онкозаболеваний обнаружено у ликвидаторов в возрасте от 51 до 60 лет. Из обнаруженной закономерности выбиваются только онкобольные мочеполовой системы (МПС) что, по-видимому, произошло из-за малого количества больных по этой нозологии (всего 7 человек).

Таблица 2. Распределение онкозаболеваемости ликвидаторов по отдельным видам патологии

Патология	Среднее количество лет до обнаружения онкопатологии	Средняя доза, сГр	Количество смертей у онкобольных, %
Дыхательные пути (40,38 %)	24,9±1,12	11,12±2,15	28,57
МПС (13,46 %)	23,0±2,63	8,2 ±6,85	28,57
ЖКТ (25,0 %)	20,23±1,56	12,27±2,38	30,77
Другие (21,15 %)	21,4±1,89	18,65±4,11	36,36

Необходимо отметить также, что среднее количество лет, пройденных с момента облучения до обнаружения онкопатологии ЖКТ, составляет 20,23±1,56, что достоверно ($0.01 < p < 0.02$) отличается от того же показателя у онкобольных с дыхательными проблемами (24,9±1,12)

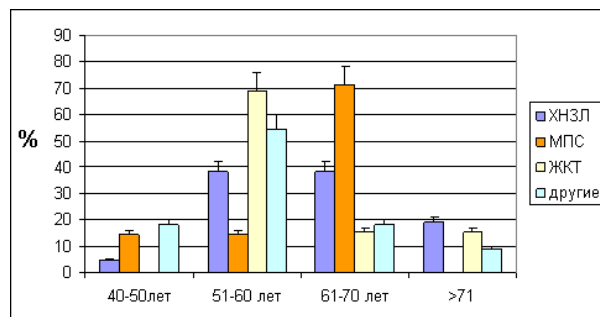


Рис. 4. Распределение ликвидаторов-онкобольных по возрасту, нозологическим формам и количеству лет, пройденных с момента облучения до обнаружения онкопатологии

Результаты изучения 30-летней динамики онкозаболеваемости ликвидаторов в сопоставлении с данными, полученными у общего населения Армении, свидетельствуют о зависимости процессов онкогенеза от фактора облученности организма. Если доля онкозаболеваний (от всех впервые выявленных заболеваний) в период с 1988 по 2005 гг. у общей популяции населения была практически постоянна, составляя в среднем $0,2 \pm 0,02\%$ [11], то у ликвидаторов за тот же период происходил неуклонный рост количества онкологических заболеваний, достигая в 2005 г. $0,8 \pm 0,07\%$ ($p < 0.001$), а в 2016 г. этот процент составил $2,1 \pm 0,1\%$ ($p < 0.001$). Динамика этого процесса нами была описана регрессионной кривой и уравнением экспоненциальной зависимости $y = 0.2146e^{0.074x}$, где x – количество лет, пройденных со дня аварии на ЧАЭС, а y – процент онкозаболеваний. Кривая экспоненциальной регрессии свидетельствует о дальнейшем ускоренном повышении уровня онкозаболеваемости. Уже в 2016 г. наблюдается превышение процента онкозаболеваемости почти в 10 раз относительно раннего поставарийного периода. Согласно кривой прогноза, ожидается существенное увеличение процента заболеваемости по этому классу (в 2020 г. относительно 2016 г. почти вдвое).

Проведенный двухфакторный дисперсионный анализ в динамике показал, что в повышении уровня онкозаболеваемости ликвидаторов определенная роль принадлежит как возрастному, так и радиационному факторам. Доля возрастного фактора присутствовала и имела стабильное значение на протяжении всего периода исследований (рис. 5) и к концу исследования достигла 41,67 %.

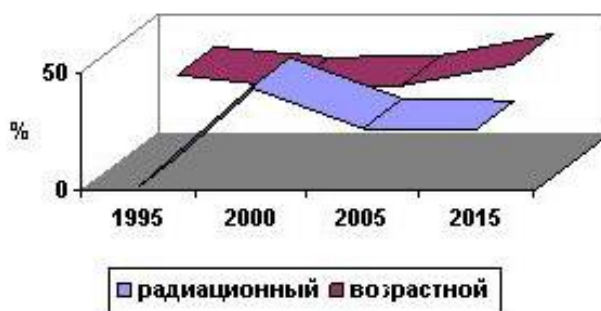


Рис. 5. Диаграмма изменения значений долей влияния радиационного и возрастного факторов на процент заболеваемости по классу “злокачественные новообразования”

Что касается доли влияния радиационного фактора, то в 1995 г. она составила 1,92 %, достигла своего пикового значения в 2000 г. и преобладала над возрастным фактором, однако в 2005 г. значения долей влияния этих двух факторов сравнялись, а в 2016 г. возрастная составляющая стала преобладать над радиационной (25,95 %).

Таким образом, получена статистически значимая зависимость смертности и онкозаболеваемости от облучения. В результате длительных эпидемиологических наблюдений установлено, что смертность ликвидаторов Армении к 2016 г. составила 11,3 % от общего количества ликвидаторов. Первое место в структуре причин смертности в 2016 г. занимает онкология – 16,73 % (рак легких, желудочно-кишечного тракта, мочеполовой системы и др., латентный период развития которых составил 20-25 лет). Наиболее короткий латентный период отмечен в случае рака ЖКТ ($20,23 \pm 1,56$ лет). На втором месте – болезни системы кровообращения (14,65 %). Необходимо отметить, что выявлена четкая зависимость смертности ликвидаторов от года участия в аварийных работах на ЧАЭС, что свидетельствует о дозовой зависимости смертности. Наибольшее число смертей зарегистрировано в возрасте 61-70 лет. Обнаружено также четкое увеличение количества смертей в отдаленном поставарийном периоде.

Таким образом, результаты исследований вполне согласуются с мнением о том, что пик радиационно-обусловленного рака, как и ожидалось по ранним прогнозам [5], наступил через 20-25 лет после воздействия.

В результате 30-летнего эпидемиологического наблюдения за жителями Армении, принимавшими участие в ликвидации аварии на ЧАЭС, показано, что у них постепенно нарастали различные соматические хронические заболевания, в том числе цереброваскулярные и сердечно-сосудистые, в развитии которых важное значение имеют как радиационные, так и нерадиационные факторы. Нарастающая в последние годы смертность и рост онкологической заболеваемости требуют дальнейшего наблюдения за ликвидаторами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровиков В. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере, СПб, Изд. "Питер", 688 с., 2003.
2. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и Excel, Форум, 464 с., 2008.
3. Гуськова А.К. Медицинские последствия аварии на ЧАЭС. Основные итоги и нерешенные проблемы. "Медицинская радиология и радиационная безопасность", 55, 3, М., с.17-29, 2010.
4. Гуськова А.К. Уроки Чернобыля: медицинские последствия и задачи на будущее. Ж. Врач, 6, с.35-37, 1999.
5. Иванов В.К., Каприн А.Д. Медицинские радиологические последствия Чернобыля: прогноз и фактические данные спустя 30 лет, М., ГЕОС, с.510, 2015.
6. Нягу А.И., Логановский К.Н. Нейропсихиатрические эффекты ионизирующих излучений. Чернобыльинтеринформ, Киев, с.368, 1998.
7. Нягу А.И., Зазимко Р.Н. Состояние вегетативной регуляции кардиоваскулярной системы при остром и хроническом облучении у участников ликвидации аварии на ЧАЭС. / International J. of Radiation Medicine, 3, 1-2, p.251, 2001.
8. Оганесян Н.М. Радиационные аварии, Ереван, Изд-во "Наапет", 130 с., 2004.
9. Оганесян Н.М., Петросян Ш.М., Мириджанян М.И., Асрян К.В., Погосян А.С., Оганесян А.Н. и др. К 20-летию аварии на Чернобыльской АЭС. Медицинские последствия в Армении. Радиационная биология. Радиоэкология, 46, 3, с.341-347, 2006.

10. Цыб А.Ф., Иванов В.К. Отдаленные медицинские эффекты чернобыльской аварии: прогноз и фактические данные. /International Journal of Radiation Medicine, 3, 1, p.310-320, 2001.
11. Statistical Yearbook of Armenia, 579p, 2006.
12. UNSCEAR, Effects of ionizing radiation on the immune system. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2006 Report to the General Assembly, with scientific annexes, UN Publication Sales NoE.09.IX.5 United Nations, New, 2009.

Поступила 04.07.2018



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

Biolog. Journal of Armenia, 4 (70), 2018

BACILLUS THURINGIENSIS ՏԵՍԱԿԻ ՀԻՄՔՈՎ ՏԵՂԱԿԱՆ ԲԱԿՏԵ- ՐԻԱԿԱՆ ՄԻՋԱՍԱՍՊԱՆՆԵՐԻ ԿԵՆՍԱՐԱՆԱԿԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆԱԿԵՏՈՒ- ԹՅՈՒՆԸ ՁՄԵՈՒՅԻՆ ԵՐԿՐԱԶԱՓԻ ԹՐԹՈՒՐՆԵՐԻ ԴԵՄ

Ե.Ն. ՉԱՊԱՆՅԱՆ, Մ.Ա. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

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

Երթուղային հետազոտություններով բացահայտված է, որ Արագածոտնի մարզի Ձորագլխի անտառփորձատեղամասերն ունեցել են ձմեռային երկրաչափի թրթուրներով բարձր բնա-կեցվածություն (ընդհանուր առմամբ 2-4 թրթուր/գծմ ճյուղի վրա), որոնց դեմ լաբորատոր, բաժ-նյակային և արտադրական փորձերում *Bacillus thuringiensis* տեսակի տեղական միջատասպան բակտերիաներն առանձին ցածր հասակի և ամպլիգոյի ենթաշեմային խտության հետ զուգակցված միջին և հասակավոր թրթուրների դեմ ցուցաբերել են ընդհանուր առմամբ 91,1-98,3% կենսաբանական բարձր արդյունավետություն:

*Ձմեռային երկրաչափի թրթուրներ – Bt տեսակի բակտերիական միջատասպան բակտերիաներ –
կենսաբանական արդյունավետություն – ցողում*

Маршрутными исследованиями выявлено, что в опытных участках Дзораглуха Ара-гацотного марза наблюдалась высокая численность гусениц зимней пяденицы (2-4 гусени-цы/на погонный метр), против которых местные инсектицидные бактерии вида *Bacillus thu- ringiensis*, в отдельности против младших возрастов гусениц, а в сочетаниях с сублетальной дозой амплиго против средних и старших возрастов в лабораторных, деляночных и про- изводственных опытах проявили высокую биологическую эффективность (91,1-98,3%).

*Гусеницы зимней пяденицы – инсектицидные бактерии вида Bt – биологическая
эффективность – опрыскивание*

It has been disclosed by the route research that the Dzoraglukh woodlots of the Aragatsotn region had been densely populated with the caterpillars of *Operophtera brumata* (totally 2-4 caterpillars/linear meter on a spray). In the laboratory, allotment and industrial experiments the local insecticide bacteria of *Bacillus thuringiensis* species separately coupled with short and ampligo sub-threshold density showed biological high efficiency of totally 91,1-98,3% against medium and high caterpillars.

Operophtera brumata moth – insecticide bacteria type Bt – biological effectiveness – spraying

Շրջակա միջավայրի անադարտության պահպանման, մարդու, տաքարյուն կեն-դանիների, օգտակար միջատների և ձկների վրա պեստիցիդների անցանկալի ազ-դեցության բացառման նպատակով, ներկայումս համաշխարհային պրակտիկայում մեծ ուշադրություն է դարձվում վնասատու օրգանիզմների դեմ պայքարի կենսաբանական մեթոդին, այդ թվում նաև մանրէաբանական եղանակին:

Մեր հանրապետության համար առանձնապես կարևորվում է անտառատարածքներում վնասակար միջատների դեմ պայքարը, քանի որ ֆիտոֆագերը, զանգվածաբար բազմանալով և տերևագրկելով ծառերն ու թփերը, թուլացնում են դրանց կենսունակությունը, արգելակում բնափայտի տարեկան աճը [2]: Արդյունքում, առանց այն էլ անտառային տարածքներով աչքի չընկնող հանրապետությունում կարող են ոչնչանալ նշանակալից քանակությամբ անտառներ: Այդ իսկ նկատառումով, խիստ արդիական է անտառային ֆիտոֆագերի դեմ մանրէաբանական՝ հիմնականում սպորավոր բյուրեղ առաջացնող միջատասպան բակտերիաներով ընդլայնված պայքարի իրականացումը: Այն միաժամանակ հնարավորություն կընձեռի կանխել հսկայական քանակությամբ պեստիցիդների մուտքը շրջակա միջավայր:

Քանի որ մանրէաբանական առևտրային պատրաստուկների ներկրումն արտերկրից ունի սուբյեկտիվ և օբյեկտիվ դժվարություններ, մեր կողմից նպատակ է հետապնդվել ստեղծել նախադրյալներ տեղական բակտերիական պատրաստուկների թողարկման համար: Ընդ որում, հիմնական շեշտը դրվել է կենսացենոզի տարբեր տարրերից մանրէաբանական եղանակով կենսաբանական բարձր արդյունավետությամբ օժտված միջատասպան բյուրեղ առաջացնող բակտերիաների (*Bacillus thuringiensis* տեսակ) (Bt) անջատման և վնասակար միջատի դեմ կենսաբանական արդյունավետության որոշման վրա:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտություններն իրականացվել են 2017-2018 թթ. (լաբորատոր փորձերը՝ հունիսի 6-ից մինչև հարսնյակավորումը, բաժնյակային և արտադրական փորձերը՝ համապատասխանաբար հունիսի 12-27-ը և հունիսի 17-ից մինչև ֆիտոֆագի հարսնյակավորումը):

Հետազոտության նյութ են հանդիսացել կաղամբի բվիկի (*Mamestra brassicae* L.), կաղամբի ճերմակաթիթեռի (*Pieris brassicae* L.) և ինձորենու ցեցի (*Hyponomeuta malinellus* Z.) բնականորեն մահացած թրթուրներից մանրէաբանական եղանակով մեր կողմից անջատած համապատասխանաբար Bt_{ECHS}-68, Bt_{ECHS}-73 և Bt_{ECHS}-92 *Bacillus thuringiensis* տեսակի միջատասպան բակտերիական շտամները (շտամների անվանակոչումը մեր կողմից), առևտրային պատրաստուկներից 15 % ՄԿԿ ամպլիգոն (Սինգենտա, Շվեյցարիա) և լեպիդոցիդը (ԿԱ 3000 ԱՄ/մգ) (Ռուսաստանի Դաշնություն), տերևակեր միջատներից՝ ձմեռային երկրաչափը (*Operophtera brumata* L.), անտառային ծառատեսակներից արևելյան կաղնին (*Quercus macranthera*): Լեպիդոցիդն ու ամպլիգոն թույլատրված է օգտագործել ֆիտոֆագերի դեմ Հայաստանի Հանրապետության պայմաններում [3]: Փորձատեղամասեր են ընտրվել Արագածոտնի մարզի այն անտառտեղամասերը, որտեղ ձմեռային երկրաչափի թրթուրների քանակությունը (2-4 թրթուր/գծմ ճյուղի վրա) եղել է նշյալ վնասատուի տնտեսական վնասակարության շեմում՝ միջինը 1-3 թրթուր/գծմ ճյուղի վրա [5, 12]: Առանձին (Bt_{ECHS}-68, Bt_{ECHS}-73, Bt_{ECHS}-92) և ամպլիգոնի հետ համատեղված (զուգակցված) բակտերիական միջատասպանների կենսաբանական արդյունավետությունը որոշվել է համաձայն մեթոդական ձեռնարկների [9]:

Ստուգիչ է հանդիսացել չցողված կաղնու սաղարթում բնականորեն բնակեցված ձմեռային երկրաչափի թրթուրները:

Կենսաբանական արդյունավետությունը հաշվարկվել է Աբբոտի բանաձևով [11]:

Լաբորատոր փորձերն իրականացվել են ընկղման եղանակով: Բաժնյակային փորձերում ցողումները (սրսկումներ) կատարվել են մեջքի Ozdesan, իսկ մեծածավալ արտադրականը՝ OBT-1A մակնիշի տրակտորային սրսկիչներով: Բաժնյակային փորձերում մոդելային ծառերը (բարձրությունը 1,8-2,4 մետր) ցողելիս, ծառերի բարձրությունից կախված, աշխատանքային հեղուկի ծախսը կազմել է 1,3-1,9 լ/ծառին, արտադրական փորձերում՝ 1000 լ/հա: Բակտերիական կուլտուրալ հեղուկներից յուրաքանչյուրն (առանձին և զուգակցության տեսքով) անտառտեղամասում փորձարկվել է 0,5 հա-ի վրա: Կենսունակ սպորների քանակությունը (տիտր) կուլտուրալ հեղուկներում կազմել է 600 մլն սպոր/մլ: Վերջիններիս հետ, ֆիտոֆագի միջին և հասակավոր թրթուրների դեպքում, ամպլիգոն համատեղվել է եկթաշեմային (սուբլեթալ) խտությամբ (պատրաստուկի մահացու խտությունը 10 անգամ նոսրացված): Ցողումներն անտառտեղամասերում կատարվել են օդի 18°C-ից բարձր ջերմաստիճանում: Անտառտեղամասում ֆիտոֆագի քանակությունը որոշվել է հաշվառման եկթակա կաղնու սաղարթի տարբեր դիրքադրություններում և հարկաշարքերում:

Լաբորատոր պայմանների և անտառտեղամասերի գիտափորձերում ներառված տարբերակներից յուրաքանչյուրն ունեցել է 3-ական կրկնություն: Ձմեռային երկրաչափի հասակներն անտառփորձատեղամասում որոշվել է թրթուրների գլուխների ընդլայնական չափերով [10]: Առանձին և զուգակցված միջատասպաններով ցողված տարբերակներում մահացած թրթուրների մարմիններում բակտերիական սպոր և Էնդոթոյն բյուրեղային բաղադրամասերի առկայությունը որոշվել է ըստ Իվանովի և Ղուկասյանի հանձնարարականի [8]: Գիտափորձերի արդյունքների վիճակագրական վերլուծությունն իրականացվել է ըստ հանձնարարականների [6, 7]:

Արդյունքներ և քննարկում: Լաբորատոր պայմաններում ձմեռային երկրաչափի I-II հասակի թրթուրների դեմ իրականացված գիտափորձերի արդյունքներից պարզվել է (աղ. 1), որ ֆիտոֆագի ցածր հասակի թրթուրների դեմ Bt_{ECHS}-68, Bt_{ECHS}-73 և Bt_{ECHS}-92 կուլտուրալ հեղուկները (տիտր՝ 600 մլն սպոր/մլ) ցողումից 10-15 օր անց ցուցաբերել են բարձր՝ համապատասխանաբար 96,7; 98,3 և 95,0 % կենսաբանական արդյունավետություն, որոնք պահպանվել են մինչ թրթուրների հարսնյակավորումը: Վերը նշված և հետագա դիտարկման օրերին ստուգիչում (չցողված տարբերակ) թրթուրների մահացություն չի գրանցվել:

Աղ. 1-ի տվյալներից երևում է նաև, որ փորձարկված կուլտուրալ հեղուկները III-IV և V-րդ հասակի թրթուրների դեմ նույն ժամանակահատվածում ցուցաբերել են ցածր, համապատասխանաբար 73,1-78,3 և 70,0-75,0% կենսաբանական արդյունավետություն: Այդ իսկ տեսանկյունից ուղիներ ենք փնտրել, մասնավորապես, քիմիական ինսեկտիցիդի ենթաշեմային խտության համատեղմամբ բարձրացնել կուլտուրալ հեղուկների կենսաբանական արդյունավետությունը ֆիտոֆագի միջին (III-IV) և հասակավոր (V) թրթուրների դեմ:

Փորձարկման արդյունքներից պարզվել է, որ միջատասպան ամպլիգո քիմիական պատրաստուկի ենթաշեմային խտությունները համատեղելի են Bt_{ECHS}-68, Bt_{ECHS}-73 և Bt_{ECHS}-92 բակտերիական շտամների հետ, որն էլ հնարավորություն է ընձեռել ամպլիգոյի զուգակցմամբ կուլտուրալ հեղուկները փորձարկել ձմեռային երկրաչափի միջին և հասակավոր թրթուրների դեմ:

Գիտափորձերի արդյունքներից պարզվել է, որ պատրաստուկի արդյունավետ լավագույն ծախսի ցածր չափաբանակն ամպլիգոյի 0,003 %-ոց սուբլետալ (10 անգամ նոսրացում) ջրային կախույթի զուգակցությունն է, որի համատեղմամբ բակտերիական կուլտուրալ հեղուկների կենսաբանական արդյունավետությունը ֆիտոֆագի III-IV և V-րդ հասակի թրթուրների դեմ ցողումից 10-15 օր անց եղել է բարձր և կազմել է համապատասխանաբար 95,0-96,7 և 93,3-95,0 % (աղ. 1):

Աղյուսակ 1. Bt տեսակի բակտերիական միջատասպանների առանձին և զուգակցված տարբերակների կենսաբանական արդյունավետությունը ձմեռային երկրաչափի թրթուրների դեմ լաբորատոր պայմաններում (2017 թ.)

Տարբերակներ	Կուլտուրալ հեղուկի (մլն սպոր/մլ) և/կամ պատրաստուկի (%) խտությունները	Կենսաբանական արդյունավետությունն ըստ հաշվառման օրերի (%)			
		3	7	10	15
I-II հասակ					
Bt ^{ECHS} -68	600	65,0	88,3	96,7	96,7
Bt ^{ECHS} -73	600	70,0	90,0	98,3	98,3
Bt ^{ECHS} -92	600	68,3	86,7	95,0	95,0
III-IV հասակ					
Bt ^{ECHS} -68	600	53,3	68,3	75,0	75,0
Bt ^{ECHS} -73	600	61,7	71,7	78,3	78,3
Bt ^{ECHS} -92	600	58,3	70,0	73,1	73,1
III-IV հասակ					
Bt ^{ECHS} -68 + ամպլիգո	600 + 0,003	61,7	78,3	95,0	95,0
Bt ^{ECHS} -73 + ամպլիգո	600 + 0,003	63,3	83,3	96,7	96,7
Bt ^{ECHS} -92 + ամպլիգո	600 + 0,003	61,7	81,7	95,0	95,0
V հասակ					
Bt ^{ECHS} -68	600	50,0	66,7	73,3	73,3
Bt ^{ECHS} -73	600	58,3	70,0	75,0	75,0
Bt ^{ECHS} -92	600	55,0	68,3	70,0	70,0
V հասակ					
Bt ^{ECHS} -68 + ամպլիգո	600 + 0,003	55,0	75,0	93,3	93,3
Bt ^{ECHS} -73 + ամպլիգո	600 + 0,003	63,3	81,7	95,0	95,0
Bt ^{ECHS} -92 + ամպլիգո	600 + 0,003	58,3	78,3	93,3	93,3

Ճանաթագրություն. տարբերակներից յուրաքանչյուրում ներառվել է 60-ական թրթուր՝ 20-ական թրթուր յուրաքանչյուր կրկնողությունում

Հարկ է նշել, որ կուլտուրալ հեղուկներն ամպլիգոյի մահացու խտության 11 և 12 անգամ նոսրացումներով առանձին համատեղվելիս ձմեռային երկրաչափի III-IV և V-րդ հասակի թրթուրների դեմ լաբորատոր պայմաններում ցուցաբերել են ցածր՝ համապատասխանաբար 80,0-88,3 և 75,0-80,0 % կենսաբանական արդյունավետություն:

Կուլտուրալ հեղուկների առանձին զուգակցություններն ամպլիգոյի 8 և 9 անգամ նոսրացումների հետ ֆիտոֆագի միջին և հասակավոր թրթուրների դեմ ցուցաբերել են համապատասխանաբար 95,0-98,3 և 93,3-95,0 % կենսաբանական արդյունավետություն: Վերջիններին ցուցանիշներն արժանահավատորեն չեն տարբերվել (հաշվարկները Ստյուդենտի էնսիֆանիզ-ով) առանձին կուլտուրալ հեղուկների հետ 10 անգամ նոսրացված (0,003%) ամպլիգոյի զուգակցության ցուցաբերած արդյունավետության ցուցանիշներից, ինչն էլ հնարավորություն է ընձեռել վերջին՝ կուլտուրալ հեղուկ + 0,003% ամպլիգո տարբերակը անտառփորձատեղամասերում փորձարկել ձմեռային երկրաչափի III-IV և V-րդ հասակի թրթուրների դեմ:

Աղյուսակ 2. Առանձին և զուգակցված Bt տեսակի բակտերիական միջատասպանների կենսաբանական արդյունավետությունը ձմեռային երկրաչափի թրթուրների դեմ Արագածոտնի մարզի անտառտեղամասում (բաժնյակային փորձեր, Ձորագլուխ, 2017 թ.)

Տարբերակներ	Կուլտուրալ հեղուկի (մլն սպոր/մլ) և/կամ պատրաստուկի (%) խտությունները	Կենսաբանական արդյունավետությունն ըստ հաշվառման օրերի (%)			
		3	7	10	15
I-II հասակ					
BtE _{CHS} -68	600	59,4	85,4	94,8	94,8
BtE _{CHS} -73	600	68,8	86,9	95,1	95,1
BtE _{CHS} -92	600	67,5	87,0	93,5	93,5
Լեպիդոցիդ (չափանմուշ)	0,2	54,5	81,8	92,0	92,0
III-IV հասակ					
BtE _{CHS} -68 + ամպլիգո	600 + 0,003	60,5	76,7	94,2	94,2
BtE _{CHS} -73 + ամպլիգո	600 + 0,003	62,0	82,3	94,9	94,9
BtE _{CHS} -92 + ամպլիգո	600 + 0,003	53,3	80,0	93,3	93,3
Լեպիդոցիդ + ամպլիգո (չափանմուշ)	0,2 + 0,003	51,5	72,3	91,1	91,1
V հասակ					
BtE _{CHS} -68 + ամպլիգո	600 + 0,003	53,4	73,3	93,1	93,1
BtE _{CHS} -73 + ամպլիգո	600 + 0,003	61,4	80,2	94,0	94,0
BtE _{CHS} -92 + ամպլիգո	600 + 0,003	56,7	75,2	92,8	92,8
Լեպիդոցիդ + ամպլիգո (չափանմուշ)	0,2 + 0,003	62,0	74,0	91,0	91,0

Բաժնյակային հետազոտություններով հաստատված է (աղ. 2), որ անտառփորձատեղամասերում 600 մլն սպոր/մլ տիտրով Bt_{ECHS}-68, Bt_{ECHS}-73 և Bt_{ECHS}-92 կուլտուրալ հեղուկները ձմեռային երկրաչափի I-II հասակի թրթուրների դեմ ցողումից 10 օր անց ցուցաբերել են համապատասխանաբար 94,8; 95,1 և 93,5 % կենսաբանական արդյունավետություն, չափանմուշային լեպիդոցիդի 92,0 % նույնանուն ցուցանիշի դիմաց: Հարկ է նշել, որ անտառփորձատեղամասերն ունեցել են ձմեռային երկրաչափի և ոսկետուտի թրթուրներով խառը բնակեցվածություն:

Վերոնշյալ տարբերակներում արձանագրված կենսաբանական արդյունավետության ցուցանիշները պահպանվել են ցողումից 15 օր անց՝ նաև մինչ վնասատուի հարսնյակորումը:

Աղ. 2-ի տվյալներից երևում են, որ ամպլիգոյի 0,003 % սուբլեթալ խտության հետ զուգակցված 600 մլն սպոր/մլ տիտրով կուլտուրալ հեղուկներն ինչպես ֆիտոֆագի III-IV, այնպես էլ V-րդ հասակի թրթուրների դեմ ցողումից 10 օր անց ցուցաբերել են բարձր, համապատասխանաբար 93,3-94,9 և 92,8-94,0 % կենսաբանական արդյունավետություն: Չափանմուշային լեպիդոցիդ+ամպլիգո տարբերակում ֆիտոֆագի III-IV և V-րդ հասակի թրթուրների դեպքում նշյալ ցուցանիշները կազմել են համապատասխանաբար 91,1 և 91,0 %՝ անփոփոխ մնալով դիտարկման հետագա օրերին:

Բաժնյակային գիտափորձերի քննարկված տարբերակներում ներառյալ չափանմուշայինը ցողումից 3 և 7 օր անց կենսաբանական արդյունավետության ցուցա-

նիշները եղել են համեմատաբար ցածր և վնասատուի I-II, III-IV և V-րդ հասակի թրթուրների դեպքում կազմել են համապատասխանաբար 54,5-68,8 և 81,8-87,0; 51,5-62,0 և 72,3-82,3; 53,4-62,0 և 73,3-80,2 % (աղ. 2):

Բաժնյակային փորձերում 10-րդ օրն արձանագրված կենսաբանական արդյունավետության բարձր ցուցանիշները հնարավորություն ընձեռեցին ֆիտոֆագի տարբեր հասակի թրթուրների դեմ կուլտուրալ հեղուկները փորձարկել նաև արտադրության պայմաններում (մեծածավալ սրսկումներ) (աղ. 3):

Աղյուսակ 3. Bt տեսակի բակտերիական միջատասպանների կենսաբանական արդյունավետությունը ձմեռային երկրաչափի թրթուրների դեմ Արագածոտնի մարզի անտառտեղամասում (արտադրական փորձեր, Ձորագլուխ)

Տարբերակներ	Կուլտուրալ հեղուկի (մլն սպոր/մլ) և/կամ պատրաստուկի, (%) խտությունները	Կենսաբանական արդյունավետությունն ըստ հաշվառման օրերի (%)							
		3	7	10	15	3	7	10	15
		2017թ.				2018թ.			
I-II հասակ									
Bt ^{ECHS} -68	600	56,9	81,9	93,0	93,0	58,2	80,6	92,2	92,2
Bt ^{ECHS} -73	600	68,5	84,8	94,6	94,6	71,2	86,3	94,5	94,5
Bt ^{ECHS} -92	600	65,7	82,4	92,6	92,6	61,1	81,1	91,1	91,1
Լեպիդոցիդ (չափանմուշ)	0,2	53,6	79,8	91,7	91,7	55,7	80,2	92,4	92,4
III-IV հասակ									
Bt ^{ECHS} -68 + ամպլիգո	600 + 0,003	58,7	72,5	93,7	93,7	59,8	74,7	92,5	92,5
Bt ^{ECHS} -73 + ամպլիգո	600 + 0,003	60,3	82,3	92,6	92,6	61,4	81,8	93,2	93,2
Bt ^{ECHS} -92 + ամպլիգո	600 + 0,003	50,0	76,5	91,2	91,2	51,5	78,3	92,8	92,8
Լեպիդոցիդ + ամպլիգո (չափանմուշ)	0,2 + 0,003	50,6	71,4	90,9	90,9	50,5	71,0	92,5	92,5
V հասակ									
Bt ^{ECHS} -68 + ամպլիգո	600 + 0,003	52,4	72,8	92,2	92,2	50,6	71,1	92,8	92,8
Bt ^{ECHS} -68 + ամպլիգո	600 + 0,003	60,9	80,4	93,1	93,1	61,6	79,8	93,9	93,9
Bt ^{ECHS} -68 + ամպլիգո	600 + 0,003	55,4	75,0	91,3	91,3	56,2	73,4	92,2	92,2
Լեպիդոցիդ + ամպլիգո (չափանմուշ)	0,2 + 0,003	61,2	73,7	90,0	90,0	60,7	72,3	91,1	91,1

Երկամյա (2017-2018 թթ.) հետազոտության արդյունքներից պարզվել է, որ բաժնյակային փորձերում դրսևորված կենսաբանական արդյունավետության օրինաչափություններն արձանագրվել են նաև արտադրության պայմաններում: Այսպես, թիվ 3 աղյուսակի տվյալներից երևում է, որ փորձնական տարբերակներում կենսաբանական արդյունավետության ամենաբարձր ցուցանիշները 2017 և 2018 թթ. արձանագրվել են ցողումից 10 օր անց: I-II հասակի թրթուրների դեպքում այն կազմել է համապատասխանաբար 92,6-94,6 և 91,1-94,5, III-IV և V-րդ հասակների դեպքում համապատասխանաբար 91,2-93,7 և 92,5-93,2; 91,3-93,1 և 92,2-93,9 %:

Չափանմուշային տարբերակում դրսևորված կենսաբանական արդյունավետության ցուցանիշները տարբեր հասակի թրթուրների դեպքում երկամյա հետազոտություններում ցողումից 10 օր անց ընդհանուր առմամբ տատանվել են 90,0-ից (V-րդ հասակ) 92,5 %-ի (III-IV հասակ) սահմաններում:

Բակտերիական միջատասպաներով ցողված անտառտեղամասում չցողված (ստուգիչ) տարբերակի համեմատ արձանագրվել է ձմեռային երկրաչափի թրթուրների տեղաշարժի դանդաղեցում, սնվելուց աստիճանաբար հրաժարվում, շփման և մեխանիկական այլ ազդակներին չպատասխանելու դրսևորում, որոնք նպաստել և հանգեցրել են թրթուրների մահվան: Վերջիններիս մարմիններն, առողջ թրթուրների համեմատ, գորշացել և չափերով փոքրացել են:

Մանրադիտակային հետազոտություններով հաստատվել է, որ կուլտուրալ հեղուկով ցողված կաղնու տերևներով սնված ու մահացած թրթուրների աղու խոռոչն ու քայքայված հյուսվածքները լի են եղել Bt տեսակի բակտերիական հարուցիչի վեգետատիվ բջիջներով, սպորներով և էնդոթուս բյուրեղային մարմնիկներով: Վերջիններիս առկայությամբ հաստատված է, որ ֆիտոֆագի թրթուրների մահացությունը բակտերիական հարուցիչի ազդեցության արդյունք է:

Արտադրության պայմաններում 2018 թ. արձանագրված գիտափորձերի արդյունքների վիճակագրական ցուցանիշների տատանման գործակիցը և փորձի սխալը ընդհանուր առմամբ տատանվելով համապատասխանաբար 4,82-ից ($Bt_{ECHS-92}$, I-II հասակի թրթուրներ) 9,73 ($Bt_{ECHS-73}$, III-IV հասակի թրթուրներ) և 2,8-ից ($Bt_{ECHS-92}$, I-II հասակի թրթուրներ) 5,6 ($Bt_{ECHS-73}$, III-IV հասակի թրթուրներ) տոկոսի սահմաններում հաստատել են, որ գիտափորձերի արդյունքները հավաստի են:

$P_{0,95}$ և $n=3$ -ի դեպքում Ստյուդենտի $t_{\text{չափանիշ}}$ -ի հաշվարկային ցուցանիշները ֆիտոֆագի I-II, III- IV և V-րդ հասակի թրթուրների դեպքում 2017-2018 թթ.-ին ըստ հասակների ընդհանուր առմամբ տատանվելով համապատասխանաբար 0,095-2,229, 0-1,568 և 0,490-1,898-ի սահմաններում և լինելով փոքր Ստյուդենտի $t_{\text{չափանիշ}}$ -ի արդյունակային 3,182 ցուցիչից, հաստատել են, որ փորձնական և չափանմուշային տարբերակներում դրսևորված կենսաբանական արդյունավետության ցուցանիշների միջև չկա արժանահավատ տարբերություն:

Համաձայն մասնագիտական գրականության աղբյուրների, Bt-ի այլ ենթատեսակների լեթալ խտության առանձին զուգակցությունները դիմիլիսի սուբլեթալ խտության հետ տարազույգ մետաքսագործի միջին և հասակավոր [4] և կաղամբի բվիկի ցածր հասակի թրթուրների դեմ [1] արժանահավատորեն ևս բարձրացրել են բակտերիական հարուցիչների կենսաբանական արդյունավետությունը:

Այսպիսով, գիտափորձերի արդյունքներով հաստատված է, որ բնականորեն մահացած թրթուրներից մեր կողմից մանրէաբանական եղանակով անջատած Bt տեսակի երեք առանձին շտամների հիման վրա թողարկված կուլտուրալ հեղուկները 600 մլ/սպոր/մլ տիտրով բարձր արդյունավետ են ձմեռային երկրաչափի ցածր հասակի թրթուրների դեմ: Վնասատուի միջին և հասակավոր թրթուրները բարձր ընկալունակություն ցուցաբերում են, երբ 600 մլ/սպոր/մլ տիտրով կուլտուրալ հեղուկին զուգակցվում է ամպլիգոյի ենթաշեմային 0,003%-ոց ջրային կախույթ:

Մանրէաբանական հետազոտություններով պարզված է, որ ֆիտոֆագի թրթուրների մահացվածությունը Bt տեսակի բակտերիական միջատասպանների ազդեցության արդյունք է:

Վիճակագրական ցուցանիշներով հաստատված է, որ գիտափորձերի արդյունքները հավաստի են, փորձնական և չափանմուշային տարբերակներում դրսևորված կենսաբանական արդյունավետությունների միջև չկա արժանահավատ տարբերություն:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Ավագյան Ա.Մ.* Կաղամբի գլխավոր տերևակեր վնասատուների դեմ էկոլոգիական սկզբունքով ինտեգրացված պայքարի մշակում Լոռու մարզի պայմաններում: Ատեն. սեղմագիր ... կենս. գիտ. թեկն.: Երևան, 23 էջ, 2012:
2. *Գաբրիելյան Վ., Նալբանդյան Ա., Դարբինյան Ն.* Անտառը և նրա նշանակությունը Հայաստանի լեռնային պայմաններում: Երևան, 111 էջ, 2001:
3. Հայաստանի Հանրապետությունում օգտագործման համար թույլատրված բույսերի պաշտպանության քիմիական և կենսաբանական միջոցների տեղեկատու: Երևան, 33 և 242, 2015:
4. *Սարգսյան Ա.Մ.* Կենսացենոզից անջատված բակտերիական միջատասպանների կենսաբանական արդյունավետությունը անտառի գլխավոր տերևակեր վնասատուների դեմ և նրանց ազդեցությունը անտառային դարչնագույն հողերի կենսաբանական ակտիվության վրա: Ատեն. սեղմագիր ... կենս. գիտ. թեկն.: Երևան, 26 էջ, 2013:
5. *Алехин В.Т., Михайликова В.В., Михина Н.Г.* Экономические пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур (справочник). М., 76 с., 2016.

6. Андрюков Б. Г., Тимченко Н. Ф. Данные микробиологических исследований как объект статистического анализа. Здоровье. Медицинская экология. Владивосток: Соланд, 60, 2, с. 33-39, 2015.
7. Ашмарин И.П., Воробьев А.А. Статистические методы в микробиологических исследованиях. Л., Медгиз, 180 с., 1962.
8. Иванов Г.М., Гукасян А.Б. Окраска кристаллов и вегетативных клеток энтомопатогенных бактерий. Микробиология, 35, В. 1, с. 179-180, 1966.
9. Методические указания по испытанию биопрепаратов для защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. М., Колос, 41 с., 1973.
10. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР. М., 530 с., 2012.
11. Применение бактериальных препаратов против вредителей сельскохозяйственных культур (рекомендации). М.: Агропромиздат, с. 6, 1989.
12. Экономические пороги вредоносности главнейших вредных видов насекомых и клещей. М., Агропромиздат, с. 20, 1986.

Ստացվել է 06.06.2018



Биол. журн. Армении, 4 (70), 2018

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СВЯЗЫВАНИЯ ДОКСОРУБИЦИНА И НЕТРОПСИНА С НУКЛЕИНОВЫМИ КИСЛОТАМИ

С.Н. АКОПЯН¹, Р.С. КАЗАРЯН², М.А. ШАГИНЯН³, С.А. САРКИСЯН⁴,
Ю.С. БАБАЯН⁴

¹Национальный политехнический университет Армении, кафедра машиноведения,

²Ереванский госуниверситет, кафедра молекулярной физики,

³Ереванский госуниверситет, кафедра биофизики,

⁴Национальный университет архитектуры и строительства Армении,
кафедра физики и электротехники
babayanyura@gmail.com

Показано, что при помощи спектрофотометрически полученных изотерм адсорбции можно определить термодинамические параметры (свободная энергия, энтальпия и энтропия) связывания лигандов с нуклеиновыми кислотами (НК). Показано также, что с большой точностью (разница в значениях не более 5%) энтальпию связывания можно определить из изотерм адсорбции.

Согласно расчетам, исследованные лиганды (доксорубин и нетропсин) с В-формой НК образуют более прочные комплексы, чем с А-формой.

*Двухспиральная нуклеиновая кислота – доксорубин – нетропсин – изотерма
связывания – энтальпия*

Ցույց է տրվել, որ սպեկտրոֆոտոմետրիկ եղանակով ստացված կապման կորերի օգնությամբ կարելի է որոշել նուկլեինաթթուների (ՆԹ) հետ լիգանդների կապման թերմոդինամիկ պարամետրերը (ազատ էներգիա, Էնթալպիա և Էնթրոպիա): Ցույց է տրված, որ կապման Էնթալպիան ավելի մեծ ճշգրտությամբ (արժեքների տարբերությունը 5 %-ից բարձր չէ) կարելի է որոշել կապման կորերից:

Համաձայն հաշվարկների, հետազոտված լիգանդները (դոքսոռուբինը և նետրոպսինը) ՆԹ-ի В-ձևի հետ ավելի ամուր կոմպլեքսներ են առաջացնում, քան А-ձևի հետ:

Երկսպիրալային նուկլեինաթթու – դոքսոռուբին – նետրոպսին – կապման կոր – Էնթալպիա

It was shown that the binding thermodynamic parameters (free energy, enthalpy and entropy) of ligands to nucleic acids (NA) may be determined through the spectrophotometrically obtained adsorption isotherms. It was shown that the binding enthalpy can be determined with higher precision (difference in values not more than 5%) from the adsorption isotherms.

Calculations showed that the studied ligands (doxorubicin and netropsin) form tighter complex with B-form NA, than with A-form.

Double helical nucleic acid – doxorubicin – netropsin – adsorption isotherm – enthalpy

При связывании нуклеиновых кислот (НК) с лигандами изменяются термодинамические параметры, описывающие систему НК-лиганд. Очень часто для

выяснения молекулярных механизмов комплексообразования необходимо знать термодинамические параметры (свободная энергия, энтальпия, энтропия и т.д.) связывания. Термодинамические параметры связывания обычно определяют изотермической микрокалориметрией [5, 7]. Определение термодинамических параметров связывания при помощи изотермической микрокалориметрии связано с определенными трудностями: при измерениях используется НК в больших концентрациях (приблизительно 10^{-2} М/Р). Вследствие большой концентрации НК и соответственно лигандов, при смешивании образуются пузырьки, агрегационные процессы и т.д., которые в большей степени влияют на значения экспериментально измеренной величины [4, 6]. Поэтому в процессе измерения теплоты ошибка, связанная с этими явлениями, составляет не менее 5 % от эффекта [5, 7]. Следовательно, предпочтительно термодинамические параметры связывания определить при помощи, более простой, например, спектрофотометрических измерений, которые легче и просто экспериментально реализовать, где концентрации НК, используемые при измерениях, почти на три порядка меньше ($\sim 10^{-5}$ М/Р), чем в калориметрических измерениях, и косвенные нежелательные явления (образование пузырьков, агрегатов и т.д.) почти не возникают [2, 4].

В данной работе по спектрофотометрически полученным изотермам адсорбции определены термодинамические параметры связывания интеркалирующих (доксорубицин) и неинтеркалирующих (нетропсин) лигандов с А- и В-конформациями двуспиральных НК.

Материал и методика. Спектрофотометрическое титрование водных растворов доксорубицина (ДХ) и нетропсина (Nt) с растворами двуспиральных НК проводилось на спектрофотометрах PYE UNICAM SP8-100 (Англия) и CARY-219 (США), что подробно написано в работах [2-4]. Связывание ДХ и Nt с ДНК тимуса телят и двуспиральным синтетическим полирибонуклеотидом poly(A)-poly(U) исследовалось в водном растворе, содержащем 0,1М NaCl и 0,01М буфер Трис, pH 7,4. Концентрация ДНК, poly(A)-poly(U), ДХ и Nt были определены спектрофотометрически, используя следующие значения коэффициента экстинкции, $\epsilon_{260}=6600 \text{ М}^{-1}\text{см}^{-1}$ для ДНК тимуса телят; $\epsilon_{260}=7140 \text{ М}^{-1}\text{см}^{-1}$ для poly(A)-poly(U), для лигандов в мономерном состоянии – $\epsilon_{480}=11500 \text{ М}^{-1}\text{см}^{-1}$ для ДХ и $\epsilon_{296}=21500 \text{ М}^{-1}\text{см}^{-1}$ для Nt. Все препараты фирмы “Sigma” использовались без дополнительной очистки.

Результаты и обсуждение. ДХ является антрациклиновым противоопухолевым антибиотиком. Проникая в клетку, молекулы ДХ связываются с ДНК, чем и обусловлен их противоопухолевый эффект [8,15,16]. Показано, что связывание ДХ происходит в основном интеркалирующим способом и через желобок двойной спирали НК [16]. Было изучено поведение изменения спектров поглощения ДХ в видимой области, обусловленное взаимодействием двуспиральных НК с ДХ. Поскольку в видимой области спектра НК не поглощает, изменение спектров поглощения ДХ в видимой области спектра обусловлено только комплексообразованием с НК. Из рис. 1, где показаны спектры поглощения комплексов ДНК с ДХ, следует, что при добавлении ДНК в раствор ДХ (при постоянной концентрации ДХ) наблюдается гипохромизм и сдвиг максимума кривой в длинноволновую область. Характер изменения спектров поглощения (рис.1) показывает, что наблюдается в основном интеркаляционное связывание (гипохромизм и красный сдвиг). Как следует из рис.1, при исследованной температуре и ионной силе на спектрах поглощения четко выявляется изобестическая точка с длиной волны 538 нм, которая остается неизменной до полного связывания ДХ с ДНК.

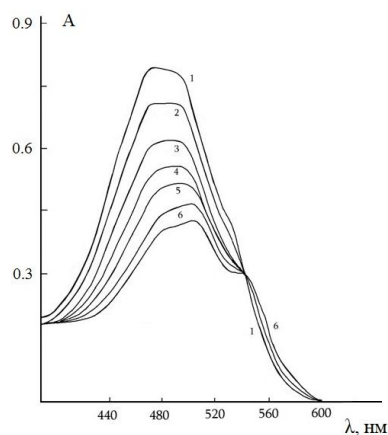


Рис. 1. Изменение спектров поглощения доксорубина при связывании с ДНК тимуса теленка в буфере при 20⁰С. В процессе титрования концентрация доксорубина остается постоянной ($C_0=6.62 \cdot 10^{-5}$ М, спектр 1). Концентрация ДНК меняется от нуля (1) до 10^{-4} М/Р (6).

Следовательно, при указанных внешних условиях наблюдается только один тип связанного состояния ДХ-ДНК, различимый по спектрам спектрофотометрического титрования. Вполне возможно, судя по характеру изменения спектров поглощения, этот тип связывания является интеркаляционным. Следовательно, при данных внешних условиях наблюдается только интеркаляционное связывание молекул ДХ. Из экспериментальных данных следует, что, начиная с определенного значения относительной концентрации C_0/C_p (где C_p – концентрация НК, а C_0 – молярная концентрация ДХ в растворе), спектры поглощения комплексов ДХ-ДНК в видимой области спектра перестают изменяться, что означает, что все молекулы ДХ в растворе находятся в связанном состоянии. Аналогичным образом были исследованы взаимодействие ДХ с poly(A)·poly(U). Опыты показывают, что характер изменения спектров поглощения при титровании почти одинаков для двуспиральных НК. В тоже время из спектров поглощения комплексов ДХ-poly(A)·poly(U) следует, что ДХ с poly(A)·poly(U) (А-формой) в исследуемых внешних условиях взаимодействует только интеркалирующим способом.

Исследовано также связывание неинтеркалирующего лиганда Nt с ДНК и poly(A)·poly(U). Nt является более или менее линейной молекулой, несущей положительный заряд на двух концах молекулы. Он проявляет АТ-специфичность при связывании с ДНК и располагается в узком бороздке ДНК, образуя упорядоченный комплекс [10, 11, 13]. Экспериментальные данные (спектры поглощения комплексов Nt-НК) показывают, что Nt в исследованных внешних условиях связывается с НК только одним способом (ложится в узком желобке) [10, 13].

Из спектров поглощения (рис.1) определены концентрации свободного (C_f) и связанного (C_b) лигандов в растворе и построены изотермы связывания по методу, подробно описанному в работах [3, 4, 17]. Изотермы связывания описываются формулой (1), которая более точно описывает адсорбцию лигандов с НК, когда учитывается взаимодействие лигандов друг с другом.

$$\frac{r}{C_f} = K(1-nr) \left[\frac{(2\omega-1)(1-nr) + r - R}{2(\omega-1)(1-nr)} \right]^{n-1} \cdot \left[\frac{1-(n+1)r + R}{2(1-nr)} \right]^2 \quad (1)$$

где $R = \{[1-(n+1)r]^2 + 4\omega r(1-nr)\}^{1/2}$; $r = \frac{C_b}{C_p}$; K – константа связывания лиган-

да; n – параметр, характеризующий стехиометрию комплекса НК-лиганд при насыщении и равный числу пар оснований НК, занимаемой одной связанной молекулой лиганда; ω – параметр антикооперативности. На рис.2 и 3 приведены изотермы адсорбции ДХ и Nt с poly(A)·poly(U) при температурах 20⁰, 30⁰ и 40⁰С. Аналогичные кривые получены и при связывании этих лигандов с ДНК тимуса теленка. Значение параметров K , n и ω для комплексов ДХ и Nt с ДНК (В-формой) и синтетическим двуспиральным полирибонуклеотидом poly(A)·poly(U) (А-формой) при разных температурах, рассчитанные по формуле (1), приведены в табл.1. Как следует из табл. 1, ДХ и Nt с В-формой (ДНК тимуса теленка) образуют более прочный комплекс, чем с А-формой (с poly(A)·poly(U)). Константа связывания интеркалирующего лиганда ДХ с В-формой почти на порядок больше, чем K ДХ с А-формой, а K неинтеркалирующего лиганда Nt с В-формой почти в 4 раза больше, чем K Nt с А-формой. Одновременно, как следует из табл. 1, для обоих лигандов наблюдается антикооперативность ($\omega < 1$), которая более выражена для молекул ДХ. Следовательно, интеркалирующие (ДХ) и неинтеркалирующие (Nt) лиганды с более гидратированной В-формой образуют более прочный комплекс.

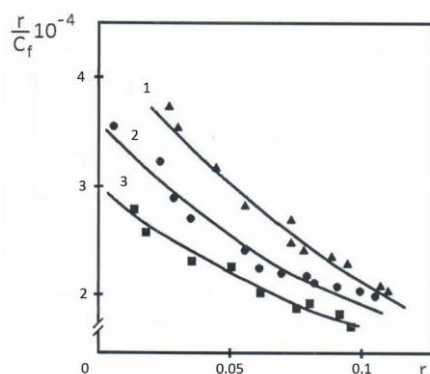


Рис. 2. Изотермы связывания в координатах Скэтчарда, построенные с помощью спектрофотометрического титрования доксорубина с poly(A)·poly(U) при температурах 20⁰С (1); 30⁰С (2) и 40⁰С (3).

Изменение термодинамических параметров вследствие связывания определены из анализа Ван-Гоффа. Изменение свободной энергии Гиббса (ΔG) при образовании комплексов можно определить по формуле (2)

$$\Delta G = -RT \ln K(T) \quad (2)$$

Учитывая, что связь между ΔG , изменением энтальпии (ΔH) и энтропии (ΔS) вследствие связывания выражается формулой (3),

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S, \quad (3)$$

после преобразования из (2) и (3) имеем;

$$\ln K(T) = -\frac{\Delta H}{R} \cdot \frac{1}{T} + \frac{\Delta S}{R} \quad (4)$$

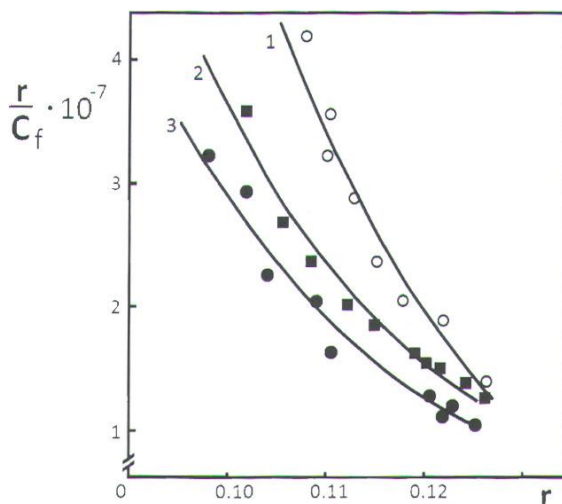


Рис. 3. Изотермы связывания, построенные с помощью спектрофотометрического титрования нетропсина с poly(A)·poly(U) при температурах 20°C (1); 30°C (2) и 40°C (3).

Согласно формуле (4), тангенс угла наклона $\ln K$ от T^{-1} дает величину $\Delta H \cdot R^{-1}$, если зависимость линейная, а ордината пересечения прямой с осью ординат $\Delta S \cdot R^{-1}$. По значениям $k(T)$ (табл. 1) была построена зависимость $\ln K(T)$ от T^{-1} (рис. 4). По этим точкам методом наименьших квадратов была проведена прямая линия и определены значения ΔH и ΔS для НК·ДХ и НК·Nt комплексов (табл. 1). Как следует из табл. 1, при образовании комплексов ДНК·ДХ и poly(A)·poly(U)-ДХ $\Delta H \cong -2.5$ ккал/моль для обоих комплексов. Однако ΔS больше при комплексообразовании с В-формой (17,4 кал/моль·К), чем с А-формой (12,8 кал/моль·К). Следовательно, при связывании интеркалирующего соединения ДХ с В-формой конформационных изменений комплексов больше, чем при связывании ДХ с менее гидратированной А-формой. Отметим, что для энтальпии связывания НК с интеркаляторами, содержащими большие боковые группы (например, ДХ и митоксантрон), микрокалориметрически получены значения $\Delta H \cong -(2 \div 3)$ ккал/моль [1,9], которые очень хорошо совпадают со значением ΔH , полученным нами спектрофотометрически.

Аналогичные результаты (табл. 1) получаются и при связывании неинтеркалирующего соединения Nt с НК. ΔH для обоих комплексов, в пределах ошибки измерения равны (для ДНК-Nt комплексов $\Delta H \cong -8.9$ ккал/моль, для poly(A)·poly(U)-Nt комплексов $\Delta H \cong -9.2$ ккал/моль), ΔS отличаются незначительно: связывание Nt с А-конформацией приводит к меньшему изменению ΔS по сравнению со взаимодействием с В-конформацией.

Таблица 1. Значения константы связывания (K), стехиометрия насыщения (n), параметр антикооперативности (ω) и термодинамические параметры связывания, определенные для комплексов ДНК и poly(A)-poly(U) с ДХ и Nt при 0.11 M NaCl.

Тип комплекса	$t, ^\circ\text{C}$	K, M^{-1}	n	ω	$-\Delta G$ ккал/моль	$-\Delta H$ ккал/моль	ΔS кал/моль·К
ДНК-ДХ	20	$(5.6 \pm 0.2) \cdot 10^5$	4.0 ± 0.1	0.40 ± 0.02	7.76 ± 0.02	2.6 ± 0.2	17.4 ± 0.2
	30	$(4.9 \pm 0.1) \cdot 10^5$	4.1 ± 0.2	0.39 ± 0.03	7.94 ± 0.02		
	40	$(4.2 \pm 0.2) \cdot 10^5$	4.0 ± 0.1	0.42 ± 0.03	8.11 ± 0.02		
ДНК-Nt	20	$(5.0 \pm 0.2) \cdot 10^8$	6.0 ± 0.1	0.48 ± 0.04	11.74 ± 0.02	8.9 ± 0.3	9.8 ± 0.2
	30	$(3.0 \pm 0.2) \cdot 10^8$	5.9 ± 0.2	0.47 ± 0.05	11.83 ± 0.02		
	40	$(1.9 \pm 0.2) \cdot 10^8$	6.0 ± 0.2	0.49 ± 0.03	11.93 ± 0.02		
Poly(A)-poly(U)-ДХ	20	$(4.3 \pm 0.2) \cdot 10^4$	6.0 ± 0.3	0.38 ± 0.04	6.25 ± 0.02	2.5 ± 0.2	12.8 ± 0.3
	30	$(3.7 \pm 0.3) \cdot 10^4$	6.1 ± 0.2	0.41 ± 0.03	6.37 ± 0.02		
	40	$(3.3 \pm 0.2) \cdot 10^4$	6.0 ± 0.2	0.40 ± 0.02	6.51 ± 0.02		
Poly(A)-poly(U)-Nt	20	$(12.0 \pm 0.2) \cdot 10^7$	8.0 ± 0.2	0.49 ± 0.02	10.90 ± 0.02	9.2 ± 0.4	9.1 ± 0.2
	30	$(7.2 \pm 0.3) \cdot 10^7$	8.1 ± 0.1	0.52 ± 0.02	10.96 ± 0.02		
	40	$(4.4 \pm 0.2) \cdot 10^7$	8.0 ± 0.2	0.51 ± 0.02	11.02 ± 0.03		

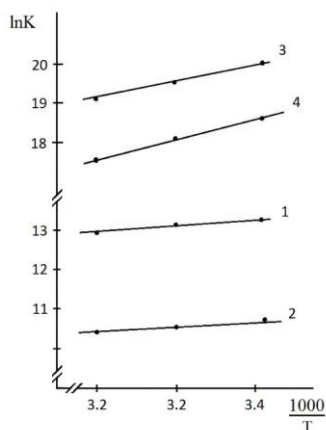


Рис. 4. Зависимость $\ln K$ от $1/T$ определенных из изотерм адсорбции для комплексов ДНК-ДХ (1); poly(A)-poly(U)-ДХ (2); ДНК-Nt (3) и poly(A)-poly(U)-Nt (4).

Из литературных данных следует, что для ДНК-Nt комплексов методом изотермической микрокалориметрии при 25°C получены значения $\Delta H \cong -9.2$ ккал/моль [12,14], что согласуется с нашими данными. Следовательно, спектрофотометрически полученные значения энтальпии связывания для комплексов ДХ-НК и Nt-НК с хорошей точностью совпадают со значением ΔH , полученным из микрокалориметрических измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаян Ю.С., Манзини Дж. Взаимодействие противоопухолевого соединения митоксантрона с двуспиральными нуклеиновыми кислотами. Молекул. биология, 24, 4, с. 1084-1094, 1990.
2. Babayan Yu.S., Hakobyan S.N., Ghazaryan R.S., Shahinyan M.A. Thermostability of DNA complexes with mitoxantrone at small fillings. Biophys. Reviews and Letters, 12, 3, p. 141-149, 2017.

3. Babayan Yu.S., Hakobyan S.N., Ghazaryan R.S., Shahinyan M.A. Interaction of antitumor agent mitoxantrone with double helical synthetic polyribonucleotides polyGpolyC and polyIpolyC. *Biophys. Rev. and Lett.*, 12, 4, p. 165-176, 2017.
4. Babayan Yu., Manzini G., Xodo L.E., Quadrioglio F. Base specificity in the interaction of ethidium with synthetic polyribonucleotides. *Nucleic Acids Res.*, 15, 14, p. 5803-5812, 1987.
5. Bhattacharya J., Basu A., Kumar G.S. Intercalative interaction of the anticancer drug mitoxantrone with double stranded DNA: A calorimetric characterization of the energetics. *J. Chem. Thermodyn.*, 75, p. 45-51, 2014.
6. Blake R.D., Delcourt S.G. Thermal stability of DNA. *Nucleic Acids Res.*, 26, p. 3323-3332, 1998.
7. Bruylants G., Wonters J., Michaux C. Differential scanning calorimetry in life science: Thermodynamics, stability, molecular recognition and application in drug design. *Current Med. Chem.*, 12, p. 2011-2022, 2005.
8. Caravallo C., Sato R.X., Cardoso S. Doxorubicin: the good, the bad and the ugly effect. *Current Med. Chem.*, 16, 25, p. 3267-3285, 2009.
9. Chaires J.B. Calorimetry and thermodynamics in drug design. *Annual Review of Biophysics*, 37, p. 135-151, 2008.
10. Geierstranger B.H., Wemmer D.E. Complexes of the minor groove of DNA. *Annu. Rev. Biomol. Struct.*, 24, p. 463-493, 1995.
11. Khalaf A.I. Minor groove binders: some recent research in drug development. *Current Trends in Med. Chemistry*, 6, p. 53-63, 2009.
12. Lane A.N., Jenkins T.C. Thermodynamics of nucleic acids and their interactions with ligands. *Q. Rev. Biophys.*, 33, 3, p. 255-306, 2000.
13. Lewis E.A., Munde M., Wang S., Rettig M., Le V., Machha V., Wilson W.D. Complexity in the binding of minor groove agents: Netropsin has two thermodynamically different DNA binding modes at a single site. *Nucl. Acids res.*, 39, 22, p. 9649-9658, 2011.
14. Marky L.A., Snyder J.G., Remeta D.P., Breslauer K.J. Thermodynamics of drug-DNA interactions. *J. Biomol. Struct. Dyn.*, 1, p. 487-507, 1983.
15. Michal M., Dalbor H., Vojtech A., Jaroslav B., Tomas E., Stiborova M., Kizek K. Doxorubicin and genomic DNA, new insights in drug-nucleic acids interactions. *I. J. Molecular Medicine*, 24, p. 549-569, 2009.
16. Perez-Aznaiz C., Busto N., Leal J.M., Garcia B. New insights into the mechanism of DNA-doxorubicin interaction. *J. Phys. Chem.*, 118, 5, p. 1288-1295, 2014.
17. Vardevanyan P.O., Parsadanyan M.A., Antonyan A.P., Hakobyan S.N. Thermodynamic parameters analysis of ethidium bromide and mitoxantrone binding with DNA by adsorption isotherms. *Rus. J. Phys. Chem.*, 91, 6, p. 1143-1145, 2017.

Поступила 28.08.2018



Biol. Journal of Armenia, 4 (70), 2018

COMPARATIVE ANALYSIS OF QUERCETIN AND TAXIFOLIN INTERACTION WITH HUMAN TELOMERIC G-QUADRUPLEX DNA HYBRID FORM BASED ON MOLECULAR DYNAMIC SIMULATIONS

G. V. CHILINGARYAN

Russian-Armenian University, Department of Medical Biochemistry and Biotechnology
garri.chilingaryan@rau.am

G-quadruplex stabilizing ligands demonstrated their capability to decrease cell growth *in vitro* and *in vivo* cancer models. After more than a decade of investigations aimed at targeting telomeric G-quadruplexes, the development of G-quadruplex-based binding ligands has progressed slowly with only one candidate making it to clinical trials. The most urgent problems are the lack of high-resolution structural data for many G-quadruplex forms and small molecules' low selectivity.

Two 400 ns molecular dynamic simulations of quercetin and taxifolin interactions with hybrid form of human telomeric G-quadruplex DNA were conducted. Binding modes of ligands were identified. Energetic parameters and hydrogen bonds formations were calculated. The interaction of taxifolin with G-quadruplex loop is an obvious example how slight difference between chemical compounds could define binding mode.

G-quadruplex – telomeres – molecular dynamic simulation – cancer

In vitro և *in vivo* բաղկացրելով մոդելներում Գ-քվադրուպլեքներ կայունացնող լիգանդները ցուցաբերում են բջիջների աճի նվազեցման ունակություն: Ուսումնասիրությունները, կապված Գ-քվադրուպլեքներ կապող լիգանդների հետ, դանդաղ ընթացք են ունեցել, և միայն մեկ միացություն է հասել կլինիկական հետազոտությունների փուլի: Դրա հիմնական պատճառներն են բազմաթիվ Գ-քվադրուպլեքների բարձր ճշգրտության կառուցվածքային ձևերի վերաբերյալ տվյալների տեղեկատվության բացակայությունը և լիգանդների ցածր ընտրողականությունը:

Իրականացրել են քվերցետինի և տաքսիֆոլինի փոխազդեցության երկու 400 նվ մոլեկուլային դինամիկ սիմուլյացիաներ մարդու Գ-քվադրուպլեքային թելոմերների հետ: Պարզաբանվել են լիգանդների կապման ձևերը: Հաշվարկվել են էներգետիկ պարամետրեր և ջրածնային կապի ձևավորումները: Տաքսիֆոլինի փոխազդեցությունը Գ-քվադրուպլեքի հանգույցի հետ լավ օրինակ է, թե ինչպես քիմիական միացությունների փոքր տարբերությունը կարող է սահմանել լիգանդի կապման ձևը:

Գ-քվադրուպլեքս – թելոմերներ – մոլեկուլային դինամիկ սիմուլյացիա – բաղկեր

G-квадруплекс стабилизирующие лиганды проявляют цитотоксичность в отношении роста раковых клеток в *in vivo* и *in vitro* моделях. В результате десятилетних исследований взаимодействия низкомолекулярных лигандов с G-квадруплексными структурами было выявлено всего одно соединение, достигшее клинических испытаний. Основными причинами этого являются отсутствие структурных данных высокого разрешения множества G-квадруплексных форм, а также низкая селективность исследуемых лигандов.

Были проведены две 400 нс молекулярно динамические симуляции взаимодействия кверцетина и таксифолина с теломерной G-квадруплексной ДНК человека. Были выявлены сайты связывания лигандов. Были рассчитаны энергетические параметры и водородные связи. Взаимодействие таксифолина с петлей G-квадруплекса наглядно демонстрирует роль незначительных различий в химической структуре лигандов в их моде связывания.

G-квадруплекс – теломеры – молекулярно динамическая симуляция – рак

Telomere is a region of repetitive nucleotide sequences at end of a chromosomes which prevents them from non-homologous pairing, damage during cell division, exonuclease and ligase activities [1]. The telomeric ends of human DNA consist of tandem repeats of d(TTAGGG)_n 5-10 kb hexanucleotide sequences that form a terminal single-chain 3'-overhead [2]. The structure and stability of telomeres is related to cancer, aging, genome maintaining and genetic stability [3]. The G-quadruplex structures that form at the distal 3' end of the human telomeres prevent hybridization of the DNA single strand with the telomerase RNA template and therefore was considered as a potential target for new anticancer therapy based on the use of low molecular weight ligands [4]. G-quadruplex stabilizing ligands demonstrated their capability to decrease cell growth *in vitro* and *in vivo* cancer models [5, 6].

Based on the molecular structure and functions, dihydroquercetin (taxifolin) is close to quercetin and routine, but it surpasses them by pharmacobiological activity: it is not mutagenic and less toxic than the mentioned compounds [7]. Taxifolin is known for its anti-proliferative effects on different types of cancer cells by inhibiting cancer cell lipogenesis [8].

After more than a decade of investigations aimed to targeting telomeric G-quadruplexes, the development of G-quadruplex-based binding ligands has progressed slowly with only one candidate making it to clinical trials [9]. One of the reasons is the lack of high-resolution structural data for many G-quadruplex forms and G-quadruplex binding ligands low selectivity. Another problem is the dynamic polymorphism of these structures and the limitations of traditional biophysical methods in the study of this phenomenon [10]. Low-resolution spectroscopic methods, such as circular dichroism or UV spectroscopy, are not accurate enough to determine the differences between structural conformers within ensemble. High resolution methods, such as Nuclear Magnetic Resonance (NMR) and crystallography also provide limited information in the study of structural polymorphism of G-DNA structures [11].

Molecular modeling and simulations are powerful tools to provide detailed structural and dynamic information to decipher the binding nature of DNA ligands [12]. In this study, we conducted molecular dynamics simulations with a free ligand to decipher the binding modes and interaction features of quercetin and taxifolin to intramolecular human telomeric G-quadruplex structure. Major binding poses were identified and detailed binding pathways were characterized.

Materials and methods. Intermolecular telomeric G-DNA structure were obtained from Protein Data Bank (PDB ID: 2HY9) [13]. It's a hybrid G-DNA topology formed in K⁺ solution. This topology also has AAA triplet that naturally occurs, capping the top tetrad of the hybrid-type telomeric G-quadruplex. This adenine triple was reported to play an important role in the formation and stabilization of human telomeric G-quadruplex structure in K⁺ solution [14]. The first model of NMR ensemble was used as the best representative conformer. 2D model of quercetin and taxifolin were obtained from PubChem [15]. Quercetin and taxifolin 3D parameters for molecular dynamic simulations were generated using the acpype tool [16] for the General Amber Force Field [17] with AM1-BCC partial charges. ACPYPE (AnteChamber PYthon Parser interfacE) is a python script within the ANTECHAMBER software that generates small molecule topologies and parameters for GROMACS and other MD software. Figures of ligands interaction

with G-quadruplex DNA structure were obtained with using of VMD tool [18]. Diagrams and plots of electrostatic and Van der Waals (VdW) energies were obtained using xmgrace module of GROMACS software. Hydrogen bond identification diagram was obtained using matplotlib [19].

We conducted two Molecular Dynamics (MD) simulations of G-DNA with taxifolin and quercetin using the GROMACS suite, v 2016.5 [20]. Amber ff99SB-ILDN force field was used for the MD simulations [21]. In all cases, Short-range non-bonded interactions were cut off at 1.4 nm. Particle Mesh Ewald (PME) was used for the calculation of long-range electrostatics. A time step of 2 fs was used during heating, the production run, and coordinates were recorded every 2 ps. Each MD simulation of 200 ns were performed.

Structures were placed in a dodecahedron box of TIP3P water, to which additional K^+ counter-ions were added for neutralizing system. After that two steepest descents minimization were performed and then equilibrated in two stages. The first stage involved simulating for 200 ps under a constant volume (NVT) ensemble. The second stage involved simulating for 2000 ps under a constant-pressure (NPT) for maintaining pressure isotropically at 1.0 bar [22]. The temperature was sustained at 300 K using V-rescale algorithm. For isotropic regulation of the pressure, the Parrinello-Rahman barostat was used.

Mdtraj were used for identification of hydrogen bonds formation between quercetin and taxifolin with human telomeric G-quadruplex. Gromacs energy module was used for the calculations of VdW and electrostatic energy and rms module was used for RMSD calculations.

Results and Discussion. Telomeric G-DNA and taxifolin *ab initio* simulation. Starting from unbound state (fig. 1A) taxifolin finds its binding mode within first 55 ns of simulation. Taxifolin interacts with the top of DNA molecule inducing conformational changes to the AAA loop, especially to adenin26 and adenin15 (fig. 1B). Both molecules are stable during 200 ns simulation (fig. 2E). Based on VdW (fig. 1F) and electrostatic energy calculations (fig. 1G) and hydrogen bond identification analysis (fig. 1H) it's more likely that interaction between taxifolin and hybrid form of telomeric human G-quadruplex DNA is mostly driven by electrostatic forces. To confirm taxifolin binding mode, the simulation was extended to 400 ns, during which taxifolin maintained its binding state.

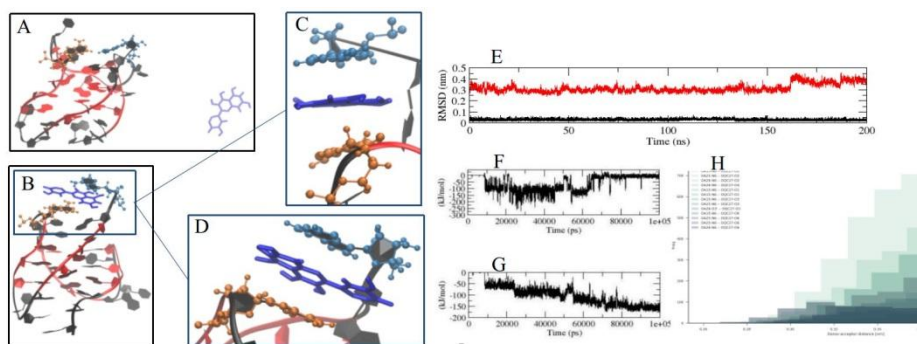


Fig. 1. A) Starting point of simulation; taxifolin (left right corner) is in unbound state. B) Interaction of taxifolin with adenin26 and adenin15. C and D) zoomed view of taxifolin binding mode with hybrid human telomeric G-quadruplex DNA. F) Electrostatic energies. G) VdW energies. H) Mdtraj hydrogen identification results. 1 weak hydrogen bond forms in 200 ns.

Telomeric G-DNA and quercetin *ab initio* simulation. Starting from unbound state (fig. 2A) quercetin interacts with G-DNA by stacking to the top of molecule and inducing conformational changes to the loop at the bottom side of molecule similar as in taxifolin-G-DNA simulation, but on the opposite side of molecule (fig 2B). Then it quickly loses its binding state and drops out. It starting to move towards to G-DNA groove until it reaches its final binding site (fig. 2C). Quercetin finds its binding mode in about 80 ns. Starting from 60 ns quercetin intercalating to G-DNA in the groove and after stabilizing, maintains its conformation till the end of the 200 ns simulation. At the beginning both

molecules endure low structural fluctuations and stabilize after ligand reaches its final binding state (fig. 2G). According to electrostatic and VdW energies calculation and hydrogen bonds identification results (fig. 2E, F, H respectively) quercetin intercalation is accompanied by high electrostatic forces and stabilized by at least two strong hydrogen bonds. To confirm quercetin binding mode, simulation was also extended to 400 ns, during which quercetin maintained its intercalation binding mode.

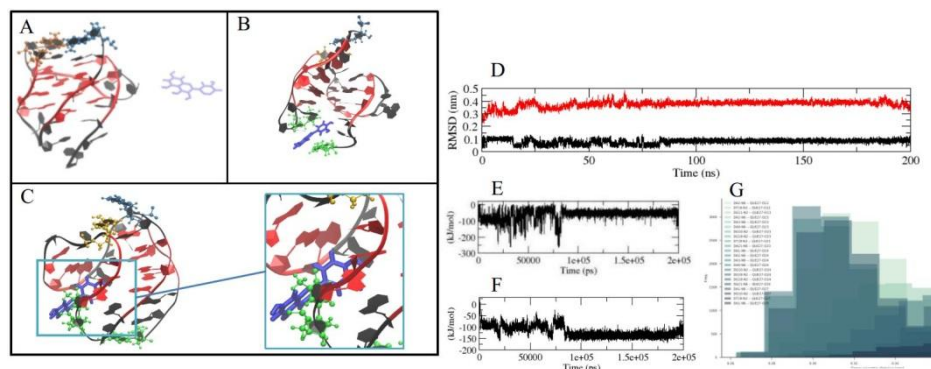


Fig. 2. A) Starting point of simulation. Quercetin is in unbound state. B) Quercetin interacts with TTA loop. C) Zoomed view of the quercetin intercalation in G-quadruplex DNA groove. D), E), F) RMSD, Electrostatic and VdW energies (200 ns) respectively.

In this study, we conducted MD simulations with a free ligand to analyze the binding modes and interaction features of quercetin and taxifolin to intramolecular human telomeric G-quadruplex structure. Major binding poses were identified and detailed binding pathways were characterized. As a result of comparison analysis between quercetin and taxifolin following conclusions could be stated. One of the most urgent problems in G-quadruplex binding ligands is selectivity. G-quadruplexes binding ligands also bind to B-DNA through intercalation. That explains the lack of selectivity (< 10.000 fold difference required for cancer therapy) of this compounds to two DNA forms. Specificity of G-quadruplex structure topologies allows ligands to have several different binding modes, such as bottom, top, side stacking, interaction with the loops and others. Based on the results of this study, we suggest that designing small molecules or modifying biological ones the way that prevents their intercalation to B-DNA would improve ligands selectivity to a degree. Further investigations of taxifolin and quercetin interaction with other human telomeric G-quadruplex structural forms are required for better understanding of binding patterns of this molecules.

REFERENCES

1. Blackburn E.H., Elissa S. Epel, Jue Lin. Human telomere biology: a contributory and interactive factor in aging, disease risks, and protection. *Science*, 350, 6265, 1193-1198, 2015.
2. Epel E.S., Blackburn, E. H., Lin, J., Dhabhar F.S., Adler N.E., Morrow, J.D., Cawthon, R.M. Accelerated telomere shortening in response to life stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101, 49, 17312-17315, 2004.
3. Harley C.B., Villeponteau B. Telomeres and telomerase in aging and cancer. *Current opinion in genetics & development*, 5, 2, 249-255, 1995.
4. Han H., Hurley, L.H. G-quadruplex DNA: a potential target for anti-cancer drug design. *Trends in pharmacological sciences*, 21, 4, 136-142, 2000.

5. Johnson L.A., Byrne H.M., Willis A.E., Laughton C.A. An integrative biological approach to the analysis of tissue culture data: application to the antitumor agent RHPS4. *Integrative Biology*, 3, 8, 843-849, 2011.
6. Mulholland K., Siddiquei F., Wu C. Binding modes and pathway of RHPS4 to human telomeric G-quadruplex and duplex DNA probed by all-atom molecular dynamics simulations with explicit solvent. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 28, 19, 18685-18694, 2017.
7. Makena Patrudu S., Pierce Samuel C., Chung King-Thom, Sinclair, Scott E. Comparative mutagenic effects of structurally similar flavonoids quercetin and taxifolin on tester strains *Salmonella typhimurium* TA102 and *Escherichia coli* WP-2 uvrA. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 50, 6, 451-9, 2009.
8. Brusselmans K., Vrolix R., Verhoeven G., Swinnen, J.V. Induction of cancer cell apoptosis by flavonoids is associated with their ability to inhibit fatty acid synthase activity. *Journal of Biological Chemistry*, 280, 7, 5636-5645, 2005.
9. Drygin, D., Siddiqui-Jain, A., O'Brien, S., Schwaabe, M., Lin, A., Bliesath, J., Ho C. B., Proffitt C., Trent K., Whitten J.P., Lim, J.K. Anticancer activity of CX-3543: a direct inhibitor of rRNA biogenesis. *Cancer research*, 69, 19, 7653-7661, 2009.
10. Yang D., Okamoto K. Structural insights into G-quadruplexes: towards new anticancer drugs. *Future medicinal chemistry*, 2, 4, 619-646, 2010.
11. Dai J., Carver M., Yang, D. Polymorphism of human telomeric quadruplex structures. *Biochimie*, 90, 8, 1172-1183, 2008.
12. Mulholland, K., Siddiquei, F., Wu, C. Binding modes and pathway of RHPS4 to human telomeric G-quadruplex and duplex DNA probed by all-atom molecular dynamics simulations with explicit solvent. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 28, 19, 18685-18694, 2017.
13. Bernstein F.C., Koetzle T.F., Williams G.J., Meyer E.F., Brice, M.D., Rodgers J.R., Kennard O., Shimanouchi T., Tasumi, M. The Protein Data Bank: a computer-based archival file for macromolecular structures. *Journal of molecular biology*, 112, 3, 535-542, 1977.
14. Dai J., Punchihewa C., Ambrus A., Chen D., Jones R.A., Yang D. Structure of the intramolecular human telomeric G-quadruplex in potassium solution: a novel adenine triple formation. *Nucleic acids research*, 35, 7, 2440-2450, 2007.
15. Bolton E.E., Wang, Y., Thiessen P.A., Bryant, S.H. PubChem: integrated platform of small molecules and biological activities. In *Annual reports in computational chemistry* 4, pp. 217-241,. Elsevier, 2008.
16. da Silva A.W. S., Vranken W.F. ACPYPE-Antechamber python parser interface. *BMC research notes*, 5, 1, 367, 2012.
17. Wang J., Wolf R.M., Caldwell J.W., Kollman P.A., Case, D.A. Development and testing of a general amber force field. *Journal of computational chemistry*, 25, 9, 1157-1174, 2004.
18. Humphrey W., Dalke A., Schulten K. VMD: visual molecular dynamics. *Journal of molecular graphics*, 14, 1, 33-38, 1996.
19. Hunter J.D. Matplotlib: A 2D graphics environment. *Computing in science & engineering*, 9, 3, 90-95, 2007.
20. Hess B., Kutzner C., Van Der Spoel, D., Lindahl, E. GROMACS 4: algorithms for highly efficient, load-balanced, and scalable molecular simulation. *Journal of chemical theory and computation*, 4, 3, 435-447, 2008.
21. Lindorff-Larsen, K., Piana, S., Palmo K., Maragakis P., Klepeis, J.L., Dror R.O., Shaw, D.E. Improved side-chain torsion potentials for the Amber ff99SB protein force field. *Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics*, 78, 8, 1950-1958, 2010.
22. Grabski H., Hunanyan L., Tiratsuyan S., Vardapetyan H. Interaction of N-3-Oxododecanoyl Homoserine Lactone With LasR Protein of *Pseudomonas aeruginosa*: Insights From Molecular Docking and Dynamics Simulations. *bioRxiv*, 121681, 2017.

Received on 28.09.2018



Биол. журн. Армении, 4 (70), 2018

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВИДОВОГО СОСТАВА РОДА *SCILLA* ВО ФЛОРЕ ЮЖНОГО КАВКАЗА, ИРАНА И ТУРЦИИ

Г.Г. ОГАНЕЗОВА, А.Л. АЧОЯН

Институт ботаники им. А. Л. Тахтаджяна, НАН РА
marina-oganezova@rambler.ru; arpineachoyan@mail.ru

Представлены результаты сравнительного анализа видового состава рода *Scilla* во флоре Армении, Азербайджана, Ирана, Турции и Грузии. Основываясь на результатах морфологических и анатомических исследований, пересматривается систематика спорных видов рода *Scilla*, произрастающих в Армении, а также родовая принадлежность дискуссионного вида *Hyacinthella atropatana* ($\equiv$ *Scilla atropatana*).

Кавказ – Иран – Турция — систематика – *Scilla* – *Hyacinthella atropatana*

Ներկայացված են Հայաստանի, Ադրբեջանի, Իրանի, Թուրքիայի և Վրաստանի ֆլորայի *Scilla* ցեղի տեսակային կազմի համեմատական վերլուծության արդյունքները: Մորֆոլոգիական և անատոմիական հետազոտություններից ստացված արդյունքների հիման վրա վերանայվում է *Scilla* ցեղի վիճահարույց տեսակների կարգաբանությունը, ինչպես նաև *Hyacinthella atropatana* ($\equiv$ *Scilla atropatana*) տեսակի ցեղային պատկանելության հարցը:

Կովկաս – Իրան – Թուրքիա – կարգաբանություն – *Scilla* – *Hyacinthella atropatana*

The results of a comparative analysis of the species composition of the genus *Scilla* in the flora of Armenia, Azerbaijan, Iran, Turkey and Georgia are presented. Based on the results of morphological and anatomical studies, the systematics of the controversial species of the genus *Scilla* growing in the flora of Armenia, as well as the generic belonging of the discussion species *Hyacinthella atropatana* ($\equiv$ *Scilla atropatana*) are reviewed.

Caucasus – Iran – Turkey- Systematics – *Scilla* – *Hyacinthella atropatana*

Проблемы рода *Scilla* – это видовой состав рода, который, начиная со времен Linnaei [18], много раз подвергался пересмотру как в связи с описанием новых видов, так и выделением из его состава таксонов, описываемых в качестве новых родов. Во флоре Армении из таких таксонов есть только *Hyacinthella atropatana*, ранее относящаяся к видам рода *Scilla*. Но и остальные виды рода, произрастающие в Армении, нуждаются в уточнении их таксономического статуса, особенно виды из родства *S. siberica* L. Дискуссия вокруг этих тем, несмотря на ее длительность, остается актуальной. В связи с этим предпринята попытка, с одной стороны, уточнить видовой состав рода в Армении, с другой – сравнить его с многообразием видов рода в соседних регионах.

Материал и методика. Для решения первой задачи в качестве материала использован весь доступный гербарий ERE, ERCB, LE, а также живой материал по роду *Scilla*, собранный Ачоян и коллегами по работе во время экспедиционных поездок по Армении. Основными методами были макро- и микроморфологический, палинологический [2-4]. Для решения второй задачи, кроме вышеназванного материала, использовались данные по флорам стран анализируемого региона. Проведен сравнительный анализ видового состава рода в границах Кавказа и пограничных стран – Турции и Ирана. Это было необходимо в целях уточнения эволюционного и адаптивного потенциала этого африканско-средиземноморского рода в сложных мозаичных условиях среды сравниваемого региона.

Результаты и обсуждение. Гетерогенный и дискуссионный род *Scilla* L. в настоящем включенный в состав семейства *Hyacinthaceae* [10-13], распространен на территории от юга Африки, через горы тропической Африки до Средиземноморья, и всей умеренной Евразии [11]. В 1753 году на основе описания листьев, семян и плодов Linnaei [18] включает в состав рода *Scilla* 8 видов. Со временем число видов рода постепенно увеличилось, хотя до настоящего времени остается неопределенным. Это связано с разным пониманием объема рода разными авторами и колеблется от 54 до 80 видов [8, 23].

В 1866 году Salisburi [22] описывает несколько новых родов – *Prospero* Salisb., *Rinopodium* Salisb. и *Othocallis* Salisb. В составе *Rinopodium* автор рассматривает вид *Rh. bifolia* ($\equiv$ *S. bifolia* L.), в составе *Othocallis* – *O. amoena* ($\equiv$ *S. amoena* L.) и *O. siberica* ($\equiv$ *S. siberica* Haw.), а в составе *Prospero* Salisburi подразумевает 7 видов, в том числе и *P. autumnale* ($\equiv$ *S. autumnalis* L.), который встречается на территории Кавказа. В составе самого рода *Scilla* автор сохраняет только один вид – *S. maritima* L., который в настоящем относится к роду *Urginea* Steinhil.

Baker в 1873 г. [14] пересматривает объем рода *Scilla* и значительно дополняет его. На основе строения цветка известные ему виды рода *Scilla* распределяет между 3 под родами: *Euscilla* Ledebouria и *Endymion*. Признает самостоятельность рода *Chionodoxa* Boiss.

В 1884 году Battandier и Trabut [15] впервые на основе строения прицветников выделяют секции рода *Scilla* – *Lingulatae*, *Peruviana*, *Stellares*, *Autumnales*. Кроме признаков прицветников, эти секции характеризуются целым комплексом признаков разных частей растений. Кроме того, эти авторы возвращают под роду *Endymion* статус самостоятельного рода *Endymion* Dumort.

Гроссгейм [6] для кавказских представителей рода *Scilla* принимает классификацию Baker [14], который всех кавказских представителей рода объединяет в один таксон *Euscilla*, называемый Гроссгеймом секцией, подразделяя ее на 5 серий. Каждая серия объединяет близкородственные виды: ser. *Autumnales* (*S. autumnalis*), ser. *Bifoliae* (*S. bifolia* и *S. nivalis* Boiss.), ser. *Rosenii* (*S. rosenii* K. Koch, *S. winogradowii* Sosn.), ser. *Hohenackeri* (*S. hohenackeri* Fisch. & C. A. Mey.), ser. *Sibiricae* (*S. diziensis* Grossh., *S. monanthos* K. Koch, *S. mischenkoana* Grossh., *S. armena* Grossh., *S. siberica*). Позже во “Флоре СССР” Гроссгейм [5] подразделяет под род *Euscilla* Baker на 3 секции со своими циклами: секция *Barnardia*, ранее признанная Endlicher [16] в ранге самостоятельного рода, секция *Prospero* (циклы: *Vernales*, *Autumnales*), секция *Pluriovulatae* (циклы: *Bifoliae*, *Roseniana*, *Hohenackeriana*, *Sibiricae*, *Puschkinoides*).

Во “Флоре европейской части СССР” Мордак [9] рассматривает пролески в составе трибы *Scilleae* Engl. сем. *Liliaceae*, подразделяя ее на секции *Autumnalis* и *Scilla*. Секция *Prospero* рассматривается ею как синоним Sect. *Autumnales*, а Sect. *Pluriovulatae*, описанная Гроссгеймом в 1935 году [5], рассматривается как

синоним Sect. *Scilla*. Во “Flora of Turkey and the East Aegean Islands” Мордак [19] возвращается к делению рода на подроды: *Scilla*, *Petranthe* (Salisb.) Chouard., *Prospero* (Salisb.) Chouard. Признает самостоятельность рода *Chionodoxa*? Позже ею признается самостоятельность рода *Prospero*, а описанный Гроссгеймом вид *S. atropatana* рассматривается в составе рода *Hyacinthella* Schur [10].

В 2006 году Мордак [10] для кавказских представителей рода *Scilla* признает секции *Scilla*, *Fessia*, *Othocallis*, выделенные Speta [24]. Сохраняет *Prospero* как отдельный род с единственным видом *P. autumnale* (L.) Speta ($\equiv$ *S. autumnalis*), а род *Chionodoxa* рассматривает как синоним Sec. *Scilla*.

Большой вклад в изучение систематики рода *Scilla* внесен F. Speta [24], Speta [23] в качестве серии включает род *Chionodoxa* в состав рода *Scilla*. Объединяет в составе рода *Scilla* целый ряд близких таксонов и делит род на секции *Scilla*, *Luteoscilla*, *Nigriscilla*. В работе 1998 года Speta [24] радикально меняет объем рода *Scilla*. В частности, из видов, распространенных на Кавказе, *S. Hohenackeri* он рассматривает в составе описанного им рода *Fessia* Speta, а остальные виды, встречающиеся на Кавказе и в Армении переносит в восстановленный им же род *Othocallis*.

Feinbrun-Dothan во “Flora Palaestina” [17] таксоны *Scilla*, *Petranthe* и *Prospero* рассматривает в ранге подродов, в составе видов *S. cilicica* Siehe (подрод *Scilla*), *S. hyacinthoides* L. (подрод *Petranthe*), *S. autumnalis*, *S. hanburyi* Baker (подрод *Prospero*).

Гроссгейм [6] в 1940 году для Кавказа приводит 14 видов рода *Scilla*. Флора Армении, Азербайджана, Грузии, Турции, Ирана в большей или меньшей степени отличается друг от друга видовым составом рода. Для флоры Грузии Манденова [7] приводит 8 видов рода *Scilla*. По ее данным, типичная *S. siberica* во флоре Грузии отсутствует, вместо нее приводится разновидность *S. siberica* var. *gracilis*, которая, согласно Гроссгейму [6], распространена в горных лесах Кавказа. От типичной *S. siberica* она отличается небольшими размерами и более узкими листьями. Мордак [8] для флоры Грузии увеличивает число видов, приводя новые виды *S. otschiauriae* Mordak и *S. caucasica*.

Во флоре Армении, в отличие от флоры Грузии, не произрастают виды *S. otschiauriae*, *S. bifolia*, *S. autumnalis* и *S. nivalis*, но присутствуют виды *S. rosenii*, *S. mischtschenkoana*, *S. hohenackeri*, *S. monanthos*, *S. winogradowii*, *S. armena*, *S. siberica*, *S. caucasica* [12].

Таким образом, общими для флоры этих двух соседних стран являются виды *S. rosenii*, *S. monanthos*, *S. winogradowii*, *S. armena*, *S. siberica* и *S. caucasica* [7,12].

Для флоры Азербайджана приводится 8 видов рода: *S. autumnalis*, *S. atropatana* Grossh., *S. hohenackeri*, *S. caucasica*, *S. diziensis*, *S. zangezura* Grossh., *S. armena*, *S. siberica* [1]. Из них *S. diziensis* и *S. zangezura* в настоящее время рассматривают как синонимы *S. mischtschenkoana* [10].

Rechinger, Wendelbo [21] для флоры Ирана приводят 19 видов. Общими для флоры Ирана и Армении являются виды *S. siberica*, *S. siberica* subsp. *caucasica* ($\equiv$ *S. caucasica*), *S. monanthos*, *S. mischtschenkoana*, *S. hohenackeri*.

Для флоры Турции Мордак [19] приводит 17 видов, 9 из которых не произрастают в Армении. Общими для флоры Армении и Турции являются виды *S. armena* ($\equiv$ *S. siberica* subsp. *armena*), *S. monanthos*, *S. winogradowii* и *S. rosenii*. По мнению автора, видов *S. mischtschenkoana*, *S. hohenackeri*, *S. caucasica*, а также типичной *S. siberica* во флоре Турции нет. Мордак указывает на близость *S. lepii* Speta и *S. armena*.

Таким образом, сравнительно большим видовым разнообразием рода *Scilla* отличаются флора Турции (17 видов) и Ирана (19 видов). Даже если сравнивать общее количество видов рода *Scilla* на Кавказе в целом, территория которого сравнима с территорией с каждой из этих стран в отдельности и где по Мордак [10] распространено всего 10 видов рода, большее многообразие видов *Scilla* на территории Ирана и Турции сохраняется. Вероятно, это можно объяснить только тем, что западная Турция – это настоящее Средиземноморье, то есть территория наибольшего многообразия видов рода. Сходные по климату со Средиземноморьем районы есть и в Иране. Объяснением выявленной неравномерности видового состава рода на Кавказе и для более южных Ирана и Турции могут быть разные миграционные пути видов рода в этот обширный регион с последующим видообразованием. Кавказский регион больше связан с миграционным потоком из европейской части ареала рода, а более южный ирано-турецкий с миграцией из Средиземноморья.

Среди видов рода, распространенных в Армении, самостоятельность *S. rosenii* и *S. mischtschenkoana* никем не оспаривается. Эти два вида хорошо отличаются друг от друга и от остальных видов рода *Scilla* рядом морфологических признаков. Сомнительно присутствие во флоре вида *S. hohenackeri*, поскольку гербарный материал по этому виду в ERE, ERCB, LE отсутствует. Проблемным является вопрос и о самостоятельности видов *S. winogradowii*, *S. monanthos*, *S. armena*, *S. siberica* и *S. caucasica*. Виды *S. siberica*, *S. armena*, *S. caucasica* морфологически близкие. Не удивительно, что они разными исследователями по разному интерпретируются. Гроссгейм [5, 6], Ахундов [1], Таманян [12] признают самостоятельность всех трех видов. В ранних работах Мордак [8] *S. armena* и *S. caucasica* представлены в ранге подвидов *S. siberica*, позже [10] она возвращает им статус самостоятельных видов. Rechinger & Wendelbo в обработке флоры Ирана [21] не принимают самостоятельность *S. caucasica*, рассматривая ее в ранге подвида *S. siberica* subsp. *caucasica* (Mischz) Mordak.

Дискуссионным вопросом остается самостоятельный статус *S. winogradowii* – вида, очень близкого к *S. monanthos*. Манденова [7] признает его в качестве отдельного вида, тогда как Мордак [10] интерпретируют данный вид как синоним *S. monanthos*.

Кроме вышеуказанных межвидовых проблем рода *Scilla*, во флоре Армении оспаривается родовая принадлежность вида *Hyacinthella atropatana* (Grossh.) Mordak & Zakhar. (= *Scilla atropatana* Grossh.). У него очень узкий ареал, кроме Армении, он встречается только в Азербайджане (*S. atropatana*) [1] и в Иране [21].

Проблема вида заключается в том, что по ряду признаков *Hyacinthella atropatana*, в частности наличием свободных сегментов околоцветников, а также по структуре семян [11], близок к видам рода *Scilla*. Однако по строению луковицы и по кариотипу отличается от видов *Scilla* и ближе к некоторым представителям рода *Hyacinthella* [21].

Для кавказских представителей рода *Scilla* в качестве систематически значимых морфологических признаков разными исследователями [6, 10, 20, 24] используются размеры луковиц и окраска луковичных чешуй, количество, длина и ширина листьев, количество, длина и толщина цветоносов, количество цветков в соцветиях, окраска и размеры долей околоцветника, форма и окраска прицветников, размеры и окраска столбиков, длина и толщина тычиночных нитей, размеры и форма завязи, количество семязачатков в завязи, окраска и структура семян.

Среди вышеуказанных признаков некоторые не стабильны и обладают значительной вариабельностью. Размеры листьев и луковиц, количество цветков

в соцветии, окраска околоцветников и количество семязачатков в зависимости от экологических условий произрастания меняются. Использование таких признаков в систематике затрудняет определение того или иного вида. Однако при наличии обширного материала их можно использовать как систематически значимые.

В результате морфологического изучения органов цветка гербарных и живых образцов представителей рода *Scilla*, произрастающих на территории Армении, выявлены новые систематически значимые признаки. В частности, выяснилось, что окраска тычиночных нитей, длина и окраска столбика завязи, размеры завязи, количество семязачатков завязи, размеры пыльников являются систематически значимыми.

Кроме морфологических признаков растения в целом, в целях систематики ряда семейств, родов и даже видов в качестве информативного метода используется также палинологический метод. Известно, что в межвидовой систематике наиболее информативным являются количественные характеристики пыльцевых зерен, а на видовом уровне значимыми признаками являются размеры пыльцевых зерен, толщина и характер поверхности экзины, размер апертур. Использование этого метода позволило установить различия между спорными видами *S. monanthos*, *S. winogradowii*, *S. armena* и *S. caucasica* [2].

Изучение микроморфологии листьев и цветоносов видов рода *Scilla* также является информативным методом. Этот метод использован нами в качестве сравнительного, необходимого для уточнения как межвидовых, так и межродовых критериев изучаемых таксонов [3, 4]. Для этого, кроме видов *Scilla* и *Hyacinthella*, изучены некоторые виды родов *Brimeura*, *Hyacinthoides*, *Chionodoxa*, *Puschkinia*. По структуре листьев и цветоносов *Puschkinia scilloides* Adams., *Chionodoxa luciliae* Boiss., *Brimeura amethystiana* (L.) Chouard, *Hyacinthoides hispanica* (Mill.) Rothm. значительно отличаются друг от друга и от остальных изученных таксонов. Изученные виды рода *Scilla* имеют общие черты строения, однако степень их сходства различна. По строению цветоноса изученные виды рода *Scilla* подразделяются на несколько групп. *S. rosenii* и *S. mischtschenkoana* образуют отдельные группы, *S. monanthos* и *S. winogradowii* можно объединить в одну группу, тогда как остальные изученные виды рода явно объединяются в группу родства *S. siberica*. Дискуссионный вид *H. atropatana* как по строению цветоносов, так и по строению листьев хорошо отличается от всех изученных таксонов и, в частности, от видов рода *Scilla*.

S. siberica особенно полиморфный вид. При изучении гербарных образцов, собранных в Армении, выяснилось, что есть образцы, более близкие к *S. siberica* var. *gracilis*, который, согласно Гроссгейму, характерен для горных лесов Кавказа. Типичные образцы *S. siberica* в гербарии ERE присутствуют в очень небольшом количестве. В гербарии ERE присутствуют также несколько образцов *S. siberica* var. *alba*, собранных из Иджевана.

Изучение образцов *S. caucasica*, собранных в Армении, показало, что наряду с растениями типичного габитуса с характерными морфологическими признаками вида, в природе встречаются также малоцветковые образцы с более узкими листьями, которые легко спутать с *S. siberica*.

Изучение гербарных образцов *S. winogradowii* и *S. monanthos*, собранных из разных областей Армении, не выявило морфологических различий между ними. Многоцветковые растения с широкими листьями, свойственные типичным образцам *S. winogradowii*, в гербарии ERE не обнаружены. Такие образцы есть в LE и они морфологически четко отличаются друг от друга. По результатам изучения микро – и макроморфологии образцов из ERE, определенных как *S. mo-*

nanthos и *S. winogradowii*, установлено, что по этим признакам они почти не отличаются друг от друга. Вероятно, для установления критериев этих двух видов как самостоятельных есть необходимость в дополнительном изучении. При отрицательном результате такого исследования можно согласиться с Мордак [10] и перевести *S. winogradowii* в синонимы *S. monanthos*.

Настоящее исследование показало, что идея прямого родства видов *S. siberica*, *S. armena*, *S. caucasica* вполне обоснована. Вероятнее всего, *S. siberica* в этом комплексе является анцестральным видом, давшим начало видам *S. armena*, *S. caucasica*. Обнаружены также отличительные признаки, которые позволяют рассматривать *S. armena* и *S. caucasica* в ранге самостоятельных видов. В то же время образцы *S. siberica* и *S. armena* sensu Grossh. в Армении габитуально слабо отличимы. Часто для их определения систематики вынуждены учитывать такие экологические данные, как высота произрастания образца и характер местообитаний. Исключение составляют образцы с г. Арагац, обычно определяемые как *S. armena*. Они четко отличаются от образцов *S. siberica* целым рядом признаков в морфологии цветков и соцветия. Эти образцы нуждаются в более тщательном изучении и вероятном пересмотре их таксономического положения в ранг самостоятельного вида.

По результатам настоящей работы образцы *H. atropatana* строением цветоносов и листьев хорошо отличаются от представителей рода *Scilla*, произрастающих на территории Армении, что подтверждает точку зрения Мордак [10] о необходимости выделения *H. atropatana* из состава рода *Scilla*. Однако для окончательного вывода есть необходимость изучения более обширного материала по роду *Hyacinthella* и сравнения с другими представителями рода *Scilla*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахундов Г.Ф. Род *Scilla* L. Флора Азербайджана, 2, с. 171-175, 1952.
2. Ачоян А.Л. О размерах пыльцевых зерен у некоторых видов рода *Scilla* флоры Армении. Тахтаджяния, 3, с. 61-65, 2016.
3. Ачоян А.Л. Сравнительно-анатомическое изучение цветоносов *Hyacinthella atropatana*, *Puschkinia scilloides* и некоторых видов рода *Scilla*, произрастающих в Армении. 4, с. 14-17, 2018.
4. Ачоян А.Л. Сравнительно-анатомическое изучение структуры листьев *Hyacinthella atropatana*, *Puschkinia scilloides*, *Brimeura amethystina*, *Chionodoxa luciliae*, *Hyacinthoides hispanica* и некоторых видов рода *Scilla*. Тахтаджяния, 4, с. 18-23, 2018.
5. Гроссгейм А.А. Род *Scilla* L. Флора СССР (ред. В. Л. Комаров), 4, с. 369-379, 1935.
6. Гроссгейм А.А. Род *Scilla* L. Флора Кавказа, 2, с. 154-160, 1940.
7. Манденова И.П. Род *Scilla* L. Флора Грузии (на груз. яз.), (ред. А. К. Макашвили, Д. И. Сосновский), Тбилиси, 2, с. 495-500, 1941.
8. Мордак Е.В. Виды *Scilla* Советского Союза. II. Систематика и география. Бот. журнал, 56, 10, с. 1444-1458, 1971.
9. Мордак Е.В. Род *Scilla* L. Флора европейской части СССР, (ред. Ан. А. Федоров), 4, с. 240-243, 1979.
10. Мордак Е.В. Роды *Scilla* L., *Hyacinthella* Schur. Конспект флоры Кавказа, (ред. А.Л. Тахтаджян), 2, с. 125-131, 2006.

11. *Оганезова Г.Г.* Структура семени и система лилейных, Ереван. 248 с., 2008.
12. *Таманян К.Г.* Роды *Scilla* L., *Hyacinthella* Schur. Флора Армении (ред. А. Л. Тахтаджян), 10, с. 246-262, 2001.
13. *Тахтаджян А.Л.* Система магнолиофитов. Ленинград, 439 с., 1987.
14. *Baker J.G.* Revision of the genera and species of *Scilla* and *Chlorogaleae*. J. Linn. Soc. London (Bot.), 13. p. 209-292, 1873.
15. *Battandier J. A. & Trabut L.* Genera *Scilla* L., *Endymion* Dumort. Flore de l'Alge'rie et Catalogue des plantes d'Alge'rie. , Monocotyledones. Adolphe Jourdan, Libraire-Editeur, Alger, 1, p. 158-162, 1884.
16. *Endlicher S.* Genus *Scilla* L. Genera Plantarum secundum Ordines Naturales, p.146, 1836.
17. *Feinbrun – Dothan N.* Genus *Scilla* L. Flora Palaestina, 4, p. 45-48, 1986.
18. *Linnaei C.* Genus *Scilla* L. Species Plantarum, 1, p. 308-309, 1753.
19. *Mordak H.V.* Genus *Scilla* L. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, 8, с. 214-224, 1984.
20. *Persson K., Wendelbo P.* Taxonomy and cytology of the genus *Hyacinthella*. Part I. Candollea, 36, p. 513-541, 1981.
21. *Rechinger K.H., Wendelbo P.*, Genera *Scilla* L. & *Hyacinthella* Shur Flora Iranica, 165, 4, p. 107-119, 136-138, 1990.
22. *Salisbury R.A.* The Genera of plants, 6, p. 24-33, 1866.
23. *Speta F.* Die frühjahrsblühenden *Scilla*-arten des östlichen mittelmeeerraumes. Naturk. Jahrb. Stadt. Linz., 25, p. 19-198, 1979.
24. *Speta F.* Systematische Analyse der Gattung *Scilla* L. s.1 (Hyacinthaceae). Phytion (Horn Austria), 38, 1, p. 1-141, 1998.

Поступила 05.09.2018



Биол. журн. Армении, 4 (70), 2018

**НОВЫЕ ДАННЫЕ К МОРФОЛОГИИ ПЫЛЬЦЫ РЯДА ВИДОВ ИЗ
РОДОВ *CAROXYLON* THUNB., *KAVIRIA* AKHANI ET E.H.
ROALSON И *KALI* MILL. (СЕМ. *CHENOPODIACEAE* VENT.)**

А.О. СОНЯН

*Институт ботаники имени А. Тахтаджяна НАН РА
hasmiksonyan@gmail.com*

Проведено исследование морфологии пыльцевых зерен 10 видов из 3 родов *Caroxylon* Thunb., *Kaviria* Akhani et E.H. Roalson и *Kali* Mill. семейства *Chenopodiaceae* Vent. флоры Армении на уровне светового микроскопа. Для всех изученных видов отмечаются характерные для представителей всего семейства мелкие (12.3-24.5 мкм в диаметре) глобально-поровые пыльцевые зерна сфероидальной формы.

Палиноморфология – пыльцевые зерна – Chenopodiaceae – флора Армении

Իրականացվել է Հայաստանի ֆլորայի *Chenopodiaceae* Vent. ընտանիքի 3 ցեղի *Caroxylon* Thunb., *Kaviria* Akhani et E.H. Roalson. *Kali* Mill. 10 տեսակների ծաղկափռչու մորֆոլոգիական առանձնահատկությունների ուսումնասիրություն լուսային մանրադիտակի միջոցով: Բոլոր ուսումնասիրված տեսակներն ունեն *Chenopodiaceae* ընտանիքին բնորոշ մանր (12.3-24.5 մկմ տրամագծով), սֆերոիդալ ծաղկափռչի գլոբալ-ծլանցքային ապերտուրաներով:

Պալինոմորֆոլոգիա – ծաղկափռչի – Chenopodiaceae – ՀՀ ֆլորա

Investigation of pollen morphology of 10 species from 3 genera *Caroxylon* Thunb., *Kaviria* Akhani et E.H. Roalson and *Kali* Mill. (family *Chenopodiaceae* Vent.) of Armenian flora using light microscope was carried out. For all species studied, small (12.3-24.5 μm in diameter) pantoporate spheroidal pollen grains were noted.

Palynomorphology – pollen grains – Chenopodiaceae – flora of Armenia

Семейство *Chenopodiaceae* Vent. широко распространено в мире и включает приблизительно 100 родов и 1400 видов, произрастающих преимущественно в эутрофных, галофильных местообитаниях, в областях с аридным климатом. В Армении семейство представлено 30-36 родами и 80-90 видами однолетних и многолетних трав, полукустарников, кустарничков, очень редко кустарников. Отдельные виды маревых произрастают практически повсеместно по Армении, преимущественно в пределах нижнего и среднего горных поясов, а наибольшее таксономическое разнообразие отмечается для Ереванского и Мегринского флористических районов [4, 13].

До конца XX столетия многие роды семейства принимались в широком смысле, например род *Salsola* L., насчитывающий 114-170 видов. Подавляющее

большинство видов данного чрезвычайно полиморфного рода являются представителями флоры пустынных территорий Европы, Азии и Африки [8]. Однако в последнее время, основываясь преимущественно на результатах молекулярно-филогенетического анализа, отмечается тенденция к дроблению рода *Salsola*. Полученные данные указывают на его полифилетическое происхождение, а также на необходимость выделения ряда групп близкородственных видов в качестве серегатных родов [17, 21, 25, 28]. Для нашего региона таковыми являются роды *Caroxylon* Thunb., *Kali* Mill., *Kaviria* Akhani et E.H. Roalson, *Climacoptera* Botsch., *Halothamnus* Jaub. et Spach, и *Salsola* L. s. str. [5], из которых первые три рода рассматриваются в настоящей статье в качестве объектов для палинологических исследований.

Род *Caroxylon* ранее принимался в качестве секции рода *Salsola* и признан в ранге рода Цвелевым [14]. Позже монофилия клада *Caroxylon* подтверждена молекулярными исследованиями Akhani et al. [17]. *Caroxylon* – наиболее многочисленная и широко распространенная группа в составе рода *Salsola* s. l. В Армении род представлен 5 видами, произрастающими на солончаках, сухих гипсоносных и глинистых склонах, засоленных каменистых, песчаных, рудеральных местах и слабозасоленных глинах [4].

В род *Kali* включены виды, которые ранее входили в состав одноименной секции рода *Salsola* (sensu Rilke, 1999). Представители рода *Kali* встречаются на засоленных и песчаных почвах, на гипсоносных красных глинах, иногда на каменистых склонах, и, как сорные, близ населенных пунктов [4]. В Армении род представлен 3 видами *Kali tragus* (L.) Scop., *K. tamamschjanae* (Iljin) Akhani et E.H. Roalson, *K. collina* (Pall.) Akhani & E.H. Roalson. Из них вид *Kali tamamschjanae* (= *Salsola tamamschjanae* Iljin) включен в Красную книгу Армении [1] как находящийся под угрозой исчезновения (категория EN)), а *K. collina*, являющийся заносным видом, практически отсутствует в сборах последних лет по Армении.

В состав рода *Kaviria* входят виды, ранее относящиеся к секции *Belanthera* Iljin рода *Salsola* [5, 17]. В Армении род представлен 2 видами: вид *Kaviria tomentosa* (Moq.) Akhani (= *Salsola tomentosa* (Moq.) Spach) и *Kaviria cana* (K. Koch) Akhani (= *Salsola cana* K. Koch). Представители рода *Kaviria* распространены на гипсоносных глинистых, засоленных и каменистых склонах [4]. Вид *K. tomentosa* (Moq.) Akhani (= *S. tomentosa* (Moq.) Spach) включен в Красную книгу Армении [1] как находящийся под угрозой исчезновения (категория EN).

Палиноморфологические исследования семейства Chenopodiaceae начались еще в середине 18 века [15, 22, 27, 29]. Отмечаются работы, посвященные всему семейству, как например Монозон [10, 11] и Алешиной [9] (на уровне светового микроскопа), а также Цымбалюк [16] (на уровне сканирующего электронного микроскопа). Палинологические исследования проводились также на уровне отдельных родов или группы родов, например *Chenopodium* [20, 24], *Bienertia* [18], *Salsola* [26], трибы *Atripliceae* [23], подсемейства *Suaedoideae* [19] и др.

В Армении палинологические исследования представителей семейства Chenopodiaceae впервые проводились в середине пятидесятих годов прошлого столетия. Во втором томе Флоры Армении дано краткое описание пыльцы отдельных родов на уровне светового микроскопа [2]. Сведения по пыльце некоторых представителей данного семейства на уровне светового (СМ) и сканирующего электронного (СЭМ) микроскопов приводятся также в работах Акопян, Айрапетян [6, 7]. Для всех изученных видов отмечаются характерные для представителей всего семейства мелкие пыльцевые зерна сфероидальной формы и глобально-порový тип апертур.

В настоящей работе приводятся результаты исследований морфологии пыльцы 10 видов из 3 родов *Caroxylon*, *Kaviria* и *Kali* на уровне светового микроскопа (СМ).

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

Исследование проводилось с применением светового микроскопа (AmScope) при увеличении x200, x400 и x1000; измерения проводились на 10 пыльцевых зернах по каждому образцу. Обработка их проводилась двумя основными методами:

- Метод окрашивания основным фуксином [12]. Суть метода заключается в спиртовой фиксации пыльцевых зерен с последующим введением раствора основного фуксина в 96 %-ном спирте (соотношение фуксина и спирта примерно 1 : 6000). После окрашивания, не давая препарату подсохнуть, он помещался в глицерин-желатин.

- Упрощенный ацетолитический метод [3]. Пыльцевые зерна обрабатывались смесью уксусного ангидрида и серной кислоты (в соотношении 9:1) на предметном стекле с последующим нагреванием на спиртовке до появления светло-коричневого цвета. После остывания препарат заливался глицерин-желатином.

Изученные образцы (жирным шрифтом выделены принятые в настоящее время видовые названия): *Salsola gemmascens* Pall. (= ***Caroxylon gemmascens*** (Pall.) Tzvelev): Армения, Армавирский марз (Октемберян) по дороге к совхозу им. Мясникяна. 27.08.1979. Leg. А. Барсегян (ERE, № 171291); *Salsola nodulosa* (Mog.) Iljin (= ***Caroxylon nodulosum*** Moq.): Кубинск. 26.07.1928 (ERE, № 2203); Арм ССР, Октемберянский р-он. Окрестности с. Армавир, каменистые и щебенистые склоны (около кладбища). 7.06.1959. Leg. М. Асланян Р. Карапетян (ERE, № 76102); *Salsola ericoides* M. Bieb. (= ***Caroxylon ericoides*** (M. Bieb.) Akhani et E.H. Roalson): Арм ССР, Котайкский р-он, с. Гарни, Зовашен. Гаммады. 12.07.1961. Мулкиджанян (ERE, № 72306); ***Caroxylon nitrarium*** (Pall.) Akhani et E.H. Roalson: Инст. Бот. НАН РА, участок флоры и раст. Армении. 02.08.2017. Leg. Ж. Акопян (личные сборы); *Salsola dendroides* Pall. (= ***Caroxylon dendroides*** (Pall.) Tzvelev): Арм ССР, Эчмиадзинский р-н., окр. оз. Айгрич. 28.06.1961. Leg. В. Аветисян, Э. Габриэлян, В. Агабабян, А. Погосян, В. Манукян (ERE, № 76089); *Kali tragus* (L.) Scop.: Инст. Бот. НАН РА, участок флоры и раст. Армении; 20.09.2017. Leg. А. О. Сонян (личные сборы); *Salsola tamamschjanæ* Iljin (= ***Kali tamamschjanæ*** (Iljin) Akhani et E. H. Roalson): Ведийский район, к ЮВ от Веди. 11.09.1935. Leg. А. Takhtadzhian (ERE, № 3157); *Salsola collina* Pall. (= ***Kali collina*** (Pall.) Akhani & E.H. Roalson): Арм ССР, г. Ереван, Аван, правый берег р. Гедар, в полынной полупустыне. 19.07.1965. Leg. А.М. Барсегян (ERE, № 82258); *Salsola cana* K. Koch (= ***Kaviria cana*** (K. Koch) Akhani): Dzhulfa, region semideserto 17.09.34. Leg. А. Takhtadzhian (ERE, № 12181); *Salsola tomentosa* (Moq.) Spach (= ***Kaviria tomentosa*** (Moq.) Akhani): Нахичеванская А.С.С.Р., окр. с. Яидони, домик к с. Мастара, у шоссе. 2.06.1965. Leg. Я. Мулкиджанян, А. Барсегян (ERE, № 82903).

Результаты и обсуждение.

Род *Caroxylon* Thunb.

Пыльцевые зерна (п. з.) глобально-17-36-поровые, сфероидальные, в очертании округлые, 12.3-20.6 мкм в диаметре. Поры округлой формы, погруженные или слегка погруженные, 0.8-2.7 мкм в диаметре, края пор слабоволнистые; ширина мезопориума 1.5-3.0 мкм. Экзина 0.7-1.9 мкм толщины, столбчатый слой не всегда четко выражен, столбики длинные, расположены равномерно. Скульптура экзины регулярно мелкогранулярная; поверхность пыльцевого зерна волнистая.

Род *Kali* Mill.

П.з. глобально-22-38-поровые, сфероидальные, в очертании округлые, 17.1-24.5 мкм в диаметре. Поры округлой формы, погруженные или слегка погруженные, 1.2-2.9 мкм в диаметре, края пор слабоволнистые; ширина мезопориума 1.2-2.9 мкм. Экзина 1.2-2.2 мкм толщины, столбчатый слой хорошо выражен, столбики длинные, узкие, расположены равномерно. Скульптура экзины регулярно мелкогранулярная; поверхность пыльцевого зерна волнистая.

Род *Kaviria* Akhani et E. H. Roalson

П.з. глобально-7-17-поровые, сфероидальные, в очертании округлые 14.6-21.7 мкм в диаметре. Поры округлой формы, погруженные, 1.9-4.5 мкм в диаметре, края пор слабоволнистые; ширина мезопориума 2.1-4.9 мкм. Экзина 1.1-1.9 мкм толщины, столбчатый слой хорошо выражен, столбики длинные, широкие, расположены равномерно. Скульптура экзины регулярно мелкогранулярная; поверхность пыльцевого зерна волнистая.

Исследования показали, у пыльцы всех изученных видов отмечается гранулярная скульптура экзины, поверхность пыльцевого зерна волнистая.

В роде *Caroxylon* наиболее крупная по размерам пыльца (14.7-20.6 мкм в диаметре) наблюдается у вида *C. nodulosum* Moq., а число пор здесь достигает 25-35. Наиболее мелкая (12.3-14.4 мкм в диаметре) с наименьшим числом пор (17-24) – у *C. gemmascens* (Pall.) Tzvelev. Максимальное число пор наблюдается у вида *C. dendroides* (Pall.) Tzvelev (26-36), несмотря на то что размер пыльцевых зерен здесь не превышает 16.5 мкм.

Для видов *Kali tragus*, *K. tamamschjanae* и *K. collina* выявлена определенная корреляция между размерами пыльцевых зерен и числом пор. Наиболее мелкая пыльца (17.1-20.8 мкм в диаметре) с наименьшим числом пор (22-31) выявлена у вида *K. tragus*. Наиболее крупная по размерам пыльца у вида *K. collina* (18.9-24.5 мкм в диаметре), характеризующаяся также и наибольшим числом пор (32-38). Вид *K. tamamschjanae* по размерам пыльцевых зерен довольно близок к *K. collina* (19.9-22.5 мкм в диаметре), однако пыльца 28-32-поровая.

В пределах рода *Kaviria* более крупная по размерам пыльца (18.5-21.7 мкм в диаметре) с 7-12 порами отмечается у вида *K. cana*, а у вида *K. tomentosa*, наоборот, при размерах пыльцевых зерен, не превышающих 15.9 мкм, число пор достигает 14-17.

Таблица 1. Палиноморфологические данные по видам родов *Caroxylon*, *Kaviria* и *Kali* флоры Армении

Вид	Диаметр пыльцевых зерен (мкм)	Число пор	Диаметр пор (мкм)	Толщина экзины (мкм)	Ширина мезопориума
<i>Caroxylon gemmascens</i>	12.3-14.4	17-24	0.9-1.7	0.7-1.2	1.7-2.7
<i>C. nodulosum</i>	14.7-20.6	25-35	1.7-2.7	1.0-1.5	2.2-3.0
<i>C. ericoides</i>	17.3-19.7	27-35	1.3-2.0	1.0-1.9	1.8-2.6
<i>C. nitrarium</i>	14.8-19.5	24-34	0.8-1.5	0.9-1.2	1.7-2.0
<i>C. dendroides</i>	14.5-16.5	26-36	1.1-2.0	0.8-1.2	1.5-2.0
<i>Kali tragus</i>	17.1-20.8	22-31	1.2-2.8	1.6-2.2	1.6-2.3
<i>K. tamamschjanae</i>	19.9-22.5	28-32	1.6-2.3	1.2-2.0	1.2-2.6
<i>K. collina</i>	18.9-24.5	32-38	1.2-2.9	1.3-1.9	1.9-2.9
<i>Kaviria cana</i>	18.5-21.7	7-12	2.8-4.5	1.3-1.9	3.5-4.9
<i>K. tomentosa</i>	14.6-15.9	14-17	1.9-3.0	1.1-1.4	2.1-3.0

Таким образом, при наличии практически одинаковых размеров пыльцевых зерен, основным отличием между родами *Caroxylon* и *Kaviria* является число пор (17-36 и 7-17 соответственно) и их размеры (0.8-2.7 и 1.9-4.5 мкм в диаметре соответственно). Род *Kali* занимает промежуточное положение по всем трем указанным параметрам пыльцы (размеры пыльцевых зерен, размеры и число пор) (табл. 1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Թանանյան Կ., Ֆարվուշ Գ., Նանագյուլյան Ս., Ղափիշյան Տ. (խմբ.) ՀՀ բույսերի կարմիր գիրք. Երևան. Զանգակ, 598 էջ, 2010:
2. Аветисян Е.М., Манукян Л.К. Описание пыльцы родов из сем. Amaranthaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Polygonaceae. Флора Армении. Ереван, 2, 519 с., 1956.
3. Аветисян Е.М. Упрощенный ацетолизный метод обработки пыльцы. Бот. журн., 35, 4, с. 385-387, 1950.
4. Акопян Ж.А. Биолого-морфологические особенности и таксономический состав семейства маревых (Chenopodiaceae Vent.) в Южном Закавказье. Автореф. дисс... док. биол. наук. Ереван. 49 с., 2013.
5. Акопян Ж.А. Род *Salsola* sensu lato (Chenopodiaceae) в Южном Закавказье. Тахтаджян, 1, с. 124-132, 2011.
6. Акопян Ж.А., Айрапетян А.М. Антэкологическое и палиноморфологическое исследование видов секции *Caroxylon* (Thunb.) Fenzl рода *Salsola* L. (Chenopodiaceae) флоры Армении. Фл., растит., раст. рес. Армении, 15, с. 60-66, 2004.
7. Акопян Ж.А., Айрапетян А.М. О некоторых особенностях морфологии соцветия, цветка и пыльцы *Krashennikovia ceratoides* (L.) Gueldenst. (Chenopodiaceae). Матер. междунар. конф., посв. 100 со дня рожд. П. И. Лапина "Проблемы современной дендрологии", с. 590-592, 2009.
8. Бочанцев В.П. Род *Salsola* L., краткая история его развития и расселения. Бот. журн., 54, 7, с. 989-1001, 1969.
9. Куприянова Л.А., Алешина Л.А. Пыльца и споры Европейской части СССР. Л., 1, 170 с., 1972.
10. Моносзон М. Х. Определитель пыльцы видов семейства маревых. М., 96 с., 1973.
11. Моносзон-Смолина М.Х. Морфология пыльцы полыней. Тр. конф. по спорово-пыльцевому анализу, 33, с. 251-259, 1950.
12. Смольянинова Л.А., Голубкова В.Ф. К методике исследования пыльцы. Докл. АН СССР, 75, 1, с. 125-126, 1950.
13. Тахтаджян А.Л., Мулкиджанян Я.И. Сем. Chenopodiaceae. Флора Армении. Ереван, 2, 519 с., 1956.
14. Цвелев Н.Н. Заметки о маревых (Chenopodiaceae) Восточной Европы. Укр. бот. журн., 50, 1, с. 78-85, 1993.
15. Эрджман Г. Морфология пыльцы и систематика растений. М., 486 с. 1956.
16. Цимбалюк З.М. Палиноморфологія представників родини Chenopodiaceae Vent. (для цілей систематики й спорово-пилкового аналізу) Автореф. дис. канд. біол. наук України. Київ, 21 с., 2005.
17. Akhani H., Edwards G., Roalson E.H. Diversification of the old world *Salsola* s. l. (Chenopodiaceae): Molecular phylogenetic analysis of nuclear and chloroplast data sets and a revised classification. Int. J. Plant Sci., 168, 6, p. 931-956, 2007.
18. Akhani H., Ghobadnejhad M., Hashemi S.M.N. Ecology, Biogeography and pollen morphology of *Bienertia cycloptera* Bunge ex Boiss. (Chenopodiaceae) an Enigmatic C4 Plant without Kranz Anatomy. Plant Biol., 5, p.167-178, 2003.
19. Dehghani M., Akhani H. Pollen morphological studies in subfamily *Suaedoideae* (Chenopodiaceae) Grana, 48, p. 79-101, 2009.
20. Hamdi S.M.M., Malekloo M., Assadi M., Nejadstari T. Pollen micromorphological studies of the genus *Chenopodium* (Chenopodiaceae) in Iran. Asian J. Plant Sci., 8, 2, p. 129-137, 2009.

21. Kadereit G., Borsch T., Weising K., Freitag H. Phylogeny of Amaranthaceae and Chenopodiaceae and the evolution of C4 photosynthesis Int. J. Plant Sci., 164, 6, p.959-986, 2003.
22. Moquin-Tandon A. Ordo Salsolacea. Prodromus Syst. Natur. Regni Vegetabilis, 13, 2, pp. 41–219, 1849.
23. Olvera H.F., Fuentes-Soriano S., Hernández E.M. Pollen morphology and systematics of Atripliceae (Chenopodiaceae). Grana, 45, p. 175-194, 2006.
24. Pinar N.M., Inceoglu Ö. Pollen Morphology of Turkish *Chenopodium* L. (Chenopodiaceae). Tr. J. of Botany, 23, p.179-186, 1999.
25. Pyankov V.I., Artyusheva E.G., Edwards G.E., Black C.C., Soltis P.S. Phylogenetic analysis of tribe Salsoleae (Chenopodiaceae) based on ribosomal ITS sequences: implications for the evolution of photosynthesis types. Am J Bot., 88, 7, p. 1189-1198, 2001.
26. Toderich K.N., Shuyskaya E.V., Ozturk M., Juylova A., Gismatulina L. Pollen morphology of some Asiatic species of genus *Salsola* (Chenopodiaceae) and its taxonomic relationships. Pak. J. Bot., 42, p. 155-174, 2010.
27. Tsukada M. Chenopod and Amaranth pollen: electron-microscopic identification. Science, 157, 3784, p. 80-82, 1967.
28. Wen Z.B., Zhang M.-L., Zhu G.-L., Sanderson S.C. Phylogeny of Salsoleae s. l. (Chenopodiaceae) based on DNA sequence data from ITS, psbB-psbH, and rbcL, with emphasis on taxa of northwestern China. Plant Syst E, 288, p. 25-42, 2010.
29. Wodehouse R.P. Pollen grains. New York and London. p. 410-418, 1935.

Поступила 07.09.2018



Биол. журн. Армении, 4 (70), 2018

ՕՐԳԱՆՈՄԻՔՍԻ ԵՎ ԿԵՆՍԱՅԵՂՈՒԿԻ ՏԱՐԲԵՐ ԶԱՓԱՔԱՆԱԿՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ԺԱՄԿԵՏՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿԱՐՏՈՖԻԼԻ ԲԵՐԵԻ ՔԱՆԱԿԻ ԵՎ ՈՐԱԿԱԿԱՆ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԻ ՎՐԱ

Մ.Յ. ԳԱԼՍՏՅԱՆ, Զ.Յ. ՀՈՎԵՅԱՆ, Լ.Լ. ՍԻՄՈՆՅԱՆ, Ե.Ա. ԹՈՒՄԱՆՅԱՆ

Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան
galstyan.merujan@mail.ru

Բերված են Արարատի մարզի Մասիսի տարածաշրջանի ոռոգելի մարգագետնային գորշ կիսաանապատային հողերի պայմաններում մշակվող կարտոֆիլի տնկարկներում օրգանոմիքս օրգանական պարարտանյութի և կենսահեղուկի տարբեր չափաքանակների և կիրառման ժամկետների ազդեցության վերաբերյալ դաշտային ու լաբորատոր հետազոտությունների արդյունքները:

Երկու տարվա (2017-2018 թթ.) ուսումնասիրություններով բացահայտվել է, որ օրգանոմիքսի միևնույն չափաքանակի (10 տ/հա) կոտորակային կիրառությունը (ցանքակից և սնուցմամբ) առավել բարերար է ազդել կարտոֆիլի բերքի քանակի (12,9 %-ով) և որակական ցուցանիշների վրա, քան միանվազ (ցանքակից) կամ հանքային պարարտանյութերի համակցության ($N_{90}P_{90}K_{90}+N_{60}$) կիրառումը: Միևնույն ժամանակ աճի խթանիչ կենսահեղուկի նորման (14 լ/հա) կիրառելով մինչև կարտոֆիլի տնկումը (տնկանյութի թրջմամբ), վեգետացիայի ընթացքում արտարմատային սնուցմամբ տրված նույն նորմայի կիրառման տարբերակի համեմատ, էապես բարձրացրել է կարտոֆիլի բերքի քանակը (20,5 %-ով) և բարելավել որակական ցուցանիշները:

Օրգանոմիքս – կենսահեղուկ – կարտոֆիլ – կիրառման ժամկետներ – բերքի քանակ և որակ

Приведены результаты полевых и лабораторных исследований влияния различных доз и сроков применения органического удобрения органомикс и биожидкости в посевах картофеля, возделываемого на орошаемых бурых луговых полупустынных почвах в условиях Масисского региона Араратского марза.

Двухлетними исследованиями выявлено, что дробное применение одинаковой дозы органомикса (10 т/га) (при посеве и подкормке) оказало более благоприятное влияние на количество (на 12,9 %) и качество урожая картофеля, чем его одноразовое применение (при посеве) или применение сочетания минеральных удобрений ($N_{90}P_{90}K_{90}+N_{60}$). В то же время доза стимулятора роста – биожидкости (14 л/га), применяемая до посадки картофеля (смачивание посадочного материала), по сравнению с вариантом применения той же дозы в качестве внекорневой подкормки в течение вегетации существенно повысило количество урожая картофеля (на 20,5 %) и улучшило его качественные показатели.

Органомикс – биожидкость – картофель – сроки применения – количество и качество урожая

The results of field and laboratory studies on the impact of different dosages and application times of organic fertilizer organomix and bio-liquid on potato sowings cultivated in irrigated brown meadow semi-desert soils of the Masis province in Ararat region /marz/ are introduced in this paper.

Two-year studies have revealed that the fractional use of the same dosage of organomix (10 tons/ha) (in sowing and with nutrition) had a more favorable effect on the quantity (by 12.9 %) and the quality of the potato yield than its one-time /simultaneous/ use (in sowing) or in case of combined application of mineral fertilizers ($N_{90}P_{90}K_{90} + N_{60}$). At the same time, the dosage of growth stimulant - bio-liquid (14 l/ha) used before potato planting (wetting of planting material), as compared to the same dosage used as foliar nutrient during the vegetation period, has significantly increased the amount of potato yield (by 20.5 %) and improved its quality indicators.

Organomix – bio-liquid – potato – application times – yield quantity and quality

Կարտոֆիլի բերքատվության բարձրացման, որակական ցուցանիշների բարելավման, ինչպես նաև ինքնարժեքի իջեցման գլխավոր պայմանը միավոր տարածությունից առավելագույն բերքի ապահովումն է: Հիշյալ հարցերի լուծման գործում բազմաթիվ գործոնների (սոր բարձր բերքատու սորտերի ներդրում, վնասատուների և հիվանդությունների դեմ պայքարի արդյունավետ մեթոդների կիրառում, արտադրանքի իրացման եղանակների կատարելագործում) հետ միասին առանձնահատուկ նշանակություն է ստանում գիտականորեն հիմնավորված պարարտանյութերի և աճի խթանիչների կիրառությունը, որոնք քիչ ծախսումներով ապահովում են բարձր արդյունք և բերքի բարձրացման և ինքնարժեքի իջեցման առումով:

Գյուղատնտեսության ինտենսիվացման պայմաններում Եկոլոգիապես անվտանգ սննդամթերքի արտադրությունը ներկա պայմաններում առաջնային հրատապության խնդիր է դարձել, որն անխզելիորեն կապված է շրջակա միջավայրի որակի ապահովման հետ: Անհրաժեշտ է աստիճանաբար հրաժարվել նյութաէներգատար միջոցներից, ագրոքիմիկատներից և բույսերի պաշտպանության քիմիական միջոցներից, դրանք փոխարինելով օրգանական պարարտանյութերով ու խառնադրերով, հատկապես երբ դրանք ստացվում են կենցաղային և գյուղատնտեսության գործունեության արդյունքում առաջացած օրգանական թափոններից, բուսական թուրմերով ու աճի խթանիչներով, որոնք բարձրացնում են հողի կենսաբանական ակտիվությունը և նպաստում հումիֆիկացիայի գործընթացի արագացմանը:

Հաշվի առնելով հիշյալ խնդիրների լուծման կարևորությունը, մեր առջև խնդիր դրվեց Արարատի մարզի Գեղանիստ համայնքի պայմաններում ուսումնասիրելու և պարզելու Արվանում կազմակերպված հայ-նորվեգական համատեղ «Օրվակո» կազմակերպության կողմից կենցաղային և գյուղատնտեսական թափոններից կենսատեխնոլոգիական նորագույն մեթոդներով ստացված օրգանոմիքս օրգանական պարարտանյութի և աճի խթանիչ կենսահեղուկի տարբեր չափաքանակների և կիրառման ժամկետների ազդեցությունը կարտոֆիլի միջավայրահաս «Աուսոնիա» սորտի բերքի քանակի և որակի վրա և դրանք համեմատել տարածաշրջանում կիրառվող հանքային պարարտանյութերի հարաբերակցության ազդեցության արդյունքների հետ: Նման ուսումնասիրությունների նպատակն է նաև կոնկրետ առաջարկություններ կազմակերպել գյուղատնտեսական արտադրությանը՝ օրգանական գյուղատնտեսության աստիճանական զարգացման և Եկոլոգիապես անվտանգ սննդամթերք ստանալու համար:

Նյութ և մեթոդ: Ուսումնասիրությունները կատարվել են 2017-2018 թթ. Մասիսի տարածաշրջանի Գեղանիստ համայնքի պայմաններում (Ֆերմեր Հրաչիար Հովեյանին պատկանող հողատարածքում): Դաշտային փորձերը դրվել են երեք կրկնողությունով, յուրաքանչյուր կրկնողությունում փորձամարզի մեծությունը կազմել է 20 մ²: Փորձադաշտի հողերը ոռոգելի մարգագետնային գորշ կիսաանապատային տիպի են, որտեղ հումուսի պարունակությունը կազմում է ընդամենը 1,4 %, ունեն չեզոքին մոտ միջավայրի ռեակցիա (рН 6,9-7,1), հեշտ հիդրոլիզվող ազոտի պարունակությունը թույլ (2,49-2,59 մգ), շարժուն ֆոսֆորով (7,4-7,8 մգ) և փոխանակային կալիումով (39,0-41,0 մգ/100 գ հողում) լավ են ապահովված (աղ. 1):

Հետազոտությունները նպատակ են հետապնդել առաջին անգամ ուսումնասիրել օրգանոմիքս օրգանական պարարտանյութի և կենսահեղուկ աճի խթանիչի տարբեր չափաքանակների և կիրառման ժամկետների միանվագ և կոտորակային կիրառման ազդեցությունը կարտոֆիլի բերքի քանակի և որակական ցուցանիշների վրա:

Աղյուսակ 1. Փորձադաշտի հողերի ագրոքիմիական ցուցանիշները

Հողատիպը և փորձի տարին	Հողանուշի վերցման խորությունը, սմ	Հումուսը, %	pH-ը ջրային բաշվածքում	Կանված կատիոնները, մգ էկվ. 100 գ հողում			Շարժուն սննդատարրերի պարունակությունը, մգ 100 գ հողում		
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	զումարը	N	P2O5	K2O
Գորշ ոռոգելի մարգագետնային, 2017	0-25	1,4	6,9	23,3	5,2	28,5	2,49	7,8	41,0
Գորշ ոռոգելի մարգագետնային, 2018	0-25	1,4	7,1	24,2	5,0	29,2	2,59	7,4	39,0

Դաշտային փորձերը դրվել են հետևյալ տարբերակներով. 1. Ստուգիչ (առանց պարարտացման), 2. Օրգանոմիքս 8 տ/հա, 3. Օրգանոմիքս 10 տ/հա, 4. Օրգանոմիքս 12 տ/հա, 5. Օրգանոմիքս 6 տ/հա (ցանքակից) + օրգանոմիքս 4 տ/հա (սնուցմամբ), 6. Օրգանոմիքս 6 տ/հա (ցանքակից) + օրգանոմիքս 4 տ/հա (սնուցմամբ) + կենսահեղուկ 14 լ/հա (սնուցմամբ), 7. Կենսահեղուկ (տնկանյութը թրջելով) 14 լ/հա + օրգանոմիքս 6 տ/հա (ցանքակից) + օրգանոմիքս 4 տ/հա (սնուցմամբ), 8. N₉₀P₉₀K₉₀ + N₆₀: 2-րդ, 3-րդ և 4-րդ տարբերակներում օրգանոմիքսը տրվել է միանվազ զարնանը ցանքակից, 5-րդ, 6-րդ, 7-րդ տարբերակներում կոտորակային, 60 %-ը՝ ցանքակից, 40 %-ը՝ կոկոնակալման փուլի սկզբում սնուցմամբ: Բացի այդ 6-րդ և 7-րդ տարբերակներում կենսահեղուկի նույն նորման (14 լ/հա) տրվել է սրսկմամբ ծաղկման փուլի սկզբում, մյուս դեպքում՝ կարտոֆիլի պալարները մինչև տնկելը թրջվել է կենսահեղուկով (3 օր առաջ), հանքային պարարտանյութերից N₉₀P₉₀K₉₀-ը տրվել է ցանքակից, իսկ N₆₀-ը՝ կոկոնակալման փուլում՝ սնուցմամբ: Կարտոֆիլի պալարներում մոխրի պարունակությունը որոշվել է չոր մոխրացման մեթոդով մոֆետային վառարանում 450-525°C պայմաններում, օսլայի պարունակությունը՝ կշռման մեթոդով, վիտամին C-ն (ասկորբինաթթուն)՝ ըստ Մուրի, իսկ նիտրատների պարունակությունը՝ «Շօօօ» նիտրատաչափի օգնությամբ [8]:

Բերքատվության տվյալները ենթարկվել են մաթեմատիկական վերլուծության, փորձի սխալի (Sx, %) և ամենատեղյակ տարբերության (ԱԵՏ0,95, g) որոշումով, դիսպերսիոն վերլուծության մեթոդով [6]:

Արդյունքներ և քննարկում: Դաշտային փորձարարական աշխատանքների արդյունքներով պարզվել է, որ օրգանոմիքսի և կենսահեղուկի տարբեր չափաքանակներն ու կիրառման ժամկետները որոշակի ազդեցություն են ունեցել կարտոֆիլի տնկանյութի ծլման, աճի և զարգացման վրա: Ինչպես ստուգիչ տարբերակի, այնպես էլ հանքային պարարտանյութեր ստացած տարբերակների համեմատությամբ օրգանոմիքսի և կենսահեղուկի ինչպես միանվազ, այնպես էլ կոտորակային կիրառման դեպքերում կարտոֆիլի տնկանյութի ծլումը միջին հաշվով արագացել է 3-5 օրով: Եթե կարտոֆիլի տնկանյութերը առանց պարարտացման տարբերակում ծլել են տնկումից 29-30 օր հետո, N₉₀P₉₀K₉₀+N₆₀ տարբերակում՝ 31-32 օր հետո, ապա օրգանոմիքս և կենսահեղուկ ստացած տարբերակներում ծլումը տեղի է ունեցել 25-27 օր հետո:

Օրգանոմիքսի և կենսահեղուկի ազդեցությունը ավելի ակնհայտ է նկատվել կարտոֆիլի ֆենոլոգիական փուլերի անցման ժամանակահատվածում: Եթե սկզբնական փուլերի ընթացքում այդ ազդեցությունը քիչ արտահայտիչ է եղել, ապա վերջին փուլերի (ծաղկում, փրերի բնական մահացում) վրա օրգանոմիքսի և կենսահեղուկի ազդեցությունը առավել արտահայտիչ է եղել և հանքային պարարտանյութերի լրիվ համակցության տարբերակի համեմատությամբ 5-6 օրով կրճատվել է բույսերի վեգետացիայի տևողությունը: Այս հանգամանքը կարևոր է նաև այն իմաստով, որ ֆերմերային տնտեսություններում հնարավորություն կստեղծվի կարտոֆիլի բերքը առավել վաղ հավաքելու, բնակչության կարիքները ապահովելու և հատկապես տարածաշրջանում ամառացանքի (այլ մշակաբույսեր) աշխատանքները հաջողությամբ կազմակերպելու համար: Օրգանական և հանքային պարարտանյութերը որոշակի ազդեցություն են ունեցել կարտոֆիլի բերքի քանակի ավելացման վրա: Դաշտային երկու տարիների միջին տվյալները ցույց են տվել, որ ինչպես օրգանոմիքսի միանվազ և կոտորակային կիրառությունը, այնպես էլ օրգանոմիքսն ու կենսահեղուկը և հանքային

պարարտանյութերը առանց պարարտացման տարբերակի համեմատությամբ կարտոֆիլի բերքատվությունը ավելացրել են 97,0-198,0 g/հա-ով, կամ 56,7-115,8 %-ով:

Հատկանշական է, որ օրգանոմիքսի նույն նորմայի կոտորակային կիրառությունը ավելի բարերար է ազդել կարտոֆիլի բերքատվության վրա, քան այդ նույն չափաքանակի (10 տ/հա) միանվազ կիրառումը: Եթե օրգանոմիքս 6 տ/հա (ցանքակից) + օրգանոմիքս 4 տ/հա (սնուցմամբ) տարբերակում կարտոֆիլի բերքի հավելումը ստուգիչի նկատմամբ կազմել է 153,0 g/հա կամ 89,5 %, ապա օրգանոմիքսի 10 տ/հա նորման միանվազ (ցանքակից) կիրառման տարբերակում բերքի հավելումը կազմել է 131,0 g/հա կամ 76,6 % (աղ. 2):

Աղյուսակ 2. Փորձադաշտի օրգանոմիքսի, կենսահեղուկի և հանքային պարարտանյութերի տարբեր չափաքանակների և կիրառման ժամկետների ազդեցությունը կարտոֆիլի բերքի քանակի և կառուցվածքի վրա (2017-2018 թթ. միջինը)

№	Տարբերակները	Կարտոֆիլի բերքը ըստ կրկնությունների, g/հա			Կարտոֆիլի միջին բերքը, g/հա	Բերքի հավելումը		Պայմանների տարբերությունը, %	Այլընտրանքային պարարտանյութերի միջին կշիռը, g
		I	II	III		g/հա	%		
1	Ստուգիչ (առանց պարարտացման)	165,0	173,0	175,0	171,0	-	-	65,6	68,0
2	Օրգանոմիքս 8 տ/հա (ցանքակից)	270,0	267,0	267,0	268,0	97,0	56,7	74,4	80,5
3	Օրգանոմիքս 10 տ/հա (ցանքակից)	297,6	302,0	306,4	302,0	131,0	76,6	85,0	84,0
4	Օրգանոմիքս 12 տ/հա (ցանքակից)	310,0	303,6	310,4	308,0	137,0	80,1	86,2	85,0
5	Օրգանոմիքս 6 տ/հա (ցանքակից) + օրգանոմիքս 4 տ/հա (սնուցմամբ)	320,8	325,0	326,2	324,0	153,0	89,5	86,0	86,0
6	Օրգանոմիքս 6 տ/հա (ցանքակից) + օրգանոմիքս 4 տ/հա (սնուցմամբ) + կենսահեղուկ 14 լ/հա (սնուցում)	329,0	338,0	335,0	334,0	163,0	95,3	88,4	85,2
7	Կենսահեղուկ 14 լ/հա + օրգանոմիքս 6 տ/հա (ցանքակից) + օրգանոմիքս 4 տ/հա (սնուցմամբ)	371,0	366,0	370,0	369,0	198,0	115,8	90,0	88,0
8	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ (ցանքակից) + N ₆₀ (սնուցմամբ)	294,0	296,0	300,0	296,0	125,0	73,1	84,0	82,5
S ₀ , %		1,8							
ԱՆS _{0,95} , g		7,9							

Միևնույն ժամանակ, օրգանոմիքսի կոտորակային կիրառման տարբերակում կենսահեղուկի նույն նորման (14 լ/հա), երբ տրվել է կարտոֆիլի պալարների թրջելով (3 օր տնկումից առաջ), առավել բարձր բերք է ապահովել, քան երբ այդ նույն նորմայով բույսերի ծաղկման փուլում կատարվել է սնուցում: Արդյունքում կենսահեղուկով կարտոֆիլի պալարները մինչև տնկելը թրջելու տարբերակում օրգանոմիքսի կոտորակային կիրառման տարբերակի համեմատ բերքի հավելումը կազմել է 45,0 g/հա, իսկ այդ նույն կենսահեղուկի նորման, երբ տրվել է սնուցմամբ օրգանոմիքսի կոտորակային կիրառման, տարբերակի համեմատ բերքի հավելումը կազմել է 10,0 g/հա, որը գրեթե զտնվում է ԱՆS-ի սահմաններում: Հիշատակված հանգամանքը մեկնաբանվում է նրանով, որ կենսահեղուկը տվյալ դեպքում դրսևորում է իրեն, որպես աճի խթանիչ, որի ազդեցությամբ հանվում է տնկանյութի ապիկալ (հիմքի) դոմինանտությունը [1-3, 7]:

Ինչպես հայտնի է, ապիկալ դոմինանտությունը պայմանավորված է ապիկալ շերտի վերին մասում ֆիզիոլոգիական ակտիվ նյութերի (աուքսիններ, վիտամիններ, հիբերելիններ) գերակշիռ կուտակումով: Ուստի պալարի միջին մասի շերտի վերին մասում ֆիզիոլոգիական ակտիվ նյութերի (աուքսիններ, վիտամիններ, հիբերելիններ) գերակշիռ կուտակումով: Ուստի պալարի միջին մասի բողբոջները վատ են զարգանում, իսկ ներքևի մասինը ընդհանրապես չեն զարգանում: Կենսահեղուկի լուծույթով թրջելու դեպքում մայրական տնկանյութի (պալարի) ակտիվ նյութերը վերաբաշխվում են և պալարը ծլում է բողբոջների ավելի շատ քանակով, որի արդյունքում ավելանում է կարտոֆիլի բույսի ինչպես վերգետնյա, այնպես էլ ստորգետնյա օրգանները, որոնք և

ապահովում են բույսերի հավասարակշռված աճ ու զարգացում՝ նպաստելով բերքի քանակի և որակական ցուցանիշների բարելավմանը [1, 4, 5]:

Կարտոֆիլի բերքի կառուցվածքի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ օրգանոմիքսի ինչպես միանվազ ու կոտորակային կիրառությունը, այնպես էլ կենսահեղուկի օգտագործումը էական ազդեցություն է ունեցել ինչպես կարտոֆիլի ապրանքայնության, այնպես էլ ապրանքային պալարների կշռի վրա: Եթե օրգանոմիքսի 8-12 տ/հա նորմայի միանվազ կիրառության դեպքում պալարների ապրանքայնությունը ընդհանուր բերքում կազմել է 74,4-86,2 %, ապրանքային պալարների միջին կշիռը՝ 80,5-85,0 գ, ապա օրգանոմիքսի կոտորակային կիրառման նորմայի և այդ նույն պարարտացման եղանակին ավելացնելով կենսահեղուկի նորման, կամ սերմերը թրջելով, կամ սնուցմամբ, կարտոֆիլի ապրանքայնությունը կազմել է 86,0-90,0 %, ապրանքային պալարների միջին կշիռը՝ 85,2-88,0 գ, այն դեպքում երբ առանց պարարտացման տարբերակում այդ ցուցանիշները կազմել են 65,6 % և 68 գ, իսկ հանքային պարարտանյութերի լրիվ հարաբերակցության տարբերակում համապատասխանաբար 84,0 % և 82,5 գ (աղ. 2):

Ընդհանուր առմամբ այս կամ այն գործոնի ազդեցությունը գնահատվում է ոչ միայն բերքի թաց զանգվածի չափանիշներով, այլև չոր նյութերի պարունակության ցուցանիշով: Այդ առումով, առանձնակի ուշադրություն է դարձվել չոր նյութերի, օսլայի և ասկորբինաթթվի (վիտամին C) պարունակության ուսումնասիրմանը:

Աղյուսակ 3. Օրգանոմիքսի, կենսահեղուկի և հանքային պարարտանյութերի տարբեր չափաքանակների և կիրառման ժամկետների ազդեցությունը կարտոֆիլի պալարներում չոր նյութերի, օսլայի և վիտամին C-ի պարունակության ու ելի վրա (2017-2018 թթ. միջինով)

№	Տարբերակները	Կարտոֆիլի միջին բերքը, ց/հա	Չոր նյութերը, %	Օսլա, %	Վիտամին C, մգ	Ելք, ց/հա	
						չոր նյութեր	օսլա
1	Ստուգիչ առանց պարարտացման	171,0	21,3	18,9	10,15	36,42	32,32
2	Օրգանոմիքս 8 տ/հա ցանքակից	268,0	25,2	20,6	10,75	67,54	55,21
3	Օրգանոմիքս 10 տ/հա ցանքակից	302,0	25,9	20,9	10,62	78,22	63,12
4	Օրգանոմիքս 12 տ/հա ցանքակից	308,0	26,0	21,0	10,90	80,08	64,68
5	Օրգանոմիքս 6 տ/հա ցանքակից օրգանոմիքս 4 տ/հա սնուցմամբ	324,0	26,8	21,3	11,15	86,83	69,01
6	Օրգանոմիքս 6 տ/հա ցանքակից օրգանոմիքս 4 տ/հա սնուցմամբ կենսահեղուկ 14 լ/հա սնուցում	334,0	26,7	21,0	10,95	89,18	70,14
7	Կենսահեղուկ 14 լ/հա + օրգանոմիքս 6 տ/հա ցանքակից + օրգանոմիքս	369,0	27,0	21,1	11,20	99,63	77,86
8	4 տ/հա սնուցմամբ	296,0	25,2	19,8	10,48	74,59	58,61

Չտաքտությունների արդյունքները, որոնք բերված են աղ. 3-ում, ցույց են տալիս, որ առանց պարարտացման տարբերակի համեմատությամբ կարտոֆիլի պալարներում օրգանոմիքսի, կենսահեղուկի և հանքային պարարտանյութերի փորձարկված տարբերակներում չոր նյութերի պարունակությունը ավելացել է 3,9-5,7 %-ով, օսլայի պարունակությունը՝ 0,9-2,4 %-ով, իսկ ասկորբինաթթվինը՝ 0,33-1,05 մգ %-ով:

Հատկանշական է, որ օրգանամիջսի և կենսահեղուկի կիրառությունը առավել բարերար է ազդել նշված ցուցանիշների պարունակության վրա, քան հանքային պարարտանյութերի լրիվ համակցությունը: Չնայած կենսահեղուկը էական ազդեցություն չի թողել չոր նյութերի, օսլայի և ասկորբինաթթվի պարունակության վրա, այնուհանդերձ բարձր բերքի շնորհիվ ավելացել է նշված նյութերի ելը (աղ. 3):

Ուսումնասիրությունների արդյունքներով բացահայտվել է, որ կենսահեղուկը, որպես աճի խթանիչ, նպաստում է կարտոֆիլի արագ ծլմանը, բույսերի նորմալ աճին ու զարգացմանը, էապես բարձրացնում կարտոֆիլի բերքի քանակը, բարելավում ապրանքայնությունը և ավելացնում չոր նյութերի և օսլայի ելը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Գալստյան Մ.Յ.* Աշնանացան ցորենի և կարտոֆիլի պարարտացման արդյունավետությունը Սևանի ավազանի պայմաններում. Երևան, Լիմուշ հրատ., 158 էջ, 2007:
2. *Գալստյան Մ.Յ.* Հանքային և օրգանական պարարտանյութերի տնտեսական արդյունավետությունը հացահատիկային և շարահերկ մշակաբույսերի ցանքերում: Տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ և կառավարում. Երևան, 9, էջ 447-460, 2007:
3. *Գալստյան Մ.Յ.* Գյուղատնտեսության էկոլոգիացման առանձնահատկությունները / (ուսումնական ձեռնարկ) ՄԿՈՒ հաստատությունների սովորողների համար. Երևան, 237 էջ, 2016:
4. *Մատթևոսյան Ա.Ա., Գյուլիսայան Մ.Ա.* Բուսաբուծություն. Երևան, 391 էջ, 2000:
5. *Галстян М.А.* Эффективность органических и минеральных удобрений на посевах озимой пшеницы “Нетрадиционное растениеводство, эниология, экология и здоровье”: Матер.-лы XV межд. симп., III съезд селекционеров. Симферополь, с. 446-448, 2006.
6. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М., Колос, 336 с., 1973.
7. *Минеев В.Г., Гомонова Н.Ф., Амелянчик О.А.* Изменение свойств и плодородия дерново-подзолистой почвы при длительном комплексном применении агрохимических средств. Известия аграрной науки. Тбилиси, 4, с.17-21, 2006.
8. *Ягодин Б.А., Смирнов П.М., Петербургский А.В.* Агрохимия (методы растительных и почвенных анализов, под ред. Б.А. Ягодина).- 2-е изд., доп. М., Агропром издат, 639 с., 1989.

Ստացվել է 07.09.2018



Биол. журн. Армении, 4 (70), 2018

АНТИМОНОАМИНООКСИДАЗНЫЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ НОВЫХ ПИРИМИДИНОВ И ПИРИДО[1,2-а]ПИРИМИДИНОВ

А.С. ГРИГОРЯН

Научно-технологический центр органической и фармацевтической химии НАН РА,
anna.js@mail.ru

Исследовано влияние некоторых новых замещенных пиримидинов и пиридо[1,2-а]-пиримидинов на активность моноаминоксидазы (МАО) мозга крыс *in vitro*. В качестве субстрата использовали серотонин (5-ОТ) креатинин сульфат. Установлено, что в ряду пиримидинов – 5-амилзамещенные пиримидины, замещенный 5-оксиметил-6-стирил-урацил и производное пиримидинил-5-пропановой кислоты, а в ряду пиридо[1,2-а]пиримидинов – 2-фторфенилпроизводное обнаруживают умеренное антиМАО-азное действие, в то время как остальные исследованные соединения оказались малоактивными.

2,3,5,6-тетразамещенные пиримидины – 2-(2-арил-1-этенилпиридо-[1,2-а] пиримидины –
моноаминоксидаза – антимонаминоксидазная активность

Ուսումնասիրվել է մի քանի, նոր տեղակալված պիրիմիդինների և պիրիդո[1,2-а] պիրիմիդինների ազդեցությունը մոնոամինօքսիդազի ակտիվության վրա առնետի ուղեղում *in vitro* պայմաններում: Որպես սուբստրատ օգտագործվել է սերոտոնին (5-ՕՏ) կրեատինսուլֆատը: Ցույց է տրվել, որ մի շարք պիրիմիդիններ՝ 5-ամիլտեղակալված պիրիմիդինները, տեղակալված 5-օքսիմեթիլ-6-ստիրիլուրացիլը, պիրիմիդինիլ-5-պրոպանաթթվի ածանցյալները, ինչպես նաև պիրիդո [1,2-а] պիրիմիդինների շարքից 2-ֆտոր ածանցյալը ցուցաբերում են զգալի հակաՄԱՕ-ազային ակտիվություն, մինչդեռ ուսումնասիրված մյուս միացությունները եղել են քիչ ակտիվ:

2,3,5,6-տետրատեղակալված – պիրիմիդիններ – 2-(2-արիլ-1-էթենիլպիրիդո[1,2-а] պիրիմիդիններ
– մոնոամինօքսիդազա – հակամոնոամինօքսիդազային ակտիվություն

The effect of some new substituted pyrimidines and pyrido [1,2-a] pyrimidines on the activity of monoamine oxidase (MAO) in rat brain was studied *in vitro*. Serotonin (5-OT) creatinine sulfate was used as a substrate. It was found, that in the pyrimidines series, 5-amyl substituted pyrimidines, substituted by 5-hydroxymethyl-6-styryluracil, pyrimidinyl-5-propanoic acid derivative, and in the pyrido [1,2-a] pyrimidines series the 2-fluorophenyl derivative exhibit a moderate anti-MAO action, while the other studied compounds were inactive.

2,3,5,6-Tetrasubstituted pyrimidines – 2-(2-Aryl-1-ethenylpyrido[1,2-a]pyrimidines –
monoamine oxidase – anti-monoamine oxidase activity

Среди современных заболеваний человечества депрессия является одним из распространенных, охватывая 3-6% населения, причем около 1% депрессий ежегодно диагностируют первично. Более того, смертность среди лиц с депрессией мало уступает смертности от сердечно-сосудистых заболеваний. По существующим прогнозам к 2020 г. депрессия займет второе место среди причин нетрудоспособности, уступая место лишь сердечно-сосудистым заболеваниям [4-6, 8].

Несмотря на значительную роль психоэмоциональных факторов в патогенезе депрессий и связанную с этим терапевтическую эффективность психотерапии, основным методом лечения депрессий на современном этапе является лекарственная терапия.

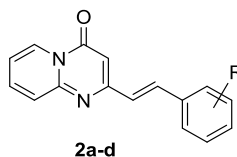
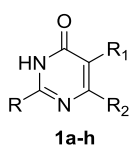
Введенные в клиническую практику более 50 лет назад трициклические антидепрессанты (ТЦА) и ингибиторы моноаминоксидазы (МАО) положили начало активному лечению депрессий и явились предпосылкой для создания новых групп препаратов. Ингибиторы МАО блокируют метаболические пути разрушения нейромедиаторов (норадреналина, серотонина, дофамина), а ТЦА – их обратный захват пресинаптической мембраной, результатом чего является повышение содержания свободных нейромедиаторов. Вместе с тем, с мощным влиянием ТЦА и ингибиторов МАО на мускариновые, α -адренергические, гистаминовые рецепторы связаны многочисленные побочные эффекты, часто ограничивающие возможность применения этих препаратов. В связи с этим перспективны исследования по изысканию новых более активных и менее токсичных антидепрессивных препаратов с минимальными побочными эффектами [7].

Ранее нами была изучена антиМАО-активность новых три- и тетразамещенных пиримидинов и производных три-, тетра-, пента- и гексациклических азаетероциклов, результатом чего стало выявление ряда активных производных [2, 3].

Продолжая ранее начатые исследования, в настоящей работе изучались антимоноаминоксидазные свойства новых пиримидинов и этенилпиридо[1,2-а]пиримидинов.

Материал и методика. Источником моноаминоксидазы (МАО) служил 50 %-ный гомогенат мозга крыс, который получали путем гомогенизирования мозга в стеклянном гомогенизаторе с равным (по весу) объемом 2,5 %-ного раствора “аркопал”. В качестве субстрата использовали серотонин (5-ОТ) креатининсульфат моногидрат, который добавляли к пробам после 30-минутной преинкубации фермента с исследуемым веществом при комнатной температуре. Методика изучения антимоноаминоксидазной активности соединений сообщалась нами ранее [3]. В полученном 50 %-ном гомогенате определяли активность МАО. Каждое соединение испытано в 4 опытах, из которых выведены средние данные, приведенные в табл. 1.

Результаты и обсуждение. Изучена антимоноаминоксидазная активность новых 2,4,5,6-тетразамещенных пиримидинов **1a-h** и 2-(2-арил-1-этилипиридо[1,2-а]пиримидинов **2a-d** [2].



1a-h. R, R¹, R² =: Me, CH₂(2,5-Me₂C₆H₃), Me (**a**); OH, CHO, CH=CHPh (**b**); OH, CH₂OH, CH=CHPh (**c**); 4-NMe₂C₆H₄, Pr, Me (**d**); 4-BrC₆H₄, (CH₂)₄Me, Me (**e**); 4-NO₂C₆H₄, (CH₂)₄Me, Me (**f**); 4-NO₂C₆H₄, CH₂(2-ClC₆H₄), Me (**g**); 4-HOOC₆H₄, CH₂CH₂COOH, Me (**h**). **2a-d.** R =: 2-Cl (**a**); 2-F (**b**); 4-Br (**c**); 4-NO₂ (**d**).

Исследованные новые соединения содержат преимущественно электроноотрицательные группы в фенильном остатке молекул, поскольку ранее было показано, что введение в арильный остаток электроноотрицательных групп усиливает антиМАО-свойства S-арил-метилсульфанилбензо[4,5]имидазо[1,2-с]хиназолинов [3]. Согласно литературным данным, некоторые 2-арил-1-этилипиридо-

[1,2-а]пиримидины проявляют антиаллергические свойства [9], а среди производных пиридо[1,2-а]пиримидинов недавно были обнаружены соединения с выраженными антимонаминоксидазными свойствами [1].

Данные по антимонаминоксидазной активности исследованных соединений представлены в табл. 1.

Таблица 1. Влияние соединений **1a-h**, **2a-d** на дезаминирование серотонина (5-ОТ) моноаминоксидазой (МАО) мозга *in vitro*, контроль - индопан *

Соединение	Ингибирование активности МАО в % к контролю *	P
1a	48±2	<0.05
1b	36±2.6	<0.05
1c	51±1.08	<0.05
1d	24±1.7	<0.05
1e	69±2.8	<0.05
1f	74±1.3	<0.05
1g	30±2.7	<0.05
1h	56±15	<0.05
2a	15	-
2b	41±2	<0.05
2c	27±1.5	<0.05
2d	28±1.8	<0.05
индопан	86	<0.05

*Концентрация соединений – 1 мкмоль/мл пробы, субстрат – серотонин (5-ОТ).

За 100 % принята интенсивность дезаминирования серотонина в контрольных пробах. Установлено, что исследованные производные пиримидинов проявляют умеренные антиМАО-свойства, сравнительно мало зависящие от функционального заместителя в арильном остатке. В указанном ряду относительно активным оказались соединения с 5-амильным радикалом **1e, 1f** (ингибирование на 69 % и 74 %, соответственно) и с 4-ОН-фенильной группой **1h** (ингибирование на 41 %), а наименее активным – соединение с 4-NMe₂-фенильной группой **1d** (ингибирование на 24 %). Интересно отметить, что восстановление 5-формильной группы в оксиметильную (соединения **1b** и **1c**) также приводит к некоторому усилению ингибирующей активности соединений (от 36 % у **1b** до 51 % у **1c**).

В отличие от ранее изученных тетрациклических азагетероциклов, среди которых был обнаружен ряд активных соединений, исследованные стирил производные пиридо[1,2-а]пиримидинов слабо угнетают дезаминирование серотонина моноаминоксидазой. Кроме того, в данном ряду не замечено усиление активности, связанное с электроотрицательностью заместителей в фенильной группе.

Таким образом, изучение антимонаминоксидазной активности некоторых новых замещенных пиримидинов и пиридо[1,2-а]пиримидинов показало, что исследованные соединения проявляют слабое ингибирующее действие в отношении моноаминоксидазы из мозга крыс *in vitro*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арутюнян А.А., Гаспарян Г.В., Сукасян Р.С., Григорян А.С. Новые сильные ингибиторы моноаминоксидазы–3-(2-циклопентил- и изобутилсульфанилэтил)пиридо-[1,2-а]пиримидины. Хим. ж. Армении, 69, 3, с. 362-365, 2016.

2. Арутюнян А. А., Паносян Г. А., Галстян М. В., Пароникян Р. В., Степанян Г. М., Сукасян Р.С., Григорян А.С. Синтез новых пиримидинов и поликонденсированных азаетероциклов. Сб. трудов "Некоторые успехи органической и фармацевтической химии". Ереван, НАН РА, вып. 2, с. 299-310, 2015.
3. Арутюнян А.А., Сукасян Р.С., Григорян А.С. МАО-ингибирующие свойства некоторых новых замещенных пиримидинов и конденсированных азаетероциклов. Биолог. журн. Армении, 68, 1, с. 60-63, 2016.
4. Новые достижения в терапии психических заболеваний / Под ред. проф. С.Н. Мосолова. М., ЗАО "Издательство Бином", 624 с., 2002.
5. Bruce T.J., Saeed S.A. Social anxiety disorder: a common, underrecognized mental disorder. Am. Fam. Physician, 60, 8, pp. 2311-2320, 1999.
6. Fiedorowicz J. G., Swartz K. L. . The role of monoamine oxidase inhibitors in current psychiatric practice. J. Psychiatr. Pract., 10, 4, pp. 239-248, 2004.
7. Geldenhuys W. J., Darvesh A. S., Funk M. O., Van der Schyf C. J., Carroll R. T. Identification of novel monoamine oxidase B inhibitors by structure-based virtual screening. Bioorg. Med. Chem. Lett., 20, 17, pp. 5295-5298, 2010.
8. Livingston M. G., Livingston H. M. Monoamine oxidase inhibitors. An update on drug interactions. Drug Safety, 14, 4, pp. 219-227, 1996.
9. Passarotti C., Resnati G., Doria G. Synthesis of new 2-(2-phenylethenyl)-4-oxo-4H-pyrido-[1,2-a]pyrimidine-7-carboxylic acids. Farmaco Ed. Sci., 39, 10, pp. 837-845, 1984.

Поступила 04.07.2018



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4(70), 2018

**ԾԱՆՐ ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ՍՆՆՂԱՅԻՆ
ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆ ՈՒՆԵՑՈՂ ՈՐՈՇ ԲՈՒՍԱՏԵՍԱԿՆԵՐՈՒՄ ԱՐՑԱԽԻ
ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԴՐՄԲՈՆԻ ԵՎ ԿԱՇԵՆԻ ՄԵՏԱՂԱՅԱՆՔԵՐԻՆ
ԿԻՑ ՏԱՐԱԾՔՆԵՐՈՒՄ**

Տ.Ա. ԶՀԱՆԳԻՐՅԱՆ, Ս.Ս. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան
tjhangiryan@mail.ru

2011 թ. Գերմանական արտադրության X-500 XRF դրեյֆային դետեկտորի (անալիզատոր SDD) միջոցով որոշվել է մի շարք քիմիական տարրերի պարունակությունն Արցախի Հանրապետության Դրմբոնի և Կաշենի մետաղահանքերին կից տարածքներում աճող սննդային նշանակություն ունեցող տարբեր բուսատեսակներում: Պարզվել է, որ շահագործվող հանքերից, հանքահարստացման ֆաբրիկաներից և պղծամբարներից մոտ 300 մ և ավելի հեռավորության շառավղում մշակվող և բնական բույսերի մեջ ծանր մետաղների վտանգավոր կոնցենտրացիաներ չեն հայտնաբերվել, իսկ Hg-ը, Cd-ը և As-ը դրանցում առհասարակ բացակայել են:

Մետաղահանքեր – մշակովի և բնական բուսատեսակներ – ծանր մետաղների պարունակություն

Дрейфовым детектором X-500 XRF (анализатор SDD) немецкого производства 2011 г. определено содержание ряда химических элементов в некоторых видах растений, имеющих пищевое значение, произрастающих в приграничных территориях металлорудников Дрмбона и Кашена Республики Арцах. Было выявлено, что в радиусе 300 м и более от эксплуатируемых рудников, обогадительных фабрик и хвостохранилищ опасные концентрации тяжелых металлов в возделываемых и природных растениях не обнаружены, а Hg, Cd и As в них вообще отсутствовали.

Металлорудники – возделываемые и природные растительные виды – содержание тяжелых металлов

In 2011 the content of some chemical elements in different plants of nutritional significance growing in areas adjacent to metal ores of Drmbon and Kashen has been determined using the drift detector X-500 XRF (analyzer SDD). It has been revealed that in cultivated and natural crops growing at the distance of 300 m and more from the exploited mines, ore-processing factories and tailing dams, dangerous concentrations of heavy metals haven't been found and Hg, Cd and As were entirely absent.

Metal ores – cultivated and natural plants – content of heavy metals

Շրջակա միջավայրի բաղադրիչների և մարդու առողջության վրա բացասական մեծ ազդեցություն ունի հանքարդյունաբերությունը, որն առաջ է բերում բնական ռեյիեֆի խախտում, մթնոլորտի, ջրային օբյեկտների և հողերի աղտոտում, բուսածածկույթի ոչնչացում, տարածքի էկոլոգիական վիճակի վատթարացում և այլն:

Այդ ոլորտի ամբողջական տեխնոլոգիայի բոլոր օղակները՝ ապարային լցակույտերը, բաց և ընդերքային հանքերը, հանքահարստացման ֆաբրիկաները, պղնձ-ամբարները, հանքաքարի տեղափոխումը և այլն համարվում են ծանր մետաղների տարածման աղբյուրներ, որոնք ներկա ժամանակներում գնահատվում են որպես կենսոլորտի առավել վտանգավոր աղբյուրներ:

Բացօթյա հիդրոպոնիկայի և հողային պայմաններում կատարված համեմատական ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ աճեցված համեմունքային բույսերում (ռեհան, սամիթ, համեմ, ծիթրոն) ծանր մետաղների պարունակությունը ավելի բարձր է եղել հողում աճեցվածների մեջ, իսկ Pb-ի և Ni-ի քանակը երկու դեպքում էլ գերազանցում է ՍԹԿ-ն: Նույն պայմաններում աճեցված սրտիկունդը նույնպես ավելի քիչ ծանր մետաղներ է կուտակել հրաբխային խարամի և մանրախճի սուբստրատի հիդրոպոնիկայում, քան հողում [4, 8]:

ԱՅ-ում հանքարդյունաբերությունը սկսել է զարգանալ վերջին տարիներին և տարածքների վրա դրա էկոլոգիական ազդեցությունների վերաբերյալ գրեթե տվյալներ չկան: Այդ ուղղությամբ մեր կողմից 2014-2017 թթ.-ի ընթացքում ուսումնասիրություններ են կատարվել Դրմբոնի և Կաշենի մետաղահանքերին կից հողերի և ջրային օբյեկտների ծանր մետաղներով աղտոտվածության աստիճանը բացահայտելու ուղղությամբ, ինչպես նաև տրվել է դրանց էկոլոգիական վիճակի գնահատականը [4, 5, 8]:

Ծրագրային ներկա հետազոտությունների նպատակն էր ուսումնասիրել և գնահատել ԱՅ Դրմբոնի և Կաշենի մետաղահանքերին կից մշակովի հողատարածքներում աճող սևնդային նշանակություն ունեցող մշակաբույսերի և բնական բույսերի մեջ մի շարք ծանր մետաղների կուտակումը գործող օբյեկտներից տարբեր հեռավորությունների վրա, որտեղ հողերի ինտենսիվ մշակությունը գրեթե բացակայում է:

Նյութ և մեթոդ: Բույսերի նմուշառման կետերն ընտրվել են հանքավայրերից տարբեր հեռավորությունների վրա՝ հաշվի առնելով ռելիեֆի առանձնահատկությունները, քամիների ուղղությունը, հողատեսքերի նշանակությունը և բուսատեսակների օգտագործման ինտենսիվությունը: Անհրաժեշտ է նշել, որ հանքավայրերին կից տարածքների մեծ մասը չի մշակվում և ծառայում է որպես աղբատ արտավայր:

Բուսական նմուշներում ծանր մետաղների ընդհանուր պարունակությունը, ինչպես նաև կենսածին նշանակության մակրոտարրերը որոշվել են Ստեփանակերտի կենտրոնական երկրաբանական անալիտիկ լաբորատորիայում 2011 թ. Գերմանական արտադրության X-500 XRF դրեյֆային դետեկտորով (անալիզատոր SDD): Սարքը անալիզի իրականացման ռեժիմում (P 4000 E) օգտագործում է ալգորիթմ, որը հնարավորություն է տալիս լեռնաերկրաբանական (ինչպիսիք են հողերը, պղնձները, հարստացված թափոնները), ինչպես նաև բույսերի նմուշներում որոշել հնարավոր հայտնաբերվող տարրերը, մինչև 100 000 ppm – 10 % կոնցենտրացիաների դեպքում: Այսինքն, 1 000 000-ի մեջ 10 %-ից բարձր պարունակությունը չի որոշվում: Ստանդարտ նմուշը ներառում է K, Ca, S, P, Li, Fe, Ti, V, Cr, J, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, W, Hg, As, Pb, Bi, Se, Th, Rb, U, Sr, Zr, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb:

Աղբյուրներ և քննարկում: Բուսական նմուշներում բոլոր տարրերը որոշվել են օդաչոր վիճակում, ընդ որում կենսածին նշանակության մակրոտարրերը սարքի կողմից տրվում է տոկոսներով, իսկ ծանր մետաղները գ/տ-ով կամ մգ/կգ-ով (աղ. 1, աղ. 2):

Աղ. 1-ի տվյալներից երևում է, որ ծծմբի առավել բարձր պարունակություն է հայտնաբերվել ավելուկի և վարունգի նմուշներում, այն դեպքում, երբ Cl-ի պարունակությունն ուսումնասիրված նմուշներում որևէ օրինաչափության չի ենթարկվում՝ կապված օբյեկտի հեռավորության հետ:

Ուսումնասիրված բուսական նմուշներում հայտնաբերվել է կալիումի բարձր պարունակություն: Ավելուկի մեջ այդ տարրի պարունակությունը ճանկաթաղ գյուղի շրջակայքում կազմել է 6,21 %, իսկ Դրմբոնից մոտ 5 կմ հեռավորության վրա՝ >10 %: Երկու հանքավայրերից մոտ 300 մ հեռավորության վրա մշակվող վարունգի մեջ նույնպես հայտնաբերվել է K-ի բարձր պարունակություն (8,22 և 7,65 %): Կալիումը, ինչպես նաև P-ը, բույսերի մեջ հիմնական մոխրային տարրերն են: Մի շարք բույսերի մոխրում K-ի պարունակությունը տատանվում է 30-60 % [3]: Կալցիումի առավել բարձր պարունակություն է հայտնաբերվել ավելուկի, անասնակերի և դդումի մեջ, իսկ երկաթի պարունակությունը գրեթե բոլոր բուսական նմուշներում ցածր է եղել, որը միանգամայն օրինաչափ է:

Աղյուսակ 1. Կենսածին տարրերի պարունակությունը Դրմբոնի և Կաշենի մետաղային հանքավայրերի շրջակայքում աճող սննդային նշանակություն ունեցող որոշ բույսերում, նմուշառումը 2018 թ. (օդաչոր զանգվածի հաշվով)

Հանքավայր	Բույսը և նմուշառման կետը	%					
		S	Cl	K	P	Ca	Fe
1	2	3	4	5	6	7	8
Դրմբոն	1. Ավելուկ, Դրմբոն գյուղից մոտ 5 կմ դեպի հարավ	0,83	0,20	>10	0,42	1,86	0,14
	2. Վարունգ, Դրմբոն գյուղ, հանքից 300 մ հեռու	0,56	0,35	8,22	0,66	0,60	0,02
	3. Լոլիկ, Դրմբոն գյուղ, հանքից 300 մ հեռու	0,26	0,14	3,38	0,42	0,09	0,02
	4. Լոբի կանաչ, Դրմբոն գյուղ, հանքից 300 մ հեռու	0,33	0,06	2,93	0,40	0,07	0,01
	5. Կարտոֆիլ, Դրմբոն գյուղ, հանքից 300 մ հեռու դեպի հարավ	0,21	0,10	3,30	0,16	0,13	0,04
	6. Արոտ-անասնակեր, Դրմբոն գյուղ, հանքից 300 մ հեռու	0,45	0,40	2,86	0,68	1,98	0,06
Կաշեն	7. Արոտ-անասնակեր, հանքից 5 կմ դեպի արևելք	0,31	0,20	1,93	0,76	1,37	0,18
	8. Դդում, ճանկաթաղ գյուղ, հանքից 300 մ հեռու	0,18	0,22	4,21	0,39	1,09	0,009
	9. Տաթեղ, ճանկաթաղ գյուղ, հանքից 300 մ հեռու	0,49	0,48	6,03	0,32	0,65	0,015
	10. Վարունգ, ճանկաթաղ գյուղ, հանքից 300 մ հեռու	0,55	0,52	7,65	0,46	0,75	0,016
	11. Լոլիկ, ճանկաթաղ գյուղ, հանքից 300 մ հեռու	0,19	0,23	3,31	0,41	0,16	0,009
	12. Լոբի կանաչ, ճանկաթաղ, հանքից 300 մ հեռու	0,22	0,05	1,77	0,38	0,30	0,009
	13. Մոշ (հատապտուղ), ճանկաթաղ գյուղի շրջակայք	0,10	0,04	1,23	0,58	0,14	0,02
	14. Ավելուկ, ճանկաթաղ գյուղի շրջակայք	0,64	0,58	6,21	0,35	1,44	0,05

Աղ. 2-ում բերված բուսական գրեթե բոլոր նմուշներում հայտնաբերվել են Mn-ի, Cu-ի, Zn-ի, Rb-ի, Sr-ի, Pb-ի, Mo-ի տարրեր քանակություններ: Մանգանի համեմատաբար բարձր քանակություն է հայտնաբերվել ավելուկի (82 և 60 մգ/կգ) և անասնակերի մեջ (50 և 124 մգ/կգ): Մնացած բուսատեսակներում այդ տարրի պարունակությունը տատանվում է 16-ից (լոլիկ) մինչև 34 (մոշ, վարունգ) մգ/կգ: Ըստ որոշ ուսումնասիրությունների Լոռու մարզում աճող մոշի պտուղներում ավելի շատ սելեն (Se) է հայտնաբերվել, քան Mn և Zn [1]:

Մեր հետազոտություններում Se-ը, Cr-ը և Ba-ը (4,3; 8,3 և 24 մգ/կգ) հայտնաբերվել են միայն անասնակերում Կաշենի հանքավայրից մոտ 5 կմ հեռավորության վրա արոտում: Ba է հայտնաբերվել նաև Դրմբոնի հանքավայրից 5 կմ հեռավորության վրա աճող ավելուկում (21 մգ/կգ): Անհրաժեշտ է նշել, որ ուսումնասիրված ոչ մի նմուշում չի հայտնաբերվել Ni, Cd, Hg և Zr, իսկ յոդը հայտնաբերվել է միայն ավելուկի և անասնակերի մեջ:

Ուսումնասիրված ծանր մետաղներից Cu-ի, Zn-ի, Rb-ի, Sr-ի, Pb-ի առավել բարձր քանակություններ են հայտնաբերվել անասնակերի, ավելուկի, տաթեղի մեջ: Pb չի հայտնաբերվել կանաչ լոբու և Դրմբոնի տարածքում մշակվող վարունգի մեջ, Mo չի հայտնաբերվել ավելուկի, մոշի և կարտոֆիլի մեջ, իսկ ամենաշատն արձանագրվել է կանաչ լոբու, անասնակերի, տաթեղի և դդումի մեջ: Ինչ վերաբերվում է տիտանին, ապա նրա յուրացումը տարբեր տեղերում աճող նույն բուսատեսակի կողմից միանշանակ չէ: Օրինակ, Դրմբոնից մոտ 5 կմ հեռավորության վրա աճող ավելու կի մեջ հայտնաբերվել է 97 մգ/կգ Ti, իսկ ճանկաթաղի շրջակայքում չի հայտնաբերվել, նույնը վերաբերում է նաև անասնակերին և լոլիկին: Այդ տարրերից համապատասխանաբար 35 և 22 մգ/կգ քանակություն է հայտնաբերվել կարտոֆիլի և մոշի մեջ:

Աղյուսակ 2. Մի շարք ծանր մետաղների պարունակությունը Դրմբոնի և Կաշենի մետաղային հանքավայրերի շրջակայքում աճող սննդային նշանակություն ունեցող որոշ բույսերում, նմուշառումը 2018 թ. (օդաչոր զանգվածի հաշվով)

Հանքավայր	Բույսը և նմուշառման կետը	գ/տ կամ մգ/կգ								
		Ti	Mn	J	Cu	Zn	Rb	Sr	Pb	Mo
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
Դրմբոն	1. Ավելուկ, Դրմբոն գյուղից մոտ 5 կմ դեպի հարավ	97	82	224	18	41	42	100	9	-
	2. Վարունգ, Դրմբոն գյուղ, հանքից 300 մ հեռու	-	27	-	13	58	13	44	-	6
	3. Լոլիկ, Դրմբոն գյուղ, հանքից 300 մ հեռու	22	16	-	11	34	11	12	8	5
	4. Լոբի կանաչ, Դրմբոն գյուղ, հանքից 300 մ հեռու	-	19	-	15	72	11	-	-	14
	5. Կարտոֆիլ, Դրմբոն գյուղ, հանքից 300 մ հեռու դեպի հարավ	35	18	-	11	31	13	14	8	-
	6. Արոտ-անասնակեր, Դրմբոն գյուղ, հանքից 300 մ հեռու	-	50	146	34	84	20	129	12	5
Կաշեն	7. Արոտ-անասնակեր, հանքից 5 կմ դեպի արևելք	75	124	126	37	63	19	196	15	10
	8. Դդում, ճանկաթաղ գյուղ, հանքից 300 մ հեռու	-	17	-	21	31	10	170	6	8
	9. Տաթեղ, ճանկաթաղ գյուղ, հանքից 300 մ հեռու	-	23	-	15	29	13	92	8	8
	10. Վարունգ, ճանկաթաղ գյուղ, հանքից 300 մ հեռու	-	34	-	16	43	14	91	8	9
	11. Լոլիկ, ճանկաթաղ գյուղ, հանքից 300 մ հեռու	-	20	-	14	22	12	16	7	-
	12. Լոբի կանաչ, ճանկաթաղ, հանքից 300 մ հեռու	-	22	-	17	43	8	33	-	3
	13. Մոշ (հատապտուղ), ճանկաթաղ գյուղի շրջակայք	22	34	-	27	17	9	38	8	-
	14. Ավելուկ, ճանկաթաղ գյուղի շրջակայք	-	60	122	16	60	14	124	10	-

Ծանոթություն՝ Տ-տարրը չի հայտնաբերվել

Աղ. 2-ում բերված ծանր մետաղների պարունակության Էկոլոգիական գնահատումը անմիջականորեն կապված է տարբեր բուսատեսակներում դրանց ՍԹԿ-ի արժեքի հետ: Սակայն այս ուղղությամբ առանձին բուսատեսակների համար Էկոլոգիատոքսիկոլոգիական նորմատիվներ դեռևս չկան, քանի որ բուսատեսակների կողմից ծանր մետաղների կուտակումը պայմանավորված է տվյալ տարածաշրջանում հողերի աղտոտվածության աստիճանով:

Աղյուսակ 3. Բանջարեղենում և մրգում ծանր մետաղների ՍԹԿ- ները (մգ/կգ) [7]

Տեսակ	Hg	Cd	As	Pb	Ni	Cu	Zn
Բանջարեղեն	0,02	0,03	0,2	0,5	0,5	10	10
Միրգ	0,01	0,03	0,2	0,4	0,5	10	10

Համեմատելով ուսումնասիրության արդյունքում ստացված Pb, Cu, Zn տարրերի արժեքները աղ. 3-ում տրված ՍԹԿ-ների արժեքների հետ, տեսնում ենք, որ ունենք ՍԹԿ-ի արժեքի նկատմամբ գերազանցում: Կապարը համարվում է քաղցկեղածին և բնածին արատներ առաջացնող տարր: Տարիքի հետ կապարի պարունակությունը օրգանիզմում աճում է: Ցինկ և պղինձ տարրերը հանդիսանում են մարդու օրգանիզմի նորմալ գործունեության համար անհրաժեշտ միկրոտարրեր, սակայն այդ մետաղների գերնորմատիվ պարունակությունը սննդի մեջ հանգեցնում է օրգանիզմների գործառույթների, այդ թվում նաև վերարտադրության և ժառանգականության խախտմանը [2, 6]:

Պետք է նշել նաև, որ աղյուսակում բերված ծանր մետաղների պարունակություններն առկա են բույսերի օդաչոր զանգվածում, ապա կարելի է վստահորեն ասել, որ դրանք Էկոլոգիական տեսակետից այնքան վտանգավոր չեն մարդու համար, քանի որ բույսերի թարմ զանգվածի 70-90 %-ը կազմում է ջուր, այսինքն թարմ զանգվածում դրանց կոնցենտրացիաները նոսր են: Իսկ ինչ վերաբերում է ավելուկին, որը կուտակում է որոշ չափով Cu և Zn (16 և 60 մգ/կգ), օգտագործվում է չորացնելուց հետո, օգտագործելուց առաջ լվացվում է և ենթարկվում ջերմային մշակման: Այս եղանակով հեռացվում է ծանր մետաղների մինչև 70 %-ը: Այսինքն, ավելուկի օգտագործումը, որպես սննդամթերք Էկոլոգիական վտանգ չի ներկայացնում մարդու առողջության համար:

Ելնելով կատարված ուսումնասիրություններից՝ մարդու առողջության համար ռիսկերի նվազեցման նպատակով, առհասարակ վտանգավոր մթերք օգտագործելիս, պետք է պահպանել հետևյալ կանոնները. բանջարեղենի, մրգի, կանաչու պարտադիր լվացում հոսող ջրով, ջերմային մշակման ենթարկում, որի ընթացքում տեղի է ունենում թունավոր տարրերի հեռացում: Հետևաբար նպատակահարմար է մթերքն օգտագործել խաշած կամ խորոված վիճակում, իսկ մրգերը՝ պահածոյացված: Հատկապես խորհուրդ է տրվում խուսափել բանջարեղենի, մրգերի չորացումից, քանի որ տեղի է ունենում թունավոր նյութերի կուտակում վերջնական մթերքում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Եղոյան Ռ.Հ., Եղոյան Տ.Վ., Հովսեփյան Տ.Ս., Աստոյան Դ.Ա. Ծանր մետաղներից Se, Ma, Mg, Zn-ի քանակի և գաղթի ուսումնասիրությունը վայրի մոշենու տարբեր օրգաններում և աճելատեղի հողում, Ագրոգիություն, Երևան, 1-2, էջ 37-40, 2013:
2. Շրջակա միջավայրը և բնական պաշարները Հայաստանի հանրապետությունում, Երևան, էջ 50-56, 2016:
3. Агрохимия под ред. Б.А. Ягодина, М., “Колос”, с. 29-34, 1982.
4. Джангирян Т.А., Арутюнян С.С. Эколого-токсикологическая оценка вод, прилегающих к металлдобывающим месторождениям Дрмбона и Вардадзора НКР (первое сообщение). Биолог. журн. Армении. Ереван, 68, 3. с. 59-66, 2016.
5. Джангирян Т.А. Эколого-токсикологическая оценка вод Сарсангского водохранилища и подземных вод Вардадзора Республики Арцах (РА) (второе сообщение). Биолог. журн. Армении. Ереван, 69, 2. с. 34-40, 2017.
6. Черников В.А., Соколов О.А. Экологически безопасная продукция, М., Колос, с. 292-314, 2009.
7. Dueck T.A. Heavy metal emission and genetic constitution of plant populations in the vicinity of two metal emission sources. Angew. Bot., 58, 1, p. 47-53, 1984.
8. Harutyunyan S.S., Jhangiryan T.A. Evaluation of ecological- toxicological state of soils around Drmbon and vardadzor metal oreas in the republic of Mountainouns Karabagh. Bulletin of NAUA, Yerevan, 1, p. 8-13, 2015.

Ստացվել է 29.08.2018



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4(70), 2018

PARACHLORELLA KESSLERI ԿԱՆԱԶ ՄԻԱԲԶԻՋ ԶԻՆՍՈՒՄԻ ՈՐՈՇ ԱՐՏԱԴՐՈՂԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԲՆՈՒԹԱԳՐՈՒՄԸ

Ն.Ք. ՔԱԼԱՆԹԱՐՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ «Հայկենսատեխնոլոգիա» գիտաարտադրական կենտրոն,
Այլընտրանքային էներգիայի աղբյուրների լաբորատորիա
narine_kalantaryan@yahoo.com

Ինտենսիվ կուլտիվացման պայմաններում ստացվել են *Parachlorella kessleri* կանաչ միաբջջի ջրիմուռի կենսազանգվածի նշանակալի քանակներ: Ուսումնասիրվել է ստացված կենսազանգվածի բիոմիական բաղադրությունը: Կելդալի մոդիֆիկացված մեթոդով որոշվել է սպիտակուցների ընդհանուր քանակությունը, այն կազմել է չոր քաշի 43,3 %:

ԳԶ անալիզի եղանակով ուսումնասիրվել է ճարպաթթուների որակական և քանակական բաղադրությունը: Ցույց է տրվել, որ միկրոջրիմուռի կենսազանգվածն ըստ չոր քաշի պարունակում է 6,8 % ճարպաթթուներ, որոնցից 26,6 %-ը հագեցած ճարպաթթուներ են, 59,9 %-ը՝ չհագեցած, իսկ 5,0 %-ը՝ անհայտ ճարպաթթուներ: ԲԱՀԶ անալիզի եղանակով որոշվել է ածխաջրերի ընդհանուր քանակությունը. 32,04 %՝ չոր քաշի հաշվով: Իրականացվել է դրանց նույնականացում, որոշվել են հիմնական բազմաշաքարների քանակները, այդ թվում՝ 23,0 % գլյուկան, 30,0 % արաբինան, 24,0 % քսիլան և 23,0 % լիգնին:

Սպեկտրոֆոտոմետրիկ եղանակով որոշվել է բլորոֆիլ *a*-ի և *b*-ի պարունակությունը՝ համապատասխանաբար՝ 12,7 և 5,7 մգ/գ՝ չոր քաշի հաշվով:

Միկրոջրիմուռ – *Parachlorella kessleri* – ֆիզիկաքիմիական անալիզ

В условиях интенсивного культивирования получены значительные количества биомассы зеленой одноклеточной микроводоросли *Parachlorella kessleri*. Был исследован химический состав полученной биомассы. Модифицированным методом Кельдаля определено общее количество белка – 43,3 % на сухой вес.

Методом ГХ-анализа изучен качественный и количественный состав жирных кислот. Показано, что сухая биомасса микроводоросли содержит 6,8 % жирных кислот на сухой вес, в том числе насыщенных – 26,6 %, ненасыщенных – 59,9 %, не идентифицированных – 5,0 %. Методом ВЭЖХ-анализа определено общее количество углеводов – 32,0 % на сухой вес. Выполнена их идентификация, определены количества основных полисахаридов, включая глюкан – 23,0 %, арабинан – 30,0 %, ксилан – 24,0 % и лигнин – 23,0 %.

Спектрофотометрическим методом определено содержание хлорофилла *a* и *b*, соответственно 12,7 и 5,7 мг/г биомассы на сухой вес.

Микроводоросли – *Parachlorella kessleri* – биомасса – физико-химический анализ

Significant amount of biomass of the green unicellular microalgae *Parachlorella kessleri* under conditions of intensive cultivation were obtained. The chemical composition of the obtained biomass was investigated. The total protein amount (43,3% in dry weight) was determined by the modified Kjeldahl method.

The qualitative and quantitative composition of fatty acids was studied by the method of GC-analysis. The results have shown that the dry biomass of microalgae contains 6.8 % of fatty acids in dry weight, including saturated – 26,6 %, non-saturated – 59,9 % and non-identified – 5,0 %. The total amount of carbohydrates (32,04 % in dry weight) was determined by HPLC analysis.

They were identified, the amount of basic polysaccharides were determined, including glucans – 23,0 %, arabinan – 30,0 %, xylan – 24,0 %, and lignin – 23,0 %.

The content of chlorophyll *a* and *b* was determined spectrophotometrically and composed 12,7 and 5,7 mg/g dry biomass, respectively.

Microalgae – *Parachlorella kessleri* – biomass – physical and chemical analysis

Միկրոջրիմուռների կենսազանգվածի քիմիական բաղադրությունը թույլ է տալիս օգտագործել դրանք մի շարք արժեքավոր, առևտրային տեսանկյունից կարևոր նյութերի՝ սպիտակուցների, ածխաջրերի, լիպիդների, վիտամինների, հակաօքսիդանտների, ամինաթթուների, միկրո- և մակրոէլեմենտների կենսաբանորեն մատչելի ձևերի, ինչպես նաև կենսազագի, ջրածնի, կենսաէթանոլի, կենսադիզելի, պոլիչիազեցած ճարպաթթուների և այլ նյութերի ստացման համար [2; 6; 10; 11; 18]: Միկրոջրիմուռների կուլտիվացման պայմանները փոփոխելով, կարելի է ստանալ կենսաբանորեն ակտիվ նյութերի տրված պարունակությամբ կենսազանգված [3]: Ընդ որում, բավականին արդիական է հանդիսանում բջիջների կենսազանգվածի կուտակման և դրանց կենսաօրգանական բաղադրության վրա ազդող արհեստիկ գործոնների խիստ պահպանումը (կուլտիվացման ջերմաստիճան, լուսավորության ինտենսիվություն, սննդամիջավայրի բաղադրություն և այլն): Այսպես, Converti-ի *et al.*, 2009 կարծիքով կուլտիվացման ջերմաստիճանի նվազեցնելը 30⁰-ից մինչև 25⁰C և սննդամիջավայրի մեջ 0,75 գ/լ նատրիումի նիտրատի ավելացնելը գործնականում չի ազդում *Chlorella vulgaris* միկրոջրիմուռի բջիջների աճի արագության վրա, սակայն բերում է լիպիդների ելքի ավելացման՝ օրական 8 մգ/լ-ից մինչև 20 մգ/լ [8]: Ավանառ է, որ կենսազանգվածի բաղադրության մեջ լիպիդների պարունակության ավելացումը բերելու է այլ կենսաօրգանական միացությունների մասնաբաժնի փոփոխման: Այսպիսով, ֆոտոկենսառեակտորներում միկրոջրիմուռների նպատակաուղղված աճեցման դեպքում կարելի է հասնել ցանկալի կենսաքիմիական բաղադրությամբ բջիջների ուղղորդված ստացման:

Միկրոջրիմուռների արագ աճող արտադրիչ շտամների ընտրությունն ունի սկզբունքային նշանակություն՝ կենսազանգվածից ցածր ինքնարժեքով նյութերի ստացման առումով: Բացի դրանից, միկրոջրիմուռների արտադրական կուլտիվացման պայմաններում աճի արագ տեմպերը նվազեցնում են մանրէաբանական աղտոտվածության վտանգը:

Chlorellaceae ընտանիքի միկրոջրիմուռները, որոնք բնակվում են գլխավորապես բնական քաղցրահամ ջրերում, համարվում են առավել արտադրողական տեսակներ [16]: Սա միկրոջրիմուռների ընտանիք է, որը ներկայացված է լայնորեն հայտնի և մանրամասն ուսումնասիրված *Chlorella*, *Parachlorella*, *Nannochloris* և այլ ցեղերով [17], ինչն անկասկած առավելություն է արդյունաբերության մեջ դրանց կիրառման տեսանկյունից: Կենսազանգվածի բարձր արտադրողականության հետ մեկտեղ, այդ բջիջները, շնորհիվ մետաբոլիզմի յուրահատկությունների, օժտված են բացառիկ հարմարվողականությամբ շրջակա միջավայրի պայմանների փոփոխման նկատմամբ [23], որոնք թույլ են տալիս յուրացնել ածխածնի ոչ միայն անօրգանական, այլև օրգանական աղբյուրները [13]:

Ավանդաբար միկրոջրիմուռների կենսազանգվածը հումք է հանդիսանում կերային սպիտակուցների ստացման համար [20]: Վերջին ժամանակներս միկրոջրիմուռների կենսազանգվածի կենսաքիմիական բաղադրության վրա կուլտիվացման պայմանների ազդեցության մասին գիտական պատկերացումների զարգացման հետ մեկտեղ ինտենսիվ ներդրվում են նախագծեր՝ ուղղված միկրոջրիմուռների բաղադրության մեջ մտնող լիպիդների փոխակերպմանը կենսադիզելի [15]: Այնուամենայնիվ, ներկայումս, նույնիսկ հաշվի առնելով նավթի գների էական տատանումները, բավականին դժվար է հասնել միկրոջրիմուռներից ստացվող կենսադառնիքի ինքնարժեքի այնպիսի ցուցանիշների, ինչպիսիք են նավթային հումքից ստացվող համանման նյութերի գները: Այս կապակցությամբ արդիական է հանդիսանում միկրոջրիմուռների բաղադրության մեջ մտնող կենսաբանական մակրոմոլեկուլների փոխարկումը առևտրային տեսանկյունից կարևոր, բարձրարժեք նյութերի (ամինաթթուներ, հազեցած և չհազեցած ճարպաթթուներ, մի շարք օրգանական թթուներ, կարոտինոիդային պիգմենտներ, վիտամիններ և այլն):

Հետազոտության նպատակն է հանդիսանում բաղադրահամ ջրերից առանձնացված և ՀՀ ԳԱԱ «Հայկենսատեխնոլոգիա» ԳԱԿ-ի այլընտրանքային էներգիայի աղբյուրների լաբորատորիայի միկրոջրիմուռների հավաքածուում պահպանվող *Parachlorella kessleri* միկրոջրիմուռի արտադրական առանձնահատկությունների ուսումնասիրությունը և գնահատումը:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտության օբյեկտ է հանդիսացել կանաչ միաբջջի ջրիմուռ *Parachlorella kessleri*-ն, որն անջատվել և մոլեկուլային-գենետիկական մեթոդներով նույնականացվել է ՀՀ ԳԱԱ «Հայկենսատեխնոլոգիա» ԳԱԿ-ի այլընտրանքային էներգիայի աղբյուրների լաբորատորիայում:

Միկրոջրիմուռը կուլտիվացվել է 80 լիտրանոց կենսառեակտորում՝ 24⁰-26⁰C ջերմաստիճանի, 2000 լյուքս շուրջօրյա լուսավորության պայմաններում (Phillips LED 19W/865 լամպեր, Նիդեռլանդներ): Կուլտուրալ հեղուկի խառնուրդն իրականացվել է սեղմված օդի միջոցով (108 լ·ժ⁻¹·լ⁻¹): Կուլտիվացիան իրականացվել է Տափայի մոդիֆիկացված հեղուկ սննդամիջավայրում [5; 22; 1]:

Միկրոջրիմուռի աճը գնահատվել է սպեկտրոֆոտոմետրիկ չափումներով՝ 540նմ ալիքի երկարության տակ (HITACHI U-2000, Ճապոնիա): Որպես ստուգիչ օգտագործվել է թորած ջուր: Աճի գործակիցը (μ , օր⁻¹) լոգարիթմական փուլում հաշվարկվել է համաձայն հետևյալ բանաձևի.

$$\mu = (\ln N/N_0)/t,$$

որտեղ N-ը կենսազանգվածն է t ժամանակում, իսկ N₀-ն՝ կենսազանգվածի բանակությունն է կուլտիվացիան սկսելիս:

Կուլտուրալ հեղուկի նմուշների pH-ը ևս ամեն օր չափվել է pH-մետրով (InoLab WTW, Գերմանիա):

P. kessleri միկրոջրիմուռի աճը գնահատվել է նաև չոր կենսազանգվածի որոշմամբ: Դրա համար հայտնի օպտիկական խտությամբ 12 մլ կուլտուրալ հեղուկը ֆիլտրվել է նախապես կշռված ապակե միկրոֆիբրիլային ֆիլտրերի միջոցով (Whatman, MFV-3, 47 մմ, անցքերի չափը՝ 1,2 մմ): Ֆիլտրերը կրկին կշռվել են 80⁰C-ի պայմաններում 24 ժ չորացնելուց և էքսիկատորում վակուումի պայմաններում սառեցնելուց հետո: Ստացված տվյալներն ընդհանրացվել են և կազմվել է օպտիկական խտություն-չոր կենսազանգված հարաբերությունը:

Կուլտուրալ հեղուկից միկրոջրիմուռի կենսազանգվածի անջատման համար կիրառվել են հետևյալ եղանակները. սեղիմենտացիա և ցենտրիֆուգում՝ 10000 պտ./րոպե արագությամբ, 15 րոպե, 4⁰C-ի պայմաններում (Heraeus multifuge 3SR+ centrifuge, Thermo Scientific, ԱՄՆ): Ցենտրիֆուգված խոնավ կենսազանգվածը չորացվել է լիոֆիլ չորացման սարքով (Labconco, ԱՄՆ): Չոր կենսազանգվածում խոնավության պարունակությունը որոշվել է համաձայն NREL (National Renewable Energy Laboratory) լաբորատոր անալիտիկ ցուցումների [21]:

Միկրոջրիմուռի կենսազանգվածում սպիտակուցի պարունակությունը որոշվել է մոդիֆիկացված Կելդալի մեթոդով [4]: Սպիտակուցի պարունակությունը որոշելու համար ստացված «Կելդալի ազոտի» պարունակությունը բազմապատկվել է 5.95 կոնվերտացման գործակցով [14]: Հաշվարկները կատարվել են համաձայն հետևյալ բանաձևերի.

$$\%N = \frac{(V - V_0) \cdot F \cdot c \cdot M(N)}{m \cdot 1000} \cdot 100\%$$

$$\%P = \%N \cdot PF,$$

որտեղ V-ն ծախսված տիտրանտի ծավալն է մլ-երով, V₀-ն ստանդարտի տիտրման համար ծախսված տիտրանտի ծավալն է (միջին արժեք), F-ը մոլյար ռեակցիոն ֆակտորն է (1=HCl, 2=H₂SO₄), c-ն տիտրանտի կոնցենտրացիան է (մոլ/լ), M(N)-ը ազոտի մոլեկուլային զանգվածն է՝ 14,007 գ/մոլ, m-ը նմուշի զանգվածն է (գ), 1000 մլ-ը լիտրի վերածելու կոնվերտացման գործակիցն է, PF-ը կոնվերտացման գործակիցն է կոնկրետ նմուշի համար՝ 5,95, %N-ն սպիտակուցային ազոտի տոկոսային պարունակությունն է, % P-ն սպիտակուցի տոկոսային պարունակությունն է նմուշում:

Կենսազանգվածում կառուցվածքային բազմաաբաբների և լիզինի որոշումն իրականացվել է NREL/TP-510-42618-ի համաձայն [19]: Կատարվել է նոսրացված թթվային հիդրոլիզ: Հեղուկ ֆազն անալիզի է ենթարկվել Agilent 1100 Series, Գերմանիա բարձրարդյունավետ հեղուկային բրոմատոգրաֆի օգնությամբ (աշտարակի չափը՝ 300 × 7,8 մմ, շարժուն ֆազ՝ H₂O, հոսքի արագություն՝ 0.6 մլ/րոպե, ներարկման ծավալ՝ 20 մկլ, աշտարակի ջերմաստիճան՝ 80⁰C, դետեկտորի ջերմաստիճան՝ 55⁰C):

Միկրոջրիմուռի չոր կենսազանգվածի ճարպաթթվային կազմը որոշվել է գազ-բրոմատոգրաֆիական եղանակով (Varian CP-3800 GC՝ բոցային-իոնիզացնող դետեկտորով, ԱՄՆ, մազանոթային խողովակային աշտարակ՝ SupelcoWax-10՝ տրամագիծ՝ 0,32 մմ, երկարություն՝ 30 մ, կրող գազ՝ հելիում, հոսքի հաստատուն արագություն՝ 3,5 մլ/րոպե): Ճարպաթթուների նախնական էթերիֆիկացումն իրականացվել է համաձայն Լեպլեյի և Ռոյի մեթոդի [12]:

Կանաչ կենսազանգվածում բլորոֆիլ *a*-ի և *b*-ի պարունակությունը որոշվել է սպեկտրոֆոտոմետրիկ եղանակով: Կատարվել է բլորոֆիլի էքստրակցիա ագետոնով (99.5%, Sigma-Aldrich): Բոլոր ցենտրիֆուգումներն իրականացվել են Sigma 2-6E, Sartorius, Գերմանիա ցենտրիֆուգի օգնությամբ: Ստացված էքստրակտի մեջ բլորոֆիլ *a*-ի և *b*-ի պարունակությունը որոշվել է սպեկտրոֆոտոմետրիկ չափումների միջոցով, չափվել են ստացված էքստրակտի կլանման արժեքները՝ 645 և 662 նմ ալիքի երկարությունների տակ: Հաշվարկները կատարվել են համաձայն հետևյալ բանաձևերի [9].

$$\begin{aligned} \text{Բլորոֆիլ } a &= 11.75 A_{662} - 2.350 A_{645} \\ \text{Բլորոֆիլ } b &= 18.61 A_{645} - 3.960 A_{662} \end{aligned}$$

Բլորոֆիլի պարունակությունը նմուշում որոշվել է համաձայն հետևյալ բանաձևի.

$$\text{Բլորոֆիլ (մգ/լ)} = \frac{\text{Բլորոֆիլ (մգ/լ)} * \text{Էքստրակտի ծավալ (մլ)}}{\text{Նմուշի չոր զանգված (մգ)}}$$

Չոր կենսազանգվածում բլորոֆիլ *a*-ի և *b*-ի (մգ/գ) պարունակությունը հաշվարկվել է հետևյալ բանաձևով.

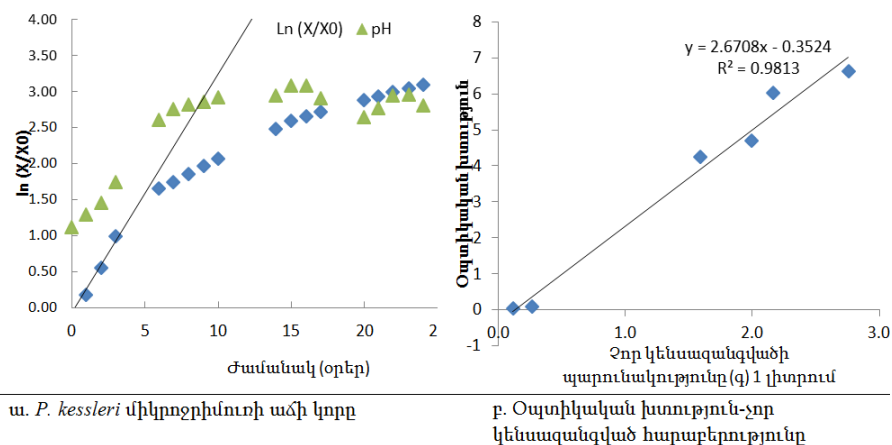
$$\text{Բլորոֆիլ (մգ/լ)} = \frac{\text{Բլորոֆիլ (մգ/լ)}}{\text{Նմուշի չոր զանգված (գ/լ)}}$$

Արդյունքներ և քննարկում: *P.kessleri* միկրոօրգանիզմի աճը գնահատելու համար ամեն օր վերցվել են նմուշներ սպեկտրոֆոտոմետրիկ չափումների համար:

Աճի գնահատումն իրականացվել է 30 օրվա ընթացքում: Նկ. 1-ում ներկայացված է աճի արագության կորը և օպտիկական խտություն-չոր կենսազանգված հարաբերությունը: Համաձայն ստացված տվյալների, աճի էքսպոնենցիալ փուլն ավարտվել է կուլտիվացման 6-րդ օրը:

$$\mu(\ln N/N_0)/t = (\ln 1.6364/0.1723)/5 = 0.45 \text{ օր}^{-1}$$

Կուլտուրալ հեղուկի pH-ը ևս ամեն օր չափվել է, ելային սննդամիջավայրի pH-ի արժեքը եղել է 8.6, սակայն ինոկուլացումից անմիջապես հետո այն նվազել է մինչև 7.66: Կուլտիվացման ընթացքում pH-ը սկսել է աճել, դա հատկապես նկատելի է աճի էքսպոնենցիալ փուլում: Աճի ստացիոնար փուլում pH-ի արժեքներն էականորեն չեն փոխվել:



Նկ. 1. *P. kessleri* միկրոօրգանիզմի աճի գնահատումը

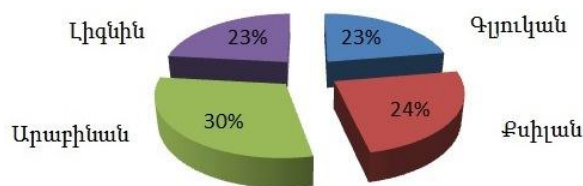
Ինչպես երևում է օպտիկական խտություն – չոր կենսազանգված հարաբերությունից, անգամ բավականին բարձր օպտիկական խտության դեպքում (6,61) չոր կենսազանգվածի քանակությունը կուլտուրալ հեղուկում մեծ չէ՝ 2,758 գ/լ, ինչը դժվարացնում է չոր կենսազանգվածի ստացումը և դարձնում այն տնտեսապես ոչ շահավետ:

Չոր կենսազանգվածի արդյունավետ ստացման եղանակների որոնումը ներկայումս հանդիսանում է միկրոօրգանիզմների արդյունաբերական կիրառման հիմնական խնդիրներից մեկը: Ելնելով ստացված տվյալներից՝ կատարվել է 1000 և կուլտուրալ հեղուկից չոր կենսազանգվածի ստացման տեսական հաշվարկ: Ցույց է տրվել, որ 1000 և ծավալով կուլտիվացման դեպքում կարելի է ակնկալել շուրջ 2600 գ կենսազանգված:

P. kessleri միկրոօրգանիզմի կենսազանգվածում Կեյլալի եղանակով որոշվել է սպիտակուցների պարունակությունը, այն կազմել է չոր կենսազանգվածի 43,3 %-ը:

Գրականությունից հայտնի է, որ միկրոօրգանիզմները պարունակում են բոլոր անփոխարինելի ամինաթթուները [6]: Սպիտակուցների այսպիսի մեծ քանակությունը թույլ է տալիս կիրառել միկրոօրգանիզմը որպես սննդային հավելում՝ ինչպես մարդկանց, այնպես էլ կենդանիների սննդակարգում: Այն կարող է ծառայել որպես սպիտակուցների լրացուցիչ աղբյուր: Վերջին ժամանակներս հատկապես կարևորվում է միկրոօրգանիզմների ընդգրկումը բուսակերների սննդակարգում:

Բարձր արդյունավետության հեղուկային բրոմատոգրաֆիայի եղանակով կառուցվածքային ածխաջրերի և լիզինի պարունակության անալիզը ցույց է տվել Նշված միացությունների 32,0 % պարունակություն *P. kessleri* միկրոօրգանիզմի չոր կենսազանգվածում: Պարզվել է, որ այն պարունակում է 7,37 % գլյուկան, 9,61 % արաբինան, 7,69 % քսիլան և 7,37 % լիզին՝ չոր քաշի հաշվով: Նկ. 2-ում բերված է ածխաջրային խառնուրդում յուրաքանչյուր բաղադրիչի տոկոսային պարունակությունը:

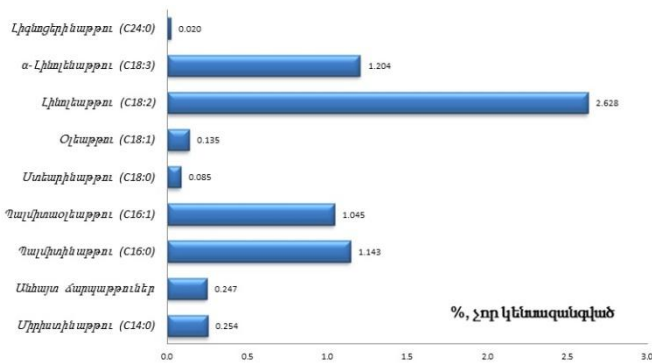


Նկ. 2. *P. kessleri* միկրոօրգանիզմի ածխի գնահատումը

Ածխաջրերի այսպիսի մեծ քանակությունը հնարավորություն է տալիս օգտագործել այս միկրոօրգանիզմը որպես կենսաէթանոլի և կենսազազի հումք՝ հետագա կենսափոխակերպման ճանապարհով:

P. kessleri միկրոօրգանիզմի չոր կենսազանգվածից Լեպեյքի և Ռոյի մեթոդով ստացված ճարպաթթուների մեթիլ էսթերներն անալիզի են ենթարկվել գազ բրոմատոգրաֆիական եղանակով: Վերցվել է *P. kessleri* միկրոօրգանիզմի 100-ական մգ 2 նմուշ: Հաշվարկները ցույց են տվել, որ *P. kessleri* միկրոօրգանիզմի 100 մգ չոր կենսազանգվածը պարունակում է 6,76 մգ ճարպաթթուներ: Նկ. 3-ում ներկայացված է *P. kessleri* միկրոօրգանիզմի նմուշում հագեցած և չհագեցած ճարպաթթուների կազմը:

Ինչպես երևում է ստացված տվյալներից, *P. kessleri* միկրոօրգանիզմը պարունակում է ճարպաթթուների լայն սպեկտր. կարևոր կենսաբանական և բժշկական նշանակություն ունեցող α -լիոլենաթթվից (C18:3) մինչև հագեցած ճարպաթթուներ, որոնք մեծ նշանակություն ունեն կենսադիզելի արտադրության համար, ինչպես նաև այլ չհագեցած ճարպաթթուներ, որոնք կարող են ունենալ ինչպես առանձին կիրառություն, այնպես էլ կարող են հիդրոգենիզացման ճանապարհով վերածվել հագեցած ճարպաթթուների և կիրառվել որպես կենսավառելիք:



Նկ. 3. *P. kessleri* միկրոօրգանիզմի ճարպաթթվային կազմը

P. kessleri միկրոօրգանիզմի հեղուկ կուլտուրայում որոշվել է բլորոֆիլ *a*-ի և բլորոֆիլ *b*-ի պարունակությունը: Զանազան հաշվարկներ կատարելու համար նախ և առաջ ապակե ֆիլտրերի միջոցով վակուում ֆիլտրման եղանակով որոշվել է կուլտուրալ հեղուկում չոր կենսազանգվածի պարունակությունը: Այնուհետև իրականացվել է բլորոֆիլի էքստրակցիա միկրոօրգանիզմի 2-ական մլ նմուշներից: Աղ. 1-ում ներկայացված են միկրոօրգանիզմում բլորոֆիլների պարունակությունները

Աղյուսակ 1. Սպեկտրոֆոտոմետրիկ չափումների արդյունքները

Բլորոֆիլ	Պարունակությունը չոր կենսազանգվածում (մգ/գ)
a	12.71±0.25
b	5.71±0.37

Կուլտիվացման 30-րդ օրն իրականացվել է կենսազանգվածի անջատում կուլտուրալ հեղուկից: 10 և հեղուկ կենսազանգվածը թողնվել է սեյակային պայմաններում 24 ժ, գլանաձև տարայի մեջ: Առաջացել է երկշերտ լուծույթ: Վերևի առավել խիտ շերտը հեռացվել է, իսկ ներքևի ավելի խիտ շերտը ցենտրիֆուգվել է: Անջատված խոնավ կենսազանգվածը չորացվել է լիոֆիլ չորացման եղանակով:

Այսպիսով, 30 օր ժամանակահատվածով կուլտիվացումից հետո *P. kessleri* միկրոօրգանիզմի կենսազանգվածի քիմիական անալիզը ցույց է տվել կենսաբանական կարևոր նշանակություն ունեցող մի շարք նյութերի զգալի պարունակություն, ինչը լայն հնարավորություններ է ստեղծում այս օրգանիզմի հետագա կիրառության համար: Այն կարող է կիրառվել ինչպես ամբողջական տեսքով՝ որպես սննդային հա-

վելում, այնպես էլ որպես առանձին բաղադրիչների աղբյուր: Հատկապես կարևորվում է այս միկրոօրգանիզմի դերը որպես կենսավառելիքի արտադրիչ, քանի որ կենսավառելիքը կարելի է ստանալ ինչպես ամբողջական բջջից, այնպես էլ՝ բարձրարժեք բաղադրիչների էքստրակտումից հետո մնացած մնացորդային կենսազանգվածից: Կենսավառելիքի ստացման համար միկրոօրգանիզմը կարելի է աճեցնել նաև թափոնաջրերի վրա, ինչը կարող է ունենալ ոչ միայն էկոլոգիական նշանակություն, այլ նաև կարող է զգալիորեն նվազեցնել ստացվող կենսավառելիքի ինքնարժեքը:

Հետազոտությունն իրականացվել է ՀՀ ԿԳՆ ԳՊԿ №13ՔԵ-043 ծածկագրերով դրամաշնորհի և ԵՄ HORIZON 2020 ծրագրի Մարիա Սկլադովսկայա Կյուրի դրամաշնորհի Phoenix նախագծի (Պայմանագիր №690925-Phoenix, MSCA) միջոցներով: Հեղինակն իր երախտագիտությունն է հայտնում ՀՀ ԳԱԱ «Հայկենսատեխնոլոգիա» ԳԱԿ-ի այլընտրանքային Էներգիայի աղբյուրների լաբորատորիայի վարիչ ան.գ.թ. Վ.Բ. Գոգինյանին գիտական խորհրդատվության համար, ինչպես նաև Պորտուգալիայի Էներգիայի և երկրաբանության ազգային լաբորատորիայի (թ. Լիսաբոն) աշխատակիցներ Լուիս Դուարտեին, Ալբերտո Ռեեսին, Կրիստինա Օլիվեյրային, Պատրիսիա Մոնիզին, Սեու Պենեդուին և Գրասիա Գոմեսին՝ աշխատանքների իրականացմանն աջակցելու համար:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Пиневи́ч В.В., Верзи́лин Н.Н., Степа́нова А.М. Некоторые итоги массовой культуры одноклеточных водорослей. "Вестник ЛГУ", в. 2, 15, 1960.
2. Сенько О.В., Гладченко М.А., Лягин И.В., Никольская А.Б., Маслова О.В., Чернова Н.И., Киселева С.В., Коробкова Т.П., Ефременко Е.Н., Варфоломеев С.Д. Трансформация биомассы фототрофных микроорганизмов в метан. Альтернативная энергетика и экология, 108, В. 3. с. 89-94, 2012.
3. Цоглин Л.Н., Пронина Н.А. Биотехнология микроводорослей., М., Научный мир. с. 182, 2012.
4. American Public Health Association. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th ed., Washington, DC, USA, APHA, 1998.
5. Andersen R.A. *Algal Culturing Techniques*. Elsevier Academic Press, 589 pp., 2005.
6. Becker E.W. Microalgae as a source of protein. *Biotechnol. Adv.*, 25, I. 2, p. 207-210, 2007.
7. Chisti Y. Biodiesel from microalgae. *Biotechnol Adv* 25, 294, 2007.
8. Converti A., Casazza A.A., Ortiz E.Y., Perego P., Del Borghi M. Effect of temperature and nitrogen concentration on the growth and lipid content of *Nannochloropsis oculata* and *Chlorella vulgaris* for biodiesel production. *Chem. Eng. Process.* 48, 6, p. 1146-1151, 2009.
9. Costache A.M., Campeanu G. Neata G. Studies concerning the extraction of chlorophyll and total carotenoids from vegetables. *Romanian Biotechnological Letters*, 17, 5, 2012.
10. Guedes A.C., Amaro H.M., Malcata F.X. Microalgae as sources of carotenoids. *Mar. Drugs*. 9, I. 4, p. 625-644, 2011.
11. Halim R., Danquah M. K., Webley P. A. Extraction of oil from microalgae for biodiesel production: A review. *Biotechnol. Adv.*, 30, I. 3, p. 709-732, 2012.
12. Lepage G. and Roy C.C. *Journal of Lipid Res.*, 25, 1391-1396, 1984.
13. Liang Y., Sarkany N., Cui Y. Biomass and lipid productivities of *Chlorella vulgaris* under autotrophic, heterotrophic and mixotrophic growth conditions. *Biotechnol. Lett.*, 31, p. 1043-1049, 2009.
14. López, C.V., Garcia M.C., Fernandez F.G., Bustos C.S., Chist J., Sevilla J.M. Protein measurements of microalgal and cyanobacterial biomass. *BioreSource Technology*, 19, 101, 7587-7591, 2010.
15. Mata T.M., Martins A.A., Caetano N.S. *Microalgae for biodiesel production and other applications: A review*. *Renew. Sust. Energ. Rev.*, 14, I. 1, p. 217-232, 2010.
16. Mayur M. Phukan, Rahul S. Chutia, B.K. Konwar, R. Katakib Microalgae *Chlorella* as a potential bioenergy feedstock. *Appl. Energ.*, 88, I. 10, p. 3307-3312, 2011.
17. Richmond A., Hu Q. *Handbook of microalgal culture: applied phycology and biotechnology*, second edition. Wiley-Blackwell. USA. p.736, 2013.
18. Skjanes K., Rebours C., Lindblad P. *Potential for green microalgae to produce hydrogen, pharmaceuticals and other high value products in a combined process*. *Crit. Rev. Biotechnol.*, 33, I. 2, p. 172-215, 2013.
19. Sluiter A., Hames B., Ruiz R., Scarlata C., Sluiter J., Templeton D., and Crocker D. Determination of Structural Carbohydrates and Lignin in Biomass. Laboratory Analytical Procedure. Issue Date: April 2008 Revision Date: (Version 08-03-2012), August 2012.
20. Spolaore P., Joannis-Cassan C., Duran E., Isambert A. Commercial applications of microalgae. *J. Biosci. Bioeng.*, 101, I. 2, p. 87-96, 2006.
21. Stefanie Van Wyche and Lieve M.L. Laurens. Determination of Total Solids and Ash in Algal . Laboratory Analytical Procedure (LAP), Issue Date: December 2, 2013, Revision Date: December 29, 2015.
22. Tamiya H. Growing *Chlorella* for food and feed. *Proceedings of the World Symposium on Applied Solar Energy*. Stanford Research Institute, Menlo Park, California, pp. 231-41, 1956.
23. Wu Y.H., Hu H.Y., Yu Y., Zhang T.Y., Zhu S.F., Zhuang L.L., Zhang X., Lu Y. *Microalgal species for sustainable biomass/lipid production using wastewater as resource: A review*. *Renew. Sust. Energ. Rev.*, 33, p. 675-688, 2014.

Ստացվել է 29.08.2018



Биол. журн. Армении, 4 (70), 2018

К ЮБИЛЕЮ В. Е. АВЕТИСЯН



5 октября 90 лет назад – в 1928 году – в Ереване родилась Вандика Ервандовна Аветисян.

Будущий ботаник, систематик, монограф семейства крестоцветных начала свой путь в знание в школе № 8 им. А.С. Пушкина, которую окончила в 1946 году и в том же году поступила на биологический факультет Ереванского государственного университета.

По окончании университета в 1951 году Вандика Ервандовна становится аспиранткой Института ботаники АН Армении. Ее научным руководителем был выдающийся ученый Армен Леонович Тахтаджян, который в тот период уже был вынужден покинуть Армению по обвинению в поддержке вейсманистов-морганистов и работал в Ботаническом институте АН СССР им. В.Л. Комарова в г. Ленинграде. В. А. Аветисян была командирована в Ленинград, где уже в марте 1955 г. успешно защитила кандидатскую диссертацию по теме “Кавказские представители рода *Inula* L.”. Позже работа была опубликована в виде монографии.

В том же году она вернулась в Ереван, в Институт ботаники, где проработала более 50 лет в отделе систематики и географии высших растений. В. Е. Аветисян начинала с должности младшего научного сотрудника, в 1960 году стала старшим научным сотрудником, а с 1973 по 1989 годы она руководила этим отделом. В 1989 года Вандика Ервандовна Аветисян была назначена на должность научного руководителя гербария Института ботаники НАН РА, затем – ведущего научного сотрудника института. Годы ее руководства отделом систематики и географии Института были наполнены работой не только над различными таксонами для издания многотомника “Флора Армении”, но и кропотливым изучением огромного семейства крестоцветных, богато представленного во флоре Кавказа. В 1991 году В. Е. Аветисян защитила диссертацию по этой группе: “Кавказские крестоцветные (семейство Brassicaceae)”, получив ученую степень доктора биологических наук. В своей работе В.Е. Аветисян проанализировала не только систематические вопросы этого семейства, но эволюцию, географию, вопросы защиты уязвимых видов крестоцветных. У нее более 150 научных работ, ею отредактированы многие тома “Флоры Армении”.

В. Е. Аветисян – участник многочисленных научных экспедиций как в Армении, так и в других регионах Советского Союза. Эти экспедиции охватили практически все флористически интересные области СССР: Кольский полуостров, высокогорья Тянь-Шаня, Памира, предгорья Копетдага, пустыню Кара-Кум, бассейн озера Иссык-Куль, Прибалтику, Карпаты, Молдову, районы Приморья, Камчатку, Сахалин, острова Шикотан и Кунашир Курильской гряды, озеро Байкал, Уральские горы, горный Алтай.

Кроме научной работы, руководства отделом, В.Е. Аветисян активно участвовала в издательской деятельности. В разные годы она была в составе редакционной коллегии “Биологического журнала Армении”, ботанических журналов “Флора, растительность и растительные ресурсы Армении” и “Тахтаджяния”.

Членство в Ботаническом обществе СССР (член Совета), Армянском Ботаническом обществе, Организации по изучению флоры и растительности Средиземноморья “ОРТИМА” – свидетельство ее международной активности в деле изучения и сохранения богатства растительного мира планеты.

О результатах своей научной работы она докладывала на самых разных уровнях, участвуя в многочисленных союзных и международных ботанических конференциях и конгрессах.

Ее научные заслуги были высоко оценены. В 1975 году В.Е. Аветисян получила бронзовую медаль 12 международного Ботанического конгресса (Ленинград), она удостоена следующих государственных наград: “За доблестный труд” (1970 г.), почетный знак Совета министров СССР “Победитель соцсоревнования” (1974 г.), Почетная грамота Академии наук АрмССР (1979 г.), медаль Верховного Совета СССР “За трудовую доблесть” (1981 г.), медаль Верховного Совета СССР “Ветеран труда” (1984 г.), стипендия “Биоразнообразие” Фонда Дж. Сороса (1993), Почетная грамота НАН РА (2008 г.).

Поздравляем нашу дорогую коллегу с юбилеем и от всего коллектива Института ботаники им. А. Тахтаджяна НАН РА желаем ей крепкого здоровья и успехов.

Главный научный сотрудник Ин-та ботаники им. А. Тахтаджяна НАН РА, д.б.н., проф. Г.Г. Оганезова

Зав. Отд. систематики и географии высших растений Ин-та ботаники им. А. Тахтаджяна НАН РА, д.б.н. М.Э. Оганесян

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

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

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

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

Հրատ. պատվեր՝ 907
Ստորագրված է տպագրության՝ 06.12.2018:
Թուղթը՝ օֆսեթ. № 1:
6,5տպ.մամուլ: Տպաքանակ՝ 150:
ՀՀ ԱԱ «Գիտություն» հրատարակչության տպարան:
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ. 24: