



ISSN 0366-5119

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

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆԴԵՍ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ АРМЕНИИ
BIOLOGICAL JOURNAL OF ARMENIA

2017

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

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

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

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻԱ

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

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԽՈՐՀՈՒՐԴ

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

THE EDITORIAL BOARD

Editor in chief: E.S. Gevorgyan, *Vice-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, M.A. Davtyan, Zh.I. Hakobyan, V.P. Hakobyan,
S.H. Movsesyan, G.H. Panosyan, L.L. Osipyan

• Փորձարարական և տեսական հոդվածներ •

Սարգսյան Գ.Թ., Հակոբյան Ն.Է., Կարապետյան Լ.Մ. Հոգեներգործի (դիագնոստիկ) ազդեցության գնահատումն առնետների սեռից կախված վարքային դրսևորումների վրա.....	6
Ղալաջյան Լ.Մ., Ալեքսանյան Զ.Ս., Թադևոսյան Ա.Յ., Թովմասյան Ա.Յ., Ստեփանյան Բ.Թ., Գասպարյան Թ.Ս. Արհեստական ռադիոնուկլիդների կուտակումը գանգուր կաղամբում հիդրոպոնիկական տարբեր համակարգերի և հողի պայմաններում.....	10
Հովհաննիսյան Մ.Կ. Հուլիսի և ֆելկի ցեղերի երրորդ ծնի կովերի արտակազմվածքի առանձնահատկությունները, կապը կաթնային մթերատվության հետ.....	14
Ասատրյան Ա.Լ., Արծրունի Ի.Գ., Մատինյան Կ.Ս., Գևորգյան Է.Ս. Ցիսպլատինի և հիդրոկորտիզոնի համատեղ ներգործությունը առնետի քրոմատինի փաթեթավորման վրա.....	20
Օգանեզովա Գ.Յ., Գրիգորյան Մ.Մ. Կեռու լացող ձկնի անատոմիական առանձնահատկությունները.....	26
Կորեյան Յ.Յ. Հրազդան գետի ջրի որակի գնահատումն ըստ մանրէաբանական ցուցանիշների.....	35
Գրիգորյան Ա.Վ., Կարապետյան Ա.Ֆ., Զիվանյան Կ.Ա. Հրազդան գետի ջրերի աղտոտվածության կլաստոգեն ազդեցության բացահայտումը լճագորտի (<i>Pelophylax ridibundus</i>) ծայրամասային արյան էրիթրոցիտների ուսումնասիրության միջոցով.....	39
Գյոնջյան Ա.Ա., Մանասերյան Ն.Յ., Բազդյան Յ.Վ. Հնագույն Շիրակի դամբարաններից հայտնաբերված կենդանիների ոսկորները (2008-2015 թթ. պեղումներ).....	44
Մամյան Ա.Ս., Գևորգյան Գ.Ա. Դեբեդ գետի ջրահավաք ավազների հանքարդյունաբերական և ոչ հանքարդյունաբերական տարածքների գետային ֆիտոպլանկտոնի համեմատական ուսումնասիրություն.....	50
Մարգարյան Ա.Ա. Հայաստանի հանքարդյունաբերական տարածքներում բակտերիաների համակենցության ՊՇՈ-ԴԳԺ մատնահետքերի եղանակով, ուսումնասիրությունը.....	56
Բոշյան Տ.Վ. Գավառագետ և Ջկնագետ գետերի մակրոանոդաշարների համակենցության սեզոնային զարգացման առանձնահատկությունները և ջրի որակը.....	63
Պետրոսյան Ա.Ա., Սահակյան Վ.Ս. Դենդրոփրոնոլոգիական մեթոդների կիրառումը դատական փորձաքննության մեջ.....	68
Ստեփանյան-Ղանդիլյան Ն.Պ. Հայաստանի վայրած նոնենու (<i>Punica granatum</i> L.) կարիոլոգիական ուսումնասիրությունը.....	74
Մարգարյան Գ. Գ. Կոկոռնենու և հաղարջենու մշակովի տեսակների սնկային հիվանդությունների ուսումնասիրությունն Արցախում.....	79
Բարխուդարյան Վ.Գ., Անանյան Գ.Վ. Մեզո-տետրա-(4N-ալիլպիրիդիլ) պորֆիրինի և Նրա Cu, Co և Zn պարունակող ածանցյալների փոխազդեցությունը ԴՆԹ-ի հետ.....	84
Հովսեփյան Ա.Ա. Սևանա լճի ֆիտոպլանկտոնի զարգացման առանձնահատկությունները 2015 թ.	94
Մամյան Ա.Ս., Համբարյան Լ.Ռ., Խաչիկյան Թ.Գ., Ստեփանյան Լ.Գ. Սևանա լճի ֆիտոպլանկտոնի հորիզոնական բաշխվածության նկարագիրը 2016թ.	101
Սայաթյան Յ.Յ., Ավետիսյան Գ.Դ., Վարդանյան Է.Ա. Տավուշի մարզի անտառային լանդշաֆտների կառավարման բարելավման խնդիրները.....	108

•Համառոտ հաղորդումներ•

Մարմարյան Գ.Յու. Պրոֆեսոր Ռ.Գ. Զամալյանի 80-ամյակի առթիվ.....	112
---	-----

СОДЕРЖАНИЕ

•Экспериментальные и теоретические статьи•

<i>Саркисов Г.Т., Акопян Н.Э., Карапетян Л.М.</i> Оценка влияния транквилизатора (диазепам) на поведенческие проявления в зависимости от пола крыс.....	6
<i>Калачян Л.М., Алексанян Дж.С., Тадевосян А.О., Товмасын А.О., Степанян Б.Т., Гаспарян Т.С.</i> Накопление искусственных радионуклидов в кудрявой капусте в условиях различной гидропонической системы и почвы.....	10
<i>Оганнисян М.К.</i> Особенности экстерьера коров третьего отела пород Гольштейн и Флекви, связь с молочной продуктивностью.....	14
<i>Асатрян А.Л., Арируни И.Г., Матинян К.С., Геворкян Э.С.</i> Влияние совместного введения цисплатина и гидрокортизона на степень конденсации хроматина печени крыс.....	20
<i>Оганезова Г.Г., Григорян М.М.</i> Анатомические особенности плакучей формы березы.....	26
<i>Кобелян Р.О.</i> Оценка качества воды реки Раздан по микробиологическим показателям.....	35
<i>Григорян А.В., Карапетян А.Ф., Дживанян К.А.</i> Выявление кластогенного воздействия вод реки Раздан на эритроциты периферической крови озерной лягушки <i>Pelophylax ridibundus</i>	39
<i>Генджян А.А., Манасерян Н.У., Багоян А.В.</i> Кости животных из погребений древнего Ширака (раскопки 2008-2015 гг.).....	44
<i>Мамян А.С., Геворкян Г.А.</i> Сравнительное исследование речного фитопланктона горнодобывающих и негорнодобывающих территорий, водосборного бассейна реки Дебед.....	50
<i>Маргарян А.А.</i> Структура бактериального сообщества различных терророрий рудных пород Армении, выявленная ПЦР-ДГГЭ фингерпринтом.....	56
<i>Бошян Т.В.</i> Особенности сезонной динамики и качество воды макробеспозвоночных рек Гаварагет и Дзкнагет.....	63
<i>Петросян А.А., Саакян В.С.</i> Дендрохронологические методы в судебной экспертизе.....	68
<i>Степанян-Гандилян Н.П.</i> Кариологическое изучение дикорастущего граната Армении (<i>Punica granatum</i> L.).....	74
<i>Маргарян Г.Г.</i> Исследование грибных заболеваний культивируемых видов крыжовника и смородины в Арцахе.....	79
<i>Бархударян В.Г., Ананян Г.В.</i> Взаимодействие мезо-тетра- (4N-аллилпиридил) порфирина и его Cu-, Co- и Zn-содержащих производных с ДНК.....	84
<i>Овсеян А.А.</i> Особенности развития фитопланктона озера Севан в 2015 г.	94
<i>Мамян А.С., Гамбарян Л.Р., Хачикян Т.Г., Степанян Л.Г.</i> Характеристика горизонтального распределения фитопланктона озера Севан в 2016 году.....	101
<i>Саядян О.Я., Аветисян Г.Д., Варданян Е.А.</i> Проблемы улучшения управления лесных ландшафтов Тавушского региона.....	108

•Краткие сообщения•

<i>Мармарян Г.Ю.</i> К 80-летию профессора Р.Г. Камаляна	112
--	-----

CONTENTS

•Experimental and theoretical articles•

<i>Sargisov G.T., Hakobyan N.E., Karapetyan L.M.</i> Assessment of Tranquilizers' (diazepam) effect on behavioral manifestations of rats depending on sex.....	6
<i>Ghalachyan L.M., Alexanyan J.S., Tadevosyan A.H., Tovmasyan A.H., Stepanyan B.T., Gasparyan T.S.</i> Accumulation of artificial radionuclides in kale in the conditions of different hydroponic systems and soil.....	10
<i>Hovhannisyan M.K.</i> Characteristic traits of the external stature of the third-calf cows of Holstein and Flekvy breed and their relation to milk productivity.....	14
<i>Asatryan A.L., Artsruni I.G., Matinyan K.S., Gevorgyan E.S.</i> The effect of cisplatin and hydrocortisone co-administration on rat liver chromatin condensation.....	20
<i>Oganezova G.H., Grigoryan M.M.</i> The anatomical peculiarities of weeping form of birch.....	26
<i>Kobelyan H.H.</i> Assessment of the water quality of the River Hrazdan by microbiological indicators.....	35
<i>Grigoryan A.V., Karapetyan A.F., Jivanyan K.A.</i> The identification of clastogenic impacts of water in Hrazdan river by studying the peripheral blood erythrocytes of lake frog (<i>Pelophylax ridibundus</i>)	39
<i>Gyonjyan A.A., Manaseryan N.H., Bagoyan H.V.</i> Animal bones from the burials of ancient Shirak (excavations from 2004-2015)	44
<i>Mamyan A.S., Gevorgyan G.A.</i> Comparative investigation of the river phytoplankton of the Debed river catchment basin's mining and non-mining areas.....	50
<i>Margaryan A.A.</i> Bacterial community structure of Armenian mining territories revealed by PCR-DGGE fingerprinting.....	56
<i>Boshyan T.V.</i> Water quality and seasonal development features of macroinvertebrates in Gavaraget and Dzknaget rivers.....	63
<i>Petrosyan A.A., Sahakyan V.S.</i> Dendrochronological methods in forensic examination.....	68
<i>Stepanyan-Gandilyan N.P.</i> Caryological studies of Armenian wild pomegranate (<i>Punica granatum</i> L.)	74
<i>Margaryan G.G.</i> Currant and gooseberry fungal diseases's study in Artsakh.....	79
<i>Barkhudaryan V.G., Ananyan, G.V.</i> Interaction of Meso-tetra-(4N-allylpyridyl) porphyrin and its Cu-, Co- and Zn- containing derivatives with DNA	84
<i>Hovsepyan A.A.</i> Features of phytoplankton development of lake Sevan in 2015.....	94
<i>Mamyan A.S., Hambaryan L.R., Khachikyan T.G., Stepanyan L.G.</i> Description of the horizontal distribution of phytoplankton of Lake Sevan in 2016.....	101
<i>Sayadyan H.Y., Avetisyan G.D., Vardanyan E.A.</i> Issues related to the improvement of forest landscape management in Tavush region.....	108

•Short communication•

<i>Marmaryan G.Yu.</i> In the honour of professor R.G. Kamalyan's 80 th anniversary	112
--	-----



Биолог. журн. Армении, 4 (69), 2017

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТРАНКВИЛИЗАТОРА (ДИАЗЕПАМ) НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЛА КРЫС

Г.Т.САРКИСОВ, Н.Э.АКОПЯН, Л.М.КАРАПЕТЯН

Научный центр зоологии и гидроэкологии НАН РА,
лаборатория физиологии поведения животных
sarkgagik@graffiti.net

Исследовались различия в поведении самцов и самок нелинейных крыс в условиях свободного выбора новизны при введении животным диазепама в дневное время. Обнаружен анксиогенный эффект используемого транквилизатора, выражающийся в снижении числа выглядываний из “укрытия”, уменьшении времени пребывания животных в открытом пространстве. Анксиогенный эффект был более выражен у самцов, чем у самок.

Крысы – половые различия – диазепам – исследовательское поведение

Ուսումնասիրվել են արու և էգ ոչ գծային առնետների վարքագծային տարբերությունները, կենդանիներին ցերեկային ժամերին դիագնոստիկ ներարկված նորոյթի ազատ ընտրության պայմաններում: Հայտնաբերվել է կիրառվող հոգեներգործի տազնապածին էֆեկտ, որը դրսևորվում է «թաքստոցից» դուրս նայելու դեպքերի թվի նվազմամբ, կենդանիների բաց տարածությունում գտնվելու ժամանակի կրճատմամբ: Տազնապածին էֆեկտը ավելի շատ դրսևորվել է արուների, քան էգերի մոտ:

Առնետներ – սեռային տարբերություններ – դիագնոստիկ – հետախուզում

Differences in the behavior of non-linear male and female rats, in the condition of free choice animals daytime diazepam's injection were investigated. The anxiogenic effect of used tranquilizer was revealed, which is expressed in decreasing of the number of peeps from the "dark box", as well as reducing the time of stay of animals in the open space. The anxiogenic effect was more expressed in males than in females.

Rats – sexual differences – diazepam – exploratory behavior

В ряде исследований было установлено, что самцы и самки экспериментальных животных демонстрируют различное поведение и по-разному реагируют на введение им тех или иных фармакологических препаратов [1, 4, 5, 9, 10]. В этой связи, в частности, актуальной задачей нейробиологии ставится изучение половых различий при тестировании анксиолитических препаратов на животных с целью последующей оптимальной терапии тревожного состояния у человека [2].

В настоящем сообщении представлены результаты исследования поведенческих проявлений в зависимости от пола крыс при введении животным анксиолитического препарата диазепам.

Материал и методика. В опытах использовалась экспериментальная модель исследовательского поведения (ЭМИП), которая представляет собой гибридный вариант “темно-светлой камеры” и “открытого поля”. [6].

Напомним, что схема проведения опытов с использованием ЭМИП предполагает, что объект исследования, крыса или мышь, предварительно помещается в комфортный для нормных животных затемненный отсек. После периода адаптации (300с) открывается доступ в открытое пространство и имеется возможность с помощью видео и компьютерного протоколирования поведения в течение 300 с оценить степень конфликта между потребностью животного в получении новой информации (выход из экологически предпочитаемого темного замкнутого укрытия в “открытое поле”) и потребностью “самосохранения”, которое инициирует оценку новой ситуации с точки зрения потенциальной опасности для организма (реакция тревоги).

При оценке характера влияния транквилизатора на поведенческие проявления в зависимости от пола животных использовался анксиолитический препарат диазепам (производитель: Алкалоид АД- Скопье. Республика Македония).

Как известно, диазепам способен вызывать анксиолитическую активность, купирующую страх, тревогу, внутреннее беспокойство. Учитывая это обстоятельство, в настоящем исследовании с целью получения выраженного анксиолитического эффекта при введении животным диазепама мы использовали лабораторных крыс с пассивным поведенческим проявлением.

Исследования проводились поэтапно в следующей последовательности:

1. Отбор животных с пассивными поведенческими проявлениями по сведениям, собранным у работника вивария, а также на основании собственных наблюдений за их зоосоциальным поведением.
2. Содержание отобранных животных в течение 15-ти суток в лабораторной комнате при фиксированном световом режиме в однополовых группах по 4 особи в клетках с неограниченным доступом к воде и пище.
3. Однократное тестирование поведения каждого животного (контрольные данные) в условиях ЭМИП по описанной выше схеме.
4. Через семь суток вновь проводится тестирование поведения крыс в условиях ЭМИП, но уже после однократного введения животным эталонного транквилизатора диазепама.

В опытах использовались нелинейные белые крысы обоих полов (4 самца и 4 самки) с выраженным проявлением пассивного поведения.

Диазепам (10 мг/2 мл) растворяли в растворе для инъекции и вводили животным внутривенно в дозе 0,5 мг/кг за 30 мин до тестирования в условиях ЭМИП.

Опыты ставились во временном интервале между 12⁰⁰-15⁰⁰.

Работу с животными проводили в соответствии с правилами “Европейской конвенции о защите животных, используемых в экспериментах” (Директива 2010/63/EU).

Результаты и обсуждение. При проведении опытов акцентировалось внимание на двух основных показателях тревожности – число выглядываний из “укрытия” и время, проведенное в светлом отсеке. Именно число выглядываний из закрытого отсека является наиболее адекватным, надежным и воспроизводимым показателем тревожности – снижение этого показателя при действии тех или иных факторов свидетельствует о повышении уровня тревожности [3]. Кроме того, время, проведенное животным в светлом отсеке, очевидно, также может служить для оценки степени тревожности – снижение этого показателя при действии тех или иных стрессогенных факторов свидетельствует о подавлении исследовательского поведения (увеличение тревожности) [8].

Проведенный анализ выявил поведенческие эффекты действия транквилизатора в условиях ЭМИП, противоположные прогнозируемым (рис. 1).

Как видно из рис. 1, при тестировании поведения в условиях ЭМИП вместо ожидаемого анксиолитического эффекта используемого транквилизатора наблюдается анксиогенный эффект, выражающийся в снижении числа выглядываний,

уменьшении времени пребывания животных в открытом пространстве. Примечательно, что анксиогенный эффект был более выражен у самцов, чем у самок.

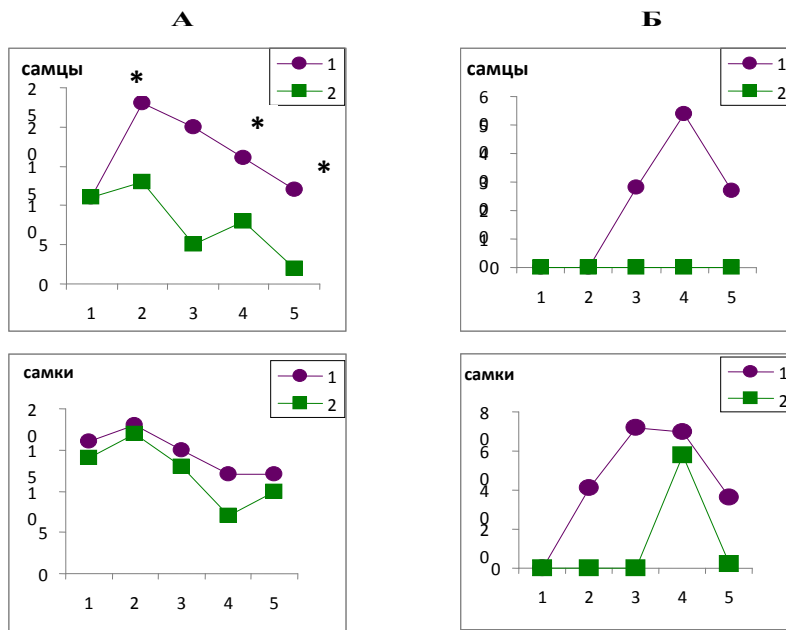


Рис. 1. Динамика изменения числа выглядываний из укрытия (А) и длительность пребывания в светлом отсеке (Б) у контрольных крыс (1) и животных после введения диазепама (2) в течение всего периода тестирования (300 с); * - $p < 0,05$ (X - критерий).

Интересно отметить, что в поведении животных после введения препарата вне экспериментальной установки до и сразу после тестирования наблюдалась сравнительно высокая двигательная активность, в отдельных случаях усиливались агрессивные проявления, имели место попытки покинуть домашнюю клетку.

Таким образом, проведенные исследования выявили “анксиогенный” эффект диазепама у крыс-самцов, в значительно меньшей степени этот эффект наблюдался у крыс-самок.

Полученные данные согласуются с экспериментальными находками, описанными в литературе, где отмечается “анксиогенная” активность диазепама в дневное время [4, 5]. При этом допускается, что противоположный эффект в действии транквилизатора связан с особенностями хронергии и хронестезии, а также влиянием половых стероидов.

Как было показано ранее [1], в условиях действия стрессора – новизна (ЭМИП) самки крыс более активны и менее тревожны, чем самцы. В литературе имеются данные, показывающие, что эффекты действия “анксиогенных” факторов (электрический шок или введение β -карболинов) более выражены у самцов-крыс, чем у самок [9, 10]. В то же время действие анксиолитических факторов (препарат МК-801) в условиях “открытого поля” и “крестообразного приподнятого лабиринта” вызывает более выраженный соответствующий эффект у самок-крыс, чем у самцов [7].

Таким образом, исследование влияния транквилизатора на поведенческие проявления у крыс подтверждают положения о половом различии в эффектах анксиотропных факторов различной природы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Акопян Н.Э.* Проявление половых различий при исследовании спонтанного поведения крыс в условиях новизны. Биолог. журн. Армении, 66, 1. с. 36-40, 2014.
2. *Калуев А.В.* Психосексофармакология тревожности на пути создания анксиолитиков избирательного пол-зависимого действия. Nature.web.ru 2001.
(<http://nature.web.ru/db/msg.html?mid=1160040&s=>).
3. *Лапин И.П.* Уменьшение частоты выглядываний из тёмного отсека – единственный постоянный показатель влияния анксиогенов на поведение мышей в камере “свет – темнота”. Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова, 49, вып. 3, с. 521-526, 1999.
4. *Манвелян Э.А., Батурич В.А.* Половые и хронобиологические различия в активности диазепам у крыс в тесте конфликтной ситуации. Эксперим. и клин. фармакол, 4, с. 11-13. 2008,
5. *Манвелян Э.А., Анисимова Н.А.* Половые и циркадианные различия в действии диазепам на поведение крыс при многопараметрическом тестировании. Естественные и гуманитарные науки. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та и Сиб. гос. мед. ун-та, 6, 1, с. 38, 2010.
6. *Саркисов Г.Т., Саркисян Р.Ш., Манукян А.М., Карапетян Л.М., Акопян Н.Э.* Исследование индивидуальных различий у животных с помощью видеотрекинга поведения. Тр... межд. конф. “Физиологические механизмы регуляции деятельности организма”. 10-13 октября Ереван, с. 280-283. 2012, 2012.
7. *Blanchard D.C., Blanchard R.J., Carobrez A.P., Venieggers R., Shepherd J.K.* MK-801 produces a reduction in anxiety-related antipredator defensiveness in male and female rats and a gender-dependent increase in locomotor behavior. Psychopharmacol., 108, 3. p. 352-362, 1992b.
8. *Crawley J.N.* Behavioural phenotyping of transgenic and knockout mice: experimental design and evaluation of general health, sensory functions, motor abilities, and specific behavioural tests. Brain Res. N. 835, p. 18-26, 1999.
9. *Heinsbroken., Van Haaren F., Van de Poll.* Sex differences in passive avoidance behavior of rats: sex-dependent susceptibility to shock-induced behavioural depression. Physiol. Behav., 43, 2, p. 201-206, 1988 .
10. *Meng I.D., Drugan R.C.* Sex differences in open-field behaviour in response to the beta-carboline FG 7142 in rats. Physiol. Behav., 54, 4. p. 701-705, 1993.

Поступила 28.04.2017



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4(69), 2017

ԱՐՅԵՍՏԱԿԱՆ ՌԱԴԻՈՆՈԿԼԻԴՆԵՐԻ ԿՈՒՏԱԿՈՒՄԸ ԳԱՆԳՈՒՐ ԿԱՂԱՄՔՈՒՄ ՀԻԴՐՈՊՈՆԻԿԱԿԱՆ ՏԱՐԲԵՐ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ԵՎ ՀՈՂԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Լ.Մ. ՂԱԼԱԶՅԱՆ, Չ.Ս.ԱԼԵԽՍԱՆՅԱՆ, Ա.Յ.ԹԱԴԵՎՈՍՅԱՆ,
Ա.Յ. ԹՈՎՄԱՍՅԱՆ, Բ.Թ.ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ, Թ.Ս.ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ

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

Ուսումնասիրվել են արհեստական ռադիոնուկլիդների (^{90}Sr , ^{137}Cs կուտակման առանձնահատկություններն Արարատյան դաշտի ցողաջրաշիթային, դասական հիդրոպոնիկայի և հողի պայմաններում մշակված գանգուր կաղամբում (կալե) (*Brassica oleracea* var. *sabellica* L.): Պարզվել է, որ ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկայի պայմաններում աճեցված բույսերը ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությամբ զիջել են դասական հիդրոպոնիկայի մշակաբույսերին 1,2-1,3 և 1,1-1,2 անգամ, իսկ հողային մշակաբույսերին՝ 1,8-2,0 և 1,4-1,5 անգամ: Այսինքն, ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկ եղանակն ապահովել է ռադիոէկոլոգիապես առավել անվտանգ բուսահումքի ստացում, քան դասական հիդրոպոնիկան և հողը: Միաժամանակ, գանգուր կաղամբի բուսահումքում վերահսկվող արհեստական ՌՆ-ի (^{90}Sr , ^{137}Cs) պարունակությունը չի գերազանցել ՍԹՆ-ն:

Գանգուր կաղամբ – արհեստական ռադիոնուկլիդներ – ցողաջրաշիթային
և դասական հիդրոպոնիկա – հող

Изучались особенности накопления искусственных радионуклидов (РН) ^{90}Sr , ^{137}Cs в капусте кудрявой (кале) (*Brassica oleracea* var. *sabellica* L.), выращенной в условиях водоструйной, классической гидропоники и почвы Араратской равнины. Выяснилось, что по содержанию ^{90}Sr , ^{137}Cs растения водоструйной гидропоники уступали растениям классической гидропоники в 1,2-1,3 и 1,1-1,2 раза, а растениям почвы в 1,8-2,0 и 1,4-1,5 раза. Таким образом, водоструйный гидропонический метод обеспечил получение радиоэкологического более безопасного растительного сырья, чем классическая гидропоника и почва. Одновременно содержание искусственных РН (^{90}Sr , ^{137}Cs) в растительном сырье капусты кудрявой не превышало ПДК.

Капуста кудрявая – искусственные радионуклиды – водоструйная и
классическая гидропоника – почва

The accumulation particularities of artificial radionuclides (RN) ^{90}Sr , ^{137}Cs in curly cabbage (kale) (*Brassica oleracea* var. *sabellica* L.) cultivated in Ararat valley water stream, classical and soil conditions were studied. It was found out that plants grown under water stream conditions have 1,2-1,3 and 1,1-1,2 times lower content of ^{90}Sr and ^{137}Cs than the ones grown under classical hydroponics, and 1,8-2,0 and 1,4-1,5 times lower than the plants grown in soil conditions. So the water stream hydroponics is safer radio-ecological method for production of raw material, than classical hydroponics and soil culture, at the same time the content of controlled artificial RN (^{90}Sr , ^{137}Cs) don't exceed MACL in plants of curly cabbage.

Curly cabbage – artificial radionuclides – water stream and classical hydroponics – soil

Կենսաբանորեն պոտենցիալ մեծ վտանգ են ներկայացնում ^{90}Sr (կիսատրոհման պարբերությունը՝ $T_{1/2} = 28,6$ տարի) և ^{137}Cs ($T_{1/2} = 30,1$ տարի) արհեստական ռադիոնուկլիդները (ՌՆ), որոնք տեղաշարժվելով ագրոհամակեցությունների կենսաերկրաբաժնիական ոռոգիչ ջուր – հող – բույս և հիդրոպոնիկայի սուբստրատ-սննդալուծույթ-բույս փոխանցման շղթաների միջոցով կուտակվում են բույսերում, մասնավորապես, բանջարաբույսերում, ինչի հետևանքով կարող են ներթափանցել մարդու օրգանիզմ՝ պատճառ դառնալով զանազան հիվանդությունների առաջացմանը [2, 9, 10, 11]:

Հայկական ատոմային էլեկտրակայանը (ՀԱԷԿ) գտնվում է Արարատյան դաշտում, որի 30 կմ շառավիղով գոտին իր մեջ ներառում է Երևանը: Հաշվի առնելով վերոնշյալը, ռադիոէկոլոգիապես առավել անվտանգ բուսահումքի ստացման նպատակով մեր կողմից ուսումնասիրվել են ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի կուտակման առանձնահատկությունները ցողաջրաշիթային, դասական հիդրոպոնիկայի և հողի պայմաններում մշակված բանջարաբույս զանգուր կաղամբում:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտությունները կատարվել են 2015-2016 թթ. Հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտում (Երևան) Արարատյան դաշտում, որը գտնվում է ծովի մակերևույթից 850-900 մ բարձրության վրա: Աչքի է ընկնում չոր մայրցամաքային կլիմայով, որտեղ տարեկան միջին ջերմաստիճանը հուլիս-օգոստոս ամիսներին $25-26\text{ }^{\circ}\text{C}$ է, տեղումների տարեկան միջին գումարը հասնում է մինչև 200-300 մմ [3]: Ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկան իր մեջ ներառել է բույսերի անհող աճեցման երեք եղանակ՝ գլանային, ակոսային, համատարած: Գանգուր կաղամբի (*Brassica oleracea* var. *sabellica* L.) հիդրոպոնիկ եղանակով ստացված սածիլները 1մ^2 վրա 8 բույս խտությամբ տնկարկվել են ցողաջրաշիթային մոդուլներում դասական հիդրոպոնիկ վեգետացիոն անոթներում և հողում: Հիդրոպոնիկայում որպես լցանյութ կիրառվել է նախօրոք KMnO_4 -ի 0,05 %-ոց լուծույթով պիտահանված, 3-15 մմ մասնիկների տրամագծով հրաբխային խարամը: Գիտափորձերում կիրառվել է Գ.Ս. Դավթյանի կողմից առաջարկված սննդալուծույթը [6], ինչը ջրաշիթային հիդրոպոնիկայում օրվա ընթացքում պարբերաբար (գարնանը և աշնանը՝ 6-8 անգամ, իսկ ամռանը՝ 10-20 անգամ հաճախականությամբ և 10-15 վրկ. տևողությամբ) շիթի ձևով անվերադարձ մղվել է բույսի արմատաբնակ միջավայր: Մեկանգամյա տրվող լուծույթի չափը կազմել է գարնանը՝ 20-30, ամռանը և աշնանը՝ 30-50 մլ/բույս: Դասական հիդրոպոնիկայում բույսերը սնուցվել են գարնանը և աշնանը 1-2, իսկ ամռանը՝ 2-3 անգամ: Հողը ծառայել է որպես ստուգիչ, որում հումուսը կազմել է 1,5-2,5 %, հարուստ է ֆոսֆորով և կալիումով: Հողային մշակույթում պահպանվել են ընդունված ագրոտեխնիկական կանոնները (հողի պարարտացում, փխրեցում, պարբերաբար ջրումներ՝ 3-4 օրը 1 անգամ, մոլախոտերի մաքրում և այլն): Ստուգիչի հողերը ոռոգվել են արտեզյան ջրով: Հետազոտությունների համար փորձանմուշներ են վերցվել սննդալուծույթի պատրաստման համար օգտագործվող ելային արտեզյան ջրից, սննդալուծույթից, հողերի 0-30 սմ հողաշերտերից, զանգուր կաղամբի վերգետնյա զանգվածից: Փորձանմուշներում արհեստական ՌՆ-ը որոշվել են ռադիոքիմիական մեթոդներով՝ ՎՄՓ-1500 փոքր ֆոնային սարքի միջոցով [8]: Ստացված տվյալները համեմատվել են Հայաստանի հանրապետության և Ռուսաստանի դաշնության ընդունած սահմանային թույլատրելի խտությունների (ՍԹԽ) հետ [1, 2, 5, 7]:

Արդյունքներ և քննարկում: Հայտնի է, որ ՌՆ-ը ներթափանցում են բույսերի մեջ արմատների միջոցով՝ արմատաբնակ միջավայրից և տերևների միջոցով՝ օդային ավազանից [2, 9, 10, 11]: Պարզվել է, որ հիդրոպոնիկայում արմատների միջոցով բույսերի մեջ ՌՆ-ի ներթափանցման սկզբնաղբյուր է ծառայել սննդալուծույթը, իսկ հողում՝ ոռոգիչ ջուրը և հողը (աղ. 1): Կարելի է ենթադրել, որ և հիդրոպոնիկայում, և հողում բույսերի վերգետնյա օրգանների մեջ տեղի է ունեցել նաև ՌՆ-ի արտարմատային ներթափանցում օդային ավազանից՝ մթնոլորտային տեղումների, փոշու, ծխի, մրի, աերոզոլների ձևով: Կարելի է ենթադրել, որ արտարմատային ճանապարհով ^{137}Cs -ի ներթափանցումը բույսերի վերգետնյա օրգանների մեջ գերազանցել է ^{90}Sr -ին, քանի որ ըստ գրականության տվյալների [2], ՀԱԷԿ-ի արտանետումներում գերակշռում է ^{137}Cs -ը: Աղ. 1-ի տվյալները ցույց են տալիս, որ սննդալուծույթում ^{90}Sr -ի պարունակությունը 11, իսկ ^{137}Cs -ինը՝ 10 անգամ գերազանցել է ելային արտեզյան ջրի համանման ցուցանիշներին: Սա նշանակում է, որ սննդալուծույթի պատրաստման համար օգտագործված քիմիական նյութերը, ամենայն հավանականությամբ, պարունակել են ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի միացություններ: Արտեզյան ջրում ^{90}Sr -ի պարունակությունը գերազանցել է ^{137}Cs -ին 13, իսկ սննդալուծույթում՝ 15 անգամ: Ի տարբերություն սննդալուծույթի, հողում ^{137}Cs -ի պարունակությունը գերազանցել է ^{90}Sr -ին 1,4 անգամ (հողաշերտի խորությունը՝ 0-30 սմ, $^{90}\text{Sr}=7,2\text{ Բք/կգ}$, $^{137}\text{Cs}=10,0\text{ Բք/կգ}$):

Աղյուսակ 1. ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությունը արտեզյան ջրում և սննդալուծությունում

Նմուշի տեսակը	^{90}Sr	^{137}Cs
	Բք/լ	
Արտեզյան ջուր	0,04	0,003
Սննդալուծությո՞ւթ	0,44	0,030
Սթխ խմելու ջրի համար [2, 7]	5,0	11,0

Ռադիոէքիմիական վերլուծության արդյունքները ցույց են տվել, որ Արարատյան դաշտի միևնույն հողա-կլիմայական և ռադիոէկոլոգիական լարվածության պայմաններում (ՀԱԷԿ-ի տեխնածին ազդեցության 30 կմ շառավիղով գոտի) կախված մշակման եղանակից (հիդրոպոնիկա, հող) զանգուր կաղամբը կուտակել է տարբեր քանակությամբ ՌՆ (աղ. 2): Այսինքն, բույսերի մշակման եղանակը որոշակիորեն ազդել է բուսահումքի ռադիոակտիվության վրա: Ընդ որում, հողային մշակաբույսերը գերազանցել են հիդրոպոնիկ մշակաբույսերին ^{90}Sr -ի պարունակությամբ՝ 1,5-2,0 անգամ, ^{137}Cs -ի պարունակությամբ՝ 1,2-1,5 անգամ: Ռադիոէկոլոգիապես առավել անվտանգ բուսահումք ապահովել է ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկան: Այսպես, ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկայում բույսերը ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությամբ զիջել են ինչպես դասական հիդրոպոնիկայում (1,2-1,3 և 1,1-1,2 անգամ), այնպես էլ հողային պայմաններում աճեցվածներին (1,8-2,0 և 1,4-1,5 անգամ):

Կարելի է ենթադրել, որ ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկական համակարգում ռադիոէկոլոգիական լարվածությունը նվազել է (սննդարար լուծույթի ծախսի կրճատում, բույսերի սնուցման շիթային եղանակ, սննդարար լուծույթի և լցանյութերի շփման մակերեսի փոքրացում), որի շնորհիվ բույսերի արմատաբնակ միջավայրում նվազել է ՌՆ-ի պարունակությունը և ՌՆ-ի տեղաշարժը սննդարար – լուծույթ – բույսի արմատ շղթայով: Արդյունքում, ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկ եղանակն ապահովել է ռադիոէկոլոգիապես ավելի անվտանգ բուսահումքի ստացում, քան դասական հիդրոպոնիկական և հողը: Թեև սննդալուծությունում ^{90}Sr -ը գերազանցել է ^{137}Cs -ին 15 անգամ (աղ. 2), սակայն հիդրոպոնիկ տարբեր համակարգերում մշակված զանգուր կաղամբի բուսահումքում ^{90}Sr -ի պարունակությունը գերազանցել է ^{137}Cs -ին ընդամենը 1,1-1,2 անգամ: Հողում մշակված զանգուր կաղամբի բուսահումքում նույնպես ^{90}Sr -ի պարունակությունը գերազանցել է ^{137}Cs -ին, (1,5 անգամ), թեև հողում գերակշռել է (1,4 անգամ) ^{137}Cs -ի պարունակությունը: Ըստ երևույթին, ի հայտ են եկել զանգուր կաղամբի կենսաբանական առանձնահատկությունները և հանքային սննդատարրերը ընտրողաբար կլանելու հատկությունները: Հիդրոպոնիկ տարբեր համակարգերում զանգուր կաղամբի բուսահումքում ^{90}Sr -ի պարունակությունը գերազանցել է ^{137}Cs -ին ընդամենը 1,1-1,2 անգամ, իսկ հողային մշակությամբ՝ 1,5 անգամ:

Հավանաբար, զանգուր կաղամբի մեջ ՌՆ-ը ներթափանցել են ինչպես արմատների միջոցով հիդրոպոնիկայում սննդալուծությո՞ւթից կամ հողից և ոռոգիչ ջրից, այնպես էլ վերգետնյա օրգանների միջոցով արտարմատային եղանակով օդային ավազանից (մթնոլորտային տեղումներ, հիդրո և աերոզոլներ, փոշի):

Հաշվարկը ցույց է տվել, որ զանգուր կաղամբի համար սննդալուծությո՞ւթ-բույս և հող-բույս համակարգերում ^{90}Sr - ^{137}Cs զույգի դիտվող հարաբերակցությունների (ԴՀ) ($^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ բույսում, $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ սննդալուծությո՞ւթում կամ հողում) արժեքները հիդրոպոնիկայում կազմել են 0,07-0,08; իսկ հողում՝ 2,1 [10]: Այսինքն՝ հիդրոպոնիկայում ԴՀ<1-ից, ինչը նշանակում է, որ մշակաբույսերը սննդալուծությո՞ւթից ավելի ինտենսիվ կլանել են ^{137}Cs -ը, իսկ հողից՝ ^{90}Sr -ը (աղ. 2):

Աղյուսակ 2. ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությունը զանգուր կաղամբի բուսահումքում և ՌՆ-ի հարաբերական ցուցանիշները հիդրոպոնիկայում և հողում

Տարբերակ	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	ԴՀ, ⁹⁰ Sr/ ¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
	Բք/կգ			Կգ	
Գլանային	9,9	8,7	0,08	22,5	290
Ակոսային	8,8	8,3	0,07	20,0	277
Համատարած	9,5	8,0	0,08	21,6	267
Դասական հիդրոպոնիկա	11,8	9,8	0,08	26,8	327
Հող (ստուգիչ)	17,6	11,9	2,1	2,4	1,2
Սթխ [1 5 7]	50	130	-	-	-

Սա հաստատվել է ՌՆ-ի կուտակման գործակիցների (ԿԳ) (ՌՆ-ի քանակը բույսում, Բք/կգ: ՌՆ-ի քանակը սննդալուծույթում, Բք/լ կամ հողում, Բք/կգ) արժեքներով: Գանգուր կաղամբի համար հիդրոպոնիկայում ^{137}Cs -ի ԿԳ $> ^{90}\text{Sr}$ -ի ԿԳ-ից 12,2-13,8 անգամ, իսկ հողում ^{90}Sr -ի ԿԳ $> ^{137}\text{Cs}$ -ի ԿԳ-ից 2,0 անգամ:

Այսպիսով, Նորագույն ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկ եղանակը բուսահումքի արտադրման ռադիոէկոլոգիապես ավելի անվտանգ կենսատեխնոլոգիական եղանակ է, քան դասականը և հողային մշակույթը: Անկախ մշակման եղանակից, գանգուր կաղամբի բուսահումքում վերահսկվող արհեստական ՌՆ-ի (^{90}Sr , ^{137}Cs) պարունակությունը չի գերազանցել ՍԹԽ-ն:

Գործնական առաջարկ. Գանգուր կաղամբի բուսահումքի արտադրման համար առաջարկվում է ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկ կենսատեխնոլոգիական եղանակը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Թարմ պտուղ բանջարեղենի տեխնիկական կանոնակարգ հավելված. ԶՀ կառավարության ղեկավարների 21-ի 1913-Ն որոշում, 2006:
2. ԶՀ կառավարության առընթեր միջուկային անվտանգության կարգավորման պետական կոմիտեի գործունեության հաշվետվություն, 2014թ. www.anra.am/upload/Annu.
3. Վալեսյան Լ.Վ. /Խմբ. Զայաստանի ազգային ատլաս, Ա հատոր, Ե., 232 էջ, 2007:
4. Бабаян Г.Б. Почвы и природные условия Дилижанской лесной агрохимической станции (ДИЛАС). Сообщения Института агрохимических проблем и гидропоники, N21, с. 21-25, 1980.
5. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы (СанПиН 2.3.2.1078-01). М., Минздрав РФ, 164 с., 2002.
6. Даевян Г.С. Гидропоника. В.кн.: Справочная книга по химизации сельского хозяйства. М., Колос, с. 382-385, 1980.
7. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы. М., Центр санитарно-эпидемиологического нормирования гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России. М, 116 с., 1999.
8. Павлоцкая Ф.И. Методы определения ^{90}Sr и других изотопов. В кн.: Физико-химические методы исследования почв. М., 126 с., 1966.
9. Переволоцкая Т.В. Радиационное лесоводство: основы лесной радиоэкологии: практ. рук-во для студентов. Гомель, ГГУ им. Ф. Скорины, 45 с., 2014.
10. Сельскохозяйственная радиоэкология. Под ред. Р.М. Алексакина. Н.А. Корнеева. М., Экология, 400 с., 1992.
11. Ghalachyan L.M., Asatryan A.Z., Kocharyan K.A., Tadevosyan L.S. The Accumulation of Artificial Radionuclides in Spice Herbs in Different Zones under the impact of the ANPP, "Bulletin" of State Agrarian University of Armenia, N 2, p. 17-20, 2014.

Ստացվել է 11.05.2017



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4(69), 2017

**ՀՈԼՇՏԻՆ ԵՎ ՖԼԵՎԿԻ ԳԵՂԵՐԻ ԵՐՐՈՐԴ ԾՆԻ
ԿՈՎԵՐԻ ԱՐՏԱԿԱԶՄՎԱԾՔԻ ԱՌԱՆՁՆԱԳԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ,
ԿԱՊԸ ԿԱԹՆԱՅԻՆ ՄԹԵՐԱՏՎՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏ**

Մ.Կ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան
marinehovhannisyan1974@mail.ru

Հետազոտությունը կատարվել է 2016 թ. ՀՀ Սյունիքի տարածաշրջանի «Վամաքս» ՍՊԸ կաթնային համալիրում, որի համար Հոլշտին և Ֆլեկվի ցեղերից կազմվել է երկու խումբ: Ներկրված շուրջտարյա մուրային պահվածքի պայմաններում փորձնական խմբերի կովերը կերակրվել ու խնամվել են պահվածքի միանման պայմաններում: Երրորդ լակտացիայի 305 օրվա ընթացքում Հոլշտին ցեղի կովերի մոտ կենդանի զանգվածը 649,5 կգ էր, կթի քանակը՝ 7712 կգ, յուղի պարունակությունը 3,75 %, իսկ Ֆլեկվի ցեղի կովերի մոտ կենդանի զանգվածը 617,5 կգ էր, կիթը՝ 5116 կգ և յուղը՝ 4,0 %, սպիտակուցի պարունակությունը՝ համապատասխանաբար 3,24 % և 3,41 %:

Կովերի կթի քանակի և կրծքի փաթի միջև բավարար համահարաբերակցության գործակից գրանցվել է Հոլշտին ցեղի կովերի մոտ՝ $r=0,763$, իսկ Ֆլեկվի ցեղի կովերի համահարաբերակցության գործակիցն ընդհակառակը ցածր էր՝ $r = 0,20$:

Համակազմվածք – արտակազմվածք – մարմնամասեր – հարաբերակցություն

Исследование проводилось в 2016 году в молочном хозяйстве ООО “Вамакс” в условиях круглогодичного стойлового содержания завезенных коров пород Голштейн и Флекви. Животные содержались в одинаковых условиях кормления.

Результаты исследований показали, что коровы голштинской породы третьего отела по живой массе 649,5 кг проявили молочную продуктивность 7712 кг, содержание молочного жира составило 3,75 %, а молочная продуктивность коров породы Флекви (617,5 кг живой массы) составляет 5116 кг, содержание молочного жира 4,0 %, по количеству белка соответственно – 3,24 % и 3,41 %. Коэффициент корреляции между удоем и обхватом груди у коров голштинской породы составлял $r = 0,763$, а у коров породы Флекви – $r = 0,20$.

Экстерьер – конституция – телосложение – соотношение

The research was carried out in 2016 in the dairy farm of LLC "Vamax" in conditions of year-round stable care of imported cows of the 3rd lactation period from Holstein and Flekvy breed in two groups. The imported experimental cows kept in a year-round manger conditions were fed and cared in the same breeding conditions.

Analysis of the research results showed that the third-calf Holstein cattle in a live weight of 649.5 kg on the 305th lactation day demonstrated a milk productivity of 7712 kg, the milk fat content was 3.75%. The milk productivity of the Flekvy cows (617.5 kg of live weight) was 5,116 kg, the content of milk fat was 4.0%, and protein were 3,24 % and 3,41 % respectively. A sufficient correlation coefficient between the amount of milk and the udder girth in the Holstein cows is identified, which makes $r = 0.763$, and for the breeds of the Flekvy breed $r = 0.20$.

Exterior – constitution – measurement – stature – correlation

Տոհմային աշխատանքի գործնականում վաղուց օգտագործում են կենդանիների գնահատումն ըստ արտակազմվածքի և համակազմվածքի, հիմք ընդունելով կենդանիների տնտեսական օգտակար հատկանիշների և համակազմվածքի, արտակազմվածքի կապը:

Օգտվելով համակազմվածքի և արտակազմվածքի գնահատման արդյունքներից, հեշտ է ընտրել ցանկալի տիպի կենդանիներին, որոնք օժտված են լավագույն առողջությամբ, բավարար վերարտադրողական ունակությամբ և ունեն բարձր մթերատվություն: Տարբեր մթերատվություն ունեցող ցեղերը հեշտությամբ զանազանվում են իրարից ընդհանուր (հաբիտուսի) տեսքով: Ըստ արտակազմվածքի կաթնատու կովերին ընտրելիս առավելություն են ստանում այն կովերը, որոնք ունեն երկար խորը կուրծք, ողերի թեք դրվածք, հավաքված որովայն, որոնց մոտ որպես օրենք կաթի սեկրեցիան ավելի բարձր է [1, 2]: Հետևաբար կովերի ընտրումն ըստ արտակազմվածքի և համակազմվածքի նպատակ է հետապնդում բուծվող նախիրներում կամ ցեղում ունենալ առողջ, ամուր համակազմվածքով, դիմացկուն, համաչափ մարմնակազմությամբ և բարձր մթերատվությամբ կենդանիներ:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտությունը կատարվել է 2016 թ. ՀՀ Սյունիքի տարածաշրջանի «Վամաք» ՍՊԸ կաթնային համալիրում, որի համար կազմվել է երկու խումբ.

I-ին՝ մաքրացել հոլշտին – 10 գլուխ (h)

II-րդ՝ մաքրացել ֆլեկվի – 10 գլուխ (Ֆ)

Եվրոպական երկրներից ներկրված, շուրջտարյա մսուրային պահվածքի պայմաններում աճեցվող և պահվող փորձնական խմբերի կովերը կերակրվել ու խնամվել են ստեղծված լավագույն միանման պայմաններում՝ ըստ ֆիզիոլոգիական վիճակի: Օրական ստացել են 301,5 ՄՁ փոխանակային էներգիա և 3,68 կգ մարսելի պրոտեին:

Ուսումնասիրվել է համեմատվող ցեղերի արյան (հեղուկ հյուսվածք) մեջ գտնվող ընդհանուր սպիտակուցի, ալբումինի և գլոբուլինի քանակները, որոնք խոշոր դեր են խաղում օրգանիզմի կենսականորեն կարևոր ֆունկցիաների ղեկավարման գործում:

Կովերի արտակազմվածքը և համակազմվածքը գնահատվել է նկարագրական (մարմնի ընդհանուր տեսքը՝ հաբիտուս և ձևը), չափումների և բալային գնահատման մեթոդով [3]: Օգտագործվել է նաև օժանդակ մեթոդը՝ լուսանկարահանման, որը լրացրել է արտակազմվածքի մանրամասն նկարագրությունը և հնարավորություն է տվել տպավորություն ստանալու գնահատվող կենդանու մասին: Կովերի կրծի անատոմիական և ձևաբանական կազմը, բալային գնահատումը, մեքենայակթման պիտանելիությունը ուսումնասիրվել է համաձայն լատվիական գյուղատնտեսական ակադեմիայի աշխատակիցների կողմից մշակած կրծի գնահատման մեթոդիկայի՝ կթից առաջ [4]: Կենդանի զանգվածը որոշվել է սալակշեռքով (0,01 ճշտությամբ), որը կշռելուց առաջ խնամքով ստուգվել և հավասարակշռվել է առավոտյան՝ կթելուց հետո, մինչև կերակրելը և ջրելը:

Արտակազմվածքը և համակազմվածքը գնահատվել է երրորդ լակտացիայի 2-րդ ամսում: Ուշադրություն է դարձվել կենդանիների մաշկի առաձգականության, ճկունության, խոնավության, մաշկի գույնի և նրա ենթամաշկային շերտի զարգացման, մազածածկույթի, եղջյուրների բնույթի վրա: Կենդանիների արտակազմվածքային առանձնահատկությունների համեմատական ուսումնասիրության նպատակով կատարվել են մարմնամասերի հետևյալ չափումները. մնդալի բարձրությունը, գոտկատեղի բարձրությունը, իրանի թեք երկարությունը, գտոսկրերի լայնությունը, նստաթմբերի լայնությունը, նստաթմբերի բարձրությունը, նախադաստակի փաթը, կրծքի փաթը, կրծքի խորությունը, կրծքի լայնությունը: Կովերին կթում են գերմանական արտադրության «ԻՄ պուլս H66» կթի սարքավորումով, որը չափում է կթված կաթի քանակը, ժամանակը (կթի արագությունը), կաթում պարունակվող յուղի և սպիտակուցի քանակները: Ուսումնասիրվել է հոլշտին և ֆլեկվի ցեղերի կովերի երրորդ լակտացիայի կաթնային մթերատվությունը յուրաքանչյուր ամիս, որի հաշվառման ամփոփ տվյալները մշակվել են կենսաչափական եղանակով [5]: «Վամաք» ՍՊԸ տնտեսությունն իր գործունեությամբ համապատասխանեցվել է եվրոպական չափանիշներին, որտեղ կիրառվում է ինտենսիվ տեխնոլոգիա՝ կենդանիների խնամքը, հիմնական ու օժանդակ պրոցեսները փոխհամաձայնեցված են և իրականացվում են հատուկ մեքենաներով:

Արդյունքներ և քննարկում: Արյան պլազմայի սպիտակուցի պարունակության առավել բարձր ցուցանիշ ունեն հոլշտին ցեղի կովերը՝ 8,01 %, որը գերազանցում է ֆլեկվի ցեղի կովերին 0,34 %-ով, տարբերությունը հավաստի է ($p=0,95$): Գլոբուլինի քանակի միջցեղային տարբերությունը կազմում է 0,01 %, որը հավաստի չէ, իսկ ալբումինի քանակի տարբերությունը համապատասխանաբար՝ 0,33 % է և $p\geq 0,95$: Հոլշտին և ֆլեկվի ցեղերի կովերի մարմնամասերի չափումները բերված են աղ. 1-ում:

Աղյուսակ 1. Հոլշտին և Ֆլեկվի ցեղերի երրորդ լակտացիայի կովերի մարմնամասերի չափումները, սմ (n=10)

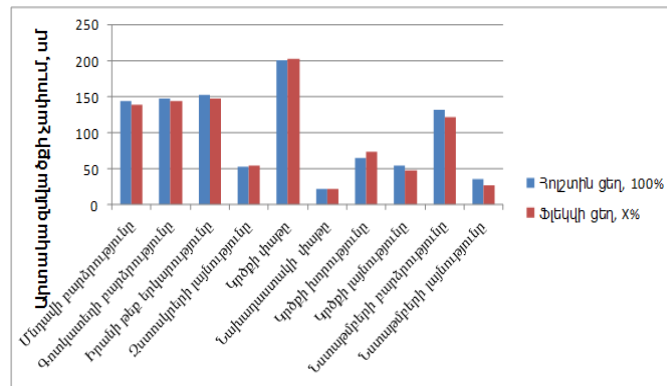
Մարմնամասերի չափումները, սմ	Հոլշտին				Ֆլեկվի			
	Կենսաչափական				ցուցանիշները			
	Lim	M±m	σ	CV%	Lim	M±m	σ	CV%
Բարձրությունը մնդավում	132...164	144,5±3,13	9,91	6,85	130...146	139,0±1,826	5,77	4,15
Բարձրությունը գոտկատեղում	139...163	148,6±2,109	6,67	4,49	139...150	145,4±1,098	3,47	2,39
Բարձրությունը Նստաթմբերում	123...137	131,9± 1,390	4,38	3,33	113,2...132	122,1±2,12	6,71	5,49
Լայնությունը Նստաթմբերում	28 ... 52	36,3± 2,733	8,64	23,80	22...30	26,93±0,744	2,35	8,73
Իրանի թեք երկարությունը	140...166	152,9±3,526	11,15	7,29	138...167	148,8±2,897	9,16	6,16
Լայնությունը զստոսկրերում	46...74	54,1± 2,834	8,96	16,56	52...62	54,8±1,083	3,42	6,25
Կրծքի փաթը	173...218	201,7± 5,249	16,60	8,23	190...220	202,7±3,138	9,92	4,89
Կրծքի խորությունը	42...81	65,9± 3,761	11,89	18,04	70...83	74,4±1,759	5,56	7,48
Կրծքի լայնությունը	48...66	55,5±2,207	6,98	12,58	45...50	47,7±0,518	1,64	3,43
Նախադաստակի փաթը	21 ...24	22,6± 0,306	0,96	4,27	22...23	22,4±0,163	0,52	2,30
Կենդանի զանգվածը, կգ	550...770	649,5± 24,59	77,76	11,97	590...650	617,5± 7,72	24,41	3,95

Պարզվել է, որ մնդավի բարձրությամբ հոլշտին ցեղի կովերը գերազանցել են Ֆլեկվի ցեղի կովերին 5,5 սմ կամ 3,9% -ով, գոտկատեղի բարձրությամբ՝ 3,2 սմ կամ 2,20 %-ով, իրանի թեք երկարությամբ՝ 4,1 սմ կամ 2,76 %-ով, կրծքի լայնությամբ՝ 7,8 սմ կամ 14,05 %-ով, Նախադաստակի փաթի չափումով՝ 0,2 սմ-ով կամ 0,89 %-ով: Ըստ կրծքի փաթի, կրծքի խորության և զստոսկրերի լայնության չափումների հոլշտին ցեղը զիջում է Ֆլեկվի ցեղին համապատասխանաբար -1; -8,5 և -0,7 սմ-ով կամ 0,49; 12,89 և 1,29%-ով, (աղ. 2, նկ. 1):

Աղյուսակ 2. Երրորդ լակտացիայի կովերի արտակազմվածքային մարմնաչափումների համեմատումը (n=10)

Չափումների անվանումը, սմ	Մաքրացեղեր		Տարբերությունը	
	հոլշտին	Ֆլեկվի	բացարձակ թվերով	%- ով
Մնդավի բարձրությունը	144,5	139,0	- 5,5	-3,9
Գոտկատեղի բարձրությունը	148,6	145,4	-3,2	-2,2
Իրանի թեք երկարությունը	152,9	148,8	-4,1	-2,7
Չստոսկրերի լայնությունը	54,1	54,8	+ 0,7	+1,29
Կրծքի փաթը	201,7	202,7	+ 1,0	+0,49
Նախադաստակի փաթը	22,6	22,4	-0,2	-0,89
Կրծքի խորությունը	65,9	74,4	+ 8,5	+12,89
Կրծքի լայնությունը	55,5	47,7	-7,8	-14,05
Նստաթմբերի բարձրությունը	131,9	122,1	-9,8	-7,43
Նստաթմբերի լայնությունը	36,3	26,93	-9,37	-25,81

Կազմվել է արտակազմվածքային պրոֆիլը, որի համար հոլշտին ցեղի մաքրացեղ կովերի չափումները ընդունվել են 100%, դուրս է բերվել բացարձակ տարբերությունը, Ֆլեկվի ցեղի մաքրացեղ կովերի չափումների շեղումը տրվել է %-ով՝ հոլշտինի նկատմամբ: Որոշվել են մարմնակազմի ինդեքսները՝ անատոմիորեն իրար հետ կապված մարմնամասերի չափերի հարաբերությունը՝ արտահայտված տոկոսներով:

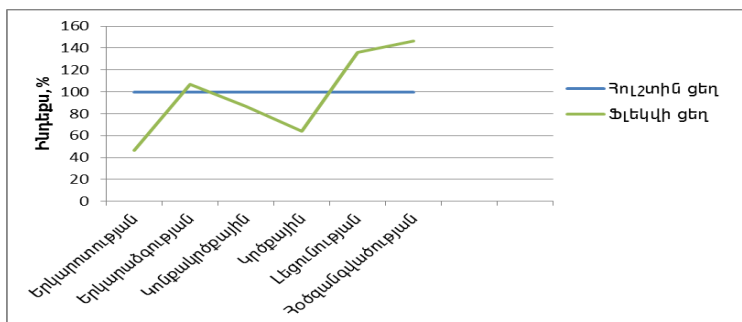


Նկ. 1. Կովերի արտակազմվածքի չափումների գրաֆիկական պատկեր

Մարմնի զանգվածի զարգացման լավագույն ցուցանիշ է լեցունության ինդեքսը, որը տարիքին զուգընթաց երկու ցեղերի մոտ էլ օրինաչափ բարձրացել է և ֆլեկվի ցեղը գերազանցում է հոլշտին ցեղի համապատասխան ցուցանիշին: Կոնքակրծքային ինդեքսի տարիքային փոփոխությունն օրինաչափ է, սակայն կրծքի և զստոսկրերի լայնությունների չափումների աճի ընթացքում առավել ակնհայտ է աճի նկատելի տարբերականությունը: Կոնքակրծքային ինդեքսը համեմատաբար ցածր է ֆլեկվի ցեղի մոտ և զիջում է հոլշտին ցեղին կաթնային հատկանիշների զարգացվածությամբ: Կրծքային ինդեքսը երկու ցեղերի մոտ էլ համազոր է: Երկարաձգության կամ ֆորմատի ինդեքսը, որն արտահայտվում է իրանի թեք երկարության և մնդավի բարձրության հարաբերակցությամբ (%), ֆլեկվի ցեղի III-րդ ծնի կովերի մոտ աննշան գերազանցում է հոլշտին ցեղին:

Սղյուսակ 3. Երրորդ լակտացիայի մաքրացել կովերի մարմնակազմության ինդեքսները

Ինդեքսները, %	Ցեղերը	
	Հոլշտին	Ֆլեկվի
Երկարություն	54,39	46,47
Երկարաձգության	105,81	107,05
Կոնքակրծքային	102,59	87,04
Կրծքային	84,22	64,1
Լեցունության	131,92	136,2
Հոծանգվածության	139,58	145,83



Նկ. 2. Հոլշտին և ֆլեկվի ցեղերի կովերի ինդեքսների համեմատումը

Երկարություն և կոնքակրծքային ինդեքսներով ֆլեկվի ցեղը զիջում է հոլշտին ցեղին, աննշան գերազանցում է երկարաձգության ինդեքսով, իսկ կրծքային ինդեքսով հավասարազոր են: Տարբերությունն ի օգուտ ֆլեկվի ցեղի լեցունության ինդեքսով կազմել է 4,28 %, իսկ հոծանգվածությամբ՝ 6,25 %: Երկարաձգության կամ ֆորմատի ինդեքսը,

որն արտահայտվում է իրանի թեք երկարության և մտավի բարձրության հարաբերակցությամբ (%), խոսում է երկու ցեղերի կաթնային ուղղության մասին (աղ. 3, նկ. 2):

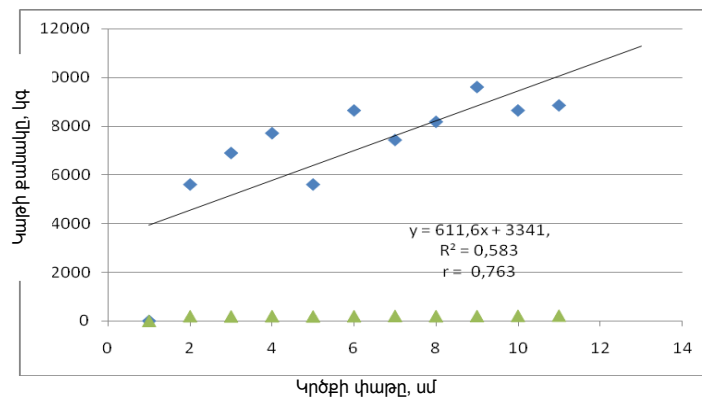
Երկու ցեղերի մոտ էլ մարմնամասերի հարաբերակցությունը օրինաչափ է և բնորոշ կաթնային ուղղության ցեղերին: Մեր հետազոտության արդյունքները վկայում են և միաժամանակ ժխտում վերջին տարիներին մեր հանրապետության հրապարակված գրականության փաստարկումներին, որ ֆլեկվի ցեղը անվանում են սիմենթալ և բնութագրում որպես կաթնա-մսատու ուղղության ցեղ:

Ուսումնասիրված կովերի կաթը կենսաբանական բարդ քիմիական կազմով հեղուկ է, պարունակում է 200 էլեմենտներ՝ 20 ամինաթթու, 147 յուղաթթու, 4 շաքար, 30 մակրո-միկրո տարրեր, 23 վիտամին, 20 գլիցերիդ, ֆոսֆատիդներ, ֆերմենտներ և պիգմենտներ: Կաթն իր բոլոր բաղադրամասերով արտադրվում է կաթնագեղձի էպիթելային բջիջների կողմից: Կրծի միջով 1 լ կաթի գոյանալու համար պետք է անցնի 400-500 լ արյուն: Կաթի կազմը ներկայացվում է աղ. 4-ում:

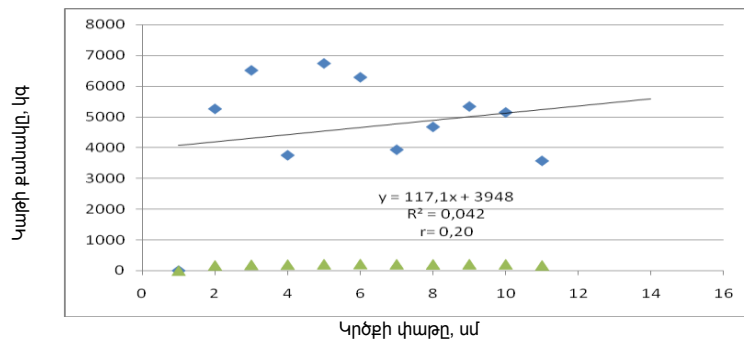
Աղյուսակ 4. Հոլշտին և ֆլեկվի ցեղերի երրորդ լակտացիայի կովերի կաթնային մթերատվությունը, (n=10)

Ցեղերը	Կենսաչափական եղանակով մշակման ցուցանիշները				
	n	Lim	$M \pm m$	σ	$C_v\%$
Լակտացիայի 305 օրվա կիթը, կգ					
Հոլշտին	10	5600... 9600	$7712 \pm 427,7$	1353	17,50
Ֆլեկվի	10	3566 ... 6734	$5116 \pm 363,2$	1148	22,40
Յուղի պարունակությունը, %					
Հոլշտին	10	3,7 ... 3,8	$3,75 \pm 0,017$	0,0527	1,41
Ֆլեկվի	10	3,7 ... 4,15	$4,01 \pm 0,06$	0,18	4,50
Սպիտակուցի պարունակությունը, %					
Հոլշտին	10	3,2 ... 3,3	$3,24 \pm 0,0163$	0,0516	1,59
Ֆլեկվի	10	3,36 ... 3,5	$3,41 \pm 0,02$	0,05	1,47

Կովերի կաթնային մթերատվության տվյալների վերլուծությունը ցույց է տվել, որ III-րդ լակտացիայի 305 օրվա ընթացքում հոլշտին ցեղի կովերի մոտ կենդանի զանգվածը 649,5 կգ է, կթի բանակը՝ 7712 կգ, յուղի պարունակությունը՝ 3,75 %, իսկ ֆլեկվի ցեղի կովերի մոտ՝ կենդանի զանգվածը 617,5 կգ է, կիթը՝ 5116 կգ և յուղը՝ 4,0 %, սպիտակուցի պարունակությունը՝ համապատասխանաբար 3,24 % և 3,41 % : Մեծ նշանակություն է տրվել հոլշտին և ֆլեկվի ցեղերի կովերի 305 օրվա կաթի բանակի և կրծքի փաթի միջև գոյություն ունեցող համահարաբերակցական կապի որոշմանը, որը պայմանավորված է ժառանգականությամբ և մի շարք գործոններով (նկ.3 և 4):



Նկ. 3. Հոլշտին ցեղի կովերի կաթի բանակի և կրծքի փաթի միջև համահարաբերակցական կապը



Նկ. 4. Ֆլեկվի ցեղի կովերի կաթի քանակի և կրծքի փաթի միջև համահարաբերակցական կապը

Նկ. 3-ից երևում է, որ հոլշտին ցեղի կովերի կրծքի փաթի 0,763 սմ ավելացման դեպքում կաթի քանակը ավելանում է 1 կգ, իսկ Նկ. 4-ում կապն ավելի թույլ է արտահայտված՝ $r = 0,20$, որը փաստում է ֆլեկվի ցեղի կրծքի փաթի նկատմամբ սելեկցիա տանելիս կաթի քանակի աննշան փոփոխման մասին:

Այսպիսով, պարզաբանվել է, որ մնդավի բարձրությամբ, իրանի թեք երկարությամբ, կրծքի լայնությամբ, նախադաստակի փաթի չափումներով հոլշտին ցեղի կովերը գերազանցում են ֆլեկվի ցեղի կովերին: Կրծքի խորության, կրծքի փաթի և զստուկրերի լայնության չափումներով հոլշտին ցեղը զիջում է ֆլեկվի ցեղին համապատասխանաբար 8,5; 1 և 0,7 սմ-ով: Հոլշտին ցեղը զիջում է ֆլեկվի ցեղին լեցունության և հոծանգվածության ինդեքսներով: Կովերի կթի քանակի և կրծքի փաթի միջև բավարար համահարաբերակցության գործակից դրսևորվել է հոլշտին ցեղի կովերի մոտ՝ $r = 0,763$, իսկ ֆլեկվի ցեղի կովերի համահարաբերակցության գործակիցը ընդհակառակը ցածր է՝ $r = 0,20$:

Այսպիսով, հոլշտին ցեղի կովերի նկատմամբ տարվող սելեկցիայում կրծքի փաթի ավելացումն ուղեկցվում է կաթնատվության բարձրացումով: Հոլշտին և ֆլեկվի ցեղերի մարմնակազմության համեմատական տարբերությունը հաստատվում է նաև կովերի արյան ընդհանուր սպիտակուլի, ալբումինի և գլոբուլինի քանակների տարբերությամբ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Գիլյան Գ.Հ., Հովհաննիսյան Մ.Կ.* Հոլշտին և ֆլեկվի ցեղերի կովերի մարմնակազմության տիպի առանձնահատկությունները, ՀԱԱՀ տեղեկագիր, թիվ 3-4, Եր., էջ 49-53, 2014:
2. *Հովհաննիսյան Մ.Կ.* «Կամաքս» ՍՊԸ տնտեսության հոլշտին և ֆլեկվի ցեղերի առաջին ծնի կովերի կաթնային մթերատվությունը, Ագրոգիտություն 3-4, Եր. էջ 89-95, 2016:
3. *Красота В.Ф., Лобанов В.Г., Джаперидзе Т.Г.* Разведение сельскохозяйственных животных. М., Агропромиздат, 463 с., 1990.
4. Латвийская сельскохозяйственная академия. Оценка вымени и молокоотдачи коров молочных и молочно-мясных пород (методические материалы), М., 40 с., 1970.
5. *Меркурьева Е.К.* Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. М., «Колос», с. 226-238, 1970.

Ստացվել է 12.05.2017



Biolog. Journal of Armenia, 4 (69), 2017

THE EFFECT OF CISPLATIN AND HYDROCORTISONE CO-ADMINISTRATION ON RAT LIVER CHROMATIN CONDENSATION

A.L.ASATRYAN, I.G. ARTSRUNI, K.S. MATINYAN, E.S. GEVORGYAN

Department of Biophysics, Yerevan State University
anush.asatryan@ysu.am

Cisplatin (*cis*-diammine-dichloro-platinum) is a broad-spectrum anticancer drug widely used for treatment of malignancies. The drug interacts with DNA resulting to intra- and inter-strand cross-links which contribute to cytotoxicity. To prevent nausea, vomiting and inflammation in clinical practice the cisplatin most commonly is co-administrated with hydrocortisone to cancer patients. It is well known that glucocorticoids exert biological action via interaction of hormone-receptor complexes with genomic DNA. To address the question whether co-treatment with cisplatin and hydrocortisone could modulate cisplatin-DNA interaction, the internucleosomal fragmentation of rat liver DNA after treatment of rats with cisplatin and hydrocortisone was investigated. The results of this study indicate that hydrocortisone–cisplatin interaction could prevent loosening of chromatin in internucleosomal chromatin regions induced by cisplatin in 48 hours and might alter the drug cytotoxicity.

Hydrocortisone – cisplatin – DNase 1 – DNA fragmentation

Ցիսպլատինը (*ցիս*-դիամին-դիքլոր-պլատին) ամենատարածված հակառնուռացքային դեղամիջոցներից մեկն է։ Փոխազդելով ՂՆԹ-ի մոլեկուլի հետ, դեղամիջոցը առաջացնում է ներ- և միջ-շղթայական կապեր, որոնք պայմանավորում են ցիսպլատինի ցիտոտոքսիկությունը։ Հիվանդների մոտ սրտխառնոցը, փսխումը և բորբոքային զարգացումները կանխելու համար քեմոթերապիայի ընթացքում ցիսպլատինի հետ համատեղ ներարկվում է հիդրոկորտիզոն։ Հայտնի է, որ գլյուկոկորտիկոիդների կենսաբանական ազդեցությունը միջնորդվում է հորմոն-ռեցեպտորային համալիրների և գենոմային ՂՆԹ-ի փոխազդեցությամբ։ Ցիսպլատինի և հիդրոկորտիզոնի համատեղ կիրառման հնարավոր ազդեցությունը ցիսպլատին-ՂՆԹ-ածանցյալների վրա ուսումնասիրելու համար տվյալ աշխատանքում հետազոտվել է առնետների յարդի բջջակորիզների ՂՆԹ-ի ինտերնուկլեոսոմային ֆրագմենտավորումը ցիսպլատինի և հիդրոկորտիզոնի համատեղ ներարկումից հետո։ Ցույց է տրվել, որ հիդրոկորտիզոնի և ցիսպլատինի համատեղ ազդեցությունը կարող է կանխել ցիսպլատինի ներգործությամբ պայմանավորված բրոմատինի ինտերնուկլեո-սոմային հատվածների ապակոնդենսավորումը, դրանով իսկ ազդելով դեղամիջոցի ցիտոտոքսիկության վրա։

Հիդրոկորտիզոն – ցիսպլատին – ՂՆԹ 1 – ՂՆԹ-ի ինտերնուկլեոսոմային ֆրագմենտավորում

Цисплатин (цис-диамино-дихлорплатин) является противоопухолевым препаратом широкого действия, применяемый при лечении злокачественных новообразований. Препарат взаимодействует с ДНК, образуя внутри- и межцепочечные связи, что обуславливает его цитотоксичность. Для предотвращения тошноты, рвоты и развития воспалительных процессов в клинике практикуется совместное с цисплатином введение раковым больным гидрокортизона. Установлено, что биологическое действие глюкокортикоидов обусловлено взаимодействием гормон-рецепторных комплексов с геномной ДНК. С целью выяснения эффекта совместного применения цисплатина и гидрокортизона на характер связывания циспла-

тина с молекулой ДНК в настоящей работе исследован характер интернуклеосомального фрагментирования ДНК ядер клеток печени крыс при единовременном введении цисплатина и гидрокортизона. Показано, что совместное воздействие гидрокортизона и цисплатина может предотвратить вызванную цисплатином деконденсацию интернуклеосомальных участков хроматина, таким образом действуя на его цитотоксичность.

Гидрокортизон – цисплатин – ДНаз 1 – интернуклеосомальная фрагментация ДНК

Cisplatin [*cis*-diammine-dichloro-platinum] is one of the most commonly used antitumor drugs and is recognized as highly effective cytotoxic agent, which forms DNA-adducts due to chemical modification of nuclear DNA. Cisplatin cumulating in normal tissues and organs in the course of treatment is responsible for severe adverse effects emerging as secondary leukemia, thymomas and other pathologies of hematopoietic and immune systems even considerable time after the drug treatment. Thus, curative effect of cisplatin is attenuated due to dose-limiting toxicity and to growing resistance of the cancer cells to the drug. To prevent inflammation, cisplatin-induced allergic reaction, nausea and vomiting, the hydrocortisone is commonly co-administered with cisplatin. Due to pro-apoptotic properties the hydrocortisone elicit immunosuppressive supportive effect to tumour therapy in lymphoid cells. However, the data regarding the impact of GCs treatment on cytotoxic effect of cisplatin treatment in solid tumour cells are contradictive. Cell life or die decisions are multifactorial phenomena, which depend on activation or suppression of broad spectrum of different genetic programs. These programs could be triggered by modulation in the pattern of chromatin condensation in cells that undergo cytotoxic insults. However, little is known regarding the possible effect of co-treatment with cisplatin and hydrocortisone on chromatin structure. Considering liver as the main organ responsible for detoxification of pharmacologic agents, the present study is aimed at investigating the influence of co-treatment of rats with cisplatin and hydrocortisone on chromatin condensation in liver nuclei.

It is recognized that DNA internucleosomal cleavage and DNase 1 accessibility reflect structural features of chromatin [3]. Based on this, in present study it is assayed whether co-administration of cisplatin and hydrocortisone is capable to affect the accessibility of liver chromatin to DNase 1 and artificially activated endogenous $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ endonuclease.

Materials and methods. *Animals* Animals were treated according to regulations of Committee for Bioethics of Yerevan State University.

Albino inbred 6 week old male rats were used throughout all experiments. The animals were standardized by weight (to 100g). Cisplatin and other reagents were purchased from Sigma-Aldrich. Vehicle (saline) and cisplatin (10mg/kg weight) and hydrocortisone (5mg/kg) were injected intra-peritoneal. Hydrocortisone was injected repeatedly in 24 hours. Animals were sacrificed under light ether anesthesia by decapitation after 48 h treatment with cisplatin and livers were collected.

Liver nuclei isolation Liver nuclei were isolated according to Hewish and Burgoyne [2]. Sucrose solutions utilized throughout the nuclei isolation procedure were buffered with 20 mM Tris containing 15 mM NaCl, 60 mM KCl, 0.15mM spermine and 0.5mM spermidine, pH 7.4.

DNA fragmentation assay 100 μl aliquote samples of nuclear suspension normalized to 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ DNA were transferred to the Eppendorf tubes and 60 mM MgCl_2 and 10mM CaCl_2 were added to yield final concentrations of 6mM MgCl_2 and 1mM CaCl_2 in aliquoted probes. The ions were added to activate endogenous Mg^{+2} - and $\text{Ca}^{+2}/\text{Mg}^{+2}$ -dependent nuclear endonucleases, which initiated internucleosomal DNA cleavage [9]. DNA isolation was performed according to standard protocol [4].

Nuclear DNA was subjected to electrophoresis in 1,8 % agarose gels (8v/cm). DNA was visualized by ethidium bromide staining and DNA fragmentation was assessed after gel densitometry using Fuji Film Image Gauge ver.4.0 program for determination of relative content of DNA fragments.

DNase I assay 1000 μ l aliquots were removed from nuclear suspensions and placed in test tubes. The tubes were heated to 37°C and 100 μ l DNase I stock solutions were added (to final concentrations of 10 Kunit/ml). DNase I stock solution was prepared in 25 mM Tris, pH 7,5). No DNase I was added to blank sample. At the end of incubation the tubes were chilled in ice and perchloric acid was added to final concentration 5%. The tubes were chilled for additional 10 minutes and undigested material was pelleted by centrifugation 6000 g 10 min. The amount of acid-soluble DNA released by Dnase I digestion was assayed in supernatant. The percentage of digestion was calculated as $(A_{260} \times 100 / A_{260 \text{ the blank sample}})$.

Statistics All results were expressed as $M \pm S.D.$ Statistical differences in the results between groups were evaluated by the two-tailed Student's t-test. A probability (p) value of < 0.05 was considered significant.

Results and Discussion. $\text{Ca}^{+2}/\text{Mg}^{+2}$ -dependent endonuclease is known to efficiently create sharp DNA ladder composed of genomic DNA and is recognized to be useful tool for chromatin research [7]. It was demonstrated that Mg^{+2} -dependent endonucleases are involved in initial DNA cleavage in nuclei where they perform large scale DNA fragmentation (DNA fragments exceeding 1000 b.p. in length), whilst $\text{Ca}^{+2}/\text{Mg}^{+2}$ -dependent endonuclease is responsible mainly for oligonucleosomal DNA fragmentation (1000-200 b.p. in length) [5,6]. To study whether DNA-binding of hydrocortisone receptors can interfere with DNA-cisplatin adducts chromatin structure-dependent assay was employed, using artificially activated intra-nuclear apoptotic Mg^{+2} and $\text{Ca}^{+2}/\text{Mg}^{+2}$ -dependent endonucleases which are responsible for DNA internucleosomal fragmentation (laddering) in apoptosis [8].

In present study it was revealed that in 48 hours of cisplatin administration to rats the internucleosomal DNA ladder generated by endogenous $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ endonuclease in liver chromatin loses its characteristic sharpness and we detect widening of DNA bands visualized by agarose gel electrophoresis (fig. 1).

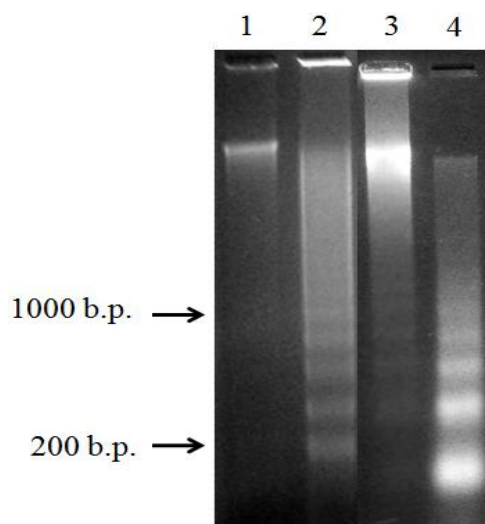


Fig. 1. Rat liver DNA internucleosomal fragmentation in control (lanes 1,2) and after cisplatin administration (lanes 3,4). Lanes 1 and 3- DNA after nuclei isolation, 2 and 4-nuclei incubated with Ca^{+2} (1 mM) and Mg^{+2} (6mM) ions 60 min.

However, changes in DNA ladder configuration after treatment of rats with cisplatin were not accompanied by modulation in DNase 1 accessibility of chromatin (fig. 2).

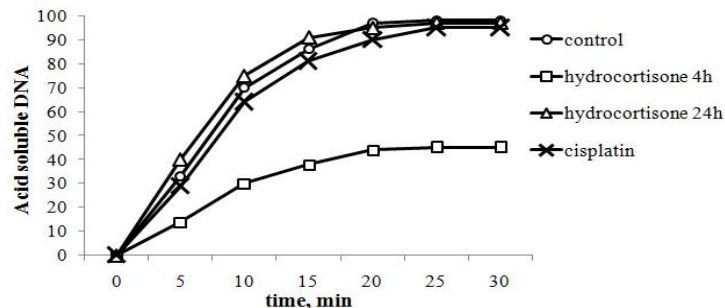


Fig. 2. Kinetics of DNA cleavage in liver chromatin by DNase 1 after treatment of rats with cisplatin and hydrocortisone

These data suggest that after cisplatin injection liver chromatin did not undergo general loosening. We suppose that local unwinding of chromatin areas in vicinity of DNA-cisplatin adducts has no appreciable effect on chromatin condensation in general [1].

Next, it was attempt to determine whether hydrocortisone administration to rats can modulate chromatin condensation in early (4 hours) and late phases (24 hours) of hormone action. Results presented in fig. 3 demonstrate that treatment of rats with hydrocortisone did not alter DNA fragmentation in rat liver nuclei in 4 h.

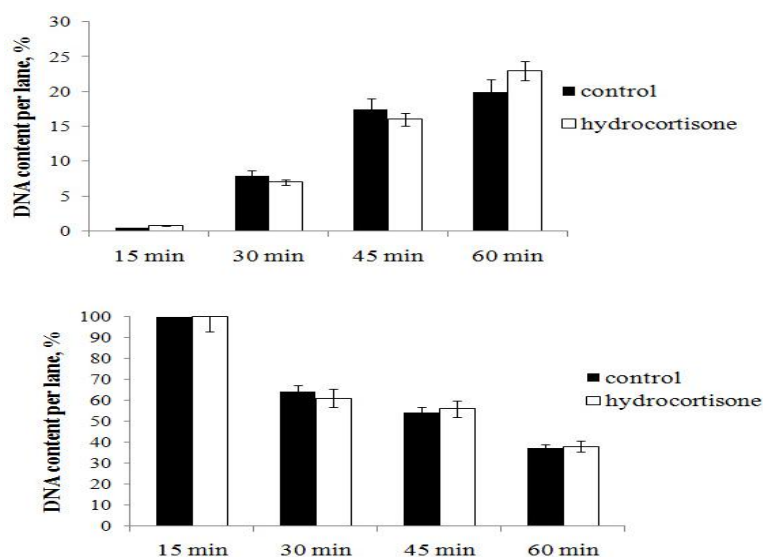


Fig. 3. Intensity of rat liver chromatin DNA internucleosomal fragmentation during different periods of incubation of isolated nuclei in the presence of Ca^{+2} (1 mM) and Mg^{+2} (6 mM) ions in control and after 4 hours of hydrocortisone injection to animals. a-content of 200 b.p. fragments, b- fragments length exceeding 1000 b.p.

However, liver chromatin accessibility to DNase 1 show that it becomes more resistant to DNase 1, which reflects chromatin condensation in 4 hours of hydrocortisone administration to rats. Our data come to show that in 24 hours of treatment with hormone,

susceptibility of chromatin to DNase 1 returns to level demonstrated by liver chromatin of rats not treated with hydrocortisone (control group), while intensity of DNA internucleosomal fragmentation was elevated nearly two-fold (fig. 4,5).

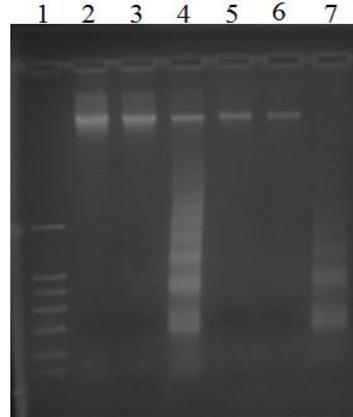


Fig. 4. Rat liver DNA internucleosomal fragmentation in control (lanes 2-4) and after 24 hours of hydrocortisone injection to animals (lanes 5-7), lane 1- DNA ladder sample. Lane 2,5- DNA after nuclei isolation, lanes 3,6- nuclei incubated 60 min with 0,15 mM spermine and 0.5 mM spermidine, lanes 4,7 - nuclei incubated with Ca^{+2} (1 mM) and Mg^{+2} (6mM) ions 60 min

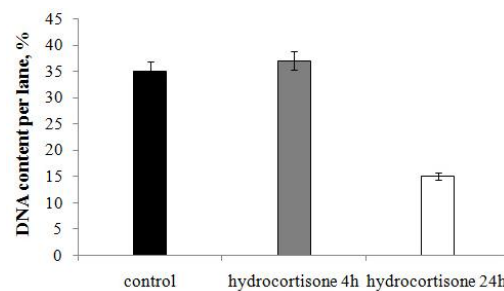


Fig. 5. Intensity of rat liver chromatin DNA internucleosomal fragmentation in control and after 4 and 24 hours of hydrocortisone injection to animals. Fragments length exceeding 1000b.p.

The results of this study revealed permanent activation of DNA internucleosomal fragmentation in 48 hours hydrocortisone injection (fig. 6), which can reflect the loosening of chromatin in internucleosomal regions of the fiber.

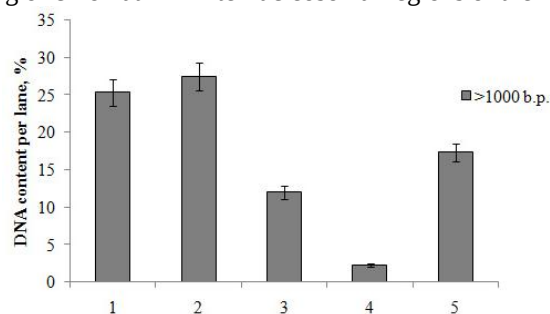


Fig. 6. Intensity of rat liver chromatin DNA internucleosomal fragmentation in 1-control, 2-after treatment of rats with hydrocortisone 4 hours, 3- treatment with hydrocortisone 24 hours, 4- treatment with hydrocortisone 48 hours, 5-co-treatment with hydrocortisone and cisplatin.

DNA internucleosomal fragmentation in liver chromatin of rats which were co-treated with hydrocortisone and cisplatin is less intensive than in chromatin isolated from animals treated only with hydrocortisone. This data indicate that hydrocortisone–cisplatin interaction could prevent loosening of chromatin in internucleosomal chromatin regions induced by cisplatin in 48 hours and might alter the drug cytotoxicity.

REFERENCES

1. *Bellon S.F., Coleman J.H., Lippard S.J.* DNA unwinding produced by site-specific intrastrand cross-links of the antitumor drug cis-diamminedichloroplatinum (II), *Biochemistry*, 30, 32, 8026-35, 1991.
2. *Hewish D.R., Burgoyne L.A.* Chromatin Substructure, The Digestion of Chromatin DNA at Regularly Spaced Sites by a Nuclear Deoxyribonuclease, *Biochemical and Biophysical Res. Com*, 52, 504-510, 1973.
3. *Hughes F.M., Cidlowski J.* Apoptotic nuclease assays, *Methods enzymol*, 322, 47-62, 2000.
4. *Sambrook J., Russel D.* Molecular Cloning, A laboratory manual, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York, 3rded, 1, 6, 4-6, 2001.
5. *Shiokawa D., Tanuma S.* Differential DNases are selectively used in neuronal apoptosis depending on the differentiation state, *Cell Death and Differentiation*, 11, 1112-1120, 2004.
6. *Shiokawa D., Shika Y., Tanuma S.I.* Identification of two functional nuclear localization signals in DNase γ and their roles in its apoptotic DNase activity. *Biochem. J.*, 376, 377-381, 2003.
7. *Widlak P., Peng L., Wang X., Garrard W. T.* Cleavage Preferences of the Apoptotic Endonuclease DFF40 (Caspase-activated DNase or Nuclease) on Naked DNA and Chromatin Substrates, *The Journal Of Biological Chemistry*, 275, 11, 17, 8226-8232, 2000.
8. *Yakovlev A.G., Wang G., Stoica B.A., Boulares H.A., Spoonde A.Y., Yoshihara K., Smulson M.E.* A Role of the $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ -dependent Endonuclease in Apoptosis and Its Inhibition by Poly(ADP-ribose) Polymerase, *The Journal of Biological Chemistry*, 275, 21302-21308, 2000.
9. *Yakovlev A.G., Wang G., Stoica B.A., Simbulan O., Rosenthal C.M., Yoshihara K., Smulson M.E.* Role of DNASIL3 in Ca^{2+} - and Mg^{2+} -dependent cleavage of DNA into oligonucleosomal and high molecular mass fragments, *Nucleic Acids Res.*, 27, 1999-2005, 1999.

Received on 28.08.2017



Биол. журн. Армении, 4 (69), 2017

АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛАКУЧЕЙ ФОРМЫ БЕРЕЗЫ

Г.Г. ОГАНЕЗОВА, М.М. ГРИГОРЯН

Институт ботаники имени А. Тахтаджяна НАН РА
marina-oganezova@rambler.ru

Плакучесть видов рода *Betula*, также как и у рода *Morus* связана с деятельностью прокамбия и камбия. Для плакучей формы березы характерна задержка в развитии лубяных волокон (одной из механических тканей стелы) и замедление в смыкании кольца проводящей системы. У *B.pendula* побеги заполнения в основном “плакучие”, что выразилось в сходстве их анатомических структур по завершении годовичного цикла роста. *B.litwinowii* с ее прямостоящими побегами больше отличается от этих двух видов берез. На примере видов *Morus* и *Betula* можно прийти к заключению, что причиной “плакучести” древесных форм являются вариации активности прокамбия и камбия и их производных.

Береза – плакучие формы – активность прокамбия и камбия

Betula ցեղի լացող ձևի, ինչպես նաև *Morus* ցեղի լացող ձևի առաջացումը կապված է պրոկամբիումի և կամբիումի գործունեության հետ: Կեղև լացող ձևի համար բնորոշ է լուբային թելիկների (սթելի՝ կենտրոնական գլանի, մեխանիկական հյուսվածքներից մեկը) ուշացած զարգացումը և սթելի օղակի ուշացած ձևավորումը: *Betula pendula*-ի սաղարթը լրացնող ընձյուղներն ունեն լացող հատկություն, որոնք տարվա անման սեզոնի վերջում նմանվում են իսկական լացող տեսակի անատոմիական կառուցվածքին: *Betula litwinowii*-ի ուղղաձիգ աճող ընձյուղները իրենց կառուցվածքով ավելի են տարբերվում վերոհիշյալ 2 տեսակներից: *Morus*-ի և *Betula*-ի օրինակով կարելի է գալ եզրահանգման, որ ծառատեսակների լացող ձևերը դրանք պրոկամբիումից և կամբիումից առաջացած հյուսվածքների ակտիվության տարբերության արդյունք են:

Կեղի – լացող ձև – պրոկամբիումի և կամբիումի ակտիվություն

Weeping form of birch, as of *Morus* species are related to procambium and cambium activity. The stem of Birch weeping form have more slow differentiation of secondary phloem (one of the mechanic tissues type) and ring of stele late formation. *Betula pendula* have weeping shoots too and their anatomical structure has similarity with same structure of real weeping form of Birch at the end of one year growing. *Betula litwinowii* with strong shoots is more different in the shoots anatomical structure than two others. One can conclude that the cause of existence of the weeping forms of trees is variability in procambium and cambium activity.

Birch – weeping form – procambium and cambium activity

Плакучие формы – излюбленный объект декоративного садоводства. У берез есть такая форма роста. В качестве исходного материала часто используют культивар березы повислой – *Betula pendula* Roth. “Youngii” и плакучую форму березы полезной – *Betula utilis* D. Don var. *jacquemontii* (Spach) H.J.P. Winkl. “Long

trank”. Побеги культиваров березы используют в качестве привоя на ствол или корневую шейку подвоя.

Происхождение плакучих и других форм, используемых в декоративном садоводстве, вероятнее всего, связано с выявлением рецессивных генов, то есть это генетически детерминированное явление. В естественных популяциях многих видов деревьев выщепляются особи с отличной от обычной для вида формой кроны. При семенном размножении эта особенность кроны наследуется [2]. Нас интересуют структурные особенности плакучих форм, механизм, обеспечивающий геотропизм их побеговой системы на примере березы.

Материал и методика. Материалом для исследования послужили побеги *B. pendula* (береза повислая) и плакучей формы березы, привитой на ствол *B. pendula*, растущих в ботаническом саду Института ботаники НАН РА. Точное происхождение формы неизвестно. Но между плакучей формой и березой повислой есть различия в побеговой системе. Побеговая система последней состоит из сочетания хорошо развитых аукси- и брахибластов. Симподиальная форма ветвления доминирует. У плакучих форм нет брахибластов, их побеги активно нарастают моноподиально. Судя по фотографиям в интернете, плакучий культивар “Long trunk” березы полезной также не имеет укороченных побегов – брахибластов.

Мужские сережки у всех берез развиваются из апикальных почек побегов. Уже в середине лета они сформированы. Женские сережки появляются только весной следующего года. У березы повислой они развиваются из почек, расположенных на брахибластах, а у изученной плакучей формы из боковых почек. Для березы повислой очень характерно развитие множества побегов обогащения с геотропной (повислой) формой роста. Это побеги 2-4 и далее порядков.

Для сравнения изучалась также береза Литвинова (*B. litwinowii* Doluch.). Побеговая система этого вида составлена ауксибластами, выраженных брахибластов нет. Моноподиальное нарастание 1-2 осей, формирующих крону, хорошо выражено. У ветвей второго, третьего порядков также преобладает моноподиальное нарастание. Для побегов обогащения, начиная с 4 порядка, характерна слабая повислость [3]. У молодых деревьев, только формирующих основу кроны, повислость не выражена.

Использованы сравнительно морфологический и сравнительно-анатомический методы. Изучено строение пазушных почек, сделан сравнительный почечный анализ для березы повислой, плакучей формы и березы Литвинова. Изучены анатомическое строение точек роста ауксибластов и двулетний брахибласт *B. pendula* (сборы 29.02. и 26.08. 2016 г.; 12.05.2017), побеги плакучей формы (те же сроки сбора) и *B. litwinowii* (сбор 26.08.2016 г.; 10.03. и 12.05. 2017 г.) на поперечных (ПС), тангентальных (ТС) и радиальных (РС) срезах. Параметры проводящих элементов приведены на основе среднестатистических данных. Использовалась обычная методика анатомических исследований на микроскопе “Olimpus”. Компьютерные фотографии выполнены с помощью микроскопа “Medisar”. Предельные параметры элементов ксилемы и механических тканей приведены на основании не менее 10 измерений.

Результаты и обсуждение. Почки. Пазушные почки берез относятся к закрытому типу. У березы повислой почка прикрыта 8 жесткими коричневыми чешуями, которые, теряя окраску, постепенно удлиняются и утончаются. За ними следуют 2 зеленых листочка, между которыми развивается 1 прозрачная чешуйка. Все эти структуры прикрывают точку роста побега.

У пазушной почки березы Литвинова развиты 4 жесткие коричневые чешуйки, за ними – 4 более крупные, постепенно теряющие цвет и соответственно жесткость чешуйки. Затем 1 прозрачная чешуйка, 1 зеленый лист, 2 прозрачные чешуйки и еще 1 зеленый лист. Эти структуры прикрывают точку роста.

Пазушная почка плакучей формы также отличается от таковой березы повислой числом жестких наружных чешуй. Почка прикрыта 2 жесткими наружными чешуями, затем следуют 2 более длинные и более тонкие чешуйки. Число зе-

ленных листочков с прозрачной чешуйкой между ними, прикрывающими точку роста, не отличается от таковых у березы повислой. То есть точка роста пазушной почки плакущей формы наименее защищенная по сравнению с таковыми у березы повислой и березы Литвинова. Но, судя по одинаковому количеству развитых зеленых листочков, степень готовности почек к росту у них сравнимая.

Betula pendula (береза повислая). Сбор 12.05. 2017. ПС. Весеннее отрастание побега под точкой роста (рис. 1). Эпидерма с многочисленными простыми и железистыми щитовидными волосками [10], с незначительным утолщением наружной клеточной стенки и тонкой кутикулой. Под эпидермой располагаются 3 слоя колленхимы. Общая толщина эпидермы и колленхимы колеблется в пределах 120 мкм. Устьица немногочисленны. Паренхима коры составлена 5-6 слоями, есть небольшие схизогенные полости и редкие идиобласты с друзами кристаллов кальция. Начинают формироваться чечевички. Стела пучковая. Волокна луба выделяются только отсутствием содержимого. Проводящие элементы ксилемы образуют радиальные ряды, иногда – группы, но клетки не полностью сформированы. Незначительные, слабо лигнифицированные утолщения клеточных стенок отмечены только у самых первых проводящих элементов. В следе листа таковых от 2 до 4 в ряду, в остальных пучках стелы от 1 до 2. Максимальный продольный размер постоянного проводящего пучка варьирует в пределах 1,9-2,1мм, тогда как этот размер пучка листового следа в пределах 2,5-3 мм. Очертания сердцевины неправильной формы, в ее клетках встречаются друзы кристаллов кальция.

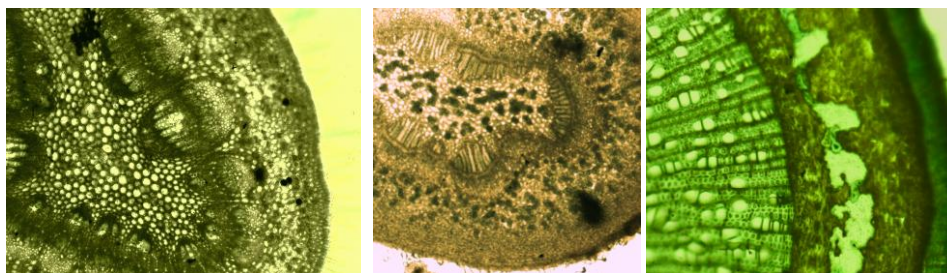


Рис. 1. Береза повислая, август, фрагмент ПС, май; $\times 10$. **Рис. 2.** Береза повислая, август, ПС точки роста; $\times 10$. **Рис. 3.** Береза повислая, август, ПС ниже точки роста; $\times 10$.

Сбор 26. 08. 2016. ПС. Апикальная часть ауксибласта (рис. 2). Клетки эпидермы по форме слегка радиально вытянутые, с желтоватым содержимым. По сравнению с весенними побегами клеточные стенки у них более утолщенные, в остальном – без изменений. Под эпидермой – около 4-5 слоев пластинчатой колленхимы, далее – около 10 слоев с развитыми межклетниками и многочисленными идиобластами с друзами оксалата кальция. Стела пучковая. Клеточные стенки лубяных волокон немного утолщены. Многочисленные механические элементы ксилемы уложены в радиальные ряды. Между рядами этих клеток паренхимы лучей. В паренхиме сердцевины много идиобластов с друзами оксалата кальция. Ниже апикальной части на расстоянии ~1см (рис. 3) эпидерма без изменений, но ее содержимое более плотное, ярко-красного цвета, под ней ~10 слоев перидермы. Клетки феллемы с незначительным утолщением стенок, лишены содержимого, бесцветные. За перидермой следуют 2 слоя колленхимы, около 7 слоев коровой паренхимы с развитыми межклетниками, схизогенными полостями. Клетки твердого луба отличаются чрезвычайным утолщением стенок, их клеточная полость практически неразличима. Между группами лубяных волокон, которые сконцентрированы над флоэмой, располагаются крупноклеточные склереиды с пористым утолще-

нием клеточных стенок. Стела кольцевая. В ксилеме сосуды образуют радиальные ряды и группы. Контуры сосудов квадратные, прямоугольные, пятигранные. Диаметр крупных сосудов равен $\sim 0,07-0,06$ мм, мелких $\sim 0,015$ мм. Волокнистые трахеиды обильные, древесная паренхима в основном апотрахеальная: терминальная, диффузная, иногда – вазикентрическая. Лучи однорядные. Сердцевина из крупных клеток округлой формы, с пористым утолщением стенок.

ТС, РС. Сосуды лестничные с небольшим или более длинным пористым клювиком. Число перекладин варьирует от 3-6, 10-11 до 20-21. Встречаются членики сосудов с вильчатым клювиком. Боковые стенки с очередной поровостью. Длина члеников сосудов варьирует от $\sim 0,25$ мм до $\sim 0,75$ мм. Проводящие элементы древесины представлены также трахеидами со спиральным утолщением стенок, очередной поровостью, с длинными и короткими кончиками. Механические элементы ксилемы составлены волокнистыми трахеидами. Лучи однорядные, гомогенные, высота их варьирует от 8 до 20 клеток.

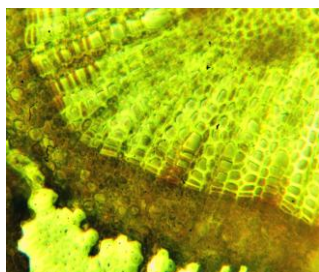


Рис. 4. Береза повислая, весна 2-го года, волокна луба. х 4. ПС.



Рис. 5. Береза повислая, весна 2-го года, фрагмент ПС. х 40.

Сбор 29. 02. 2016 (рис. 4, 5). В начале второго года роста в структуре побегов еще сохраняется эпидерма. Два наружных слоя феллемы имеют красновато-коричневое содержимое, остальные – без такового. Чечевички присутствуют. Пластинчатая колленхима и паренхима коры без особых изменений. Есть идиобласты с друзами кристаллов. На границе со стелой выделяется слой эндодермы, который до этого был малозаметным. Волокна луба толстостенные, судя по степени окрашивания они незначительно лигнифицированы. Древесина рассеянно-сосудистая. В ксилеме выделяются радиальные ряды в контуре в основном квадратных проводящих элементов. Древесная паренхима терминальная, диффузная. Деления в перимедуллярной зоне, которая изначально была активна, сохраняются. Типы и размеры клеток ксилемы без изменений. Лучи однорядные гомогенные, высота варьирует от 4-5 до 10-15-18 клеток. Лучи могут контактировать сразу с двумя сосудами, с сосудом и волокнами.

Особо следует отметить радиальные размеры общего прироста ксилемы за первый год вегетации. У образцов этого вида он в среднем составил от 1,6-1,9 мм.

Брахибласты формируются из пазушных почек ауксибласта на второй год его развития. У двулетнего брахибласта, в отличие от ауксибластов, более многослойная перидерма, до 5 слоев пластинчатой колленхимы, паренхима коры также с развитыми межклетниками и множеством схизогенных полостей. Лубяные волокна не образуют значительных скоплений над флоэмой, а представлены отдельными клетками. Стела сомкнута.

Betula litwinowii (береза Литвинова). Сбор 12.05.2017. ПС. Весеннее отращивание побега под точкой роста (рис. 6-8). Эпидерма подобна таковой березы по-

вислой с многочисленными простыми и железистыми щитовидными волосками, последние – единичные. Под эпидермой располагаются 3-4 слоя колленхимы. Общая толщина эпидермы и колленхимы составляет ~ 125 μ . Устьица немногочисленны. Паренхима коры составлена 7-8 слоями клеток, есть полости и друзы кристаллов кальция. Границы отдельных проводящих пучков стелы хорошо очерчены.

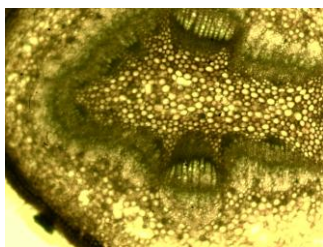


Рис. 6. Береза Литвинова, фрагмент ПС точки роста, май; $\times 10$.

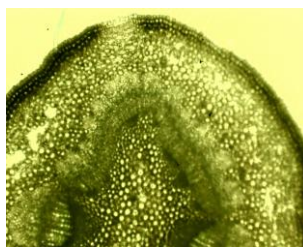


Рис. 7. Береза Литвинова, щитовидный железистый волосок; май, $\times 40$.



Рис. 8. Фрагмент ПС точки роста березы Литвинова, май, $\times 4$.

Чуть ниже на расстоянии ~ 1 см наблюдается начало процесса формирования чечевичек, число схизогенных полостей в коре увеличивается, разрастается межпучковая паренхима. Максимальный радиальный размер постоянного проводящего пучка ~ 1,6 мм, тогда как размер пучка листового следа ~ 2,2 мм. Намечаются радиальные ряды проводящих элементов. Незначительным, слабо лигнифицированным утолщением клеточных стенок выделяются 2-3 элемента ксилемы, в следе листа их немного больше – до 4. Очертания сердцевины приобретают неправильную форму, в ее клетках появляются друзы кристаллов кальция.

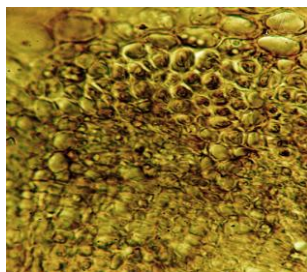


Рис. 9. Фрагмент ПС точки роста березы Литвинова, август; утолщений луба нет; $\times 10$, фрагмент ПС.

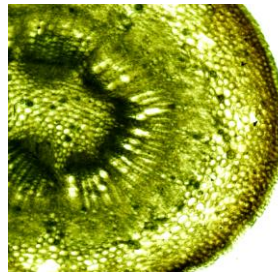


Рис. 10. Фрагмент ПС стелы березы Литвинова, чуть ниже точки роста, заметно утолщение луба; $\times 40$.

Сбор 26.08.2016. ПС (рис. 9, 10). Эпидерма апикальной части побега с многочисленными простыми и щитовидными волосками, часть из которых еще сохраняет живое содержимое красноватого цвета, морфологически сходна с таковой у березы повислой. Утолщения клеточных стенок эпидермы более развитые, чем у последней. Под эпидермой развиваются ~ 2-3 слоя пластинчатой колленхимы, стенки которой красновато-коричневые. Коровая паренхима из ~ 5-6 слоев клеток, с небольшими межклетниками, схизогенные полости небольшие, их немного. Стела сохраняет пучковость, между проводящими пучками сохраняется паренхима, сходная с коровой паренхимой. Волокна луба тонкостенные. Ксилема состоит из сосудов, уложенных в радиальные ряды по 2-3, иногда до 6 клеток в ряду, древесной паренхимы, волокнистых трахеид. Отмечены деления в перимедуллярной зоне.

Сердцевина составлена из крупных тонкостенных клеток, в очертании она неправильной формы.

Ниже точки роста появляются незначительные утолщения клеточных стенок вторичного луба, механические свойства ксилемы больше выражены. Стела постепенно полностью смыкается.

Сбор 10.03.2017. Второй год вегетации. ПС (рис. 11). В апикальной части побега сохраняется эпидерма с простыми волосками. 5-6 слоев перидермы расположены под эпидермой. Число слоев колленхимы с красновато-коричневыми клеточными стенками достигает 4. Число слоев коровой паренхимы равно ~ 9. Схизогенные полости небольшие и редкие. Проводящее кольцо сомкнуто. Волокна первичного луба такие же, как у березы повислой уже в августе предшествующего года, но размеры групп клеток луба меньше, чем у березы повислой. Между этими группами также развиваются макросклериды. Границы годового кольца ксилемы выделяются терминальной паренхимой. Древесина рассеяннососудистая. Просветы сосудов довольно большие, диаметр наиболее крупных сосудов достигает 0,08 мм, мелких – 0,02 мм. Сосуды в основном расположены в радиальных рядах, встречаются одиночные, их контуры квадратные, реже – овальные. Стенки сосудов утолщены незначительно. Кроме терминальной паренхимы есть лучевая, вазицентрическая. Лучи многочисленные. Деления в перимедуллярной зоне и неправильные очертания сердцевины сохраняются. Клетки сердцевины с простыми утолщениями клеточных стенок.

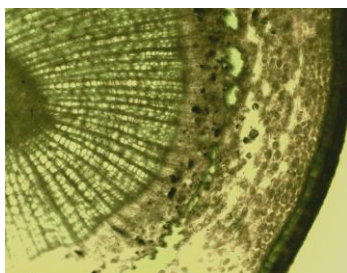


Рис. 11. Фрагмент ПС годичного стебля березы Литвинова, весна. Группы лубяных волокон сравнительно небольшие; $\times 10$.

ТС, РС. Лучи гомогенные, однорядные, их высота варьирует от 13 до 23 и более клеток. Сосуды лестничные, число переключин в пределах 14-16. Клювики сосудов небольшие, иногда почти их нет, поровость боковых стенок – очеречная. Длина члеников сосудов варьирует 0,65-1 мм. Волокнистые трахеиды обильные.

Радиальный прирост ксилемы у этого вида за первый год вегетации составил от 3 мм до 6 мм.

Плакучая форма березы. Сбор 12.05.2017. ПС (рис. 12, 13). Клетки эпидермы такие же, как у двух вышеописанных видов березы, есть щитовидные волоски и редкие простые одноклеточные. Колленхима двуслойная, паренхима коры из ~10 слоев клеток с небольшими схизогенными полостями. Особенности лубяных волокон и ксилемы не отличаются от таковых у двух других видов, но радиальные размеры проводящих пучков – постоянных и пучков листового следа как по размеру, так и по количеству уже сформированных проводящих элементов мало отличаются друг от друга. Они варьируют в пределах 2,3-2,1-1,6-1,8-2 мм.

Сбор 26.08.2016. ПС. В апикальной части побега (рис. 14). Клетки эпидермы отличаются от таковых в весенних образцах только немного радиально вытянутой

формой клеток и значительным утолщением клеточной стенки. Сохраняются колленхима, паренхима коры. Стела пучковая, волокна луба без утолщений.



Рис. 12. Форма, ПС фрагмента точки роста, май, х 4.



Рис. 13. Форма, ПС фрагмента точки роста, август, х 10.

На расстоянии нескольких миллиметров от точки роста между эпидермой и 3 слоями пластинчатой колленхимы формируется перидерма из 5-6 слоев. Коровая паренхима с развитыми межклетниками и схизогенными полостями. Среди клеток паренхимы отмечены идиобласты с друзами кристаллов оксалата кальция. Стела сохраняет пучковость, между пучками – паренхима. Волокна луба постепенно утолщаются, но на этой стадии развития побега они не образуют больших групп, сравнимых с группами волокон *Betula pendula*. Ксилема составлена сосудами, трахеидами, волокнистыми трахеидами. Паренхима сердцевины с немного утолщенными пористыми клеточными стенками. Среди них есть идиобласты с друзами оксалата кальция.

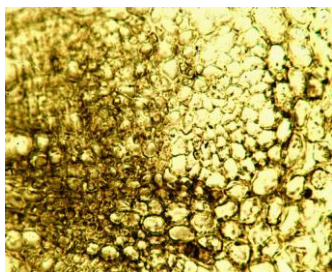


Рис. 14. Форма. Август. ПС фрагмента стелы ниже точки роста; х 40. Утолщений луба нет.

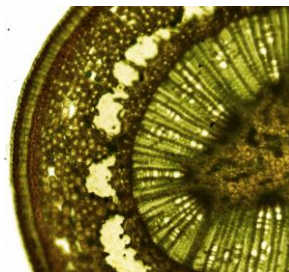


Рис. 15. Форма. Весна второго года. Фрагмент апекса побега до начала роста с 2 полосами межпучковой паренхимы х 10.

Сбор 29.02.2016. ПС (рис. 15). В начале второго года развития эпидерма побега еще сохраняется практически без изменений. Отмечены редкие одноклеточные простые волоски, чечевички. Под эпидермой те же 5-6 слоев перидермы. Цвет их клеточных стенок от периферии к более глубоким слоям меняется от красновато-коричневого к желтому. Под перидермой развиты 2 слоя пластинчатой колленхимы из крупных овальных клеток с незначительным равномерным утолщением клеточных стенок, окрашенных темно-желтым цветом. 6-7 слоев коровой паренхимы сохраняется без особых изменений. Развита эндодерма с крахмальным содержимым. Стела сомкнутая, но в отличие от двух других видов берез, местами эта сомкнутость прерывается радиальной группой (полоской) из 2-3 парен-

химных клеток. На ПС изученных образцов таких полосок было 3-4. Волокна первичного луба на этой стадии приобретают сходство с таковыми у двух других видов, они образуют над флоэмой группы из 5-7 слоев клеток. Между группами волокон луба – макросклериды. Структура ксилемы и сердцевины такая же, как у двух других видов.

РС, ТС. Эпидерма, пробковая ткань, колленхима, паренхима коры такие же, как на поперечном срезе. Слои волокон луба со значительным, слабо лигнифицированным утолщением клеточных стенок.

Сосуды ксилемы с лестничными перекладинами и небольшим или более длинным пористым клювиком. Число перекладин варьирует от 3-6, 10-11 до 20-21. Встречаются членики сосудов с вильчатым клювиком. Поровость боковых стенок сосудов очередная. Диаметр сосудов варьирует от ~25μ до ~50μ. Длина члеников также варьирует от ~0,25мм до ~0,5мм.

В составе ксилемы присутствуют также трахеиды со спиральным утолщением стенок, с длинными и короткими кончиками, волокнистые трахеиды. Лучи однорядные, гомогенные, высота их варьирует от 4-5 до 10-15-18 клеток. Лучи могут контактировать сразу с двумя сосудами, с сосудом и волокнами.

Радиальный прирост ксилемы за первый год вегетации у формы составил в среднем от 1,8 мм до 2,5 мм.

По результатам сравнительного изучения структуры побегов в течение годичного роста можно прийти к выводу, что при сохранении общих структурных особенностей формирования и роста стеблевой части побега есть отличия в сроках и степени формирования его механической составляющей. Так, завершение формирования системы вторичного луба уже в августе характерно только для березы повислой, тогда как береза Литвинова и форма характеризуются или незначительным утолщением клеточных стенок этой ткани (береза Литвинова), или почти отсутствием утолщений (форма). Интересно, что по завершении годичного цикла вторичный луб формы и березы повислой вполне сравнимы друг с другом, тогда как у березы Литвинова группы этих клеток менее развиты. Механическая составляющая ксилемы у всех трех берез одинаковая. Кроме лестничных сосудов, клеточные стенки которых не отличаются особым утолщением, это трахеиды и обильные волокнистые трахеиды. Самый значительный радиальный годичный прирост ксилемы отмечен у березы Литвинова (до 6 см), далее показатель у формы (до 2,5 см), самый незначительный у березы повислой (1,9 см). Есть еще один параметр, который определяет форму роста у этих берез. Это время образования сомкнутой стелы. Если сравнить августовские сборы, то смыкание стелы в ауксибластах березы повислой наблюдается на более ранних стадиях роста побега, чем у березы Литвинова. Тогда как у формы это происходит еще позже.

Можно заключить, что повислая форма роста у изученной “плакучей” березы связана, прежде всего, с задержкой формирования механических свойств вторичного луба и формирования сомкнутой стелы. То есть, как и в случае с плакучими формами шелковицы [4], у “плакучей” березы наблюдается замедление процессов дифференциации как первичных тканей стелы (лубяные волокна первого года роста – это сформированная прокамбием первичная флоэма), так и вторичных, а именно ксилемы. Оба этих компонента структуры стебля ответственны за его механические свойства. Несмотря на то что ко второму году роста эти отличия уже стираются и структуры становятся сходными, плакучая форма роста – результат первого года вегетации побега сохраняется. Интересно заметить, что, возможно, “плакучесть” побегов наращения березы повислой связана с наименьшим уровнем годового прироста ксилемы у трех сравниваемых берез. С другой стороны, некоторое отставание дифференциации побегов березы Литвинова в летний период

преодолевается наибольшим годовым радиальным приростом его побегов, что определяет обычную форму кроны у этого вида.

Обзор литературы по разным видам берез показал, что структурные особенности ксилемы изученных видов соответствуют описаниям ксилемы у многих других видов берез [1, 5-8]. Но особо следует отметить замечание Metcalf, Chalk [9], сделанное по результатам работы Cousins [8], которая обнаружила разную степень и разное расположение склеренхимы флоэмы, в результате чего менялись некоторые характеристики ксилемы. Ванин [1], сравнивая березу Шмидта (железную березу) с березой обыкновенной, пришел к выводу, что особенности первой связаны только с размерами микроскопических элементов механических тканей березы Шмидта. Они более толстостенные, с меньшим диаметром полостей. Очевидно, для видов этого рода вариабельность по механическим составляющим стебля является характерной особенностью, обусловленной спецификой активности производных прокамбия и камбия. Именно это и является причиной формирования самых разных типов роста побега.

У ранее изученной нами шелковицы белой [4] геотропизм ростовых побегов первого года вегетации, определяющий ее “плакучий” габитус, является результатом асимметрии процессов дифференциации производных первичных и вторичных тканей – перицикла и камбия. Таким образом, на примере *Morus alba* и видов *Betula*, можно прийти к заключению, что причиной “плакучести” древесных форм являются вариации активности прокамбия и камбия и их производных.

Исследование выполнено при финансовой поддержке ГКН МОН в рамках научной программы 15Т-1F325 “Эколого-биологические аспекты оценки декоративности древесных и использования их в озеленении”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ванин С.И. О древесине березы Шмидта. Советская ботаника, 1, 103-110, 1937.
2. Колесников А.И. Декоративная дендрология. М., “Лесная промышленность”, 704 с., 1974.
3. Мулкиджанян Я.И. Род *Betula*. Флора Армении. Ереван, АН Арм.ССР. 4, 391-397, 1962.
4. Оганезова Г.Г., Григорян М.М. Особенности анатомической структуры плакучей формы *Morus alba*. Биолог. журн. Армении, LXIX, 3, с.33-38, 2017.
5. Чавчавадзе Е.С., Сизоненко О.Ю. Некоторые аспекты формирования вторичной ксилемы арктических растений. Тезисы докл. II (X) съезда РБО “Проблемы ботаники на рубеже XX-XXI веков”, 1, 90, 1998.
6. Чавчавадзе Е.С., Сизоненко О.Ю. Структурные особенности древесины кустарников и кустарничков арктической флоры России. СПб, “Росток”, 271 с. 2002.
7. Яценко-Хмелевский А. А. Древесины Кавказа. Рукопись. 2, 152-170.
8. Cousins S.M. Comparative anatomy of the stem of *Betula pumila*, *B. lepta*, and the hybrid *Betula Jackii*. Journ. Arnold Arboretum, 14, 4, 351-355, 1933.
9. Metcalf C.R., Chalk L. Anatomy of the DICOTYLEDONS. *Betulaceae*. Oxford, “Clarendon Press”, 2, 1302-1305, 1965.
10. Solereder H. Systematic anatomy of the dicotyledons. *Betulaceae*. Oxford, “Clarendon Press”. II, 1183, 1908.

Поступила 15.05.2017



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4(69), 2017

ՀՐԱԶԴԱՆ ԳԵՏԻ ՋՐԻ ՈՐԱԿԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ ԸՍՏ ՄԱՆՐԵԱՐԱՆԱԿԱՆ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԻ

Ռ.Ր. ԿՈՐԵԼՅԱՆ

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

2015 թ. Հրազդան գետի տարբեր դիտակետերում կատարվել են մանրէաբանական ուսումնասիրություններ: Սապրոֆիտ մանրէների և կոլի-ինդեքսի հիման վրա կատարվել է ջրի որակի գնահատում: Հետազոտության արդյունքում պարզվել է, որ գետի ստորին հոսանքում ջուրն աղտոտված է կոմունալ կենցաղային հոսքաջրերով:

Հրազդան գետ – սապրոֆիտ մանրէներ – կոլի-ինդեքս – ջրի որակ

В 2015 г. проведены микробиологические исследования на разных станциях р.Раздан. На основе количества сапрофитных бактерий и коли-индекса проведена оценка качества речной воды. Результаты исследования показали, что речная вода в нижнем течении загрязнена коммунально-бытовыми сточными водами.

Река Раздан – сапрофитные бактерии – коли-индекс – качество воды

In the 2015 microbiological investigations at the different sampling points of River Hrazdan have been conducted. Based on the number of saprophytic bacteria and Coli index an assessment of the river water quality has been conducted. According to the results the river water in the lower streams was polluted by municipal wastewater.

Hrazdan River – saprophytic bacteria – coli-index – water quality

Հրազդան գետը Արաքս գետի խոշոր վտակներից է: Ունի 141 կմ երկարություն: Ավազանի մակերեսը 2650 կմ² է: Այն, սկիզբ առնելով Սևանա լճից, հոսում է Հայաստանի չորս (Գեղարքունիք, Կոտայք, Երևան, Արարատ) մարզերով և թափվում Արաքս գետ:

Հրազդան գետի ջրերն օգտագործվում են էներգետիկ, ոռոգման և ռեկրեացիոն նպատակներով: Գետը ենթարկվում է հզոր մարդածին ազդեցության: Գյուղատնտեսական, արդյունաբերական և կենցաղային հոսքաջրերի ազդեցության արդյունքում գետի ջրերն աղտոտվում են, իսկ հիդրոբիոտները ենթարկվում են լուրջ փոփոխությունների:

Ջրային էկոհամակարգի աղտոտվածության առավել զգայուն ցուցանիշ է սապրոֆիտ մանրէների առկայությունը: Մանրէներն զբաղեցնում են հատուկ էկոլոգիական խորշ, ապահովում են բոլոր կարևոր տարրերի շրջանառությունը, առաջատար տեղ են զբաղեցնում օրգանական և անօրգանական նյութերի փոխակերպման գործում՝ առաջացնելով հիդրոբիոտների համար հեշտ յուրացվող միացություններ: Հեշտ յուրացվող օրգանական նյութերի աննշան փոփոխությունը հանգեցնում է սապրոֆիտ մանրէների համարժեք փոփոխության: Մեզոֆիլ սապրոֆիտ մանրէները (24 °C ընթացքում, 37°C աճող) և կոլի-ինդեքսը (աղիքային ցուպիկների քանակը 1 լ ջրում) ջրահամակարգերի սանիտարա-մանրէա-

բանական վիճակի գնահատման ցուցանիշ են, քանի որ դրանց առկայությունը բնութագրում է մարդկանց և կենդանիների կողմից հիդրոհամակարգ ներմուծված միկրոֆլորան: Ուստի գետի ջրերի մանրէաբանական հետազոտությունը խիստ կարևոր է [5]:

Նյութ և մեթոդ: 2015 թ-ին Հրազդան գետում էկոլոգասանիտարական ուսումնասիրություններ իրականացնելու նպատակով գարուն – աշուն ժամանակահատվածում նմուշառում է կատարվել Հրազդան գետի 7* ստորին հոսանք դիտակետերից: Հրազդան գետի ակունք, Մարմարիկ և Հրազդան գետերի միախառնման հատված, Բջնի գյուղից առաջ, Բջնի գյուղից հետո, «Արզնի» առողջարանից հետո, Գետամեջ գյուղի տարածք, Հրազդան գետի (Նկ. 1):

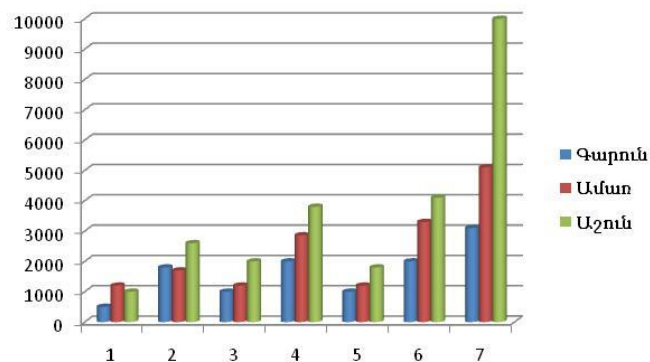


Նկ. 1. Հրազդան գետի ավազանի ընտրված դիտակետերը:

Ուսումնասիրություններն կատարվել են մանրէաբանության մեջ ընդունված մեթոդներով [2, 6]: Սապրոֆիտ մանրէների թվաքանակը՝ ԳԱՄ/մլ (զադույթ առաջացնող մանրէներ) որոշվել է 37°C, չոր սննդարար ագարից պատրաստված ստանդարտ սննդամիջավայրում, աճի համապատասխանաբար մեկ օրվա հաշվարկով, իսկ կոլի-ինդեքսը ԳԱՄ/լ (զադույթ առաջացնող մանրէներ)՝ մեմբրանայի ֆիլտրման մեթոդով [2-4]: Գետի ջրի որակի գնահատումը կատարվել է ըստ Դոմանենկոյի [7]:

Արդյունքներ և քննարկում: 2015 թ. կատարված մանրէաբանական հետազոտությունների արդյունքում Հրազդան գետի ակունքում գրեթե ողջ տարին գրանցվել է սապրոֆիտ մանրէների փոքր թվաքանակ՝ 500-1200 ԳԱՄ/մլ (Նկ. 2): Նշված դիտակետում աղիքային ցուպիկ չի հայտնաբերվել (աղ. 1):

Մարմարիկ և Հրազդան գետերի միախառնումից հետո սապրոֆիտ մանրէների թվաքանակը զգալիորեն աճել է, տատանվելով 1700-2600 ԳԱՄ/մլ սահմանում, աղիքային ցուպիկ չի հայտնաբերվել:



Նկ. 2. 2015թ. Հրազդան գետի տարբեր դիտակետերում սապրոֆիտ մանրէների թվաքանակը (ԳԱՄ/մլ)
 1. Հրազդան գետի ակունք, 2. Մարմարիկ և Հրազդան գետերի միախառնման հատված,
 3. Բջնի գյուղից առաջ, 4. Բջնի գյուղից հետո, 5. Արզնի առողջարանից հետո,
 6. Գետամեջ (մինչև Երևան քաղաք մտնելը), 7. Հրազդան գետի ստորին հոսանք:

Աղյուսակ 1. Հրազդան գետի որոշ դիտակետերում ջրի ջերմաստիճանը և կոլի-ինդեքսը ԳԱՄ/լ (2015 թ.)

Դիտակետեր	Գարուն		Ամառ		Աշուն	
	Կոլի-ինդեքս, ԳԱՄ/լ	T°C	Կոլի-ինդեքս, ԳԱՄ/լ	T°C	Կոլի-ինդեքս, ԳԱՄ/լ	T°C
Հրազդան գետի ակունք	-	9	-	18	-	14
Մարմարիկ գետը Հրազդան գ-ին խառնվելուց հետո	-	7	-	16	-	14
Բջնի գյուղից առաջ	-	10	-	13	-	15
Բջնի գյուղից հետո	20 000	10	30 000	12	20 000	16
Արզնի առողջարանից հետո	-	12	-	16	-	18
Գետամեջ (մինչև Երևան քաղաք մտնելը)	10 000	12	-	20	10 000	19
Հրազդան գետի ստորին հոսանք	30 000	15	51 000	22	50 000	18

Բջնի գյուղից առաջ ջուրը եղել է համեմատաբար մաքուր: Այս դիտակետում սապրոֆիտ մանրէների թվաքանակը տատանվել է 1000-2000 ԳԱՄ/մլ սահմանում: Վերջինս, հավանաբար, առատ տեղումների հետևանք է: Աղիքային ցուպիկ չի հայտնաբերվել: Բջնի գյուղից հետո նկատվել է սապրոֆիտ բակտերիաների թվաքանակի աճ, որը պայմանավորված է անթրոպոգեն ազդեցությամբ: Այս դիտակետում գետի ջրում գրեթե բոլոր ամիսներին հայտնաբերվել է աղիքային ցուպիկ: Կոլի-ինդեքսը հավասարվել է 20-30 հազ. ԳԱՄ/լ: «Արզնի» առողջարանից հետո ընկած դիտակետում գետի ջուրը հասցրել է բավականին մաքրվել: Սապրոֆիտ մանրէների քանակը հասել է նվազագույնի՝ 1000-1800 ԳԱՄ/մլ: Աղիքային ցուպիկ չի հայտնաբերվել:

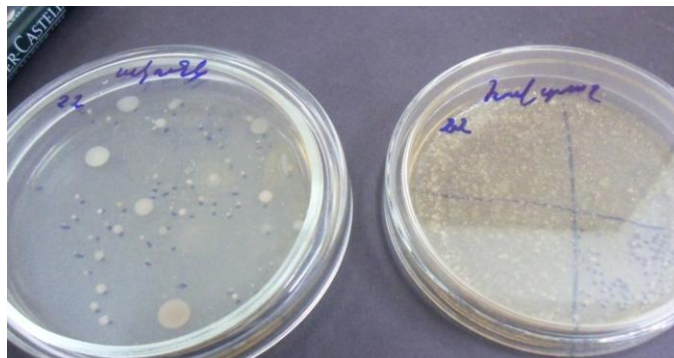
Գետամեջ (մինչև Երևան քաղաք մտնելը) գյուղի տարածքում կրկին ավելացել է սապրոֆիտների քանակը՝ 2000-4100 ԳԱՄ/մլ: Սապրոֆիտ բակտերիաների ամենաբարձր թվաքանակ գրանցվել է աշնանը՝ 4100 ԳԱՄ/մլ: Գարնան և աշնան ամիսներին հայտնաբերվել է աղիքային ցուպիկ, կոլի-ինդեքսը հավասարվել է՝ 10000 ԳԱՄ/լ:

Հրազդան գետի ստորին հոսանքում, Հովտաշեն գյուղից հետո, տարվա բոլոր եղանակներին գրանցվել է սապրոֆիտ բակտերիաների համեմատաբար մեծ թվաքանակ՝ 3-10 հազ. ԳԱՄ/մլ: Նշված դիտակետում առավելագույն թվաքանակ գրանցվել է

աշնանը՝ 10 հազ. ԳԱՄ/մլ: Այս դիտակետում բոլոր ամիսներին հայտնաբերվել է աղիքային ցուպիկ, կոլի-ինդեքսի արժեքը տատանվել է 30-50 հազ. ԳԱՄ/լ սահմանում:

2015 թ. կատարված մանրէաբանական հետազոտությունների արդյունքները ցույց են տվել, որ Հրազդան գետում սապրոֆիտ մանրէների ավելի բարձր թվաքանակ գրանցվել է աշնանը: Աշնանը ջրային բույսերի փտման հետևանքով ջրում ավելացել է օրգանական նյութի քանակը, բացի այդ անձրևաջրերի հետ գետ է լցվել նաև մեծ քանակությամբ օրգանական նյութ, որը նպաստել է սապրոֆիտ մանրէների աճին և զարգացմանը:

Այսպիսով, կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքում սապրոֆիտ բակտերիաների նվազագույն թվաքանակ գրանցվել է Հրազդան գետի ակունքում (3100-50000 ԳԱՄ/մլ), իսկ առավելագույն թվաքանակ՝ ստորին հոսանքում (5-10 հազ.) (նկ. 3):



Նկ. 3. 2015թ. Հրազդան գետի ակունքում և ստորին հոսանքում սապրոֆիտ մանրէների թվաքանակը:

Ընդ որում սապրոֆիտ բակտերիաների թվաքանակն աճել է բնակավայրերի հոսքաջրերի արդյունքում: Հետևաբար, հաշվի առնելով սապրոֆիտ բակտերիաների թվաքանակը և կոլի-ինդեքսի արժեքները կարելի է ասել, որ Հրազդան գետը ենթարկվել է մարդածին ազդեցության (աղ. 1):

Համաձայն Ռոմանենկոյի մակերևութային ջրերի որակի Էկոլոգասանիտարական դասակարգման [3], ելնելով սապրոֆիտ մանրէների թվաքանակից, Հրազդան գետի ջուրը վերին հոսանքում դասվել է «շատ մաքուրից» – «լիովին մաքուր» ջրերի կարգին, միջին հոսանքում գետի ջուրը գարնանը դասվել է «մաքուր», իսկ ամռանն ու աշնանը՝ «բավարար մաքուր» ջրերի կարգին: Ստորին հոսանքում գարնանը՝ ջուրը դասվել է «թույլ աղտոտված», ամռանը՝ «չափավոր աղտոտված», աշնանը՝ «շատ կեղտոտ» ջրերի կարգին:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Չիլինգարյան Լ.Ա., Մաքսակալյան Բ.Պ., Աղաբաբյան Կ.Ա., Թոքմաջյան Հ.Կ. Հայաստանի գետերի և լճերի ջրագրությունը, Երևան, 2002, էջ 13:
2. Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды, Тель-Авив, 2006, с. 478.
3. Лабинская А.С. Микробиология с техникой микробиологических исследований. М., с. 303-314, 1978.
4. Методические указания по санитарно-микробиологическому анализу воды поверхностных водоемов, М., с. 36., 1981
5. Прунтова О.В., Сахно О.Н. Лабораторный практикум по общей микробиологии, с. 6-15, 2005.
6. Родина А.Г. Методы водной микробиологии. М., с. 355, 1965.
7. Романенко В.Д., Оксик О.П. и др. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты, Киев, с. 218-221, 1990.

Ստացվել է 21.06.2017



Biol. Journal of Armenia, 4 (69), 2017

THE IDENTIFICATION OF CLASTOGENIC IMPACTS OF WATER IN HRAZDAN RIVER BY STUDYING THE PERIPHERAL BLOOD ERYTHROCYTES OF LAKE FROG (*PELOPHYLAX RIDIBUNDUS*)

A.V. GRIGORYAN, A.F. KARAPETYAN, K.A. JIVANYAN

Yerevan State University, Department of Zoology
annagrigoryan@ysu.am

To identify the possible clastogenic effects of the water environment in Hrazdan River, a micronucleus test was used on erythrocytes of peripheral blood of the frogs living in its various sections. Data on the effect of pollution of the aquatic environment were also obtained by studying the morphological features of the nuclei of erythrocytes.

According to the data obtained, a large number of erythrocytes with micronuclei, relatively high percentage of nuclei with protrusions, as well as vacuolated nuclei are found in frogs inhabiting in the sections of Hrazdan River that are characterized with a high degree of pollution (villages Darbnik and Geganist). A positive correlation was revealed between the data of the micronucleus test and the data obtained as a result of study of the morphology of the nuclei of erythrocytes.

Thus, the data obtained makes it possible to draw a conclusion on possible clastogenic effect of the waters of Hrazdan River in the areas of the villages Darbnik and Geghanist.

Pelophylax ridibundus – Hrazdan river – clastogenic impact – erythrocytes

Ուսումնասիրվել է օրգանիզմների վրա Հրազդան գետի ջրային միջավայրի կլաստոգեն ազդեցության հնարավորությունը՝ դրա տարբեր հատվածներում բնակվող լճագորտի ծայրամասային արյան էրիթրոցիտներում միկրոկորիզային թեստի կիրառման միջոցով: Օրգանիզմների վրա ջրային միջավայրի աղտոտվածության ազդեցության մասին տեղեկատվություն ենք ստացել նաև էրիթրոցիտների կորիզների մորֆոլոգիական առանձնահատկությունների ուսումնասիրությամբ:

Ստացված տվյալները վկայում են Գեղանիստ և Դարբնիկ գյուղերի մոտ Հրազդան գետի շրջակայքում բնակվող լճագորտի էրիթրոցիտներում միկրոկորիզների բավական մեծ քանակության առկայության մասին, բավական մեծ տոկոս են կազմում արտափեղմներով կորիզներ ունեցող, նաև վակուոլացված կորիզներով էրիթրոցիտները: Հետաքրքիր է նշել, որ միկրոկորիզային թեստի և էրիթրոցիտների մորֆոլոգիական նշված փոփոխությունների ուսումնասիրության մեթոդով ստացված տվյալների միջև առկա է դրական կորելյացիա:

Ստացված տվյալները հնարավորություն են տալիս եզրակացություն անել Գեղանիստ և Դարբնիկ գյուղերի մոտ Հրազդան գետի ջրերի հնարավոր կլաստոգեն ազդեցության վերաբերյալ:

Pelophylax ridibundus – Հրազդան գետ – կլաստոգեն ազդեցություն – էրիթրոցիտներ

Для выявления возможного кластогенного воздействия водной среды р. Раздан на организмы использовали микроядерный тест на эритроцитах периферической крови лягушек, обитающих в ее различных участках. Данные о влиянии загрязнения водной среды были получены также в результате исследования морфологических особенностей ядер эритроцитов.

Полученные данные свидетельствуют о наличии довольно большого количества микроядер в эритроцитах, высокого процентного содержания ядер с протрузиями, а также вакуолизированных ядер в эритроцитах крови лягушек, обитающих в районах сел Дарбник и Геганист, характеризующихся высокой степенью загрязненности. Выявлена положительная корреляция между данными микроядерного теста и данными, полученными в результате вышеуказанного исследования морфологии ядер эритроцитов.

Полученные нами данные дают возможность сделать заключение о возможном кластогенном эффекте вод р. Раздан в районах сел Дарбник и Геганист.

Pelophylax ridibundus – р.Раздан – кластогенное воздействие – эритроциты

Amphibians are successfully used nowadays for the biological monitoring of ecosystems [2, 3, 5-7]. In order to assess the degree of reservoirs' pollution for the identification of the mutagenic effect of the aquatic environment, the study of morphological changes of different elements is used as a reliable indicator criterion. In particular, the erythrocytes of the blood of amphibians are used, since they are very sensitive to the influence of adverse environmental conditions, including pollution [3].

Among the studies conducted for this purpose, a valuable information is obtained by using a micronucleus test on erythrocytes of the aquatic animals [5-9].

According to the data published by the Environmental Monitoring and Information Center (EMIC) of the Ministry of Nature Protection of Armenia, different sections of the Hrazdan River are characterized by different degrees of pollution. Samples of waters taken from Qaghsi and Argel are characterized by the second class ("good status").

The waters of Darbnik are characterized by the fifth class of pollution ("poor status"), which is caused by the existence of ions of an ammonium, phosphates and nitrites, of the common inorganic nitrogen [10].

The relevance of studying the impact of water pollution on organisms is due to the importance of Hrazdan River for the economy and the population of Armenia.

To identify the possible clastogenic effects of the water environment of the Hrazdan River, a micronucleus test was used on erythrocytes of peripheral blood of the frogs living in its various parts.

Data on the effect of pollution of the aquatic environment were also obtained by studying the morphological features of the nuclei of erythrocytes.

Materials and methods. 35 frogs of *Pelophylax Ridibundus* weighting 15-20 g were used in this research. The catching was carried out in 5 sections of Hrazdan River indicated by the Ministry of Nature Protection of the Republic of Armenia, in 2009. As control used frogs, catching from the **Ttu jur (Sour water)** near village Hanqavan. Smears were prepared from the samples of frogs' blood, which were fixed in ethyl alcohol for 30 min. The preparations were stained with Schiff's solution according to Feulgen. Hydrolysis was carried out in 5 N H-HCl at 22°C for 60 min. The counting of erythrocytes with micronuclei and percentage of erythrocytes with morphological anomalies of nuclei was carried out under the increase of microscope by 1000 times. 2,000 cells were counted on each animal's blood smears. The acquired/ obtained data were subjected to statistical processing using the computer program "Statistica 8" by the help of which the mean value, the quadratic deviation, the reliability of the values, and the correlation were determined.

Results and Discussion. Table 1 illustrates the obtained data on the number of micronuclei in the erythrocytes of peripheral blood of the lake frog living in different surrounding areas of Hrazdan River. The obtained data confirm the existence of a fairly large number of micronuclei in the erythrocytes of frogs' blood living in Hrazdan River near the villages Darbnik and Geghanist.

Table 1. The number of micronuclei in erythrocytes of peripheral blood of frogs living in different parts of the Hrazdan River

Name of the plot/place	Micronuclei number (‰)	P
village Hanqavan (Sour water)	0,50 ± 0,50	-
village Argel	1.333 ± 0,441	p < 0.05
village Qaghshi	1,833 ± 0,333	p < 0.05
Arzni hydroelectric power station	0,667 ± 0,167	p > 0.05
village Geghanist	3.333 ± 0,167	p < 0.05
village Darbnik	4,00 ± 0,764	p < 0.05

In comparison to erythrocytes of *Pelophylax Ridibndus* living near Hanqavan village there are statistically reliable difference.

As it is known, the micronuclei in cells are formed from nuclear chromatin, when under the influence of various factors the processes of the formation of spindle formation and chromosome segregation are disrupted.

Micronuclei are found in the cytoplasm of cells in the interphase and represent rounded chromatin formations that are formed from chromosome parts.

Both the whole chromosomes and their certain parts can be included in micronuclei.

According to the data, obtained in our work, a large number of erythrocytes with micronuclei are found in frogs inhabiting in the parts of Hrazdan river which are characterized with a high degree of pollution, caused by the exceeding maximum permissible concentration of nitrite ions, ammonium ions, vanadium, manganese, chromium, copper, the amount of oxygen and chemical oxygen demand.

Technogenic environmental pollution disrupts the stability of ontogenesis of organisms and the ability of formation of genetically determined phenotype [4].

Thus the erythrocytes of frogs have an oval form. Under the influence of various harmful factors, their form can be violated (fig.1).

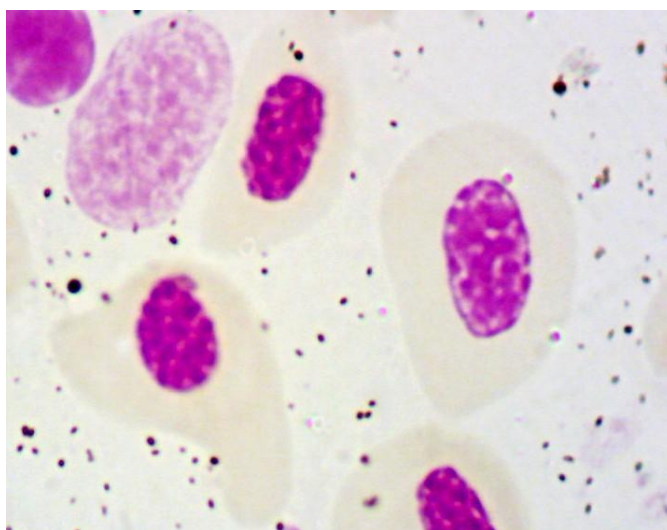


Fig.1. Erythrocytes of *Pelophylax Ridibundus*. 1. Erythrocyte with micronuclei, 2. Erythrocyte with protrusion. Schiff's solution according to Feulgen, 1000-fold magnification

The morphological study of the nuclei of erythrocytes of the lake frog, inhabiting in different parts of the Hrazdan River, allowed us to identify the following changes: nuclei with protrusions, vacuolated nuclei, picnotically altered nuclei. The data illustrated in tab. 2 indicate the presence of a relatively high percentage of nuclei with protrusions, as well as vacuolated nuclei in the erythrocytes (red blood cells) of frogs living in the areas of the villages Darbnik and Geghanist.

Table 2. The number of violated nuclei in erythrocytes of peripheral blood of frogs living in different parts of the Hrazdan River

Observatory name	Nuclei with protrusions (‰)	Vacuolized nuclei (‰)	Picnotic nuclei (‰)
village Hanqavan (sour water)	3,00 ± 1,00	1.834 ± 0.334	1.334 ± 0.167
village Argel	4,67 ± 1,167	1,00 ± 0.289	2.50 ± 0.764
	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05
village Qaghshi	6,167 ± 0.167	0.667 ± 0.667	1.50 ± 0.289
	p < 0.05	p < 0.05	p > 0.05
Arzni hydroelectric power station	2,50 ± 0,289	0.834 ± 0.334	1.834 ± 0.334
	p > 0.05	p < 0.05	p > 0.05
village Geghanist	11,33 ± 1,856	3.834 ± 0.601	2.00 ± 0.50
	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05
village Darbnik	15,00 ± 2,517	3.334 ± 1.093	4.167 ± 1.424
	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05

It is interesting to note that a positive correlation was revealed between the data of the micronucleus test and the data obtained as a result of the above stated study of the morphology of the nuclei of erythrocytes. Based on this factor, it can be concluded that the morphological study can also be used for environmental monitoring purposes.

Thus, the data obtained makes it possible to draw a conclusion about the possible clastogenic effect of the waters of the Hrazdan River in the areas of the villages Darbnik and Geghanist.

REFERENCES

1. Жуков Т.И., Пескова Т.Ю. Реакция крови бесхвостых амфибий на пестицидное загрязнение. Экология, 4, с. 282-292, 1999.
2. Минеева О.В., Минеев А.К. Нарушения морфологии эритроцитов периферической крови озёрной лягушки *Rana Ridibundapallas*, 1771, Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, 2, 2, с. 664-667, 2010.
3. Спирина Е.В., Романова Е.М., Спирина Т.А. Оценка стабильности развития и цитогенетического гомеостаза в популяциях *Rana Ridibunda pall.* Ульяновской области. Известия Самарского Научного центра российской академии наук выпуск № 1-1, том 13, с. 123-126, 2011.
4. Спирина Е.В. Морфофизиологические адаптации *ranaridibundapall.* под влиянием загрязнения. Вестник Алтайского государственного Аграрного университета № 12, 62, 2009.
5. Alshehri Mohammad A., Studies on Clastogenic Effects of Alberk Swamp Water, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 12, 6, 303-307, 2012.
6. Carlos Alberto Machado Da Rocha. The Micronucleus Test in Erythrocytes of Amphibian Larvae as Tool for Xenobiotic Exposure Risk Assessment: A Brief Review and an Example Using *Lithobates catesbeianus* Exposed to Copper Sulphate/Middle-East Journal of Scientific Research, 8, 1, 23-29, 2011.

7. Kamel Ahmad, Jaber Saleh. Clastogenic studies on Tandaha Dam water in Asser. J. Black Sea / Mediterranean Environment, 16, 1, 33-42, 2010.
8. Natalia Alejandra Ossana, Alfredo Salibian. Micronucleus test for monitoring the genotoxic potential of the surface water of Luján River (Argentina) using erythrocytes of *Lithobates catesbeianus* tadpoles / Ecotoxicol. Environ. Contam., 8, 1, 67-74, 2013.
9. Simonyan A., Gabrielyan B., Minasyan S., Hovhannisyan G., Aroutiounian R. Genotoxicity of Water Contaminants from the Basin of Lake Sevan, Armenia Evaluated by the Comet Assay in Gibel Carp (*Carassius auratus gibelio*) and *Tradescantia* Bioassays. / Bull Environ Contam Toxicol. Mar; 96, 3, 309-13, 2016.
10. <http://www.armmonitoring.am> 2014.

Received on 02.06.2017



Биолог. журн. Армении, 4 (69), 2017

КОСТИ ЖИВОТНЫХ ИЗ ПОГРЕБЕНИЙ ДРЕВНЕГО ШИРАКА (РАСКОПКИ 2008-2015 ГГ.)

А.А. ГЕНДЖЯН, Н.У. МАНАСЕРЯН, А.В. БАГОЯН

Научный центр зоологии и гидроэкологии, Институт зоологии НАН РА,
and.gyonjyan@gmail.com; ninna_man@yahoo.com

Представлены результаты обзора остеологического материала из погребений Ширакской области, датируемых I половиной I тыс. до н. э. В результате проведенных исследований было выявлено 5 диких и 7 домашних видов животных. Анализ количественного соотношения как костей, так и особей указывает на преобладание домашних видов.

Археозоология – погребения – Ширакский марз – дикие и домашние животные

Ներկայացված են Շիրակի մարզի դամբարաններից (մ.թ.ա. 1-ին հազարամյակի 1-ին կես) հայտնաբերված ոսկրաբանական կյուբերի վերլուծության արդյունքներ: Ուսումնասիրության արդյունքում հայտնաբերվել են 5 վայրի և 7 ընտանի կենդանատեսակներ: Ինչպես ոսկրերի, այնպես էլ առանձնյակների բանական հարաբերակցության վերլուծությունը վկայում է դամբարաններում ընտանի կենդանիների գերակշռության մասին:

Յնեակենդանաբանություն – Շիրակի մարզ – դամբարաններ – վայրի և ընտանի կենդանիներ

The results of survey of osteological materials from the burials of Shirak region dated back 1st part of 1st millennium B.C. were presented. Based on study results, 5 wild and 7 domestic animals were identified. Analysis of the quantitative ratio of both bones and individuals showed predominance of domestic animal species.

Archaeozoology – burials – Shirak region – wild and domestic animal

В связи с ведением интенсивных археологических раскопок на территории Ширакской области (северо-западная часть Армении) в коллекционный фонд Института зоологии НАН РА периодически поступают новые археозоологические материалы, видовой состав которых представлен в ряде работ [3-5, 7].

При исследовании фаунистических материалов из археологических раскопок чрезвычайно важную роль имеет правильное определение и выявление количественного и качественного соотношения отдельных животных в тех или иных памятниках, что позволяет освещать важные стороны хозяйственной деятельности древнего населения.

В данной работе приводятся результаты определения видовой принадлежности и статистического анализа костных остатков животных, обнаруженных в ходе раскопок 2008-15 гг. из шести археологических памятников Ширакской области, представляющих собой погребения, датируемые первой половиной I тыс. до н.э.

Материал и методика. Остеологические материалы взяты из раскопок археологических памятников Азатан (VIII-VI вв. до н.э.), Ширикаван (XI-VI вв. до н.э.), Джрапи (VIII-VI вв. до н.э.), Гюмри (I половина I тыс. до н.э.), Маисян (VIII-VI вв. до н.э.) и Айкадзор (VII-V вв. до н.э.) (раскопки 2012-2014 гг.). Датировка памятников предоставлена археологами Хачатрян и Еганян [1, 6]. В общей сложности рассмотрено свыше 1500 костных остатков животных: поминальных триз и жертвоприношений. Определения проведены по общепринятой методике [9]. Из-за отсутствия черепов и плохой сохранности костей посткраниального скелета дифференциация остатков овец и коз не всегда представлялась возможной [8] и материал, принадлежащий родам *Ovis* и *Capra*, в данной работе рассматривается под рубрикой мелкий рогатый скот. Следует также отметить, что из-за сильной раздробленности не определены до вида остатки представителей рода *Canis*.

Результаты и обсуждение. В количественном соотношении материал распределяется по отдельным памятникам довольно неравномерно (табл. 1).

Таблица 1. Состав костных остатков животных

Части скелета	Памятник					
	Ширикаван	Азатан	Джрапи	Гюмри	Маисян	Айкадзор
Целые черепа	-	1	-	-	-	-
Фрагменты черепа	26	4	17	1	17	16
Нижние челюсти	32	11	50	4	14	25
Верхние челюсти	2	4	10	-	1	22
Стержни рогов	2	1	4	-	-	-
Атланты	-	5	1	1	-	3
Эпистрофеи	1	3	8	1	-	9
Плечевые кости	3	18	27	3	3	30
Кости предплечья	8	15	33	7	-	14
Бедренные кости	3	6	14	6	-	29
Берцовые кости	4	16	24	5	3	24
Таранные кости	2	19	34	3	1	4
Метаподии	20	43	53	12	1	37
Лопатки	8	12	16	6	-	8
Кости таза	7	7	19	7	2	18
Фаланги пальцев	67	78	59	10	5	8
Пяточные кости	1	10	7	2	-	6
Всего костей	186	253	359	68	47	253

Определенные до вида более 1100 костных остатков принадлежат 5 видам диких и 7 видам домашних животных, минимальное количество особей которых превышает 130 единиц (табл. 2).

Памятник Ширикаван. Остеологический материал был обнаружен в шести погребениях, датируемых XI-VI вв. до н. э. В общей сложности более 68 % костей составляют остатки овец и коз, около 30 % лошади и менее 2 % фаунистических остатков принадлежат крупному рогатому скоту.

Погребения N4; 7; 8; 9; 11 (VIII -VI вв. до н. э.). Весь фаунистический материал находился в керамических сосудах разного типа и представлял собой остатки животных, используемых в ритуальных обрядах или в поминальных тризнах. Весьма значительный процент костей составляли молодые особи. Было определено 110 костей, происходящих минимально от 7 особей мелкого рогатого скота. Анализ остеометрической обработки целых метаподий подтвердил принадлежность последних роду *Ovis* [2].

Таблица 2. Видовой состав костных остатков

Животные	Памятник	Ширакаван XI-VI вв. до н.э.		Азатан VIII-VI вв. до н.э.		Джрапи VIII-VI вв. до н.э.		Гюмри I половина I тыс. до н.э.		Маисян VIII-VI вв. до н.э.		Айкадзор VII-V вв. до н.э.	
		кости	особи	кости	особи	кости	особи	кости	особи	кости	особи	кости	особи
Домашние	Быки /коровы	3	1	53	7	210	19	29	5	36	5	7	1
	Овцы/ Козы	128	11	50	7	113	18	14	4	11	3	2	1
	Свиньи	-	-	7	2	3	3	-	-	-	-	1	1
	Лошади	55	1	127	9	16	4	18	2	-	-	1	1
	Ослы	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	Всего домашних	186	13	239	26	342	44	61	11	47	8	11	4
Дикие	Canis	-	-	-	-	16	4	-	-	-	-	241	15
	Лисицы	-	-	6	1	5	2	7	1	-	-	-	-
	Барсуки	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
	Куницы	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	Олени	-	-	4	3	11	3	-	-	-	-	-	-
	Косули	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
	Всего диких	-	-	14	5	17	6	7	1	-	-	1	1
В общем		186	13	253	31	375	54	68	12	47	8	253	20

Погребение N 1 (XI-VIII вв. до н. э.). Обнаружены кости мелкого, крупного рогатого скота и лошади, остатки которой (72,3 %) принадлежат одной особи. Определены все части посткраниального скелета, а также фрагменты черепа и нижних челюстей. Остатки крупного рогатого скота, также принадлежащие одной особи, представлены в виде двух фрагментов лучевых костей и одной фаланги. Несмотря на малочисленность костей (18 фрагментов) мелкого рогатого скота, была установлена принадлежность последних 4 особям.

Следует отметить, что ни в одном из вышеперечисленных погребений не обнаружено остатков дикой фауны.

Памятник Азатан (VIII -VI вв. до н. э.) Определено более 250 фрагментов костей млекопитающих из раскопок трех погребений (N1-3). Выявлено 3 вида диких (лисица, куница, благородный олень) и 6 видов домашних животных – крупный (быки/коровы) и мелкий (овцы, козы) рогатый скот, свинья, лошадь и осел. В процентном соотношении кости домашних животных образуют 94,5 % фаунистических остатков, в которых более 50 % составляют остатки лошадей (табл. 4).

В погребении N 1 обнаружены череп и несколько костей посткраниального скелета лисицы (1 особь), 3 кости конечностей и тазовая кость куницы (1 особь), а также 2 фрагмента плюсневых костей, происходящих от двух особей оленя.

В процентном соотношении остатки крупного (2 особи) и мелкого рогатого скота (3 особи) почти равны, составляя более 70% от всех фаунистических остатков из данного погребения. Лошадь (2 особи) представлена единичными фрагментами черепа, нижних челюстей и костей конечностей. Две пястные кости принадлежат ослу.

В погребении N 2 из обнаруженных 171 костей диким видам принадлежат лишь 2 фаланги пальцев благородного оленя.

Среди определенных остатков домашних животных около 70% принадлежат лошадям минимально от 7 особей. Определены остатки всех частей посткраниального скелета, часть которых имеет относительно хорошую сохранность. Полностью отсутствуют фрагменты черепов и нижних челюстей.

Остатки как крупного (3 особи), так и мелкого рогатого скота (2 особи) представлены в виде костей конечностей, принадлежащих в основном молодым животным. В процентном соотношении кости последних составляют соответственно 15,4 и 12,4 % от всех остатков домашних животных. Остатки одной особи свиньи, единичные фрагменты нижних челюстей и фаланг пальцев составляют менее 3 % костного материала.

Погребение N 3. Определены 3 фрагмента верхней челюсти крупного (1 особь) и 4 фрагмента метаподий мелкого рогатого скота (1 особь), а также 2 фаланги пальцев свиньи (1 особь).

Памятник Джрапи (погребальное поле VIII -VI вв. до н. э.). Количество определенных до вида костей составляет 359 единиц, из них 16 фрагментов определены до рода.

Более четырех процентов (4,7) определенного до вида материала происходит от диких видов, среди которых преобладают остатки оленей (64,7 %) . Значительно меньшую часть составляют единичные кости лисиц и косули.

Основную массу костных остатков образуют кости домашних животных, крупного и мелкого рогатого скота (94,4 %). В количественном соотношении костей быков и коров почти вдвое больше остатков мелкого рогатого скота, в то время как количество их особей почти одинаковое (табл. 4).

Из остатков лошади (4 особи) определено 15 фрагментов костей конечностей и один фрагмент нижней челюсти. Свинья представлена лишь двумя таранными костями и фрагментом верхней челюсти.

Памятник Гюмри (ул. Ширикаци). Остатки животных обнаружены в 2 погребениях (N 1 и N 3) (г. Гюмри, ул. Ширикаци), датированных I половиной I тыс. до н.э.

Определено 68 фрагментов костей, принадлежащих лисице, крупному и мелкому рогатому скоту и лошади. Количество костей домашних животных составляет 89,7 % (табл. 3). Из последних как по количеству костей (47,5 %), так и особей (41,7 %) доминирует крупный рогатый скот. Остальную часть остатков составляют кости мелкого рогатого скота (23 %) и лошади (29,5 %), но по количеству особей овец и коз больше, составляя 33,3 % и 25 % соответственно.

В погребении N 1 костей диких животных не обнаружено. Определены остатки двух взрослых и двух молодых особей крупного рогатого скота, составляющие 53 % фаунистического материала. Остатки мелкого рогатого скота представлены 6 фрагментами трубчатых костей от двух молодых особей. Количество костей лошадей в материале составляет 35,3 %. Определены как фрагменты, так и хорошо сохранившиеся кости конечностей и нижние челюсти, происходящих от молодой и взрослой особи.

В погребении N 2 остатки дикой фауны представлены семью фрагментами костей лисицы. Также определены пара диафизов плечевой кости крупного рогатого скота и 8 фрагментов трубчатых костей мелкого рогатого скота, принадлежащие 2 особям.

Памятник Маисян (погребения VIII -VI вв. до н.э.). Фаунистические остатки обнаружены в погребениях N 3, 5-7. Определены 47 фрагментов костей крупного (76,6 %) и мелкого рогатого скота (23,4 %), происходящих минимально от 8 особей, среди которых также преобладают быки и коровы (62,5 %).

В материале из погребения N 3 из определенных 27 костей 18 принадлежат 3 особям крупного рогатого скота. Определены фрагменты разных частей черепа: нижних челюстей, 2 фрагмента левой берцовой кости , 2 фрагмента таза. Относительно хорошую сохранность имеет нижняя левая челюсть, на которой удалось сделать промеры. Остатки мелкого рогатого скота представляют собой единичные фрагменты трубчатых костей и фаланг пальцев, происходящих минимально от 2 особей.

В погребении N 5 и N 6 определены 7 фрагментов черепа и 2 нижние челюсти одной особи и 9 фрагментов черепа и нижних челюстей крупного рогатого скота соответственно. Остатки мелкого рогатого скота представлены в виде двух фрагментов плечевых костей, принадлежащих одной особи.

В погребении N 7 определены один фрагмент берцовой кости крупного рогатого скота и 8 фрагментов конечностей овец или коз, происходящих минимально от 3 особей.

Памятник Айкадзор (VII -V вв. до н. э.). По данным археолога А. Хачатряна в 2014 г. во время раскопок крепости Айкадзор у западной стены была обнаружена яма с множественными костями животных, которые по предположению археолога могут быть остатками жертвоприношений или поминальных тризн. Остатки домашних видов представлены единичными костями крупного (63,3 %) и мелкого рогатого скота (18,2 %), лошади (9,1 %) и свиньи (9,1 %).

Обращает на себя внимание обилие костей представителей рода *Canis*. Остатки последних составляют более 95% фаунистического материала, минимально от 15 особей. Определены кости всех частей осевого и периферического скелета, среди которых имеются хорошо сохранившиеся экземпляры. Череп и нижние челюсти сильно разрушены, что затрудняет определение последних до вида. К остаткам диких животных относится тазовая кость барсука.

Обобщение и сравнение полученных данных из разных памятников приводят к следующим цифрам (табл. 3, 4).

Таблица 3. Процентное соотношение костей и особей диких и домашних видов

Памятники	В том числе, %			
	Домашние виды		Дикие виды	
	кости	особи	кости	особи
Ширакаван - XI-VI вв. до н. э.	100	100	-	-
Азатан - VIII -VI вв. до н. э.	94,5	83,9	5,5	16,1
Джрапи - VIII -VI вв. до н. э.	95,3	88	4,7	12
Гюмри I половина I тыс. до н. э.	89,7	92,3	10,3	7,7
Маисян - VIII -VI вв. до н. э.	100	100	-	-
Айкадзор - VII -V вв. до н. э.	91,7	80	8,3	20

Таблица 4. Процентное соотношение костей и особей сельскохозяйственных видов

Памятники	В том числе, %									
	Крупный рогатый скот (Быки/коровы)		Мелкий рогатый скот (Овцы/козы)		Свиньи		Лошади		Ослы	
	кости	особи	кости	особи	кости	особи	кости	особи	кости	особи
Ширакаван	1,6	7,7	68,8	84,6	-	-	29,6	7,7	-	-
Азатан	22,2	26,9	20,9	26,9	2,9	7,7	53,1	34,6	0,8	3,9
Джрапи	61,4	43,2	33	40,9	0,9	6,8	4,7	9,1	-	-
Гюмри	47,5	41,7	23	33,3	-	-	29,5	25	-	-
Маисян	76,6	62,5	23,4	37,5	-	-	-	-	-	-
Айкадзор	63,6	25	18,2	25	9,1	25	9,1	25	-	-

Анализ представленного материала приводит к выводу, что основную часть фаунистических остатков из погребений образуют кости домашних животных: крупный и мелкий рогатый скот, лошадь, свинья, осел. Дикая фауна, помимо материалов из памятников Ширакаван и Маисян, представлена единичными костями благородных оленей, лисиц, барсука, куницы и косули.

В памятниках Гюмри, Джрапи и Маисян основной фон костей домашних животных составляют остатки крупного рогатого скота, в то время как в Азатанских погребениях как по количеству костей, так и особей доминирующее положение занимает лошадь. В погребениях Ширакавана большинство костей принад-

лежат мелкому рогатому скоту и лошади. В памятнике Айкадзор среди костей, определенных до вида, доминируют кости крупного рогатого скота.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Խաչատրյան Զ. Հայկաձորի բնակավայրի 2010թ. պեղումների նախնական արդյունքները, ՀՀ ԳԱԱ ՀՀՀ Կենտրոնի «Գիտական աշխատություններ», XIII, Երևան, էջ 121-127, 2010:*
2. *Гендзян А.А.* Osteологический материал из погребений Ширавана (раскопки 2008 года). Материалы международной научной конференции “Биологическое разнообразие и проблемы охраны фауны Кавказа – 2”, Ереван, стр. 151-154, 2014.
3. *Гендзян А.А.* Дикие и домашние животные в хозяйстве древних племен Ширакской области. Биолог. журн. Армении, 65, 4, с. 96-100, 2013.
4. *Гендзян А.А., Манасерян Н.У.* Некоторые данные о фаунистических остатках из археологических памятников Северо-Западной Армении. Материалы международной научной конференции “Биологическое разнообразие и проблемы охраны фауны Кавказа”, Ереван, стр. 99-101, 2011.
5. *Гендзян А. А., Манасерян Н.У.* Домашние животные в хозяйстве Северо-Западной Армении. Биолог. журн. Армении, 66, 2, с. 57-62, 2014.
6. *Еганян Л.Г.* Памятник раннебронзового периода Мец Сепасар в контексте индоевропейских верований и ритуалов. Международная научная конференция. “Археология, этнология, фольклористика Кавказа”, Тбилиси, стр. 272-290, 2010.
7. *Манасерян Н.У., Гендзян А.А., Багоян А.В.* Археозоологические коллекции в исследовании биоразнообразия. “Биологическое разнообразие и проблемы охраны фауны Кавказа”, Ереван, стр. 161-166, 2017.
8. *Цалкин В.И.* Древнейшие домашние животные Восточной Европы. Изд. "Наука", М., 166 с., 1970.
9. *Von den Driesch, A.* A Guide to the measurement of animal bones from archaeological sites. Peabody Museum Bulletin 1, Harvard University, Cambridge, MA, 127p., 1976.

Поступила 10.07.2017



Biolog. Journal of Armenia, 4 (69), 2017

COMPARATIVE INVESTIGATION OF THE RIVER PHYTOPLANKTON OF THE DEBED RIVER CATCHMENT BASIN'S MINING AND NON-MINING AREAS

A.S. MAMYAN, G.A. GEVORGYAN

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

Phytoplankton quantitative and qualitative parameters in the Kachachkut, Alaverdi (Lalvar), Akhtala and Shnogh rivers of the Debed river catchment basin were investigated in 2017. Comparative analysis of the river phytoplankton composition of mining and non-mining areas showed comparatively low phytoplankton diversity in the Alaverdi, Akhtala and Shnogh rivers being at the risk of mining impact. Phytoplankton community in the risky sites, especially in the Alaverdi and Akhtala rivers was stressed.

Rivers – phytoplankton – mining activity – risks

2017 թ. կատարվել է Դեբեդ գետի ջրահավաք ավազանի Կաճաճկուտ, Ալավերդի (Լալվար), Ախթալա և Շնոց գետերի ֆիտոպլանկտոնի բանական և որակական ցուցանիշների ուսումնասիրություն: Հանքարդյունաբերական և ոչ հանքարդյունաբերական տարածքների ֆիտոպլանկտոնային կազմի համեմատական վերլուծությունը ցույց է տվել ֆիտոպլանկտոնի համեմատաբար աղքատ բազմազանություն հանքարդյունաբերության ազդեցության ռիսկայնություն ունեցող Ալավերդի, Ախթալա և Շնոց գետերում: Ֆիտոպլանկտոնային համակեցությունը ռիսկային հատվածներում, մասնավորապես՝ Ալավերդի և Ախթալա գետերում գտնվում էր ճնշված վիճակում:

Գետեր – ֆիտոպլանկտոն – հանքարդյունաբերական գործունեություն – ռիսկեր

В 2017 году были исследованы количественные и качественные параметры фитопланктона в реках Качачкут, Алаверди (Лалвар), Ахтала, Шног, водосборного бассейна р. Дебед. Сравнительный анализ состава фитопланктона горнодобывающих и негорнодобывающих территорий показал сравнительно низкое разнообразие фитопланктона в реках Алаверди, Ахтала и Шног, подвергающихся риску воздействия горнодобывающей промышленности. Сообщество фитопланктона на рискованных участках, особенно в реках Алаверди и Ахтала, были в стрессовом состоянии.

Реки – фитопланктон – горнодобывающая деятельность – риски

The Debed river catchment area is situated in Lori Marz (administrative district) located in the north of the Republic of Armenia. This area is considered one of industrial centers in Armenia where mining and metallurgical industries are highly developed.

Giving priority to the development of economic sphere, the possible environmental effects of metallurgical industrial activities have been ignored or little attention has been paid. The insufficient management of discharges induced by mining activities in the Debed river catchment area has become a serious threat to aquatic ecosystems and biocommunities. Water in contact with mine deposits often contains large amounts of pollutants such as heavy metals. This can have a devastating impact on surrounding aquatic environments [11]. There are many studies on the hydrobiological effects of mining activities. Investigations carried out by different authors showed that metallurgical industrial activities affecting different types of water bodies caused the loss of the diversity of benthic and planktonic communities [10, 11, 14, 15, 18, 19]. Planktonic algae are microscopic plants living in the aquatic environments. They are vital primary producers for both marine and freshwater ecosystems. Algae are frequently found in polluted and unpolluted water and reflect the average ecological condition of the water environments. Their growth is influenced by many different processes ranging from physical, chemical to biological and ecological processes and more [13]. The impact of mining industrial activities on algal growth can be expressed by the violation of the processes of photosynthesis, respiratory metabolism, secondary metabolite synthesis [5]. The aim of the present study was to conduct the comparative analysis of the river phytoplankton composition of the Debed river catchment basin's mining and non-mining areas.

Materials and methods. Phytoplankton community in the Kachachkut, Alaverdi (Lalvar), Akhtala and Shnogh rivers of the Debed river catchment basin was investigated. Phytoplankton samples were taken from the risky (Alaverdi, Akhtala and Shnogh) and non-risky (Kachachkut) river sites of the Debed river catchment area in April, July and September of 2017 (tab. 1).

Table 1. Coordinates of rivers investigated site

River site location	N/Lat	E/Long
Kachachkut river mouth	41°04'55.2"	44°37'07.2"
Alaverdi river mouth	41°05'56.8"	44°39'28.8"
Akhtala river site located near the river mouth	41°08'57.3"	44°46'56.0"
Shnogh river site located near the mouth	41°09'04.1"	44°49'49.3"

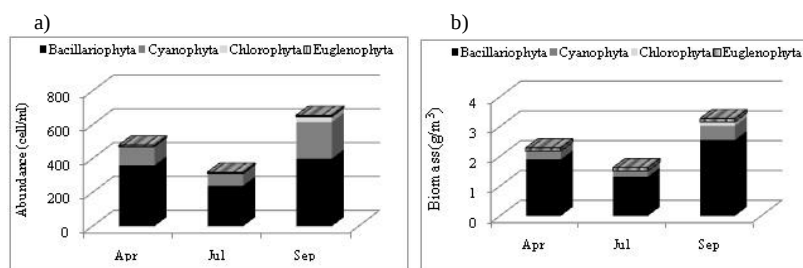
A 1-liter water sample taken from each site was preserved with 40% formaldehyde solution (0.4% final concentration) and stored in a dark place. Further study was carried out under laboratory conditions. The fixed phytoplankton samples were settled in a dark space for 10–12 days, and then the volume of the experimental samples was decreased from 1000 ml to 100 ml by a siphon (50 µm). Repeating the same process for the second time, the volume of the experimental samples was reduced to 10 ml [3]. The qualitative and quantitative analyses of phytoplankton were executed under a microscope (XSZ-107BN-C) using Nageotte chamber. Taxonomic groups of phytoplankton were identified by using the keys/determinants of freshwater systems [6, 7, 9, 20, 21]. The diversity status of phytoplankton community in the river ecosystems was assessed by Shannon-Wiener diversity index [16]. The comparative analysis of the phytoplankton species composition of the investigated rivers was performed by Sorensen similarity index [17].

Results and Discussion. During the investigation period, 31 species from the groups Bacillariophyta (diatom algae), Cyanophyta (blue-green algae), Chlorophyta (green algae) and Euglenophyta (euglenoids) were registered in the Kachachkut river (tab. 2). Diatoms were a quantitatively and qualitatively dominant group, which is typical for mountainous rivers (tab. 2, fig. 1). This is explained by the fact that diatoms, compared to green and blue-green algae, are well adapted for river biotopes (due to certain adaptive mechanisms) and can survive in unstable hydrological conditions of rivers [1].

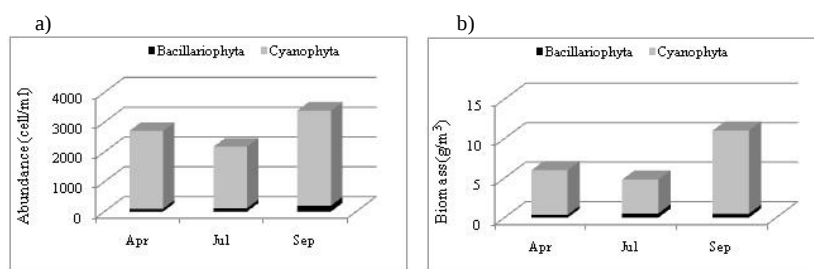
Table 1. Number of phytoplankton species registered in the investigated rivers during the investigation period

Rivers	Phytoplankton groups				Total
	Bacillariophyta	Cyanophyta	Chlorophyta	Euglenophyta	
Kachachkut	24	4	1	2	31
Alaverdi	8	4	NR	NR	12
Akhtala	8	4	NR	1	13
Shnogh	14	3	1	NR	18

NR – not registered

**Fig.1.** Quantitative parameters of phytoplankton in the Kachachkut river

The Alaverdi river was characterized by comparatively low phytoplankton diversity (12 species) (tab.1). The results of the study of phytoplankton community in the Alaverdi river showed that the picture of phytoplankton development was significantly different from the regularities of phytoplankton development in other Armenian rivers [1, 2, 4, 8]. Only diatom and blue-green algae were recorded, and blue-green algae had a big quantitative advantage during whole period of the investigation (fig. 2). Such dominance of blue-green algae in the river phytoplankton community was also registered in the southern mining areas of Armenia, especially in highly polluted sites which indicated about high tolerance of this algal group to heavy metal pollution [12]. All of this allows to conclude about heavy metal pollution and phytoplankton community stress in the Alaverdi river.

**Fig.2.** Quantitative parameters of phytoplankton in the Alaverdi river

During the investigation period, 13 species from the groups Bacillariophyta, Cyanophyta and Euglenophyta were recorded in the Akhtala river (tab. 1). Diatoms were a qualitatively dominant group, however blue-green algae had a big quantitative advantage (tab. 1, fig. 3). Despite high quantitative values, the phytoplankton community in the Akhtala river was stressed, and the quantitative composition was mainly conditioned by blue-green algae (fig. 3).

The phytoplankton was extremely stressed especially in September when partly decomposed colonies and detritus were registered, and the recorded species were small sized and morphologically modified. Unfavorable conditions for phytoplankton growth may have been conditioned by high level of heavy metal pollution induced by mining activities in the river catchment area.

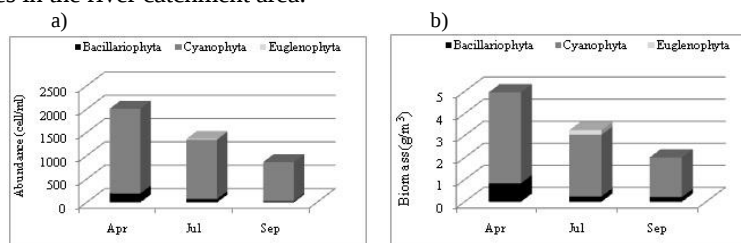


Fig.3. Quantitative parameters of phytoplankton in the Akhtala river

18 diatom, green and blue-green algae species were recorded in the Shnogh river during the investigation period (tab. 1). Diatoms were a quantitatively and qualitatively dominant group (tab.1, fig. 4).

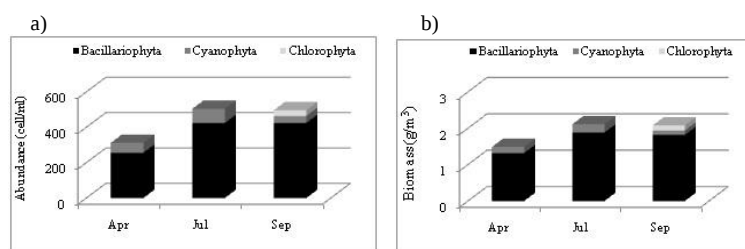


Fig.4. Quantitative parameters of phytoplankton in the Shnogh river

The river phytoplankton diversity status, expressed as Shannon-Wiener diversity index, is presented in fig. 5. The investigated river ecosystems can be ranked according to phytoplankton diversity decreasing order as follows: Kachachkut-Shnogh-Akhtala-Alaverdi. The richest phytoplankton diversity was registered in the Kachachkut river, and the lowest diversity – in the Alaverdi river, where, according to the results of our previous investigations, the ecosystem was highly polluted with heavy metals resulted from mining activities [11]. Compared to the algal diversity in the Kachachkut river not being at the risk of mining impact, the slight loss of phytoplankton diversity in the Shnogh river, and the significant diversity loss in the Alaverdi and Akhtala rivers are explained by the impact of mining activities in the river catchment basins (fig. 5).

The Sorensen similarity index values for phytoplankton in the investigated rivers showed that firstly Akhtala and Alaverdi, and secondary Alaverdi and Shnogh were the most similar rivers according to the phytoplankton species composition (tab. 3). All of this indicated about the similarity of living conditions in the rivers being at the risk of mining impact.

Thus, the comparative investigation of the river phytoplankton composition of the Debed river catchment basin's mining and non-mining areas showed that the Alaverdi, Akhtala and Shnogh rivers located in the risky territories were characterized by comparatively low phytoplankton diversity which was probably conditioned by the impact of mining activities in the river catchment areas.

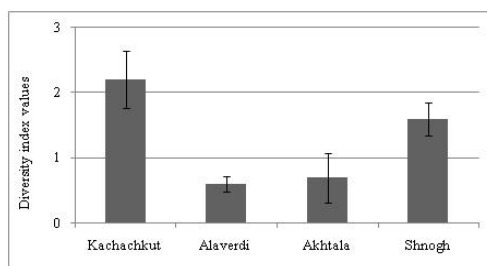


Fig.5. Mean values of Shannon-Wiener diversity index for phytoplankton in the investigated rivers

Table 3. Sorensen similarity index values for phytoplankton in the investigated rivers

	Kachachkut	Alaverdi	Akhtala	Shnogh
Kachachkut	-			
Alaverdi	0.32	-		
Akhtala	0.36	0.64	-	
Shnogh	0.49	0.53	0.51	-

The results of the study indicated phytoplankton community stress in the Akhtala and Alaverdi rivers being at high risk of the impact of Alaverdi copper smelter (including tailing dump) and Akhtala mountain enrichment combine (including tailing dump) activities [11]. In general, it can be noted that the metabolic progress of phytoplankton cenosis being at the risk of the mining impact occurred on the account of the ecological regression of the community.

Acknowledgements

This work was supported by the State Committee of Science of MES RA, in the frame of the research project No. 16YR-1F014.

REFERENCES

1. *Խաչիկյան Թ.Գ., Համբարյան Լ.Ռ.* Գավառագետ և Մասրիկ գետերի ֆիտոպլանկտոնային համակենցության բնականական զարգացման կախվածությունը միջավայրի որոշ աբիոտիկ գործոններից: Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 66, 3, էջ 29-33, 2014:
2. *Մամյան Ա.Ս.* Փամբակ և Տանձուտ գետերի ֆիտոպլանկտոնային համակենցության տեսակային կազմը, նրա բնականական և որակական բնութագիրը (2009-2010 թթ.): Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 65, 1, էջ 50-55, 2013:
3. *Абакумов В.А.* (ред.). Руководство по гидробиологическому мониторингу поверхностных экосистем. СПб, “Гидрометеиздат”, 320 с., 1992.
4. *Гамбарян Л.Р., Мамян А.С.* Фитопланктон притоков озера Севан. В книге “Озеро Севан. Экологическое состояние в период изменения уровня воды”. Ярославль: “Филигрань”, с. 61-78, 2016.
5. *Геворгян Г., Даниелян А., Григорян К.* Уровень загрязнения водосбора реки Вохчи тяжелыми металлами. Сборник тезисов 14-й международной Пушчинской школы-конференции молодых ученых “Биология – наука XXI века”, с. 18-19, 2010.
6. *Киселев И.А., Зинова А.Д., Курсанов Л.И.* Определитель низших растений, 2, Водоросли. М., “Советская наука”, 312 с., 1953.
7. *Прошкина-Лавренко А.И., Макарова И.В.* Водоросли Каспийского моря. Л., “Наука”, 290 с., 1968.
8. *Хачикян Т.Г., Гамбарян Л.Р.* Видовой состав и количественная характеристика фитопланктона рек Аргичи и Дззнагет, водосборного бассейна озера Севан (Армения). Сборник статей 2-ой Всероссийской школы-конференции с международным участием “Экосистемы малых рек: Биоразнообразие, экология, охрана”, с. 382-385, 2014.

9. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев, "Наукова думка", 208 с., 1990.
10. Gevorgyan G.A., Hambaryan L.R., Grigoryan K.V., Minasyan S.H. Heavy metal pollution of the catchment basins of the Voghchi and Meghriget rivers (Armenia) and risks to the environment associated with water pollution. *Academic Journal of Science*, 2, 2, pp. 255-268, 2013.
11. Gevorgyan G.A., Mamyas A.S., Hambaryan L.R., Khudaverdyan S.Kh., Vaseashta A. Environmental risk assessment of heavy metal pollution in Armenian river ecosystems: Case study of Lake Sevan and Debed River catchment basins. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25, 6, pp. 2387-2399, 2016.
12. Hambaryan L.R., Stepanyan L.G., Mamyas A.S. Investigations of development specifics of phytoplankton community in polluted areas of Syunik region. *Electronic Journal of Natural Sciences*, 26, 1, pp. 24-29, 2016.
13. Kamatchi S.N., Kumar S.S. Simulation of algal bloom detection system using modified ABR algorithm. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, 3, 3, pp. 1885-1892, 2015.
14. Mondal K., Sayan J. A review of the effects of heavy metals on the aquatic animal of three different districts of West Bengal. *Journal of Global Biosciences*, 4, 6, pp. 2504-2512, 2015.
15. Niyogi D.K., Lewis Jr.W.M., Mcknight D.M. Effects of stress from mine drainage on diversity, biomass, and function of primary producers in mountain streams. *Ecosystems*, 5, 6, pp. 554-567, 2002.
16. Shannon C.E., Weaver W. The mathematical theory of communication. Urbana Univ. Illinois Press, 117 pp., 1949.
17. Sorensen T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biologiske Skrifter*, 5, pp. 1-34, 1948.
18. Takarina N.D., Adiwibowo A. Impact of heavy metals contamination on the biodiversity of marine benthic organisms in Jakarta bay. *Journal of Coastal Development*, 14, 2, pp. 168-171, 2011.
19. Tuovinen N., Weckstrom K., Salonen V. Impact of mine drainage on diatom communities of Orijarvi and Maajarvi, lakes in SW Finland. *Boreal Environment Research*, 17, 6, pp. 437-446, 2012.
20. Linne von Berg K-H., Hoef-Emden K., Melkonian M. Der Kosmos-Algenführer: Die wichtigsten Süßwasseralgen im Mikroskop. Kosmos, 368 pp., 2012.
21. Streble H., Krauter D. Das Leben im Wassertropfen. Stuttgart, Kosmos, 415 pp., 2001.

Received on 12.10.2017



Biolog. Journal of Armenia, 4 (69), 2017

BACTERIAL COMMUNITY STRUCTURE OF ARMENIAN MINING TERRITORIES REVEALED BY PCR-DGGE FINGERPRINTING A.A. MARGARYAN

Research Institute of Biology, Department of Biochemistry, Microbiology and Biotechnology,
Faculty of Biology, Yerevan State University
arminemargaryan@ysu.am

The bacterial community structure in the stone rock samples collected from Zangezur copper and molybdenum mine, Sotck gold mine, Shamlugh copper mine, as well as in the sludge sample collected from Alaverdi copper mine were investigated by PCR-DGGE fingerprinting. The presence of the phylum Actinobacteria, Bacteroidetes and Proteobacteria in the studied samples has been detected. The results give a snapshot of the microbial community structure and diversity in the Armenian mining areas.

Bacterial community – copper and gold mine – PCR-DGGE

Դեռատուրացնող գրադիենտային ժել էլեկտրաֆորեզի (ԴԳԺԷ) մեթոդի կիրառմամբ ուսումնասիրվել է բակտերիաների համակեցության կազմը Չանգեզուրի պղնձամոլիբդենային, Սոթքի ոսկու և Շամլուղի պղնձի մանրախճային հանքաքարի հողային, ինչպես նաև Ալավերդի պղնձի հանքավայրի թափոնային նմուշներում: Բացահայտվել է, որ ուսումնասիրված հանքավայրերը հարուստ են Actinobacteria, Bacteroidetes և Proteobacteria ֆիլումների ներկայացուցիչներով: Տվյալները տեղեկատվություն են տալիս Հայաստանի հանքավայրերում բակտերիալ համակեցությունների կազմի և բազմազանության մասին:

Բակտերիալ համակեցություն – պղնձի և ոսկու հանքաքարներ – ՊԸԴ-ԴԳԺԷ

Использованием метода денатурирующего градиентного гель электрофореза (ДГГЭ) показана структура бактериального сообщества в образцах почв с гравием рудных пород Зангезурского медно-молибденового комбината, Сотском месторождении золота, Шамлугском медном руднике и шлама Алавердского медного рудника. В исследуемых образцах обнаружено присутствие бактериальных фил Actinobacteria, Bacteroidetes и Proteobacteria. Результаты дают информацию о структуре и разнообразии бактериальных сообществ в месторождениях цветных металлов Армении.

Бактериальное сообщество – рудные породы меди и золота – ПЦР-ДГГЭ

The development of industrial processes such as smelting, mining, metal forging and etc. results in release of heavy metals to the environment and disruption of ecological balance in most ecosystems [8]. Metal-rich natural habitats have become an extreme environment for the development and evolution of unique microbial communities [6]. The diverse bacterial groups have developed abilities to deal with the toxic levels of the metals by detoxification, metal absorption, uptake and accumulation, extracellular precipitation, efflux of heavy metals from the cells [11, 12].

Study of microbial diversity in different environments based on cultivable approach can provide quantitative yields and specific information on diversity of microbial communities [2, 23].

However, different studies in environment demonstrated that less than 1% of the total microbial community members are cultivable and applying culture-dependent methods will only reveal information about the very small fraction of microorganism able to grow under the given condition [5, 21]. Different fingerprint methods using 16S rRNA gene have been developed to study total microbial diversity [6, 14]. The use of molecular methods gives an opportunity to collect information on the composition of microbial communities [6, 14, 15].

Armenia has significant reserves of copper, molybdenum and gold, as well as lead, silver and zinc [9, 18]. Development of mining and smelting industry leads to increasing emissions of large amounts of waste into the environment which is the primary pollutants of heavy metals in Armenia.

The objective of this study was to determine the bacterial community structure in the stone rock samples collected from Zangezur copper and molybdenum mine (Kajaran), Sotk gold mine, Shamlugh copper mine, as well as in the sludge sample collected from Alaverdi copper smelter based on PCR-DGGE fingerprinting.

Materials and methods. Sampling sites. The stone rock and sludge samples were taken from Zangezur copper and molybdenum mine, Sotck gold mine, Alaverdi copper smelter and Shamlugh copper mine (fig. 1). The pH was measured using a portable potentiometer (HANNA, HI98129 pH/Conductivity/TDS Tester). Coordinates of studied sites was determined by GPS (Garmin GPSMAP 64s). Zangezur copper and molybdenum mine is located in Armenia's southern Syunik region and the coordinate is E46°08'54.28" N39°09'13.15" (elevation is 1865 m). The Sotck gold mine is one of the largest deposits in Armenia and located 20 km east of the city Yerevan (E45°58'00.76" N40°13'52.20", elevation is 2477 m). Alaverdi copper smelter and Shamlugh copper mine are located at Armenia's northern Lori province (E44°39'41.96" N41°5'58.79" and E44°44.470' N41°09.121' correspondingly, elevation 778 m).

Collected samples were stored in the cooling bag and transported to the laboratory for nucleotide acid extraction.

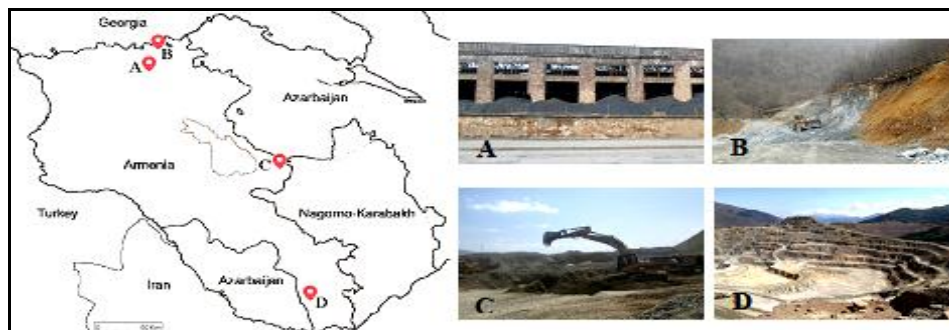


Fig. 1. Location of study sites. Maps of Armenia showing the locations of studied mining territories with red marks. Close up photograph of A. Sludge of Alaverdi copper smelter, B. Shamlugh copper mine, C. Sotk gold mine and D. Zangezur copper and molybdenum mine. The source of the map: <http://map-caucasus.com/>

DNA extraction and PCR-DGGE

DNA was extracted from 0.5g soil/sediments using Fast DNA SPIN Kit for Soil (MP Biomedicals, USA) according to the manual. The bacterial community structure in the soil and sludge samples were studied using PCR Denaturing Gradient Gel Electrophoresis (DGGE) as described by [10]. The extracted DNA was used as template for amplification of the V3 region of 16S rRNA gene sequence by using L340F and K517R primer sets [1, 4].

The DGGE analysis of PCR products were performed using TV-400-DGGE System (Topac Inc., USA) with 8% (w/v) polyacrylamide gel (37.5:1 acrylamide/bisacrylamide) in 0.5x TAE (20 mM Tris-HCl, 10 mM Acetat, 0.5 mM EDTA) buffer and denaturants (100 % denaturant contain 7 M urea and 40 % deionized formamide). A denaturant gradient was 30-70 %.

Sequencing and Phylogeny

Sequencing for DGGE band amplicons were performed on ABI PRISM capillary sequencer according to the protocol of the ABI Prism BigDye Terminator kit (Perkin Elmer). Raw data of DNA sequences were analyzed with program Chromas and BioEdit. Closest matches for the partial 16S rDNA sequences were identified by basic local alignment search tool (BLAST) with nucleotide database in NCBI (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). Alignment for phylogenetic analysis was made by using ClustalW [20]. Phylogenetic tree was constructed using the neighbor joining method with MEGA 6.10 [19]. Bootstrapping analysis for 1000 replicates was performed to estimate the confidence of tree topologies [3].

Results and Discussion. PCR-DGGE based analysis of the extracted environmental DNA was done to provide a snapshot of the microbial communities' structure in the studied samples. DGGE patterns showed the occurrence of complex bacterial communities in the analyzed samples. Difference of microbial communities was obtained from different samples of Armenian mines (fig. 2).

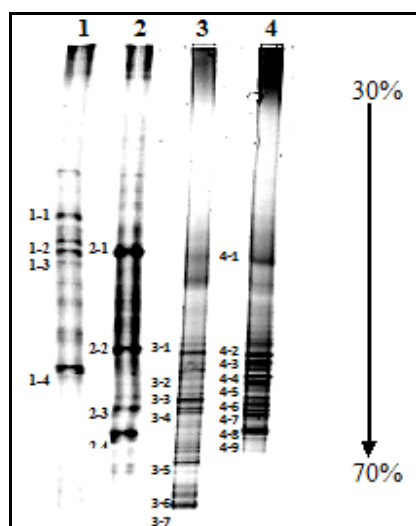


Fig. 2. Bacterial community profile determined with PCR-DGGE of partial 16S rRNA genes fragments from environmental DNA (1- Sotck gold mine, 2- Zangezur copper and molybdenum mine, 3- Alaverdi copper mine, 4- Shamlugh copper mine).

Aiming to identify the dominant taxa associated with the PCR-DGGE profiles several DGGE bands were excised from the gel. The successful sequencing of partial 16S rRNA gene could be obtained only for 24 bands of the DGGE gel. Most of the bacteria detected by DGGE fingerprinting was mainly closely related to uncultivated organisms (tab. 1) and shared less than 95 % identity with their closest match in GenBank indicating a unique community of studied samples.

The stone rock samples of Sotck Gold mine rich with the members of the phylum Proteobacteria (50%) and Actinobacteria (50%). The bacterial groups belonged to phylum Bacteroidetes (10%) and Actinobacteria (90%) were found in the samples of Zangezur copper and molybdenum mine.

The sequences derived from the extracted DNA of the bands from line 3-1 to line 3-7 (the sludge sample of Alaverdi copper mine) belonging to the phylum Actinobacteria, which includes bacterial genus of *Micromonospora*, *Geodermatophilus*, *Cryptosporangium*, *Rhodococcus*, *Saccharomonospora* and *Blastococcus* usually founding in the soil (tab. 1). The members of the phylum Actinobacteria are widely distributed in the soil and have found in the different mining areas. They were characterized with heavy metals resistance and bioaccumulation potential.

Table 1. Closest phylogenetic affiliation of the bacterial 16S rRNA gene based on BLAST comparison to the GenBank database

Sampling Site	Band ID	Sequence length (bp)	Closest phylogenetic match [Accession]	Closest culture phylogenetic match [Accession]	Identity %
Sotck	1-1	174	Uncultured alpha proteobacterium DGGE 16-2 [LN681342]	<i>Pseudomonas</i> sp. TF7(2013) [KC906191]	99/95
	1-2	178	Uncultured alpha proteobacterium DGGE 16-2 [LN681342]	<i>Pseudomonas</i> sp. TF7(2013) [KC906191]	97/96
	1-3	163	Uncultured bacterium DGGE 16-8 [LN681348]	<i>Nocardioides</i> sp. strain HBUM200119 [KY945743]	98/99
	1-4	164	Uncultured bacterium DGGE 16-8 [LN681348]	<i>Nocardioides</i> sp. HCA3-17_Pa [KX419031]	99/100
Zangezur	2-1	159	Uncultured bacterium DGGE gel 1,2 [LN649247]	<i>Propionibacterium</i> sp. Taian [GU332269]	96/95
	2-2	180	Uncultured bacterium clone Arz-B-45 [JQ929036]	<i>Owenweeksia</i> sp. TH136 [KT826316]	99/95
	2-3	160	Uncultured Streptomyces sp. DGGE gel 10 [LN649246]	<i>Nocardia</i> sp. strain AC376_FSS578 [KX928418]	95/99
	2-4	171	Uncultured Streptomyces sp. DGGE gel 10 [LN649246]	<i>Propionibacterium</i> sp. Taian [GU332269]	95/92
Alaverdi	3-1	131	<i>Micromonospora</i> sp. WMMA2015 [KY015165]	Same as CPM	98
	3-2	139	<i>Cryptosporangium japonicum</i> [AB006168]	Same as CPM	92
	3-3	156	<i>Rhodococcus</i> sp. ADC4[DQ272471]	Same as CPM	98
	3-4	159	<i>Geodermatophilus</i> sp. RKEM 688 [KU198754]	Same as CPM	98
	3-5	140	<i>Saccharomonospora xinjiangensis</i> ST187 [KM588177]	Same as CPM	96
	3-6	137	Uncultured bacterium clone OTU233 [KY466264]	<i>Blastococcus</i> sp. URHD0003 [LN876424]	98/98
	3-7	179	<i>Geodermatophilus</i> sp. RKEM 688 [KU198754]	Same as CPM	99
Shamlugh	4-1	160	Uncultured beta proteobacterium clone beta3 [KP714254]	<i>Georgfuchsia toluolica</i> strain G5G6 [NR_115995]	89/89
	4-2	164	Uncultured bacterium clone F5K2Q4C04IVUVQ [GU912975]	<i>Klebsiella oxytoca</i> strain J7 [KT767956]	85/85
	4-3	163	Uncultured bacterium clone 1A247 [GQ164499]	<i>Enterobacteriaceae bacterium</i> KRT2 [AB703086]	89/87
	4-4	169	Uncultured bacterium clone CarbonSeq02a_030410_A10 [KC605441]	<i>Burkholderiaceae bacterium</i> FMAc7 [KF931495]	87/84
	4-5	161	Uncultured bacterium clone QKAB3ZF121 [KJ707428]	<i>Georgfuchsia toluolica</i> strain G5G6 [NR_115995]	89/89
	4-6	165	Uncultured beta proteobacterium clone J45-69 16S [KC603355]	<i>Limnobacter thiooxidans</i> Nb15RA-1 [KP296193]	93/93
	4-7	157	Uncultured bacterium isolate DGGE gel band S27 [KU497528]	<i>Thiobacillus thioparus</i> [HQ693548]	95/93
	4-8	159	Uncultured <i>Thiobacillus</i> sp. clone PS107 [KF517403]	<i>Rhodocyclaceae bacterium</i> KABU2 [LC094733]	90/88
	4-9	166	Uncultured bacterium clone dldaqu9 [KC820023]	<i>Rhodococcus</i> sp. ADC4 [DQ272471]	92/91

CPM- Closest phylogenetic match

The bacterial community in the stone rock samples of Shamlogh copper mine contains bacteria from the phylum Proteobacteria (90%) and Actinobacteria (10%). The phylum Proteobacteria is represented with anaerobic bacterium of the genus *Georgfuchsia*, aerobic thiosulfate-oxidizing bacteria belonging to the genus *Limnobacter* and *Thiobacillus* and soil bacterium of the genus *Klebsiella* (tabl. 1). The phylum Actinobacteria represents only with bacterium from the genus *Rhodococcus*.

Phylogenetic analyses of the 16S rDNA sequences derived from DGGE profiles and their closes matches in the GenBank has showed that the bacterial community representatives of Sotck gold mine involved in the cluster with *Propionibacterium* sp. and uncultured bacterium. The DGGE gel bands derived from Zangezura copper and molybdenum stone rock samples involved in the clusters with *Nocardia fluminea* and some uncultured bacterial groups (fig. 3). The bacterial phylum of Actinobacteria is more frequently found in the soil samples, as well as in the contaminated environments. It is therefore possible that these bacteria were widely present in the soil of the different mining regions and resisted to the impact of the heavy metals [13].

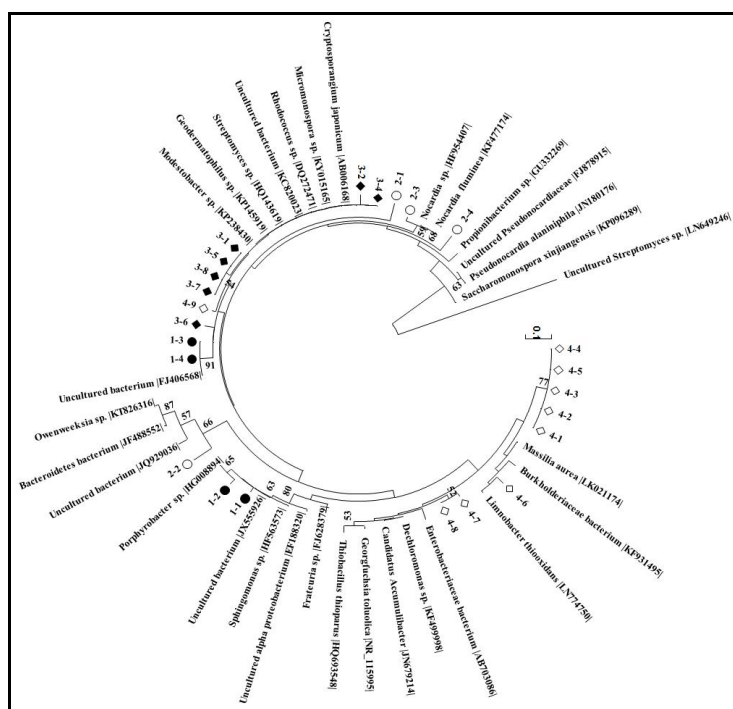


Fig. 3. Circular phylogram showing the phylogenetic affiliation of 16S rDNA sequences derived from DGGE profiles (●-Sotck gold mine, ○- Zangezura copper and molybdenum mine, ◆- Alaverdi copper mine, ◇- Shamlogh copper mine). The bootstrap values per 100 bootstrap analyses are presented on the tree. Scale bar represents 0.1 substitutions per site.

The bacterial sequences derived from the sludge of Alaverdi copper smelter and stone rock of Shamlogh copper mine is mostly involved in separate clusters which are indicated on the uniqueness of the studied samples.

Aerobic thiosulfate-oxidizing bacteria belonging to the genus *Limnobacter* and *Thiobacillus* have been found in moderated acidic sample of the Shamlogh copper mine stone rock. Only two species of the genus *Limnobacter* (*L. thiooxidans* and *L. litoralis*) are known and firstly were isolated from sediment of the littoral zone of a freshwater

lake (Lake Chiemsee, Bavaria, Germany) [17], while *L. littoralis* was isolated from a 22-year-old volcanic deposit at a site lacking vegetation on the island of Miyake, Japan [7].

The presence of anaerobic bacterium *Georgfuchsia toluolica* belonged to the phylum *Betaproteobacteria* in the stone rock sample of Shamlugh copper mine is also interesting. A bacterium (strain G5G6) that grow with toluene and utilizes Fe(III), Mn(IV), while using nitrate as terminal electron acceptors for growth on aromatic compounds, does not grow on sugars, lactate or acetate, was isolated from a polluted aquifer (Banisveld, the Netherlands) [22]. The strain G5G6 (DSMZ 19032(T)=JCM 14632(T)) is a novel taxon of the *Betaproteobacteria*.

The low similarity (89-93%) of the DNA sequences extracted from DGGE gel bands with *L. thiooxidans* Nb15RA-1 and *G. toluolica* G5G6 strains (see table 2) could be promising for isolation of a new species or sub-species of newly described genera of the *Betaproteobacteria* from Shamlugh copper mine.

Although diversity of dominant bacterial groups was detected, the active microbial population in the studied metal-rich niche is not identified. Generally, the modern techniques of microbial community analysis, including all their limitations, seem to be suitable for determination of changes in the community structure exposed to the impact of pollutants.

Acknowledgements

The work was partially supported by Basic support from State Committee of Science, Ministry of Education and science of Armenia, by Armenian National Science and Education Fund (ANSEF-2016 Microbio-4619) based in New York, USA and CPEA-2011/10081 grant from the Norwegian Cooperation Programme in Higher Education with Eurasia.

REFERENCES

1. Achenbach L., Woese C. 16S and 23S rRNA-like primers. In: Archaea, A Laboratory Manual, Methanogens, Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York, pp. 521-523, 1995.
2. Besaury L., Marty F., Buquet S., Mesnage V., Muyzer G., Quillet L. Culture-dependent and independent studies of microbial diversity in highly copper-contaminated Chilean marine sediments, Microb. Ecol. 65 (2), pp. 311-324, 2013.
3. Felsenstein J. Confidence Limits on Phylogenies: An Approach Using the Bootstrap, Evolution. 39 (4), pp. 783-791, 1985.
4. James G. Universal Bacterial Identification by PCR and DNA Sequencing of 16S rRNA Gene, In PCR for Clinical Microbiology: An Australian and International Perspective, edited by Margret Schuller, P. Theo Sloots, S. Gregory James, L. Catriona Halliday and W. J. Ian Carter, Dordrecht: Springer Netherlands, pp. 209-214, 2010.
5. Joynt J., Bischoff M., Turco R., Konopka A., Nakatsu C.H. Microbial community analysis of soils contaminated with lead, chromium and petroleum hydrocarbons, Microb. Ecol. 51 (2), pp. 209-219, 2006.
6. Kozdroj J., van Elsas J.D. Structural diversity of microorganisms in chemically perturbed soil assessed by molecular and cytochemical approaches, J. Microbiol. Methods. 43 (3), pp. 197-212, 2001.
7. Lu H., Sato Y., Fujimura R., Nishizawa T., Kamijo T., Ohta H. *Limnobacter littoralis* sp. nov., a thiosulfate-oxidizing, heterotrophic bacterium isolated from a volcanic deposit, and emended description of the genus *Limnobacter*, Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 61 (2), pp. 404-407, 2011.

8. Mohammed A.S., Kapri A., Goel R. Heavy Metal Pollution: Source, Impact, and Remedies. In *Biomangement of Metal-Contaminated Soils*, edited by Mohammad S.K., Goel A.Z.R., Musarrat J. Dordrecht: Springer Science, Vol. 20, pp. 1-28, 2011.
9. Murcott S. Arsenic contamination in the world: An international Sourcebook, IWA Publishing, London, UK, pp. 282, 2012.
10. Muyzer G., de Waal E.C. Uitterlinden A.G. Profiling of complex microbial populations by denaturing gradient gel electrophoresis analysis of polymerase chain reaction-amplified genes coding for 16S rRNA, *Applied and Environmental Microbiology*, 59 (3), pp. 695-700, 1993.
11. Nies D.H. Efflux-mediated heavy metal resistance in prokaryotes, *FEMS Microbiol. Rev.* 27 (2-3), pp. 313-339, 2003.
12. Nies D.H. Bacterial Transition Metal Homeostasis. In *Molecular Microbiology of Heavy Metals*, edited by Nies D.H. and Silver S., Springer Berlin Heidelberg, pp. 117-142, 2007.
13. Pereira L.B., Renato V., Ottoboni L.M. Changes in the Bacterial Community of Soil from a Neutral Mine Drainage Channel, *PLoS ONE* 9 (5), e96605, 2014.
14. Ranjard L., Poly F., Nazaret S. Monitoring complex bacterial communities using culture-independent molecular techniques: application to soil environment, *Res. Microbiol.* 151 (3), pp. 167-177, 2000.
15. Rastogi G., Rajesh K.S. Molecular Techniques to Assess Microbial Community Structure, Function, and Dynamics in the Environment. In *Microbes and Microbial Technology: Agricultural and Environmental Applications*, edited by Ahmad I., Ahmad F. and Pichtel J., Springer, New York, pp. 29-57, 2011.
16. Sandaa R., Torsvik V.V., Enger F.L., Daae T.C., Hahn D. Analysis of bacterial communities in heavy metal-contaminated soils at different levels of resolution, *FEMS Microbiol. Ecol.* 30 (3), pp. 237-251, 1999.
17. Spring S., Kampfer P., Schleifer K.H. *Limnobacter thiooxidans* gen. nov., sp. nov., a novel thiosulfate-oxidizing bacterium isolated from freshwater lake sediment, *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 51 (4), pp. 1463-1470, 2001.
18. Suvaryan Y., Sargsyan V., Sargsyan A. The problem of heavy metal pollution in the Republic of Armenia: Overview and strategies of balancing socioeconomic and ecological development, *Environmental Heavy Metal Pollution and Effects on Child Mental Development: Risk Assessment and Prevention Strategie*, pp. 309-316, 2011.
19. Tamura K., Stecher G., Peterson D., Filipski A., Kumar S. MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0, In *Mol. Biol. Evol.* pp. 2725-2729, 2013.
20. Thompson J.D., Higgins D.G., Gibson T.J. CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice, *Nucleic. Acids. Research*, 22 (22), pp. 4673-4680, 1994.
21. Torsvik V., Øvreås L. Microbial Diversity, Life Strategies, and Adaptation to Life in Extreme Soils, In *Microbiology of Extreme Soils*, edited by Dion P. and Nautiyal C.S., Springer Berlin Heidelberg, pp. 15-43, 2008.
22. Weelink S.A., van Doesburg W., Saia F.T., Rijpstra W.I., Roling W.F., Smidt H., Stams A.J. A strictly anaerobic betaproteobacterium *Georgfuchsia toluolica* gen. nov., sp. nov. degrades aromatic compounds with Fe(III), Mn(IV) or nitrate as an electron acceptor, *FEMS Microbiol. Ecol.* 70 (3), pp. 575-585, 2009.
23. Zhang H.B., Yang M.X., Shi W., Zheng Y., Sha T., Zhao Z.W. Bacterial diversity in mine tailings compared by cultivation and cultivation-independent methods and their resistance to lead and cadmium, *Microb. Ecol.* 54 (4), pp. 705-712, 2007.

Received on 04.05.2017



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 3(69), 2017

ԳԱՎԱՌԱԳԵՏ ԵՎ ՁԿՆԱԳԵՏ ԳԵՏԵՐԻ ՄԱԿՐՈԱՆՈՂՆԱՇԱՐՆԵՐԻ ՀԱՄԱԿԵՑՈՒԹՅԱՆ ՍԵՉՈՆԱՅԻՆ ՉԱՐԳԱՅՄԱՆ ԱՌԱՆՋԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ՋՐԻ ՈՐԱԿԸ

Տ.Վ. ԲՈՇՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ Կենդանաբանության և հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոն,
Հիդրոէկոլոգիայի և ձկնաբանության ինստիտուտ
tatevik-b87@mail.ru

2015 թ. կատարվել են Ձկնագետի և Գավառագետի հատակային մակրոանողնաշարների ուսումնասիրություններ: Բիոտիկ ինդեքսների ցուցանիշների հիման վրա որոշվել է գետերի ջրի որակը: Ձկնագետում հետազոտության ընթացքում ջրի որակը տատանվել է «չափավոր վատ»-ից «գերազանց» դասերի սահմաններում, իսկ Գավառագետում՝ «վատ»-ից «ոչ բարձր»-ի սահմաններում:

Սևանի ավազանի գետեր – մակրոանողնաշարներ – բիոտիկ ինդեքսներ – ջրի որակ

В 2015 г. проведены исследования макробеспозвоночных рек Дзкнагет и Гаварагет. Определено качество воды по биотическим индексам. В ходе исследований выявлено, что в р. Дзкнагет качество воды колебалось в пределах от “невысокого” до “высокого”, в р. Гаварагет – от “плохого” до “невысокого”.

Реки бассейна озера Севан – макробеспозвоночные – биотические индексы – качество воды

Study of macroinvertebrates of Dzknaget and Gavaraget rivers was carried out in 2015. The water quality was determined based on biotic indices. During the study the water quality in the Dzknaget River was in the range of from “moderate” to “excellent” level, in the Gavaraget River the water quality was in the range of from “bad” to “poor” level.

Sevan basin rivers – macroinvertebrates – biotic indices – water quality

Սևտեսական գործունեության աճող գյուղատնտեսական և կենցաղային մասշտաբները իրենց բացասական ազդեցությունն են թողնում ջրային էկոհամակարգերի վրա: Հատկապես խոցելի են փոքր գետերը, որոնցով հարուստ է Հայաստանը:

Գավառագետ և Ձկնագետ գետերը պատկանում են Սևանա լճի ջրհավաք ավազանին և կարևոր նշանակություն ունեն լճի հիդրոլոգիական ռեժիմի, ինչպես նաև ջրի որակի ձևավորման գործում:

Գավառագետը ջրհավաք ավազանի մակերեսի մեծությամբ (480 կմ²) երկրորդ, իսկ ջրային ռեսուրսների քանակով (120 մլն.մ³) երրորդ գետն է Սևանի ավազանում: Գետը սկիզբ է առնում Գեղամա լեռնաշղթայի հարավային լանջերից՝ 3130 մ բարձրությունից: Գավառագետի երկարությունը Գեղարքունիք վտակի հետ միասին շուրջ 50 կմ է: Սնումը ստորերկրյա է (83 %): Ջրերն օգտագործվում են ոռոգման և էներգետիկ նպատակներով [1]:

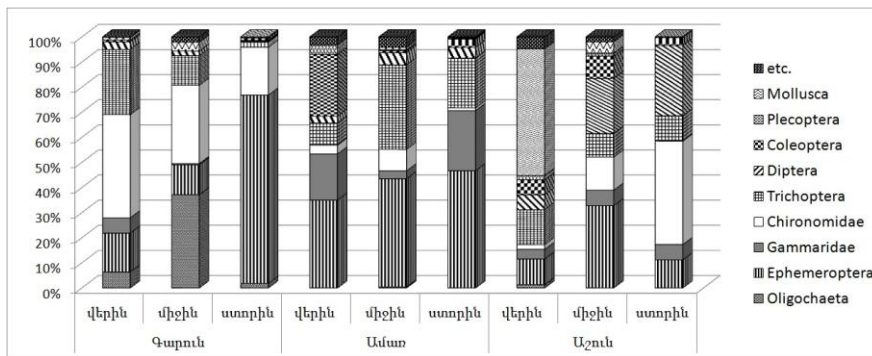
Ձկնագետը սկիզբ է առնում Արեգունի լեռնաշղթայի հյուսիս արևելքից, այն Գավառագետից հետո Փոքր Սևան թափվող երկրորդ ջրառատ գետն է: Նրա երկարությունը 22 կմ է, ջրհավաք ավազանի մակերեսը 90,5 կմ²:

Գետի սնումը հիմնականում հալոցքային և անձրևային է: Գարնանը Ձկնագետն ուժեղ վարարում է, որի ընթացքում անցնում է տարեկան հոսքի շուրջ 80 %-ը: Գետն ամռանը և ձմռանը խիստ ծանծաղում է: Ջրերն օգտագործվում են ոռոգման նպատակով [1]:

Նյութ և մեթոդ: 2015թ. գարնան, ամռան և աշնան ամիսներին կատարվել են Ձկնագետի և Գավառագետի հատակային մակրոանողնաշարների որակական և քանակական ուսումնասիրություններ: Գետերի ջրի որակը և որակի դասը որոշելու համար կիրառվել են հետևյալ ցուցիչները՝ BMWP (Biological Monitoring Working Party Index), ASPT (Average Score Per Taxon Index) և IBE (Indice Biotico Esteso) [7, 9]:

Ուսումնասիրության ընթացքում գետերի վերին, միջին, ստորին հոսանքների տարբեր բիոտոպերից հավաքվել է 9 փորձանմուշ՝ ըստ ջրակենսաբանության մեջ ընդունված մեթոդների [2, 4, 6, 9]: Հատակային անողնաշար կենդանիների տեսակային պատկանելությունը որոշվել է համապատասխան որոշիչներով [3, 8]:

Սորյունքներ և քննարկում: Գարնանը Ձկնագետի վերին հոսանքում ըստ թվաքանակի գերակշռել են բզզան մոծակները (Chironomidae-41 %): Միջին հոսանքում բնահողում ավելացել է տիղմի քանակությունը, ինչը նպաստել է այս դիտակետում պելոմեոֆիլ սակավախոզան որդերի (Oligochaeta) քանակական ցուցանիշների աճին՝ 6-ից 37%: Ստորին հոսանքում բենթոսային անողնաշարների կազմում դոմինանտ են եղել միորիկները (Ephemeroptera – 75%) (նկ. 1):



Նկ. 1. Ձկնագետի հատակային ֆաունայի տոկոսային հարաբերակցությունը (2015 թ. գարուն, ամառ և աշուն)

Ամռանը գետի ամբողջ երկայնքով դոմինանտել են միորիկները: Վերին հոսանքում նրանք կազմել են ընդհանուր թվաքանակի 34 %, միջինում՝ 43 %, իսկ ստորինում՝ 46 %-ը:

Աշնանը տեղի է ունեցել բենթոֆաունայի դոմինանտ կազմի փոփոխություն (աղ. 1): Ինչը, հավանաբար, պայմանավորված է եղել ամֆիբիոնտ հատակային կենդանիների կյանքի փուլերի փոփոխմամբ՝ թրթուրային փուլից անցում հասուն վիճակի: Ուստի վերին հոսանքում գերակշռել են մշտական կոմպոնենտ հանդիսացող փորոտանիները (Mollusca-51 %): Միջին հոսանքում գերակայել են միորիկները (34 %), իսկ ստորին հոսանքում՝ բզզան մոծակի թրթուրները (41 %) (նկ. 1):

Ինչպես ցույց են տալիս հատակային կենդանիների կարգաբանական և քանակական ցուցանիշների վերլուծությունները, ուսումնասիրության ընթացքում Ձկնագետում բենթոֆաունայի հիմնական կազմը ձևավորել են լիթոբեոֆիլ կենդանիները: Վեգետացիոն շրջանում և ամռանը հիմնականում գերակշռել են միորիկների և բզզան մոծակի թրթուրները, իսկ աշնանը ձևավորվել է հատակային անողնաշարների կազմի փոփոխություն՝ կապված հասուն ձևերի թռիչքի հետ (աղ. 1):

Կատարված հետազոտությունները և ինդեքսների արժեքները ցույց են տվել, որ, թեև գետի տարբեր հատվածներում և սեզոններին զրանցվել են տարաբնույթ կարգաբանական խմբերի ներկայացուցիչներ, այնուամենայնիվ ըստ անողնաշար կենդանիների որակական և քանակական ցուցանիշների՝ Ձկնագետի ուսումնասիրված հատվածներում դիտվել են ջրի որակի բարձր արժեքներ (աղ. 2):

Աղյուսակ 1. Զկնագետի 2015 թ. գարնան, ամռան և աշնան ամիսների հատակային ֆաունայի որակական և քանակական կազմը (թվաքանակ (առանձ./մ²))

Կարգ	Ընտանիք	Վերին հոսանք			Միջին հոսանք			Ստորին հոսանք		
		մայիս	հուլիս	հոկտ.	մայիս	հուլ.	հոկտ.	մայիս	հոկտ.	հոկտ.
Seriata	Dugesidae	2	26	22	-	-	15	-	2	-
Veneroida	Pisidiidae	7	-	-	13	-	35	-	2	-
	Lymnaeidae	-	-	-	-	-	4	4	-	-
Gastropoda	Planorbidae	4	-	237	2	15	-	-	2	-
Amphipoda	Gammaridae	62	151	18	2	46	53	-	281	50
	Lumbricidae	24	-	-	-	4	-	6	-	-
	Lumbriculidae	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	Naididae	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Oligochaeta	Tubificidae	37	-	6	158	2	-	11	-	-
Arhynchobdellida	Erpobdellidae	-	-	-	-	25	-	-	-	-
Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	-	-	-	-	37	-	-	2	-
	Heptageniidae	2	193	33	4	276	138	69	93	4
	Ephemereilidae	-	17	-	-	28	-	-	47	-
	Caenidae	-	-	4	-	18	4	15	175	2
Ephemeroptera	Baetidae	156	77	11	47	318	141	634	232	86
	Leuctridae	-	7	2	-	-	4	-	-	-
	Nemouridae	-	-	4	-	2	6	-	-	-
Plecoptera	Perlidae	-	24	2	-	2	-	-	2	2
	ditiscidae	-	-	-	-	6	35	7	-	7
Coleoptera	Elmidae	7	202	28	-	6	42	2	39	19
Heteroptera	Corixidae	-	-	-	9	-	2	-	-	-
Diptera	Chironomidae	420	29	9	133	128	114	183	13	339
	Limoniidae	-	-	13	4	-	-	-	-	-
	Psychodidae	-	-	15	-	-	86	-	4	4
	Tabanidae	2	-	-	2	-	-	-	-	-
	Simuliidae	-	-	-	-	40	2	-	4	213
	Tipulidae	29	23	-	2	33	101	2	42	13
Trichoptera	Rhyacophilidae	6	42	6	-	2	-	-	-	4
	Hydropsychidae	136	6	59	7	484	77	11	217	79
	Limnephilidae	123	24	-	39	11	2	13	15	-
	Leptoceridae	-	-	-	39	2	-	-	-	-
	Psychomyiidae	-	-	-	4	-	2	-	-	-
Ընդամենը		1021	821	469	465	1485	863	957	1172	822

Աղյուսակ 2. Զկնագետի և Գավառագետի ջրի որակի սեզոնային փոփոխությունները

		Գարուն			Ամառ			Աշուն		
		BMWP	ASPT	IBI	BMWP	ASPT	IBI	BMWP	ASPT	IBI
Զկնագետ	1	լավ	շատ լավ	I	լավ	գերազանց	I	լավ	գերազանց	I
	2	լավ	շատ լավ	I	շատ լավ	գերազանց	I	լավ	գերազանց	I
	3	լավ	չափավոր վատ	I	լավ	լավ	I	լավ	լավ	I
Գավառագետ	1	վատ	վատ	V	-	-	-	-	-	-
	2	վատ	չափավոր վատ	III	ոչ բարձր	միջին	III	վատ	վատ	III
	3	վատ	չափավոր վատ	III	վատ	չափավոր վատ	III	ոչ բարձր	լավ	III

Գավառագետում, ի տարբերություն Զկնագետի, գարնանն արձանագրվել է հատակային մակրոնառողնաշարների ավելի փոքր բազմազանություն (աղ. 4), ինչը պայմանավորված է գարնանային վարարումների հետևանքով գետի այս հատվածում հոսքի արագության բարձրացմամբ (աղ. 3) և, որպես հետևանք, գետի կոչոտ հոսքի ավելացմամբ:

Գետի վերին հոսանքում գարնանը գերակշռել են բզզան մոծակները, որոնք կազմել են ընդհանուր թվաքանակի 60 %-ը: Միջին և ստորին հոսանքներում դոմինանտել են ֆիտոնեմֆիլ կողալողերը (Gammaridae-52%), իսկ ստորինում՝ 69 % (նկ. 2):

Աղյուսակ 3. Հետազոտված դիտակետերում հոսքի արագության և ջերմաստիճանի ցուցանիշները

		Գարուն			Ամառ			Աշուն		
		V (մ/վ)	T (°C)	Գետի հատակի կառուցվածքը	V (մ/վ)	T (°C)	Գետի հատակի կառուցվածքը	V (մ/վ)	T (°C)	Գետի հատակի կառուցվածքը
Ձվազետ	1	1.2	10	գլաբար, խճաբար մանրախիճ	0.45	13	գլաբար, խճաբար մանրախիճ, տիղմ	0.5	9	-/-
	2	1.4	10	գլաբար, խճաբար մանրախիճ, տիղմ	0.5	17	-/-	0.3	10	-/-
	3	2.2	11	գլաբար, խճաբար, ավազ, տիղմ	0.25	17	գլաբար, խճաբար, ավազ, տիղմ մակրոֆիտ	0.7	12	-/-
Գավառազետ	1	7.5	9	ավազ, խճաբար, տիղմ	-	-	-	-	-	-
	2	1.2	11	ավազ, մանրախիճ, տիղմ, մակրոֆիտ	0.55	16	-/-	0.1	9.5	-/-
	3	2.4	12.5	տղմավազ, մակրոֆիտ	0.3	16	-/-	0.6	11	-/-

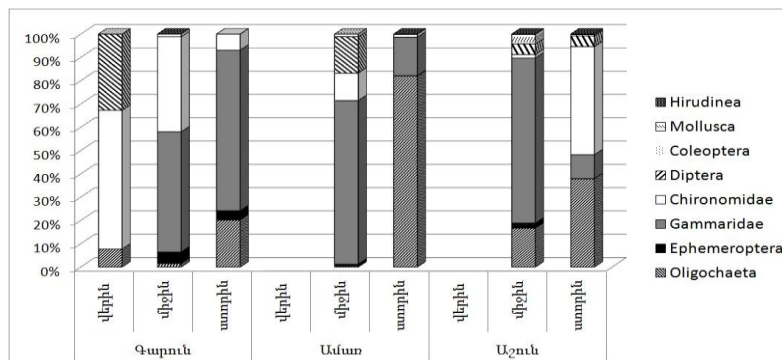
Աղյուսակ 4. 2015թ. գարնան, ամռան և աշնան ամիսների Գավառազետի հատակային ֆաունայի որակական և քանակական կազմը (թվաքանակ (առանձ./մ²)):

Կարգ	Ընտանիք	Վերին հոսանք			Միջին հոսանք			Ստորին հոսանք		
		մայիս	հուլ.	հոկտ.	մայիս	հուլ.	հոկտ.	մայիս	հուլ.	հոկտ.
Veneroida	Pisidiidae	-			18	90	59	-	2	2
Gastropoda	Planorbidae	-			-	7	-	-	-	-
Amphipoda	Gammaridae	-			810	6112	1043	1185	1313	445
Oligochaeta	Lumbricidae	2			2	13	-	2	-	822
	Lumbriculidae	-			16	-	-	137	-	-
	Tubificidae	2			8	26	246	208	6503	823
Arhynchobdellida	Erpobdellidae	-			-	-	-	-	7	7
Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	-			-	-	2	-	-	-
Ephemeroptera	Baetidae	-			77	66	31	68	6	4
Coleoptera	ditiscidae	-			-	-	-	-	-	26
Diptera	Chironomidae	31			641	1026	22	118	96	2018
	Limoniidae	-			-	7	-	-	-	198
	Simuliidae	17			-	1352	68	-	-	-
Ընդամենը		52			1572	8699	1471	1718	7927	4345

Ամռանը և վաղ աշնանը Գավառազետից ոռոգման նպատակով կատարվել է ջրառ, գետի վերին հոսանքի հունը չոր է եղել, ուստի վերին հոսանքում նմուշառում իրականացվել է միայն գարնանը:

Ամռանը և աշնանը միջին հոսանքում գերակշռել են կողալողերը՝ 70 և 71 %: Ստորին հոսանքում ամռանը գերակշռել են սակավախոզան որդերը (82 %), աշնանը՝ բզզան մոծակի թրթուրները (46 %) (նկ. 2):

Գավառազետում առատորեն տարածված մակրոֆիտների մացառուտները վկայում են օրգանական նյութի առկայության մասին: Գետի ուսումնասիրված հատվածներում ձևավորվել են հիմնականում դանդաղահոս և տղմային բիոտոպերին բնորոշ հատակային կենդանիներ (աղ. 3):



Նկ. 2. Գավառագետի հատակային ֆաունայի տոկոսային հարաբերակցությունը (2015թ.)

Ուսումնասիրության ընթացքում Գավառագետի անողնաշար կենդանիների տեսակային կազմի և քանակական ցուցանիշների վերլուծությունները ցույց տվեցին, որ ըստ բիոտիկ ինդեքսների՝ գետի ուսումնասիրված բոլոր հատվածներում արձանագրվել են ջրի որակի ցածր արժեքներ (աղ. 2): Ստացված տվյալը կասկածելի է, քանի որ վերին հոսանքում ջրաբանական ռեժիմի առանձնահատկության պատճառով ուսումնասիրված համակեցությունը դեռևս ձևավորման փուլում է եղել և հստակ եզրակացություն անել ջրի որակի մասին նպատակահարմար չէ:

Զկնագետի բենթոֆաունայի հիմնական կազմը ձևավորել են աղտոտվածության նկատմամբ ավելի զգայուն խմբերի մակրոանողնաշարները, իսկ Գավառագետի բենթոֆաունայի գերակշռող մասը՝ աղտոտվածության նկատմամբ ավելի կայուն խմբերը:

Այսպիսով, ըստ հատակային մակրոանողնաշարների ցուցանիշների, ձկնագետում ջրի որակը համապատասխանել է IBE դասակարգման I դասին, ինչը պայմանավորված է գետի ավազանում մարդածին գործոնի թույլ ծանրաբեռնվածությամբ, որի արդյունքում գետը հասցնում է ինքնամաքման:

Ի տարբերություն ձկնագետի, Գավառագետում հիմնականում դիտվել է ջրի վատ որակ: Ջրի որակի դասը տատանվել է V-III-ի սահմաններում, ինչը, հավանաբար, պայմանավորված է ոչ միայն գետում անթրոպոգեն ծանրաբեռնվածությամբ, այլև վերին հոսանքում գետի հունի խախտմամբ և, որպես հետևանք, գետի ջրաէկոհամակարգի ջրային ռեժիմի փոփոխմամբ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Մազակյան Բ.Պ. Սևանի ավազան (Բնությունը, կլիման և ջրերը), Երևան, էջ 78-79, 2007.
2. Жадин В.И. Методика изучения донной фауны водоемов и экологии донных беспозвоночных. Жизнь пресных вод СССР, IV, 1. Изд. АН СССР, М.-Л., с 279-382, 1956.
3. Кутикова Л.А., Старобогатов Я.И. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР, Гидрометеиздат, Л., 510 с, 1977.
4. Лучишева А.А. Практическая гидрометрия: Ленинград, Гидрометеиздат, 424 с, 1983.
5. Методика сбора и обработки зообентоса водоемов и оценка их экологического состояния по биологическим показателям. Пермь, выпуск 1, 49 с, 2001.
6. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидрологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. /Ред. Г.Г. Винберг, Г. М. Лаврентьева. Л., ГосНИОРХ, Зин АН СССР. 51 с, 1983.
7. Семеченко В.П. Принципы и системы биоиндикации текущих вод, Минск, Изд. "Орех", 125 с. 2004.
8. Цалолыхин С.Я. (ред). Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 1-6., 1994-2004.
9. Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macro invertebrates, developed for the purpose of the water framework directive, 202 p, 2002.

Ստացվել է 12.05.2017



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4(69), 2017

ԴԵՆԴՐՈՆԻՐՈՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ԴԱՏԱԿԱՆ ՓՈՐՁԱՔՆՆՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ

Ա.Ա.ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Վ.Ս. ՍԱՀԱԿՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ «Փորձաքննությունների ազգային բյուրո» ՊՈԱԿ-ի
«Հողագիտական և կենսաբանական փորձաքննություններ» բաժին
annapetrosyan99@gmail.com

Ապօրինի ծառահատումները Հայաստանի Հանրապետության ժամանակակից անտառային տնտեսության խնդիրներից են: Դատական դենդրոխրոնոլոգիան ժամանակակից տեխնիկայի հետ մեկտեղ թույլ է տալիս ձևակերպել հաստատված փորձագիտական եզրակացություններ անտառային ոլորտում հանցագործությունների հետաքննության և բացահայտման ուղղությամբ: Սակայն մինչև օրս Հայաստանի Հանրապետությունում չկան դենդրոխրոնոլոգիայի գիտահետազոտական մեթոդական բազա և համապատասխան փորձագիտական պրակտիկա:

Հոդվածում ներկայացված են դատական դենդրոխրոնոլոգիայի մեթոդի առաջացման պատմությունը և դրա կիրառումը անտառային ոլորտում տեղի ունեցող իրավախախտումների բացահայտման համար անհրաժեշտ փորձաքննությունների մեջ:

*Դատական դենդրոխրոնոլոգիա – ապօրինի ծառահատումներ – դատական
փորձաքննություններ – անտառային աճ – խաչաձև ժամանակագրություն*

Одной из проблем современного лесного хозяйства Республики Армения являются нелегальные рубки лесов. Однако до сих пор не существует методической базы научно-исследовательской дендрохронологии и соответствующей экспертной практики. Судебная дендрохронология в комплексе с современным оборудованием позволяет сформировать утвердительные экспертные выводы при раскрытии и расследовании правонарушений в лесном секторе.

В статье представлена история возникновения судебного дендрохронологического метода и использование его в необходимых экспертизах для разоблачения нарушений в лесной сфере.

*Судебная дендрохронология – незаконные рубки – судебные экспертизы –
приросты древесины – перекрестная датировка*

One of the problems of forestry of the Republic of Armenia is the illegal logging of forests. However, until now there is no methodological base of research in dendrochronology and appropriate peer practices. Trial dendrochronology in combination with modern equipment, allow formalating affirmative expert conclusions at disclosing and investigation of crimes in the forestry sector.

The article presents the history of the court dendrochronological method and its use in the necessary expertise to expose the crimes in the forestry sector.

*Forensic dendrokhronologia – illegal logging – forensic examinations –
forest growth – cross chronology*

Դենդրոխրոնոլոգիան գիտություն է, որն ուսումնասիրում է ծառերի աճման տարեկան օղակները, զբաղվում է դրանց չափմամբ, դրանցում պարունակվող տեղեկատվության ժամանակագրությամբ և վերլուծությամբ [12]: Դենդրոխրոնոլոգիան համարվում է ծառերի տարեկան օղակների հետազոտման ժամանակակից եղանակ, սակայն այս գիտության պատմությունը բավականին խորը արմատներ ունի, քանի որ հնագույն ժամանակաշրջանից սկսած տարեկան օղակների ուսումնասիրությամբ ստացվել են մի շարք հարցերի պատասխաններ, որոնք տվյալ ժամանակահատվածում անհասկանալի էին մարդկանց համար: Օրինակ՝ Լեոնարդո դա Վինչիի և Կառլ Լիննեյի կողմից առաջարկվել է տարեկան օղակների միջոցով անցյալում եղանակային պայմանների վերապատկերման միտքը [8]:

Դասական դենդրոխրոնոլոգիայի հիմնադիրն համարվում է ամերիկացի աստղագետ Ա.Ե.Դուգլասը: Դենդրոխրոնոլոգիայի ծնունդին նախորդել է տարեկան օղակների վերաբերյալ հսկայածավալ գիտելիքների կուտակումը: Տարբեր երկրներում դենդրոխրոնոլոգիան ակտիվ զարգացում է ապրել 19-րդ դարի երկրորդ կեսից մինչև 20-րդ դարի սկիզբը [5]:

Դենդրոխրոնոլոգիական տվյալների ներառման անհրաժեշտությունը դատական հետաքննություններում ծագել է տարբեր հանցագործություններ՝ սպանություններ, առևանգում, ապօրինի անտառահատումներ և այլն հետաքննելիս, որտեղ որպես օբյեկտ հանդես է եկել փայտանյութը [10]:

Համակարգչային տեխնիկայի զարգացման հետ կապված ի հայտ են եկել մասնագիտացված սարքավորումներ դենդրոխրոնոլոգիայի մեթոդի համար, որի հետևանքով գործնականում համապատասխան դատական փորձաքննություններում էապես աճել է փորձաքննության ապացուցողական նշանակությունը և հնարավորինս բացառվել է մարդկային գործոնի ազդեցությունը [11]:

Ներկայումս փայտանյութի փորձանմուշի տարիքի ճշգրիտ որոշումը և ծառահատման վաղեմության պարզումը որպես կանոն անհրաժեշտ է ապօրինի անտառահատումների հետ կապված ցանկացած դեպքի ժամանակ, որը պահանջված փորձագիտական հարց է ՀՀ-ում, որի լուծումը հնարավոր է տալ կիրառելով միայն դենդրոխրոնոլոգիայի մեթոդը:

Այնուհանդերձ Հայաստանում մինչև օրս չկա դենդրոխրոնոլոգիական փորձաքննության գիտահետազոտական մեթոդոլոգիական բազա և փորձագիտական պրակտիկա: Սակայն կա համապատասխան օրենք, ըստ որի կարգավորվում է ծառերի ապօրինի հատումը: Այն կարգավորվում է ՀՀ Քրեական Օրենսգրքի 296-րդ հոդվածով, ըստ որի «Ծառերի, թփերի և բուսածածկի ապօրինի հատումը» համարվում է քրեորեն պատժելի և պատժվում է տուգանքով՝ նվազագույն աշխատավարձի վեցհարյուրապատիկից հազարապատիկի չափով, կամ կալանքով՝ առավելագույնը երեք ամիս ժամկետով, կամ ազատազրկմամբ՝ առավելագույնը երկու տարի ժամկետով՝ որոշակի պաշտոններ զբաղեցնելու կամ որոշակի գործունեությամբ զբաղվելու իրավունքից զրկելով՝ առավելագույնը երեք տարի ժամկետով կամ առանց դրա: Նույն արարքները, որոնք առաջացրել են առանձնապես խոշոր վնաս՝ պատժվում են կալանքով՝ առավելագույնը երեք ամիս ժամկետով, կամ ազատազրկմամբ՝ առավելագույնը հինգ տարի ժամկետով՝ որոշակի պաշտոններ զբաղեցնելու կամ որոշակի գործունեությամբ զբաղվելու իրավունքից զրկելով՝ առավելագույնը երեք տարի ժամկետով կամ առանց դրա [1]:

Արդեն իսկ շատ արտասահմանյան դենդրոխրոնոլոգիական լաբորատորիաներում կիրառվում են սարքեր, որոնք ավտոմատ կերպով գրանցում են օղակի լայնությունը՝ հետազոտողի կողմից տեսողական ֆիքսացիայից հետո [18]:

Հարկ է նշել, որ դատական փորձաքննությունների ոլորտում դենդրոխրոնոլոգիայի մեթոդի կիրառումը գիտատեխնիկական զարգացման ներկայիս փուլում թույլ է տալիս.

1. էապես ընդլայնել ապացույցների բազան՝ ապօրինի ծառահատումների վերաբերյալ հանցագործություն հետաքննելիս,
2. վերահաշվարկել փայտանյութի և անտառային նյութերի ոչ օրինական շրջանառությունը,
3. անուղղակի կերպով ազդել երկրում էկոլոգիական վիճակի բարելավմանը,
4. ապօրինի ծառահատումների վերաբերյալ գործ քննելիս հաճախ հարկ է լինում որոշել ծառի տարիքը և կենսավիճակը հատման պահին [9]:

Մի շարք արտասահմանյան երկրներում առավել վաղ, մինչև հետազոտման դենդրոխրոնոլոգիական մեթոդի կիրառումը, փորձագետները հաճախ որոշում էին ծառի տեսակը, հատման ժամանակահատվածը /ամառ-ձմեռ/, կամ նույնականացնում էին

ամբողջականը մասերի հետ, բայց միայն հատման ամբողջ գծի առկայության դեպքում /տեռատոլոգիական մեթոդ/ [13,15]: Պետք է նշել, որ դեպքերի մեծամասնության ժամանակ փորձաքննության այս տեսակը թույլ է տալիս ստեղծել միայն ապացույցների անուղղակի բազա, քանի որ հաճախ հնարավորություն չկա ամբողջական հատվածը մաս առ մաս հետազոտել: Դա բացատրվում է նրանով, որ փորձագետներին տրամադրվում է առկա ամբողջական հատված չունեցող փորձանմուշներ, օրինակ ծառի վերնամասից կամ կոճղից մի հատված [6, 21]: Ուստի փորձաքննության ընթացքում անհրաժեշտություն է առաջանում ճշգրիտ պատասխանել այն հարցերին, թե ինչքան է ծառի հատման վաղեմությունը, որտեղից է հատվել ծառը և նմանատիպ այլ՝ հետքենվող գործի համար կարևոր հարցերի, որոնց առավել ճշգրտությամբ և բարձր արդյունավետությամբ հնարավորություն է տալիս պատասխանել դատական դենդրոխրոնոլոգիայի մեթոդը [3]:

Դատափորձագիտական հետազոտությունների առանձնահատկությունը ենթադրում է գիտատեխնիկական վերջին նվաճումների կիրառում, դրանց հարմարեցում փորձագիտական աշխատանքների նպատակին և խնդիրներին, նոր մեթոդների մշակում: Դենդրոխրոնոլոգիական մեթոդը կիրառվում է հատված ծառերի ուսումնասիրության համար, մի շարք նշաններով կարելի է հեշտորեն որոշել հատման պահին այն եղել է չորացած թե կենսունակ, իսկ առավել ինֆորմատիվ նշան է հանդիսանում ասիմիլյացիոն ապարատը [11]: Փորձը ցույց է տալիս, որ դեպքերի ճշող մեծամասնության ժամանակ փորձագետը ստիպված է լինում աշխատել ծառի փորձանմուշի հետ, որը գտնվել է հանցագործության վայրից հեռու [7]: Վերոշարադրյալ խնդիրների լուծման համար ծառի փորձանմուշի հետ աշխատելիս հնարավոր է կիրառել ծառի տարեկան օղակների խաչաձև ժամանակագրության մեթոդը, այսինքն դենդրոխրոնոլոգիական մեթոդը, որը թույլ է տալիս հստակ որոշել ցողունի կամբիալ գործունեության ընդհատման ժամանակը, ինչն էլ իր հերթին պատասխանում է ծառահատման ժամանակի վերաբերյալ հարցին: Հատման հստակ ժամանակը որոշելուց հետո մեթոդը թույլ է տալիս որոշել, թե արդյոք ծառը չորացած է եղել հատման պահին, թե ոչ [14,16]:

Ներկայումս համակարգչային տեխնիկայի զարգացման հետ կապված ի հայտ են եկել մասնագիտացված սարքավորումներ դենդրոխրոնոլոգիայի մեթոդի համար, որի հետևանքով գործնականում համապատասխան դատական փորձաքննություններում էապես աճել է փորձաքննության ապացուցողական նշանակությունը և հնարավորինս բացառվել է մարդկային գործոնի ազդեցությունը և դրա իրականացման համար անհրաժեշտ են ժամանակակից սարքավորումներ, որոնցից մեկն է «LINTAB»-ը, որը ստեղծել է շվեդ անտառապահ Օլվենդը: Այն մշակվել է գերմանական RINNTECH ֆիրմայում Ֆ. Ռիննտի կողմից 1991 թվականին և մինչև հիմա շարունակում է կատարելագործվել [2]: 2009 թվականին սարքը սերտիֆիկացվել է «Տեխնիկական կարգավորման և չափագիտության Դաշնային գործակալությունում» [19]:

Ստորև ներկայացված է «LINTAB» սարքավորման օգտագործման մեթոդիկան դենդրոխրոնոլոգիական մեթոդի կիրառման համար:

«LINTAB» սարքավորումը TSAP-Win ծրագրի հետ միասին ներկայացնում է մի համակարգ, որը նախատեսված է կիսավտոմատ կերպով դենդրոխրոնոլոգիական տեղեկատվության ստացման և դրանց ստատիստիկ և գրաֆիկական հետազոտության համար [17]:

Սարքի առավելություններից մեկը օգտագործման պարզությունն է: Հետազոտվող օբյեկտի մակերևույթի չափումներից առաջ խորհուրդ է տրվում այն խոնավեցնել ջրով, մաքրել ածելիով և պատել կավճի փոշիով: Նման նախապատրաստությունը նպաստում է տարեկան օղակների ավելի լավ տեսանելիությանը: Աշխատանքային հաջորդ փուլում օբյեկտը ֆիքսվում է սարքի պտտվող աշխատանքային սեղանի վրա:

Փորձանմուշը ուսումնասիրվում է օպտիկական մանրադիտակով, իսկ վերջինիս օկուլյարներից մեկին փակցված սանդղակը թույլ է տալիս չափել փորձանմուշ ծառատեսակի տարեկան օղակների պարամետրերը: Չափումների ընթացքում ամեն անգամ, երբ օկուլյարի մագագիծը հատում է տարեկան օղակի եզրագծին, սեղմելով մկնիկի ստեղծող սարքը ֆիքսվում է տարեկան օղակի լայնքը: Ծրագրային ապահովման կարգավորումները թույլ են տալիս չափել տարեկան օղակների լայնքը ստորև ներկայացված չորս եղանակով՝

1. աշխատանքային սեղանի տեղաշարժ աջ,
2. տեղաշարժ ձախ,
3. տարեկան օղակների հաշվում կեղևից սկսած
4. հաշվարկ միջուկից սկսած

Հիմնվելով նշված պարամետրերի տարբեր համակցումների վրա՝ տարեկան օղակների չափման գրաֆիկը հայտնվում է համակարգչային Էկրանին, այսինքն դրանք ստանալու համար անհրաժեշտ է սարքին միացնել համակարգիչ, որը ապահոված կլինի TSAP-Win ծրագրային փաթեթով: TSAP-Win ծրագրային փաթեթը թույլ է տալիս իրականացնել տարաբնույթ ստատիստիկական վերլուծություններ ճառագայթային աճի վերաբերյալ, ներառյալ դրանց խաչաձև ժամանակագրության որոշում, ինչպես նաև ապահովում է մեկ այլ ֆորմատի անցում, օրինակ՝ անցում Microsoft Excel-ի [4]:

Ինչպես հայտնի է հետազոտությունների բարեհաջող իրականացման և ճշգրիտ ինֆորմացիայի ստացման հիմնական գրավական է փորձանմուշի ճիշտ ընտրությունը: Անհրաժեշտ է ընդգծել, որ փորձագիտական հետազոտությունների համար փորձանմուշի ընտրության մեթոդաբանական եղանակները միշտ զգալի տարբերվում են էտալոնային դենդրոսանդակի կառուցման համար ծառատեսակների նմուշների ընտրության մեթոդներից, քանի որ տարբեր տեսակի փորձաքննություններում դրանք կարող են փոփոխվել՝ կախված հետազոտվող խնդրից և հետազոտման օբյեկտների մատչելիությունից:

Դենդրոլոգիական փորձանմուշների հիմնական տեսակներն են.

1. ամբողջական կտրվածքներ,
2. կտրվածքների հատվածներ
3. հորատման միջուկներ

Ստորև դրանք ներկայացվում են առավել մանրամասն.

Կտրվածքը ծառի լայնակի հատված մասի նմուշն է, որը վերցվում է ծառի մշակված կամ չմշակված ծառաբնից, կոճղից կամ անտառային մնացուկներից: Կտրվածքի հաստությունը պետք է լինի 3-5 սմ /հարմարավետ տեղափոխման, մշակման և ուսումնասիրության համար/, որը ստացվում է սղոցի միջոցով: Կոճղից կտրվածք վերցվում է գետնից 0.3-0.5 մ բարձրության վրա, իսկ անտառային մնացորդներից և ցողունից՝ ամենահաստ մասից:

Կտրվածքի հատվածը՝ փայտանյութի անկյունային լայնակի կտրվածքն է, որը ստացվում է Նախապես կտրված փայտանյութի հետագա մշակման արդյունքում: Ստացման սկզբնական էտալները ներկայացված են վերևում: Այն պետք է վերցնել փայտանյութի մեծ տրամագիծ ունեցող կտրվածքից, ընդ որում արդեն կտրված հատվածի տրամագիծը պետք է լինի 20 սմ, իսկ հաստությունը 5 սմ-ից ոչ պակաս: Կտրվածքները արվում են սղոցի կամ կացնի միջոցով, սակայն այսպիսի նմուշի ստացումը անհրաժեշտ է կատարել մեծ զգուշությամբ, որպեսզի պահպանվեն կենտրոնական տարեկան օղակները:

Հորատման կամ փորվածքի միջուկ՝ փայտանյութի գլանաձև նմուշ, որը վերցվում է ծառաբնից հորատման սարքի (օչք)՝ միջոցով, 4-5 մմ տրամագծով և 10-50 սմ երկարությամբ՝ կախված հորատման սարքի տեսակից և ծառաբնի տրամագծից: Սովորաբար սարքի միջոցով գլանաձև միջուկները վերցվում են ծառաբնի ամենալայն մասից, քանի որ ենթադրվում է, որ ծառատեսակի մասին առավել շատ տեղեկատվություն կարող է պարունակել առավել լայն հատվածը: Ի տարբերություն կտրվածքի, որը վերցվում է 1 օրինակից, հորատված միջուկները վերցվում են 2-4 օրինակից, քանի որ ծառաբնից հորատման սարքի միջոցով միջուկի ստացումը գործնականում կատարվում է «կուրորեն», ուստի պետք է հորատման սարքը այնպես տեղադրել, որ այն անցնի ծառաբնի առանցքի միջով: Եթե դա հնարավոր չլինի, ապա այդպիսի նմուշի մի օրինակ ամբողջովին բավարար է փորձաքննության համար [7]:

Այսպիսի սարքավորումներ աշխարհում արտադրվում են տարբեր ընկերությունների կողմից, սակայն առավել հայտնի են Շվեդական Haglof և Ֆիննական Suunto ընկերությունները:

Դենդրոփորոնոլոգիական մեթոդի կիրառմամբ ստացված տեղեկատվությունները կարելի է օգտագործել նաև այժմ բուռն զարգացում ապրող Էկոլոգիական փորձաքննությունների կատարման և անտառային տնտեսության հետևյալ խնդիրները լուծելիս

1. Ծառատեսակների և ծառատունկերի աճման հետազոտություն
2. Անտառային աճի ձևավորման վրա Էկոլոգիական գործոնների ազդեցության հետադարձ ուսումնասիրություն
3. Անտառի և ծառերի վիճակի կանխատեսում
4. Անտառի աճի վրա անբարենպաստ գործոնների ազդեցության գնահատում
5. Անտառային տնտեսության միջոցառումների արդյունավետության գնահատում
6. Ծառերի չորացման պատճառների ուսումնասիրում

7. Ծառի կեղևի կամբիալ ակտիվության ընդհատման հստակ ժամանակագրության մշակում
8. Հատված ծառի ծագման իդենտիֆիկացում
9. Աճի տարբեր փուլերում ծառի տեխնիկական հատկանիշների գնահատում
10. Լոկալ հատվածում անտառի ֆիտոցենոզի վերականգնում,
11. Ներպուպուլացիոն էկոլոգիական ժառանգական հատկանիշների ուսումնասիրություն [20]:

Ապօրինի անտառահատումները սովորաբար կատարվում են ոչ ակնհայտ պայմաններում և դրանց բացահայտման համար անհրաժեշտ են հատուկ գիտելիքներ: Ծառերի օղակների խրոնոլոգիայի խաչաձև ժամանակագրության մեթոդը հուսալի փորձագիտական գործիք է, որը կիրառման արդյունավետ պատմություն ունի արտասահմանյան հետազոտական համապատասխան ոլորտներում, ինչպես նաև դատական պրակտիկայում:

Օգտագործելով դատական դենդրոխրոնոլոգիայի մեթոդները փորձաքննությունների մեջ հնարավոր է դառնում՝ կարճ ժամանակահատվածում առավել մեծ ճշգրտությամբ և ավելի բարձր որակով պատասխանել հետևյալ կարևոր հարցերի՝

1. Ի՞նչ ընտանիքի ծառատեսակներ են ներկայացված փորձաքննության:
2. Ունեն արդյո՞ք ընդհանուր պատկանելիություն հանցագործության վայրից վերցված նմուշները հատված ծառերի հետ :
3. Ո՞ր տարում և տարվա ո՞ր եղանակին է հատվել ծառը/ծառախումբը: Այլ հատված ծառերի հետ համեմատած քա՞նի տարի առաջ/հետո է կտրվել ծառը/ծառախումբը:
4. Ժամանակային ինչպի՞սի տարբերությամբ են հատվել ծառերը միմյանց հետ համեմատած:
5. Քա՞նի տարեկան է ծառը (հստակ տարեթիվ)
6. Առավել վաղ փորձաքննության ներկայացված փորձանմուշները հանդիսանում են արդյո՞ք միևնույն ծառատեսակի կտորներ:
7. Ինչպի՞սի կենսական վիճակում է եղել ծառը հատման ժամանակ: Այսպիսով՝ կիրառելով դենդրոխրոնոլոգիական մեթոդները դատական փորձաքննության մեջ, հնարավոր կլինի էապես մեծացնել փորձաքննության ապացուցողական նշանակությունը և հնարավորինս բացառել մարդկային գործոնի ազդեցությունը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. ՀՀ «Զրեական Օրենսգիրք» ՀՕ-528Ն, Ընդ. 18.04.2003թ.
2. Воронин В.И., Наурзбаев М.М., Осолков В.А. “Практика применения дендрохронологической экспертизы в ходе следственных мероприятий” Эксперт-криминалист, № 5, с. 15-20, 2010.
3. Воронин В.И., Наурзбаев М.М., Осолков В.А. “Практика применения дендрохронологической экспертизы в ходе следственных мероприятий” В.И. Эксперт-криминалист., № 3., с. 9-12, 2009.
4. Жаворонков Ю.М. “Назначение судебных экспертиз при раскрытии и расследовании преступлений, связанных с незаконными рубками леса”. Методические рекомендации. УВД по Вологодской области, 5, 2011.
5. Жаворонков Ю.М. “Судебная дендрохронология на службе криминалистики XXI века”, Лесной Вестник , 5, с. 53-56, 2014.
6. Липаткин В.А., Пальчиков С.Б., Румянцев Д.Е. и др.. “Разработка проекта методики и технологии идентификации происхождения древесины с целью подтверждения легальности его заготовки на основе дендрохронологической информации (отчет о научно-исследовательской работе)” М., МГУЛеса, 106 с., 2009.
7. Липаткин В.А., Пальчиков С.Б., Румянцев Д.Е., Жаворонков Ю.М. “Возможности использования метода перекрестной датировки древесно-кольцевых хронологий при расследовании дел, связанных с незаконной заготовкой древесины”. Теория и практика судебной экспертизы, 19, 3, с. 244-254, 2010.
8. Майорова Е.И., Гончарук Н.Ю. “К вопросу использования дендрохронологического анализа в судебно-экспертной практике”, Лесной Вестник, 5, с.153-158, 2015.

9. Розанов М.И. Дендрохронологические методы экспертизы древесины. Экспертная техника. Вып. 34, М., ВНИИСЭ, с. 45-65, 1971.
10. Розанов М.И. “Дендрохронологический метод идентификации древесины”, Криминалистика и судебная экспертиза. Вып. 2. Киев, Киевский НИИСЭ, с. 259-271, 1965.
11. Розанов М.И. “Задачи судебной дендрохронологии”. Проблемы экспертизы растительных объектов. М, ВНИИСЭ, с. 81-82, 1972.
12. Румянцев Д.Е. “Предыстория дендрохронологии”, Лесной Вестник, 1, с.50-55, 2009.
13. Синькевич С.М. “Дендрохронология в судебной экспертизе: Ограничения и перспективы”, Лесной Вестник, 5, с.166-170, 2014.
14. Унжакова С.В., Воронин В.И., Наурзбаев М.М., Жигалов Н.Ю. Дендрохронологическая экспертиза при расследовании незаконных рубок лесных насаждений. Учебное пособие”. Иркутск Восточно-Сибирский институт МВД России, 56 с., 2009.
15. Чхобадзе А.Б., Жаворонков Ю.М. “Применение дендрохронологического метода в судебно-ботанической экспертизе по делам о незаконных порубках леса”. Экспертная практика. Вып. 65. М., ЭКЦ МВД России, с.24-37, 2008.
16. Шиятов С.Г. “Методы дендрохронологии. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации” Красноярск, 80 с., 2000.
17. Balouet J.C., Kevin T. Smith, D. Vroblesky, Oudijk G. Use of Dendrochronology and Dendrochemistry in Environmental Forensics . Environmental Forensics, 10, 268-276, 2009.
18. Balouet J-C., G. Oudijk, K. T. Smith, I. Petrisor, H. Grudd, B. Stocklassa, Applied Dendroecology and Environmental Forensics. Characterizing and Age Dating Environmental Releases: Fundamentals and Case Studies. Environmental Forensics, 8, 1-17, 2007.
19. Rinn F. TSAP 3.5, Reference Manual. Heidelberg, 187 pp., 1996.
20. RINNTECH. Technology for tree and wood analysis.
<http://www.rinntech.de/content/view/16/47/lang,english/index.html> , 01.02.2017
21. Wolodarsky-Franke A., Lara A. The role of “forensic” dendrochronology in the conservation of alerce (*Fitzroya cupressoides* ((Molina) Johnston)) forest in Chile. Dendrochronologia, 22, 3, p. 235, 2005.

Ստացվել է 17.05.2017



Биол. журн. Армении, 4 (69), 2017

КАРИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДИКОРАСТУЩЕГО ГРАНАТА АРМЕНИИ (*PUNICA GRANATUM* L.)

Н.П. СТЕПАНЯН-ГАНДИЛЯН

Институт ботаники имени А. Тахтаджяна НАН РА
ninastep.gand1@gmail.com

Представлены результаты кариологического исследования, проведенного на материале дикорастущего граната (*Punica granatum* L.), произрастающего на территории Армении. Данные о числе хромосом *P. granatum*, приводимые в литературе, весьма противоречивы ($2n = 2x = 16$ или 18). Полиплоидия отмечена лишь в культуре ткани у культивированных. Нашими исследованиями метафазных пластинок в меристеме корешков *P. granatum* отмечается наличие в наборе пары сравнительно крупных метацентрических хромосом. Очевидно, плечи этих метацентриков исследователи часто принимали за отдельные хромосомы и вследствие этого полагали, что число хромосом в наборе 18 . Однако тот факт, что при изучении мейоза в МІ всегда отчетливо просматриваются 8 бивалентов, определенно свидетельствует о присутствии в кариотипе граната не 9 -ти, а 8 -ми пар хромосом. Таким образом, у *P. granatum* основное число $x = 8$, $2n = 16$. Также отмечено наличие крупных хромосом в покое ядре, указывающее на присутствие в хромосомах крупных гетерохроматинных сегментов. Число их у разных образцов варьирует от 2 до $10-12$.

Дикорастущий гранатник – *Punica granatum* – число хромосом – хромосомы

Ամփոփված են Հայաստանում աճող վայրի նռնենու (*Punica granatum* L., *Punicaceae*) կարիոլոգիական ուսումնասիրության արդյունքները: *P. granatum*-ի բրոմոսոմային թվին վերաբերող գրականության մեջ առկա տվյալները բավականին հակասական են ($2n = 2x = 16$ կամ 18): Մշակովի նռնենու մոտ նշվում են նաև պոլիպլոիդ ձևեր: Մեր կողմից կատարված *P. granatum*-ի մետաֆազային թիթեղների ուսումնասիրման արդյունքում դիտարկվել են համեմատաբար խոշոր, մյուս բրոմոսոմներից իրենց չափերով զգալիորեն տարբերվող, մետացենտրիկ բրոմոսոմներ: Հավանաբար, այդ բրոմոսոմների թևերը հետազոտողները համարում էին առանձին բրոմոսոմներ և այդ պատճառով կարծում, որ բրոմոսոմների թիվը 18 է: Սակայն այն փաստը, որ մեյոզի ժամանակ միշտ պարզ երևում են 8 բիվալենտներ, ստույգ կերպով վկայում է նռնենու կարիոտիպում ոչ թե 9 , այլ 8 բրոմոսոմների գոյգերի առկայության մասին: Այսպիսով, *P. granatum*-ի բրոմոսոմների թիվը կազմում է $x = 8$, $2n = 16$: Ինտերֆազային կորիզում դիտարկվել են խոշոր բրոմոկենտրոններ, որը վկայում է զանգվածեղ հետերոբրոմատինային հատվածների առկայության մասին: Դրանց թիվը տարբեր նմուշների մոտ տատանվում է 2 -ից մինչև $10-12$ -ը:

Վայրած նռն – *Punica granatum* – բրոմոսոմային թիվ – բրոմոկենտրոններ

The results of the karyological study of the wild pomegranate (*Punica granatum* L., *Punicaceae*) growing on the territory of Armenia are reported. The data on chromosome number at *P. granatum* in literature is rather contradictory ($2n = 2x = 16$ or 18). The polyploidy forms are reported only at the cultivated *P. granatum*. By our investigation of the metaphase chromosomes, implemented on the meristematic tissue of the pomegranate's roots, the presence of the pair of large metacentric chromosomes, was revealed that much differ in size from others.

Obviously, the arms of those metacentric chromosomes were accepted by some researchers as the separate chromosomes, and consequently the number of chromosomes was reported to be 18 .

However the fact, that during study of the meiosis 8 bivalents are always visible, it definitely testifies to the existence in the karyotype of the 8, and not of the 9 pairs of chromosomes. Thus the basic chromosome number at the *P. granatum* is $x = 8$, $2n = 16$. In the interphase nucleuses the occurrence of the large chromocenters was visible, which indicates the presence of the heterochromatic regions in the chromosomes of *P. granatum*. The number of the chromocenters at the different specimen was varied from 2 to 10-12.

Wild pomegranate – Punica granatum – chromosome number – chromocenters

Данные о кариотипе *P. granatum* немногочисленны и касаются в основном числа хромосом. Несмотря на то что число хромосом у граната невелико, приводимая в литературе информация о них весьма противоречива. Это объясняется очень малыми размерами хромосом (0,5 – 1,0 мкм), существенно затрудняющими их исследование.

Первые известные нам данные о числе хромосом у *P. granatum* приводятся в работе Morinaga et al. [14], где при исследовании мейотического деления на материале культурного граната в метафазе I (МI) указывается 8 бивалентов, то есть $2n = 16$. Однако в следующей по времени работе Костова и др. [1], изучивших 18 культиваров и 2 образца дикорастущего граната (Азербайджан), для всех изученных образцов указывается $2n = 18$. Исследуя кариотип культиваров и диких форм граната, Поволочко [2] подчеркивает их маленькие размеры и приводит разделение хромосом по группам, отмечая метацентрические (М) и субметацентрические (SM) хромосомы, их варьирование не только по соотношению плеч, но и по размеру. Проведя кариологическое исследование культиваров граната из Средней Азии, Прусс [3] приводит $2n = 18$, отмечая при этом, что ввиду очень маленьких размеров хромосом морфологические различия выявить не удалось.

Последующие исследователи, за исключением работы Raman et al. [16], свои наблюдения проводили на культиварах, изучая метафазы первого мейотического деления (MI) и отмечая образование 8 бивалентов, то есть, у *P. granatum* $2n = 16$. В ряде работ [6, 7, 11, 12, 20] указывается на присутствие в кариотипе граната В-хромосом (до 7 В-хромосом). Полиплоидия отмечается лишь в культуре ткани у возделываемых форм *P. granatum* [10, 17 и др.]. У культиваров в MI наблюдается появление мультивалентов, что говорит о наличии структурных перестроек хромосом.

Нами было проведено исследование хромосомного набора образцов *P. granatum*, собранных в местах их естественного произрастания на территории Армении.

Материал и методика. Семенной материал для кариологического изучения дикорастущего граната (*P. granatum*) был собран в 2006 – 2010 гг. из 4 популяций, произрастающих на территории юго-восточной Армении: Мегринский район, окр. с. Шванидзор, скалистые склоны, в шибляке среди зарослей *Paliurus spina-christi*, N 38°55' – 38°56', E 046°21' – 046°22', h 625 – 814 м над ур. м.; Мегринский район, окрестности с. Нрнадзор (прежнее название Ньюади), сухие каменистые склоны, N 38°55', E 046°26', h 783 – 816 м над ур. м.; Кафанский район, окр. с. Неркин Анд, Шикахохский заповедник, хорошо освещенное редколесье, N 39°01' – 39°02', E 046°29', h 950 – 966 м над ур. м.; Горисский район, окрестности села Воротан, сухие склоны, N 39°26', E 046°23' – 046°24', h 749 – 830 м над ур. м.

С целью исследования метафазных пластинок проводилась фиксация меристематической ткани *P. granatum*. Для этого черенки, полученные из семян дикорастущего *P. granatum*, помещались в воду для укоренения. После прорастания корешков, их кончики обрабатывались колхицином (0,2 %-ный, в течение 2 ч при комнатной температуре) с последующей фиксацией в смеси спирта и ледяной уксусной кислоты (3:1). Затем проводился горячий гидролиз в 1 N HCl 15 мин при 60–62°C, гидролиз в 1 N HCl 15 мин при 60–62°C, материал окрашивался раствором Шиффа. После промывки в теплой воде кончики корешков

раздавливались в 45 %-ной уксусной кислоте и после просмотра и отбраковки, проводя через бутиловый спирт и ксилол, препараты заключались в бальзам.

Исследования метафазных пластинок проводились на микроскопе Laboval-4 при увеличении $\times 10$, $\times 100$. Микрофотографии осуществлялись фотоаппаратом Canon Digital Ixus 40.

Результаты и обсуждение. В приведенной таблице (табл. 1) обобщены известные нам данные по числам хромосом *P. granatum*.

Таблица 1. Числа хромосом *P. granatum* на основании литературных данных

Гаплоидное число хромосом (n)	Диплоидное число хромосом (2n)	Авторы
8	—	Morinaga T. et al., 1929 [14]
—	18	Костов Д. и соавт., 1935 [1]
—	16	Yasui K., 1936 [28]
—	16	Поволочко П. А., 1937 [2]
—	18	Прысс А. Г., 1938 [3]
—	16	Delay C., 1947 [5]
—	16	Tjio J. H., 1948 [25]
—	16	Thombre M. V., 1959 [24]
—	16	Miège J., 1960 [13]
8	16	Sharma A., 1970 [18]
—	18	Raman V. et al., 1971 [16]
—	16 + 4B	Mehra P., 1972 [11]
8 + 1 – 3B	—	Mehra P., 1976 [12]
8 + 0 – 7B	—	Gill B. et al., 1981 [6]
—	16 + 0 – 4B	Gill B. et al., 1984 [7]
—	16	Jadka K., Mehra P., 1986 [10]
8	—	Tobe M. et al., 1986 [26]
—	16	Xu H.-Y. et al., 1992 [28]
8	—	Shedai M., 2005 [19]
8	—	Shedai M. et al., 2005 [22]
—	16	Shedai, Nooenohammadi, 2005 [23]
—	16 + 3B	Shedai M., 2007 [20]
—	16	Shedai M. et al., 2008 [21]
—	16	Neveen A., Mona H., 2013 [15]

Как видно из табл.1, большинство исследователей приводят диплоидное число хромосом (2n, 2x). Число хромосом колеблется от 16 до 18: $2n = 2x = 16$ или 18. Полиплоидия отмечается лишь в культуре ткани у возделываемых форм *P. granatum* [10, 17 и др.].

Данные, полученные нами при изучении метафазных пластинок *P. granatum*, подтверждают данные Поволочко [2] относительно наличия в наборе пары сравнительно крупных метацентрических хромосом, значительно отличающихся от остальных (рис. 1 а, b).

Ввиду очень мелких размеров хромосом и связанных с этим затруднений при их изучении, плечи этих метацентриков исследователи, очевидно, часто принимали за отдельные хромосомы. Вследствие этого, некоторые авторы полагали, что число хромосом в наборе не 16, а 18. Следует отметить, что, согласно литературным данным, при изучении мейоза в МІ всегда отчетливо просматриваются 8 бивалентов, несмотря на их незначительную величину. Этот факт определенно свидетельствует о присутствии в кариотипе граната не 9-ти, а 8-ми пар хромосом.

Таким образом, основное число хромосом у дикорастущего *P. granatum*, установленное на образцах из Армении, $x = 8$, $2n = 16$. Это число – базовое основное число хромосом в семействе Lythraceae, которое является родственным Punicaceae

[8, 9]. В семействе Lythraceae, согласно данным указанных авторов, кроме базового основного числа $x = 8$, имеются вторичные основные числа, как $x = 15, 16, 24, 28, 32$. Изменение хромосомного числа на основе возникновения вторичных основных чисел отмечено для травянистых многолетников, у которых интенсивный процесс видообразования сопровождался полиплоидизацией. Что касается древесных родов, то, как отмечают авторы [8, 9], у них видообразование не сопровождается изменением числа хромосом. Приводимые данные справедливы и в отношении *P. granatum*.

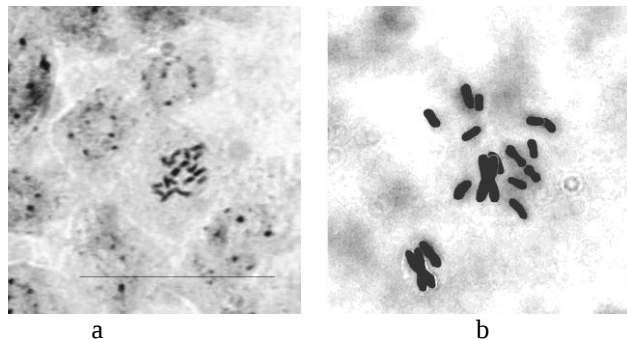


Рис. 1. Метacentрические хромосомы на метафазных пластинках *P. granatum*
 а. метафазная пластинка в меристеме корешка граната (масштабная линейка = 10 μ m).
 б. метафазная пластинка *P. granatum*, реконструкция.

В ходе кариологического изучения меристемы корешков граната также нами было обнаружено наличие крупных хромоцентров в покоем ядре (рис. 2а, б). Наличие хромоцентров указывает на присутствие в хромосомах крупных гетерохроматиновых сегментов. Число их у разных образцов варьирует от 2 до 10-12 [4]. Варьирование числа хромоцентров происходит за счет слияния гетеропикнотических участков хромосом с образованием сложных хромоцентров.

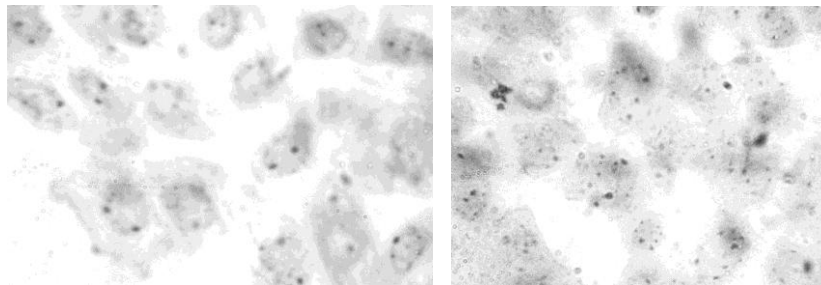


Рис. 2. Сложные хромоцентры, образовавшиеся в результате слияния гетеропикнотических участков хромосом.

Исследованиями метафазных пластинок в меристеме корешков дикорастущего граната, произрастающего на территории Армении, было выявлено, что диплоидное число хромосом у *P. granatum* $2n = 16$, а основное число $x = 8$. В кариотипе *P. granatum* отмечено наличие пары крупных метacentрических хромосом, значительно превышающих по величине остальные. Также обнаружено большое число (2-12) хромоцентров в покоем ядре.

Работа проведена под руководством и при содействии докт. биол. наук
 Э.А. Назаровой, за что автор выражает свою искреннюю благодарность

ЛИТЕРАТУРА

1. Костов Д., Догаджина Н., Тихонова А. Число хромосом у некоторых представителей покрытосемянных растений. ДАН СССР. 3 (8), 9 (69). с. 401-404, 1935.
2. Поволочко П.А. Морфология хромосом *Punica granatum* L. ДАН СССР, 16, 1, с. 229-231, 1937.
3. Прусс А. Цитологическое изучение граната Средней Азии. Советские субтропики. 3, с. 78, 1938.
4. Степанян Н.П. Дикорастущий гранат (*Punica granatum*) в Армении. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. Ереван, 23 с., 2011.
5. Delay C. Recherches sur la structure des noyaux q̄ escents chez les Phanérogames. Rev. Cytol. Et Cytophyiol. Vég. 9. p. 169-222, 1947.
6. Gill B.S., Bir S.S., Singhal V.K. Cytomorphological studies in north Indian pomegranate (*Punica granatum* L.). J. Cytol. Genet., 16. p. 35-45, 1981.
7. Gill B.S., Bur S.S., Singhal V.K. Cytological studies in some western Himalayan wood species. II. Polytales. In G. S. Paliwal (ed.). The veget. Wealth of the Himalayas. Puja Publ. Dehli., p. 497-515, 1984.
8. Graham S.A., Taciana B. Cavalcanti. New chromosome counts in the Lythraceae and a review of chromosome numbers in the family. Syst. Botany, 26. 3, p. 445-458, 2001.
9. Hiroshi Tobe, Raven P., Shirley A. Graham. Chromosome counts for some Lythraceae sens. Str. (Myrtales) and the base number of the family. Taxon. 35. 1. p. 13-20, 1986.
10. Jaidka K., Mehra P.N. Morphogenesis in *Punica granatum* (Pomegranate). Canadian Journal of Botany, 64. 8. p. 1644-1653, 1986.
11. Mehra P.N. Cytogenetical evolution on hardwoods. Nucleus. Calcutta, 15. p. 64-83, 1972.
12. Mehra P.N. Cytology of Himalayan Hardwoods. Sree Saraswaty Press (Calcutta), 1976.
13. Miège J. Troisième liste de nombres chromosomiques d'Afrique Occidentale. Ann. Fac. Sci. Univ. Dakar. 5. p. 75-85, 1960.
14. Morinaga T., Fukushima E., Kano T., M43, 15, p. 589-594, 1929.
15. Neveen A., Mona H. Morphological Karyotype Analysis of Eleven Pomegranate Cultivars. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 13, 11, 1562-1567, 2013.
16. Raman V., Manimekalai G., Sree-Rangaswamy S. Chromosome behaviour at meiosis in *Punica granatum* L. 1971.
17. Shao J., Chen C., aruyama Y., Yamazaki Y. Chromosome numbers of cultivates plans. II Bot. Mag. Tokio, Deng X. In vitro introduction of tetraploid in pomegranate (*Punica granatum*). Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 75, 3. p. 241-246, 2003.
18. Sharma A.K. Annual report, 1967-1968. Res. Bull. Univ. Calcutta. 2, p. 1-50, 1970.
19. Shedai M. B-chromosome variability in Pomegranate (*Punica granatum* L.) cultiars. Caryologia. 60, 3. p. 251-256, 2005.
20. Shedai M. Cytogenetic and molecular diversity of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. 18th ECARPJA Genetic Resources section meeting (Slovak Rep.). p. 156, 2007.
21. Shedai M., Aatefeh S., Zhra-Hawali S., Nooenohammadi Z., Farahanei F., Tabatabaei-Ardokanei S.Z. RAPD and cytogenetic study of some pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. Cariologia. 61, 1, p. 68-73, 2008.
22. Shedai M., Mahood-Khandan, Nasre-Esfahani S. Cytogenetical study of some Iranian Pomegranate cultivars. Caryologia. 58, 2, p.132-139, 2005.
23. Shedai M., Nooenohammadi Z. Chromosome pairing and unreduced gamete formation in nineteen pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. Cytologia, 70, 3, p. 257-265, 2005.
24. Thrombre M.V. Chromosome numbers on some common flowering plants. Current Sci. 28, 5, p. 206-207, 1959.
25. Tjio J.H. The somatic chromosomes of some tropical plants. Hedeartas. 34, 1-2, p. 135-146, 1948.
26. Tobe H., Raven P., Graham Sh. Chromosome counts for some Lythraceae sens. str. (Myrtles) and the base number of the family. Taxon., 35, 1, p. 13-20, 1986.
27. Xu, H.-Y., Chang M.-Y., Tian L.-C. Studies on the karyotypes of Shanghai plants I. Invest. Stud. Nat. – Shanghai. 12, p. 48-65, 1992.
28. Yasui K. Genetics and chromosome number in Punica. Japan J. Gen., 12, 6. p. 321-323, 1936.

Поступила 18.05.2017



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4(69), 2017

ԿՈԿՈՇԵՆՈՒ ԵՎ ՀԱՂԱՐՁԵՆՈՒ ՄԵԱԿՈՎԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԻ ՄՆԿԱՅԻՆ ՀԻՎԱՆԴՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆ ԱՐՑԱԽՈՒՄ

Գ.Գ. ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ

Արցախի պետական համալսարան
gayanegeorgevna1981@mail.ru,

Արցախում կատարված հետազոտական աշխատանքների արդյունքում (2014-2017թթ.) հայտնաբերվել ու իդենտիֆիկացվել են կոկոշենին և հաղարջենին ախտահարող 8 տեսակի մնկային հիվանդություն /ալրացող, անտրակնոզ, սեպտորիոզ, ժանգաստունկ, մոխրագույն և մոնիլիային փտում, ասկոխիտոզ, թառամում/:

Պարզաբանվել են նշված մնկերի զարգացման կենսաբանական առանձնահատկությունները, տեր-բույսերի ընկալունակությունը հիվանդածին մնկերի նկատմամբ և հարմարվածությունն Արցախի բնակլիմայական պայմաններին:

Արցախ – տեր-բույս – մակաբույծ մնկեր – մնկային հիվանդություններ

В результате проведенных в 2014-2017 гг. в Арцахе работ выявлено и идентифицировано 8 видов грибных болезней, поражающих крыжовник и смородину (мучнистая роса, антракноз, септориоз, ржавчина, серая и монилиальная гниль, аскохитоз, увядание).

Выявлены биологические закономерности развития указанных грибов, восприимчивость растений-хозяев по отношению к грибам-паразитам и их адаптация к природно-климатическим условиям Арцаха.

Арцах – растение-хозяин – грибы-паразиты – грибные заболевания

In 2014-2017, as a result of the research in Artsakh eight fungal diseases on the currant and gooseberry were identified. They are powdery mildew, anthracnose, septoriose, rust fungi, gray and monilia rot, Ascochyta disease and wilting.

The article reveals the biological peculiarities of the development of the mentioned fungi, the perception of host-plants on the pathogenic mushrooms and the adaptation to the climatic conditions of Artsakh.

Artsakh – host plants – parasitic fungi – fungal diseases

Մնկերի աշխարհում միկրոմիցետներն իրենց կենսաբանական առանձնահատկություններով յուրահատուկ խումբ են կազմում: Այս մնկերի ուսումնասիրությունը խիստ անհրաժեշտ է, քանի որ լինելով մակաբույծներ, դրանք հեշտությամբ վարակում են բազմաթիվ վայրի և մշակովի բույսերի, նվազեցնելով բերքատվությունը, դեղագործական և դեկորատիվ նշանակությունը, սննդային որակը, կերային արժեքը և այլն [1]:

Քանի որ Արցախի բուսական աշխարհը և բնակլիմայական պայմանները բարենպաստ են մակաբույծ մի շարք մնկերի զարգացման համար անհրաժեշտություն առաջացավ ուսումնասիրել նշված տարածաշրջանի մշակովի բույսերն՝ այդ թվում թփերն ախտահարող մնկային հիվանդությունները:

Հոդվածում ներկայացվում են կոկոշենու և հաղարջենու վրա մակաբուծող, Արցախում հայտնաբերված մնկային հիվանդությունների վերաբերյալ որոշ տեղեկություններ:

Հարկ է նշել, որ կոկոռնեին և հաղարջենին հիմնականում վարակվում են նույն սնկային հիվանդություններով, բայց ի տարբերություն հաղարջենու՝ կոկոռնեու վրա որոշ սնկային հիվանդություններն ավելի արագ են տարածվում և ինտենսիվորեն զարգանում, իսկ առողջ պտուղների և բարձր բերքի ապահովման նպատակով խիստ կարևորվում է ճիշտ ժամանակին սնկային հիվանդությունների տարածումը և կանխումը:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտման նյութ են հանդիսացել կոկոռնեի և հաղարջենի տեր-բույսերը՝ վարակված տարբեր սնկային հիվանդություններով: 2014-2017 թթ. մեր կողմից Արցախում իրականացված հետազոտական աշխատանքների արդյունքում հայտնաբերվել և իդենտիֆիկացվել են նշված տեր-բույսերն ախտահարող 8 տեսակի սնկային հիվանդություն, որոնք իդենտիֆիկացվել են սնկաբանական համընդհանուր մեթոդներով, օգտագործվել են բազմաթիվ որոշիչներ: Սնկերի անվանումները համապատասխանացվել են ժամանակակից կարգաբանությանը [2-7]:

Արդյունքներ և քննարկում: Հետազոտման նյութ հանդիսացող կոկոռնեի և հաղարջենի տեր-բույսերն ընկալունակ են մի շարք սնկային հիվանդությունների նկատմամբ, ինչպիսիք են ալրացողը, սեպտորիոզը /սպիտակ բծավորություն/, անտրակնոզը, ժանգասունկը և այլն: Վերջիններիս զարգացումը ոչ միայն նվազեցնում է տեր-բույսերի բերքատվությունը և ազդում բերքի որակի վրա, այլ կարող է հանգեցնել բույսի մասնակի կամ լրիվ ոչնչացման: Մակաբույծ սնկերի տեսակային կազմի բացահայտումը կարևոր և որոշիչ նշանակություն ունի դրանց դեմ արդյունավետ, ճիշտ պայթար իրականացնելու հարցում: Հայտնաբերված սնկերի զարգացման առանձնահատկությունների պարզաբանումը հնարավորություն կտա կազմակերպել դրանց դեմ արդյունավետ պայթարն ինչպես տվյալ վեգետացիայում, այնպես էլ հետագա տարիներին: Ստորև ներկայացվում են հայտնաբերված սնկային հիվանդությունների մասին մանրամասն տեղեկությունները:

1.Ալրացող – *Podospheera mors-uvae* (Schwein.) U.Braun & S.Takam., ընտանիք *Erysiphaceae*: Սունկն ախտահարում է տեր-բույսի տերևները և պտուղները: Հիվանդության առաջին ախտանշաններն ի հայտ են գալիս զարնանը բույսի ծաղկումից անմիջապես հետո: Մատուցվող ընծյուղները և տերևները ծածկվում են սպիտակ, խիտ փառով, որը սկզբում հեշտությամբ պոկվում է: Այնուհետև հիվանդությունն արագ զարգանում է և տարածվում պտուղների, ինչպես նաև ամբողջ թփի վրա: Վարակված ընծյուղները ձևափախվում են, խանգարվում է դրանց նորմալ աճը, երբեմն դիտվում է ընծյուղների մասնակի չորացում: Ախտահարված պտուղներն ամբողջությամբ պատվում են սպիտակ փառով՝ սնկամարմնով, որի արդյունքում դադարում է պտուղների աճը: Նման դեպքերում պտուղները կորցնում են դեղագործական, սննդային, արտադրական նշանակությունը և ապրանքային արժեքը: Հաճախ վարակված պտուղները պատռվում են և թառամում: Սնկամարմինը լցված է կլետոտեցիումներով, որոնք ունեն պարզ հավելումներ և 1 պայուսակ՝ ասկ: Գարնանը պայուսակները բացվում են և ասկոսպորները դուրս են գալիս արտաքին միջավայր, տարածվում քամու միջոցով՝ առաջացնելով հիվանդության նոր օջախներ: Հիվանդության զարգացմանը նպաստում է խոնավ սուբստրատը և ստվերոտ տարածքը: Չոր և շոգ եղանակային պայմանները համեմատաբար ճնշում են հիվանդության զարգացման ընթացքը: Նկարագրվող սնկի սպորները երաշտադիմացկուն և ցրտադիմացկուն են: Այդ պատճառով անհրաժեշտ է ալրացողի դեմ պայթարը սկսել վաղ գարնանը և շարունակել մինչև ուշ աշուն: Հակառակ դեպքում վարակի կրկնման արդյունքում 2-3 տարուց հետո թփերը կարող են ամբողջությամբ ոչնչանալ: Սունկն Արցախում տարածված տեսակ է: Հայտնաբերվել է հետազոտության բոլոր տարիներին Ասկերանի, Մարտունու, Մարտակերտի, Հադրութի շրջանների մի շարք համայնքներում և Ստեփանակերտ քաղաքում կոկոռնեու և հաղարջենու վրա:

2.Անտրակնոզ – *Drepanopeziza ribis* (Rehm ex Kleb.) Höhn., ընտ. *Dermateaceae*: Ոչ պակաս վնասաբեր սունկ է, քան ալրացողը: Ախտահարվում են հաղարջենու և կոկոռնեու տերևները, որոնց վրա առաջանում են մանր, դեպի դուրս փքված, անկանոն, դարչնագույն կամ մուգ գորշավուն բծեր: Հիվանդության ինտենսիվ զարգացման ժամանակ բծերը միախառնվում են, տերևները գորշանում և չորանում, տերևաթիթեղները կնճռոտվում են և տերևների եզրաշերտերը կծկվում են դեպի վեր: Ախտահարված տերևները ժամանակից շուտ թափվում են: Հիվանդության օջախներ կարող են հայտնաբերվել նաև տերևակոթոնների, կանաչ ընծյուղների և պտղակոթոնների վրա: Վերջիններիս վրա առաջանում են խոցեր: Հիվանդ տեր-բույսերի ընծյուղների աճը կտրուկ դանդաղում է, ինչը բացասաբար է անդրադառնում բերքատվության և պտուղների որակի /բաղցրության նվազում/ վրա: Անտրակնոզի զարգացմանը նպաստում են տևական անձրևները, խոնավությունը առկայությունը: Հիվանդությունը սովորաբար տարածվում է ամռան կեսերին կոնիդիումների միջոցով: Անտրակնոզի նկատմամբ առավել ընկալունակ են կարմիր

հաղարջենու սորտերը, համեմատաբար քիչ են ախտահարվում հաղարջենու սև ու սպիտակ սորտերը և կոկոռնենու թփերը:

Drepanopeziza ribis սևի գարգացումն ընթանում է երկու փուլով՝ կոնիդիալ և պայուսակավոր: Կոնիդիալ փուլը սկսվում է ամռանը և վեգետացիայի ընթացքում տալիս է մի քանի սերունդ: Կոնիդիալ սպորակրությունը դիտվում է տերևների և այլ ախտահարված օջախների վրա սպիտակավուն փայլուն բարձիկների առաջացմամբ: Կոնիդիումները միաբջիջ են և անգույն: Սունկը ձմեռում է հիվանդ և թափված տերևների կամ այլ բուսական մնացորդների վրա: Գարնանը ապոտեցիումի տեսքով զարգանում է սևիկ պարկավոր փուլը և ձևավորվում են ասկոսպորները: Վերջիններս հարուցում են անտրակնոզի առաջնային վարակ: Կրկնակի վարակն իրականացվում է կոնիդիումներով, որոնք առաջանում են ախտահարված տերևների էպիդերմիսի տակ տեղակայված սևկամարմնում: Կոնիդիումների հասունացման արդյունքում տերևների վերին մակերեսներին առաջանում են վերափոխման, որտեղ էպիդերմիսը կոնիդիումների ճնշմանը չդիմանալով պատռվում է: Պատռվածքներից դուրս թռած կոնիդիումները հաճախ անձրևի կաթիլի հետ միաձուլվելով ախտահարում են նոր օջախներ: Վեգետացիայի փուլում մասսայական վարակի առաջացման և տարածման մեջ հիմնական դերը կոնիդիումներինն է: Հիվանդության դեմ պայքարը նույնականացվում է այրացողի դեմ կազմակերպվող միջոցառումների հետ:

Նկարագրվող սունկն Արցախում տարածված տեսակ է: Հայտնաբերվել է հետազոտության բոլոր տարիներին, հիմնականում Ասկերանի և Մարտունու շրջանների մի շարք համայնքներում, ինչպես նաև Ստեփանակերտ քաղաքում հաղարջենու վրա: Հայտնաբերվել է նաև 2016թ. Ասկերանի շրջանի Ակնաղբյուր և Ավետարանց գյուղերում կոկոռնենու վրա:

3. Սեպտորիոզ կամ սպիտակ բծավորություն - *Mycosphaerella ribis* (Sacc.) Lindau, ընտ. *Mycosphaerellaceae*: Ախտահարումներն /բծերը/ առաջանում են տերևների, ընձուղների, երբեմն նաև պտուղների վրա: Բծավորությունը դրսևորվում է տերևների վրա կլորավուն կամ անկյունաձև դարչնագույն բծերի առաջացմամբ, որոնք հետագայում սպիտակում են և մնում դարչնագույն եզրագծերով: Հիվանդ տերևների զույգ մակերեսներին նկատվում են սև պիկնիդներ՝ պիկնոսպորներով: Սպորներն անգույն են և թելանման, որոնց միջոցով ամռանը վարակը տարածվում է: Հիվանդության ինտենսիվ դրսևորման արդյունքում հաղարջենու և կոկոռնենու տերևները ժամանակից շուտ թափվում են և ճնշվում է բույսի աճը: Սևիկ ինտենսիվ զարգացումը կարող է ուղեկցվել կոկոռնենու թփի մերկացումով: Վարակն ընձուղների վրա արտահայտվում է երկարավուն ձգված բծերի առաջացմամբ, որոնք կենտրոնում ունեն բաց գունավորություն և եզրագծված են մուգ շերտով: Ախտահարված ընձուղների թերաճի արդյունքում նվազում է բերքատվությունը և պտուղների ապրանքային արժեքը: Հիվանդ պտուղների վրա դիտվում են փոքր, հարթ, գորշ բծեր, որոնք հետագայում սպիտակում են: Սունկը ձմեռում է սեպտորիոզով հիվանդ բուսական մնացորդների վրա: Աշնանը տերևների ստորին մակերեսներին առաջանում են բազմաթիվ փոքր պտղամարմիններ՝ պսևդոտեցիումներ /զարգացման պարկավոր փուլ/, որտեղ հասկերում հատնանում են ասկոսպորները: Հիվանդության զարգացմանը նպաստում է խոնավ եղանակը, մեղմ ջերմաստիճանը և չորացող թփերը: Սեպտորիոզի մասսայական տարածում դիտվում է ամռան երկրորդ կեսին:

Սունկն Արցախում տարածված տեսակ է: Հայտնաբերվել է 2015-2016թթ. Ասկերանի, Մարտունու և Մարտակերտի, շրջանների մի շարք համայնքներում հաղարջենու և կոկոռնենու վրա:

4. Ժանգասունկ - *Puccinia ribesii-caricis* Kleb., ընտ. *Pucciniaceae*: Նկարագրվող սևիկ հարուցիչը կարող է ախտահարել տեր-բույսերի բոլոր օրգանները՝ տերևները, երիտասարդ չիվերը, ծաղիկները և պտուղները: Սևիկ ինտենսիվ զարգացումը նկատվում է բերքատվությունը և ազդում բույսի կենսագործունեության վրա:

Բույսի ախտահարված օջախներում ձևավորվում են նարնջագույն կամ դեղնագույն բծեր, որոնք առավել արտահայտված են լինում հիվանդ տերևների վրա: Վերջիններս վերին մակերեսին նկատվում է վառ գունավորությամբ օջախներ, որոնցում առկա են սև կետիկներ: Ախտահարված տերևների ստորին մակերեսներին տեղակայված են դեղին բարձիկներ՝ սևիկ սպորակրություններ, որոնք որոշ ժամանակ անց ստանում են փոքրիկ շիկների տեսք: Սևիկ զարգացմանը զուգընթաց փոխվում է ախտահարված օջախների գունավորությունը, այն դեղնավունից դառնում է դարչնագույն, այնուհետև գորշանում է, կենտրոնում ստանալով սպիտակավուն գունավորում: Ժանգասունկով հիվանդ տերևները ձևափոխվում են, ընձուղները՝ տերևազրկվում, ծամվում և չեն ձմեռում, իսկ պտուղների զարգացումն ախտահարված օջախում կողքային ճնշվում է: Միակողմանի զարգացման արդյունքում ձևավորվում են տձև պտուղներ, որոնց աճը դադարում է:

Ախտահարված օջախներում ձևավորվում են սնկի սպորները, որոնք տարածվելով առաջացնում են վարակի նոր օջախներ: Սպերմագոնիումները խմբերով են, տեղակայված են տերևների ստորին մակերեսներին, մեղրադեղնագույն են: Էցիդիումների կուտակումները համեմատաբար մեծ խմբերով են, որոնք տեղակայված են ցողունների, տերևների և հիմնական ջղերի վրա: Առաջացնում են կտրուկ արտահայտված ձևափոխություն: Էցիդիումները բաժանաման են, դեղին, պերիդիումի ետ ծաված սպիտակ ծայրով: Էցիդիոսպորները կլորավուն են կամ բազմանկյուն, բաց նարնջագույն, մանր փշիկապատ: Ուրեդինիումները տերևների ստորին մակերեսներին են, օվալաձև են, փքված, բաց գորշավուն, երկար ժամանակ մնում են էպիդերմիսով ծածկված: Տելիումները տեղակայված են տերևների ստորին մասում, մուգ դարչնագույն են: Տելիոսպորները սովորաբար քորոցանման են, բաց գորշավուն, թաղանթը հարթ է, ոտիկը ամուր և դեղնավուն: Արցախում հազվադեպ հանդիպող տեսակ է: Իդենտիֆիկացվել է 3 անգամ /10.06.2014թ., 5.06.2015թ., 24.05.2017թ./ Ասկերանի շրջանի որոշ համայնքներում:

5. Ասկոխիտոզ – *Ascochyta ribesia* Sacc. & Fautrey, ընտ. *Didymellaceae*: Ախտահարվում են տերևները, որոնց վրա զարգանում են գորշ, սպիտակավուն կամ գունատ դեղնագույն և գորշ եզրագծված բծեր, որոնց կենտրոնում հետագայում առաջանում են թեթև ծալքավոր օջախներ: Այդ օջախներում հյուսվածքները չորանալով ճաքճքում և պոկվում են: Բծերը կարող են լինել կլորավուն կամ անկյունաձև և անկանոն դասավորության: Վարակած հատվածների վրա կան սև պինկիղներ, որոնք փոքր են և գնդաձև: Կոնիդիակիրներն անգույն են և ունեն պարզ կառուցվածք: Կոնիդիումներն էլիպսոիդալ են կամ գլանաձև, թույլ դեղնականաչավուն, ունեն թույլ ձգվածքով միջնորմ, երկբջիջ են՝ ծայրերում կլորացած:

Նկարագրված սնկով ավելի հաճախ ախտահարվում են կարմիր հաղարջի թփերը: Հիվանդության ինտենսիվ զարգացում է դիտվում ամռան կեսերին և շարունակվում է մինչև ուշ աշուն: Սունկը ձմեռում է ախտահարված բուսական մնացորդների վրա պինկիղների և պինկոսպորների տեսքով: Հիվանդության զարգացմանը նպաստում է բարձր խոնավությունը և տեր-բույսերի թույլ կենսագործունեությունը: Ասկոխիտոզի ինտենսիվ արտահայտվածությունն առաջացնում է հիվանդ բույսերի վաղաժամ տերևաթափ: Հիվանդությունն առաջին տարում բերքատվության վրա արտահայտված բացասական ազդեցություն չի թողնում, սակայն տարեց տարի կրկնվելով, նվազեցնում է բույսի կենսագործունեությունը, հետևաբար նաև բերքատվությունը: Սունկն Արցախում հայտնաբերվել է հետազոտության բոլոր տարիներին Ասկերանի և Մարտունու շրջանների մի շարք համայնքներում կոկոռչենու և հաղարջենու վրա:

6. Մոխրագույն բորբոսանման փտում – *Botrytis cinerea* Pers., ընտ. *Sclerotiniaceae*: *Botrytis cinerea* սնկով հիմնականում ախտահարվում են պտուղները դաշտում և պահպանման ժամանակ: Նկարագրվող սնկի վարակը դիտվել է ինչպես տեր-բույսի վեգետացիայի փուլում, այնպես էլ բերքի հավաքման, տեղափոխման և պահպանման ժամանակ: Ախտահարված պտղաթաղանթը հաճախ պատռվում է: Պտղափափկների վարակը հիմնականում սկսվում է պտղի և կոթունի ամրացման հատվածից կամ մեխանիկական վնասվածքով օջախից:

Հիվանդ պտուղները հարուցիչի թափանցման պահից սկսած արագ փափկում և ծածկվում են մոխրագույն փառով՝ սնկի կոնիդիալ սպորակրությամբ: Կոնիդիակիրներն ունեն վրձնանման ճյուղավորում, որոնց զազաթին առաջանում են կոնիդիում ներք /սպորներ/: Սպորները միաբջիջ են, անգույն և օվալաձև, երբեմն ձևավորում են սև կամ գորշ սկլերոցիումներ: Մեխանիկական վնասվածքներով, թույլ կենսագործունեությամբ և գերհասուն պտուղներն ավելի ընկալունակ են նկարագրվող սնկի նկատմամբ: Տաք և սառը ջերմաստիճանների անկանոն հերթափոխը համարվում է սնկի զարգացման հիմնական պատճառը: Սունկը տարածված տեսակ է, հայտնաբերվել է ուսումնասիրության բոլոր տարիներին Ասկերանի, Մարտունու, Մարտակերտի որոշ համայնքներում և Ստեփանա-կերտ քաղաքի պտուղ-բանջարեղենների վաճառակետերում:

7. Վերտիցիլիոզային թառամում – *Verticillium dahliae* Kleb., ընտ. *Plectosphaerellaceae*: Հիվանդությունը հանդիպել է ավելի շատ հաղարջենու, քան կոկոռչենու վրա: Ախտահարված թփերի աճը նկատելի տարբերվում էր առողջ բույսերից, վարակված տերևները գունատվում են, աստիճանաբար թառամում և երկար ժամանակ մնում են շիվերին կպած: Սկզբում թառամում են ստորին տերևները, այնուհետև վարակը տարածվում է երիտասարդ շիվերի վրա: Վարակվում են նաև պտուղները, որոնք թառամում և մնում են շիվերին կպած: Հիվանդության 2-3 տարի կրկնվելը հանգեցնում է բույսի ոչնչացման: *Verticillium dahliae* Kleb. սնկին բնորոշ հատկանիշ է տեր-բույսի հյուսվածքների գորշացումը: Ախտահարված շիվերի լայնակի կտրվածքում տեսանելի են բնափայտի նեկրոտիկ օջախներ՝ առանձին կետերի կամ ամբողջական օղակի տեսքով: Նկարագրվող սնկի հարուցիչը թափանցում է

տեր-բույսի հյուսվածքներն արմատների միջոցով: Վարակված բույսերը մահանում են, բաժնի որ հարուցիչի կողմից արտադրվում են թուլներ, որոնք խիստ բացասաբար են ազդում բույսի կենսագործունեության վրա: Բույսի սննդային նյութերի տեղաշարժը դեպի մատղաշ շիվեր դադարում է, որի արդյունքում առաջանում է բաղց և սով, արդյունքում վեգետատիվ ընձյուղները խեղդվում են, իսկ արմատային համակարգն աստիճանաբար գորշանում և չորանում է: Նկարագրվող սունկն ունի լայն ֆիլոգենետիկ մասնագիտացում և բացի հատապտղայիններից կարող է ախտահարել նաև պտուղ բանջարեղենային այլ մշակաբույսեր: Այդ բույսերի վարակված մնացորդների վրա սնկի հարուցիչը ձմեռում է միկրոսկլերոցիումների տեսքով և կարող է իր կենսունակությունը պահպանել 8-10 տարի: Միկրոսկլերոցիումներն աճելով առաջացնում են սևկամարմին, որը վարակում է տեր-բույսը՝ թափանցելով երիտասարդ արմատների մեջ: Սնկի ինտենսիվ արտահայտվածության դեպքում կարող է ոչնչանալ բույսի վերգետնյա զանգվածի 20-30 տոկոսը: Սունկը տարածված տեսակ է, հայտնաբերվել է հաղարջենու վրա ուսումնասիրության բոլոր տարիներին Ասկերանի, Մարտունու, Մարտակերտի որոշ համայնքներում, իսկ կոկոռչենու վրա հայտնաբերվել է 2015 թ. և 2017 թ. ամռան կեսերին՝ Ասկերանի շրջանի որոշ համայնքներում:

8. Սոնիլային փտում – *Monilinia laxa* (Aderh. & Ruhland) Honey, ընտ. *Sclerotiniaceae*: Ախտահարվում են պտուղները: Հիվանդ հատապտուղները գունատվում և թորչում են: Պտղաթաղանթը ճեղքվում է և ձևավորվում են բաց մոխրագույն բարձիկներ՝ սնկի սպորակրություններ: Սևկամարմինը թափանցում է պտղամսի մեջ և ժամանակի ընթացքում ախտահարված պտուղները չորանում են, մումիֆիկացվում և հիմնականում մնում են ճյուղերից կախված, իսկ որոշները կարող են նաև թափվել: Սոնիլային փտում սնկային հիվանդությունն ինտենսիվ տարածման արդյունքում կարող է հանգեցնել բերքի մասնակի կորուստի: Սնկի զարգացմանը նպաստում են տևական անձրևները և օդի բարձր խոնավությունը: Նկարագրվող հիվանդության վնասաբերությունն Արցախում զգալի է: Այն հայտնաբերվել է ուսումնասիրության բոլոր տարիներին Ասկերանի, Մարտունու, Մարտակերտի շրջանների մի շարք գյուղերում և հիվանդությունը մասսայական բնույթ էր կրում:

Այսպիսով, չորսամյա հետազոտությունների ընթացքում հայտնաբերվել և պարզաբանվել է կոկոռչենու ու հաղարջենու վրա իդենտիֆիկացված մակաբույծ սնկերի զարգացման կենսաբանական առանձնահատկությունները, արտաքին գործոնների ազդեցությունը դրանց վրա, տեր-բույսերի ընկալունակությունը հիվանդածին սնկերի նկատմամբ և հարմարվածությունն Արցախի բնակլիմայական պայմաններին:

Հարկ է նշել, որ կոկոռչենու և հաղարջենու աճեցման, որակյալ ու բարձր բերք ստանալու, ինչպես նաև նկարագրված սնկային հիվանդությունների դեմ պայքարելու համար անհրաժեշտ է ոչ միայն մշակել ու բազմացնել թփերը, այլ նաև հատուկ խնամք իրականացնել, որն անպայման պետք է զուգակցվի ագրոտեխնիկական, կենսաբանական և քիմիական պայքարի մեթոդների կիրառմամբ:

Հետազոտությունն իրականացվել է ԱՀ ԿԳՍ Նախարարության կողմից տրամադրվող ֆինանսական աջակցության շնորհիվ՝ №ՏՀՏ 15.10-003 «Մշակովի բույսերի սնկային հիվանդությունների ուսումնասիրությունը Լեռնային Ղարաբաղի տարածքում» գիտական թեմայի շրջանակներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Արախամյան Ջ.Հ., Նանգոյան Ս.Գ., Ամիրյան Ա.Ա. Ֆիտոպաթոլոգիա. Երևան, 58 էջ, 2004.
2. Дьяков Ю.Т., Еланский С.Н. Общая фитопатология. М.: Издательство Юрайт, с.230, 2016.
3. Маркарян Г.Г., Нанагюлян С.Г., Согоян Е.Ю. Ржавчинные грибы полезных растений Нагорного Карабаха. Современная микология в России, М., 7, с. 74-75, 2017.
4. Попкова К.В. Общая фитопатология. М.: Дрофа. - 2005. - 445с.
5. Рахимова Е.В., Нам Г.А., Ермекова Б.Д. Краткий иллюстрированный определитель мучнисторосяных грибов Казахстана и приграничных территорий. Новосибирск, 129 с., 2014.
6. Mueller G.M., Bills G.F., Foster M.S. Biodiversity of fungi. London: Elsevier Academic press. 777 p., 2004.
7. <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp>

Ստացվել է 29.06.2017



Biol. Journal of Armenia, 4 (69), 2017

INTERACTION OF MESO-TETRA-(4N-ALLYLPYRIDYL) PORPHYRIN AND ITS Cu-, Co- AND Zn- CONTAINING DERIVATIVES WITH DNA

V.G. BARKHUDARYAN*, G.V. ANANYAN

Department of Molecular Physics, Yerevan State University,
Vbarkhudaryan@gmail.com

The influence of water soluble cationic meso-tetra-(4N-allylpyridyl) porphyrin ($H_2TAIPyP4$) and its metal complexes with Cu-, Co- and Zn- on hydrodynamic and spectral behaviour of ct-DNA solutions has been studied by viscometry and UV-VIS spectrophotometry methods. The results obtained were compared with the results of previously conducted similar studies on meso-tetra-(3N-allylpyridyl) porphyrin ($H_2TAIPyP3$). It has been shown that the change in position of peripheral radicals on pyridylic ring has absolutely no effect on rules of interaction of investigated porphyrins with DNA in case of outside binders $CoTAIPyP4$ and $ZnTAIPyP4$. Planar porphyrin $H_2TAIPyP4$ interacts with DNA predominantly by intercalation mode at low relative concentrations of r ($r = [Porphyrin] / [DNA]$) and by external binding mode at high values of r . Unusual behaviour shows $CuTAIPyP4$, which interacts with DNA via non-classical (partial) binding mode. It was shown that $H_2TAIPyP3$ and its metal complexes bind to DNA much more intensely than $H_2TAIPyP4$ and its metal complexes.

Porphyrin – ct-DNA – Viscometry – intercalation – outside binding – partial intercalation

Մածուցիկաչափության և սպեկտրոֆոտոմետրիայի մեթոդներով հետազոտվել է ջրալուծ կատիոնային մեզո-տետրա-(4N-ալիլպիրիդիլ) պորֆիրինի ($H_2TAIPyP4$) և Cu-ի, Co-ի և Zn-ի հետ նրա համալիրների ազդեցությունը ՂՆԹ-ի լուծույթների հիդրոդինամիկական և սպեկտրալ հատկությունների վրա: Ստացված արդյունքները համեմատվել են մեզո-տետրա-(3N-ալիլպիրիդիլ) պորֆիրինի ($H_2TAIPyP3$) հետ նախկինում իրականացված նմանատիպ հետազոտությունների արդյունքների հետ: Ցույց է տրվել, որ պիրիդիլային օղակում կողմնային ռադիկալների դիրքի փոփոխությունը բացարձակապես չի ազդում հետազոտվող պորֆիրինների՝ ՂՆԹ-ի հետ փոխազդեցության օրինաչափությունների վրա արտաքինից կապվող $CoTAIPyP4$ -ի և $ZnTAIPyP4$ -ի դեպքում: Հարթ կառուցվածքով $H_2TAIPyP4$ -պորֆիրինը ՂՆԹ-ի հետ առավելապես փոխազդում է ինտերկալման վարքագծով ցածր r ($r = [Porphyrin] / [DNA]$) հարաբերական կոնցենտրացիաների և արտաքին կապումով՝ մեծ կոնցենտրացիաների դեպքում: Անսովոր վարքագիծ է դրսևորում $CuTAIPyP4$ -ը, որը ՂՆԹ-ի հետ փոխազդում է ոչ դասական (մասնակի) կապման ռեժիմով: Ցույց է տրվել, որ $H_2TAIPyP3$ -ը և նրա մետաղակոմպլեքսները ՂՆԹ-ի հետ ավելի ինտենսիվ են փոխազդում, քան $H_2TAIPyP4$ -ը և նրա մետաղակոմպլեքսները:

Պորֆիրին – ՂՆԹ, մածուցիկաչափություն – ինտերկալում – արտաքին կապում – մասնակի ինտերկալում

Методами вискозиметрии и спектрофотометрии изучено влияние водорастворимого катионного мезо-тетра-(4N-аллилпиридил) порфирина ($H_2TAIPyP4$) и его комплексов с Cu-, Co- и Zn- на гидродинамическое и спектральное поведение растворов ДНК. Полученные результаты сравнивались с результатами ранее проведенных аналогичных исследований мезо-тетра-(3N-аллилпиридил) порфирина ($H_2TAIPyP3$).

Показано, что изменение положения периферических радикалов на пиридиловом кольце абсолютно не влияет на закономерности взаимодействия исследованных порфиринов с ДНК в случае внешних связующих CoTAIPyP4 и ZnTAIPyP4. Планарный порфирин H₂TAIPyP4 взаимодействует с ДНК преимущественно интеркаляционным режимом при низких относительных концентрациях r ($r = [Porphyrin] / [DNA]$) и внешним режимом связывания при высоких значениях r . Необычное поведение проявляет CuTAIPyP4, который взаимодействует с ДНК по неклассическому (частичному) режиму связывания. Было показано, что H₂TAIPyP3 и его металлокомплексы связываются с ДНК намного интенсивнее, чем H₂TAIPyP4 и его металлокомплексы.

Порфирин – тт-ДНК – вискозиметрия – интеркаляция – внешнее связывание – частичная интеркаляция

Cationic porphyrin macrocycles represent a large class of compounds which are applied in photodynamic therapy of cancer and in biology [30]. The interaction of porphyrins and metalloporphyrins with DNA has a considerable interest due to their medical applications. DNA provides a range of binding sites and binding modes for covalent and non-covalent interactions. The non-covalent interactions include intercalation, partial intercalation, groove binding and electrostatic bonding with metal complexes [1, 11, 12].

Study of cationic DNA interaction with porphyrin in solutions shows that intercalation of porphyrin into DNA requires planar conformation of porphyrin molecule. Groove binding is typical for porphyrins that cannot fit between nucleotides due to steric blockage, i.e. porphyrins having bulky side radicals or axial ligands on the central ion [23-25, 9]. In this case the side of the porphyrin ring fits into the minor groove of the helix or is located in the major groove by electrostatic interaction between the negatively charged phosphate group and the positively charged pyridinium rings.

The strength of binding porphyrin to the DNA is one of important parameters of its efficacy. It is well known, that number of drugs bases their biological activity on intercalation to DNA, so the studies of molecular interactions between drugs and DNA have great importance for studying their biological activity [28, 29].

Under appropriate conditions, intercalation of porphyrins causes a significant increase in viscosity of DNA solutions due to increase in separation of base pairs at intercalation sites and subsequent increase in overall DNA contour length [11]. In contrast, porphyrin molecules that binds exclusively in DNA grooves under same conditions, typically cause less pronounced (positive or negative) or no changes in DNA solution viscosity [18-20, 26].

In this paper, we discuss the factors affecting the character of porphyrin binding to DNA. The research tactics are as follows: the molecular configuration of porphyrins slightly changes, so that the ability of this porphyrin to interact can be correlated with the planarity and effective width of porphyrin molecules. Our basic expectation is to identify the conditions under which the degree of interaction of porphyrins with DNA is maximal. However, the main goal of this series of research is the development and demonstration of viscometry opportunities for similar purposes, as it is one of the most sensitive methods to changes of conformation and configuration of macromolecular compounds.

We already reported the results of investigations of the interaction of water soluble cationic *meso*-tetra-(4N-гидроxyethylpyridyl) porphyrin (H₂THOEPyP4) and its metal complexes with Ni, Cu, Zn and Co on hydrodynamic and spectral behaviour of ultrapure solutions from *ct*-DNA. It was shown, that presence of planar porphyrins H₂THOEPyP4, NiTHOEPyP4 and CuTHOEPyP4 leads to increase in viscosity at relatively small concentrations, and then decreases to stable values, which was explained

by intercalation of these porphyrins in DNA helical structure. In porphyrins with axial ligands, such as CoTOEPyP4 and ZnTOEPyP4, the hydrodynamic parameters slightly decrease, which is explained by outside binding of these parameters in DNA surface [6-8].

The influence of porphyrin molecules configuration on their ability to affect on the DNA structure – water soluble cationic *meso*-tetra-(3N-hydroxyethylpyridyl) porphyrin ($H_2THOEtPyP3$) and its metal complexes with Ni, Cu, Co, Zn were also investigated, where we applied the same experimental approach. It was shown, that the change in position of peripheral radicals on pyridylic ring has no effect on laws of interaction of investigated porphyrins with DNA in case of outside binders CoTHOEPyP3 and ZnTHOEPyP3. Planar porphyrins $H_2THOEtPyP3$ and CuTHOEPyP3 interact with DNA in intercalation mode. It was obtained, that the hidroxyethyl group at 3N-position is favourably located relative to the DNA helix axis than at 4N-position [4].

The effect of the chemical structure (presence of double bond) of a side radical of porphyrins on their ability to affect the DNA structure has also been investigated. Water-soluble cationic *meso*-tetra-(3N-allylpyridyl) porphyrin ($H_2TAIPyP3$) and its Cu- Co- and Zn-containing derivatives were studied using UV/VIS absorption spectroscopy and viscometry. The change of the chemical structure of side radical of porphyrins has no effect on the regularity of interaction of outside binders CoTAIPyP3 and ZnTAIPyP3. Planar porphyrins $H_2TAIPyP3$ and CuTAIPyP3 interact with DNA considerably more intensively than $H_2THOEtPyP3$ and CuTHOEtPyP3. In particular, the maximum value of interaction intensity sharply increases and moves to the high porphyrin content values in DNA solution. The fact of better interactions of $H_2TAIPyP3$ than $H_2THOEtPyP3$ with DNA is explained by presence of double bond in side radicals contributes to a more favourable location of porphyrins into DNA groove binding [5].

In this paper we describe the results of UV/VIS absorption spectroscopy and viscometry analysis of the configuration and effective width of the peripheral radicals of cationic *meso*-tetra-(4N-allylpyridyl) porphyrin ($H_2TAIPyP4$), its Cu-, Co- and Zn-containing derivatives on their ability to affect the DNA structure. The collected data have been compared to our recent results on the influence of $H_2TAIPyP3$ and its Cu, Co and Zn metal complexes on hydrodynamic and spectral behaviour of DNA solutions, where we applied the same experimental approach [4].

Materials and methods. Ultra-pure DNA from calf thymus (protein < 0.1 %, RNA < 0.2 %, m.m. > 30 MDa: GC = 42 %) was a kind gift from Institute of Bioorganic Chemistry (Minsk, Belarus). Porphyrins were synthesized in the Department of Chemistry of Pharmacy Faculty, Yerevan State Medical University [22]. The structure of cationic *meso*-tetra-(4N-allylpyridyl) porphyrin ($H_2TAIPyP4$) is shown in fig.1.

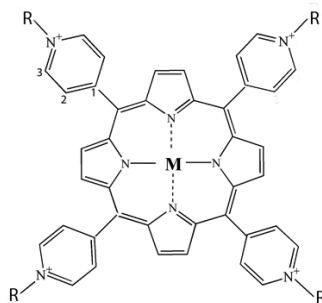


Fig.1. Chemical structure of *meso*-tetra-(4N-allylpyridyl) porphyrin. M=2H, Cu, Zn, Co, R = – CH₂–CH=CH₂.

The concentrations of investigated porphyrins were determined spectrophotometrically. All conditions for spectral and viscometry measurements are the same as in [4-6].

Visible absorption spectra of porphyrins in the Soret region in the absence and presence of DNA were measured at 20°C using Perkin Elmer Lambda 800 UV/VIS spectrophotometer.

To explore the interaction between the porphyrin to DNA, viscosity measurements were carried out by keeping the DNA concentration as constant and varying the concentration of porphyrin. Viscosity measurements were carried out in a thermo stated bath at a temperature of $22 \pm 0.01^\circ\text{C}$, equipped with an Ubbelohde capillary viscometer (capillary's diameter is 0.56 mm). 6.0 ml of phosphate buffer was transferred to the viscometer to obtain the reading of efflux time. The efflux time of solvent in these conditions was 87.6 sec. The experimental errors were in allowed limits and did not exceed 1%.

Results and Discussion. Absorption spectra. The spectral features of studied porphyrins at complex formation with DNA and their binding parameters (binding constant K_b and exclusion parameter n) are shown in tab. 1. Details of representation and calculation of spectral data are discussed in [6]. K_b and n were calculated using the titration curves in Soret region. They are not represented in order to reduce the workload.

Table 1. The spectral and binding parameters of complexes $\text{H}_2\text{TAlPyP4}$, CuTAlPyP4 , CoTAlPyP4 and ZnTAlPyP4 porphyrins with DNA, $[\text{Na}^+] = 0.02$, pH 7.0

Porphyrin	$\lambda_{\text{max}} (\text{nm})$	$\Delta\lambda (\text{nm})$	$H, \%$	$K_b \times 10^7 (\text{M}^{-1})$	n
$\text{H}_2\text{TAlPyP4}$	424	13	53	1.02	1.85
CuTAlPyP4	426	3	33	4.08	1.81
CoTAlPyP4	437	-3	31	0.136	0.54
ZnTAlPyP4	440	2	24.5	0.7	1.0

The induced CD spectra of DNA in the presence of CuTAlPyP4 and CoTAlPyP4 porphyrins were shown in fig. 2.

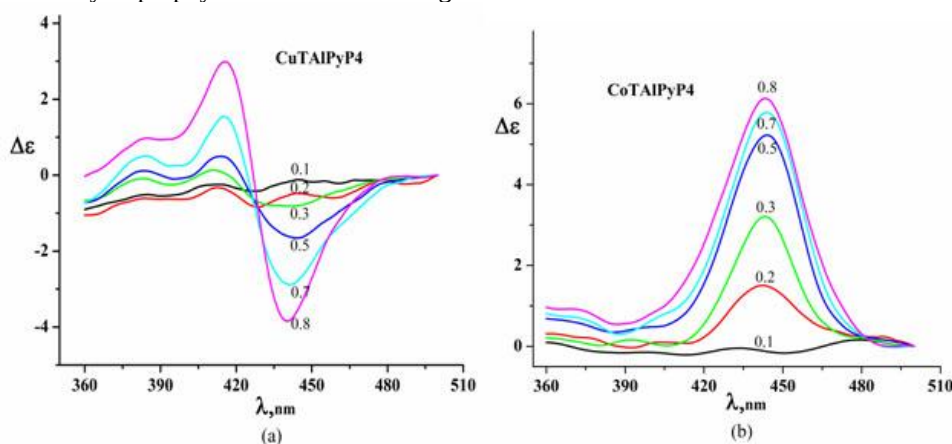


Fig.2. Induced CD spectra of CuTAlPyP4 and CoTAlPyP4 in presence of DNA at different relative concentrations, $[\text{Na}^+] = 0.02$, pH 7.0.

As seen from tab. 1, the binding of $\text{H}_2\text{TAlPyP4}$ to DNA is accompanied by red shift of the Soret maximum ($\Delta\lambda = 13\text{nm}$) and pronounced hypochromicity (53%), which argue in favour of intercalation binding mode. The forceful evidence for intercalative binding is the

induced CD spectra, which demonstrate both negative (at low $r < 0, 01$) and conservative (at relatively high $r > 0, 01$) spectra (fig. 2a). On the basis of obtained data, it was supposed that the observed significant changes in CD spectra were connected to an altered DNA conformation initiated by intercalation of porphyrin $H_2TALPyP4$ into DNA.

In case of $CuTALPyP4$, the spectral parameters exhibit unusual behaviour for planar molecules contrary to our expectation. It is known, that coordination number is 4 for Cu-porphyrins and they have not axial ligation [22]. However, the spectral characteristics of $CuTALPyP4$ in complex with DNA are different from the usual intercalators: small hypochromicity (33 %) and bathochrom shift ($\Delta\lambda=13nm$) are observed. At very low relative concentrations, the Soret band is not shifted. It is known, that such behaviour is typical for porphyrins with axial ligands as Co-, Fe-, and Mn-porphyrins. Moreover, the induced CD spectra in the Soret band substantially are positive (at $r < 0, 4$) and conservative (at $r > 0, 4$) (fig. 2b). In addition, one cannot exclude the possibility of implementing a partial intercalation binding mode, which is realized when $n < 2$ and is more pronounced in case of Cu-porphyrins [23].

The porphyrins $CoTALPyP4$ and $ZnTALPyP4$ used in our work are fifth coordinated and have one axial ligand, show the usual behaviour for outside binders [22]. Small hypochromicity (24, 5 %) and small bathochrom shift ($\Delta\lambda=2nm$) are observed for $ZnTALPyP4$. However, $CoTALPyP4$ at complex formation with DNA demonstrates 31% hypochromicity (greater then $CoTALPyP3$ [6]) and blue shift ($\Delta\lambda= -3nm$) Both porphyrins $CoTALPyP4$ and $ZnTALPyP4$ exhibit only positively induced CD spectra in Soret band, which confirm outside arrangement of this porphyrin molecules on the surface of DNA helix. The induced CD spectra of fifth coordinated $ZnTALPyP4$ and $CoTALPyP4$ [22] are a good evidence for external ordered binding mode.

Viscosity measurement

As a means for further exploring the binding of the porphyrins to DNA, viscosity measurements were carried out with a fixed concentration of DNA by varying the concentration of the added porphyrins. The viscosity values were calculated from the observed flow time of DNA containing solutions with porphyrin (t) duly corrected for that of the DNA solution alone (t_0). The changes in the viscosity of DNA in the presence of $H_2TALPyP4$, $CuTALPyP4$, $CoTALPyP4$ and $ZnTALPyP4$ porphyrins were shown in fig. 3.

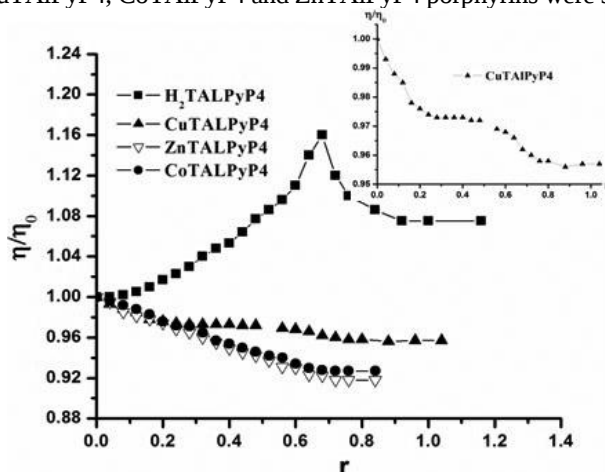


Fig.3. Plots of the relative viscosity of DNA vs. r values of $H_2TALPyP4$, $CuTALPyP4$, $ZnTALPyP4$ and $CoTALPyP4$ porphyrins in phosphate buffer. The inserted graph present the enlarged plot of the relative viscosity of DNA versus r values of $CuTALPyP4$.

We characterize the viscosity behaviour of DNA-porphyrin solution through the relative viscosity, defined as the ratio (η/η_0) where η_0 and η are the specific viscosity contributions of DNA in the absence and in the presence of the porphyrin, respectively. Obtained data were presented as (η/η_0) versus r ($r = [\text{Porphyrin}]/[\text{DNA}]$).

As it seen from fig. 3 the relative viscosity decreases with the addition of ZnTAlPyP4 and CoTAlPyP4 to the buffer solution of DNA. This decrease corresponds to the external binding mode and the type of central metal in porphyrin cavity is not important. Such behaviour was also observed in case of ZnTAlPyP3 and CoTAlPyP3 at complexation with DNA at same conditions [5].

The relative viscosity of DNA shows small growth with increase in concentration of the H₂TAlPyP4 up to concentration range $r \approx 0,7$ and decreases thereafter. Of course, the processes of intercalation and external binding of porphyrin preceede simultaneously, but apparently, at initial dozes, porphyrin intercalation process prevails. As a result, by intercalation of porphyrins into the double helix of DNA, the distance between base pairs is increased, due to which an increase in viscosity is observed. Furthermore, in concentration range $r > 0,7$ due to saturation of intercalation sites, added amounts porphyrin molecules are located predominately on the surface of the DNA helix. As a result, the relative viscosity of H₂TAlPyP4 decreases monotonically in high concentration range up to constant values. That is why we can prove it by presence of two types of binding porphyrins to DNA.

On the basis of obtained data, it was supposed that the observed dependence of viscosity on r is connected to an altered DNA conformation initiated by intercalation of porphyrin H₂TAlPyP4 into base pairs of DNA. These results are in good agreement with optical absorption experiments.

The unusual behaviour displays the CuTAlPyP4 porphyrin at complexation with DNA. The relative viscosity decreases even at low concentrations of CuTAlPyP4, which means that this porphyrin shows the behaviour typical of outside binder such as externally binding porphyrins ZnTAlPyP4 and CoTAlPyP4. However, the decrease is not monotonic (fig.3, enlarged plot of the relative viscosity of DNA versus r values of CuTAlPyP4). At first, the relative viscosity decreases up to $r < 0,2$, afterwards it remains constant in concentration range $0,2 < r < 0,5$ and thereafter decreases again. Coordination number for Cu is four [22] hence the CuTAlPyP4 molecule is flat, which means that this molecule must act as an intercalators. However, as seen in fig.3 the behaviour of CuTAlPyP4 does not correspond to classical view of traditional intercalators. In comparison with the above spectral studies, which suggest that this porphyrin interacts with DNA via non-classical or partial intercalation, we can assume that predominantly partial intercalation takes place in concentration range $0,2 < r < 0,5$. The induced CD spectra confirm this assumption: only positive spectra are observed up to $r < 0,2$ and the conservative spectra are observed starting from values of $r < 0,3$. These results certainly reflect the substantial difference between binding modes of H₂TAlPyP4 and CuTAlPyP4 porphyrins.

Partial intercalations of small molecules and DNA were discussed in many works [2, 10, 14, 17, 21, 23, 27].

A classical intercalation model demands, that the DNA helix lengthens as base pairs are separated to accommodate the bound ligands, leading to the increase of DNA viscosity. In contrast, a partial, non-classical intercalation of ligands could bend the DNA helix, reducing its length and, respectively, its viscosity. In addition, complexes that binds exclusively in the DNA grooves by partial (non-classical) intercalation, under the same conditions, typically cause less pronounced (positive or negative) or no change in DNA solution viscosity [18, 20, 26].

Partial intercalators also reduce the axial length observed as a reduction in relative viscosity, whereas the classical organic intercalators such as ethidium bromide increase the axial length of the DNA and make it more rigid [10, 17, 21, 27] resulting in increase in relative viscosity.

We have developed two possible interpretations for reasons of partial intercalation mode of CuTALPyP4 with DNA. Binding of CuTALPyP4 with DNA by partial intercalation mod can be the result of the bulkiness/rigidity of the side radicals of CuTALPyP4 (steric blockage). Second interpretation implies, that it is possible to expand the coordination number of Cu during the synthesis/processing in manner described in [3, 15] about the extending of coordination numbers of some metal ions by cation interaction with H₂O or other molecules. If this happens with Cu, the presence of axial ligands will not facilitate the intercalation of CuTALPyP4 into base pairs of the nucleic acid. This may explain the partial intercalating properties of CuTALPyP4. A similar explanation was applied to explain the binding mode of AgTALPyP4 with poly (rA) poly (rU) and poly (rI) poly (rC) homopolymer RNA duplexes [16].

We prefer the first version of the interpretation, since earlier we conducted similar studies with CuTALPyP3. The only difference between CuTALPyP4 and the CuTALPyP3 is the position of the side radical. Our studies showed that CuTALPyP3 possesses the most pronounced properties of classical intercalation among all studied porphyrins, whereas, in case of validity of our second interpretation, CuTALPyP3 also had to bind to DNA by a partial intercalation mode.

Data collected have been compared with the previously conducted results of similar studies for H₂TALPyP3 and its metal complexes with Cu, Co and Zn [5]. A comparative plot of the relative viscosity of DNA versus r -values: a–H₂TALPyP3 and H₂TALPyP4; b–CuTALPyP3 and CuTALPyP4; c–ZnTALPyP3 and ZnTALPyP4; d–CoTALPyP3 and CoTALPyP4 are shown in fig. 4.

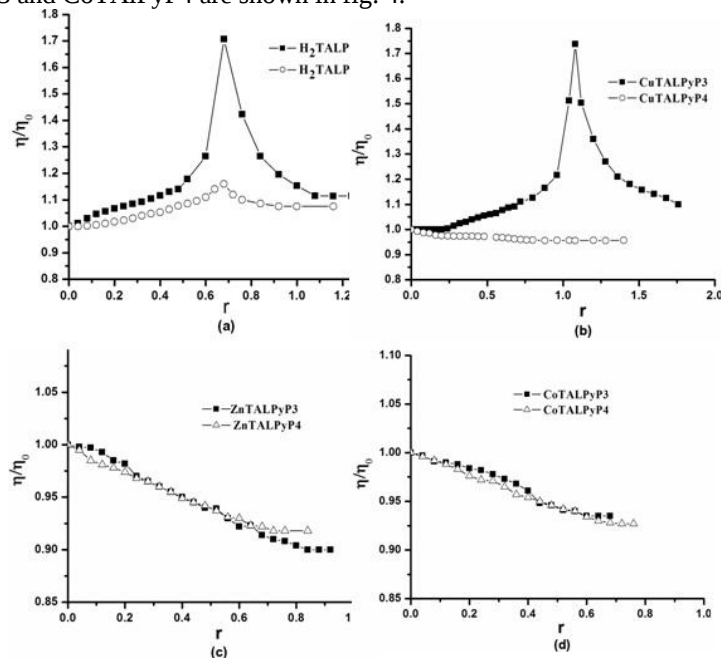


Fig.4. A comparative plots of the relative viscosity of DNA in phosphate buffer in presence of porphyrins: a–H₂TALPyP3 and H₂TALPyP4; b–CuTALPyP3 and CuTALPyP4; c–ZnTALPyP3 and ZnTALPyP4; d–CoTALPyP3 and CoTALPyP4. On (b) the inserted graph present the enlarged plot of the relative viscosity of DNA versus r values of CuTALPyP4.

The results reflected in fig. 4 clearly show, that the change of the configuration of porphyrins has no effect on the regularity of interaction of investigated porphyrins with DNA in case of outside binders CoTALPyP4 and ZnTALPyP4. This result is consistent with the binding parameters (see tab. 1) and, in our opinion, is quite logical. Such results were also obtained when similar investigations were conducted with porphyrins H₂THOEtPyP4, H₂THOEtPyP3 and H₂TALPyP3 [4-6].

Planar porphyrins H₂TALPyP4 and CuTALPyP4 interact with DNA considerably less intensively than H₂TALPyP3 and CuTALPyP3 (fig. 4, a, b). This fact may be explained by presence of double bond in side radicals, as increase in rigidity and effective width of side radicals contributes to a less favourable location of porphyrins into DNA groove binding as it follows from CD spectra also (fig. 2).

Thus in this work, we employed the spectrophotometry and viscometry measurements to study the binding of novel water-soluble porphyrins *meso*-tetra-(4N-allylpyridyl) porphyrin (H₂TALPyP4), and its Cu-, Co- and Zn-containing derivatives to the ct-DNA. Taken together, the spectroscopic and hydrodynamic data provided strong evidence that CoTALPyP4 and ZnTALPyP4 porphyrins bind to DNA by outside binding mode; H₂TALPyP4 is bound with DNA predominately by intercalative mode. For the interaction of CuTALPyP4 with DNA the partial or non-classical intercalative mode was attributed that may be realized via hydrophobic interaction between the porphyrin and DNA. Data collected have been compared with the previously conducted results of similar studies for H₂TALPyP3 and its metal complexes with Cu, Co and Zn. The greater increase in viscosity is observed for H₂TALPyP3 compared to the H₂TALPyP4 likely due to the lower binding constant of the latter to DNA ($2.2 \times 10^{-7} M^{-1}$ against $1.02 \times 10^{-7} M^{-1}$). The fact of better interactions of H₂TALPyP3 than H₂TALPyP4 with DNA was explained by suggesting that presence of double bond in side radicals, increasing the rigidity and effective width of side radicals contributes to a less favourable location of porphyrins into DNA groove binding as it also follows from CD spectra. Comparison of different locations of peripheral radicals on pyridylic rings leads to the conclusion that H₂TALPyP3 and its metal complexes bind to DNA much more intense than H₂TALPyP4 and its metal complexes.

The above research demonstrates, that viscometry is an effective tool to investigate the binding mode of small molecules and DNA and provides assertive results for intercalative DNA-binding mode.

Acknowledgements

This work was carried out at the Department of Molecular Physics, Yerevan State University supported in part by grant No. 15T-1F054.

REFERENCES

1. *Armitage B.* Photocleavage of Nucleic Acids, *Chem. Rev.*, **98**, 1171-1200, 1998. DOI: 10.1021/cr960428+
2. *Banville D.L., Marzilli L.G., Wilson W.D.* NMR and viscometric studies of the interaction of *meso*-tetra(4-N-methylpyridyl) porphine and its Ni(II) and Zn(II) derivatives with DNA. *Biochem Biophys Res Commun.*, **113**, 1, 148-154. 1983. DOI: 10.1016/0006-291X(83)90444-8
3. *Bardwell J.A., Dignam M.J.* Infrared spectra of Langmuir Blodgett chlorophyll a films resolved into normal and tangential components. *J. Colloid Interface Sci.*, **116**, 1-7, 1987. DOI: 10.1016/0021-9797(87)90090-7

4. *Barkhudaryan V.G., Ananyan G.V.* Development of viscometric methods for studying the interaction of various porphyrins with DNA. Part II: Meso-tetra-(3N-hydroxyethylpyridyl) porphyrin and its Ni-, Cu-, Co- and Zn- containing derivatives. *Journal of Porphyrins and Phthalocyanines*. 20, 766-772, 2016. DOI:org/10.1142/S1088424616500668
5. *Barkhudaryan V.G., & Ananyan G.V.* Development of viscometric methods for studying the interaction of various porphyrins with DNA. Part III: Meso-tetra-(3N-allylpyridyl) porphyrin and its Cu-, Co- and Zn-containing derivatives. *Journal of Porphyrins and Phthalocyanines*. 21, 110-115, 2017. DOI:10.1142/S1088424617500122.
6. *Barkhudaryan V.G., Ananyan G.V., Dalyan Y.B., Haroutiunian, S.G.* Development of viscometric methods for studying the interaction of various porphyrins with DNA. Part I: meso-tetra-(4N-hydroxyethylpyridyl) porphyrin and its Ni-, Cu-, Co- and Zn- containing derivatives. *Journal of Porphyrins and Phthalocyanines*. 18, 594-599. 2014. DOI: 10.1142/S1088424614500357 B
7. *Barkhudaryan V.G., Ananyan G.V., Dalyan Y.B.* Application of viscometric methods for studying the interaction of various porphyrins with DNA. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 33, 88, 2015. DOI: org/10.1080/07391102.2015.1032769
8. *Barkhudaryan V.G., Ananyan G.V., Dalyan Y.B.* Characterization and differentiation of binding modes of water-soluble porphyrins at complexation with DNA. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 31, 56-56, 2013. DOI:10.1080/07391102.2013.786520
9. *Carvlin M.J., Fiel R.J.* Intercalative and non intercalative binding of large cationic porphyrin ligands to calf thymus DNA. *Nucleic Acids Research*, 11, 17, 6121-6139, 1983. Full text is available. PMCID: PMC326339
10. *Carvlin M.J., Mark E., Fie, R., Howard J.C.* Intercalative and nonintercalative binding of large cationic porphyrin ligands to polynucleotides. *Nucleic Acids Res*. 11, 17, 6141-6154, 1983. Full text is available. PMCID: PMC326340
11. *Charles D., Turner J., Redmond C.* Karyotypic profiles of women after clomiphene citrate therapy. *Int. J. Gynecol. Obstet*. 80, 264-270, 2000. DOI:10.1111/j.1471-0528.1973.tb02196.x
12. *Eichhorn G.L., Butzow J.J., Shin Y.A.* Some effects of metal ions on DNA structure and genetic information transfer. *Journal of Biosciences*. 8, 527-535, 1985. DOI: 10.1007/BF02702753
13. *Fiel R.J., Howard J.C., Mark E.H., Datta Gupta N.* Interaction of DNA with a porphyrin ligand: evidence for intercalation. *Nucleic Acids Res.*, 6, 9, 3093-3118, 1979. DOI:10.1093/nar/6.9.3093
14. *Fiel R.J., Munson B.R.* Binding of meso-tetra (4-N-methylpyridyl) porphine to DNA. *Nucleic Acids Res*. 8, 12, 2835-2842, 1980. Full text is available. PMCID: PMC312176
15. *Fujiwara M., & Tasumi M.* Resonance Raman and infrared studies on axial coordination to chlorophyll a and b in vitro. *J. Phys. Chem.*, 90, 250-255. 1986. DOI:10.1021/j100280a033
16. *Ghazaryan A.A., Dalyan Y.B., Haroutiunian S.G., Vardanyan V.I., Ghazaryan R.K, Chalikian T.V.* Thermodynamics of Interactions of TALPyP4 and AgTALPyP4 Porphyrins with Poly(rA)poly(rU) and Poly(rI)poly(rC) Duplexes, *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 2, 1, 67-74, 2006. DOI:org/10.1080/07391102.2006.10507100
17. *Kaldor S.W., et al.* Isophthalic acid derivatives: amino acid surrogates for the inhibition of HIV-1 protease. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 5, 7, 721-726, 1995. DOI: org/10.1016/0960-894X(95)00102-Y
18. *Kelly J.M., Tossi A.B., McConnell D.J., Ohuigin C.* A study of the interactions of some polypyridylruthenium (II) complexes with DNA using fluorescence spectroscopy, topoisomerisation and thermal denaturation. *Nucleic Acids Research*. 13, 17, 6017-6034, 1995. Full text is available. PMCID: PMC321935
19. *Lerman L.S.* Structural considerations in the interaction of DNA and acridines. *J. Mol.Biol*. 3, 18-30, 1961. Full text is available. PMID: 13761054
20. *Liu X., Kiss I., Lengyel J.A.* Identification of genes controlling malpighian tubule and other epithelial morphogenesis in *Drosophila melanogaster*. *Genetics*, 151, 2, 685- 695, 1999. Full text is available. PMCID: PMC1460502
21. *Long E.C., Barton J.K.* On demonstrating DNA intercalation. *Acc. Chem. Res.*, 23, 271–273, 1990. DOI: 10.1021/ar00177a001

22. Madakyan V.N., Kazaryan R.K., Khachatryan M.A., Stepanyan, A.S., Kurtikyan T.S., Ordyan M.B. New Derivatives of Meso-Tetra(4-Pyridil) Porphyrins and Some of Their Transformations. *Chemia of Geterotsikliche-skikh Soedinenii (Russian)*, 2, 212- 216. 1986.
23. Pasternack R. F., Brigandi R. F., Abrams M. J., Williams A. P., & Gibbs E. J. Interactions of porphyrins and metalloporphyrins with single-stranded poly(dA). *Inorg. Chem.* 29, 4483-4486, 1990. DOI:10.1021/ic00347a030
24. Pasternack R.F., Gibbs E.J., & Villafranca J.J. Interactions of porphyrins with nucleic acids. *Biochemistry*, 22, 10, 2406-2414. 1983a. DOI: 10.1021/bi00279a016
25. Pasternack R.F., Gibbs E.J., Villafranca J.J. Interactions of porphyrins with nucleic acids. *Biochemistry*, 22, 23, 5409-5417, 1983b. DOI: 10.1021/bi00292a024
26. Ramakrishnan S., Palaniandavar M. Interaction of *rac*-[Cu(diimine)₃]²⁺ and *rac*-[Zn(diimine)₃]²⁺ complexes with CT DNA: effect of fluxional Cu(II) geometry on DNA binding, ligand-promoted exciton coupling and prominent DNA cleavage. *Dalton Transactions*. 29, 3866-3878, 2008. DOI:10.1039/b801497c.
27. Xingming Wang, Dongling Xu. Studies on Interaction of Safranine T with Herring Sperm DNA in γ -Cyclodextrin. *Turk. J. Biochem.*, 37, 2, 175-180, 2012. DOI:10.5505/tjb.2012.22931
28. Yuwei Chen, Danzhou Yang. Sequence, Stability, Structure of G-Quadruplexes and Their Drug Interactions. *Curr. Protoc. Nucleic Acid Chem.* Published Online: 1 SEP 2012. DOI:10.1002/0471142700.nc1705s50
29. Yves Pommier, Elisabetta Leo, Hong Liang, Zhang, Christophe Marchand. DNA Topoisomerases and Their Poisoning by Anticancer and Antibacterial Drugs. *Chemistry & biology*, 17, 5, 421-433, 2010. DOI: org/10.1016/j.chembiol.2010.04.012
30. Zuber G., Quada J.C., & Hecht S.M. Sequence selective cleavage of a DNA octanucleotide by chlorinated bithiazoles and bleomycins. *J. Am. Soc. Chem.*, 120, 36, 9368-9369, 1998. DOI: 10.1021/ja981937r

List of abbreviations: (ct-DNA) calf thymus Deoxyribonucleic acid, (H₂TAlPyP4) *meso*-tetra-(4N-allylpyridyl) porphyrin, (H₂TAlPyP3) *meso*-tetra-(3N-allylpyridyl) porphyrin, (H₂THOEtPyP4) *meso*-tetra-(4N-hidroxyethylpyridyl) porphyrin, (H₂THOEtPyP3) *meso*-tetra-(3N-hidroxyethylpyridyl) porphyrin, (UV/VIS spectrophotometry) ultraviolet-visible spectrophotometry, (CD spectroscopy) circular dichroism spectroscopy.

Received on 01.09.2017



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4(69), 2017

ՍԵՎԱՆԱ ԼՃԻ ՖԻՏՈՊԼԱՆԿՏՈՆԻ ՉԱՐԳԱՑՄԱՆ ԱՌԱՋՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ 2015 Թ.

Ա.Ա. ԴՈՎՍԵՓՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ կենդանաբանության և հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոն
asterionella@rambler.ru; anahit1703@gmail.com

2015 թ. շարունակվել են Սևանա լճի ստացիոնար խորքայն կայաններում ֆիտոպլանկտոնային համակեցության որակական և քանակական ցուցանիշների ուսումնասիրությունները: Համակեցությունում դիտվել են դիատոմային ջրիմուռների որակական գերակայում, ֆիտոպլանկտոնի թույլ քանակական զարգացում, մի շարք տեսակների դերի փոփոխություն:

*Սևանա լիճ – ջրի մակարդակ – ֆիտոպլանկտոն – տեսակային կազմ –
թվաքանակ – կենսազանգված*

В 2015 г. продолжалось исследование качественных и количественных показателей фитопланктонного сообщества в стационарных глубоководных станциях оз. Севан. В сообществе преобладало качественное превалирование диатомовых водорослей, наблюдалось слабое количественное развитие фитопланктона, изменение роли некоторых видов.

Оз. Севан – уровень воды – фитопланктон – видовой состав – численность – биомасса

In 2015, investigation of qualitative and quantitative parameters of phytoplankton community at deepwater sampling points of Lake Sevan was continued. Diatom algae was a qualitatively dominant group in the community; there was a weak quantitative development of phytoplankton, and some changes in the role of certain species.

Lake Sevan – water level – phytoplankton – species composition – quantity – biomass

Սևանա լիճը Անդրկովկասի ամենամեծ լիճն է՝ ~1262 կմ² մակերեսով, տեղակայված է Բալթիկ ծովի մակարդակից 1916 մ բարձրության վրա: Լճի ավազանն իրենից ներկայացնում է հսկայական տեկտոնական իջվածք՝ կազմված համեմատաբար ծանծաղ Մեծ Սևանից և ավելի խորը Փոքր Սևանից [10, 17]:

Անցյալ դարի 30-ական թվականներից սկսած այս հիդրոէկոհամակարգը պարբերաբար ենթարկվել է կոպիտ անթրոպոգեն ազդեցության. ջրի մակարդակի արհեստական իջեցումներ, ջրային և կենսաբանական ռեսուրսների չկառավարված շահագործում, ջրահավաք ավազանում տնտեսական գործունեության ինտենսիվության մեծացմամբ պայմանավորված լիմնոէկոհամակարգի վրա ծանրաբեռնվածության աճ և այլն: Այս ամենը կարող է հանգեցնել լճի դեգրադացիայի, որի արդյունքում Հայաստանում (ինչպես և՛ ողջ տարածաշրջանում) կարող են տեղի ունենալ էկոլոգիական վիճակի անդառնալի բացասական փոփոխություններ [4, 10]:

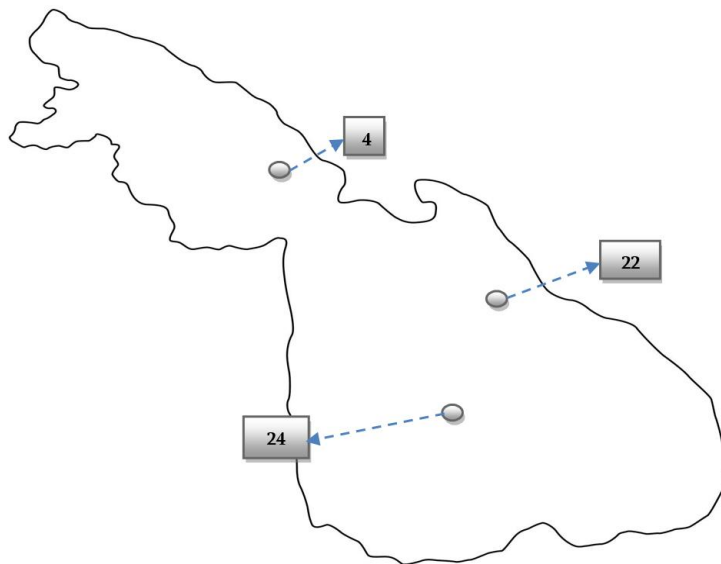
Լճի վրա նման ազդեցության առաջին բացասական հետևանքները դիտվեցին արդեն 1950-ական թթ., երբ ջրի մակարդակն իջեցվել էր 12 մ-ով. այդ շրջանում առանցքային փոփոխություններ էին տեղի ունեցել հիդրոէկոհամակարգի ջրաբանական, ջրաֆիզիկական, ջրաքիմիական ցուցանիշներում, որոնք արտահայտվեցին տեսակային սուկցեսիա-

ներով (համակեցության հարստացում՝ նոր տեսակներով ջրիմուռների գրեթե բոլոր խմբերից), համակեցության դոմինանտ կոմպլեքսի սեզոնային վերակառուցումներով, լճի բնական ռեժիմին բնորոշ մի շարք տեսակների դուրսմղմամբ և նորերի դերի մեծացումով, տարեկան միջին քանակական արժեքների ժամանակավոր աճով և հետագա նվազմամբ: Բացի այդ, լճում արձանագրվեց «ծաղկում» կապտականաչ ջրիմուռների Էվտրոֆացման ցուցանիշ հանդիսացող որոշ տեսակներով, որն ավելի քան տասն տարի կայուն բնույթ կրեց [3, 5, 7, 8, 13]:

Էկոհամակարգի վերականգմանն ուղղված բազմամյա ջանքերը, ինչպես նաև մի շարք այլ հետազոտողների ուսումնասիրության արդյունքները ցույց տվեցին, որ լճի դե-Էվտրոֆացման համար անհրաժեշտ է առնվազն 6 մետրով բարձրացնել ջրի մակարդակը և վերականգնել հիպոլիմնիոնի շերտը, ինչպես նաև լճի ջրահավաք ավազանի տարածքում վերանայել և կանոնակարգել սոցիալ-տնտեսական ողջ գործունեությունը [4, 10]: 2002 թվականից ի վեր լճի ջրի մակարդակը սկսել է բարձրանալ, ինչն իր հերթին հանգեցրել է նոր փոփոխությունների ֆիտոպլանկտոնային համակեցությունում (տեսակային նոր սուկցեսիաներ, դոմինանտ կոմպլեքսի հաճախակի սեզոնային և տարեկան վերակառուցումներ, քանակական արժեքների փոփոխություններ, ջրի «ծաղկում» կապտականաչ ջրիմուռներով, պելագիկ ֆիտոպլանկտոնի հարստացում մի շարք բենթիկ և պերիֆիտոնային ձևերով) [1, 9, 12]:

Այս աշխատանքի նպատակն է՝ շարունակել Սևանա լճի ֆիտոպլանկտոնի զարգացման առանձնահատկությունների հետազոտությունը լճի ջրի մակարդակի շարունակական բարձրացման պայմաններում:

Նյութ և մեթոդ: Ալգոլոգիական հետազոտության նյութերը հավաքվել են մայիսին և նոյեմբերին Սևանա լճի երեք խորջրյա կայաններից՝ Փոքր Սևանի №4 և Մեծ Սևանի №22 և №24 կայաններից (Նկ. 1): Ջրի նմուշները վերցվել են Ռուտների բատոմետրով պելագիալի հետևյալ հորիզոններից՝ մակերեսային շերտ, 10 մ, 20 մ (30 մ Փոքր Սևան) և հատակամերձ շերտ: Նմուշառումը և նմուշների հետագա մշակումը կատարվել է հիդրոէկոլոգիայում ընդունված ստանդարտ մեթոդների համաձայն [15]: Ջրիմուռների տեսակային պատկանելությունը որոշելու նպատակով օգտագործվել են մի շարք որոշիչներ [6, 14, 16, 20]: Նմուշների քանակական անալիզը կատարվել է Նաժոտտի կամերայում ($V=0.1$ մլ), յուրաքանչյուր նմուշի 3-5-անգամյա հետազոտությամբ: Կենսազանգվածի հաշվարկը կատարվել է յուրաքանչյուր տեսակի անհատական ծավալների հիման վրա, ընդ որում ջրիմուռների տեսակարար կշիռը ընդունվել է հավասար 1-ի: i տեսակի կենսազանգվածը հաշվարկվել է հետևյալ $B_i = N_i \times V_i$ բանաձևով, որտեղ B_i -ն i տեսակի կենսազանգվածն է, N_i -ն՝ դրա թվաքանակը և V_i -ն՝ բջջի միջին ծավալը [15]:



Նկ. 1. Սևանա լճի հետազոտության դիտակետերի բարտեզ

Արդյունքներ և քննարկում: Հետազոտված շրջանում որակական անալիզի արդյունքում արձանագրվել է ջրիմուռների 63 տեսակ, որոնցից 29-ը (46%) պատկանել է դիատոմային ջրիմուռների (Bacillariophyta) խմբին, երկրորդ տեղում հանդես են եկել կանաչ ջրիմուռները (Chlorophyta)՝ 23 (36%), կապտականաչ ջրիմուռների խումբը (Cyanophyta) ներկայացված է եղել 7 տեսակով, որը կազմել է ընդհանուրի 11%-ը: Արձանագրվել է նաև 4 տեսակ էվգլենային (Euglenophyta) ջրիմուռներից, ինչպես նաև մեկ տեսակ դինոֆիտային (Dinoflagellata) ջրիմուռներից: Դիատոմային ջրիմուռների խմբի որակապես գերակայումը լճի ջրի մակարդակի բարձրացման շրջանին բնորոշ գծերից է [1, 9, 12]:

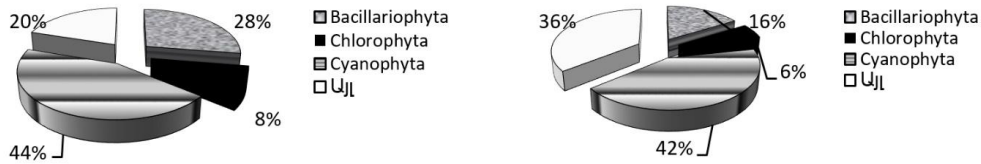
Ֆիտոպլանկտոնային համակեցությունում եզակի (N24 կայանի հատակամերձ ջրաշերտում) արձանագրվել է *Oedogonium capillare* (Linnaeus) Kütz. տեսակը կանաչ ջրիմուռներից, որը չի հանդիպել ինչպես մեր նմուշներում, այնպես էլ մյուս հետազոտողների աշխատանքներում, միայն Վլադիմիրովայի կողմից Սևանա լճի Ելենայի ջրախորշում կատարված հետազոտությունների արդյունքում նշվել է այս ցեղի մեկ տաքսոն *Oedogonium* sp., որի տեսակային պատկանելությունը որոշված չէր [2]: *Oedogonium* ցեղի ներկայացուցիչները սովորաբար հանդիպում են ծանծաղ ջրերում, ամրացած են լինում այլ բույսերի, երբեմն ազատ լողացող զանգվածի տեսքով հանդիպում են նաև ջրաշերտում [22]: Կարևոր է նշել նաև, որ Մեծ Սևանում աշխարհում հիմնվել է կապտականաչ թելանման ջրիմուռների, հիմնականում *Nostoc punctiforme*-ի և *N. verrucosum*-ի դերի որոշակի մեծացում, որոնք հայտնի են որպես մոլեկուլյար ազոտը ֆիքսող տեսակներ [21]: Միևնույն ժամանակ լճի ջրի մակարդակի բարձրացման շրջանում նոր արձանագրված մի շարք տեսակներ, այդ թվում՝ բենթիկ կենսակերպ վարող (ինչպիսին են *Cymbella*, *Navicula*, *Gomphonema*, *Fragilaria*, *Cocconeis*, *Amphora*, *Achnanthes*, *Synedra*, *Rhoicosphaenia*, *Pinnularia*, *Nitzschia* ցեղերի ներկայացուցիչները), որոնք խորջրյա հորիզոններ են անցել լճի ջրահավաք ավազանից կամ դրա ափամերձ հատվածներից, դարձել են համակեցության մշտական բնակիչներ և արձանագրվել նաև այս տարի [1, 9, 11, 12, 18, 19]: Նպաստավոր պայմանների առկայության դեպքում դրանք կարող են նաև քանակապես կարևոր դիրք զբաղեցնել համակեցությունում, ինչպես դիտվեց 2013 թ. աշխարհում Փոքր Սևանում [12]: Էվգլենային ջրիմուռներից *Trachelomonas hispida*-ին զուգահեռ (որն այս տարի արձանագրվել է բոլոր դիտակետերում) որոշ քանակությամբ հանդիպել են այս ցեղի ևս երկու տեսակներ՝ *T. armata* և *T. volvocina*: Հաճախ հանդիպող են նաև էվգլենայինների *Phacus* ցեղի *P. pleuronectes* և *P. sp.* տեսակները: Դիատոմայիններից բենթիկ կենսակերպ վարող *Ceratoneis arcus*-ն առաջին անգամ քիչ քանակությամբ արձանագրվել է 2005 թ., իսկ հետագայում դուրս մղվել համակեցությունից: Այս տարի այն եզակի արձանագրվել է Փոքր Սևանում:

Հետազոտված շրջանում ֆիտոպլանկտոնի քանակական զարգացումը շատ թույլ է եղել, ինչը վերջին շրջանում լճի ֆիտոպլանկտոնի բնորոշ գծերից մեկն է [12]: Այս տարի ֆիտոպլանկտոնի միջին քանակական արժեքները լճում կազմել են ~213 հազ. բջ./լ և 0.54 գ/մ³, ընդ որում լճի երկու հատվածներում կենսազանգվածի ցուցանիշը նույնն է եղել, մինչդեռ թվաքանակի ցուցանիշը փոքր-ինչ մեծ է եղել Մեծ Սևանում:

Նվազագույն քանակություն դիտվել է մայիսին այն դեպքում, երբ 2007 և 2009 թվականներին հենց այս ամսին էր դիտվել ջրիմուռների զարգացման առավելագույն ցուցանիշը տարվա կտրվածքով [1, 9]: Միաժամանակ նոյեմբերին մայիսի համեմատ դիտվել է ֆիտոպլանկտոնի քանակական վերելք, սակայն պլանկտոնային ջրիմուռների քանակական արժեքները ընդհանուր առմամբ ցածր են եղել:

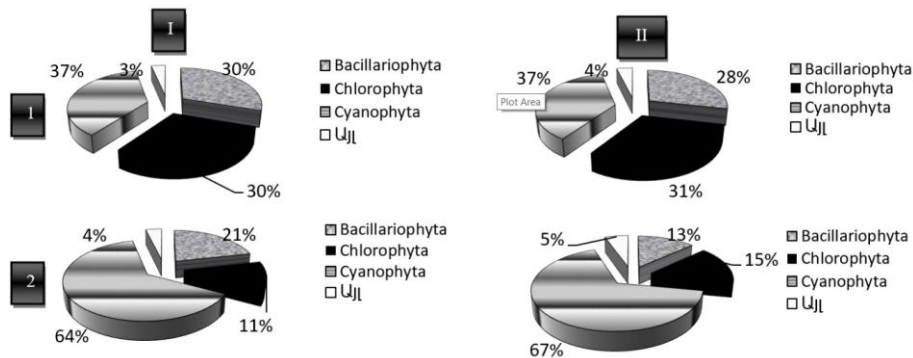
Մայիսին Փոքր Սևանում ֆիտոպլանկտոնի միջին քանակական ցուցանիշները կազմել են 103 հազ. բջ./լ և 0.23 գ/մ³: Գերակայել են կապտականաչ ջրիմուռները, ենթադրմիսանտ խումբ են հանդիսացել դիատոմային ջրիմուռները, էվգլենայինները հանդես են եկել որպես երկրորդ սուբդոմինանտ խումբ (նկ. 2):

Առավելագույն ներդրում առանձին տեսակներից ունեցել է կապտականաչ ջրիմուռ *Microcystis aeruginosa*-ն՝ կազմելով ընդհանուր թվաքանակի 29% և կենսազանգվածի 30%-ը: Ենթադրմիսանտներ են հանդիսացել դիատոմային *Cyclotella kuetzingiana* և էվգլենային *Trachelemonas hispida* տեսակները՝ համապատասխանաբար կազմելով ընդհանուր թվաքանակի և կենսազանգվածի 24 և 28%-ը: Աչքի են ընկել նաև *Aphanothece clathrata*-ն կապտականաչներից (11 և 12%) և *Peridinium* sp.-ը դինոֆիտային ջրիմուռներից (4 և 7%):



Նկ. 2. Փոքր Սևանի ֆիտոպլանկտոնի խմբերի բանակազան (1 - թվաքանակ, 2 - կենսազանգված) մասնաբաժինները 2015 թ. մայիսին

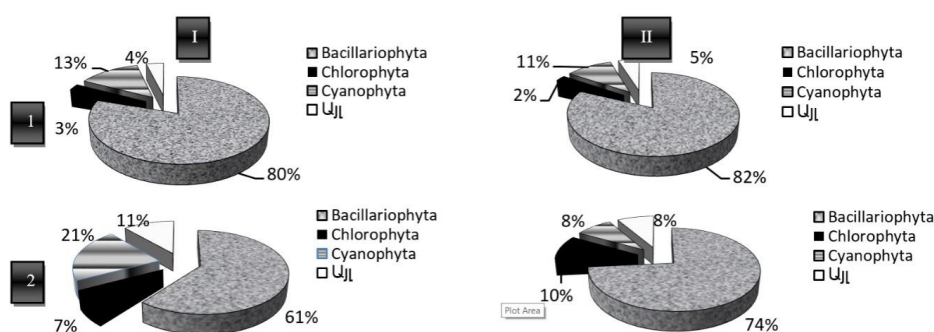
Մայիսին Մեծ Սևանում պատկերը փոքր-ինչ այլ է եղել. ևս գերակա դիրքում հանդես են եկել կապտականաչ ջրիմուռները (Նկ. 3): N22 կայանում կանաչ և դիատոմային ջրիմուռներն ընդհանուր թվաքանակում ունեցել են հավասար ներդրում, այդպիսով հանդես գալով ենթադրմանս դիրքում, իսկ ըստ կենսազանգվածի ցուցանիշի՝ դիատոմայինների խումբը փոքր-ինչ զիջել է կանաչ ջրիմուռներին: Առանձին տեսակներից ամենաբարձր բանակազան արժեքներ ունեցել են *Cyclotella* ցեղի ներկայացուցիչները ըստ թվաքանակի (26%) և *Aphanothece clathrata*-ն (27%)՝ ըստ կենսազանգվածի: Միևնույն ժամանակ *A.clathrata*-ն հանդես է եկել ենթադրմանս դիրքում ըստ թվաքանակի (23%), իսկ *Cyclotella* ցեղի ներկայացուցիչները՝ ըստ կենսազանգվածի (17%): Աջի են ընկել նաև *Ankistrodesmus acicularis* և *A. spiralis* (համապատասխանաբար՝ 10 և 6%), *Ankyra anchora* (6 և 7%), *Dictyosphaerium ehrenbergianum* (7 և 5%), *Oocystis lacustris* (2 և 6%) տեսակները կանաչ ջրիմուռներից, *M.aeruginosa* (6 և 7%) և *Dactylococcopsis raphidioides* տեսակները՝ կապտականաչների խմբից, *Melosira granulata*-ն (1.9 և 5%) դիատոմային և *Phacus pleuronectes*-ը (1.9 և 4%)՝ էվգլենային ջրիմուռների խմբերից:



Նկ. 3. Մեծ Սևանի ֆիտոպլանկտոնի խմբերի բանակազան (1 - թվաքանակ, 2 - կենսազանգված) մասնաբաժինները 2015 թ. մայիսին. I – N22 կայան, II – N24 կայան

Մեծ Սևանի մյուս կայանում կապտականաչ ջրիմուռների գերակա դիրքն ավելի ցայտուն է եղել (Նկ. 3): Դիատոմային ջրիմուռների ներդրումն ընդհանուր բանակազանում եղել է 21 և 13 %, իսկ կանաչ ջրիմուռներն ունեցել են 11 և 15 % մասնաբաժին: Դոմինանտ դիրքում (ինչպես և Փոքր Սևանում) հանդես է եկել կապտականաչ *M.aeruginosa*-ն՝ համապատասխանաբար կազմելով ընդհանուրի 44 և 46 %-ը, երկրորդ տեղում եղել է *A.clathrata*-ն (20 և 19 %): Ըստ թվաքանակի երկրորդ սուբդոմինանտ տեսակ է հանդիսացել *Cyclotella spp.*-ը (19 %), ըստ կենսազանգվածի՝ կանաչ ջրիմուռ *Oocystis lacustris*-ը (10 %): Որոշ չափով աչքի են ընկել *Ankistrodesmus* ցեղի ներկայացուցիչները (2.8 և 1.5%), էվգլենային տեսակ *Trachelemonas hispida*-ն (1.9 և 3%), կանաչ ջրիմուռ *Palmodictyon viride*-ն (1.9 և 2.3%):

Նույնություններ Փոքր Սևանում մայիսի համեմատ ֆիտոպլանկտոնի թվաքանակը մեծացել է ավելի քան 2 անգամ, իսկ կենսազանգվածը՝ ~4 անգամ: Գերակայել են դիատոմային ջրիմուռները՝ կազմելով ընդհանուր թվաքանակի 80 և կենսազանգվածի 82 %-ը (Նկ. 4): Ըստ թվաքանակի գերակայել են *Cyclotella* ցեղի ներկայացուցիչները (46 %), հատկապես մեծ է եղել Սևանա լճի մշտական հիդրոբիոտ *C. kuetzingiana*-ի ներդրումը, ըստ կենսազանգվածի առաջատար դիրքում հանդես է եկել *Melosira granulata*-ն իր երկու ենթատեսակներով՝ *M. granulata* (Ehr.) Ralfs var. *granulata* և *M. granulata* var. *angustissima* O.Müller, որոնց մասնաբաժինը կազմել է ընդհանուր կենսազանգվածի 50 %-ը: Միաժամանակ *Melosira*-ն հանդես է եկել ենթադոմինանտ դիրքում ըստ թվաքանակի (29 %), իսկ *Cyclotella*-ն՝ ըստ կենսազանգվածի (12.8 %): Երկրորդ ենթադոմինանտի դիրք է զբաղել կապտականաչ տեսակ *Microcystis aeruginosa*-ն (10.8% և 8.6%), աչքի են ընկել նաև դիատոմային *Stephanodiscus astrae*-ն (3.2 և 5%), կապտականաչ *Aphanothece clathrata*-ն (2.7 և 2%), Էվգլենային *Trachelomonas hispida*-ն (3.2 և 4.6%):



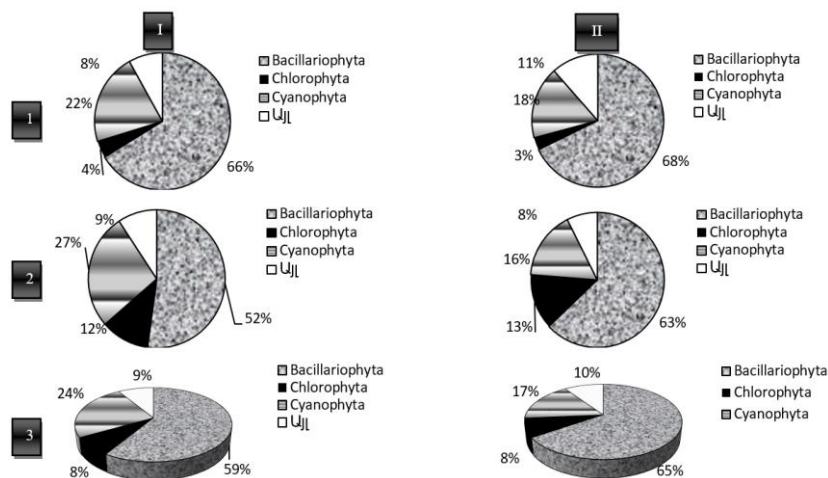
Նկ. 4. Սևանա լճի ֆիտոպլանկտոնի խմբերի քանակական (I – թվաքանակ, 2 – կենսազանգված) մասնաբաժինները 2015 թ. նոյեմբերին.
I – Փոքր Սևանի N4 կայան, II – Մեծ Սևանի N22 կայան

Մեծ Սևանի N24 կայանում դիատոմային ջրիմուռների մասնաբաժինը կազմել է 82 % ըստ թվաքանակի և 93 %՝ ըստ կենսազանգվածի (Նկ. 4): Սուբդոմինանտ դիրք զբաղել է կապտականաչ ջրիմուռների խումբը (15 և 3%), նվազագույն ներդրում ունեցել են կանաչ ջրիմուռները: Գերակա դիրքում հանդես է եկել *Melosira granulata*-ն՝ կազմելով ընդհանուր արժեքների 52 և 79%-ը: Ըստ թվաքանակի սուբդոմինանտ *Cyclotella* spp.-ի ներդրումը կազմել է 19 %, ըստ կենսազանգվածի սուբդոմինանտ հանդիսացել են *Fragilaria* ցեղի ներկայացուցիչները՝ ևս դիատոմայինների խմբից (7%), որոնք միաժամանակ կազմել են համակենցության թվաքանակի 8.7 %-ը: Չգալի է եղել նաև կապտականաչ տեսակ *Nostoc microsporicum*-ի ներդրումը ընդհանուր թվաքանակում՝ 12 %, մինչդեռ կենսազանգվածի արժեքում այս տեսակի մասնաբաժինն աննշան է եղել՝ 1.3 %:

Մեծ Սևանի N22 կայանում դիատոմայինների խումբը կազմել է ընդհանուր քանակության 61 և 73.6%-ը, կանաչ ջրիմուռները՝ 6.6 և 9.7%, կապտականաչները՝ համապատասխանաբար 21.4 և 8.4%-ը և Էվգլենային ջրիմուռները՝ 11.3 և 8.4%: Առաջատար դիրքում, ինչպես և մյուս դիտակետերում, եղել են *Melosira granulata*-ն (28.4 և 56%) և *Cyclotella* spp.-ը (27.4 և 8.7%), դիատոմային ջրիմուռներից աչքի է ընկել նաև *Stephanodiscus astrae*-ն (4.5 և 8%): Կանաչ ջրիմուռներից զգալի է եղել *Dictyosphaerium pulchellum*-ի ներդրումը համակենցության կենսազանգվածում՝ 18.8 %, որոշակիորեն աչքի է ընկել նաև *Coelastrum reticulatum*-ը (4 և 2.6 %): Կապտականաչ ջրիմուռների խմբից մեծ է եղել *Nostoc*-ի մասնաբաժինը համակենցության թվաքանակում (13.8 %), մինչդեռ ըստ կենսազանգվածի այն կազմել է ընդամենը 1.9 %: Այս խմբի մյուս ներկայացուցիչը՝ *M. aeruginosa*-ն, համապատասխանաբար կազմել է ընդհանուր քանակության 6.7 և 6 %-ը: Այս դիտակետում զգալի է եղել նաև Էվգլենայիններից *Phacus* sp.-ի (9.3 և 5 %) և *Trachelomonas hispida*-ի (2 և 3.2 %) ներդրումը: Նշենք, որ աշնանային պլանկտոնում *Melosira granulata*-ի գերակայում լճի ջրի մակարդակի բարձրացման շրջանում դիտվել է 2005 թ., հաջորդ տարվանից այն կորցրել է իր դիրքը, ու մերթ և մերթ ընդգրկվել է համակենցության մասսայական տեսակների շարքում կամ երբեմն հանդես եկել որպես ենթադոմինանտ: Մինչդեռ նախորդ 4 տարիներին

աշխարհային դոմինանտներն են եղել՝ կանաչ ջրիմուռներ *Binuclearia lauterbornii*, *Dictyosphaerium pulchellum* (2010 թ.), կապտականաչ տեսակներ *Microcystis aeruginosa* և *Anabaena flos-aquae* Փոքր Սևանում և դիատոմային *Cyclotella* spp. ու *Fragilaria* spp.՝ Մեծ Սևանում (2011 թ.), կապտականաչ *Aphanothece clathrata* (2012 թ.), դիատոմային *Navicula* spp. Փոքր Սևանում և կապտականաչ *Aphanizomenon flos-aquae* և կանաչ *Dictyosphaerium pulchellum*՝ Մեծ Սևանում (2013 թ.), դիատոմային ջրիմուռ *Cyclotella kuetzingiana* (2014 թ.) [1, 12]:

Տարեկան կտրվածքով լճի երկու հատվածներում էլ բանակապես գերակա դիրք են գրավել դիատոմային ջրիմուռները, ենթադրմանստ եղել են կապտականաչները, Փոքր Սևանում նվազագույն մասնաբաժին է ունեցել կանաչ ջրիմուռների խումբը, մինչդեռ Մեծ Սևանում այս խումբը գրավել է երրորդ տեղը (նկ. 5):



Նկ. 5 Սևանա լճի ֆիտոպլանկտոնի խմբերի բանակական (I – թվաբանակ, II – կենսազանգված) մասնաբաժինները 2015 թ. 1 – Փոքր Սևան, 2 – Մեծ Սևան, 3 – Սևանա լիճ

Հարկ է նշել, որ Նախորդ տարիներին ևս լճի երկու հատվածներում ֆիտոպլանկտոնի խմբերի բանակական մասնաբաժինները որոշակիորեն տարբերվել են:

Այսպիսով, Սևանա լճում շարունակվում է արդի շրջանին բնորոշ դիատոմային ջրիմուռների որակական գերակայումը, ինչպես նաև պլանկտոնային ջրիմուռների թույլ բանակական զարգացումը, երբ արձանագրվում են օլիգոտրոֆ լճերին բնորոշ ցածր արժեքներ: Այնուհանդերձ, միանշանակ չենք կարող եզրակացնել, որ վերջին շրջանում տեղի է ունեցել լճի տրոֆայության իջեցում և ջրի որակի լավացում, քանի որ լճի տրոֆիկ շղթայի համապարփակ ուսումնասիրությունը վերհանել էր վերակառուցումներ մյուս օղակներում և դրանց հնարավոր ազդեցությունը ֆիտոպլանկտոնի թույլ բանակական զարգացման վրա: Մյուս կողմից ուշագրավ է այն փաստը, որ լճում մշտական բնակություն են հաստատել ճահճացող և աղտոտված ջրերին բնորոշ տեսակներ՝ էվգլենային ջրիմուռների խմբից, որոնք մերթ և մերթ ընդգրկվում են համակեցության դոմինանտ կոմպլեքսում: Համակեցությունում զգալիորեն նվազել է կանաչ ջրիմուռների մասնաբաժինը տարեկան բանակական արժեքներում այն դեպքում, երբ 2007-2009 թթ. այս խումբն առաջատար դիրք էր գրավում, իսկ հետագայում, թեպետ տարեկան միջինացված տվյալներով զբաղեցնում էր երկրորդ տեղը դիատոմայինների խմբից հետո, որոշ տարիների լճի այս կամ այն հատվածում (Մեծ կամ Փոքր Սևանում) հանդիսանում էր դոմինանտ խումբը: Տարեց-տարի համակեցությունում տեղի ունեցող տեսակային սուկցեսիաներն ու ֆլուկտուացիաները, լճի հետազոտության այս կամ այն շրջանին բնորոշ տեսակների պարբերաբար տեղի ունեցող դուրսմղումը և մյուսների դերի մեծացումը, ինչպես նաև համակեցության սեզոնային ու տարեկան դոմինանտների հաճախակի վերակառուցումները կարող են վկայել լճում ընթացող պրոցեսների անհավասարակշռության և ռեժիմի փոփոխությունների մասին: Լճի ռեժիմի փոփոխության միտման մասին կարող է վկայել

ևս մի շարք բնթիկ տեսակների ընդգրկումը պելագիալի համակենցության որակական կազմում և դրանց երբեմն արձանագրվող դերի մեծացումը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Հովսեփյան Ա.Ա. Ֆիտոպլանկտոնային համակենցության փոփոխությունները Սևանա լճի ջրի մակարդակի բարձրացման պայմաններում. կենս. գիտ. թեկ. գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսություն, Երևան, 149 էջ, 2013:
2. *Владимирова К.С.* Зеленые и синезеленые водоросли Еленовской бухты озера Севан. Тр. СГБС, 7, с. 1-16, 1939.
3. *Гамбарян Л.Р.* Сукцессия фитопланктона в период повторного понижения уровня озера Севан, Автореф.канд. дисс., Е., с.28, 2001.
4. Интегральная оценка экологического состояния озера Севан. Ереван: Ассоциация “За УЧР”, 100 с., 2011.
5. *Казарян А.Г.* Материалы к изучению фитопланктона оз.Севан. Экология гидробионтов озера Севан, Ереван, 17, с. 75-87, 1979.
6. *Киселев И.А., Зинова А.Д., Курсанов Л.И.* Определитель низших растений. Водоросли, 2, М., 1953.
7. *Легович Н.А.* О “цветении” воды оз. Севан. Экология гидробионтов озера Севан, Ереван, N17, с. 51-74, 1979.
8. *Мешкова Т.М.* Современное состояние планктона в озере Севан. Тр. СГБС, 16, с.15-88, 1962.
9. *Овсепян А.А., Гамбарян Л.Р., Оганесян Р.И., Гусев Е.С.* Сообщества водорослей озера Севан: Экология озера Севан в период повышения его уровня. Махачкала, с. 90-104, 2010.
10. *Оганесян Р.О.* Озеро Севан вчера, сегодня... , Ереван, с. 478, 1994.
11. *Овсепян А.А., Хачикян Т.Г.* Фитопланктон литоральной зоны и затопленных участков побережья озера Севан / Озеро Севан. Экологическое состояние в период изменения уровня воды/ отв. ред. А.В. Крылов. Ярославль:Филигрань, с. 15-34, 2016.
12. *Овсепян А.А., Хачикян Т.Г.* Фитопланктон пелагиали озера Севан / Озеро Севан. Экологическое состояние в период изменения уровня воды/ отв. ред. А.В. Крылов. Ярославль: Филигрань, с. 35-56, 2016.
13. *Парпаров А.С.* Первичная продукция и содержание хлорофилла „а,, в фитопланктоне оз. Севан. Экология гидробионтов озера Севан, Ереван, 17, с.89-99, 1979.
14. *Прошкина-Лавренко А.И., Макарова И.В.* Водоросли Каспийского моря. Л.: Наука, 1968. 205 с.
15. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. под ред. В.А. Абакумова, Ленинград “Гидрометеиздат”, с. 79-91, 1983.
16. *Царенко П.М.* Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР, Киев “Наукова Думка” с. 206, 1990.
17. *Чилингарян Л.А., Мнацаканян Б.П.* Водный баланс и водный режим озера Севан. Экология озера Севан в период повышения его уровня. Результаты исследований Российско-Армянской биологической экспедиции по гидроэкологическому обследованию озера Севан (Армения) (2005-2009 гг.). Махачкала: Наука ДНЦ, с. 28-40, 2010.
18. *Hovsepyan A.A., Khachikyan T.G., Hambaryan L.R., Martirosyan A.E.* Qualitative structural features of phytoplankton community in The Lake Sevan and its catchment basin. Annals of Agrarian science, 11, 1, p. 80-85, 2013.
19. *Hovsepyan A.A., Khachikyan T.G., Hambaryan L.R.* Influence of Lake Sevan catchment basin phytoplankton community structure on the same of the lake. AASSA Regional Workshop proceedings “Sustainable management of water resources and conservation of mountain lake ecosystems of Asian countries”, Yerevan, Armenia, 25-29 June, p. 102-112, 2014.
20. *Streble H., Krauter D.* Das Leben im Wassertropfen. Stuttgart: Kosmos, 415 p., 2001.
21. <http://agro-portal24.ru/mineralnie-udobrenija/5999-assimilyaciya-atmosfernogo-azota.html>
22. https://books.google.am/books?id=yzi_BgAAQBAJ&pg=PA29&dq=Oedogonium+capillare&hl=hy&sa=X&ved=0ahUKEwjNkZm6-N_UAhWDnBoKHfEBCNwQ6AEIjAA#v=onepage&q=Oedogonium%20capillare&f=false

Ստացվել է 02.07.2017



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4(69), 2017

ՄԵՎԱՆԱ ԼՃԻ ՖԻՏՈՊԼԱՆԿՏՈՆԻ ԶՈՐԻԶՈՆԱԿԱՆ ԲԱՇԽՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՆԿԱՐԱԳԻՐԸ 2016 Թ.

Ա.Ս. ՄԱՄՅԱՆ¹, Լ.Ռ. ՀԱՄԲԱՐՅԱՆ^{1,2}, Թ.Գ. ԽԱՉԻԿՅԱՆ¹,
Լ.Գ. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ¹

¹ՀՀ ԳԱԱ Կենդանաբանության և Զիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոնի Զիդրոէկոլոգիայի և
ծկնաբանության ինստիտուտ

a_mamyan@mail.ru, lusine.hambaryan@ysu.am, tkhachikyan@mail.ru, listeus@yahoo.com

²ԵՊՀ, Էկոլոգիայի և քննադատականության ամբիոն

2016 թ. կատարվել են Սևանա լճի (Մեծ և Փոքր Սևան) լիթորալ, սուբլիթորալ և պելագիալ հատվածների ֆիտոպլանկտոնային համակեցության ուսումնասիրություններ: Պարզվել է, որ լճի երկու հատվածների ֆիտոպլանկտոնային համակեցությունները որոշակիորեն տարբերվել են դոմինանտ կազմով և քանակական ցուցանիշներով: Փոքր Սևանի ֆիտոպլանկտոնում կայուն դիրք են գրավել դիատոմայինները, իսկ Մեծ Սևանում դիտվել է կապտականաչ և էվգլենային ջրիմուռների անկանխատեսելի հերթափոխ: Նախորդ տարվա համեմատ Մեծ Սևանի ափամերձ հատվածներում նկատվել է էվգլենային ջրիմուռների քանակական և որակական ցուցանիշների աճ, ինչպես նաև տարածվածության ընդլայնում: Փոքր Սևանում արձանագրվել է կանաչ ջրիմուռների մասնաբաժնի աճ:

Ֆիտոպլանկտոն – հորիզոնական բաշխվածություն – ջրի «ծաղկում» – դոմինանտ կազմ

В 2016 г. проведены исследования фитопланктонного сообщества литоральной, суб-литоральной и пелагиальной частей озера Севан (Большой и Малый Севан). Выявлено, что фитопланктонные сообщества обеих частей озера несколько отличались по количественным показателям и составу доминантов. В составе фитопланктона Малого Севана устойчивое положение занимали диатомовые водоросли, а в Большом Севане наблюдалась непредсказуемая смена синезеленых и эвгленовых водорослей. В Большом Севане, по сравнению с прошлогодними данными наблюдалось увеличение качественных показателей и расширение распространения эвгленовых водорослей. В Малом Севане выявлено увеличение доли зеленых водорослей.

Фитопланктон – горизонтальное распределение – “цветение” воды – доминантный состав

Investigations of phytoplankton community of littoral, sublittoral and pelagial zones of Lake Sevan (Major and Minor Sevan) was conducted in 2016. It was revealed that phytoplankton communities of both parts of the lake vary in terms of quantitative parameters and dominant complex. Diatomic algae had stabile position in the phytoplankton community of Minor Sevan and unpredictable changes were observed between blue-green and euglenic algae in Major Sevan. The quantitative and qualitative parameters and expansion of the spread of euglenic algae were increase in Major Sevan compared to previous year's data. Increase in the proportion of green algae in phytoplankton community of Minor Sevan was registered.

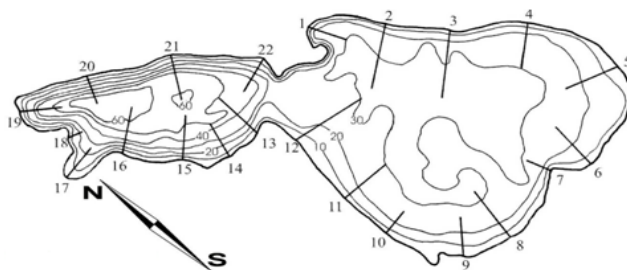
Phytoplankton – horizontal distribution – water “bloom” – dominant composition

Սևանա լճի լիմնոէկոհամակարգի վերականգնման նպատակով, ելնելով ՀՀ ԳԱԱ Սևանի ջրակենսաբանական կայանում (ներկայումս ԿՀԵԳԿ հիդրոէկոլոգիայի և ձկնաբանության ինստիտուտ) իրականացված բազմամյա համալիր հետազոտությունների արդյունքներից, հիմնավորվել է լճի մակարդակի բարձրացման անհրաժեշտությունը, իսկ 2001թ. ընդունվել է «Սևանա լճի մասին ՀՀ օրենքը», որի արդյունքում սկսել է բարձրանալ Սևանա լճի ջրի մակարդակը [6]: Ջրի մակարդակի բարձրացման պայմաններում ընդլայնվել են լճի ափամերձ հատվածները՝ առաջացնելով նոր ջրածածկ տարածքներ, որոնք իրենց ազդեցությունն են թողնում լճի հիդրոլոգիական ռեժիմի, ջրակենսաբանական և ջրաքիմիական ցուցանիշների ձևավորման վրա: 2015թ. իրականացվել են ձևավորված նոր ջրածածկ տարածքների որոշ հատվածների ջրակենսաբանական ուսումնասիրություններ [1]: 2016 թ. հետազոտությունները շարունակվել են՝ ընդգրկելով Մեծ և Փոքր Սևանի լիժորալ, սուբլիժորալ, ինչպես նաև պելագիալ գոտիների տարբեր հատվածներ:

Լիմնոէկոհամակարգերի հետազոտություններում ֆիտոպլանկտոնային համակեցության սեզոնային դինամիկայի, տարբեր տեսակների զարգացման առանձնահատկությունների և հնարավոր ծաղկման օջախների բացահայտման համար կարևոր է ֆիտոպլանկտոնի ինչպես ուղղահայաց, այնպես էլ հորիզոնական բաշխվածության ուսումնասիրությունը:

Աշխատանքի նպատակն է Սևանա լճի լիժորալ, սուբլիժորալ և պելագիալ գոտիներում ֆիտոպլանկտոնային համակեցության քանակական և որակական ցուցանիշների հորիզոնական բաշխվածության և սեզոնային զարգացման առանձնահատկությունների ուսումնասիրությունն ու համեմատական վերլուծությունը:

Նյութ և մեթոդ: 2016թ. ֆիտոպլանկտոնի ուսումնասիրություններն կատարվել են զարևան, ամռան և աշնան սեզոններին: Նմուշառումն իրականացվել է Փոքր Սևանի 10 և Մեծ Սևանի 12 դիտակետերի (Նկ.1) լիժորալ, սուբլիժորալ և պելագիալ գոտիների մակերևույթային շերտերից: Պայմանականորեն որպես լիժորալ ընտրվել են 2-10 մ, սուբլիժորալ՝ 10-15 մ, իսկ պելագիալի 20-30 մ խորության հատվածները:



Նկ. 1. Սևանա լճի նմուշառման դիտակետերի քարտեզ (Նկ.՝ Կ. Ճենտերեճյանի):

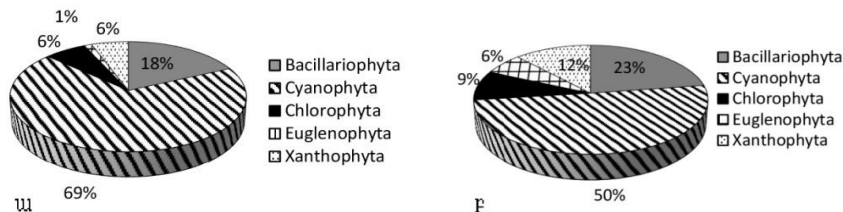
Հավաքագրվել և ուսումնասիրվել է ավելի քան 310 փորձանմուշ: Փորձանմուշների նախնական և հետագա լաբորատոր մշակումն իրականացվել է ջրակենսաբանության ժամանակակից մեթոդներով [4]: Ջրիմուռների տեսակային կազմի որոշումը կատարվել է համընդհանուր ճանաչում գտած որոշիչների և ուղեցույցների օգնությամբ [5, 7, 9, 10, 11]:

Արդյունքներ և քննարկում: Ուսումնասիրությունների արդյունքում Սևանա լճի հետազոտված գոտիներում գրանցվել են Bacillariophyta (դիատոմային), Chlorophyta (կանաչ), Cyanophyta (կապտականաչ), Euglenophyta (էվգլենային), Xanthophyta (դեղնականաչ), Dinophyta (դինոֆիտային), Charophyta (խառային) խմբերին պատկանող ջրիմուռներ:

Սևանա լճի երկու հատվածներում պլանկտոնային ջրիմուռների զարգացումը ընթացել է քանակական և կառուցվածքային որոշ տարբերություններով:

Գարնանը Մեծ Սևանի ուսումնասիրված հատվածում ֆիտոպլանկտոնի թվաքանակի և կենսազանգվածի միջին ցուցանիշները կազմել են 205 000 քշ/լ և 0.8 գ/մ³: Գերակայել են կապտականաչ ջրիմուռները (140 000 քշ/լ և 0.4 գ/մ³), իսկ սուբդոմինանտ են եղել դիատոմայինները (37 000 քշ/լ և 0.18 գ/մ³) (Նկ. 2): Հարկ է նշել, որ 2015թ. Մեծ Սևանում գարնանը ըստ թվաքանակի գերակայել էին դիատոմային, ըստ կենսազանգվածի՝ Էվգլենային ջրիմուռները, սուբդոմինանտ էին հանդիսացել ըստ թվաքանակի՝ կապտա կանաչ,

ըստ կենսազանգվածի՝ դիատոմային ջրիմուռները [1], այսինքն, 2016թ. դիտվել է ֆիտոպլանկտոնի դոմինանտ կազմի փոփոխություն:

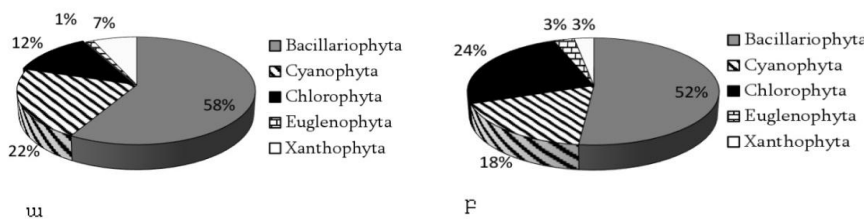


Նկ. 2. Մեծ Սևանի զարնանային ֆիտոպլանկտոնի տարբեր խմբերի մասնաբաժինը ըստ միջին թվաքանակի(ա) և կենսազանգվածի (բ)

Ըստ հորիզոնական բաշխվածության, ֆիտոպլանկտոնի առավելագույն թվաքանակը՝ 257 000 բջ/լ (0.93 գ/մ^3), գրանցվել է սուբլիթորալ հատվածում, որտեղ գերակայել են կապտականաչ ջրիմուռները: Առավելագույն կենսազանգվածը՝ 1 գ/մ^3 (117000 բջ/լ), արձանագրվել է պելագիալ հատվածում, ի հաշիվ խոշորաջրիչ էվգլենային ջրիմուռների բարձր քանակության:

Գարնանը Փոքր Սևանում ֆիտոպլանկտոնի միջին քանակական ցուցանիշները եղել են ավելի ցածր քան Մեծ Սևանում՝ կազմելով $126 000 \text{ բջ/լ}$ և 0.62 գ/մ^3 : Ըստ թվաքանակի և կենսազանգվածի գերակայել են դիատոմային ջրիմուռները ($75 000 \text{ բջ/լ}$ և 0.32 գ/մ^3), սուբդոմինանտ են եղել ըստ թվաքանակի կապտականաչները ($27 000 \text{ բջ/լ}$ և 0.11 գ/մ^3), իսկ ըստ կենսազանգվածի՝ (0.15 գ/մ^3 և $16 000 \text{ բջ/լ}$) կանաչ ջրիմուռները (Նկ. 3): 2015թ. գարնանը ըստ թվաքանակի և կենսազանգվածի գերակայել էին դիատոմային, իսկ սուբդոմինանտ էին հանդիսացել կապտականաչ ջրիմուռները [1]: 2016 թ. կապտականաչ ջրիմուռներից գերակայել են *Microcystis aeruginosa*, *Aphanothece clathrata*, *A. stagnina* տեսակները: Խմբում գրանցվել են նաև *Dactylococcopsis* sp., *M. wessenbergii*, *M. pulveria*, *Lyngbya limnetica*, *Spirulina platensis*, *Merismopedia tenuissima* և *Oscillatoria limnetica* տեսակները: Դիատոմային ջրիմուռների խմբում դոմինանտ կոմպլեքսը կազմել են *Stephanodiscus astraea*, *S. hantzschii*, *Fragilaria capucina*, *Nitzschia dissipata*, *N. linearis*, *Diatoma hiemale*, *D. vulgare*, *Cyclotella comta*, *Melosira varians*, *Cymbella ventricosa*, *Amphora ovalis*, *Rhoicosphenia curvata*, *Navicula distans* տեսակները:

2016 թ. դիատոմային ջրիմուռներից գերակայել է *Melosira granulata*-ն, արձանագրվել են նաև *Eunotia arcus*, *S. hantzschii*, *Fragilaria crotonensis*, *Pinnularia gibba*, *Rhoicosphenia curvata*, *Tabelaria fenestrata*-ն, *Melosira varians*, *Cyclotella kuetzingiana*, *Diatoma hiemale*, *D. vulgare*, *Rhoicosphenia curvata*, *Cyclotella comta*, *Cocconeis placentula*, *Stephanodiscus astraea*, *Eunotia arcus*, *Surirella ovata*, *Epithemia argus* տեսակները: Կապտականաչ ջրիմուռները ներկայացել են *Aphanothece clathrata*, *A. stagnina*, *Microcystis aeruginosa*, *M. wessenbergii*, *Phormidium foveolarum*, *Chroococcus turgidus*, *Oscillatoria limnetica*, *Merismopedia elegans* տեսակներով: Կանաչ ջրիմուռներից գրանցվել են *Eudorina elegans*, *Oocystis solitaria*, *O. sp.*, *Sphaerocystis schroeteri*, *Tetraedron minimum*-ը:

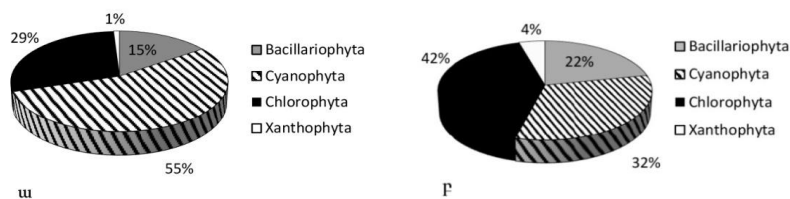


Նկ. 3. Փոքր Սևանի զարնանային ֆիտոպլանկտոնի տարբեր խմբերի մասնաբաժինը ըստ միջին թվաքանակի(ա) և կենսազանգվածի (բ)

Ֆիտոպլանկտոնի առավել բարձր քանակական ցուցանիշներ արձանագրվել են լիթորալ հատվածում՝ 188 000 բջ/լ և 0.9գ/մ³, որտեղ գերակայել են դիատոմային ջրիմուռները:

Ամռանը Մեծ Սևանում ֆիտոպլանկտոնի միջին քանակական ցուցանիշները գարնան համեմատ որոշակիորեն նվազել են՝ 117 000 բջ/լ և 0.5 գ/մ³: Ըստ թվաքանակի շարունակվել է կապտականաչ ջրիմուռների գերակայությունը՝ 64 000 բջ/լ, իսկ ըստ կենսազանգվածի գերակայել են կանաչները՝ 0.21գ/մ³: Դիատոմային ջրիմուռները պահպանել են սուբդոմինանտ դիրքը (17 000 բջ/լ և 0.11գ/մ³) (նկ. 4):

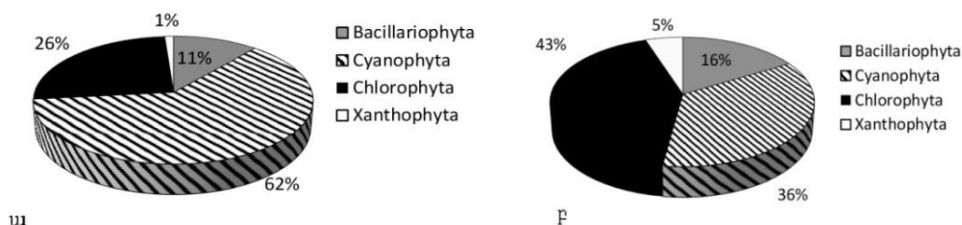
Կապտականաչ ջրիմուռների խմբում գերակայել են *Microcystis aeruginosa*, *M. wessenbergii* տեսակները, գրանցվել են նաև *Aphanothece clathrata*, *Merismopedia tenuissima*-ն: Ամռանը կանաչ ջրիմուռների քանակական ցուցանիշների ավելացումը պայմանավորված է եղել *Coelastrum microporum*, *Chlorococcum humicola*, *Dictiosphaerium pulchellum* տեսակների զարգացմամբ: Դիատոմային ջրիմուռների հիմնական տեսակներն են եղել *Fragilaria crotonensis*, *Diatoma vulgare* և *Melosira granulata*-ն:



Նկ. 4. Մեծ Սևանի ամառային ֆիտոպլանկտոնի տարբեր խմբերի մասնաբաժինը ըստ միջին թվաքանակի(ա) և կենսազանգվածի (բ)

Ֆիտոպլանկտոնի առավելագույն թվաքանակ՝ 144 000 բջ/լ (0.5 գ/մ³), գրանցվել է լիթորալ հատվածում, որտեղ գերակայել են կապտականաչ ջրիմուռները, իսկ առավելագույն կենսազանգված՝ 0.78 գ/մ³ (115 000 բջ/լ), գրանցվել է պելագիալում և պայմանավորված է եղել կանաչ ջրիմուռների զաղության ծանր զարգացմամբ:

Փոքր Սևանում ամռանը ֆիտոպլանկտոնի միջին քանակական ցուցանիշները գարնան համեմատ աճել են՝ միջինում կազմելով 253 000բջ/լ և 1.15 գ/մ³: Դիտվել է դոմինանտ և սուբդոմինանտ խմբերի փոփոխություն: Ըստ թվաքանակի գերակայել են կապտականաչ ջրիմուռները (157 000 բջ/լ), իսկ ըստ կենսազանգվածի՝ կանաչները՝ 0.5 գ/մ³ (նկ. 5): Կապտականաչ ջրիմուռների խումբը համարվել է *Oscillatoria putrida*, *Microcystis pulveria*, *Microcystis wessenbergii*, *Spirulina platensis*, *Lyngbya limnetica*, *Phormidium* sp. տեսակներով, սակայն գերակայել են Սևանա լճի ֆիտոպլանկտոնի ֆոնային տեսակներ *Aphanothece clathrata* և *Microcystis aeruginosa*-ն: Կանաչ ջրիմուռներից գրանցվել են *Ankrya judayi*, *Sphaerocistis schroeteri*, *Monoraphidium griffithii*, *Coelastrum reticulatum*, *Botryococcus braunii* տեսակները: Դիատոմային ջրիմուռները ամռանը թույլ են զարգացել՝ 28 000 բջ/լ և 0.2 գ/մ³: Գրանցվել են հիմնականում *Cyclotella comta*, *Stephanodiscus astrae*, *Cocconeis placentula*, *Cymbella prostrata*, *C. ventricosa*, *Fragilaria capucina* տեսակները: Գերակայել են ցենտրիկ դիատոմայիններ՝ *Cyclotella comta* և *Stephanodiscus astrae*-ն:



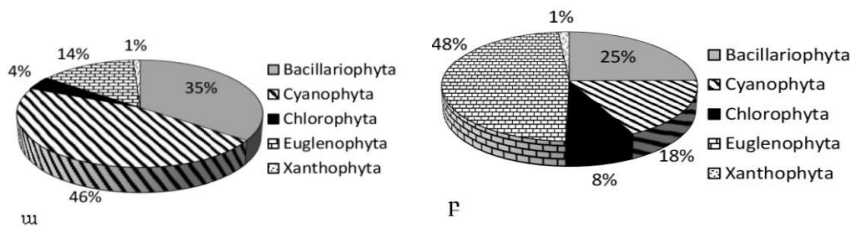
Նկ. 5. Փոքր Սևանի ամառային ֆիտոպլանկտոնի տարբեր խմբերի մասնաբաժինը ըստ միջին թվաքանակի(ա) և կենսազանգվածի (բ)

Ֆիտոպլանկտոնի առավելագույն քանակական ցուցանիշները դիտվել են պելագիալ հատվածում՝ 339 000 բջ/լ և 1.9 գ/մ³, որտեղ գերակայել են կապտականաչ ջրիմուռները:

Աշնանը լճի երկու հատվածներում դիտվել է ջրի ծաղկում տարբեր տեսակներով՝ *Melosira granulata* (Մեծ և Փոքր Սևան) և *Anabaena flos-aquae* (Մեծ Սևան): Մեծ Սևանում ծաղկում է արձանագրվել պելագիալ մշտական կայանների հատվածում, որտեղ *Anabaena flos-aquae*-ի քանակական ցուցանիշները կազմել են 3 մլն բջ/լ և 2.09 գ/մ³ [3]: Վերջինս հանդիսանում է մթնոլորտային ազոտ կլանող տեսակ, նրա գերզարգացումը ջրում հանգեցնում է լճի երկրորդային աղտոտման՝ մի կողմից քայքայվող ջրիմուռների կենսազանգվածը, իսկ մյուս կողմից մթնոլորտից կլանված ազոտը լրացուցիչ հարստացնում են ջրային միջավայրը [8]: Մեծ Սևանում *Anabaena flos-aquae*-ի «ծաղկմանը» ավելի ցածր ջերմաստիճանային պայմաններում (հոկտեմբերի վերջ) հաջորդել է դիատոմային *Melosira granulata* տեսակի «ծաղկումը»: Հարկ է նշել, որ 2015 թ. ևս Մեծ Սևանի ֆիտոպլանկտոնում բարձր քանակական ցուցանիշներով գրանցվել են *Melosira granulata* և *M. varians* տեսակները, որոնք լճի մակարդակի բարձրացման նախորդ տարիներին հանդիպել են ավելի ցածր քանակական ցուցանիշներով [1]:

Աշնանը Մեծ Սևանի ուսումնասիրված հատվածում ֆիտոպլանկտոնի միջին քանակական ցուցանիշները կազմել են 326 000 բջ/լ և 1.8 գ/մ³: Եթե 2015թ. աշնանը Մեծ Սևանում գերակայել են դիատոմային, իսկ սուբդոմինանտ են հանդիսացել կանաչ ջրիմուռները, ապա 2016թ. ըստ թվաքանակի գերակայել են կապտականաչ ջրիմուռները՝ 150 000 բջ/լ (0.31 գ/մ³), ըստ կենսազանգվածի գերակայող են դարձել Էվգլենայինները՝ 0.86 գ/մ³ (45 000 բջ/լ): Լճի ֆիտոպլանկտոնային համակեցությունում դիատոմային ջրիմուռները սուբդոմինանտ դիրք են զբաղեցրել (113 000 բջ/լ և 0.45 գ/մ³) (նկ. 6): Աշնանը *Anabaena flos-aquae*-ի հետ միասին բարձր քանակական ցուցանիշներով գրանցվել են նաև *Aphanothece clathrata* և *Microcystis aeruginosa* տեսակները:

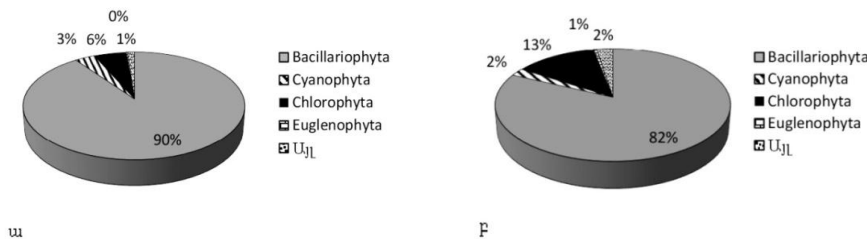
Հատկանշական է աշնանը Էվգլենային ջրիմուռների բուռն աճը և նրանց մասնաբաժնի մեծացումը ընդհանուր ֆիտոպլանկտոնում (նկ. 6): Էվգլենային ջրիմուռների բարձր քանակություն է արձանագրվել լճի ափամերձ հատվածներում՝ կազմելով 728 000 բջ/լ և 14.6 գ/մ³ (Մարտունի Չմ), 276 000 բջ/լ և 5.5 գ/մ³ (Արփա Չմ), սակայն որոշ դիտակետերում Էվգլենայինների քանակական բարձր զարգացում է դիտվել նաև լճի ավելի խոր-քային պելագիալ հատվածներում՝ կազմելով 172 000 բջ/լ ըստ թվաքանակի և 3.4 գ/մ³ ըստ կենսազանգվածի (Նորատուռ 25 մ): Խումբը ներկայացել է *Trachelomonas volvocina*, *T. hispida*, *T. armata*, *T. oblonga* Էվտրոֆ տեսակներով: Դիատոմայիններից կրկին գերակայել են ցենտրիկ տեսակները՝ *Cyclotella comta*, *Stephanodiscus astrae*:



Նկ. 6. Մեծ Սևանի աշնանային ֆիտոպլանկտոնի տարբեր խմբերի մասնաբաժինը ըստ միջին թվաքանակի (ա) և կենսազանգվածի (բ)

Մեծ Սևանում աշնանը ֆիտոպլանկտոնի առավելագույն թվաքանակ դիտվել է պելագիալ հատվածում՝ 424 000 բջ/լ (1.91 գ/մ³), որտեղ գերակայել են դիատոմային ջրիմուռները: Մարտունի դիտակետի պելագիալ հատվածում բազմաքիչ զաղութների ձևով արձանագրվել են *Melosira granulata* և *Fragilaria construens* տեսակները, որոնց հաշվին էլ դիատոմայինները առավելություն են ստացել Մեծ Սևանի համակեցությունում դոմինանտող կապտականաչ ջրիմուռների նկատմամբ: Առավելագույն կենսազանգվածը՝ 3.23 գ/մ³ (389 000 բջ/լ), դիտվել է լիթորալ հատվածում, որտեղ գերակայել են խոշորաքիչ Էվգլենային ջրիմուռները:

Փոքր Սևանում աշնանը ֆիտոպլանկտոնի միջին բանական ցուցանիշները կազմել են 851 000 բջ/լ ըստ թվաքանակի և 2.3 գ/մ³ ըստ կենսազանգվածի: Գերակայել են դիատոմային ջրիմուռները (770 000 բջ/լ և 3.7 գ/մ³) (սկ. 7): Դիատոմայինների բարձր բանական ցուցանիշները պայմանավորված են եղել արձանագրված «ծաղկումով», որը դիտվել է Հայրավանք 2 մ դիտակետում: Այստեղ գերզարգացել է *Melosira granulata* տեսակը՝ կազմելով 2 016 000 բջ/լ (71%) ըստ թվաքանակի և 10.08 գ/մ³ ըստ կենսազանգվածի: Դիատոմային ջրիմուռների խմբում գրանցվել են նաև *Melosira varians*, *Eunotia arcus*, *Cyclotella kuetzingiana*, *C. comta*, *Stephanodiscus astrae*, *St. hantzchii*, *Diatoma hiemale*, *Rhoicosphenia curvata*, *Cocconeis placentula*, *Fragilaria crotonensis*, *Pinnularia gibba*, *Eunotia arcus*, *Surirella ovata*, *Epitemia argus*, *Amphora ovalis*, *Rhoicosphenia curvata*, *Stauroneis anceps*, *Cymbella helvetica*, *Gomphonema acuminatum* տեսակները:



Տկ. 7. Փոքր Սևանի աշնանային ֆիտոպլանկտոնի տարբեր խմբերի մասնաբաժինը ըստ միջին թվաքանակի(ա) և կենսազանգվածի (բ)

Սուբդոմինանտ են եղել կանաչ ջրիմուռները (45000 բջ/լ և 0.5 գ/մ³): Արձանագրվել են *Oocystis solitaria*, *Binuclearia lauterbornii*, *Ankistrodesmus falcatus* և *Dictiosphaerum pulchellum*, *Pediastrum duplex* տեսակները:

Կապտականաչ ջրիմուռների խմբում գրանցվել են լճի ֆիտոպլանկտոնի մշտական ներկայացուցիչներ *Aphanothece clathrata*, *Microcystis aeruginosa*-ն: Առանձին դիտակետերում հանդիպել են *Aphanothece stagnina*, *Chroococcus turgidis* և *Phormidium foveolarum* տեսակները:

Հարկ է նշել, որ 2015 թ. աշնանը ևս Փոքր Սևանում գերակայել են դիատոմային ջրիմուռները, սակայն սուբդոմինանտ են եղել կապտականաչները [1]:

Աշնանը ֆիտոպլանկտոնի առավելագույն թվաքանակն արձանագրվել է լիթորալ հատվածում՝ 917 000 բջ/լ (2.15 գ/մ³), որտեղ գերակայել են դիատոմային ջրիմուռները, իսկ առավելագույն կենսազանգվածը՝ 2.52 գ/մ³ (748 000 բջ/լ) դիտվել է պելագիալ հատվածում և պայմանավորված է եղել կանաչ ջրիմուռների խոշարաբջիջ և գաղութային տեսակների զարգացմամբ:

Այսպիսով, 2016թ. իրականացված ուսումնասիրությունների արդյունքում պարզվել է, որ լճի երկու հատվածներում ֆիտոպլանկտոնային համակեցությունները դոմինանտ կազմով և բանական ցուցանիշներով որոշակիորեն տարբերվել են: Ուսումնասիրված շրջանում լճի երկու հատվածներում դիտվել է ջրի «ծաղկում» էվտրոֆացման ցուցիչ հանդիսացող տեսակներով՝ *Anabaena f-a* (Մեծ Սևան), *Melosira granulata* (Մեծ և Փոքր Սևան):

Փոքր Սևանի ֆիտոպլանկտոնում կայուն դիրք են գրավել դիատոմայինները, սակայն նախորդ տարվա համեմատ դիտվել է կանաչ ջրիմուռների մասնաբաժնի ավելացում: Մեծ Սևանի ափամերձ հատվածներում դիտվել է էվգլենային ջրիմուռների բանական, որակական ցուցանիշների աճ և տարածվածության ընդլայնում: Հետազոտության ընթացքում արձանագրվել է կապտականաչ և էվգլենային ջրիմուռների անկանխատեսելի հերթափոխ, ինչը կարող է վկայել էկոհամակարգի անկայուն վիճակի մասին:

Ֆիտոպլանկտոնի առավելագույն բանական ցուցանիշներ արձանագրվել են աշնանը: Ըստ հորիզոնական բաշխվածության լճի երկու հատվածներում ֆիտոպլանկտոնի առավել լավ զարգացում է դիտվել լիթորալ և պելագիալ գոտիներում: Փոքր Սևանի ֆիտոպլանկտոնում գերակայող խմբի ներդրումը ըստ բանական և որակական ցու-

ցանիշների հիմնականում եղել է միատարր: Համակեցությունում մեծ ներդրում են ունեցել դիատոմային և կապտականաչ ջրիմուռները: Մեծ Սևանում քանակապես և որակապես գերակայել են ջրիմուռների տարբեր խմբեր՝ դիատոմային, կապտականաչ և էվգլենային:

Հետազոտություններն իրականացվել են «Կլիմայի փոփոխման և Սևանա լճի մակարդակի բարձրացման պայմաններում Հայաստանի համար ռազմավարական նշանակություն ունեցող լճային էկոհամակարգի վիճակի և նրա կենսառեոստների կարիոլոգիական հետազոտում» նպատակային ծրագրի շրջանակներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Համբարյան Լ. Ռ., Մամյան Ա.Ս., Խաչիկյան Թ.Գ. Սևանա լճի լիթորալ գոտու ֆիտոպլանկտոնային համակեցության հորիզոնական բաշխվածության բնութագիրը. Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 68, 3, էջ 6-11, 2016:
2. Համբարյան Լ.Ռ., Շահագոյան Ի.Վ. Քաղցրահամ ջրերի ջրիմուռների ցեղերի համառոտ որոշիչ, Երևան, ԵՊՀ, 61 էջ, 2014:
3. ՀՀ ԳԱԱ Կենդանաբանության և Հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոնի, Հիդրոէկոլոգիայի և ձկնաբանության ինստիտուտի տարեկան հաշվետվություն, 2016:
4. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений, Л., “Гидрометеиздат”, с. 78- 86, 1983.
5. Киселев И.А., Зинова А.Д., Курсанов Л.И. Определитель низших растений. Водоросли. М., Сов. Наука, 2, 312 с., 1953.
6. “Озеро Севан. Экологическое состояние в период изменения уровня воды” Ярославль. Филигрань, 2016, 328 стр.
7. Прошкина-Лавренко А.И., Макарова И.В. Водоросли Каспийского моря. Л., “Наука”, 205 с., 1968.
8. Семенченко В.П., Разлуцкий В.И. Экологическое качество поверхностных вод. “Белорусская наука”, Минск, 331стр., 2011.
9. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. “Наукова думка”. 206 с., 1990.
10. Karl-Heinz Linne von Berg, Kerstin Hoef-Emden, Michael Melkonian. Der Kosmos-Algenführer, Die wichtigsten Süßwasseralgen im Mikroskop, Kosmos, 368 p., 2012.
11. Streble H., Krauter D. Das Leben im Wassertropfen // Stuttgart, Kosmos, 415 p., 2001.

Ստացվել է 28.07.2017



Biol. Journal of Armenia, 4 (69), 2017

ISSUES RELATED TO THE IMPROVEMENT OF FOREST LANDSCAPE MANAGEMENT IN TAVUSH REGION

H.Y. SAYADYAN¹, G.D. AVETISYAN², E.A. VARDANYAN³

¹YSU, Dr. of Sciences (Geography), hovik.sayadyan71@gmail.com

²YSU, PhD student, gorik.avetisyan@ysu.am

³YSU, PhD student, elmira.vardanyan22@mail.ru

The article refers to anthropogenic conflicts occurring in the forest landscapes of Tavush region of Armenia. It is shown that a number of environmental issues have emerged as a result of unsustainable management of forest landscapes leading to a decrease in the continuous flow of forest ecosystem services. This analysis can have a great practical importance for solving the existing problems.

Forest landscapes – anthropogenic conflicts – sustainable forest management

Հոդվածը վերաբերում է Տավուշի մարզի անտառային լանդշաֆտներում առկա մարդածին կոնֆլիկտներին: Ցույց է տրված, որ մարզի անտառային լանդշաֆտների ոչ կայուն կառավարման արդյունքում ի հայտ են եկել բնապահպանական բազմաթիվ հիմնախնդիրներ, որոնք հանգեցրել են անտառի կողմից տրամադրվող էկոհամակարգային ծառայությունների շարունակական հոսքի նվազմանը: Այս վերլուծությունը կարող է կարևոր գործնական նշանակություն ունենալ առկա հիմնախնդիրների լուծման համար:

Անտառային լանդշաֆտներ – մարդածին կոնֆլիկտներ – անտառների կայուն կառավարում

Статья относится к антропогенным конфликтам в лесных ландшафтах Тавушского региона. Показано, что в результате неустойчивого управления лесными ландшафтами возникло множество экологических проблем, которые привели к уменьшению непрерывного потока услуг лесных экосистем. Этот анализ может иметь большое практическое значение для решения существующих проблем.

Лесные ландшафты – антропогенные конфликты – устойчивое управление лесами

Numerous natural and anthropogenic conflicts do exist in the forest landscapes of Tavush region of Armenia. While the region is distinguished by almost half forested territory and the absence of industrial enterprises, nevertheless, the main environmental problem of the region is considered to be relating to the unsustainable forest resources use. It can be stated that due to ineffective management and unsustainable use of forests various negative phenomena have emerged. Taking into consideration the above-mentioned, the article highlights the existing anthropogenic conflicts in the forest landscapes of the region proposing ways of solving them, which are to contribute to the improvement of the management of forest landscapes and the increase of the flow of ecosystem services provided by forests in the region.

Materials and methods. Forests of Tavush region cover an area of 139980 hectares, which are under the subordination of two state administration bodies, namely the Ministry of Agriculture (represented by the four branches of “Armforest” SNCO covering 115150 hectares) and the Ministry of Nature Protection (Specially Protected Areas (SPA) system covering 24830 hectares) [8-10].

An analysis of the present-day management system of forest landscapes in Tavush region, informational materials on forest inventory and forest management plans have been prepared. Anthropogenic conflicts have been identified and methods to resolve them have been suggested using these materials in combination to the field studies. This work is based on historical, statistical, modern cartographic (GIS), and comparative-geographical methods.

Results and Discussion. The article identified the following anthropogenic conflicts in the forest landscapes of Tavush region:

1. Adjustment and demarcation of boundaries of forest enterprises, SPAs and forests adjacent to communities,
2. Absence of clearly separated functional and transitional (buffer) zones of specially protected natural areas,
3. Illegal and unregulated felling, planned felling in non-production forests (on high slopes, water protection buffer zones of rivers, in protected areas, green zones, and etc.),
4. Lack of information on the location and condition of natural monuments, absence of information signs. Often natural monuments cannot be found and clearly separated and recognized,
5. Scarcity of integrated information sources on forests and sometimes their complete absence.

The first precondition for improving forest management is the adjustment of borders of the forest enterprises. Correction of the borders of the forest enterprises using and combining different sources of forest related information, including satellite images of the given area, topographic maps, cadastral maps of land use and ownership forms, forest tablets, etc. is a priority. In addition to these works, field studies using global positioning system (GPS) and topographic conditions should be carried out aiming at the correction of borders of the forest enterprises.

Demarcation of borders in natural conditions through development of demarcation scheme and placement of border posts is necessary to be carried out after the adjustment and mapping of the borders of the forest enterprises and protected areas. Border posts should be installed not only between community lands and forest enterprises (or protected area), but also between forest enterprises and specially protected areas.

Currently, UNDP-GEF “Mainstreaming Sustainable Land and Forest Management in Mountain Landscapes of North-Eastern Armenia” project carries out the adjustment of borders of Ijevan and Noyemberyan forest enterprises. Within the framework of the said project 200 border posts were installed on the borders of community lands and forest enterprises, as well as on the borders of forest enterprises and SPAs [5].

Protected areas under the subordination of the Ministry of Nature Protection (“Dilijan” National Park and “Zikatar” SS) encompass 24830 hectares of Tavush region forests, while Ijevan Sanctuary is within Ijevan Forestry Enterprise. Most forest SPAs in the forest enterprises are currently treated as part of the forest enterprise without the use of appropriate conservation regime with no special attention being paid to the existing biodiversity and ecosystem values. Since forest ecosystems do exist not only in the territory of the SPAs, but also beyond their boundaries, it is expedient to separate the

buffer zone with an appropriate protection regime for the complete protection of the ecosystems outside the protected areas. Conservation zones adjusted around the SPAs [6, 7] are intended for the conservation of the biodiversity, but most often do not have clear boundaries and no respective protection regimes are being applied.

Important anthropogenic conflicts include irregular and illegal forest logging, which has resulted in significant degradation of forest landscapes, intensive erosion of the soil cover, activation of landslides, reduction of the carbon dioxide absorption potential by 50% [2, 3] and violation of the continuous flow of forest ecosystem services. Irreversible damage has been done to valuable tree species, especially beech and oak. Preserved low-value tree species cannot ensure the regular forest regrowth and healthy regeneration of the desired species.

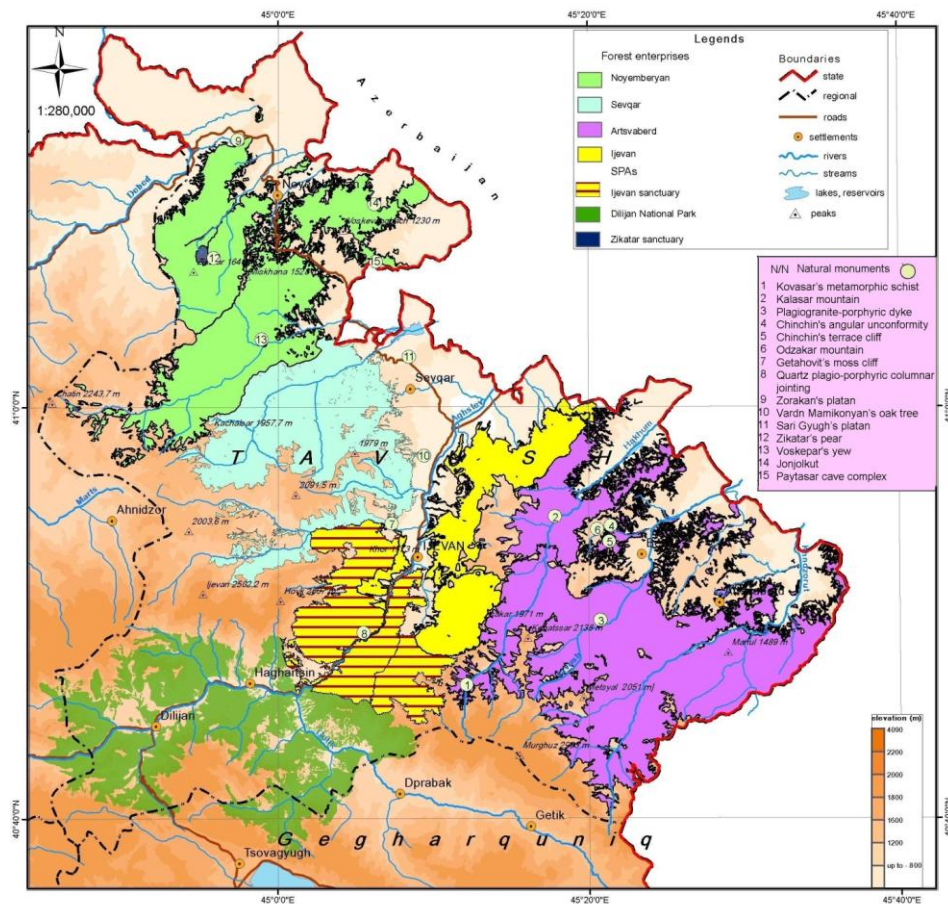


Fig.1. Forests and nature monuments of Tavush region

Elimination of vegetation contributed to the weakening of surface flow regulation, which led to increased activation of landslides and mudflows [4]. At present, irregular logging continues and is particularly active in nearby communities and on forest roads. This conflict is also a social issue, as the population of the forested communities receives firewood from the forest while the wastewood available for sale in the forest meets the 30 % of the minimum demand of the firewood of the population.

Programs aiming at the revenue increase are necessary to be implemented so the population of the adjacent communities will be able to use gas during the heating season which will decrease the minimum demand for firewood in rural areas per 1 household from 7 cubic meters to 3-4 cubic meters leading to a significant reduction in illegal logging. It is also necessary to establish planting of fast growing tree and shrub plantations (poplar, acacia etc.), which will replace some of the population's firewood demand.

In some cases forest landscapes are also damaged by the planned logging implemented by the forest enterprise, this includes logging on 30° degree and higher slopes and in the water-protective buffer zones of the rivers. Endemic and Red book species existing in the area are not considered and being carelessly destroyed during these works.

There is a lack of adequate information about the natural monuments in Tavush region. These are generally excluded from the tourist routes and information signs, signboards are not at place which makes the nature monuments of the area unrecognizable. Most of the monuments are in poor state. It is necessary to make investments in improving the area of monuments, making them recognizable through installation of booths, information signs and engagement in tourist routes.

It is required to create an integrated forest database (based on the GIS), integrating the results of the programs implemented by the various national and international organizations in the forest sector.

Thus, the solution of these anthropogenic conflicts will contribute to the improvement of the management of forest landscapes and to the increase of the continuous flow of ecosystem services provided by the forests in the Tavush Region. In particular, it is possible to increase the recreational potential of forest landscapes by increasing the recognition of natural monuments, preventing illegal felling and increasing the flow of touristic services (spiritual and cultural ecosystem services). Elimination of illegal logging and the improvement of the forest protection will result in the increase of carbon dioxide (CO₂) absorption by forest and the flow of regulating services of the forest. Meanwhile, the means collected through the introduction of ecosystem services payment system in the forest sector can be directed to the protection of forests and natural monuments.

REFERENCES

1. Սայադյան Հ. Հայաստանի Հանրապետության անտառային գեոհամակարգերի տարածաժամանականային փոփոխությունները և կառավարման հիմնախնդիրները: ԵՊՀ հրատարակչություն, Երևան, էջ 261, 2010թ.
2. Sayadyan H. Non-regulated and illegal logging in Armenia and its consequences. Bulletin of State Agrarian University of Armenia, Yerevan, SAUA pub., N1, Yerevan, p.23-27, 2007.
3. Thuresson T., Drakenberg B., Ter-Ghazaryan K. Forest Resources Assessment for RA, SIDA-Armenia project (1997-1999). Yerevan, Armenia: Ministry of Nature Protection, 121 pp., 1999.
4. Vardanyan E. The indicators characterizing alterations of Tavush region natural landscapes, annals of agrarian science, 14, p.273-277, 2016.
5. http://www.am.undp.org/content/armenia/en/home/operations/projects/environment_and_energy/mainstreaming-sustainable-land-and-forest-management-in-mountain.html
6. <http://www.arlis.am/DocumentView.aspx?DocID=71096>
7. <http://www.arlis.am/DocumentView.aspx?DocID=57547>
8. <http://hayantar.am>
9. <http://forest-monitoring.am>
10. <http://www.mnp.am>

Received on 12.09.2017



Биолог. журн. Армении, 4 (68), 2017

ДОКТОР БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК Р.Г. КАМАЛЯН ВСТРЕЧАЕТ 80-ЛЕТНИЙ ЮБИЛЕЙ!

(к 80-летию со дня рождения)



7 ноября 2017 года исполнилось 80 лет Роману Гургеновичу Камалю – доктору биологических наук, профессору кафедры биохимии, микробиологии и вирусологии Национального аграрного университета Армении. Р.Г. Камалю родился в городе Ереван в семье служащих. В 1962 г. году после окончания Ереванского государственного медицинского института работал лечащим врачом санатория курорта Арзни. В 1968г. при Институте биохимии АН Арм ССР

Р.Г. Камалю защитил кандидатскую диссертацию на тему “Некоторые стороны обмена дикарбоновых аминокислот и ГАМК в митохондриальной фракции мозга”, а в 1985 – диссертацию на соискание ученой степени доктора биологических наук на тему “Роль этаноламина и его производных в процессах обмена веществ в норме и патологии”. Роман Гургенович является автором 155 научных работ, 3-х авторских свидетельств, 5-ти рекомендаций, 2-х учебников. Он был консультантом одной докторской и руководителем 11 кандидатских диссертаций.

С 1970 г. Р.Г. Камалю заведовал отделом аминов проблемной лаборатории обмена веществ при Всесоюзном Ереванском зооветеринарном институте (ЕрЗВИ), а с 1980-1993 гг. являлся научным руководителем лаборатории обмена веществ. В 1975-1992 гг. являлся редактором сборника биологических трудов Ереванского зооветеринарного института.

Р.Г. Камалю внес существенный вклад в дело биохимической подготовки специалистов различного профиля, которые работают как в Армении, так и в бывших республиках Советского Союза. С 1986 г. по сегодняшний день в разное время преподавал органическую химию, биохимию и клиническую биохимию на различных факультетах ЕрЗВИ и Армянского национального аграрного университета (АНАУ), нейробиологию на биологическом факультете Ереванского государственного университета, Биохимические основы патологических процессов в Российско-Армянском (Славянском) университете. В 1998 г. Р.Г. Камалю работал в Ноттингемском университете Великобритании, был участником многих международных, республиканских научных конференций, в различные годы был членом специализированных ученых советов ЕрЗВИ, АНАУ, ЕГУ, Института биохимии НАН РА, общества биохимиков РА, нейробиологов Европы. С 1993-2017 гг. заведовал лабораторией регуляции обмена веществ Института биохимии им. Бунятяна НАН РА, в 2000-2013 гг. руководил кафедрой биохимии АНАУ. Ныне является профессором кафедры биохимии, микробиологии и вирусологии АНАУ. Неоднократно был председателем государственной экзаменационной комиссии государственных выпускных экзаменов и защиты дипломных работ по биохимии биологического факультета ЕГУ.

Научные интересы Р.Г. Камалю сосредоточены в сфере обмена и функций биологически активных аминов и нейроактивных аминокислот, их участия в узловых процессах метаболизма, влияния на жизненно важные функции в норме и при патологии.

Исследования Р.Г. Камаяна по метаболизму нейроактивных аминокислот в митохондриях мозга позволили раскрыть особенности их участия в энергетическом обмене мозга, регуляторную роль пиридиновых нуклеотидов, пиридоксальфосфата и ионов магния в их взаимодействии с циклом Кребса, регуляторное значение аспартаттрансаминазы в зависимости от окисления сукцината поглощении ионов кальция митохондриями мозга и сердца.

Р.Г. Камаяном обнаружена обратимая реакция ацетилирования этаноламина в организме, показано стимулирующее действие N-ацетилэтанолamina на развитие куриного эмбриона и рост цыплят, выявлены противошоковое действие этаноламина, антиаллергические эффекты этаноламина и его N-ацетилпроизводного, антистрессорное действие O-сульфоэтанолamina, который был предложен в качестве средства предупреждения транспортного стресса при перевозке и комплексном содержании телят.

Р.Г. Камаяном были раскрыты нейро-гормональные механизмы физиологической активности этаноламина и его производных, выявлены его взаимодействия с системами катехоламинов, ацетилхолина и ГАМК. Важным разделом исследований Р.Камаяна явилось экспериментальное подтверждение выдвинутой им гипотезы альтернативного синтеза ГАМК путем прямого декарбоксилирования глутамина с промежуточным образованием ГАМК-амида, который и был обнаружен в мозге крысы.

Исследования последнего десятилетия были посвящены изучению действия потенциально эффективных противоопухолевых и антидиабетических факторов на экспериментальных моделях опухолей и диабета. Удалось показать подавление роста экспериментальной саркомы-40 под действием бычьей спермы. На химических моделях диабета было показано смягчающее влияние ГАМК-генерирующих агентов на диабетогенное и гипергликемическое действие аллоксана и стрептозотоцина.

Общественная и научно-педагогическая деятельность Камаяна Р.Г. была отмечена рядом Почетных грамот Министерства сельского хозяйства СССР, Министерства сельского хозяйства Армянской ССР, Министерства образования и науки РА, золотой медалью аграрного университета. Творческая деятельность Р.Г. Камаяна не ограничивается наукой, им в разные годы опубликованы сборники лирических и гражданских стихов.

Коллектив кафедры биохимии, микробиологии и вирусологии аграрного университета и студенты от всей души поздравляют дорогого Романа Гургеновича со знаменательным событием! Его честность, отзывчивость, исключительная ответственность и принципиальность снискали ему глубокое уважение как со стороны преподавателей, аспирантов, так и студентов. За годы работы в университете Р.Г. Камаяном подготовлена не одна сотня высококвалифицированных специалистов. Его знания, целеустремленность вызывают искреннее признание и свидетельствуют о высоких профессиональных и личных качествах. Роману Гургеновичу Камаяну желаем крепкого здоровья, оптимизма и энергии на долгие годы, дальнейших успехов в научно-педагогической деятельности!

*Заведующий кафедрой биохимии, микробиологии и вирусологии
АНАУ, доктор биологических наук, доцент Г.Ю.Мармарян*