

ЎЗБЕКИСТОН RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI
АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ЎЗБЕКИСТОН БИОЛОГИYA JURNALI

1

2021

УЗБЕКСКИЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с января 1957 г. по 6 номеров в год

ТАШКЕНТ – 2021

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Р.З. САБИРОВ (главный редактор)
И.У. АТАБЕКОВ (ответственный секретарь)
А.А. АБДУКАРИМОВ
Дж.А. АЗИМОВ
Т.Ф. АРИПОВ
М.И. МАВЛОНИЙ
И.М. МИРАБДУЛЛАЕВ
В.П. ПЕЧЕНИЦЫН
Т.С. СААТОВ
Дж. С. САТТАРОВ
П.Б. УСМАНОВ

Адрес редакции:
100047, Ташкент, ул. Я. Гулямова, 70.

Телефон (71) 232-11-81

На обложке:
Болтаютар
Бородач
Gypaetus barbatus (Linnaeus, 1758)
ssp. Hemahalanus (Hutton, 1838)

Правила оформления статей и вышедшие номера на сайте: <http://www.ubj.academy.uz>

Журнал зарегистрирован Агентством по печати и информации Республики Узбекистан 22.12.2006
Регистрационный номер 0052.

БИОХИМИЯ И БИОФИЗИКА

АЗИМОВ¹ Н.Ш., ХУЖАЕВ¹ В.У., АРИПОВА² С.Ф.

АЛКАЛОИДЫ *CODONOPSIS CLEMATIDEA* ФЛОРЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

salima_aripova@mail.ru

¹ Кокандский государственный педагогический институт,

² Институт химии растительных веществ АН РУз

Азимов Н.Ш., Хўжаев В.У., Арипова С.Ф.

МАРКАЗИЙ ОСИЁ ФЛОРАСИНИНГ *CODONOPSIS CLEMATIDEA* АЛКАЛОИДЛАРИ

Марказий Осиёнинг турли минтақаларида ўсадиган *Codonopsis clematidea* алкалоидлари ўрганилди. Алкалоидлар йиғиндисининг таркиби ўсиш жойига қараб аниқланди.

Калит сўзлар: ўсимлик, *Codonopsis clematidea*, алкалоид.

Азимов Н.Ш., Хужаев В.У., Арипова С.Ф.

АЛКАЛОИДЫ *CODONOPSIS CLEMATIDEA* ФЛОРЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Исследованы алкалоиды *Codonopsis clematidea*, произрастающего в различных регионах Центральной Азии. Определено содержание суммы алкалоидов в зависимости от места произрастания.

Ключевые слова: растение, *Codonopsis clematidea*, алкалоид.

Azimov N.Sh., Khuzhaev V.U., Aripova S.F.

ALKALOIDS OF *CODONOPSIS CLEMATIDEA* FLORA CENTRAL ASIA

The alkaloids of *Codonopsis clematidea*, which grows in different regions of Central Asia, were studied. The content of the total of alkaloids was determined depending on the place of growth.

Keywords: plant, *Codonopsis clematidea*, alkaloid.

Введение. Растения рода *Codonopsis* семейства *Campanulaceae* (колокольчиковые) – многолетние травы с тяжёлым запахом, род насчитывает 40 видов, распространённых преимущественно в Восточной и Центральной Азии. На территории бывшего Союза виды этого рода встречаются только на Дальнем Востоке и в горах Средней Азии [1]. Все встречающиеся виды относятся к подроду *Eucodonopsis* Kom., характеризующемуся широко колокольчатым венчиком и полунижней завязью, а также овально полушаровидной коробочкой в отличие от вида, свойственного Китаю [2-3].

Некоторые виды рода *Codonopsis* (*C. lanceolata*, *C. ovata*, *C. rotundifolia*, *C. ussuriensis*, *C. tangshen*, *C. viridiflora*) изредка культивируются в садах. Из этих видов *C. tangshen* употребляется в народной медицине Китая как заменитель жень-шеня в качестве тонизирующего и афродизиакаческого средства, для чего используются корни этого растения [3]. Он входит в прописи рецептов больных гипертонией, болезней сердца и других заболеваний [4-5]. Фармакологические исследования родственного вида *Codonopsis clematidea* показали, что галеновые препараты из корней этого растения улучшают сердечную деятельность и ускоряют внутрисердечную проводимость [6-7]. По данным В.Б. Пучковой отвары и экстракты из корней кодонопсиса стимулируют деятельность центральной нервной системы, ускоряют барбитуратовый сон у белых мышей, а экстракт из надземной части этого растения, наоборот, проявляет слабый успокаивающий эффект [Пучкова В.Б., Кучинская Н.С., 1975]. Установлено также, что галеновые препараты кодонопсиса клематисовидного повышают выносливость экспериментальных животных к дополнительным физическим нагрузкам [7-8].

Ранее алкалоидоносность растений семейства *Campanulaceae* была установлена лишь для рода *Lobelia*, но иногда этот род выделяется в самостоятельное семейство *Lobeliaceae* – лобелиевые, представители которого содержат значительные количества алкалоидов и являются типичными алкалоидоносами [3].

Материалы и методы. *Codonopsis clematidea* Schrenk. ex C.B. Clarke (кодонопсис ломоносовидный или клематисовидный) – многолетнее травянистое растение высотой 50-80 см, произрастающее на сырых осыпях, по дну ущелий в среднем поясе гор. Растение имеет толстый веретеновидный корень, прямой или извилистый стебель, голый или щетинисто-волосистый, тупогранный, ветки тонкие, иногда почти нитевидные, густо олиственные, листья черешковые, супротивные, цветы с цветоножками покрыты мелкими белыми щетинистыми волосками, венчик колокольчатый, в 2 раза длиннее чашечки, плод – сжатая яйцевидная коробочка с тремя створками. Растение цветёт и плодоносит в июле-августе. Общее распространение данного вида – Средняя Азия (Джунгарский Алатау, Тянь-Шань, Памиро-Алай), Синьцзян, Кашгария, Афганистан, Кашмир. В Узбекистане встречается в Ташкентской, Самаркандской, Кашкадарьинской областях [1-2].

В химическом составе *Codonopsis clematidea* обнаружены органические соединения: эфирные масла, пигменты, полезные кислоты, витамины, ряд микроэлементов и другие полезные вещества [9].

Нами изучено содержание суммы алкалоидов данного растения, собранного с разных мест произрастания в регионах Центральной Азии. Заготовленное с разных регионов воздушно-сухое растительное сырьё (надземная часть) предварительно измельчали и просеивали через сито с размерами ячеек 08-1 мм. Экстракцию измельчённого растения проводили пятикратно в перколяторе с использованием в качестве растворителя 90% этанола. По известной общепринятой для оснований методике получили соответствующие суммы алкалоидов.

Результаты. Полученные данные исследования по выходу смеси алкалоидов из различных растительных объектов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Количественное определение суммы алкалоидов в *C. clematidea*, собранного с различных мест произрастания

№	Место произрастания	Период вегетации	Сумма алкалоидов, %
1	Ущелье реки Обихингау, Таджикистан	Бутонизация	0,025
2	Село Минжилке, Кунгей-Алатау, Казахстан	Бутонизация, цветение	0,06
3	Село Сувтушар, Кашкадарья, Узбекистан	-//-	0,08
4	Село Сагирдашт, Таджикистан	-//-	0,065
5	По реке Позднякова, Ак-Су, Казахстан	Плодоношение	0,023
6	Чаткал, Южный Казахстан	Бутонизация	0,02
7	Арсланбоб, Узбекистан	-//-	0,06
8	Ущелье реки Ханака, Таджикистан	Начало цветения	0,069
9	Ущелье реки Ворзоб, Таджикистан	-//-	0,05
10	Бостонлик, Ташкентская область, Узбекистан	-//-	0,16
11	Бойсун, Сурхандарья, Узбекистан	-//-	0,02

Из данных таблицы видно, что растение *C. clematidea*, собранное с различных мест произрастания флоры Центральной Азии, содержит незначительные количества алкалоидов, варьирующих в пределах 0,02% - 0,16%.

Ранее данный вид *Codonopsis clematidea*, произрастающий в Кашкадарьинской области Узбекистана, был исследован на алкалоидоносность [10] и выделено два новых алкалоида - кодонопсин и кодонопсинин, производные пирролидина, для которых установлено строение [11].

Таблица 2

Определение содержания суммы алкалоидов в различных органах растения *C. clematidea*

№ п/п	Орган растения	Период вегетации	Сумма алкалоидов, %
1	Надземная часть	Бутонизация, цветение	0,08
2	Листья	Бурный рост	0,094
3	Корни	Бутонизация, цветение	0,05

Продолжив изучение алкалоидов этого растения с данного места произрастания нами определено содержание суммы алкалоидов в различных органах растения, собранного в период бутонизации, начала цветения и бурного роста. Результаты приведены в таблице 2.

Заключение. Из данных таблицы 2 видно, что содержание суммы алкалоидов более выражено в листьях. Продолжение исследования алкалоидов надземной части *Codonopsis clematidea*, собранного с нового места произрастания в Бостонлыкском районе Ташкентской области, показало содержание 0,16% смеси оснований. По предварительным данным (ТСХ в системе: хлороформ - метанол, 9:1) установлено присутствие в ней алкалоидов кодонопсина и кодонопсинина [11-12].

ЛИТЕРАТУРА

1. Флора СССР, Том XXIV, 433 (1957).
2. Флора Узбекистана, Том V, 623 (1961).
3. Соколов В.С., // Алкалоидоносные растения СССР, 110 (1952).
4. Tsai T., // Chem. Pharm. Bull., Vol. 56, № 11, P. 1546-1550 (2015).
5. Jing-Ju He, Shu Zhu, // J.Nat Med., Vol. 69, P. 1-21 (2015).
6. Вульф Е.Б., Малеева О.Ф., // Мировые ресурсы полезных растений, 413 (1969).
7. Каиров М.Ж., //Вестник Карагандинского Университета. Биология, медицина, география, № 3(59) С.46 (2010).
8. Пучкова В.Б., //Известия АН КазССР, серия медицины и физиологии, выпуск 1 (17) 47-49 (1962).
9. Растительные ресурсы, Том 9, Санкт-Петербург, 1996, С. 121; 307.
10. Aripova S.F., Malikov V.M., Yunusuov S.Yu., //Chem. Natural Compounds, 5, 24 (1969).
11. Aripova S.F., Malikov V.M., Yunusuov S.Yu., // Chem. Natural Compounds, 5, 524 (1969).
12. «Alkaloids, Plant Sources, Structure, Properties», New York, Springer, 2013, 20; 505; 509.

REFERENCE

1. Flora SSSR, Tom XXIV, 433 (1957).
2. Flora Uzbekistana, Tom V, 623 (1961).
3. Sokolov V.S., //Alkaloidonosnye rasteniya SSSR, 110 (1952).
4. Tsai T., //Chem. Pharm. Bull., Vol. 56, № 11, R. 1546-1550 (2015).
5. Jing-Ju He, Shu Zhu, //J. Nat Med., Vol. 69, P. 1-21 (2015).
6. Vulf E.B., Maleeva O.F., //Mirovie resursi poleznix rasteniy, 413 (1969).
7. Kairov M.J., //Vestnik Karagandinskogo Universiteta. Biologiya, meditsina, geografiya, № 3(59) S.46 (2010).
8. Puchkova V.B., //Izvestiya AN KazSSR, seriya meditsiny i fiziologii, vipusk 1 (17) 47-49 (1962).
9. Rastitelnie resursi, Tom 9, Sankt-Peterburg, 1996, S. 121; 307.
10. Aripova S.F., Malikov V.M., Yunusuov S.Yu., //Chem. Natural Compounds, 5, 24 (1969).
11. Aripova S.F., Malikov V.M., Yunusuov S.Yu., //Chem. Natural Compounds, 5, 524 (1969).
12. «Alkaloids, Plant Sources, Structure, Properties», New York, Springer, 2013, 20; 505; 509.

OBIDOVA¹N.J., ASHUROV¹J.M., KHASHIMOVA¹Z.S., KHODJANIYAZOV^{1,2}Kh.U., IBRAGIMOV¹B.T.

CYTOTOXICITY OF DICLOFENAC COMPLEXES WITH Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} AND ETHYLENEDIAMINE

atom.uz@mail.ru

¹Institute of the Bioorganic Chemistry,

²National university of Uzbekistan

Обидова Н.Ж., Ашуров Ж.М., Хашимова З.С., Ходжаниязов Х.У., Ибрагимов Б.Т.

ДИКЛОФЕНАКНИНГ Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} ВА ЭТИЛЕНДИАМИН БИЛАН КОМПЛЕКСЛАРИНИНГ ЦИТОТОКСИКЛИГИ

Диклофенакнинг этилендиамин билан органик тузи ва ушбу лигандлар иштирокидаги Ni^{2+} , Cu^{2+} ва Zn^{2+} метал катионлари билан комплекс бирикмалари синтез қилиниб, уларнинг тузилиши рентген диффракцияси усулида аниқланди. Олинган янги комплексларнинг *HeLa* хужайраларига нисбатан цитотоксик фаоллиги ўрганилди. Айрим метал комплексларнинг фаоллиги диклофенакка нисбатан 2.0-4.4 марта ортганлиги аниқланди. Тадқиқотлар натижасида биологик фаол бирикманинг металллар билан комплекс ҳосил қилиши унинг фаоллиги ортшига олиб келиши исботланди.

Калит сўзлар: диклофенак, металлокомплекс, органик туз, цитотоксиклик.

Обидова Н.Ж., Ашуров Ж.М., Хашимова З.С., Ходжаниязов Х.У., Ибрагимов Б.Т.

ЦИТОТОКСИЧНОСТЬ КОМПЛЕКСОВ ДИКЛОФЕНАКА С Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} И ЭТИЛЕНДИАМИНОМ

Осуществлен синтез органической соли диклофенака с этилендиамином и комплексные соединения с участием этих лигандов с катионами металлов Ni^{2+} , Cu^{2+} ва Zn^{2+} , строение которых установлено с помощью метода рентгеноструктурного анализа. Изучена цитотоксичность синтезированных комплексов по отношению к клеткам *HeLa*. Обнаружено, что в случае некоторых металлокомплексов активность превышает активность диклофенака в 2.0-4.4 раза. В результате исследований доказано, что комплексообразование приводит к увеличению активности биологически активного соединения.

Ключевые слова: диклофенак, металлокомплекс, органическая соль, цитотоксичность.

Obidova N.J., Ashurov J.M., Khashimova Z.S., Khodjaniyazov Kh.U., Ibragimov B.T.

CYTOTOXICITY OF DICLOFENAC COMPLEXES WITH Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} AND ETHYLENEDIAMINE

It was synthesized an organic salt of diclofenac with ethylenediamine and complex compounds with the participation of these ligands and metal cations Ni^{2+} , Cu^{2+} and Zn^{2+} , the structures of which were established using the X-ray diffraction method. The cytotoxicity of the newly synthesized complexes against to *HeLa* cells was studied. It was found that in some of the complexes the activity enhances diclofenac activity by 2.0-4.4 times. As a result of research, it has been proven that complexation with metals leads to an enhancement of the activity of a biologically active compound.

Keywords: diclofenac, metal complex, organic salt, cytotoxicity, Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} cations.

Introduction. Almost a half of century has passed since diclofenac (DCF) started to be widely used in medicine as an anti-inflammatory drug of a non-steroidal nature [1]. This drug is gradually becoming promising in the treatment of different types of cancer [2]. It was summarised the evidence for an anti-cancer effect of DCF treatment drawing on *in vitro*, *in vivo* and human data. The established pharmacokinetics and known toxicity profile make DCF a strong candidate for repurposing as an oncological treatment, both in combination with existing standard of care treatments or in a cocktail with other repurposed drugs [3]. Sometimes synergism is observed when DCF is used in combination with other drugs, as well as in their conjugates. Compound *cis*-[Pt(DCF)₂(NH₃)₂], in which DCF molecules are coordinated to Pt(II) through their carboxylic group, is more potent than parental conventional Pt(II) drug cisplatin, free DCF and the congeners of it in which diclofenac ligands are conjugated to Pt(II) via a diamine. The potency of *cis*-[Pt(DCF)₂(NH₃)₂] is due to several factors including enhanced internalization that correlates with enhanced DNA binding and cytotoxicity (Fig. 1) [4].

The released parental DCF molecules should be able to carry out their biological functions and the $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$ moiety should be able to interact with its key target (nuclear DNA).

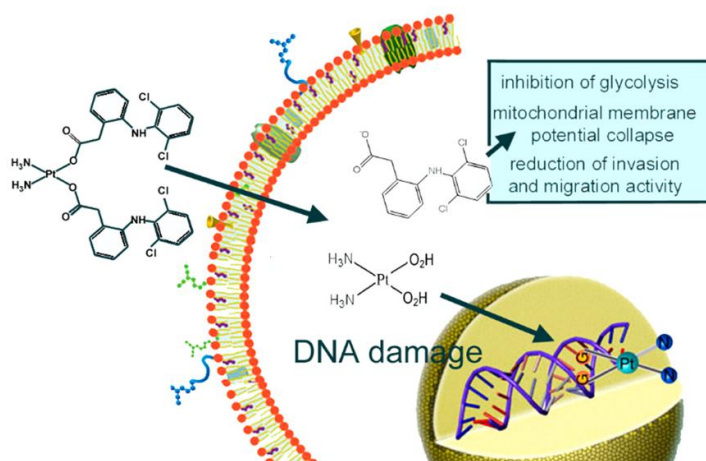


Fig. 1. Illustration of dual action of *cis*-[Pt(DCF)₂(NH₃)₂] in cells which are characteristic to both of cisplatin and DCF [4].

DCF shows anti-proliferative effects against L929 cells [5]. Furthermore, topical DCF in 2.5% hyaluronan shows the inhibition of colon-26 Adenocarcinoma development and angiogenesis [6]. Upon obtaining of complexes of a known preparation with metals, solubility and bioavailability is usually increased [7]. The corneal toxicity of preservative-containing solutions of DCF has already been documented [8-10] and later revealed that preservative-free DCF exhibit considerable toxicity [11].

The present work describes cytotoxicity assessment against *HeLa* cells of DCF complexes with ethylenediamine (EDA): (DCF·EDA), [M(DCF)₂], and mixed ligand complexes - [M(EDA)₂(H₂O)₂](DCF)₂, where M= Ni²⁺, Cu²⁺ and Zn²⁺, EDA – ethylenediamine.

Materials and methods. In order to obtain DCF complexes with biometals, aqueous ethanol solutions of acetates of Ni²⁺, Cu²⁺ and Zn²⁺ were intensively mixed with DCF and ethylenediamine (EDA) in 1:1:1 molar ratio, respectively. After two hours of refluxing the reaction mixture, hot filtration was carried out. Then the mother liquor was left at room temperature for two weeks. In this case, the growths of single crystals were observed, which were filtered and dried. The molecular and crystal structures of these single crystals have been studied by X-ray diffraction analysis. Thus, we have synthesized complexes of d-metals such as Ni²⁺, Cu²⁺ and Zn²⁺ with the anti-inflammatory drug DCF. Ethylenediamine was used as an additional ligand. The metal complexes synthesized by us are characterized by chelation of a metal ion with both two molecules of EDA and water, and DCF anions situated on the external coordination sphere. The cytotoxicity against *HeLa* cells of synthesized complexes were studied by MTT method.

Results and discussion. The structures of the synthesized compounds. The synthesis of biometal complexes with DCF and EDA was carried out and their structures were determined by X-ray diffraction method. Organic salt of DCF with EDA characterized by molar ratio of 1:2, *i.e.* each protonated on N atoms EDA molecule H-bonded with two deprotonated on carboxylic acid moiety DCF molecules. All synthesized metal complexes are similar by their molecular and crystal structure, *i.e.* they are isostructural. The metal cation is coordinated with two molecules of EDA and two water molecules in complexes of diclofenac with Ni²⁺, Cu²⁺ and Zn²⁺.

Complexes [Ni(EDA)₂(H₂O)₂](DCF)₂ (**1**), [Cu(EDA)₂(H₂O)₂](DCF)₂ (**2**) and [Zn(EDA)₂(H₂O)₂](DCF)₂ (**3**) are also isostructural. In all structures, the central metal ion lies on a symmetry center. The coordination geometry is elongated octahedron with two aqua ligands occupying the apical positions. The DCF anionic moieties are located outside of the first coordination sphere. Due to the aforementioned structural similarity, complexes **1-3** exhibit also a very similar packing pattern (Fig. 2).

The cytotoxicity. The cytotoxic activity of new DCF complexes in comparison with the original DCF was studied. The cytotoxic effect of substances on *HeLa* cell culture was evaluated by the biochemical MTT method. It was revealed that metal complexes exhibit cytotoxic activity 2.0-4.4 times higher than DCF itself.

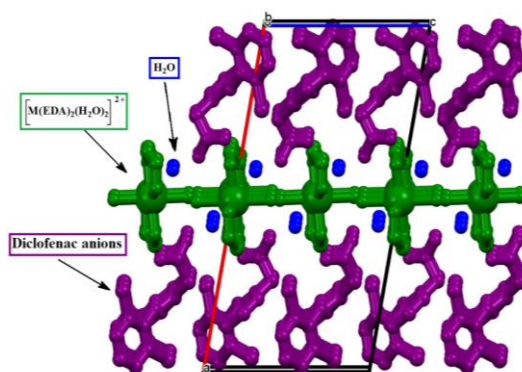


Fig. 2. Packing of the cations $[M(EDA)_2(H_2O)_2]^{2+}$ and anions DCF in the isostructural crystal structures, where $M=Ni^{2+}$, Cu^{2+} and Zn^{2+} .

The efficacy of substances on cell culture. Cytotoxicity was evaluated biochemically using the MTT method. To determine the cytotoxic effect, HeLa cells were scattered into 96-well plates in an amount of 20-30 thousand cells/mL in 100 μ L of RPMI 1640 medium with 10% serum of calf embryo and cultured at a temperature of 37°C in a CO₂ incubator. After a day, substances were introduced at concentrations of 10 and 1 μ g/mL, cells were cultured for 24 hours, and then MTT [3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl-2H-tetrazolium bromide] was introduced into cells to detect living cells [12]. After 3 hours of incubation, the medium was carefully drained, DMSO was added and incubated for 20 minutes, and then the optical density of the solution was measured at a wavelength of 620 nm. Reference is cells without treatment, where degree of MTT entrance into cells is 100% (0% inhibition).

The obtained results listed in Table.

Efficacy of compounds against to *HeLa* cell cultures

Dose, μ g Sample	Inhibition of MTT introduction in cells, %	
	100	10
DCF	20,2	23,5
EDA	25,5	36,1
(DCF·EDA)	38,3	6,1
$[Zn(DCF)_2]$	47,0	40,6
$[Zn(EDA)_2(H_2O)_2](DCF)_2$	20,7	22,1
$[Cu(DCF)_2]$	88,4	43,4
$[Cu(EDA)_2(H_2O)_2](DCF)_2$	28,6	39,4
$[Ni(DCF)_2]$	30,4	12,2
$[Ni(EDA)_2(H_2O)_2](DCF)_2$	9,3	7,1
Cisplatin	95,7	63,4

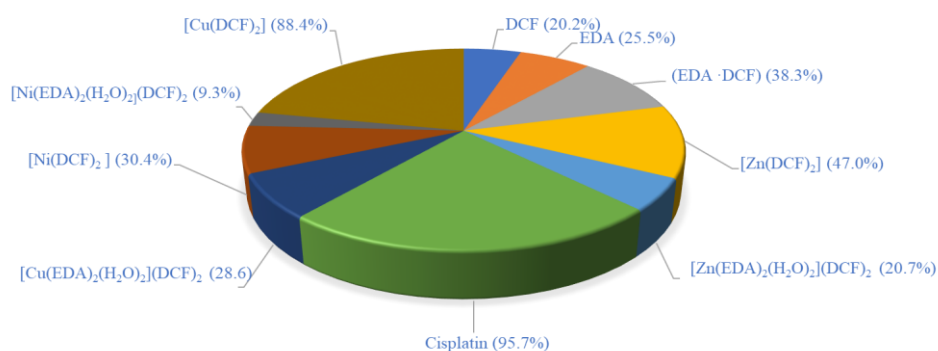


Fig. 3. Efficacy of compounds against to *HeLa* cell cultures. Dose 100 μ g. Inhibition of MTT introduction in cells, %.

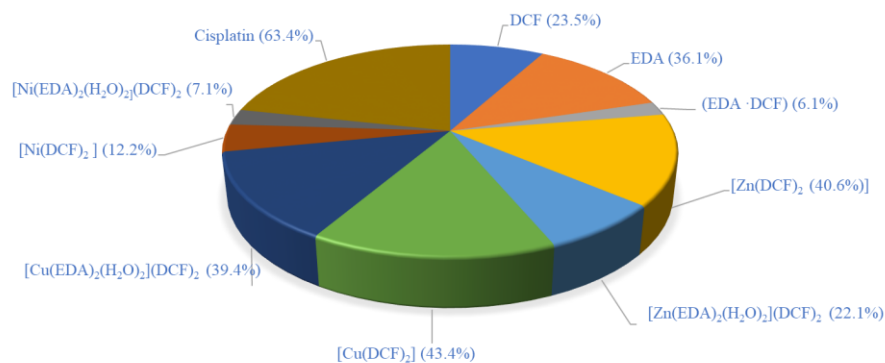


Fig. 4. Efficacy of compounds against to *HeLa* cell cultures. Dose 10 µg. Inhibition of MTT introduction in cells, %.

It should be noted that the cytotoxic activity in the mixed-ligand complexes is lower than in the complexes of diclofenac with metal cations (Fig. 3 and 4). This result can be explained by the fact that due to the high donor ability of ethylenediamine, this molecule attracts metal cations, and the diclofenac molecule is displaced into the external sphere.

Conclusion. The metal-complexes of DCF with Ni^{2+} , Cu^{2+} and Zn^{2+} cations exhibit stronger cytotoxic activity against HeLa cells than initial diclofenac, *i.e.* a complex formation of DCF with metal cations enhances cytotoxicity. Addition of EDA as a ligand leads to the disposition of DCF molecules to outer sphere. Thus, synthesis and structural study of DCF complexes is attractive from the theoretical and practical view of point.

REFERENCES

1. V.A. Skoutakis, C.A. Carter, T.R. Mickle, V.H. Smith, C.R. Arkin, J. Alissandratos, and D.E. Petty. Review of diclofenac and evaluation of its place in therapy as a nonsteroidal anti-inflammatory agent // *Drug Intell. Clin. Pharm.* -1988. –Vol. 22. –P. 850-859.
2. E.D. Arisan, R.O. Akar, O. Rencuzogullari, P.O. Yerlikaya, A.C. Gurkan, B. Akin, E. Dener, E. Kayhan, N.P. Unsal. The molecular targets of diclofenac differs from ibuprofen to induce apoptosis and epithelial mesenchymal transition due to alternation on oxidative stress management p53 independently in PC3 prostate cancer cells // *Prostate International*. -2019. –Vol. 7. –P. 156-165.
3. P. Pantziarka, V. Sukhatme, G. Bouche, L. Meheus, V.P. Sukhatme. Repurposing drugs in oncology (ReDO) – diclofenac as anti-cancer agent // *ecancer*. -2016. –Vol. 10. –P. 610.
4. F.P. Intini, J. Zajac, V. Novohradsky, T. Saltarella, C. Pacifico, V. Brabec, G. Natile, J. Kasparkova. Novel antitumor platinum (II) conjugates containing the nonsteroidal anti-inflammatory agent diclofenac: synthesis and dual mechanisms of antiproliferative effects // *Inorg. Chem.* – 2017. –Vol. 56(3). –P. 1483-1497.
5. R. Ahmadi, L. Ghaderi, G. Keyhani. The Effects of Diclofenac on Proliferation of L929 Tumor Cell Line in Cell culture // *Proceedings of 2015 Int. Conference on Biological and Environmental Sciences (BIOES-15)*, Phuket, Thailand, October 1-2, 2015.
6. M.P. Seed, J.R. Brown, C.N. Freemantle, J.L. Papworth, P.R. Colvif-Nash, D. Willis, K.W. Somerville, S. Asculai, D.A. Willoughby. The Inhibition of colon-26 Adenocarcinoma Development and Angiogenesis by Topical Diclofenac in 2.5% Hyaluronan // *Cancer Research*. -1997. –Vol. 57. –P. 1625-1629.
7. J.E. Weder, C.T. Dillon, T.W. Hambley, B.J. Kennedy, P.A. Lay, J.R. Biffin, H.L. Regtop, N.M. Davies. Copper complexes of non-steroidal anti-inflammatory drugs: an opportunity yet to be realized // *Coordination Chemistry Reviews*. -2002. –Vol. 232. –P. 95-126.
8. A.C. Guidera, J.I. Luchs, I.J. Udell. Keratitis, ulceration, and perforation associated with topical non-steroidal anti-inflammatory drugs // *Ophthalmology*. -2001. –Vol. 108(5). –P. 936-944.
9. T.P. O'Brien, Q.J. Li, F. Sauerburger, V.E. Reviglio, T. Rana, M.F. Ashraf. The role of matrix metalloproteinases in ulcerative keratolysis associated with perioperative diclofenac use // *Ophthalmology*.

- 2001. –Vol.108(4). –P. 656–659.
10. J.K. Hsu, W.T. Johnston, R.W. Read, et al. Histopathology of corneal melting associated with diclofenac use after refractive surgery // *J. Cataract Refract Surg.* -2003. –Vol. 29(2). –P. 250–256.
 11. M. Ayaki, A. Iwasawa, M. Soda, S. Yaguchi, R. Koide. Cytotoxicity of five fluoroquinolone and two nonsteroidal anti-inflammatory benzalkonium chloride-free ophthalmic solutions in four corneal conjunctival cell lines // *Clinical Ophthalmology.* -2010. –Vol. 4. –P. 1019–1024.
 12. Mosmann T. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays // *Immunological methods.* –USA. -1983. –Vol. 65. –P. 55-63.

ДЖОНМУРОДОВ¹ А.С., ИКРОМИ¹ Х.И., УСМАНОВА¹ С.Р., ХОЛОВ¹ Ш.Ё.,
МУХИДИНОВ¹ З.К., STRAHAN² G.D., LIU² L.S.

СТРОЕНИЕ ВОДОРАСТВОРИМОЙ ФРАКЦИИ ПЕКТИНОВЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА

zainy@mail.ru

Институт химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан,

¹Восточный региональный научно-исследовательский центр

Госдепартамента США по сельскому хозяйству

Джонмуродов А.С., Икромии Х.И., Усманова С.Р., Холов Ш.Ё., Мухидинов З.К., Strahan G.D., Liu L.S.

СТРОЕНИЕ ВОДОРАСТВОРИМОЙ ФРАКЦИИ ПЕКТИНОВЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Структурный анализ водорастворимой (ВРП) фракции пектиновых полисахаридов (ПП) подсолнечника был проведён с использованием ¹H, ¹³C и двумерной gHSQC ЯМР спектроскопией, определено процентное содержание функциональных групп. Предложена структура повторяющегося звена ВРП фракции ПП из совместного анализа ИК-, ЯМР ¹H, ¹³C и gHSQC, в виде полисахарида образованного, в основном, из гомогалактуронана (HG-), где карбоксильные группы находятся в свободном, этерифицированном и ионизированном состояниях. Присутствие незначительного количества RG- остатков, отнесено к отдельной фракции ПП полисахаридного матрикса.

Ключевые слова: пектин, подсолнечник, водорастворимая фракция, ¹H-, ¹³C- ЯМР спектры двумерная gHSQC схема.

Dzhonmurodov A.S., Ikromi Kh.I., Usmanova S.R., Kholov Sh.Y., Muhidinov Z.K., Strahan G.D., Liu L.S.

STRUCTURE OF WATER SOLUBLE FRACTION OF THE PECTIC POLYSACCHARIDES FROM SUNFLOWER

A structural analysis of the water-soluble (GRP) fraction of sunflower pectin polysaccharides (PP) was carried out using ¹H, ¹³C and two-dimensional gHSQC NMR spectroscopy, the percentage of functional groups was determined. The structure of the repeating GRP unit of the PP fraction from the joint analysis of IR and NMR data, in the form of a polysaccharide formed mainly from homogalacturonan (HG-), where carboxyl groups are in free, esterified, and ionized states, is proposed. The presence of a small amount of RG residues is assigned to a separate fraction of the polysaccharide matrix PP.

Key words: pectic polysaccharides - structure – ¹H, ¹³C -gHSQC NMR spectroscopy, FTIR spectroscopy.

Пектиновые полисахариды (ПП) представляют собой сложные гетерополисахариды, включающие различные полимерные цепи из гомогалактуронана (HG), рамногалактуронана 1 (RG I), рамногалактуронана 2 (RG II), арабиногалактана (AG), ксилогалактуронана (XG) и ряда других полисахаридов, связанных между собой и с другими полимерами клеточных стенок растений [1, 2]. Карбоксильные группы у галактуроновых кислот (ГК), в цепи ПП находятся в этерифицированном и свободном состояниях [1, 2]. ПП могут быть последовательно и избирательно выделены из клеточных стенок растений различными реагентами. Использование хелатных агентов, как правило,

выделяет ПП из области средней пластинки, где они на данном участке клеточных стенок (КС) растений преимущественно сшиты ионами кальция, а ПП связанные с целлюлозой ковалентными связями выделяются кислотой или щёлочью [2]. В изолированном виде коммерческий пектин представляет собой пищевой гидроколлоид с хорошо известными областями применения в качестве гелеобразующих агентов, стабилизаторов и эмульгаторов [3]. Помимо применения в пищевой промышленности, пектин все шире используется в медицине, фармацевтике и промышленности [4,5]. Структура пектина в растворе существенно влияет на его функциональность и это нашло своё отражение в многочисленных продуктах на его основе. В настоящее время, кожура цитрусовых и яблочных выжимок является основным источником экстрагированного пектина, в то время как другие потенциально ценные источники в значительной степени не используются из-за отсутствия структурной информации и некоторых нежелательных свойств [3]. В последнее время разработаны инновационные методы получения ПП из нетрадиционного сырья, такие как корзинки подсолнечника, сахарная свёкла, тыква и другие источники [6, 7].

Нами, ПП из корзинки подсолнечника были последовательно и избирательно экстрагированы различными способами и реагентами в виде соле-, водо- и кислоторастворимой фракций [8], для лучшего понимания, структура данного пектина. В предыдущей работе было обсуждено строение солерастворимой фракции ПП подсолнечника [9]. В данной работе представлены результаты исследования структуры водорастворимой фракции ПП (ВРП) подсолнечника методами ИК-, ^1H , ^{13}C и двумерной ЯМР спектроскопией, эксклюзионной хроматографии по размерам частиц.

Экспериментальная часть. ВРП фракцию ПП подсолнечника получали методом последовательной экстракции, как описано в работе [8]. Корзинки подсолнечника измельчали на лабораторной мельнице (Retsch, Германия) и отделяли фракциями с размером частиц 0.2-0.3 мм. После удаления солерастворимой фракции (СРП) остаток КС последовательно экстрагировали водным раствором при соотношении сырья: раствор - 1:20 и температуре 85°C. Затем остаток КС отделяли фильтрованием через плотный лавсан и сушили при 60°C. Фильтрат центрифугировали при 3500 об/мин в течение часа, для выделения пектинового геля (ПГ). Таким образом, полученные ВРП очищались при нагревании диализом и ультрафильтрацией (ДУФ) и выделялись из раствора спиртовым осаждением, сушили при 55-60°C.

Содержание галактуроновой кислоты (ГК) и степени этерификации (СЭ) карбоксильных групп определяли методами описанных в работах [10, 11] соответственно, СЭ ПП параллельно определяли ИК спектроскопическим методом [12]. Молекулярный вес (M_w) определён методом высокоэффективной эксклюзионной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) как с помощью вискозиметрического детектора (Viscostar, Wyatt technology, США) в сочетании с рефрактометрическим (Waters 2410 differential refractometer) детектором [7], так и методом много углового лазерного светорассеивания (МУЛС, HELEOS II Wyatt Technology, США). ЭЖХ колонки калибровались с использованием молекулярных стандартов Пуллулана (Showa Denko K.K., Japan) и серии декстранов (T10-T500). Значение M_w , M_n , M_z пектинов определяли с помощью программного обеспечения ASTRA 5.3.4.13 (Wyatt Technology). Значение инкремента dn/dc , равного 0.134, было заимствовано из работы [13].

ЯМР спектры были сняты на приборе 14 Tesla Agilent VNMRS NMR spectrometer (Santa Clara, CA, США). Спектры ЯМР ^1H и ^{13}C регистрировались при 40°C в растворе D_2O . Для отсчета химического сдвига, в качестве эталонного соединения использовали натриевую соль 3-(триметилсилил)-пропионовой кислоты (ТМСПК) для обоих ядер. Спектры ЯМР ^1H были сняты при частоте 600 МГц, диапазон измерения химического сдвига 12 м.д., ширина пульсации импульсов 45° и время задержки релаксации 4 сек. Спектры ЯМР ^{13}C записывались при частоте 150 МГц со шкалой диапазона до 250 м.д., время задержки релаксации 1 сек., в режиме накопления 50000-80000 повторности (сканированием, в течение суток). Двумерные эксперименты градиентной версии гетероядерные протон-углеродные корреляционные спектры (gHSQC) с высоким разрешением проводились с использованием адиабатической пульсации.

ИК-Фурье спектры сухих образцов пектина были записаны на приборе Spectrum 65 FT-IR (Perkin Elmer, Швейцария). ИК-спектры были сняты с использованием приставки нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО), (Attenuated total reflection-ATR, MIRACLE) с кристаллом ZnSe. Каждый спектр записывался с помощью программного обеспечения Perkin Elmer Spectrum, версия 10.03.07 и генерировался как среднее значение полос поглощений из 16 повторностей (сканирований).

Результаты исследования и их обсуждение. В табл. 1 приведены физико-химические свойства, молекулярная масса и гидродинамические свойства ВРП фракции, полученных водным раствором.

Таблица 1

Физико-химические свойства, молекулярная масса и гидродинамические свойства пектиновых полисахаридов ВРП фракции, полученных из корзинок подсолнечника

Фракция ПП	Выход ВРП и ОС, %			ГК, %	СЭ, %	МГ, %	Молекулярная масса и гидродинамические свойства ВРП			
	ПВ	ПГ	ОС				M _w , КД	[η], дл/г	ρ, (Rg/Rh)	α
ВРП	6.44	1.34	13.82	89.8	39.8 (41.4*)	30.0	187 540.6**	5.18 6.30	1.41 -	0.898 0.48

*СЭ ВРП найдено из ИК спектров, отношения интенсивностей валентных колебаний метильных групп ($\nu_{\text{ас}}\text{CH}_3 = 1440 \text{ см}^{-1}$) и колебаний пиранозного цикла при $1010\text{-}1015 \text{ см}^{-1}$ [12]. ** Данные полученные методом ВЭЖ с использованием универсальной калибровки. ПВ- пектиновые вещества; ПГ-Пектиновый гель; ОС- олигосахариды.

Доля данной фракции от общего количества экстрагированного ПП (СРП и КРП-кислот растворимой фракции) составила 29.34% [8].

Из данных приведённых в таблице видно, что данная фракция при охлаждении превратилась в гель. Содержание микрогеля (МГ) в нем после центрифугирования при большом значении $g=20000$, составило 30%. Содержание ГК было высоким (89.8%), но с низким значением СЭ (~40.6%). Состав моносахаридов, %: Rha-1.44; Aga-1.36; Xyl-1.60; Gal-2.34; Clc-2.24.

Полученное значение средней молекулярной массы (M_w) методом МУЛС было относительно низким (187 КД) в то время как значение M_w , найденного методом ЭЖХ с использованием универсальной калибровки (540.6КД) [8] превосходило значение таковым для других фракций, так как большая часть макромолекулы ВРП агрегировала при центрифугировании и фильтрации до введения в колонку ВЭЖ по сравнению с другими фракциями. Однако, несмотря на относительно низкое значение средней молекулярной массы (187 КД), она имела высокое значение гидродинамических параметров: характеристическая вязкость раствора ($[\eta]=5\text{-}6 \text{ дл/г}$), отношение средне-квадратичных гидродинамических радиусов макромолекул ($\rho=R_g/R_h$), найденных методами статистического и динамического светорассеивания, равное 1.41, что показывает линейную структуру данной фракции.

В ИК-спектрах ВРП фракции проявляются полосы поглощений характерные для 1-4 α -связанных галактуроновых кислот при 890, 1013, 1148, 2848, 2921 и 3340 см^{-1} и колебаний νCO , характеристической полосой карбонильных (C=O) свободных при 1642 см^{-1} и этерифицированных карбоксильных групп при 1732 см^{-1} . В отличие от СРП фракции, где полоса поглощения свободных карбоксильных групп наблюдается при 1605 см^{-1} в ВРП фракции νCO смещаются в сторону меньших длин волн. Наличие слабого поглощения при 828 см^{-1} указывает на присутствие сахарного остатка связанного в β -пиранозной конфигурации с основной цепью данного ПП.

Таблица 2

Химические сдвиги гликозильных остатков из спектров ^1H и ^{13}C -ЯМР и HSQC

	Химические сдвиги, δ (м.д.)						OMe	OAc
	C-1 (H-1)	C-2 (H-2)	C-3 (H-3)	C-4 (H-4)	C-5 (H-5)	C-6 (H-6)		
$\rightarrow 4$)- α -D-GalpA(1 $\rightarrow$ 4)	99.8 (5.15)	68.2 (3.80)	68.7 (4.0)	78.3 (4.55)	70.8 (4.75)	180.88	(COO ⁻)	-
$\rightarrow 4$)- α -6MeGalpA-(1 $\rightarrow$ 4	101.0 (4.92)	71.0 (3.56)	71.6 (3.70)	81.0 (4.47)	75.6 (-)	170.6 (-)	53.1	-
$\rightarrow 2$)- α -Rhap-($\rightarrow$ 4	101.6 (-)	79.6 (4.16)	- (3.70)	76.0 (3.36)	71.7 (3.65)	19.7 (1.26)	-	-
$\rightarrow 6$)-2-O-acetyl- α -D-Galp-(1 $\rightarrow$	99.4 (4.92)	72.8 (4.96)	68.5 (3.99)	70.1 (3.90)	70.5 (4.04)	173.4 (3.77)	-	57.65

Анализ распределения углеродных атомов по различным типам в области углеродных резонансов в областях 110–98 м.д. (аномерные атомы углеводов) и 82–67 м.д. (CHO- и CH₂O-фрагменты) спектра ЯМР ¹³C показывают, что у ВРП фракции имеются только две аномерные центры (при 99.8 м.д. и 101.6 м.д.), присутствуют все сигналы характерные для повторяющихся звеньев →4)-α-D-GalpA(1→4)- в свободной и метилированной формах, а также небольшие остатки рамнозы связанных →2)- α -Rhap-(→4. Следовательно ВРП полисахарида имеет минимум две разновидности углеводов двух фрагментов – основного-HG в виде кислотной и эфирной формы, а также обнаружены примеси разветвлённого и (RG) областей ПП макромолекул (табл. 2).

ЯМР ¹H и ¹³C спектры ВРП фракции были типичными для HG- и RG- пектинов, но содержащие HG- области значительно превосходило RG- области в отличие от ранее изученной СРП фракции ПП подсолнечника [9].

В ЯМР ¹H спектре протоны сигналов ацетильных групп проявились при 1.8 ~ 2.4 м.д, а сигналы протонов метильных групп проявляются между 1.0 ~ 1.4 м.д. Эти группы имеют по 3 протона, а остальные протоны представлены метиновыми группами (CH), в сахарных остатках пектина. Интегрируя интенсивность сигнала в искомые (желаемые) области (I_x) можно определить процентное содержание этих групп во фракциях ПП по сравнению с суммарной интенсивностью сигналов оставшимися протонами сахарных остатков (I_{общ} = 3-6 м.д.). Процентное содержание метильных, ацетильных и карбоксильных групп изученной фракции пектинов методом ЯМР ¹H спектроскопией, найденных из отношения $qx = I_x / I_{общ}$ даются в табл. 3.

Таблица 3

Анализ содержания функциональных групп

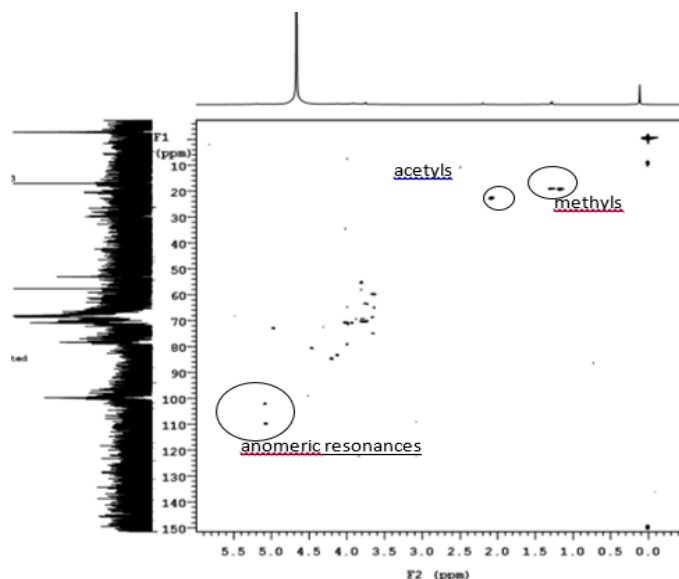
Фракция ПП	Метильные группы, %	Количество сигналов метильных групп *	Ацетильные группы, %	Количество сигналов ацетильных групп *	Резонансы карбоксильных групп	Количество аномерных атомов в gHSQC
ВРФ	0.62	2	0.29	1	170.6, 173.4, 180.9	2

Спектры ЯМР дают также важную информацию о наличии мультиплетности метильных групп во фракциях, показывающих влияние окружения на их локализацию. Для анализа принимаются во внимание только интенсивные пики, потом полученный результат сравнивается с количеством пиков в корреляционных гетероядерных (двумерных) спектрах- gHSQC. Для данной фракции, при сравнении ЯМР спектров ¹H с двумерными диаграммами gHSQC эксперимента (рис.), видно появление 2 резонансов для метильных групп. Наличие ацетильных групп для данной фракции наблюдается одним сигналом. Это показывает, что карбоксильные группы в данном пектине окружены различными группами, где вероятно присутствуют 2 варианта структуры.

Ясная картина наличия аномерных резонансов в макромолекуле ПП видна в спектрах gHSQC. Этим методом обнаружено наличие двух аномерных пиков для ВРП фракции ПП подсолнечника. Присутствие и состояние карбоксильных групп ВРП фракции показано резонансами между 170 ~ 182 м.д. в ЯМР- ¹³C спектрах. В ЯМР- ¹³C спектрах обнаружены сигналы для -COOCH₃ при 170.06 м.д., для 173.4 -COOH и ионизированных (-COO⁻) при 180.9 м.д. (табл. 2). В отличие от СРП фракции [9], где обнаружены 10 аномерных центров, можно с уверенностью констатировать присутствие как минимум 2 разновидности остатков ГК в виде свободной, этерифицированной и ионизированной формах в этой фракции.

Из совместного анализа спектров ЯМР ¹³C, ИК спектров и молекулярных характеристик можно сделать следующий вывод: макромолекула данного ПП состоит из чередующих остатков ГК с хаотическим распределением и низкой степенью этерификации (метильными и ацетильными группами). Линейные структуры HG можно представить в виде схемы из чередующих остатков: [→4)-α-d-GalpA6Me-(1 → 4)- α-d-GalpA-(1→], [→4)-α-d-GalpA-(1 → 4)- α-d-GalpA2Ac-(1→], а присутствие небольшого количества RG как: [(1→4)α-D-GalpA(1→4)α-D-GalpA(1→2)-L-Rhap(1→4)-[α-D-GalpA]_n с боковыми цепями из Araf, Xylf, Galp; Clcp остатками.

Высокое значение $[\eta]$ и отношение среднеквадратичных гидродинамических радиусов макромолекул ($\rho=R_g/R_h$) доказывает линейность данной макромолекулы, однако низкая значения $S\bar{D}$ подвергают макромолекулу к агрегации при охлаждении.



Спектры gHSQC водорастворимой фракции ПП подсолнечника.

Таким образом, исходя из совместного анализа ИК, ЯМР ^1H , ^{13}C и gHSQC спектров для ВРП фракции ПП может быть предложена структура, приведённая на схеме. Структуру данного ПП можно представить, как полисахарид образованный в основном из HG-, где карбоксильные группы находятся в свободном, этерифицированных и ионизированных состояниях. Наличие RG-остатков в спектрах, скорее являются остатками из примесей ПП других фракций или связанных в боковых цепях полисахаридного матрикса.

Работа выполнена в рамках проекта МНТЦ Т-1419 при финансовой поддержке Госдепартамента США по сельскому хозяйству.

ЛИТЕРАТУРА

1. A.G.J. Voragen, G.J. Coenen, Verhoef, R.P., and Schols, H.A. *Struct. Chem.* 20, 263(2009).
2. A.N Round, N.M. Rigby, A.J. MacDougall & V.J. Morris. *Carbohydr. Res.* 345, 487–497 (2010).
3. H.U. Endress, In *Renewable Resources for Functional Polymers and Biomaterials: Polysaccharides, Proteins and Polyesters*, B.-Z. Tang, P. A. Williams (Ed.s), *RSC Publishing*, Cambridge. Chapter 8, 210-260, (2011).
4. З.К. Мухидинов, Д.Т. Бобокалонов, С.Р. Усманова. Пектин – основа для создания функциональной пищи. Душанбе, ООО «Сифат-Офсет»– 192с., 416 библиогр. (2019)
5. F. Naqash, F.A. Masoodi, S.A. Rather, S.M. Wani, A. Gani. Naqash F. *Carbohydrate Polymers*. 68, 227–239 (2017).
6. Z.K. Muhidinov, D.Kh. Khalikov, L.M. Fishman, LS Liu. *Journal Biopolymer Research* 1, 101-124 (2017).
7. Z.K. Muhidinov, Kh. Teshaev, A. Dzhonmurodov, D. Khalikov, M. Fishman. *Macromolecular Symposia*. 317-318, 142-148. (2012).
8. А.С. Джонмуродов, Х.И. Тешаев, Ш.Ё. Холов и др. *Доклады АН РТ*. 3, 241-247 (2015).
9. А.С. Джонмуродов, Х.И. Тешаев, Ш.Ё. Холов и др. *Доклады АН РТ*. 4, 320-325 (2015).
10. T.M.C. Filisetti-cozzi, N.C. Carpita. *Anal. Biochem.* 197, 157-162 (1991).
11. CP Kelco Control methods. - March 7, P.3. (2001).
12. A. Fellah, P. Anjukandu, M.R. Waterland, M.A.K. Williams. *Carbohydrate Polymers* .78, 847–853 (2009).
13. M.L. Fishman, P.N. Walker, H.K. Chau, A.T. Hotchkiss . *Biomacromolecules*. 4, 880-889 (2003).

REFERENCE

1. A.G.J. Voragen, G.J. Coenen, Verhoef, R.P., and Schols, H.A. *Struct. Chem.* 20, 263(2009).
2. A.N Round, N.M. Rigby, A.J. MacDougall & V.J. Morris. *Carbohydr. Res.* 345, 487–497 (2010).
3. H.U. Endress, In *Renewable Resources for Functional Polymers and Biomaterials: Polysaccharides, Proteins and Polyesters*, B.-Z. Tang, P. A. Williams (Ed.s), *RSC Publishing*, Cambridge. Chapter 8, 210-260, (2011).
4. Z.K. Muxidinov, D.T. Bobokalonov, S.R. Usmanova. *Pektin –osnova dlya sozdaniya funktsionalnoy pishi*. Dushanbe, ООО «Sifat-Ofset»– 192 s., 416 bibliogr. (2019)
5. F. Naqash, F.A. Masoodi, S.A. Rather, S.M. Wani, A. Gani. Naqash F. *Carbohydrate Polymers*. 68. 227–239 (2017).
6. Z.K. Muhidinov, D.Kh. Khalikov, L.M. Fishman, LS Liu. *Journal Biopolymer Research* 1, 101-124 (2017).
7. Z.K. Muhidinov, Kh. Teshaev, A. Dzhonmurodov, D. Khalikov, M. Fishman. *Macromolecular Symposia*. 317-318, 142-148. (2012).
8. A.S. Djonmurodov, X.I. Teshaev, SH.YO. Xolov i dr. *Doklady AN RT.* 3, 241-247 (2015).
9. A.S. Djonmurodov, X.I. Teshaev, SH.YO. Xolov i dr. *Doklady AN RT.* 4, 320-325 (2015).
10. T.M.C. Filisetticozzi, N.C. Carpita. *Anal. Biochem.* 197, 157-162 (1991).
11. CP Kelso Control methods. - March 7, R.3. (2001).
12. A. Fellah, P. Anjukandu, M.R. Waterland, M.A.K. Williams. *Carbohydrate Polymers* .78, 847–853 (2009).
13. M.L. Fishman, P.N. Walker, H.K. Chau, A.T. Hotchkiss. *Biomacromolecules*. 4, 880-889 (2003).

САИТМУРОВА О.Х., ИСМАИЛОВ С.И., ЗОКИРОВ Я.У.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО И ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ЭФФЕКТА VER-MOL-1 И VER-MOL-2

ibchem@uzci.net

Ташкентский педиатрический медицинский институт

Саитмуротова О.Х., Исмаилов С.И., Зокиров Я.У.

VER-MOL-1 VA VER-MOL-2 NI ТЕРАПЕВТИК VA СОҒЛОМЛАШТИРИШ ХУСУСИЯТИ

Мақолада туя сутидан ажратилган БФМ (биологик фаол модда), Ver-Mol-1 ва Ver-Mol-2 ни биологик фаоллиги ўрганилган. Ver-Mol-1 ва Ver-Mol-2, ни бир марта юборилганда қондаги эритроцитларда гемоглобинни ошириши, анемияга қарши хусусияти борлиги аниқланди. Ver-Mol-2 ни Ver-Mol-1 га нисбатан қанди диабетга таъсири кучлироқ бўлди.

Калит сўзлар: диабет, Ver-Mol-1, Ver-Mol-2.

Саитмуротова О.Х., Исмаилов С.И., Зокиров Я.У.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО И ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ЭФФЕКТА VER-MOL-1 И VER-MOL-2

Изучена биологическую активность БАД (Ver-Mol-1 и Ver-Mol-2) выделенного из верблюжьего молока и шубата. Установлено, что Ver-Mol-1 и Ver-Mol-2 при однократном введение действует на увеличение гемоглобина в эритроцитах крови т. е имеет антианемическую свойства. Однако при сахарном диабете, действие Ver-Mol-2 оказалось сильнее чем Ver-Mol-1,.

Ключевые слова: диабет, Ver-Mol-1, Ver-Mol-2.

Saitmuratova O.Kh., Ismailov S.I., Zokirov Y.U.

STUDY THERAPEUTIC AND SANITATION EFFECT OF VER-MOL-1 AND VER-MOL-2

The biological activity BAS (Ver-Mol-1 and Ver-Mol-2) being seperated from camel's milk and shubat were studied. It was determined that Ver-Mol-1 and Ver-Mol-2 at once introduction influence on hemoglobin inerase in blood erythrocytes i.e it has antianemic properties. However, the action of Ver-Mol-2 is stronger than Ver-Mol-1 at diabetes mellitus.

Key words: diabetes, Ver-Mol-1, Ver-Mol-2.

Введение. Одной из актуальных проблем в настоящее время является профилактика заболеваний путем создание новых пищевых лечебных продуктов. Известно, что верблюжье молоко и шубат используются в народной медицине для лечения больных раком, СПИДом, синдром Альцгеймера, гепатита, туберкулёза и при заболеваниях дыхательных путей. По своим биологическим свойствам верблюжье молоко и шубат не только питательный и вкусный продукт и источник витаминов, а также улучшает кровообращение и укрепляет иммунитет[1]. Верблюжье молоко блокируют раковые клетки и не вызывает побочных эффектов[2]. Несмотря на это, состав и лечебное свойство его достаточно неизучены.

Цель исследования. Изучение активности веществ содержащихся в Ver-Mol-1 и Ver-Mol-2, выделенного из верблюжьего молока и поиск их полезных свойств.

Материалы и методы. В работе использованы следующие методы: определение аминокислотного состава, колоночная хроматография, антианемические, антидиабетическое, электрофотические исследования. Объектом исследования были лиофильно высушенное верблюжье молоко (Ver-Mol-1) и шубат (Ver-Mol-2). Гемолитическую анемию вызывали у крыс, путем внутримышечного введения фенилгидразина сернокислого из расчета 3 мг/100 г [3]. Алиментарную гипергликемию вызывали вскармливанием животных глюкозой в дозе 9 г/кг массы тела с помощью желудочного катетера. Адреналиновую гипергликемию вызывали введением адреналина 50 мкг/ кг в б/р за 1 час до взятия крови [4]. Аллоксановую гипергликемию вызывали путем однократного внутрибрюшинного введения 150 мг/кг аллоксана в виде 1 % раствора [3-7]. Уровень глюкозы в крови определяли через 1 час, и 3 дня после вызывания гипергликемии [5-7]. БАД вводили в первый день дважды внутривентрикулярно. На второй день вводили БАД, а затем аллоксан, вечером опять БАД. На второй и третий день опытным животным 2 раза вводили исследуемые препараты. На пятый день определяли содержание сахара в сыворотке крови. Содержание сахара в сыворотке крови определяли глюкозооксидазным методом с помощью набора CYPESSDIAYPOCTICS (AgnglopBelgfum).

Результаты исследований.

Интakтным животным ничего не вводится. Контрольным животным вводили физраствор. Проведенные эксперименты показали, что фенилгидразин сернокислый вызывает уменьшение уровня гемоглобина, снижение числа эритроцитов и повышение процентного содержания ретикулоцитов. Так уровень гемоглобина снижался с $13,6 \pm 0,6$ (интакт) до $70,6 \pm 1,5$ г/л (контроль): число эритроцитов уменьшалось с $5,0 \pm 0,5$ до $2,0 \pm 0,2$ а процентное содержание ретикулоцитов повышалось с $4,8 \pm 0,4$ до $6,7 \pm 0,6$ (табл. 1).

Таблица 1

Состав некоторых показателей периферической крови крыс с гемолитический анемии под влиянием БАД Ver-Mol-1 и Ver-Mol-2 в сравнении с Тардифероном (1-е сутки лечения)
n=5 M $\pm$ m:P $\leq$ 0.05

Тесты	Препараты и дозы на 1-е сутки лечения				
	Интakтная (1гр)	Контроль (2гр)	Ver-Mol-1 500мг/кг (2гр)	Ver-Mol-2 500мг/кг (4)	Тардиферон 6мг/кг (5 гр)
Гемоглобин г/л	13,6 $\pm$ 0,6	70,6 $\pm$ 1,5*	80,0 $\pm$ 1,5*	85,3 $\pm$ 1,7*	89,0 $\pm$ 1,5*
Эритроциты 10 ¹² л	5,0 $\pm$ 0,5	2,0 $\pm$ 0,2	3,9 $\pm$ 0,4*	3,5 $\pm$ 0,5*	3,5 $\pm$ 0,5*
Ретикулоциты %	4,8 $\pm$ 0,4	6,7 $\pm$ 0,6*	7,0 $\pm$ 0,6*	7,9 $\pm$ 0,7*	7,6 $\pm$ 0,7*

* P $\leq$ 0,05 по отношению к интактным животным

Уже через сутки после введения БАД изучаемые показатели достоверно возросли по сравнению с контролем: гемоглобин повысился с $70,6 \pm 1,5$ до $80,0 \pm 1,5$ г/л, эритроциты с $2,0 \pm 0,2$ до $3,9 \pm 0,4$, ретикулоциты с $4,8 \pm 0,4$ до $7,0 \pm 0,6$ после применения Ver-Mol-1. Под влиянием Тардиферона изучаемые показатели увеличились по отношению с контролем, но существенно отличались от показателей под влиянием Ver-Mol-1 и Ver-Mol-2 (см. табл. 1).

Ежедневное применение Ver-Mol-1 и Ver-Mol-2 в течение 3-х дней выявило еще более выраженный антианемический эффект этих БАД, по отношению к контролю и их действие было сравнимо с действием Тардоферона (табл.2).

Таблица 2

**Динамика изменения некоторых показателей состава периферической крови крыс
(при гемолитической анемии) под влиянием антианемических препаратов
в сравнении с Тардифероном (3 сутки лечения)
n=5. $M \pm m$: $P \leq 0.05$**

Тесты	Препараты и дозы на 1-е сутки лечения				
	Интактные (1гр)	Контроль (2гр)	Ver-Mol-1 500мг/кг (2гр)	Ver-Mol-2 500мг/кг (4)	Тардиферон 6мг/кг (5 гр)
Гемоглобин г/л	13,6±1,8	7,2±1,5*	8,8±1,5*	8,9±1,7*	8,7±1,5*
Эритроциты 10^{12} /л	5,0±0,5	2,0±0,2	3,7±1,5*	3,9±0,4*	3,6±0,5*
Ретикулоциты % о	4,7±0,4	6,7±0,6*	7,0±0,5*	7,8±0,7*	6,8±0,7*

* $P \leq 0,05$ по отношению к контролю

В контрольной группе (2 гр) исследуемые показатели оставались низкими и достоверно отличались от показателей интактной группы (1гр) крыс.

На 7-ые сутки исследования, в опытных группах продолжалось восстановление гемоглобина и числа эритроцитов, хотя их показатели не достигали уровня интактной группы животных.

Таким образом, проведенные исследования подтвердили наличие антианемических свойств Ver-Mol-1 и Ver-Mol-2. Наиболее антианемичен был Ver-Mol-2 в сравнении с действием Ver-Mol-1 и коммерческого железосодержащего средства тардиферона и даже несколько превосходят его.

В другой серии экспериментов изучали биологическую активность БАД на моделях алиментарной и адреналиновой гипергликемии. Наиболее интересным с точки зрения биологической активности оказалась Ver-Mol-2 с антидиабетическим свойством. Исходная концентрация сахара в крови составила у крыс $2,7 \pm 0,2$ ммоль/л. Через час, после введения сахара, у крыс количество глюкозы в контрольной группе животных повысилось до $3,75 \pm 0,31$ ммоль/г, а в опытных группах под влиянием БАД Ver-Mol-1 и Ver-Mol-2 они составляли, соответственно $2,7 \pm 0,3$ и $2,5 \pm 0,2$ ммоль/л (таблица 3).

Таблица 3

**Гипогликемическая активность БАД Ver-Mol-1 и Ver-Mol-2 у крыс
с алиментарной и адреналиновой гипергликемией
n=5. $M \pm m$: $P \leq 0.05$**

Препараты	Исходная концентрация сахара ммоль/л	Алиментарная гипергликемия		Адреналиновая гипергликемия	
		ммоль/л	Гипогликемический эффект, %	ммоль/л	Гипогликемический эффект, %
Контроль	$2,7 \pm 0,2$	$3,75 \pm 0,31$		$3,85 \pm 0,33$	
Ver-Mol-1	$2,7 \pm 0,2$	$2,7 \pm 0,30$	28	$3,1 \pm 0,30$	18
Ver-Mol-2	$2,7 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,20$	33	$2,7 \pm 0,20$	28

Гипергликемический эффект через час после введения сахара, составил 28 и 33% соответственно, по отношению к контрольной группе животных. По литературным данным препараты Манинил, Адебит или Глипил (МПО) «Самитол», Диаформин также снижает уровень сахара в крови при алиментарной гипергликемии на 32,4; 30,8 и 27,4% соответственно.

Гипогликемический эффект Ver-Mol-2 не уступала вышеуказанным препаратам.

Известно, что у голодных крыс почти полностью расходуется гликоген и вызванная введением адреналина гипергликемия обусловлена активностью гликогеназы с параллельным ингибированием гликогенсинтазы. Сахароснижающий эффект на этой модели обусловлен, по-видимому, ингибированием процесса гликогена.

Как видно из приведенных данных таблицы 3, при адреналиновой модели гипергликемии в контрольной группе уровень глюкозы повысился до $3,85 \pm 0,33$ ммоль/л, а в опытных группах, принимающих Ver-Mol-1 и Ver-Mol-2, содержание сахара составило $3,1 \pm 0,3$ и $2,7 \pm 0,2$ ммоль /л соответственно. При этом гипогликемический эффект через час после введения адреналина, составило 18 и 28 % по отношению к контрольной группе животных.

Следовательно, гипогликемический эффект в наших экспериментах при однократном введении БАД Ver-Mol-1 и Ver-Mol-2 проявился на обеих моделях гипергликемии. Однако Ver-Mol-2 оказался более эффективнее, чем Ver-Mol-1.

Резюмируя полученные данные следует отметить, что к ранее известным полифункциональным свойствам верблюжьего молока дополнительно обнаружилось, что оно также полезно для профилактики анемии и сахарного диабета.

ЛИТЕРАТУРА

1. S. Kappelers, Z. Farahz, Z. Puhans. Sequence analysis of complelus dromedaries milk caseins. // J. Dairy Res. 1998, v65, p.209-22.
2. Sidgi S.A.A Hasson, Juma Zaid Al-Busaidi, Zahra A.M. Al-Qarni, S. Rajapakse, Shadia Al-Bahlani, Mohamed Ahmed Idris, Talal A. Sallam, In Vitro Apoptosis Triggering in the BT-474 Human Breast Cancer Cell Line by Lyophilised Camel's Milk. // Asian Pacific Journal of Cancer Prevention. vol 16. 2015. Issue 15, pp. 6651-6661, <https://doi.org/10.7314/APJCP.2015.16.15.6651>
3. Т.П. Белоκριцкая, Б.И. Кузник, В.Х. Хавинсон. Влияние полипептидов эритроцитов на систему кроветворения при экспериментальной анемии // Экспериментальная биология и медицина. №3, 1963, с.132-133.
4. В.Г. Баранов, И.М. Соколоверова, Э.Г. Гаспарян, Ю. А. Ярошевский, А.И. Никитина. Экспериментальный сахарный диабет // Отв. ред. В.Г. Баранов, Ленинград: Наука . 1963, 240 с
5. Доклиническое исследование лекарственных средств (Методические рекомендации) ФК МЗ Киев, под, ред. Стефанова. 2002.
6. C. Morse. A study of the prevalence and causes of amines of Muynak district of Karakalpakistan of the Republic of Uzbekistan // Washington D.C. JPMAC. Project. USAID. 1994.
7. Методические рекомендации по доклиническому изучению пероральных лекарственных средств для лечения сахарного диабета / Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств // Под. ред. А.Н. Миронова. 2012, 670 С.

REFERENCE

1. S. Kappelers, Z. Farahz, Z. Puhans. Sequence analysis of complelus dromedaries milk caseins. // J. Dairy Res. 1998, v65, p.209-22.
2. Sidgi S.A.A Hasson, Juma Zaid Al-Busaidi, Zahra A.M. Al-Qarni, S. Rajapakse, Shadia Al-Bahlani, Mohamed Ahmed Idris, Talal A. Sallam, In Vitro Apoptosis Triggering in the BT-474 Human Breast Cancer Cell Line by Lyophilised Camel's Milk. // Asian Pacific Journal of Cancer Prevention. vol 16. 2015. Issue 15, pp. 6651-6661, <https://doi.org/10.7314/APJCP.2015.16.15.6651>
3. T.P. Belokritskaya, B.I. Kuznik, V.X. Xavinson. Vliyanie polipeptidov eritrotsitov na sistemu krovotvoreniya pri eksperimentalnoy anemii // Eksperimentalnaya biologiya i meditsina. №3, 1963, с.132-133.
4. V.G. Baranov, I.M. Sokoloverova, E.G. Gasparyan, YU. A. YAroshevskiy, A.I. Nikitina. Eksperimentalniy saxarniy diabet // Otv. red. V.G. Baranov, Leningrad: Nauka. 1963, 240 с
5. Doklinicheskoe issledovanie lekarstvennykh sredstv (Metodicheskie rekomendatsii) FK MZ Kiev, pod, red. Stefanova. 2002.
6. S. Morse. A study of the prevalence and causes of amines of Muynak district of Karakalpakistan of the Republic of Uzbekistan // Washington D.C. JPMAC. Project. USAID. 1994.
7. Metodicheskie rekomendatsii po doklinicheskomu izucheniyu peroralnix lekarstvennix sredstv dlya lecheniya saxarnogo diabeta / Rukovodstvo po provedeniyu doklinicheskix issledovaniy lekarstvennykh sredstv // Pod. red. A.N. Mironova. 2012, 670 S.

ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА

РАХИМОВА Н.М.

АНАЛИЗ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА IL-15RA T364G У СПОРТСМЕНОВ УЗБЕКИСТАНА

mbiochemistry@mail.ru

Республиканский НПЦ спортивной медицины при Национальном Олимпийском комитете РУз

Рахимова Н.М.

ЎЗБЕКИСТОНДАГИ СПОРТЧИЛАРИДА IL-15RA T364G ГЕНИ ПОЛИМОРФИЗМИНИНГ ТАХЛИЛИ

Ушбу мақолада циклик спорт турлари билан шуғулланадиган спортчилардаги IL-15RA T364G геннинг полиморфизми ўрганилган. Профессионал федерациялар спортчилари ва болалар ва ўсмирлар спорт мактаблари ўқувчилари ўртасида генотиплар ва IL-15RA T364G геннинг аллелларининг тарқалиш частотасидаги аниқланган фарқларни ўрганиш амалга оширилди. IL-15RA геннинг гетерозиготли TG вариантининг энг юқори даражадаги учрайдиган эгалари спортчиларни ичида аниқланди. IL-15RA геннинг аллел-генотипик вариантларини тарқалиш частотасида спорт турига нисбатан боғлиқликлар аниқланди. Ўрганилган спортчилар орасида TT ва GG генотипларининг асосий эгаси

Калим сўзлар: генетик полиморфизм, генотип, аллель, циклик спорт турлари.

Рахимова Н.М.

АНАЛИЗ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА IL-15RA T364G У СПОРТСМЕНОВ УЗБЕКИСТАНА

В работе приведены результаты исследования полиморфизма гена IL-15RA T364G16 у спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта. Проведены исследования выявленных различий в частоте распределения генотипов и аллелей гена IL15RA T364G между совокупной выборкой спортсменов в профессиональных федерациях и учащих детей детских юношеских спортивных школ.

Определены категории спортсменов с наиболее высоким удельным весом носительства TG гетерозиготного варианта гена IL15RA. Выделены в зависимости от вида спорта частоты распределения аллельно-генотипных вариантов гена IL15RA. Установлены основные носители TT и GG генотипов среди изученных спортсменов.

Ключевые слова: генетический полиморфизм, генотип, аллель, циклические виды спорта.

Rakhimova N.M.

ANALYSIS OF IL-15RA T364G GENE POLYMORPHISM OF UZBEKISTAN SPORTSMEN

In this work, polymorphism of the IL-15RA T364G gene have been tested in sportsmen involved in cyclical sports. The studies of the revealed differences in the frequency of distribution of genotypes and alleles of the IL-15RA T364G gene between athletes in professional federations and students of children's youth sports schools were carried out. The categories of athletes-owners with the highest frequency of the TG genotype - heterozygous variant of the IL15RA have been determined. Dependences on the kind of sport in the frequency of distribution of allelic-genotypic variants of the IL15RA gene were identified. The main owners of TT and GG genotypes were established among the studied athletes.

Key words: genetic polymorphism, genotype, allele, cyclical sports.

Введение. Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что спортсмены по-разному реагируют на одинаковые внешние неблагоприятные воздействия: у одних развиваются патологические процессы в организме, у других - нет. Установлено, что данные различия связаны не только с влиянием среды, но и генотипа [1,3,5]. Расшифровка генома человека открыла новые возможности в изучении молекулярных механизмов, лежащих в основе развития профессиональных патологий спортсменов. Согласно современным представлениям функциональной геномики, считается, что индивидуальные различия в степени развития тех или иных физических и психических качеств, а также в подверженности к тем или иным заболеваниям спортсменов во многом обусловлены ДНК-полиморфизмами (вариабельными участками в последовательности ДНК), когда шансы

стать высококвалифицированным спортсменом у индивида прежде всего зависит от числа благоприятных аллелей генов [3]. При этом для наиболее точного определения предрасположенности к спорту необходимо использовать максимальное число маркеров, в том числе и антропометрических, функционально-диагностических, педагогических тестов и т.д.

Формирования подхода для выбора вида спорта и разработке индивидуальных программ подготовки высококвалифицированных спортсменов с учетом генетического резерва организма способствует быстрому росту спортивного мастерства и достижению высоких спортивных результатов [1].

В настоящей работе нами изучены аллельно-генотипные варианты гена IL15RA среди спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта в сравнительном аспекте.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились на основе выборки спортсменов в 2019 году. Число спортсменов в возраст – 14-30 лет в выборке составило 120, из которых 40 спортсменов занимались греблей на байдарке и каноэ, 40 – спортсменов-легкоатлетов, 40 – велосипедистов. 45% исследуемых групп составляли стайеры, 28% - спринтеры и 27% - средневики. При отборе конкретных лиц не учитывали их национальную принадлежность. Забор биологического материала для выделения ДНК осуществляли с учетом установленного порядка по правам человека, который производили с письменного согласия испытуемых [2]. Сбор образцов крови спортсменов разной специализации и квалификации проводился на базе спортивных федераций и спортивных школ Узбекистана: легкая атлетика, велоспорт, гребля на байдарке и каноэ. Венозная кровь в количестве 1.5 мл была отобрана в 3 мл раствора ЭДТА (этилендиаминтетрауксусная кислота) и хранилась при температуре -20°C. Выделение ДНК из цельной крови проводилась на наборе реагента Рибо-преп (производства AmpliSens ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия). Детекцию полиморфизма rs2296135 гена ИЛ-15RA (T364G) определяли методом Real-Time ПЦР (ООО НПФ «Литех» Москва, Россия). Для проведения ПЦР-амплификации в реальном времени использовали GeneAmp® ПЦР – ABI 7500 FastRealTime PCR с 96-ячеечным блоком. ПЦР осуществляли с помощью двухпраймерной системы. Программа амплификации в реальном времени включала 100 сек предварительной денатурации при 95°C однократно, при 95°C – 15 сек и при 64°C – 40 сек включала 45 повторов. В программу ввели детекторы FAM и JOE. Полученные результаты документировались в виде роста кривых по двум детекторам FAM и JOE в графическом режиме на соответствующей программе (рис. 1).

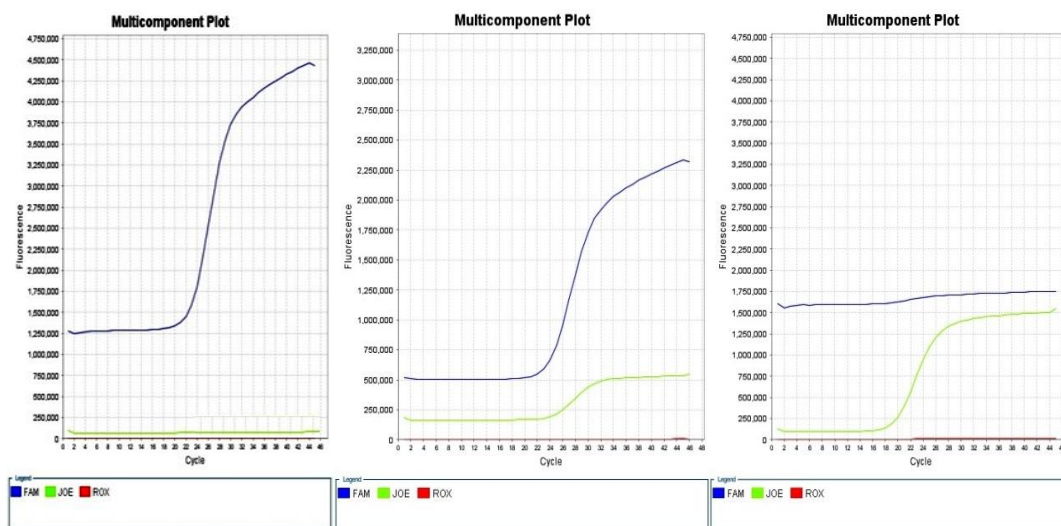


Рис. 1. Результат проведения ПЦР в режиме реального времени гена ИЛ-15RA T364G: А – гомозиготный генотип ТТ; Б – гетерозиготный генотип –ТG, В – гомозиготный генотип GG.

Результаты и обсуждение. Результаты анализа T364G полиморфизма гена IL15RA, как видно из представленного рисунка 2, показали, что среди исследованных спортсменов, независимо от вида спорта, носители *T/*T генотипа гена IL15RA составило 39%, а генотипом *T/*G - 48%. В то же время, среди них удельный вес носителей *G/*G генотипа гена IL15RA составил лишь 13%. Следовательно, результаты исследования свидетельствуют об ассоциации полиморфизма T364G

гена IL15RA с предрасположенностью к занятиям спортом, распределенной следующим образом: аллель Т, отвечающая за выносливость, превалирует у спортсменов циклических видов спорта по сравнению с аллелем G, отвечающим за силу и быстроту. Но наиболее распространенным среди спортсменов данных видов спорта является гетерозиготный генотип *Т/*G.

Для нас представляло интерес изучение частот распределения аллелей изучаемого гена в зависимости от отдельных видов спорта в зависимости от стажа и профессионального опыта и достижений атлетов (рис.2). Как видно из представленных данных, у спортсменов - гребцов удельный вес носителей ТТ генотипного варианта гена IL15RA составил 22,5%, TG генотипного варианта - 55% и GG генотипа данного гена - 22,5%. В то же время среди легкоатлетов (бегунов) удельный вес спортсменов с ТТ генотипом гена IL15RA был более чем 2 раза выше таковых у спортсменов-гребцов, а TG генотипа, наоборот - был ниже почти в 2 раза. В то же время среди велосипедистов спортсмены - носители ТТ генотипа встречались в 2 раза выше по сравнению с таковыми у гребцов и было сопоставимо с легкоатлетами. А удельный вес спортсменов - носителей GG генотипа гена IL15RA существенно был ниже по сравнению с таковыми у гребцов и у легкоатлетов. Следовательно, среди исследованных спортсменов, независимо от вида спорта, наиболее часто встречаются носители TG гетерозиготного генотипа гена IL15RA. В то же время частота встречаемости носителей GG генотипа находится в определенной зависимости от изучаемых видов спорта. Их удельный вес наиболее высок среди легкоатлетов и встречается у каждого второго спортсмена. Аналогичная картина имеет место по отношению данного генотипа и у велосипедистов.

Известно, что ген IL15RA контролирует выработку интерлейкина-15, которое играет существенную роль в регуляции иммунной системы [3,17,18]. По данным Т.А.Waldmann и Y.Tagaya [18], интерлейкин 15 (IL15RA), как и интерлейкин 2, оказывает стимулирующее влияние на пролиферацию активированных CD4-CD8-, CD4+CD8+, CD4+ и CD8+ Т клеток, а также способствует повышению активности цитотоксических Т-лимфоцитов и NK клеток [11,16,18]. Наряду с этим, IL-15 проявляет протективное действие на нейтрофилы, путем подавления их апоптоза, регуляции фагоцитоза, а также оказывает стимулирующее действие на секрецию IL-8 и IL-1R. Видимо, участие IL-15 в регуляции иммунного ответа играет немаловажное значение и в спортивной деятельности, которая сопряжена модификацией реакции иммунной системы в условиях постоянной физической нагрузки и психоэмоционального напряжения [12,15].

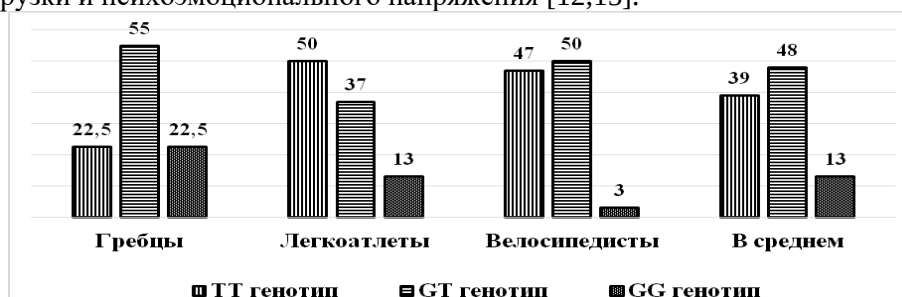


Рис.2. Распределение генотипов гена IL15RA T364G среди спортсменов гребцов, легкоатлетов и велосипедистов.

В результате проведенного генетического исследования, нами были выявлены различия в распределении генотипов и аллелей гена IL15RA T364G между совокупной выборкой спортсменов (n=120) в профессиональных федерациях и учащихся ДЮСШ. Картина распределения полиморфизма генов среди учащихся ДЮСШ, занимающихся греблей, разнится от таковой у профессиональных гребцов. Как видно из таблицы 1, наблюдается снижение частоты нормального генотипа, в то время как распределение мутантного генотипа IL15RA значительно возрастает.

Известно, что сфера влияния IL-15 не ограничивается только клетками иммунной системы и регуляции иммунновоспалительного ответа. IL-15 оказывает влияние и на другие клетки, в частности, на мышечные, эндотелиальные, нервные клетки, а также на адипоциты и кератиноциты [15,28]. В исследованиях К.Н.Grabstein и соавт.[13] и L.S.Quinn и соавт.[17], убедительно показано анаболическое действие данного цитокина на скелетную мускулатуру путем увеличения содержания в них сократительных белков и дифференциации мышечных клеток. Более того, выявлена стимуляция ангиогенеза и индукции роста микроглии под действием IL-15 [18], а также роль в остеокластогенезе [1]. В связи суказанными становится очевидным, что IL-15 является мышечным

анаболиком, стимулятором синтеза сократительных белков, регулятором поглощения глюкозы и окисления жирных кислот[4].

Таблица 1.

Распределение полиморфизма гена IL15RA_T/G среди профессиональных спортсменов и учащихся ДЮСШ в зависимости от видов спорта

Распределение полиморфизма гена IL15RA_T/G	Референсный аллель		Гетерозиты		Альтернативный аллель	
	Генотип 1	%	Генотип 2	%	Генотип 3	%
Все спортсмены	T/T	39	T/G	48	G/G	13
Велосипедисты- учащиеся ДЮСШ	T/T	40	T/G	55	G/G	5
Велосипедисты- профессионалы	T/T	55	T/G	45	G/G	0
Гребля-ДЮСШ	T/T*	5	T/G	65	G/G*	30
Гребля- профессионалы	T/T	35	T/G	50	G/G	15
Легкоатлеты- ДЮСШ	T/T	40	T/G	45	G/G	15
Легкоатлеты- профессионалы	T/T	60	T/G	30	G/G	10

Примечание: * - статистически значимые различия (при $P < 0,05$) относительно профессиональных спортсменов

В настоящее время установлено, что Т аллелью и ТТ генотипом гена IL15RA связана выносливость, а G аллелью и GT генотипом – скоростные и силовые качества спортсмена [1,3]. В других исследованиях, проведенных у элитных спортсменов показано, что однонуклеотидный полиморфизм IL15RA (SNPrs2296135) был связан с мышечной силой, выносливостью, метаболизмом и работоспособностью [3]. Если учесть это, то можно предположить, что среди обследованных нами легкоатлетов и велосипедистов, в отличие от гребцов, больше спортсменов с склонностью к выносливости. Следовательно, можно прогнозировать лучшие спортивные результаты в соревнованиях с длинными дистанциями. В то же время у гребцов из-за одинаковой частоты встречаемости обеих аллельных вариантов изучаемого гена, можно предположить достижение лучших результатов в средних дистанциях. Вместе с тем есть данные о том, что между величиной аэробной нагрузки, состоянием клеточного звена иммунной защиты и частотой встречаемости гетерозиготного варианта (GT) гена IL-15RA имеется четкая взаимосвязь [4]. Результаты наших исследований также свидетельствуют о том, что среди обследованных спортсменов достаточно часто встречается носители гетерозиготного генотипа гена IL-15RA. Видимо, указанная взаимосвязь этого генотипа также играет немаловажную роль в реализации спортивных возможностей. Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что среди спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта довольно высок удельный вес носителей GT-гетерозиготного и ТТ-гомозиготного вариантов генотипа гена IL15RA. Вместе с тем частота встречаемости аллельно-генотипных вариантов данного гена неоднозначна в зависимости от изучаемых видов спорта и от профессионализма атлетов, в виду того, что в процессе спортивной деятельности происходит адаптация спортсмена к физическим нагрузкам и модификация активности генов. Эти обратимые изменения активности генов спортсменов в ходе тренировочного процесса, не обусловленные с нарушением нуклеотидной последовательности ДНК, но сопровождающиеся сохранением неактивного или активного состояния генов в ряду клеточных поколений, называют эпигенетическими [1,14]. При этом изменение активности генов происходит за счет модификации гистонов или метелированием (деметилением) ДНК [5,8], что делает возможным определение эпигенетического статуса спортсмена, который может транслироваться от поколения к поколению. Более того, имеет также значение различие внутри каждого вида спорта в плане длины дистанции (бегуны-спринтеры или стайеры; велотрек или велогонка) и других характеристик требующего выносливости и или скоростных свойств и т.д. [1,6].

Необходимо отметить и то, что изучая один ген, не представляется возможным прогнозировать окончательно спортивные качества спортсмена. Поскольку спортивные качества зависят от комбинации генотипов множества спортивных генов – от особенностей ассоциации «сильных» генотипов спортивных генов. Это обстоятельство диктует необходимость комплексного изучения, наряду с геном IL15RA, и других спортивных генов [8,12,17, 18].

Исходя из проведенных нами исследований, носительство того или иного аллельно-

генотипного варианта изучаемого гена еще не свидетельствует об активности выявленного генотипа, что диктует в перспективе изучения эпигенетического статуса спортсмена[4,5].

Проведенные исследования свидетельствует о том, что среди обследованных спортсменов довольно высок удельный вес носителей GT гетерозиготного варианта изучаемого гена, который включает оба его аллельных варианта. Несмотря на это, без изучения экспрессии генов, практически не представляется возможным определить характер ответной реакции организма, что предусматривает проведение дальнейших исследований в направлении определения транскрипционного профиля, которые позволили бы оценить эффективность адаптации организма спортсменов к определенным физическим нагрузкам, а также прогнозировать, в конечном итоге, их спортивную успешность.

Выводы. Наиболее высоким является удельный вес носителей TG гетерозиготного варианта гена IL15RA и одинаков удельный вес распределения носительства TT и GG генотипов среди спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта.

В частоте распределения аллельно-генотипных вариантов гена IL15RA наблюдаются отличия в зависимости от изучаемых видов спорта.

Частота распределения GG генотипа (на примере гребцов) наименее выражена у начинающих спортсменов по сравнению с таковой у профессионалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметов И.И. Молекулярная генетика спорта: монография / Советский спорт, 2009. – 268 с.
2. *Всеобщая Декларация о геноме человека и правах человека* (11 ноября 1997 г.)
3. Масленникова Ю.Л. Взаимосвязь полиморфных вариантов гена IL15R- альфа и показателей клеточного звена иммунитета тренированного и детренированного организма // Журнал «Евразийский союз ученых». 2016. 5-3 (26). С.102-105
4. Ахметов И.И., Дондуковская Р.Р., Рябинкова Е.К., Топанова А.А., Дружевская А.М., Можайская И.А., Хальчицкий С.Е., Шихова Ю.В., Назаренко А.Ю., Астратенкова И.В. Генетические маркеры предрасположенности к занятиям бодибилдингом и фитнесом // Теория и практика физической культуры. – 2008. – № 1. – С. 74–80.
5. Дондуковская Р.Р., Ахметов И.И., Топанова А.А. Физическая работоспособность, фитнес и полиморфизм генов: сб. трудов СПбНИИФК. Итоговая научная конференция. 18–19 декабря 2006 г. – СПб., 2006. – С. 201–205.
6. Семенова Е.А., Валеева Е.В., булыгина Е.А. и др., Применение(1) омиксных технологий в системе спортивной подготовки // Ученые записки Казанского Университета. Серия естественных наук. 2017. Т.159, кн.2. С.232-247
7. Сергиенко Л.П. Основы спортивной генетики: учеб. пособие. – Киев: Вища шк., 2004. – 631 с.
8. Ahmetov, I.I., Williams, A.G., Popov, D.V. et al. Hum Genet (2009) 126: 751. <https://doi.org/10.1007/s00439-009-0728-4>
9. C.Berger et al. Safety and immunologic effects of IL-15 administration in nonhuman primates // Blood. 2009. Vol.114, №12. P.2417-2426.
10. Collins M (ed): Genetics and Sports. Med Sport Sci. Basel, Karger, 2009, vol 54, pp 43–71. doi: 10.1159/000235696
11. Steel J.C., et al. Interleukin-15 and its receptor augment dendritic cell vaccination against the neuro-oncogene through the induction of antibodies partially independent of CD4 help // Cancer Res. 2010. Vol.70, №3. P.1072-1081.
12. Steel J.C., et al. Interleukin-15 biology and its therapeutic implications in cancer // Trends Pharmacol. Sci. 2012. Vol.33, №1. P.35-41.
13. Grabstein K.H. et al., Cloning of a T cell growth factor that interacts with the beta chain of the interleukin-2 receptor // Science. 1994. Vol.264, №5161. P.965-968.
14. Loro E., Ramaswamy, G., Chandra, A., Tseng, W. J., Mishra, M. K., Shore, E. M., & Khurana, T. S. (2017). IL15RA is required for osteoblast function and bone mineralization. *Bone*, 103, 20–30. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2017.06.003>
15. Pelletier M. et al., Mechanisms involved in interleukin-15-induced suppression of human neutrophil apoptosis: role of the anti-apoptotic Mcl-1 protein and several kinases including Janus kinase-2, p38 mitogen-activated protein kinase and extracellular signal-regulated kinases-1/2 // FEBS Lett. 2002.

Vol.532, №1-2. P. 164-170.

16. Nguyen L., Bohlen, J., Stricker, J., Chahal, I., Zhang, H. and Pistilli, E. E. (2017). Hippocampus-specific deficiency of IL-15R α contributes to greater anxiety-like behaviors in mice. *Metab. Brain Dis.* 32,297-302. doi:10.1007/s11011-016-9930
17. Quinn L.S., Haugk K.L., Grabstein K.H. Inter-leukin-15: a novel anabolic cytokine for skeletal muscle // *Endocrinology*. 1995. Vol.136, №8. P.3669-7362.
18. Waldmann T.A., Tagaya Y. The multifaceted regulation of interleukin-15 expression and the role of this cy-tokine in NK cell differentiation and host response to intracellular pathogens // *Annu. Rev. Immunol.* 1999. Vol.17. P. 19-49.

REFERENCE

1. Ahmetov I.I. Molekulyarnaya genetika sporta: monografiya/ Sovetskiy sport, 2009.C.-268.
2. Vseobshaya Deklaratsiya o genome cheloveka I pravah cheloveka (11 noyabrya 1997 g.)
3. Maslennikova Yu.L. Vzaimosvaz polimorfnykh variantov gena IL15R-alfa I pokazate leyktochnogo zvena immuniteta trenirovannogo i detrenirovannogo organizma // *Evraziyskiy soyuz uchenih* 2016. - 5-3 (26).C.-102-105
4. Ahmetov I.I., Dondukovskaya R.R., Ryabinkova E.K., Topanova A.A., Drujevsкая A.M., Mo-jayskaya I.A., Halchitskiy S.E., Shihova Yu.V., Nazarenko A.Yu., Asratenkova I.V. Geneticheskie marker predraspolozhennosti k zayatiyam bodibildingom i fitnesom// *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury*. -№ 1. – C. 74–80.
5. Dondukovskaya R.R., Ahmetov I.I., Topanova A.A. Fizicheskaya rabotosposobnost, fitnes i poly-morfizm genov. Sbornik trudov SPBHIFK.
6. Semenova E.A., Valeeva E.V., Buligina E.A., Ahmetov I.I. Primeneniye omiksnih tekhnologiy v sis-teme sportivnoy podgotovki // *Uchenie zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya estestvennykh nauk*. 2017. T.159, kn.2. C.232-247.
7. Sergienko L.P. Osnovi sportivnoy genetiki: uchebnoe posobie. – Kiev: Visha skola. 2004.-C.-631.
8. Ahmetov, I.I., Williams, A.G., Popov, D.V. et al. *Hum Genet* (2009) 126: 751. <https://doi.org/10.1007/s00439-009-0728-4>
9. C.Berger et al. Safety and immunologic effects of IL-15 administration in nonhuman primates // *Blood*. 2009. Vol.114, №12. P.2417-2426.
10. Collins M (ed): *Genetics and Sports*. Med Sport Sci. Basel, Karger, 2009, vol 54, pp 43–71. doi: 10.1159/000235696
11. Steel J.C., et al. Interleukin-15 and its receptor augment dendritic cell vaccination against the neu on-cogene through the induction of antibodies partially independent of CD4 help // *Cancer Res*. 2010. Vol.70, №3. P.1072-1081.
12. Steel J.C., et al. Interleukin-15 biology and its therapeutic implications in cancer / // *Trends Pharma-col. Sci*. 2012. Vol.33, №1. P.35-41.
13. Grabstein K.H.et al., Cloning of a T cell growth factor that interacts with the beta chain of the inter-leukin-2 receptor / // *Science*. 1994. Vol.264, №5161. P.965-968.
14. Loro E., Ramaswamy, G., Chandra, A., Tseng, W. J., Mishra, M. K., Shore, E. M., &Khurana, T. S. (2017). IL15RA is required for osteoblast function and bone mineralization. *Bone*, 103, 20-30. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2017.06.003>
15. Pelletier M.et al., Mechanisms involved in interleukin-15-induced suppression of human neutrophil apoptosis: role of the anti-apoptotic Mcl-1 protein and several kinases including Janus kinase-2, p38 mitogen-activated protein kinase and extracellular signal-regulated kinases-1/2 // *FEBS Lett*. 2002. Vol.532, №1-2. P. 164-170.
16. Nguyen L., Bohlen, J., Stricker, J., Chahal, I., Zhang, H. and Pistilli, E. E. (2017). Hippocampus-specific deficiency of IL-15R α contributes to greater anxiety-like behaviors in mice. *Metab. Brain Dis.* 32,297-302. doi:10.1007/s11011-016-9930
17. Quinn L.S., Haugk K.L., Grabstein K.H. Inter-leukin-15: a novel anabolic cytokine for skeletal muscle // *Endocrinology*. 1995. Vol.136, №8. P.3669-7362.
18. Waldmann T.A., Tagaya Y. The multifaceted regulation of interleukin-15 expression and the role of this cy-tokine in NK cell differentiation and host response to intracellular pathogens // *Annu. Rev. Immunol.* 1999. Vol.17. P. 19-49.

МИКРОБИОЛОГИЯ

ШЕРИМБЕТОВ А.Г., РАШИДОВА М.О., САТТАРОВА Р.К., РУЗМЕТОВ Д.Р.

ВЫДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM* LINK ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В РАСТЕНИЯХ *CAPSICUM ANNUUM* L.

sheranvar@mail.ru

Sherimbetov A.G., Rashidova M.O., Sattarova R.K., Ruzmetov D.R.

CAPSICUM ANNUUM L. O'SIMLIKLARDA UCHRAYDIGAN *FUSARIUM* LINK TURIDAGI ZAMBURUG'LARNI AJRATISH VA ULARNING XUSUSIYATLARINI O'RGANISH

Toshkent viloyati Chinoz tumaning shirin kalampir ekilgan dalalar fitosanitar nazoratdan o'tkazildi. Kasallangan o'simliklarning patologik va morfologik simptomatik ko'rinishidan fuzarioz kasalligi aniqlandi. Kasallangan o'simliklarning ildiz poya va barglardan namunalar laboratoriyaga keltirildi va mikologik ekspertiza qilindi. Laboratoriya tahlillar natijasida shirin qalampir o'simligida kasallik kelib chiqaruvchi *Fusarium* turkumiga mansub *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici*, *Fusarium solani* zamburug'lari maxsus uslublar orqali ajratib olingan. Ularning morfologik biologik va boshqa xususiyatlari o'rganilgan.

Kalit so'zlar: *Capsicum annuum* L., *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici*, *Fusarium solani*, konidiya, mitseliy, KDA, GLA, GA.

Шеримбетов А.Г., Рашидова М.О., Саттарова Р.К., Рузметов Д.Р.

ВЫДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM* LINK ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В РАСТЕНИЯХ *CAPSICUM ANNUUM* L.

Проведен фитосанитарный контроль посевов сладкого перца в Чиназском районе Ташкентской области. Фузариозное увядание диагностировали по патологическим и морфологическим симптоматическим проявлениям больных растений. В лабораторию были доставлены образцы корневищ и листьев больных растений и проведено микологическое исследование. В результате анализа были выявлены следующие возбудители: *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* и *Fusarium solani*. Были изучены их морфологические, биологические и другие характеристики.

Ключевые слова: *Capsicum annuum* L., *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici*, *Fusarium solani*, конидия, мицелий, КДА, ГЛА, ГА.

Sherimbetov A.G., Rashidova M.O., Sattarova R.K., Ruzmetov D.R.

ISOLATION AND INVESTIGATION OF FUNGI OF THE GENUS *FUSARIUM* LINK AFFECTING *CAPSICUM* *ANNUUM* L. PLANTS

Phytopathological control of sweet pepper crops in Chinaz district of Tashkent region was carried out. *Fusarium* wilting was diagnosed by pathological and morphological symptomatic manifestations of diseased plants. Samples of roots and leaves of affected plants were delivered to the laboratory and a mycological investigation was carried out. As a result of the analysis, the following pathogens were identified: *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* and *Fusarium solani*. Their morphological, biological and other characteristics were determined.

Key words: *Capsicum annuum* L., *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici*, *Fusarium solani*, conidia, mycelium, PDA, CLA, WA.

Введение. Грибы рода *Fusarium* широко распространяясь в природе, являются очень важным звеном в питательной цепи биоценоза. Изменение биологических свойств связанных с экологическими условиями, приводит к расширению диапазона распространения. Грибы рода *Fusarium* заражая разные виды сельскохозяйственных культур наносят значительный экономический ущерб сельскому хозяйству.

В вегетативных органах растений, инфицированных фузариозом, происходят патологические изменения. У больных растений наблюдается почернение древесной части стеблей, загнивание корней, загнивание плодов, семян, корнеплодов, клубней, увядание рассады, а также наблюдается отставание растений в росте. Грибы рода *Fusarium* имеют своеобразную биологическую специфику, в связи с этим свойством они вызывают опасные болезни на растениях [1; 2].

Грибы рода *Fusarium* долгое время могут находиться в почве, питаются органическими веществами в почве и растительными остатками, после определенного периода проникают в здоровые растения. Кроме того они обладают свойством заражать растения, принадлежащие разным семействам, но произрастающих в одинаковых условиях [4; 5].

Грибы рода *Fusarium* в условиях Ташкентской области поражают однолетние, двулетние, многолетние, травянистые, древесные, культурные и дикие растения, всего 70 видов, принадлежащих 20 семействам. Патогенные виды рода *Fusarium* поражают надземные и подземные части растений, и приводят к загниванию стеблей, увяданию листьев, загниванию семян, корнеплодов, клубней, плодов [7].

В мире существует 3 вида Фузариозного заболевания сладкого перца (*capsi cumannum*) возбудителями которых являются микроскопические грибы рода *Fusarium*:

1. Фузариозный вилт (Фузариозное увядание) стеблей сладкого перца, (возбудитель *Fusarium oxysporum* f. sp. *radici-capsici*) самый большой вред от этого заболевания наблюдается в период появления всходов и продолжается до появления настоящих листьев.

2. Гниль корней сладкого перца (возбудитель *Fusarium oxysporum* f.sp. *radici-capsici*) это заболевание было определено в 2014 году в Испании, его возбудителем является новая специфическая форма гриба рода *Fusarium*.

3. Гниль стеблей и корневой шейки побегов сладкого перца возбудитель (*Fusarium solani*).

Материалы и методы исследования. Обследование полей Ташкентской области, Чиназского района, поселка Олмазор на поражаемость сладкого перца фузариозом проводили в период с 29 июля по 5 августа 2020 года.

При проведении исследований применяли методы фитосанитарного обследования полей, микологические, микробиологические, общие фитопатологические методы.

Для работы были взяты образцы растений сладкого перца зараженные корневой шейкой и гнилью стеблей.

Среды готовили по классическим рецептурам (Booth) С. [8].

В лабораторных условиях поверхностную стерилизацию образцов растений в процессе фитопатологической (микологической) экспертизы проводили по методу Б.А. Хасанова и Л.А. Глухой [3].

Промывку фрагментов образца (длина 2-3 мм) проводили в контейнерах из инертного материала под струей водопроводной воды в течение 2-х часов, для поверхностной стерилизации контейнеры последовательно помещали в чашки Петри с дистиллированной водой:

- а) с добавлением детергента Твина – 80 (0,002%) на 30 сек.
- б) 0,5 % раствор гипохлорита натрия на 30 сек.
- в) 50% этанол на 30 сек.
- г) трижды ополаскивали стерильной дистиллированной водой в течении 1 мин.



1-2 рисунок. Патологическая морфология сладкого перца.

Затем просушивали и раскладывали образцы на различные питательные агаризированные среды: гвоздично - листовой агар (ГЛА), картофельно – декстрозный агар (КДА) и голодный агар (ГА). Засеянные чашки Петри экспонировали в климатической камере с фотопериодом 12 час при температуре +24-25°C днем и +20-21°C ночью или при других температурных параметрах, благоприятных для образования генеративных структур.

Результаты исследования. В результате микологической экспертизы экстрагированные изоляты грибов были посеяны на разные питательные среды.

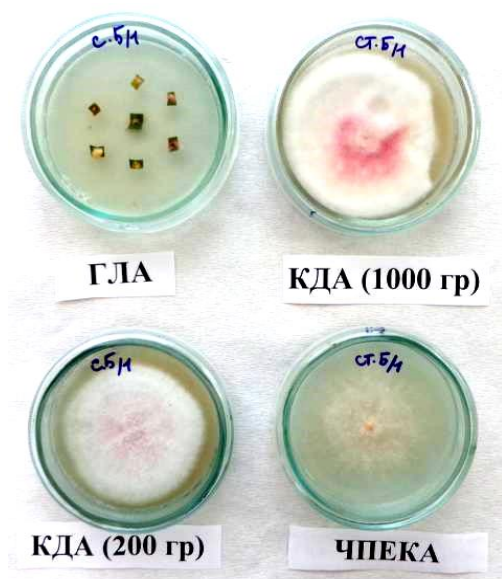
С целью получения макроконидий изоляты грибов *Fusarium* пересеивали в ГЛА (гвоздично-листовой агар) и через 10-12 дней изучали их под микроскопом [7].

Макроконидии гриба *Fusarium oxysporum* f.sp. *radici capsici* образуются в воздушных мицелиях, в спородохиях, или в пианнотах, и имеют тонкий слой эпидермиса. Форма конидий нитеобразные, шилообразные, многие частицы распространяются в одной плоскости, крайние частицы слегка сгибаются, у основания имеют хорошо развитые ножки.

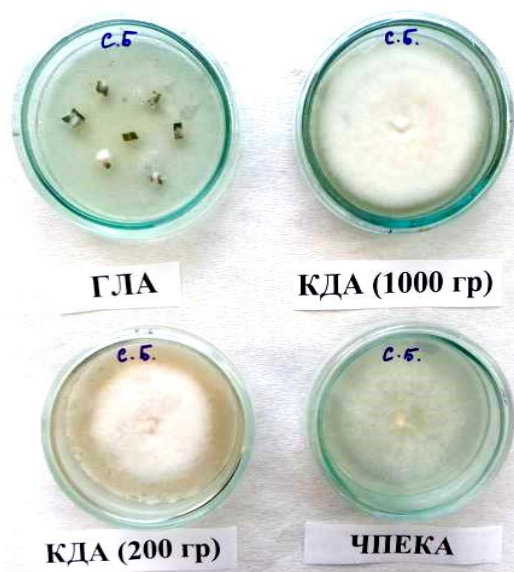
Микроконидии образуются в большом количестве, имеют форму овала, удлинённые, одноклеточные или в одном разделе. Конидии образуются в воздушных мицелиях.

Воздушные мицелии пушистые похожие на паутину, хорошо развитые, имеют светло-розовую, светло-фиолетовую, светло-красную, иногда темно-черную окраску, иногда можно встретить бесцветные мицелии. Хламидоспоры образуют одну или двуклеточную цепь, в большом количестве на кончиках или в середине мицелия.

Макроконидии образуются на воздушных мицелиях, частично на спородохиях и на пианнотах. Имеют форму нитеобразную, ровную или частично с изгибом, плоскость тела конидий одномерная и покрыта тонким слоем эпидермиса. Клетки на кончиках сгибаются одномерно и имеют хорошо развитые ножки. Размеры макроконидий у 3-клеточных структур варьируют от 25-30×3,8-4 (-25-40×3,7-5) мкм, а у 5-клеточных 37-40×3,9-4,3(30-50×3-5) мкм. Микроконидии одноклеточные, их размеры варьируют от 12.2-14×3.1-3.7 мкм.



3 - рисунок. Вид морфологического развития гриба *F. oxysporum* f.sp. *radici-capsici* в разных средах.



4 – рисунок. Вид морфологического развития гриба *F. solanii* в разных средах.

Выводы. На основании вышеизложенного можно сделать заключение, что *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici*, *Fusarium solani* являются распространенными возбудителями фузариоза в агрогеографических условиях Узбекистана. Изменение биологических свойств грибов рода *Fusarium*, связанных с экологическими условиями, приводит к расширению их диапазона распространения и поражения сельскохозяйственных культур.

Выделенные штаммы могут быть использованы для разработки ускоренных методов диагностики фузариоза сладкого перца, а также для разработки эффективных препаратов для профилак-

тики и лечения фузариозного увядания сладкого перца и в качестве инокулюма при проведении фитопатологических экспериментов в селекции сладкого перца на устойчивость к фузариозу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Билай В.И. Фузарии. Киев: Наука думка. 1977. 439 с.
2. Райло И.А. Грибы рода фузариум. М.: Изд-во АН СССР. 1950.456 с.
3. Хасанов Б.А., Глухова Л.А. Методические указания по выделению, идентификации возбудителей и созданию искусственного инфекционного фона "гельминтоспориозов" ячменя// Ташкент, изд.Фан, 1992. С-78.
4. Шералиев А., Азимджанов И., Лизак Ю., Мусич Е. Целлюлозолитическая активность грибов рода *Fusarium* Lk.et Fr.из шелковицы //Эколого-флористическое изучение водорослей и грибов в Средней Азии. Ташкент: Фан. 1978. С.154-159.
5. Шералиев А. Грибы рода *Fusarium* Link. Et Fr в Узбекистане (Систематика, распространение, биология и экология. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук, Ташкент -2001. С.61
6. Шералиев А.Ш., Рахимов У.Х., Бухаров К.Х., Хакимов А., Абдукаюмова Н.Ш. Бугдойнинг фузариоз касаллигининг галла хосилдорлигига таъсири. Ўзбекистон тупроқларининг унумдорлик ҳолати, муҳофазаси ва улардан самарали фойдаланиш масалалари. Республика илмий-амалий конференцияси илмий мақолалар тўплами, Тошкент 2013, декабр, 21-23 Б.
7. Leslie J. F. Summerel B. A.. The *Fusarium* Laboratory Manual// Blackwell Publishing. USA. 2006. 399 pp.
8. Booth C. Methods in microbiology.. Academic press London and New York.// New York Vol. 4. 1971. P. 137 – 149, 404 - 421.

REFERENCE

1. Bilay V.I. Fuzarii. Kiev: Nauka dumka. 1977. 439 s.
2. Raylo I.A. Griby roda fuzarium. M.: Izd-vo AN SSSR. 1950.456 s.
3. Xasanov B.A., Gluxova L.A. Metodicheskie ukazaniya po videleniyu, identifikatsii vzbuditeley i sozdaniyu iskusstvennogo infektsionnogo fona “gelmintosporiozov” yachmenya// Tashkent, izd.Fan, 1992. S-78.
4. Sheraliev A., Azimdjano I., Lizak YU., Musich E. Sellyulozoliticheskaya aktivnost gribov roda *Fusarium* Lk.et Fr.iz shelkovitsi //Ekologo-floristicheskoe izuchenie vodorosley i gribov v Sredney Azii. Tashkent: Fan. 1978. S.154-159.
5. Sheraliev A. Griby roda *Fusarium* Link. Et Fr v Uzbekistane (Sistematika, rasprostranenie, biologiya i ekologiya. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoy stepeni doktora biologicheskix nauk, Tashkent -2001. S.61
6. Sheraliev A.SH., Raximov U.X., Buxarov K.X., Hakimov A., Abdukayumova N.SH. Bug‘doynning fuzarioz kasalligining g‘alla xosildorligiga ta‘siiri. O‘zbekiston tuproqlarining unumdorlik xolati, muhofazasi va ulardan samarali foydalanish masalalari. Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi ilmiy maqolalar to‘plami, Toshkent 2013, dekabr, 21-23 B.
7. Leslie J. F. Summerel B. A.. The *Fusarium* Laboratory Manual// Blackwell Publishing. USA. 2006. 399 pp.
8. Booth C. Methods in microbiology. Academic press London and New York.// New York Vol. 4. 1971. P. 137 – 149, 404 - 421.

БОТАНИКА

ХАЛБЕКОВА Х.У., ШЕРИМБЕТОВ С.Г.

ДОРИВОР *SALICORNIA EUROPAEA* L. ТУРИНИНГ УРУҒ УНУВЧАНЛИГИГА ТУЗЛАРНИНГ ТАЪСИРИ

xalbekova.xulkar@mail.ru

Институт биоорганической химии

Халбекова Х.У., Шеримбетов С.Г.

ДОРИВОР *SALICORNIA EUROPAEA* L. ТУРИНИНГ УРУҒ УНУВЧАНЛИГИГА ТУЗЛАРНИНГ ТАЪСИРИ

Мақолада Марказий Осиё минтақасининг экотипи ҳисобланган доривор ҳисобланган *S. europaea* турининг гетерокарп уруғлари турли тузли концентрация ва ҳар хил ҳарорат таъсирида ўстирилди. Олинган натижалар асосида йирик уруғлар 0,5% - 2 % сульфатли ва хлоридли тузлар таъсирида ва баланд ҳароратда (+35°) юқори унувчаликни намоён этиши ва бу жараёнлар 15-20 кун ичида кузатилди. Майда ҳажмдаги уруғлар эса узок даврли тиним ҳолатида бўлиши боис, унувчанлик даражаси паст бўлганлиги кузатилди.

Калим сўзлар: экотип, гетерокарп, концентрация, ҳарорат, унувчанлик, тиним даври.

Khalbekova Kh.U., Sherimbetov S.G.

INFLUENCE OF SALINITY ON SEED GERMINATION A MEDICINAL PLANT OF *SALICORNIA EUROPAEA* L.

In this article is considered were grown the heterocarp seeds under the influence of different salt concentrations and different temperatures of medicinal plant and an ecotype of the Central Asian *S. europae* Based on the results obtained, large seeds show high germination under the influence of 0.5% - 2% sulfate and chloride salts and at high temperatures (+35°), and these processes were observed within 15-20 days. Small-sized seeds, on the other hand, had a low germination rate due to long-term dormancy.

Key words: ecotype, heterocarp, concentration, temperature, germination, dormancy.

Халбекова Х.У., Шеримбетов С.Г.

ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ЛЕКАРСТВЕННОГО ВИДА *SALICORNIA EUROPAEA* L.

В статье приводятся данные проращивание под воздействием разной концентрации солей и разных температур гетерокарпных плодов лекарственного растения *S. europaea*, считающегося экотипом Центральной Азии. Согласно полученным результатам, крупные семена демонстрировали высокую всхожесть под воздействием 0,5-2% сульфатных и хлоридных солей и при высоких температурах (+35°C), и эти процессы наблюдались в течение 15-20 дней. С другой стороны, мелкие семена имели низкую всхожесть из-за длительного покоя.

Ключевые слова: экотип, гетерокарпия, концентрация, температура, прорастание, покой семян.

В последнее время ряд однолетних и многолетних видов растений семейства маревых все шире вводится в культуру в засушливых районах ряда стран. Технология, основанная на использовании галофитов и соленых вод для их орошения, обеспечивает получение 12–18 т/га сухого вещества и 6–12 т/га лекарственного (лакричного корня) сырья. Для этих целей перспективны *Salicornia europaea* L. [6]. Надземная часть растения содержит стероиды, сапонины, хромоны-7-гидрокси-6-метоксихромон, рутин. Также, флавоноиды, углеводы и липиды. В семенах обнаружено жирное масло, в гидролизате - олеиновая, стеариновая, линолевая, линоленовая кислоты [7,8]. *Salicornia europaea* L. – солерос (галомезоксерофильный суккулентный длительно-вегетирующий однолетник) с широким ареалом, охватывающим Америку, Азию, Европу, Африку, является пуштынно – литоральным видом [1].

Материал был собран на мокром солончаке в Сырдарьинской области. Морфологическое описание плодов и семян проводили в соответствии с методическими указаниями В.Т. Артюшенко [2] с использованием бинокулярной лупы МБС-9. Микроскопические исследования структуры плода проведены на материале предварительно выдержанном в растворе спирт, глицерин, вода (1:1:1).

Препараты приготовлены ручным способом, окрашены метиленовой синью. При проращивании были использованы плоды, остающиеся в паренхимном околоцветнике. Плоды были сгруппированы на крупные (>1.2 мм) и мелкие (<0.9 мм), используя предложенные I. A. Ungar [18] размерные категории. Проращивание проводили на свету в дистиллированной воде (контроль), чистых солях NaCl и Na₂SO₄, смешанных солях 2NaCl + KCl + CaCl₂ и 2NaSO₄ + K₂SO₄ + MgSO₄ в чашках Петри по 50 шт. семян в 3 повторностях для каждого варианта с 6-7 мл опытного раствора. Использовались концентрации солей – 0.5, 1, 2, 3, 5%. При проращивании соблюдались следующие температурные режимы – в первые 20 дней проращивали при +6°C, затем проращивание продолжали при +22°C.

В опытах по выяснению восстанавливающей способности семени, не проросшие в течение месяца при высоких концентрациях солей, промывали и продолжали проращивать в дистиллированной воде. Для определения процента восстановленной всхожести использовалась формула $(b-a)/(c-b)*100$, где a – число проросших семян, после того как они были перенесены в дистиллированную воду, b – число семян, проросших в растворах солей, c – общее количество семян. При вычислении скорости прорастания был использован модифицированный индекс Тимсона $\sum G/t$, где G – процент проросших семян за 2-дневный период, а t – общий период прорастания [12].

Разнотипные плоды *S. europaea* отличаются по положению на побеге растения, размерам и окраске семян. Форма проявления разноплодия данного вида выражается в ярусном (топографическим) местоположении плодов, их размерах, окраске, наличии или отсутствии опушения. Плоды *S. europaea* погружены в мясистый членик. Медианный, более крупный плод, расположен в центре членика. Два латеральных плода располагаются под углом по разные стороны ниже медианного. Оба типа плода окружены 5-листочковым паренхимным околоцветником, имеющим волановидную оторочку, которая выступает на поверхности членика.

Медианные семена мелкие, длина 1.4 ± 0.016 мм, ширина 0.9 ± 0.007 мм, удлинено-подкововидные, с боков сжатые, в области семядолей утолщенные. Окраска семени грязно-беловатая, в области питательной ткани слабо-коричневая. Фуникулус сросшийся с семенной кожурой. Семенной рубчик маленький, его местоположение базальное, слабо выступающий, окружен валиком, форма – эллипсоидальная. Семенной шов короткий. Кольцевидный зародыш, окружающий запасающую ткань – перисперм, занимает в семени большую часть пространства.

Латеральные семена мелкие, длина 0.84 ± 0.013 мм, ширина 0.6 ± 0.006 мм, удлинено-овальные, с боков сжатые, в области семядолей утолщенные. Семя опушено крючковатыми волосками. Окраска семян желтовато-светло-коричневая, в области питательной ткани темно-коричневая. Фуникулус сросшийся с семенной кожурой, семенной рубчик – маленький, базальный, слабо выступающий, окружен валиком, форма – эллипсоидальная. Семенной шов короткий. Кольцевидный зародыш, окружающий запасающую ткань – перисперм, занимает в семени большую часть пространства.

По классификации А. А. Бутник [4] *S. europaea* относится к обширной группе видов, имеющих перигонияльное покрывало, образованное видоизмененными листочками простого околоцветника. По автору у большинства изученных маревых при плодах сохраняются прицветнички или околоцветники. Так как эти части цветка при плодах выполняют функции расселения, защиты, аккумуляции влаги и играют активную роль в обмене веществ, то есть им присущи все функции, которые у плодов растений из других семейств несет перикарпий. Листочки околоцветника крупных плодов *S. europaea* широко-трапециевидные охватывают почти всю тыльную часть в области семядолей и имеют бахромчатую оторочку, мелких плодов – треугольные или узко-прямоугольные, охватывающие небольшую часть, с едва обозначенной оторочкой. Листочки околоцветника обоих типов плодов состоят из крупных тонкостенных паренхимных клеток, среди которых обильно расположены гидроцитные со спиральным утолщением стенок, играющих большую роль в набухании семян. Основной функцией листочков околоцветника при плодах *S. europaea* является аккумуляция влаги. Наблюдения некоторых исследователей показали усиление гидроцитного аппарата в плодах и семенах растений засушливых местообитаний. Этот аппарат способствует аккумуляции и накоплению влаги из воздуха [1,3,5].

Перикарпий обоих типов плодов тонкий, сжатый, состоит из 2-х рядов клеток, наружные стенки которых сильно утолщенные. Перикарпий мелких плодов *S. europaea* имеет короткие крючковидные шипики в отличие от крупных плодов с гладкой поверхностью. Спермодерма малослой-

ная, пигментированная.

Вальковатые семядоли зародыша характеризуются дорсивентральным мезофиллом. Палисадная ткань, 4-5-слойная, занимает в поперечном сечении половину объема мезофилла. Структура гипокотилия зародыша состоит из эпидермы, малослойной коровой паренхимы, эндодермы, центрального цилиндра. В центральном цилиндре проходят два прокамбиальных семядольных следа. Гипокотиль имеет стеблевую структуру.

На поперечных срезах корня зародыша последовательно расположены клетки корневого чехлика, материнские клетки протодермы, малослойная (4-5) коровая паренхима, эндодерма и центральный цилиндр, в котором имеются крупные материнские клетки прото- и метоксилемы, размещенные диархно. Во всех органах зародыша находятся белки и жиры, крахмал не обнаружен. В семенах *S. europaea* содержание масел достигает 30%, а высокое содержание жира является не только концентрированным запасом питательных веществ, но и предохраняет зародыш от действия низких и высоких температур.

Irvin A. Ungar [18] в своих опытах по проращиванию семян *S. europaea* из прибрежных районов штата Огайо показал, что крупные центральные семена более солетолерантные, а мелкие – менее. Время прорастания этих типов семян, а также длительность покоя различаются, и данные свойства увеличивают шансы выживанию проростков в непредсказуемых условиях аридных регионов [14]. По мнению авторов латеральные семена *S. europaea*, с более длительным покоем, обеспечивают в основном устойчивость банка семян и выживание популяций в долговременном периоде. Это подтверждается нашими (неопубликованными) данными – латеральные семена *S. europaea* характеризуются более длительной жизнеспособностью: после 9 лет хранения при комнатной температуре в бумажных пакетах процент проросших семян достиг 68.6%, тогда как медианные крупные семена не проросли.

Семена *S. europaea* могут прорасти при пониженных положительных температурах (+10°C), но их всхожесть низкая от 1 до 5% NaCl, а наиболее высокая, близкая контролю, она отмечена при +25°C в 1% NaCl [18]. Однако, неизвестно сохраняется ли подобная взаимосвязь между температурой и засолением, а также изменяются ли пределы солетолерантности для крупных и мелких семян у центральноазиатского экотипа *S. europaea*. У некоторых галофитов обнаружена различная экопитическая реакция к засолению в период прорастания [7, 15, 16].

Изучение влияния различных типов солей и степени засоления на диморфные семена *S. europaea* в период прорастания позволит определить их реакцию к этим немаловажным факторам. *S. europaea* – облигатный галофит, обладает очень высокой восстанавливающей способностью. Так, опыты [11, 18], показали, что 2-хлетняя выдержка в гиперзасоленных условиях стимулировала прорастание семян этого вида в дистиллированной воде. В этих опытах не ставилась задача дифференцированного подхода к различным типам семян. Несмотря на то, что латеральные мелкие семена *S. europaea* являются менее солетолерантными, их восстанавливающая способность, по нашему предположению, должна быть такой же высокой как и у медианных семян.

Статистический анализ (Two-way ANOVA) показал значительную взаимосвязь во всхожести и скорости прорастания между типом семян и степенью концентрации различных солей ($P < 0.0001$). Оба типа семян имели замедленный характер прорастания: в контроле у крупных – 20 дней, мелких – 34. Это обусловлено задержкой прорастания: первые проростки появились у крупных семян на 11 день, а мелких – 23 (сразу после переноса семян в высокий температурный режим). Общие проценты прорастания и скорость прорастания у крупных семян были выше, чем у мелких. Всхожесть и скорость прорастания значительно уменьшаются с увеличением концентрации солей ($P < 0.0001$).

Пределы солетолерантности при заданном терморежиме (20 дней низкая и 20 дней высокая температуры) для крупных семян – 4, мелких – 2 % NaCl, 8 и 5% Na₂SO₄ соответственно.

Результаты, четко показывают, что стимулирование прорастания, при котором всхожесть и скорость прорастания выше, чем в контроле, для крупных семян отмечено лишь при 0.5% NaCl. Однако, высокая всхожесть, близкая к контролю, сохраняется для хлоридной соли от 1 до 2%, Na₂SO₄ – 0.5 – 3%, 2NaCl + KCl + CaCl₂ – 0.5 – 3% и 2NaSO₄ + K₂SO₄ + MgSO₄ – 0.5 – 5%. Стимулирование прорастания мелких семян в хлоридных солях (как чистых, так и смешанных) отмечено при 0.5 – 1%, а сульфатных – 0.5 – 3%. Всхожесть, полученная в результате стимуляции мелких семян, не достигает высоких значений, хотя в определенных концентрациях имеет показатели вдвое выше контроля.

Статистический анализ (One-way ANOVA) показал, что восстанавливающая всхожесть для обоих типов семян после выдержки в 5% NaCl в течение месяца имела значительный эффект по сравнению с контролем ($P < 0.0001 < 0.0001$). Но скорость восстанавливающейся всхожести была различной: для крупных семян $P = 0.0347$, мелких $P = 0.5840$. Сравнение восстанавливающей всхожести и скорости всхожести по One-way ANOVA указало на значительное различие между двумя типами семян.

Солетолерантность в период прорастания среди видов рода *Salicornia* варьирует в высоких пределах от 850 до 1700 mM NaCl (Khan and Gul, 2006). Семена *S. europaea* из засоленных местообитаний (Kansas, USA) прорастали до 5% NaCl [18]. У центрально-азиатского экотипа этот показатель варьирует от 4 до 7% NaCl в зависимости от температурных условий.

Функциональной особенностью диморфизма семян *S. europaea* является различная приуроченность во времени прорастания: крупные семена – ранней весной, а мелкие – весной и до середины лета [14].

Лабораторные опыты с центрально-азиатским экотипом *S. europaea* показали, что оба типа семян прорастают в широком диапазоне температур, но мелкие семена, в отличие от крупных, предпочитают более высокие температуры. Всхожесть крупных семян в 3-4 раза выше мелких как в контроле, так и при 0.5 – 2% концентрациях во всех опробованных солях. Мелкие семена обладают глубоким физиологическим покоем. Его можно частично снять действием хлоридных и сульфатных солей в концентрациях от 0.5 – 2 %. При этом всхожесть повышается вдвое по сравнению с контролем. После длительной выдержки в 5% NaCl и проращивании в дистиллированной воде восстановительная всхожесть у мелких семян повышалась вдвое. Значительное стимулирование процесса прорастания в определенных концентрациях солей, высокая восстановительная всхожесть свидетельствует о том, что мелкие семена *S. europaea* имеют другой, отличающийся от крупных семян, механизм солетолерантности. Гетерокарпия, встречающаяся у многих видов семейства Chenopodiaceae, является адаптивным феноменом в непредсказуемых условиях среды [10].

Действие сульфатной соли на диморфные семена *S. europaea* более смягченное, по сравнению с чистой хлоридной. Всхожесть и предельная солетолерантность в смешанных хлоридных и сульфатных солях заметно выше, возможно, из-за смягчающего эффекта ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} . На аналогичное действие этих ионов было указано в работах [8, 12, 13, 16, 17]. С усилением засоления нарушается клеточный баланс ионов, а дополнительное введение солей, содержащих ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} , корректируют этот баланс и снижает негативное влияние ионов натрия и хлора.

Семена *S. europaea* из Центральной Азии высокотолерантны к хлоридным и сульфатным солям как чистым, так и смешанным. Пределы солетолерантности крупных медианных семян к солям в период прорастания и на более поздних стадиях роста почти совпадают (4-5%). Были установлены незначительные отличия по этому показателю между разными экотипами *S. europaea* [13]. Смешанные хлоридные и сульфатные соли стимулируют в некоторой степени как прорастание семян, так и рост растения на поздних стадиях (оптимальные концентрации – 0.5-2%). Механизмы солетолерантности диморфных семян *S. europaea* различные, но они взаимодополняют друг друга, приспособляясь к быстро меняющимся условиям среды, и тем самым, способствуют усилению адаптации этого растения к условиям засоления.

Таким образом, *Salicornia europaea* L., характеризуется такими биологическими свойствами как гетероантия и гетерокарпия, обуславливающие экофизиологические реакции и способствующие адаптации этого вида к засоленным местообитаниям аридных регионов. Разнокачественность семян проявляется в типах прорастания: эвритермном (широкие температурные пределы +5+35°C) для медианных крупных семян и макростенотермном (+20+35°C) для латеральных. Пределы солетолерантности при заданном терморежиме (20 дней низкая и 20 дней высокая температура) для крупных семян – 4, мелких 2 % NaCl, 8 и 5% Na_2SO_4 соответственно. Такая способность плодов даёт шанс на выживание популяции растения в экстремальных условиях. Выявленные биологические особенности семян (комбинированный покой, принадлежность по длительности сохранения жизнеспособности к макро- или ультрамакробиотикам, замедленный характер и сезонная периодичность прорастания) являются показателями адаптации к аридным условиям пустынь и необходимые для идентификации лекарственного сырья, получаемого из изученного вида.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акжигитова Н. И. Галофитные растения Средней Азии и их индикационные свойства. Ташкент: ФАН. 1982. 183 с.
2. Артюшенко И. Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод. Ленинград: Наука. 1975.
3. Александров И. Г., Савченко М. И. Морфолого-анатомические особенности семянков сложноцветных из трибы Anthemideae как показатель условий их происхождения и местообитания // Бот. журн., 1949, Т.34, N2, с. 129-147.
4. Бутник А.А. Карпологическая характеристика представителей сем. Chenopodiaceae // Бот. журн. Л. 1981. Т.66. № 10. С.1433 – 1443.
5. Рожановский С. Ю. К вопросу о структуре растений Голодной степи в связи с обитанием на солончаках //Тр. Ин-та ботаники АН Руз. Ташкент. 1952. Т.1. С. 77-91.
6. Шевелуха В. С., Шамсутдинов З. Ш., Назарюк Л. А., Орловский Н.С. Проблемы галофитного растениеводства //Проблемы осв.пустынь. Ашхабад. 1992. № 1. С. 48-55
7. Francois L.E. Salt tolerance of prostrate summer cypress *Kochia prostrata*. //Agronomy Journal. 1976. 68 (3): 455-456.
8. Gul B., Khan M. A. Role of calcium in alleviating salinity effects in coastal halophytes //In “Ecophysiology of high salinity tolerant plants, ed. M. A. Khan and D. J. Weber. The Netherlands: Springer. 2006. P. 107-114.
9. Шамсутдинов Н.З. Галофиты: ресурсы, экологические особенности, направления использования аридные экосистемы, 2002, том 8, № 16.
10. Harper S. L., Lowell P. H., Moore K.G. The shapes and sizes of seeds //Annu. Rev. Ecol. Syst. 1970. N 1. P. 327 – 356.
11. Keiffer C. H., Ungar I. A. The effect of extended exposure to hypersaline conditions of the germination of five inland halophyte species //American J. of Bot. 84 (1): 104 – 111.
12. Khan M. A., Ungar I. A. Germination the salt tolerant shrub *Suaeda frutocosa* from Pakistan: salinity and temperature responses //Seed Sci. Technol. 1998. 26: 657 –667.
13. Khan M. A., Gul B. Halophyte seed germination //In “Ecophysiology of high salinity tolerant plants, ed. M. A. Khan and D. J. Weber. The Netherlands: Springer. 2006. P. 11-30.
14. Philipupillai J., Ungar I. A. The effect of seed dimorphism on the germination and survival of *Salicornia europaea* L. populations //Amer. J. Bot. 1984. 71 (4): 542-549.
15. Pujol J. A., Calvo J. F., Ramirez-Diaz L. Recovery of germination from different osmotic conditions by four halophytes from Southeastern Spain //Annals of Botany. 2000. 85: 279-286.
16. Qu X. X., Huang Z. Y., Baskin J. M., Baskin C. C. Effect of temperature, light and salinity on seed germination and raicle growth of the geographically widespread halophyte shrub *Halocnemum strobilaceum* //Annals of Bot. 2007. 1: 1-7.
17. Tobe K., Li X., Omassa K. Effects of five different salts on seed germination and seedling growth of *Haloxylon ammodendron* (Chenopodiaceae) //Seed Sci. Research. 2004. 14: 345-353.
18. Ungar I. A. Influence of salinity on seed germination in succulent halophytes //Ecology. 1962. Vol. 4: 763-764.

REFERENCE

1. Akjigitova N. I. Galofitnie rasteniya Sredney Azii i ix indikatsionnie svoystva. Tashkent: FAN. 1982. 183 s.
2. Artyushenko I. T. Atlas po opisatelnoy morfologii visshix rasteniy. Plod. Leningrad: Nauka. 1975.
3. Aleksandrov I. G., Savchenko M. I. Morfologo-anatomicheskie osobennosti semyanok slojnotsvetnix iz tribi Anthemideae kak pokazatel usloviy ix proisxojdeniya i mestoobitaniya // Bot.jurn., 1949, T.34, N2, s. 129-147.
4. Butnik A.A. Karpologicheskaya xarakteristika predstaviteley sem. Chenopodiaceae //Bot.jurn. L. 1981. T.66. № 10. S.1433 – 1443.
5. Rojanovskiy S. YU. K voprosu o strukture rasteniy Golodnoy stepi v svyazi s obitaniem na solonchakax //Tr. In-ta botaniki AN Ruz. Tashkent. 1952. T.1. S. 77-91.
6. Sheveluxa V. S., Shamsutdinov Z. Sh., Nazaryuk L. A., Orlovskiy N.S. Problemi galofitnogo rastenievodstva //Problemi osv.pustym. Ashxabad. 1992. № 1. S. 48-55.

7. Francois L.E. Salt tolerance of prostrate summer cypress *Kochia prostrata*. //Agronomy Journal. 1976. 68 (3): 455-456.
8. Gul B., Khan M. A. Role of calcium in alleviating salinity effects in coastal halophytes //In "Ecophysiology of high salinity tolerant plants, ed. M. A. Khan and D. J. Weber. The Netherlands: Springer. 2006. P. 107-114.
9. Shamsutdinov N.Z. Galofiti: resursy, ekologicheskie osobennosti, napravleniya ispolzovaniya aridnie ekosistemi, 2002, tom 8, № 16.
10. Harper S. L., Lowell P. H., Moore K.G. The shapes and sizes of seeds //Annu. Rev. Ecol. Syst. 1970. N 1. P. 327 – 356.
11. Keiffer C. H., Ungar I. A. The effect of extended exposure to hypersaline conditions of the germination of five inland halophyte species //American J. of Bot. 84 (1): 104 – 111.
12. Khan M. A., Ungar I. A. Germination the salt tolerant shrub *Suaeda frutocosa* from Pakistan: salinity and temperature responses //Seed Sci. Technol. 1998. 26: 657 –667.
13. Khan M. A., Gul B. Halophyte seed germination //In "Ecophysiology of high salinity tolerant plants, ed. M. A. Khan and D. J. Weber. The Netherlands: Springer. 2006. P. 11-30.
14. Philipupillai J., Ungar I. A. The effect of seed dimorphism on the germination and survival of *Salicornia europaea* L. populations //Amer. J. Bot. 1984. 71 (4): 542-549.
15. Pujol J. A., Calvo J. F., Ramirez-Diaz L. Recovery of germination from different osmotic conditions by four halophytes from Southeastern Spain //Annals of Botany. 2000. 85: 279-286.
16. Qu X. X., Huang Z. Y., Baskin J. M., Baskin C. C. Effect of temperature, light and salinity on seed germination and raicle growth of the geographically widespread halophyte shrub *Halocnemum strobilaceum* //Annals of Bot. 2007. 1: 1-7.
17. Tobe K., Li X., Omassa K. Effects of five different salts on seed germination and seedling growth of *Haloxylon ammodendron* (Chenopodiaceae) //Seed Sci. Research. 2004. 14: 345-353.
18. Ungar I. A. Influence of salinity on seed germination in succulent halophytes //Ecology. 1962. Vol. 4: 763-764.

ТУРДИБОЕВ О.А., ТУРГИНОВ О.Т.

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РОДА *SALVIA* L. ВО ФЛОРЕ УЗБЕКИСТАНА

turdiyoyev.obidjon@mail.ru

Институт ботаники

Турдибоев О.А., Тургинов О.Т.

ЎЗБЕКИСТОН ФЛОРАСИДАГИ *SALVIA* L. ТУРКУМИНИНГ ТАКСОНОМИК ҲОЛАТИ

Мақолада биринчи маротаба Ўзбекистон флораси *Salvia* L. туркумининг систематик рўйхати тақдим этилиб, 4 кенжа туркум, 8 секцияга кирувчи 25 тур келтирилган. Ушбу рўйхат *Lamiaceae* оиласининг таксономиясида сўнгги йилларда рўй берган ўзгаришларни, дала тадқиқотлари ва гербарий материалларини қайта кўриб чиқиш натижаларига асосланади.

Калит сўзлар: гербарий, таксономия, тип, секция, оила, туркум, турлар, *Salvia*, *Perovskia*, *Lamiaceae*.

Турдибоев О.А., Тургинов О.Т.

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РОДА *SALVIA* L. ВО ФЛОРЕ УЗБЕКИСТАНА

В статье впервые представлен современный таксономический список рода *Salvia* L. флоры Узбекистана, который включает 25 видов из 4 подродов и 8 секций. Список составлен на основе результатов полевых исследований и ревизии гербарных материалов, с учетом изменений, произошедших в последние годы в систематике семейства *Lamiaceae*.

Ключевые слова: гербарий, таксономия, тип, секция, семейство, род, вид, *Salvia*, *Perovskia*, *Lamiaceae*.

TAXONOMICAL COMPOSITION OF THE GENUS *SALVIA* L. IN THE FLORA UZBEKISTAN

The taxonomical composition of the genus *Salvia* L. of the flora of Uzbekistan is presented in this paper for the first time, it includes 25 species of 4 subgenera and 8 sections. The checklist has been compiled on the basis of results of field studies and revision of herbarium materials, in view of recent systematic changes in the family *Lamiaceae*.

Key words: herbarium, taxonomy, type, section, family, genus, species, *Salvia*, *Perovskia*, *Lamiaceae*.

Сокращения в тексте статьи: sect. – секция; subsect. – подсекция; ≡ – гомотипический синоним; = – гетеротипический синоним.

Род *Salvia* L. считается одним из самых крупных в семействе *Lamiaceae* включает в себя почти 1000 видов, распространенных по всему миру (Yousefiazarkhanian, 2016). Основными центрами видового разнообразия являются Центральная и Южная Америка (около 500 видов), Средиземноморье с Средней Азией (около 250 видов) и Восточная Азия (более 90 видов) (Walker & al., 2004). Первая детальная сводка по среднеазиатским видам рода *Salvia* представлена С.Н. Кудряшевым (1937), который указывает 19 видов шалфей. А.М. Махмедовым (1984, 1987) значительно расширен состав видов. Им приводится 34 вида, в том числе 20 эндемичных. 2 вида были описаны самим А.М. Махмедовым (1980, 1984). По современным данным, на территории Средней Азии произрастает 35 видов (Хасанов, 2015).

В первом издании «Флоры Узбекистана» приводятся сведения о 16 видах рода *Salvia* (Введенский, 1955).

Специальное изучение представителей рода позволило нам составить современный таксономический список рода в Узбекистане, с учетом всех номенклатурных изменений, произошедших в последние годы в систематике семейства *Lamiaceae*, уточнить синонимику и таксономическое положение некоторых видов, а также построить фрагмент системы рода *Salvia* для флоры Узбекистана с учетом библиографических сведений.

Материалами исследования послужили результаты ревизии 2200 гербарных образцов рода *Salvia* из фондов AA, ALA, E, K, LE, MW, P, PE, TASH а также сборы и полевые наблюдения авторов в Узбекистане (2017–2020). Для построения системы рода за основу взяты таксономические обработки А.М. Махмедова (1984) и В.Т. Drew et al (2017).

По системе А.М. Махмедова (1984) среднеазиатские виды рода *Salvia* группируются в 4 подродов и 9 секций. В результате пересмотра данной системы с привлечением материалов по переднеазиатским и африканским видам, мы значительно изменили общую систему рода.

На основе использования современных молекулярно-генетических методов В.Т. Drew et al. (2017) включили в состав рода *Salvia* 15 видов, ранее относившихся к родам *Dorystaechas*, *Meriandra*, *Perovskia*, *Rosmarinus* и *Zhumeria*. По результатам этого исследования, в составе рода *Salvia* впервые был выделен подрод *Perovskia* (Kar.) (J.B.Walker, В.Т. Drew & J.G. González), представленный во флоре Узбекистана 4 видами секции *Holophyllum* Kudr.

Таксономический список рода *Salvia* флоры Узбекистана

Genus *Salvia* L., Sp. Pl. 1: 23 (1753).

Subgenus *Salvia* Benth. et Hook. Fil. Gen. Pl. 2 1195 (1876).

Sect. *Hymenosphace* Benth., Hook. Bot. Misc. 3: 373(1833)

Subsect. *Hymenosphace*. Not. Syst. Herb. Inst. Bot. Acad. Sci. Uzbekistan. 20. 30 (1982).

1. *SALVIA BUCCHARICA* POPOV, TRUDY TURKESTANSK. NAUCN. OBSC. 1: 40 (1923).

≡ *SCHRADERIA BUCCHARICA* (POPOV) NEVSKI, TRUDY BOT. INST. AKAD. NAUK S.S.S.R., SER. 1, FL. SIST. VYSSH. RAST. 4: 327 (1937).

≡ *ARISCHRADA BUCCHARICA* (POPOV) POBED., NOVOSTI SIST. VYSSH. RAST. 9: 247 (1972).

≡ *STIEFIA BUCCHARICA* (POPOV) SOJÁK, ČAS. NÁR. MUZ. PRAZE, RADA PŘÍR. 152(1): 22 (1983).

= *SALVIA HONIGBERGERI* RECH.F., ANN. NATURHIST. MUS. WIEN LI. 418 (1941).

Subsect. *Odontochilus* (Pobed.) Makhm., Bot. Mater. Gerb. Inst. Bot. Akad. Nauk Uzbeksk. S.S.R. 20: 30 (1982): (1982).

2. *Salvia korolkovii* Regel & Schmalh., Trudy Imp. S.-Peterburgsk. Bot. Sada, prepr. 6: 356 (1879).
 ≡ *Schraderia korolkovii* (Regel & Schmalh.) Pobed., V.L.Komarov (ed.), Fl. URSS 21: 373 (1954).
 ≡ *Arischrada korolkovii* (Regel & Schmalh.) Pobed., Novosti Sist. Vyssh. Rast. 9: 247 (1972).
 ≡ *Stiefia korolkovii* (Regel & Schmalh.) Soják, Cas. Nár. Mus., Odd. Prír. 152: 22 (1983).
- SALVIA SECT. SOGDOSPFACE KAMELIN & MAKHM., BOT. ZHURN. (MOSCOW & Leningrad) 65(4): 581 (1980).
3. *Salvia tianschanica* Makhm., Novosti Sist. Vyssh. Rast. 17: 215 (1980).
4. *Salvia glabricaulis* Pobed., V.L.Komarov (ed.), Fl. URSS 21: 656 (1954).
5. *Salvia submutica* Botsch. & Vved., Bot. Mater. Gerb. Inst. Bot. Akad. Nauk Uzbeksk. S.S.R. 14: 11 (1954).
6. *Salvia komarovii* Pobed., V.L.Komarov (ed.), Fl. URSS 21: 655 (1954).
7. *Salvia lilacinocaerulea* Nevski, Trudy Bot. Inst. Akad. Nauk S.S.S.R., Ser. 1, Fl. Sist. Vyssh. Rast. 4: 327 (1937).
- Subgenus *Sclarea* (Mill.) Benth., Benth. et Hook. Fil. Gen. Pl. 2:1195 (1876)
 Sect. *Macrocalyx* Pobed., Fl. URSS 21. 634, 661 (1954).
8. *Salvia insignis* Kudr., Trudy Sektora Rast. Res. Komit. Nauk Uzbeksk. SSR 3: 19. (1937).
 Sect. *Homalasphe* Bunge, Mem. Acad. Sci. Petersb. ser. 7. 21, 1: 49. (1873).
9. *Salvia macrosiphon* Boiss., Diagn. Pl. Or. Nov., 1 ser., 5: 11 (1844).
 = *Salvia albifrons* Nábelek, Spisy Prír. Fak. Masarykovy Univ. 70: 49 (1926).
 = *Salvia cuspidatissima* Pau, Trab. Mus. Ci. Nat., Ser. Bot. 14: 33 (1918).
 = *Salvia kotschyi* Boiss., Diagn. Pl. Orient. 7: 46 (1846).
 = *Salvia macrosiphonia* St.-Lag., Ann. Soc. Bot. Lyon 7: 134 (1880).
 = *Salvia nachiczewanica* Pobed., V.L.Komarov (ed.), Fl. URSS 21: 657 (1954).
10. *Salvia spinosa* L., Mant. 2: 511 (1771).
 ≡ *Sclarea spinosa* (L.) Raf., Fl. Tellur. 3: 94 (1837).
11. *Salvia sarawshanica* Regel et Schmalh., Izv. Imp. Obshch. Lyubit. Estestv. Moskovsk. Univ. 34 (2): 62. (1882).
 ≡ *SALVIA CAPUSII* FRANCH., ANN. SCI. NAT., BOT. SÉR. 6, 18: 232 (1884).
12. *Salvia ariana* Hedge, Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh 26: 417. (1966).
 Sect. *Aethiopsis* Benth., Hook. Bot. Misc. 3:373 (1833).
 Subsect. *Aethiopsis* Benth. Labiat. Gen. Spec. 195 (1833).
13. *Salvia sclarea* L., Sp. Pl.: 27 (1753).
 ≡ *AETHIOPIS SCLAREA* (L.) OPIZ, SEZNAM 11 (1852).
 = *SALVIA TURKESTANICA* NOTER, REV. HORT. PARIS. 77: 502 (1905).
 = *SALVIA PAMIRICA* GAND., BULL. SOC. BOT. FRANCE 60: 26 (1913).
14. *Salvia aethiopsis* L. Sp. Pl.: 27 (1753).
 ≡ *Sclarea aethiopsis* (L.) Mill., Gard. Dict. ed. 8: 2 (1768).
 Sect. *Plethiosphace* Benth., Hook. Bot. Misc. 3:373 (1833).
15. *Salvia turcomanica* Pobed., V.L.Komarov (ed.), Fl. URSS 21: 661 (1954).
16. *Salvia virgata* Jacq., Hort. Bot. Vindob. 1: 14 (1770).
 ≡ *Sclarea virgata* (Jacq.) Soják, Cas. Nár. Mus., Odd. Prír. 152: 22 (1983).
17. *Salvia nemorosa* L., Sp. Pl., ed. 2. 1: 35 (1762).
 = *SCLAREA NEMOROSA* MILL., GARD. DICT., ED. 8:6 (1768).
 = *SCLAREA PUNCTATA* MOENCH, METHODUS (MOENCH) 374 (1794).
18. *Salvia deserta* Schangin, Index Seminum (TU, Dorpatensis) 1824: 6 (1824).
 = *Salvia deserta* var. *albiflora* G.J.Liu, Fl. Xinjiangensis 4: 520 (2004).
- Subgenus *Macrosphace* Pobed. Fl. URSS 21: 656 (1954).
 Sect. *Macrosphace*. Fl. URSS 21: 656 (1954).
19. *Salvia margaritae* Botsch., Byull. Sredne-Aziatsk. Gosud. Univ. 22: 324. (1937).
20. *Salvia drobovii* Botsch., Byull. Sredne-Aziatsk. Gosud. Univ. 22: 326. (1937).
21. *Salvia aequidens* Botsch., Byull. Sredne-Aziatsk. Gosud. Univ. 22: 326. (1937).

SUBGENUS *PEROVSKIA* (KAR.) J.B.WALKER, B.T.DREW & J.G.GONZÁLEZ, TAXON 66(1): 140 (2017).

≡ *PEROVSKIA* KAR., BULL. SOC. IMP. NATURALISTES MOSCOU 14: 15, T. 1 (1841).

Sect. *Holophyllum* Kudr., Genus *Perovskia* 10. (1936).

22. *Salvia karelinii* J.B.Walker, Taxon 66: 140 (2017).

≡ *Perovskia angustifolia* Kudr., Trudy Sektora Rast. Res. Komit. Nauk Uzbeksk. SSR 2: 23 (1936).

23. *Salvia pobedimovae* J.G.González, Taxon 66: 141 (2017).

≡ *Perovskia botschantzevii* Kovalevsk. & Kocz., Fl. Tadzhiksk. S.S.R. 8: 483 (1986).

24. *Salvia kudrjashevii* (Gorsch. & Pjataeva) Sytsma, Taxon 66: 140 (2017).

≡ *Perovskia kudrjashevii* Gorsch. & Pjataeva, Bot. Mater. Gerb. Bot. Inst. Komarova Akad. Nauk S.S.S.R. 16: 290 (1954).

25. *Salvia scrophulariifolia* (Bunge) B.T.Drew, Taxon 66: 141 (2017).

≡ *Perovskia scrophulariifolia* Bunge, Beitr. Fl. Russl.: 257 (1852).

В результате ревизии таксономического состава рода *Salvia* в Узбекистане установлено, что на территории республики встречается 25 видов, объединенных в 4 подрода (*Salvia*, *Sclarea*, *Macrosphace* и *Perovskia*), 8 секций (*Hymenosphace*, *Sogdosphace*, *Macrocalyx*, *Homalasphace*, *Aethiopis*, *Plethiosphace*, *Macrosphace*, *Haplophyllum*) и 3 подсекции (*Aethiopis*, *Hymenosphace*, *Odontochilus*), из которых две последние относятся к подроду *Salvia*. 3 вида являются эндемичными для флоры Узбекистана.

В рамках проекта «Флора Узбекистана» (Sennikov & al., 2016) осуществляются исследования по таксономическому разнообразию и географии видов данного рода во флоре Узбекистана.

Благодарность. Исследование выполнено в рамках проекта «Систематика двудольных растений природной флоры Узбекистана» (ФЗМВ-2016-0914113123). Авторы выражают признательность акад. Тожибаеву К.Ш. за консультации при составлении таксономического списка рода *Salvia* флоры Узбекистана и кураторам гербариев AA, ALA, E, K, KUN, LE, MW, NL, NS, NSK, P, PE, TASH, US, Z, W за помощь в организации исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Введенский А.И. Род Шалфей – *Salvia* L. // Флора Узбекистана. Т. V. –Ташкент, 1961. Изд. АН УзССР. – С. 382–394.
2. Кудряшев С.Н. Материалы к изучению шалфеев Средней Азии // Тр. сектора растительн. ресурсов Комитета наук УзССР. Вып. 3. –Ташкент, 1937. Изд. Комитета наук УзССР. – С. 35.
3. Махмедов А.М. Шалфей Средней Азии и Казахстана (систематика, география и рациональное использование). – Ташкент, 1984. Изд-во Фан” УзССР, – С. 112.
4. Махмедов А.М. Род Шалфей – *Salvia* L. Определитель растений Средней Азии. Т. IX. – Ташкент, 1987. Изд-во “Фан” УзССР, –С. 138-150.
5. Махмедов А.М. Новый вид шалфея (*Salvia* L.) с Западного Тянь-Шаня // Новости сист. высш. раст., т.17, 1980. – С. 215-218.
6. Махмедов А.М. Заметки о видах из рода *Salvia* L. из подрода *Macrosphace* Robed. // Новости сист. высш. раст., т. 21, 1984. – С. 141.
7. Хасанов Ф.О. (Ред.) Определитель растений Средней Азии. Т. XI. – Ташкент, 2015. Изд-во “Фан”, –С. 456.
8. Drew B.T. et al. *Salvia* united: The greatest good for the greatest number // Taxon. 2017. Т. 66. №. 1. Pp. 133-145. <https://doi.org/10.12705/661.7>
9. Sennikov A.N. et al. The flora of Uzbekistan project // Phytotaxa. – 2016. – Т. 282. – №. 2. – С. 107-118. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.282.2.2>
10. Yousefiazarkhanian M. et al. Genetic diversity of *Salvia* species assessed by ISSR and RAPD markers // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 2016. – Т. 44. – №. 2. – pp. 431-436. DOI:10.15835/nbha44210579
11. Walker & al., *Salvia* (*Lamiaceae*) is not Monophyletic: Implications for the systematics, radiation, and ecological specializations of *Salvia* and tribe Mentheae // American Journal of Botany. 2004. Vol. 91 (7): pp. 1115-1125. DOI:10.3732/ajb.91.7.1115

REFERENCE

1. Vvedenskiy A.I. Rod SHalfey – *Salvia* L. // Flora Uzbekistana. T. V. –Tashkent, 1961. Izd. AN UzSSR. – S. 382–394.
2. Kudryashev S.N. Materialy k izucheniyu shalfey Sredney Azii // Tr. sektora rastiteln. resursov Komiteta nauk UzSSR. Вып. 3. –Tashkent, 1937. Izd. Komiteta nauk UzSSR. – S. 35.
3. Maxmedov A.M. SHalfey Sredney Azii i Kazaxstana (sistematika, geografiya i ratsionalnoe ispolzovanie). – Tashkent, 1984. Izd-vo Fan” UzSSR, – C. 112.
4. Maxmedov A.M. Rod Shalfey – *Salvia* L. Opredelitel rasteniy Sredney Azii. T. IX. –Tashkent, 1987. Izd. “Fan” UzSSR, –C. 138-150.
5. Maxmedov A.M. Noviy vid shalfeya (*Salvia* L.) s Zapadnogo Tyan-Shanya // Novosti sist. vissh. rast., t.17, 1980. – S. 215-218.
6. Maxmedov A.M. Maxmedov A.M. Zametki o vidax iz roda *Salvia* L. iz podroda *Macrosphace* Pobed. // Novosti sist. vissh. rast., t. 21, 1984. – S. 141.
7. Xasanov F.O. (Red.) Opredelitel rasteniy Sredney Azii. T. XI. – Tashkent, 2015. Izd-vo “Fan”, –C. 456.
8. Drew B.T. et al. *Salvia* united: The greatest good for the greatest number // Taxon. 2017. T. 66. №. 1. Pp. 133-145. <https://doi.org/10.12705/661.7>
9. Sennikov A.N. et al. The flora of Uzbekistan project // Phytotaxa. – 2016. – T. 282. – №. 2. – S. 107-118. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.282.2.2>
10. Yousefiazarkhanian M. et al. Genetic diversity of *Salvia* species assessed by ISSR and RAPD markers // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 2016. – T. 44. – №. 2. – pp. 431-436. DOI:10.15835/nbha44210579
11. Walker & al., *Salvia* (*Lamiaceae*) is not Monophyletic: Implications for the systematics, radiation, and ecological specializations of *Salvia* and tribe Mentheae // American Journal of Botany. 2004. Vol. 91 (7): pp. 1115-1125. DOI:10.3732/ajb.91.7.1115

МАМАНАЗАРОВА К.С.

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ (BACILLARIOPHYTA) НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ЗАРАФШАН

karomat.3005@mail.ru

Институт ботаники АН РУз

Mamanazarova K.S.

ZARAFSHON DARYOSINING QUYI OQIMIDAGI DIATOMLARNING (BACILLARIOPHYTA) TAKSONOMIK TAHLILI VA EKOLOGIK XUSUSIYATLARI

Maqolada Zarafshon daryosining quyi oqimidagi suv o'tlari (O'zbekiston) taksonomik tahlili keltirilgan. 3 sinf, 17 turkum, 28 turkum va 47 naslga mansub 205 turdagi diatomlarning turlari, turlari va shakllari topilgan. Organik suv bilan ifloslanishini aniqlash uchun saproblik ko'rsatkichlarining 78 turi aniqlandi.

Kalit so'zlar: Zarafshon daryosi, diatomalar, taksonomik tahlil, saproblik ko'rsatkichlari, ekologiya.

Мама́назарова К.С.

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ (BACILLARIOPHYTA) НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ЗАРАФШАН

В статье приведен таксономический анализ водорослей нижнего течения реки Зарафшан (Узбекистан). Обнаружено 205 видов, разновидностей и форм диатомовых водорослей, относящихся к 3 классам, 17 порядкам, 28 семействам и 47 родам. Выявлено 78 видов индикаторов сапробности для определения органические загрязнения воды.

Ключевые слова: Река Зарафшан, диатомовые водоросли, таксономический анализ, индикаторы сапробности, экология.

TAXONOMIC ANALYSIS AND ECOLOGICAL CHARACTERISTIC OF DIATOM ALGAE
(BACILLARIOPHYTA) FROM IN THE DELTA OF ZARAFSHAN RIVER

The paper presents a taxonomic analysis of green algae basin of the lower reaches of the river Zarafshan (Uzbekistan). It was found 30 species, varieties and forms of green algae, belonging to 3 classes, 17 orders, 28 families and 47 genera. 78 types of saprobity indicator were identified for determination of organic contamination of water.

Key words: Zarafshan River, diatom algae, taxonomic analysis, saprobity indicator, ecology.

Введение. Главными водными артериями Средней Азии являются Сырдарья, Амударья, Зарафшан, Чирчик, Талас, Чу, Мургоб и другие реки, воды которых с незапамятных времен используются на орошение культурных полей. Для этого были созданы различного рода оросительные и осушительные каналы, водохранилища и т.п. [1].

Зарафшан берет начало на стыке трех горных систем – Туркестанского, Зарафшанского и Гиссарского (Алайского) хребтов от Зарафшанского ледника. Отдельные вершины первых двух хребтов превышают отметки в 5000 м, а Гиссарского почти достигает 5000 м. Зарафшанская долина – самая крупная межгорная впадина в Средней Азии. Её длина равняется длине реки Зарафшан – 877 км. Она расположена между Туркестанским хребтом на севере и Зарафшанским хребтом на юге, а также занимает северный склон Гиссарского хребта.

Основная масса воды реки Зарафшан используется для орошения Самаркандской, Навоийской и Бухарской областей и частично впитывается в пески Юго-Западных отрогов Кызылкума. В 1960–1970-е годы незначительная часть ее доходила до озера Денгизкуль [Узбекская национальная энциклопедия, 2002].

С целью эффективного использования вод Зарафшана построены Каттакурганское и Куйимазарское водохранилища, а также ряд гидроузлов.

За Пенджикентом Зарафшан пересекает границу с Узбекистаном. У пересечения границы Таджикистана и Узбекистана на Зарафшане стоит Рават-Ходжинская плотина. Здесь берёт начало крупный канал Даргом. Ниже плотины Зарафшан образует оазис, в котором располагается г. Самарканд на ряду с ним по реке.

По геоморфологическому характеру бассейн реки Зарафшан делится на 3 части: верхнее, среднее и нижнее течения. Верхнее течение относится к горной области на территории Таджикистана, среднее (193 км) – к предгорной зоне Самаркандской области Узбекистана, нижнее (287 км) к равнинной зоне Навоийской и Бухарской областей [Шульц, 1965; Шульц, Машрапов, 1969].

Цель данной работы – изучение диатомовые водорослей (Bacillariophyta) нижнего течения реки Зарафшан определили виды индикаторы сапробности, необходимые при оценке санитарно-экологического состояния и качества воды.

Материалы и методы. Материалом для работы послужили альгологические пробы, собранные в 2009-2015 гг. Сбор проб проводили на 6 постоянных станциях, расположенных в нижнем течении реки Зарафшан (рис. 1). Сбор проб и их обработку проводили по общепринятым методам в альгологии (Голлербах, Полянский, 1951, Вассер и др. 1989) За период исследования собрано и обработано 195 альгологических проб. Во время сбора материалов определяли температуру воздуха и воды, ширину реки, скорость течения воды, её цвет и прозрачность, водородный показатель кислотности среды (рН), а также источники загрязнения воды. Наряду с этим использовали данные УзГИДРОМЕТА (2009-2012).

Планктонные пробы отбирали планктонной сетью из шелкового газа (№ 78). Пробы перифитона собирали скальпелем или соскабливанием ножом, снимали с водной растительности и мертвого растительного субстрата на глубине от 0 до 50 см по периметру водоема, с поверхности подводных предметов в неглубоких местах и в контактной зоне ила с определенной площади (10 см²). Пробы бентоса отбирали со дна водоема с помощью подручных средств. Фиксацию 4% ным раствором формалина проводили сразу после сбора по стандартной методике (Вассер, 1989). Фиксированный материал был обработан в лаборатории с использованием микроскопа Carl Zeiss, при увеличении x150 - x1000 (МИ) и оснащённого 40 и 100-кратным масляно-иммерсионным планхроматическим объективом с нумерической апертурой 1.25., параллельно производили микрофото съёмку с использованием цифровой фотокамеры с разрешением 12 Мрх Canon. В процессе идентификации некоторых диатомовых водорослей применяли электронно-микроскопические ме-

тоды. Исследования проводили на сканирующем электронном микроскопе модели Quanta 250 в отделе электронной микроскопии ЗИН РАН (Петербург) в лаборатории паразитологии. Данные сохраняли в виде цифровых изображений в формате TIFF. Приготовление препаратов для сканирующего микроскопа проводили по перекисным методам [32; с. -135]. Морфометрические данные получены путем измерения створок. Очистку материала от органического содержимого диатомовых водорослей наносили на стекло, добавляли раствор 40%-ной перекиси водорода (H_2O_2) и высушивали с нагреванием. Несколько раз промывали дистиллятом (Kelly et al., 2001). Определение водорослей проводили по общепринятым методам с использованием зарубежных определителей пресноводных водорослей.

В связи с тем, что водоросли являются крайне разнородной, в большей мере экологической группой, в которую входят представители различных групп живых организмов, при составлении таксономического списка мы использовали последнюю современную базу данных www.algaebase.org (M. Guiry, G.M. Guiry, 2019), которая представляет собой компиляцию систем разных авторов и включает современные преобразования систематики всех групп водорослей.

Принимая во внимание нередко случайный характер распространения водорослей, экологический анализ мы провели не только по числу таксонов-индикаторов, но и с учетом частот их встречаемости. В связи с этим, наряду с анализом списка таксонов - индикаторов, мы рассматриваем совокупность таксонов с обилием 3-6 баллов. Именно для этих таксонов условия развития наиболее оптимальны. Поэтому анализ их распределения по экологическим группам и оценка позволят сформировать более точное представление о роли индикаторов в данных экологических условиях и об особенностях среды обитания.



Рис. 1. Карта нижнего течения р. Зарафшан, - станции сбора проб.

Результаты. В результате проведенных исследований в бассейне нижнего течения реки Зарафшан идентифицировано 205 таксона рангом ниже рода (149 видов, 54 вариация и 2 форма) водорослей из 3 класса, 17 порядков, 29 семейств и 48 родов (таблица). Отдел представлен 3 классами: Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae, Mediophyceae. Как свидетельствует анализ из указанных классов наибольшим количеством видов представлен Bacillariophyceae, включает 185 видов из 17 порядков. Из центрических (классы Coscinodiscophyceae и Mediophyceae) отмечено всего 20 видов из 6 родов. Большинство видов относится к роду *Cyclotella* (13).

Ведущие порядки составляют 65,6% от общего числа диатомовых водорослей альгофлоры с 135 видами и разновидностями. В их числе Naviculales (65), Cymbellales (34), Bacillariales (20), Stephanodiscales (16). Причем из общего числа последних на долю порядка Naviculales приходится значительный процент видов класса Bacillariophyceae 35% или 65 видов. Общая картина по рас-

пределению видов дает основание полагать, что их преобладающее число отличается в таких семействах, как Naviculaceae (40) и Bacillariaceae (20). Соответственно среди наиболее представленных родов отмечен *Navicula* (27), который занимает первое место по числу видов во флоре. Остальные 9 семейств этого порядка включают не более 6 видов. Порядок Cymbellales насчитывает 34 вида, из которых 22 относятся к роду *Cymbella* и 10 к роду *Gomphonema*. Порядок Bacillariales представлен 20 таксонами (18 видов из рода *Nitzschia*).

Из 29 семейств диатомовые в альгофлоре 6 являются ведущими: Naviculaceae (40), Cymbellaceae (22), Bacillariaceae (20), Stephanodiscaceae (16), Fragilariaceae (10), Surirellaceae (10).

Основная часть флоры на родовом уровне составляют следующие 7 родов: *Navicula* (27 видов), *Cymbella* (22), *Nitzschia* (18), *Cyclotella* (13), *Amphora* (11), *Gomphonema* (10), *Achnanthes* (9).

Таксономический состав диатомовых водорослей нижнего течения р. Зарафшан

Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид и внутри-видовые таксоны
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae Ehrenberg	HANTZSCHIA GRUNOW	2
			NITZSCHIA HASSALI	18
	Cocconeoidales	Cocconeidaceae Kützing	<i>Cocconeis</i> Ehrenberg	4
	Surirellales	Surirellaceae (Kützing) Grunow	<i>Stenopterobia</i> Breb.	1
			<i>Surirella</i> Turp.	7
			<i>Campylodiscus</i> Ehrenberg	1
		Achnanthidiaceae D.G. Mann	<i>Psammothidium</i> L.Buhtkiyarova	1
			<i>Achnanthidium</i> Kützing	2
	Mastogloiales	Achnanthaceae (Kützing) Grunow	<i>Achnanthes</i> Bory.	9
		Mastogloiaceae D.G. Mann	<i>Aneumastus</i> D.G. Mann & A.J.Stickle	1
	Cymbellales	Rhoicospheniaceae Topachevskyj & Oksiyuk	<i>Rhoicosphenia</i> Grunow	1
		Anomoeoneidaceae D.G. Mann	<i>Adlafia</i> Gerd Moser	1
		Cymbellaceae Kützing	<i>Cymbella</i> C.Agardh	24
		Gomphonemataceae Kützing	<i>Gomphonema</i> C.Agardh	10
Bacillariophyceae	Naviculales (Naviculineae)	Naviculaceae Kützing	<i>Navicula</i> Bory	26
			<i>Hippodonta</i> Lange-Bertalot&Metzeltin	1
			<i>Caloneis</i> Cleve	5
			<i>Stauroptera</i> Ehrenberg	1
			<i>Gyrosigma</i> Hassali	6
			<i>Chamaepinnularia</i> Lange-Bertalot&Krammer	1
		Stauroneidaceae D.G. Mann	<i>Stauroneis</i> Ehrenberg	3
			<i>Craticula</i> Grunow	1
	Naviculales - Diploneidinae	Diploneidaceae D.G. Mann	<i>Diploneis</i> Ehrenberg ex Cleve	2
	Naviculales –	Berkeleyaceae D.G. Mann	<i>Parlibellus</i> E.J. Cox	1

	Neidineae	Cavinulaceae D.G. Mann	<i>Cavinula</i> D .G. Mann&A.J.Stickle	1
		Neidiaceae Mereschkowsky	<i>Neidium</i> Pfitz.	1
		Amphipleuraceae Gronow	<i>Amphiprora</i> Ehrenberg	6
	Naviculales - Sellaphorineae	Sellaphoraceae Mereschkowsky	<i>Sellaphora</i> Mereschkowsky	3
			<i>Eolimna</i> Lange-Bertalot&Shiller	1
			<i>Fallacia</i> Stikler& D.G. Mann	1
Bacillariophyceae		Pinnulariaceae D.G. Mann	<i>Pinnularia</i> Ehrenberg	5
	Thalassiophysales	Catenulaceae Mereschkowsky	AMPHORA EHRENBERG EX KÜTZING	12
	Tabellariales	Tabellariaceae Kützing	TABELLARIA EHRENBERG& KÜTZING	2
			DIATOMA BORY	5
	Licmophorales	Ulnariaceae E.J.Cox	ULNARIA (KÜTZING)	3
			CTENOPHORA (GRUNOW) D.M. WILLIAMS&ROUND	2
	Fragilariales	Fragilariaceae (Kützing) D.T.	MARTYANA ROUND	1
			FRAGILARIFORMA D.M.WILLIAM&ROUND	2
			FRAGILARIA LYNGB	3
			SYNEDRA EHRENBERG	4
	Eunotiales	Eunotiaceae Kützing	EUNOTIA EHRENBERG	5
		Peroniaceae (Karsten) Topachevskiy & Oksiyuk	PERONIA BREB.ET ARN.	1
Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae Kützing	MELOSIRA C.AGARDH	3
Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae I.V.Makarova	<i>Cyclotella</i> (Kützing) Brebisson	13
	Eupodiscales	Eupodiscaceae Ralfs	<i>Pleurosira</i> (Meneghini) Trevisan	1
			<i>Cyclostephanos</i> Round	1
			<i>Stephanodiscus</i> Ehrenberg	1
3	17	28	47	205

Многие представители диатомовые водорослей являются индикаторами органических веществ в водоемах. В процессы исследование альгофлоры низовья реки Зарафшан изучено их экологические характеристики.

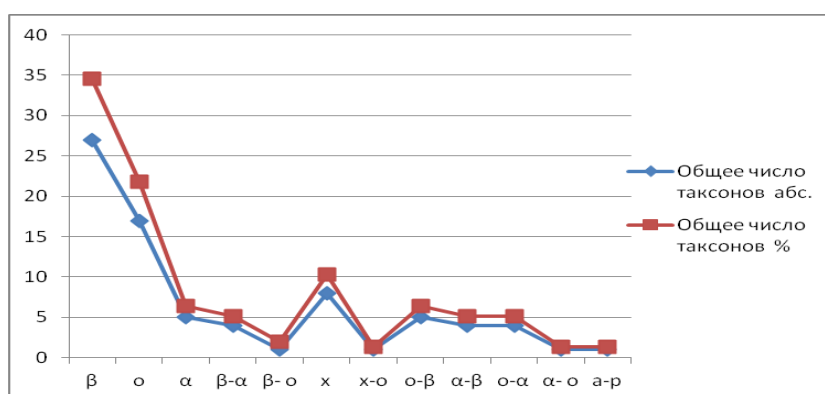
Однако в гидробиологическом аспекте ни разу не проводилась исследования по нижнего течения реки Зарафшан, хотя этот часть реки протекает равнинной зоне через индустриальных территорий Республики, не далеко от г.Навои и г.Бухара. К реку подвергаются большую антропогенную воздействию, это привело нас изучат экологический особенности водоросли и оценка санитарного состояние воды.

В результате проведенных анализ альгофлоры, нами идентифицировано 78 видов из 23 родов, 15 семейств, 12 порядок, 3 класса принадлежащих к индикаторам содержания биогенных и органических элементов водной среды.

По количеству видов лидирует класс Bacillariophyceae (73 вида из 10 порядков), при этом 22 вида относятся к порядку *Naviculales*. Класс Mediophyceae насчитывает 4 вида из 3 родов. Из класса Coscinodiscophyceae отмечен всего 1 вид из рода *Melosira*. Наибольшее число видов отмечено в роде *Navicula* (14) и *Cymbella* (10).

По данным Узгидромета и нашим наблюдениям, в нижнем течении реки Зарафшан в зависимости от сезона года изменяются температура воды и ее прозрачность, содержание минеральных и органических веществ. Также, сезонные изменения экологических (абиотических) факторов проявляются, прежде всего, в повышении скорости течения и расходов воды, ее температуры, увеличении мутности, содержании органических и биогенных веществ по ХПК и БПК₅ в весенне-летний сезон.

От верхнего участка (Хатырчи, Пахтакор) нижнего течения реки к ее замыкающему участку (Навои и Бухара) создается определенный градиент экологических условий, а именно: повышаются температура и прозрачность воды, содержание органических, биогенных веществ и минерализация, снижаются скорость течения и расход воды.



Распределение водорослей по категориям индикатор-сапробности.

Таким образом, результаты анализа показали, что для всех сезонов как в верхнем, так и на замыкающем участке нижнего течения реки Зарафшан характерны бета-мезосапробные условия. Преобладали бета-мезосапробные виды с широкой экологической валентностью. Для количественной оценки качества воды были вычислены индексы сапробности по методу Pantle R., Buck N. (Pantle R., Buck N. 1965). Рассчитанные по индикаторным видам для всех альгобиоценозов значения индексов сапробности имеют более низкие значения для верхнего участка, приближаясь к значениям пограничной бета-олигомезосапробной зоны (1,4-1,7).

Обсуждение. Исследование нами реки Зарафшан с 2009 до 2015 гг. позволило нам изучать значительной степени таксономический спектр Bacillariophyta. Выявлено 205 видов и разновидности из 47 родов. Основные виды относятся к классу Bacillariophyceae (186), остальные приходят к классу Coscinodiscophyceae 3 и Mediophyceae 16. По видовому богатству отличаются рода *Navicula* (27 видов), *Cymbella* (22), *Nitzschia* (18).

Значения индекса сапробности колеблются в интервале от 1,5 до 1,8, что соответствует I, II и III классам чистоты вод и приравнивается к природночистым водам на уровне самоочищения, соответственно. Максимальные значения индекса соответствуют бета-мезосапробной зоне (III класс чистоты воды). Согласно проведенному исследованию, нижнее течение реки Зарафшан соответствует бета-мезосапробной зоне, а качество воды по сапробности - III классу, в пределах которого верхний участок нижнего течения реки следует отнести к умеренно загрязненным (удовлетворительно чистым) водам, а замыкающий участок нижнего течения - к умеренно загрязненным (сомнительно чистым) водам. Увеличение галофильных и солоноватоводных видов водорослей на нижерасположенных станциях Бухара и Каракул свидетельствует об экологически значимых изменениях, произошедших на этом участке реки под воздействием поступления коллекторно-дренажного стока и повышения засоленности воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П., Паламарь-Мордвинцева Г.М. Ветрова З.И., Кордюм Е.Л., Мошкова Н.А., Приходькова Л.П., Коваленко О.В., Ступина В.В., Царенко П.М., Юнгер В.П., Радченко М.И., Виноградова О.Н., Бухтиярова Л.Н., Разумина Л.Ф. Водоросли: справочник. – Киев: Наукова думка, 1989. – С. 329-335.
2. Голлербах М.М., Полянский В.И. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 1. Общая часть. Пресноводные водоросли и их изучение. – М.: Советская наука, 1951. – С. 350.
3. Диатомовый анализ: Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей. Книга 2. Порядки Centrales и Mediales / Ред. А.И. Прошкина-Лавренко. М.; Л., 1949. 238 с.
4. Забелина М.М., Киселёв И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. М.: Советская наука, 1951. 619 с.
5. Узбекская национальная энциклопедия. Ташкент: Государственное научное издательство, 2002. Т. 3. 704 с.
6. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. Л.: ЛИМИЗ, 1965. 606 с.
7. Шульц В.Л., Машрапов Р. Ўрта Осиё гидрографияси. Тошкент: Ўқитувчи, 1969. 360 с.
8. Sladeczek V. Zur Biologischen Gleinderung der höheren Saprobitätsstufen // Arch. f. Hydrobiol. 1961. Vol. 58. - № 1. – P. 103-121, 348-350.
9. Sladeczek V. System of water quality from the biological point of view // Arch. Hydrobiol. Erboeb. 1973. Bd. 7. – S. 210-218.
10. Pantle R., Buck N. Die biolodische Uberwachund der Gewasser und Darstellund der Ergebnisse // Gas-und Wasser-fash. 1965. Bd. 96. –S. 18- 604.
11. Kelly M.G., Adams C., Graves A.C., Jamieson J., Krokowski J., Lycett E.B., Murray-Bligh J., Prichard S., Wilkins C. The Trophic Diatom Index: A User's Manual. Revised edition. Bristol: Environment Agency, 2001. 135 p.
12. Guiry M.D., Guiry G.M. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway // (<http://www.algaebase.org>); searched on 15 January 2016.

REFERENCE

1. Vasser S.P., Kondrateva N.V., Masyuk N.P., Palamar-Mordvinseva G.M. Vetrova Z.I., Kordyum E.L., Moshkova N.A., Pridokova L.P., Kovalenko O.V., Stupina V.V., Sarenko P.M., YUnger V.P., Radchenko M.I., Vinogradova O.N., Buxtiyarova L.N., Razumina L.F. Vodorosli: spravochnik. – Kiev: Naukova dumka, 1989. – S. 329-335.
2. Gollerbach M.M., Polyanskiy V.I. Opredelitel presnovodnix vodorosley SSSR. Vip. 1. Obshaya chast. Presnovodnie vodorosli i ix izuchenie. – M.: Sovetskaya nauka, 1951. – S. 350.
3. Diatomoviy analiz: Opredelitel iskopaemix i sovremennix diatomovix vodorosley. Kniga 2. Poryadki Centrales i Mediales / Red. A.I. Proshkina-Lavrenko. M.; L., 1949. 238 s.
4. Zabelina M.M., Kiselyov I.A., Proshkina-Lavrenko A.I., Sheshukova V.S. Opredelitel presnovodnix vodorosley SSSR. Vyp. 4. Diatomovie vodorosli. M.: Sovetskaya nauka, 1951. 619 s.
5. Uzbeksкая natsionalnaya ensiklopediya. Tashkent: Gosudarstvennoe nauchnoe izdatelstvo, 2002. T. 3. 704 s.
6. Shuls V.L. Reki Sredney Azii. L.: LIMIZ, 1965. 606 s.
7. Shuls V.L., Mashrapov R. O'rta Osiyo gidrografiyaasi. Toshkent: O'kituvchi, 1969. 360 s.
8. Sladeczek V. Zur Biologischen Gleinderung der höheren Saprobitätsstufen // Arch. f. Hydrobiol. 1961. Vol. 58. - № 1. – P. 103-121, 348-350.
9. Sladeczek V. System of water quality from the biological point of view // Arch. Hydrobiol. Erboeb. 1973. Bd. 7. – S. 210-218.
10. Pantle R., Buck N. Die biolodische Uberwachund der Gewasser und Darstellund der Ergebnisse // Gas-und Wasser-fash. 1965. Bd. 96. –S. 18- 604.
11. Kelly M.G., Adams C., Graves A.C., Jamieson J., Krokowski J., Lycett E.B., Murray-Bligh J., Prichard S., Wilkins C. The Trophic Diatom Index: A User's Manual. Revised edition. Bristol: Environment Agency, 2001. 135 p.
12. Guiry M.D., Guiry G.M. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway // (<http://www.algaebase.org>); searched on 15 January 2016.

ЗООЛОГИЯ

АКРАМОВА Ф.Д., ШАКАРБАЕВ У.А., НОРКОБИЛОВ Б.Т.,
ТОРЕМУРАТОВ М.Ш., АЗИМОВ Д.А.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О БИОЛОГИИ *SCHISTOSOMA TURKESTANICA* SKRJABIN, 1913 – ПАРАЗИТА МЛЕКОПИТАЮЩИХ

ushakarbaev@mail.ru

Akramova F.D., Shakarbaev U.A., Norqobilov B.T., Toremuratov M.Sh., Azimov D.A.
SUT EMIZUVCHILAR PARAZITI – *SCHISTOSOMA TURKESTANICA* SKRJABIN, 1913 NING
BIOLOGIYASI HAQIDA YANGI MA'LUMOTLAR

Ushbu ishda O'zbekiston sut emizuvchilar parazitlari – *Schistosoma turkestanica* Skrjabin, 1913 trematodasining hayotiy sikli va biologiyasi izohlangan. Uy hayvonlaridan voyaga yetgan trematodalar, shu bilan bir qatorda turli suv havzalardan *Lymnaea auricularia* molluskalar yig'ilgan va tadqiq etildi. O'zbekiston biogeotsenozlari va eksperimental sharoitda *Sch. turkestanica* ning hayotiy sikli va biologik xususiyatlari tadqiq etilgan.

Kalit so'zlar: Trematodalar, shistosomlar, molluskalar, Uzbekiston.

Акрамова Ф.Д., Шакарбаев У.А., Норқобилов Б.Т., Торемуратов М.Ш., Азимов Д.А.
НОВЫЕ ДАННЫЕ О БИОЛОГИИ *SCHISTOSOMA TURKESTANICA* SKRJABIN, 1913 –
ПАРАЗИТА МЛЕКОПИТАЮЩИХ

В работе описаны биология и жизненные циклы трематоды *Schistosoma turkestanica* Skrjabin, 1913 – паразита млекопитающих Узбекистана. Собраны и исследованы зрелые трематоды от домашних животных, а также моллюски *Lymnaea auricularia* в разнотипных водоёмах. Изучены особенности биологии в биогеоценозах Узбекистана и экспериментально воспроизведен жизненный цикл *Sch. turkestanica*.

Ключевые слова: Трематоды, шистосомы, моллюски, Узбекистан.

Akramova F.D., Shakarbaev U.A., Norqobilov B.T., Toremuratov M.Sh., Azimov D.A.
NEW DATA ON BIOLOGY THE *SCHISTOSOMA TURKESTANICA* SKRJABIN, 1913 - MAMMAL PARASITIS

The biology and life cycles of the trematode *Schistosoma turkestanica*, a parasite of mammals of Uzbekistan, are described. Mature trematodes from domestic animals, as well as *Lymnaea auricularia* mollusks in different types of water bodies, were collected and studied. The features of biology in biogeocenoses of Uzbekistan were studied and the life cycle of *Sch. turkestanica*.

Keywords: Trematodes, schistosomes, mollusks, Uzbekistan.

Среди паразитарных заболеваний млекопитающих важнейшее социальное и экономическое значение имеют шистосомозы человека и животных.

Популяции *Schistosoma turkestanica* Skrjabin, 1913 достаточно широко распространены среди домашних и диких животных во многих странах Азии и Европы. В качестве промежуточного хозяина зарегистрированы виды моллюсков рода *Lymnaea*, обитающих в пресных водоемах [3].

Несмотря на значительные успехи в изучении *Sch. turkestanica* многие вопросы биологии личиночных фаз разработаны недостаточно.

Материалом для настоящей работы послужили сборы шистосом от домашних и диких млекопитающих животных Северо-западного (Республика Каракалпакстан и Хорезмская область) и Северо-восточного (Ташкентская, Сырдарьинская, Джизакская области) районов Узбекистана. Возобновленные исследования выполнены в 2016-2020 гг. собраны и исследованы моллюски. *Lymnaea auricularia* из разнотипных водоемов рек Амударья и Сырдарья и выполнен большой объем экспериментальных исследований.

В работе использованы традиционные гельминтологические, малакологические, экологические методы исследования [1, 2, 6, 9, 10, 11].

Для изучения цикла развития трематоды использовали яйца паразита от естественно зараженных овец и крупного рогатого скота из хозяйств Республики Каракалпакстан.

Вышедшие из яиц мирацидии были использованы для искусственного заражения пресноводных моллюсков. Для получения мирацидиев использовали разработанную нами методику [2]. Метод основан на наличии у мирацидиев положительного фото- и отрицательного геотаксиса. Метод прост и эффективен для сбора мирацидиев.

Биологические особенности партеногенетических поколений и церкарий изучали при вскрытии живых подопытных моллюсков по общеизвестной методике [6, 7]. При изучении морфологии мирацидиев и церкарий использовали витальные краски. Анестезированный раствор нейтрального красного готовили по методике Гинецинской [6]. При рассмотрении формулы экскреторной системы использованы разработки Галактионова и Добровольского [5].

Животных заражали активными одновозрастными церкариями, собранные в течение 3–5 ч. после их выхода из промежуточного хозяина. В опытах использовали ягнят, телят и кроликов. Каждого животного заражали церкариями (погружали одну из ушей в сосуд с водой, содержащей церкарий, с экспозицией 30, 45, 60 мин. при температуре 28–30°C. Вскрывая животных через 5, 10, 15, 20, 30 дней после заражения, изучали миграцию молодых марит (шистосомул) *Sch. turkestanica*. Исследование проводили с помощью микроскопа с фазово-контрастным устройством, инвентированного СК2-TR (Olympus, Japan), микроскоп ЛОМО, охлаждающие центрифуги TR7 (Dupont, USA), бинокля ML-2200 (Olympus, Japan). Рисунки выполнены с использованием рисовального аппарата РА-4.

Как показали результаты исследования, что зрелые популяции *Schistosoma turkestanica* Skrjabin, 1913 обнаружены нами у широкого круга хозяев – млекопитающих Северо-западного Узбекистана. Шистосомы отмечены у представителей следующих отрядов млекопитающих: зайцеобразные, грызуны, хищные, парнокопытные, непарнокопытные и мозолоногие. Исследованные трематоды представлены самцами и самками и идентифицировались как *Schistosoma turkestanica*.

Ниже представляем биологические особенности всех фаз развития *Sch. turkestanica*.

Яйцо и мирацидий. В процессе своего развития яйца шистосомы претерпевают ряд изменений. Начинается оно с последовательного деления зародышевой клетки на две, четыре, восемь, шестнадцать. Далее зародыш проходит стадии морулы, бластулы и, наконец, превращается в мирацидия. В период развития зародыша желточные клетки, служащие питательным материалом для будущего мирацидия, начинают постепенно убывать и при полном формировании мирацидия они исчезают совершенно.

В процессе эмбриогенеза яйца этой шистосомы претерпевают значительные изменения, как морфологические, так и метрические. Если свежее отложенное яйцо имело 0.074–0.082 мм в длину, то к моменту выхода из организма хозяина оно имеет 0.13–0.14 мм в длину. По мере прохождения по сосудам и к тканям хозяина яйца шистосомы созревают и выходят из организма зрелыми, содержа подвижного, полностью сформированного мирацидия. Это – одно из биологических приспособлений шистосомы на ранней стадии онтогенеза. Эмбриогенез данного типа, на наш взгляд, является прогрессивным и указывает на предельное приспособление этой трематоды к паразитированию в замкнутых системах своих хозяев.

Выделенные из фекалий хозяев яйца *Sch. turkestanica* имеют, удлинено-овальную форму и по одному шипику на каждом полюсе. Один из них обычно заострен, а другой тупой. Яйца имеют серовато-пепельную окраску. В яйце подвижный, полностью сформированный мирацидий, покрытый густыми ресничками (рис. 1).

Вылупление мирацидия. Нами установлено, что мирацидий имеется почти во всех яйцах *Sch. turkestanica*, обнаруживаемых в фекалиях хозяев. Когда яйцо, содержащее вполне развитого мирацидия, соприкасается с водой уже можно наблюдать движение ресничек и самого мирацидия. При этом активность мирацидиев в яйце возрастает.

Хоботком мирацидий плотно контактирует с внутренней поверхностью оболочки яйца. При этом он совершает маятникообразные движения, которые в дальнейшем становятся более энергичными. Затем мирацидий начинает быстро вращаться вокруг продольной оси яйца, после чего вращение становится еще более энергичным, но уже вокруг поперечной оси яйца. Разрыв яйца всегда происходит в боковой стенке; он никогда не наблюдался у места расположения шипа в боковой стенке; он никогда не наблюдался у места положения шипа. В механизме вылупления мирацидия из яйца большую роль играет движение самого мирацидия и, по-видимому, повышение давления внутри яйца. В процессе вылупления мирацидия важную роль играют факторы внешней среды. Оптимальной температурой для вылупления мирацидия из яйца шистосом является +13 –

+28°C при pH 6–7 и, безусловно, наличии света. Процесс вылупления мирацидия из яйца длится 30–60 сек. (рис. 1).

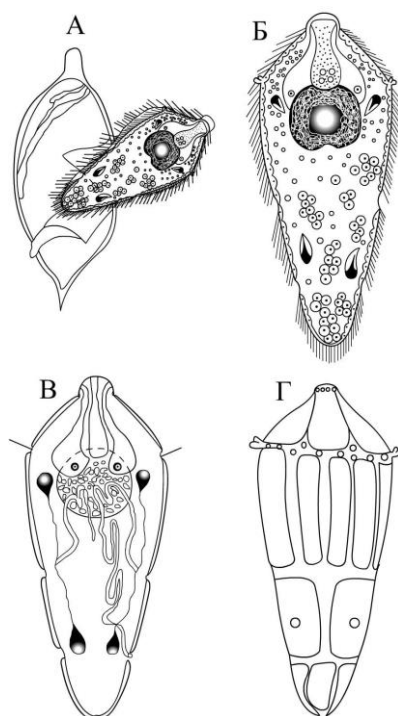


Рис. 1. *Schistosoma turkestanica* Skrjabin, 1913: А - процесс вылупления мирацидия; Б, В - детали органов; Г - расположение эпителиальных пластин и сенсилл.

Мирацидий – первая личиночная фаза в сложном жизненном цикле шистосом. Его биологическая роль сводится к осуществлению заражения промежуточного хозяина.

Мирацидий, только что вылупившийся из яйца, чрезвычайно энергично движется по прямой линии. При этом делает резкие повороты во время смены направления, то уходя в глубокие слои воды, то подплывая к поверхности. Нами отмечено, что эти мирацидии до момента их естественной гибели не прекращают своего движения. Они находятся в постоянном поиске своего промежуточного хозяина.

В жизнедеятельности мирацидиев очень большую роль играют таксисы. Нами установлено, что мирацидии *Sch. turkestanica* имеют положительный фото- и отрицательный геотаксис. В результате взаимодействия разных таксисов мирацидии попадают в тот участок водоема, в котором обычно обитают моллюски, играющие роль промежуточного хозяина для данного вида трематод [6].

Мирацидии очень активны при рассеянном свете и концентрируются в поверхностных слоях воды. Следовательно, таксисы мирацидиев следует рассматривать как выработанные в процессе эволюции адаптации, обеспечивающие контакт личинок с промежуточными хозяевами.

При встрече с моллюсками *Lymnaea auricularia* мирацидии начинают их преследовать, то подплывая вплотную к ним, то удаляясь. Они активно устремлялись к моллюскам и энергично атаковали их, пытаясь проникнуть в различные участки тела. При таких атаках мирацидии соприкасаются с телом моллюска и как бы прилипают. В дальнейшем, по данным наших наблюдений, мирацидии внедряются в промежуточного хозяина сквозь мантию в течение 20–30 минут. По нашим наблюдениям, жизнь мирацидий может продолжаться до 24 часов при 28–30°C.

Развитие партенит и церкарий в промежуточном хозяине. Искусственному заражению подвергали моллюсков, выведенных в лабораторных условиях, 15–20-дневного возраста. Заражение производили индивидуально в небольших солонках с 1–2 мирацидиями. Мирацидии, внедрившись в тело хозяина, претерпевают регрессивный метаморфоз и превращаются в материнскую спороцисту.

Материнские спороцисты достигают своего развития на 7–8-ой день, к этому времени в их полости образуются подвижные спороцисты. Дочерние спороцисты формируются из зародышевых клеток материнской спороцисты. Дочерняя спороциста, в свою очередь, также

представляет собой удлинённый мешок, содержащий множество зародышевых клеток. Размеры дочерних спороцист колеблются. Обнаруженные дочерние спороцисты на 12–15-й день после заражения моллюсков имели 0.096–0.483 мм длины и 0.021–0.053 мм ширины. В дочерних спороцистах, через 20 дней отмечается формирование церкарий. Сформировавшиеся церкарии на 22–25 сутки покидают дочернюю спороцисту через концевое родильное отверстие (рис. 2).

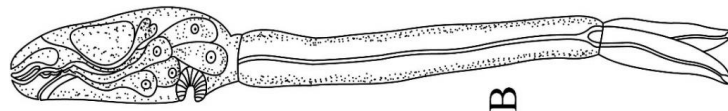


Рис. 2. *Schistosoma turkestanica* Skrjabin, 1913: церкария.

Вышедшие из организма моллюсков церкарии имеют характерный разветвленный на конце хвост. Они относятся к афарингеальным бревифуркоцеркариям без глазков.

Продолжительность жизни церкарий зависит от многих факторов и количества гликогена, заключенного в их тканях [6].

Значительное место в жизни церкарий занимает степень их активности, которая зависит от температуры и характера освещенности. В наших опытах церкарий сохраняли жизнеспособность до 72 часов.

Поведение церкарий шистосоматид отличается большой сложностью и, в конечном счете, направлено на эффективный поиск специфического окончательного хозяина, прикрепление к поверхности его тела, внедрение в кожные покровы и попадание в кровеносную систему [4, 8].

У церкарий шистосом, очевидно, выработались приспособления не только к отысканию животных – хозяев, но и к проникновению в него через неповрежденные покровы. Главную роль при этом играет физиологическая адаптация церкарий, закрепившаяся в ходе эволюции системы «паразит-хозяин» [3].

Исследованиями была установлена зараженность моллюсков *L. auricularia* церкариями шистосомы в водоемах только Северо-западного (Республика Каракалпакстан) и Северо-восточного (Сырдарьинская, Ташкентская области) регионов Узбекистана [2, 12].

Зараженность моллюсков личиночными формами *Sch. turkestanica* колебалась в разнотипных водоемах Каракалпакстана от 0.3 до 45%. Несколько ниже показатели зараженности моллюсков отмечены в водоемах Северо-восточного региона – 0.4 до 5.0%.

Число церкарий, вышедших из одного прудовика за сутки доходило до 8000 экз. Из них выход 4235 личинок отмечен утром между 8 и 12 часами; между 13 и 16 часами – 2990 экз. Ночью выход церкарий прекращается (рис. 3).

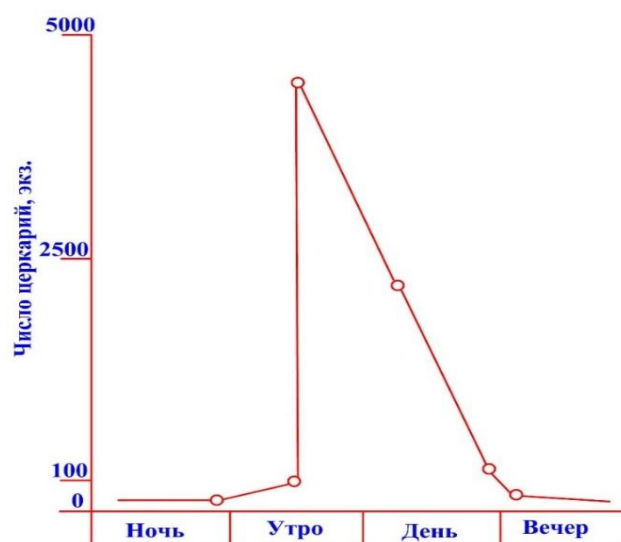


Рис. 3. Суточный ритм выхода церкарий *Schistosoma turkestanica* из моллюска *Lymnaea auricularia*, при температуре 25-30°C

Таким образом, мы твердо убеждены, что ушковидные моллюски в условиях северо-западного и северо-восточного регионов Узбекистана – в зонах, неблагоприятных по шистосомозу – формируют устойчивые популяции. Они, выделяя огромное число церкарий, обеспечивают высокую концентрацию инвазионных элементов в прибрежных частях водоема, что способствует интенсивному заражению дефинитивных хозяев шистосомами. Кроме того, зараженные моллюски, проникая из одного водоема в другой, выполняют расселительную функцию. Тем самым они способствуют широкому распространению инвазии среди восприимчивых животных и церкариозов человека.

Развитие шистосомы в дефинитивном хозяине. Исследованиями установлена возможность проникновения церкарий *Sch. turkestanica* в организм дефинитивного хозяина как перкутанно, так и перорально [3].

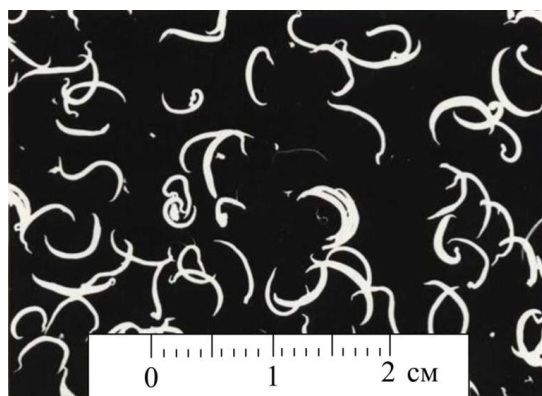


Рис. 4. *Schistosoma turkestanica* Skrjabin, 1913: половозрелые трематоды, выделенные из сосудов брыжейки овец и крупного рогатого скота.

Процесс внедрения церкарий шистосомы в организм дефинитивного хозяина происходит в течение короткого времени. Достаточно 5–10 минутного контакта личинок с телом хозяина для их внедрения. Внедрившиеся в организм хозяина церкарии в течение 32–35 дней достигают в зрелые шистосомы, состоящие из популяции самцов и самок (рис. 4).

Нами подробно рассмотрены биологии всех фаз развития трематоды *Schistosoma turkestanica*, механизмы заражения промежуточных и окончательных хозяев. Такой широкий круг теоретических проблем, решаемых на примере *Sch. turkestanica*, обусловлено повышенным интересом к этой инвазии за последние годы XX и в начале XXI веков. Подтверждением этого процесса служат результаты исследований последних лет по биологии *Sch. turkestanica* [3, 13 – 19].

Результаты экспериментальных исследований свидетельствуют, что паразитирующие в кровеносных сосудах трематоды обладают всеми признаками, обеспечивающими жизнедеятельности в замкнутой системе своих хозяев – повоночных животных. Эти материалы дают новые представления об особенностях биологии, *Sch. turkestanica*, закрепившиеся в ходе эволюции системы «паразит-моллюски-позвоночные животные».

ЛИТЕРАТУРА

1. Азимов Д.А. Трематоды - паразиты животных и человека. - Ташкент: Мехнат, 1986. 128 с.
2. Азимов Д.А., Акрамова Ф.Д., Шакарбаев У.А., Шакарбоев Э.Б. ориентобильгарции – трематоды млекопитающих. - Ташкент: Фан, 2014. 224 с.
3. Азимов Д.А., Акрамова Ф.Д., Шакарбоев Э.Б., Норкобилов Б.Т., Шакарбаев У.А., Сайиткулов Б.С. Шистосомоз животных. - Ташкент: Фан, 2019. 320 с.
4. Беэр С.А., Воронин М.В. Церкариозы в урбанизированных экосистемах. - М.: Наука, 2007. -240 с.
5. Галактионов К.В., Добровольский А.А. Гермафродитное поколение трематод. – Ленинград: Наука, 1987. – 192 с.
6. Гинецинская Т.А. Трематоды, их жизненные циклы, биология и эволюция. - Ленинград: «Наука», 1968. - 411 с.

7. Гинецинская Т.А., Добровольский А.А. Новый метод обнаружения сенсилл личинок трематод и значение этих образований для систематики // Докл. АН СССР. 1963. - Т. 151. - Вып. 2. - С. 460 - 463.
8. Москвин А.С. Этология церкарий трематоды *Schistosoma turkestanica* Skrjabin, 1913 при эмиссии из естественно инвазированных моллюсков *Lymnaea auricularia* L., 1758 // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. Москва, 2019. -С. 371-378.
9. Скрыбин К.И. Методы полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая и человека. - Ленинград: 1-го МГУ, 1928. - 45 с.
10. Старобогатов Я.И. Фауна моллюсков и зоогеографическое районирование континентальных водоемов Земного шара. - Ленинград: Изд. «Наука» Лен. отд., 1970. -250 с.
11. Сукачев В.Н., Дылис Н.В. Программа и методика биогеоценологических исследований. - Москва: Наука, 1966. - 336 с.
12. Шакарбаев У.А. Фауна и экология церкарий трематод моллюсков (Gastropoda, Pulmonata) водоемов Сырдарьи. Автореф. дис. ... канд. биол. наук, М., 2017. - 23 с.
13. Li L., Yu L.Y., Zhu X.Q., Wang C.R., Zhai Y.Q., Zhao J.P. *Orientobilharzia turkestanicum* is grouped within African schistosomes based on phylogenetic analyses using sequences of mitochondrial genes // Parasitol Res, 2008. - № 102. - P. 939 - 943.
14. Lien Chien-an, Pai Kung-mao, Su Lung, Liu Chao-ming, Chen Min-sen, Liu Chung. A survey of the aetiological agent of rice-field dermatitis in Chegnan peoples commune, Hailung Hsien, Kirin Province, with a preliminary observation of the life history of *Orientobilharzia turkestanica* var. *tuberculata* // Дунъю сюэбао, Acta Zool. sinica, 1975. - V. 21. - № 2. - С. 183 - 189.
15. Liu Zhong, Li Zhenbao and Wang Nabin. Scanning electron microscopic observation on argentophilic papillae of *Orientobilharzia turcestanica* var. *turbeculata* cercariae // Journal of Jilin University of (Medicine Edition), 1987. - №3.
16. Lockyer A.E., Olson P.D., Littlewood D.T.J. Utility of complete large and small subunit rRNA genes in resolving the phylogeny of the Platyhelminthes: implications and review of the cercomer theory // Biologikal Journal of the Linnean Society, 2003. - № 78. - P. 155-173.
17. Qiu J.H., Li L., Wang C.R., Chen J., Chen A.H., Zhai Y.Q. ITS and 28S rDNA-LSU Sequence Analysis of *Orientobilharzia turkestanicum* from Bovine and Caprine Hosts // Chin J Parasitol., 2008. - V. 26. - №3. - P. 183.
18. Snyder S.D., Loker E.S. Evolutionary relationships among the Schistosomatidae (Platyhelminthes: Digenea) and an Asian origin for *Schistosoma*. // Parasitology, 2000. - № 86. - P. 283 - 288.
19. Wang C.R., Li L., Ni H.B., Zhai Y.Q., Chen A.H., Cheh J., Zhu X.Q. *Orientobilharzia turcestanicum* is a member of *Schistosoma* genus based on phylogenetic analysis using ribosomal DNA sequences // Experimental Parasitology, 2009. - V. 121. - P. 193-197.

REFERENCE

1. Azimov D.A. Trematodi - paraziti jivotnix i cheloveka. - Tashkent: Mexnat, 1986. 128 s.
2. Azimov D.A., Akramova F.D., SHakarbaev U.A., SHakarboev E.B. orientobilgarsii – trematodi mlekopitayushih. - Tashkent: Fan, 2014. 224 s.
3. Azimov D.A., Akramova F.D., Shakarboev E.B., Norkobilov B.T., Shakarbaev U.A., Sayitkulov B.S. Shistosomoz jivotnih. - Tashkent: Fan, 2019. 320 s.
4. Beer S.A., Voronin M.V. Serkariozi v urbanizirovannih ekosistemah. - M.: Nauka, 2007. -240 s.
5. Galaktionov K.V., Dobrovolskiy A.A. Germafroditnoe pokolenie trematod. – Leningrad: Nauka, 1987. – 192 s.
6. Ginetsinskaya T.A. Trematodi, ix jiznennie tsikli, biologiya i evolyusiya. - Leningrad: «Nauka», 1968. - 411 s.
7. Ginetsinskaya T.A., Dobrovolskiy A.A. Noviy metod obnaruzheniya sensill lichinok trematod i znachenie etix obrazovaniy dlya sistematiki // Dokl. AN SSSR. 1963. - Т. 151. - Вып. 2. - С. 460 - 463.
8. Москвин А.С. Etologiya serkariy trematodi *Schistosoma turkestanica* Skryabin, 1913 pri emissii iz estestvenno invazirovannix mollyuskov *Lymnaea auricularia* L., 1758 // Teoriya i praktika borbi s parazitarnimi boleznyami. Moskva, 2019. -S. 371-378.
9. Skryabin K.I. Metodi polnih gelmintologicheskikh vskritiy pozvonochnih, vklyuchaya i cheloveka. -

- Leningrad: 1-go MGU, 1928. - 45 s.
10. Starobogatov YA.I. Fauna mollyuskov i zoogeograficheskoe rayonirovanie kontinentalnih vodoemov Zemnogo shara. - Leningrad: Izd. «Nauka» Len. otd., 1970. -250 s.
 11. Sukachev V.N., Dыlis N.V. Programma i metodika biogeotsenologicheskix issledovaniy. - Moskva: Nauka, 1966. - 336 s.
 12. Shakarbaev U.A. Fauna i ekologiya serkariy trematod mollyuskov (Gastropoda, Pulmonata) vodoemov Sirdari. Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk, M., 2017. - 23 s.
 13. Li L., Yu L.Y., Zhu X.Q., Wang C.R., Zhai Y.Q., Zhao J.P. *Orientobilharzia turkestanicum* is grouped within African schistosomes based on phylogenetic analyses using sequences of mitochondrial genes // Parasitol Res, 2008. - № 102. - P. 939 - 943.
 14. Lien Chien-an, Pai Kung-mao, Su Lung, Liu Chao-ming, Chen Min-sen, Liu Chung. A survey of the aetiological agent of rice-field dermatitis in Chegnan peoples commune, Hailung Hsien, Kirin Province, with a preliminary observation of the life history of *Orientobilharzia turkestanica* var. *tuberculata* // Dun'u syuebao, Acta Zool. sinica, 1975. - V. 21. - № 2. - C. 183 - 189.
 15. Liu Zhong, Li Zhenbao and Wang Nabin. Scanning electron microscopic observation on argentophilic papillae of *Orientobilharzia turkestanica* var. *tuberculata* cercariae // Journal of Jilin University of (Medicine Edition), 1987. - №3.
 16. Lockyer A.E., Olson P.D., Littlewood D.T.J. Utility of complete large and small subunit rRNA genes in resolving the phylogeny of the Platyhelminthes: implications and review of the cercomer theory // Biologikal Journal of the Linnean Society, 2003. - № 78. - P. 155-173.
 17. Qiu J.H., Li L., Wang C.R., Chen J., Chen A.H., Zhai Y.Q. ITS and 28S rDNA-LSU Sequence Analysis of *Orientobilharzia turkestanicum* from Bovine and Caprine Hosts // Chin J Parasitol., 2008. - V. 26. - №3. - P. 183.
 18. Snyder S.D., Loker E.S. Evolutionary relationships among the Schistosomatidae (Platyhelminthes: Digenea) and an Asian origin for *Schistosoma*. // Parasitology, 2000. - № 86. - P. 283 - 288.
 19. Wang C.R., Li L., Ni H.B., Zhai Y.Q., Chen A.H., Cheh J., Zhu X.Q. *Orientobilharzia turkestanicum* is a member of *Schistosoma* genus based on phylogenetic analysis using ribosomal DNA sequences // Experimental Parasitology, 2009. - V. 121. - P. 193-197.

МУЛЛАБАЕВ¹ Н.Р., АКРАМОВ¹ У.Х., ИСМОИЛХУЖАЕВ² К.О.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ САДКОВОГО ВЫРАЩИВАНИЯ КАРПА

akramovu.92@mail.ru

Ташкентский государственный аграрный университет¹
Ассоциация Узбекбаликсаноат²

Mullabaev N.R., Akramov U.X., Ismoilxojaev K.O.

QAFASLARDA KARP BALIG'I YETISHTIRISHNING BIOTEXNOLOGIK JIHATLARI

Suv omborlarida baliqlarni qafas usulida yetishtirish katta imkoniyatlarni ochib beradi. Shundan kelib chiqib O'zbekiston olimlari ochiq suv havzalarida va yopiq suv taminoti tizimida ilmiy va iqtisodiy asoslangan akvakulturaning yangi texnologiyalarini joriy etish borasida izlanishlar olib bormoqdalar. Mahalliy oziqa xom-ashyolaridan tayyorlangan omuxta yemdan foydalanilganda karp baliqlari izchil o'sish ko'rsatgichi balandligi namoyon bo'ldi.

Kalit so'zlar: Qafas baliq xo'jaliklari, karp, baliq mahsuldorligi, intensiv akvakultura, baliq omuxta yemi, baliq yetishtirish biotexnologiyasi, abiotik omillar, karpning o'sish sur'ati.

Муллабаев Н.Р., Акрамов У.Х., Исmoilхужаев К.О.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ САДКОВОГО ВЫРАЩИВАНИЯ КАРПА

Большие возможности имеются в водохранилищах при внедрения садковых технологии выращивания рыб. В связи с этим, в настоящее время ученые Узбекистана ведут исследования по научному и экономическому обоснованию новых технологий аквакультуры в открытых и замкнутых системах водоснабжения. Использование местных кормовых ресурсов показывает интенсивный рост карпа, что делает перспективное направление производства кормов для рыб на основе местного сырья.

Ключевые слова: Садковые рыбоводные хозяйства, карп, рыбопродуктивность, интенсивная аквакультура, рыбные корма, биотехнология выращивания рыб, абиотические факторы, темп роста карпа.

Mullabaev N.R., Akramov U.X., Ismoilxojaev K.O.

BIOTECHNOLOGICAL ASPECTS OF CULTIVATION OF A CARP IN CAGES

Great opportunities are available in water reservoirs when use cage technology for growing fish. In this regard, scientists of Uzbekistan are currently conducting research on the scientific and economic feasibility of new aquaculture technologies in open and recirculation aquaculture systems. The use of local feed resources shows an intensive growth of carp, which makes a promising direction to increase fish production, which based on local raw feed materials.

Key words: hatchery fish farms, carp, fish productivity, intensive aquaculture, fish feed, biotechnology of fish cultivation, abiotic factors, carp growth rate.

Введение. В настоящее время при увеличении численности населения земли, геометрическим прогрессией, очень важно рационально использовать все водоемы, в частности - перевести самые рыбохозяйственно ценные водоемы в гидрологический режим которых позволит существенно увеличить производство рыбы, увеличить долю ценных рыб в уловах, усилить эффективность мер по сохранению биоразнообразия рыб. Республике очень важно реально освоить подходы водосбережения и комплексного использования водных ресурсов. Именно в этом направлении интересны садковые системы выращивания рыб. С того же водоема можно существенно увеличить производство рыбы, производить в садках ценных рыб, предоставить фермерам технологию производства рыбы, что будет самым эффективным и действенным методом сохранения биоразнообразия рыб.

Имеются реальные пути повышения эффективности садкового выращивания рыб, связанные как с уменьшением себестоимости товарной продукции, так и со снижением величины удельных капитальных затрат. Это изыскание и применение более дешевых кормов, прежде всего получаемых при использовании биологических ресурсов водоемов, и строительство более дешевых садков упрощенной конструкции.

Экономический расчет показывает, что рентабельными являются не большие садковые хозяйства со своим цехом для производства рыбных кормов, это такие хозяйства с производством товарной рыбы в объеме более 50 т в год.

Материалы и методы. В 2012 году была создана садковое хозяйство ООО «Fish Berg» в западной части Арнасайского водохранилища совместно Институтом зоологии АН РУз, тогда и были начаты научные работы по садковому хозяйству. На базе этого хозяйства с 2012 по 2015 года проводили научно полевые исследовательские работы.

Определены основные показатели качества воды по выбранным участкам Арнасайского водохранилища (температура, растворенный кислород и др.). Экспресс анализ воды проводили с помощью портативного измерительного прибора YSI-85. Определяли минерализацию, содержание кислорода, температуру и электропроводность.

Материалы и конструкция садка. Плавающие прямоугольные садки размером 6х6х2 м были разработаны и созданы нами самостоятельно в 2011 году. Каркас садка деревянная, плавучесть создана за счет использования железных бочек (объемом 200 л). Установку установили возле берега на глубине 4 м, на расстоянии 70 метров от берега для обслуживания садков построен трап.

Рыбопосадочный материал – молодь карпа со средней навеской 70 граммов - приобрели в прудовых хозяйства (Ташкентской области), в середине марта зарыбили садки с плотностью 40 шт/м³. В течение вегетационного сезона провели две сортировки рыб по размерам, сортируя всех рыб на две группы (мелкие, крупные). Во всех случаях плотность посадки сохраняли на уровне 40 шт./м³.

Для приготовления кормов использовали шроты сои и подсолнечника, рыбную и костную муку, куколку тутового шелкопряда, пшеницу. Предварительно ингредиенты перемалывали в дробилке, смешивали нужное количество разных ингредиентов, перемешивали в смесителе и смесь гранулировали в роликовом грануляторе с матрицей 4мм и 10 мм.

Рецептуру рассчитывали таким образом, чтобы содержание протеина в кормах составляло 35% и 40%. Расчетное содержание протеина в ингредиентах брали из литературных данных [7].

При выращивании карпов навеской до 150 граммов использовали рацион на уровне 4%, далее до товарной рыбы – 3%. Для этого каждые 15 дней проводили контрольный лов, во время которо-

го определяли среднюю навеску рыб в каждом садке и рассчитывали общую массу. Суточный рацион вносили в садки в 7 порции (каждые 2 часа). В октябре провели тотальный облов товарной рыбы в садках.

Результаты и обсуждения. Наиболее экономичными в смысле расхода дели и удобными в обслуживании являются нагульные садки для рыб, поедающих корм в толще воды, размером 6,0×6,0 м при глубине 3 м. В толще воды форма садка (квадрат) достигается путем подвешивания четырех грузов на углах дна садка. Садки в водоеме можно располагать отдельно или устанавливая в ряд по 10-20 шт.

Крепят садки между собой деревянными, металлическими рейками. расстояние между садками примерно 1,5-2м должно быть достаточным для прохождения лодки, что необходимо при различных работах на садках.

Как показали опыты, штормоустойчивость нагульных плавучих садков возрастает при уменьшении размеров рам, а также при использовании профиля с размером 4×4см, толщина стенки 1,7 мм размер садка 5,0×5,0 м при глубине садковой камеры 4 м.

Для удержания садков при ветровых волнениях якоря эффективны когда их вес свыше 400 кг, так как при сильных ветрах садок не смещается, якоря могут удерживать. Для удержания садков мы использовали 200 л бочки с кольями внутрь которых бетонировали и прикрепляли садковую систему с помощью нейлоновой веревки. Длина веревки зависит от глубины водоема.

Кислородный режим. Исходя где установлен садок (расстояние от берега) к концу лета чувствуется нехватка кислорода, поскольку в это время прибрежной части водоема содержание растворенного кислорода снижается до 2 мг/л. см табл.1.

Таблица 1

**Содержание растворенного кислорода в воде Арнасайского водохранилища
на расстоянии одного метра от садковой линии (2013 г.)**

Дата измер.	4.04	12.04	19.04	6.05	16.05	27.05	15.06	1.07	16.07	1.08	14.08	1.09	17.09
кислород	9,89	8,78	9,69	8,89	8,67	8,88	7,45	8,23	6,5	6,9	2,6	4,9	5,4

В это время нами было сооружено принудительный водообмен который был осуществлен, в частности, за счет применения эрлифтных установки. Экономически более выгодными является рыбоводные сооружения с пассивным водообменом, так как здесь нет затрат на его создание.

Температура воды является важным климатическим фактором, оказывающим большое влияние на все этапы развития рыб в садках. В садках и в водоеме температура воды дна практически та же. Сезонные колебания температуры воды усиливает или затормаживают темп роста рыб. В нашем экспериментальном участке Арнасайского водохранилища весенний период (март-май) характеризуется достаточно быстрым прогревом воды от 6 до 18-24°C. Этот период происходит интенсивное перемешивание воды, высокое содержание кислорода, развитие опасных для рыб паразитов.

Летний период (июнь-август) в этом периоде температура поднимается максимального уровня до 30°C. Поверхностные воды прогревается сильнее, чем придонные. В этот период в прибрежных участках наблюдается дефицит кислорода в ночное время.

Осенний период (сентябрь – ноябрь) в это время года температура воды понижается от 29°C до 10°C, наблюдается циркуляция по всей толще воды, кислородный режим улучшается. Среднесуточная температура воды водохранилища (°C) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Температура воды возле садковой линии Арнасайского вдхр. (2013 г.)

	4.04	12.04	19.04	6.05	16.05	27.05	15.06	1.07	16.07	1.08	14.08	1.09	17.09
Тем-ра воды	10	13	16	19	22	24	27	28	29	27	27	26	23

Таким образом, температура воды в садках установленных в естественном водоеме в течение года не всегда благоприятна для рыб. В нашем случае карпу по температурному режиму Арнасайское водохранилище в наибольшей степени отвечает его потребностям.

Прозрачность воды имеет определенное значение при выращивании в садках рыб, которые ориентируются на корм с помощью зрения. В этом плане Арнасайское водохранилище является водоемом с высокой прозрачностью, который способствует развитию садкового рыбоводства. (см. табл. 3.)

Таблица 3

Прозрачность воды Арнасайского водохранилища

периоды	Весна	Лето	Осень
Прозрачность, см	400	350	100

Эффективность выращивания товарного карпа в садках в значительной степени зависит от качества рыбопосадочного материала.

Средняя масса годовиков карпа в период зарыбления садков должна зависеть от развития естественной кормовой базы (зоопланктон) зоне расположения садков. При хорошем развитии зоопланктона средняя масса должна быть не менее 25 гр, а при бедном 40 гр. Коэффициент упитанности (по Фультону) рыбопосадочного материала должен быть выше 2 [2].

Зарыбление садков проводили в марте. Рыбопосадочный материал перевозили целлофановых пакетах емкостью 15 л, с загрузкой в них по имеющим нормативом 5 кг.

Во время зарыбления садка температура воды в зимовалах, пакетах и садках была одинаковой. Расхождение допускали в пределах 2-3°C. При резкой смене температуры воды рыба себя плохо чувствовала становилась малоподвижной, плохо поедала корм или не берет его совсем.

Зарыбление садков проводили короткий срок, стараясь завершить эту работу в 10-дневный срок. Пересаженный из прудов в сетчатые садки рыбопосадочный материал первые 2 дней ведут себя беспокойно, на 3-тий день карп приспосабливается к садкам и ведет себя спокойно.

На каждый квадратный метр садка посадили годовиков из расчета 50 кг товарного карпа. Так, при планируемом выходе за период откорма 90 процент и конечный массой 1000 грамм на 1 м² (начальная масса 80г) садка посадили 35-40 штук годовиков.

26 марта зарыбили садок. Привезли годовиков карпа общая масса 220 кг, средний вес которых 82 г. На один садок посадили 2600 шт. температура воды 8°C.

Кормление годовиков карпа начали на 2-3 день после зарыбления опарышом (личинки мухи) что бы приучит рыб к корму после этого гранулированным кормом с размером 3мм диаметра. Кормосмеси составляли с таким учетом, чтобы в ее состав вошли белково-витаминные добавки, поскольку перезимовавшие карпы нуждаются в витаминном питании.

Кормление товарного карпа осуществляли специальными гранулированными комбикормами по специально разработанной рецептуре.

Наиболее эффективное выращивание товарного карпа на указанных составах комбикормов достигается при содержании в воде растворенного кислорода в концентрации 5-8 мг О₂ при температуре 25-28°C.

Отруби, шроты жмыхи и др. компонентов дробили на универсальной дробилке кормов, готовили гранул на грануляторе сухого прессирования. Кормили каждый день. Количество кормления в сутки определяли по поедаемости рыбой кормов. Установили что при нормах кормления от массы тела карпа в 1%, 0,5%, 0,6% рыба съедала корм соответственно от заданного количества 20%, 45%, 38%. Остальной корм опускался на сетчатое дно садка и рыба не успевала его поесть. При такой конструкции садка суточную норму необходимо скармливать дневное время [1]. Поэтому количество кормления в сутки при ручной раздаче доходило до 9-раз через каждые 2 часа. Первое кормление начинали 6 часов утра и заканчивали в 21 часа.

С прекращением кормления в вечернее время над садком подвешивали электролампочку 150 ватт для привлечения ночных насекомых. Расстояние от воды до лампочки 40-50 см. В ночное время на свет скапливались в основном зоопланктон водоема, а насекомые которые ударяясь в стекло лампочек падающие в воду были незначительны [4].

Одним из важных моментов в период выращивания карпа является определение суточной нормы корма. Расчет ежедневной потребности в корме зависит от средней массы карпа, температура воды, кислородного режима водоема. Завышенная суточная норма корма ведет к увеличению затрат корма на единицу прироста массы, а недостаток снижал темп роста. Примерные нормы корма приведены в табл. 4.

Таблица 4

Суточные нормы кормления карпов при товарном выращивании, % массы тела

Температура воды, °С	Масса рыб, г				
	20-50	50-100	100-250	250-500	более 500
12	2	1,6	1,3	1	0,8
15	3	2	1,6	1,2	1
18	4	3	2	1,6	1,3
21	5	4	3	2	1,6
24	6	5	4	3	2
27	7	6	5	4	2,5
30	8	7	6,5	4,5	3
33	8,5	7,5	7	5	3,5

На протяжении всего периода выращивания осуществляли контроль за поедаемостью кормов и за химическим составом воды, особенно за концентрацией азотных соединений. Поедаемость кормов определяли ежедневно. Для проведения учета темпа роста и поедаемости кормов необходимо подвешивать кормушку. По кормушке ведется учет эффективности кормления карпа и дальнейшая корректировка количества скармливаемых кормов. Устанавливали среднюю массу одного карпа при проведении контрольных взвешиваний, которые проводили каждые 10-15 дней. После каждого контрольного лова сравнивали среднюю массу одного карпа с плановым. Если рыба не отставала от планового, то продолжали кормить по тем же нормам и теми же кормами. Если рыба отстала в росте, по сравнению с плановым принимали соответствующие меры. Проверляли количества и качества задаваемого корма.

Через 10 дней после зарыбления 4 апреля составили рацион от массы тела и от температуры воды. Температура воды 10°C средний вес рыбы 80 г рацион 1% от общей массы рыбы, общая масса 220 кг. При транспортировке был отход 4 кг рыб. Значит, в садке 216 кг рыбы 1% от массы тела это будет 2,2кг. В день задавали 2,2 кг корма.

Следующий контрольный лов произвели 19 апреля. Таким образом корректировали норму кормления см. табл. 5.

Таблица 5

Биотехнологические показатели садкового выращивания карпа в Садке №1

Месяцы	4 IV	19 IV	6 V	16 V	27 V	15 VI	1 VII	16 VII	14 VIII	1 IX	17 IX
Тем-ра воды °С	10	16	19	22	24	27	28	29	27	26	23
Средний вес рыбы, гр.	80	90,6	116,8	180	228	353,2	439,9	564,4	837,8	933,4	1077,8
Вес рыбы в садке №1, кг	216	235	303	468	592	917	1141	1466	2176	2425	2800
Выдаваемая норма корма	2,2	4,7	6	14	23,6	36	45,6	44	54	60,6	22

Заключение. В ААСО содержание кислорода по отношению к температуре колебалось в пределах 74,8-102% насыщения, минимальные значения насыщенности наблюдалось в июле, что является экологически приемлемым. Значение рН колебалось в пределах 7,0-8,3, что приемлемо с рыбохозяйственной точки зрения.

Анализ и обобщение накопленного научного и производственного материала в области садкового рыбоводства дает возможность сформулировать общие принципы управления рыбоводным процессом и на этой основе определить некоторые закономерности садкового выращивания рыб.

Во-первых, в связи с тем, что управление многими факторами внешней среды в садках невозможно или экономически нецелесообразно по этому садок надо установить в оптимальном акватории водоема по рыбоводным параметрам и для обслуживания садков, а также определить оптимальных периодов выращивания в соответствии с биологическими особенностями карпа. При возможности установит садок в глубоководном участке, где в глубина превосходит фотического слоя, противном случаи вокруг садкового хозяйства покрывается высшими водными растительностями, что ведет к кислородному дефициту и препятствует водообмену.

Во-вторых, в процессе садкового выращивания прежде всего создать рецептуру корма из приемлемых кормовых ресурсов используемого водоема. Балансированный корм на основе сорных рыб водоема даёт экономический эффект поскольку рост рыб в садках зависит от задаваемого корма. Рациональное кормление способствует получению заданной рыбопродукции.

Благодарности. Авторы благодарны Ж.Ж. Собирову, И.М. Мирабдуллаеву за практическую помощь и ценные замечания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров С.Н. Садковое рыбоводство. – М.: АСТ, 2005. -270с.
2. Михеев В.П., Садковое выращивание товарной рыбы, Москва: Издательство легкая и пищевая промышленность, 1982, 214 с.
3. Муллабаев Н.Р. Балиқчилик соҳасида истиқболли лойихалар // Қишлоқ ҳаёти. Тошкент, 2010, №39(7656) 2-апрел.
4. Методические рекомендации по совершенствованию технологии выращивания товарного карпа в садковых рыбных хозяйствах. Главное управление рыбного хозяйства внутренних водоемов СССР Украинский научно – исследовательский институт рыбного хозяйства. Киев 1980, 32с.
5. Рекомендации по применению гранулированного корма при выращивании товарного карпа на теплых водах. Ленинград. ГосНИОРХ, 1977, 12с.
6. Александров Н.С. Садковое рыбоводство // авт.-сост. - М.: АСТ, Донецк, Сталкер, 2005, -270, [2], с.: ил.- (Приусадебное хозяйство).
7. Щербина, М.А., Гамыгин, Е.А., 2006. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре, Москва: Издательство ВНИРО, 360 с.
8. Aleksandrov S.N. Sadkovoie rybovodstvo. –М.: AST, 2005. -270s.

REFERENCE

1. Aleksandrov S.N. Sadkovoie ribovodstvo. –М.: AST, 2005. -270 s.
2. Mixeev V.P., Sadkovoie virashivanie tovarnoy riby, Moskva: Izdatelstvo legkaya i pishevaya promishlennost, 1982, 214 s.
3. Mullabaev N.R. Baliqchilik soxasida istiqbolli loyixalar //Qishloq xayoti.Toshkent, 2010, №39(7656) 2-aprel
4. Metodicheskie rekomendatsii po sovershenstvovaniyu texnologii virashivaniya tovarnogo karpa v sadkovih ribnyh hozyaystvah. Glavnoe upravlenie ribnogo hozyaystva vnutrennix vodoemov USSR Ukrainskiy nauchno – issledovatel'skiy institut ribnogo hozyaystva. Kiev 1980, 32s.
5. Rekomendatsii po primeneniyu granulirovannogo korma pri virashivanii tovarnogo karpa na teplih vodah. Leningrad. GosNIORX, 1977,12s.
6. Aleksandrov N.S. Sadkovoie ribovodstvo // avt.-sost. - М.: AST, Donetsk, Stalker, 2005, - 270, [2], s.: il.- (Priusadebnoe hozyaystvo).
7. Sherbina, M.A., Gamigin, E.A., 2006. Kormlenie rib v presnovodnoy akvakulture, Moskva: Izdatelstvo VNIRO, 360 s.
8. Aleksandrov S.N. Sadkovoie ribovodstvo. –М.: AST, 2005. -270 s.

**ХАШИМОВА М.Х., РУСТАМОВ К.Ж., АХМЕДОВА З.Ю., ХОЛМАТОВ Б.Р., АХМЕДОВ В.Н.
ПОВЫШЕНИЯ ТЕРМИТОУСТОЙЧИВОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ПОСЛЕ ХИМИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ПРЕПАРАТАМИ НА ОСНОВЕ «БИОПИРЕНА»**

m_khashimova@mail.ru

Институт зоологии АН РУз

Хашимова М.Х., Рустамов К.Ж., Ахмедова З.Ю., Холматов Б.Р., Ахмедов В.Н.
«БИОПИРЕН» АСОСИДАГИ КИМЁВИЙ ПРЕПАРАТЛАР БИЛАН ИШЛОВ БЕРИШ НАТИЖАСИДА
ЁҒОЧНИНГ ТЕРМИТЛАРГА НИСБАТАН ЧИДАМЛИЛИГИНИ ОШИРИШ

Термитларга қарши кураш самарадорлигини янада ошириш соҳасидаги олиб борилаётган фундаментал ва амалий тадқиқот ишларининг ютуқлари экологик ва ижтимоий-иқтисодий барқарорликни таъминлашга ёрдам беради. Ушбу ишнинг мақсади "Биопирен" асосидаги, Пирилакс ва Пирилакс - люкс антисептик препаратни синаб қўришдан иборат бўлиб, улар термитларга чидамлилиги мос равишда 90,4-96,8 ва 86,0 - 97,9% ни ташкил этди.

Калит сўзлар: Ёғоч материаллар, зараркундалар, термитлар, антисептик воситалар, препарат, чидамлилиқ, тарихий обидалар.

Хашимова М.Х., Рустамов К.Ж., Ахмедова З.Ю., Холматов Б.Р., Ахмедов В.Н.
ПОВЫШЕНИЯ ТЕРМИТОУСТОЙЧИВОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ПОСЛЕ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
ПРЕПАРАТАМИ НА ОСНОВЕ «БИОПИРЕНА»

Достижения фундаментальных и прикладных исследований в области дальнейшего повышения эффективности борьбы с термитами, способствуют обеспечению экологической и социально-экономической стабильности. Целью данной работы было испытание двух антисептических препаратов на основе «Биопирена», Пирилакс и Пирилакс – Люкс, термитоустойчивость которых составила 90,4-96,8 и 86,0 -97,9% соответственно.

Ключевые слова: Древесные материалы, вредители, термиты, антисептики, препараты, термитоустойчивость, исторические сооружения.

Khashimova M.Kh., Rustamov K.Zh., Akhmedova Z.Yu., Holmatov B.R., Akhmedov V.N.
INCREASE OF TERMITE RESISTANCE OF WOOD AFTER CHEMICAL TREATMENT WITH
PREPARATIONS BASED ON «BIOPYRENE»

The successes of domestic science in the field of further increasing the effectiveness of the fight against termites, contribute to ensuring environmental and socio-economic stability. The aim of this work was to test two antiseptic preparations based on "Biopiren", Pirilax and Pirilaks - Lux, which termite resistance was 90.4-96.8 and 86.0 -97.9%, respectively.

Keywords: Wood materials, pests, termites, antiseptics, drugs, termite resistance, historical buildings.

Термиты, несмотря на их пользу их в круговороте веществ в природе, в сохранении и умножении плодородия почв, представляют опасность, являясь серьёзными вредителями сооружений.

Существует около 3 тысяч видов термитов, - это насекомые, живущие в регионах с жарким климатом, питаются остатками растений и другими отходами, играют важную роль в обеспечении стабильности экосистем. Масштабное освоение степных зон привело к видоизменению термитов и смене мест их обитания. В результате они стали селиться ближе к людям, особенно рядом с историческими памятниками и объектами культурного наследия. Это привело к возрастанию ущерба, наносимого термитами. Они вредят даже плотинам, защитным средствам самолетов, технике крупных вычислительных центров, что оборачивается немалыми экономическими потерями. Именно поэтому борьба с термитами является одной из острых проблем науки.

Термиты устойчивы к внешним факторам и плодовиты. В нашей стране встречаются два вида этих насекомых. Это туркестанский *Anacanthotermes turkestanicus* Jacobs, 1904 и большой закаспийский *A. Ahngerianus* Jacobs, 1904. [1].

До середины пятидесятих годов прошлого века они не изучались. Грунтовые воды находились на большой глубине, там обитали термиты. Освоение земель привело к подъему грунтовых вод. Опережая их, поднялись из недр термиты. Каждой весной семьи из десятков тысяч особей взлетают в воздух. Термиты рода *Anacanthotermes* – сухо древесные насекомые. Их любимая пища – сухая растительность. В последние годы нападения термитов на здания и сооружения городов и сельских районов резко увеличились и это создает беспокойную обстановку в республиках Центральной Азии, в том числе и в Узбекистане [2].

Особую угрозу эти насекомые представляют для наших исторических памятников. Согласно наблюдениям специалистов, около 50 исторических памятников в Хиве, около 30 тысяч жилых домов в других регионах страны заражены термитами. Ущерб, причиненный ими, чрезвычайно большой. Создавая колонии в строительных элементах жилых и нежилых помещений, они разрушают исторические памятники, промышленные, гидротехнические сооружения, жилой фонд. Они портят железнодорожные шпалы, телеграфные столбы, охотно поедают бумагу, картон, ткани, и другие целлюлозосодержащие материалы [3].

Общественный образ жизни, высокая численность, сложная взаимосвязь, функциональная специализация каст в термитниках, хорошая защищенность от внешних экологических факторов, доступность и обилие пищи в жилых строениях, делают их способными быстро восстанавливать популяцию с ничтожно малого числа оставшихся в живых после истребительных мероприятий. [4].

С точки зрения борьбы с термитами важно также использовать при строительстве древесину, стойкую к вредителям. Древесина деревьев, как белая акация, желтая акация, можжевельники заирафшанский, красный и виргинский, сосна, японская сафора, термитам «не по зубам». В Узбекистане ареал обитания термитов устойчиво перешел с естественного ареала на населенные пункты и города. Например, внутри крепости Ичан Кальа в Хиве, внесённой в список Всемирного наследия ЮНЕСКО, есть 56 зданий и сооружений, которые имеют большое историческое значение. При строительстве большинства этих зданий и сооружений, в дополнение к богато украшенным деревянным колоннам, были использованы дерево материалы.

Происходящее в последнее время увеличение площадей распространения термитов, нападение их на деревянные сооружения, живые древесные растения и овощные культуры, расширяют кормовую базу этих насекомых-вредителей, связанных с мертвой древесиной, что, в свою очередь, требует нового подхода к организации борьбы с этими биоразрушителями. [5,6].

Используемые в настоящее время химические антисептики часто оказывались неэффективными из-за невозможности непосредственного применения их против колоний термитов в глубоких гнездах. Кроме того, они имеют свойства репеллентов и это приводит к тому, что термиты обходят обработанную древесину [7].

Целью наших исследований было испытание двух антисептических препаратов на основе «Биопирена» Пирилакс и Пирилакс – Люкс производимых в ООО «НПО НОРТ» в г. Ижевске, Удмуртия, которые являются эффективными антисептиками для древесины.

Схема опыта:

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 1. «Пирилакс» | 80-40 г/м ² |
| 2. «Пирилакс» - Люкс | 100-50 г/м ² |
| 3. Контроль | - без обработки |

Методика проведения лабораторных опытов с термитами.

В опытах использовали термитов, привезенных из Хивинского района Хорезмской области и священного места «Шибилей ота» Кегейлийского района Республики Каракалпакстан. Испытания препаратов проводили в лаборатории Антипаразитарные препараты Института зоологии АН РУз.

Фильтровальная бумага, соответственно пропитанная препаратом, (2×2 см) выкладывалась в стерилизованные чашки Петри, куда предварительно были помещены рабочие термиты по 20 особей. В качестве пищи для термитов использовали фильтровальные бумаги. Одним мл рабочих растворов соответствующей концентрации смачивали корм, свернутую фильтровальную бумагу размером 2×2 см. Для контрольных термитов корм смачивали дистиллированной водой. Потом чашки содержали в темном месте. Ежедневно делали учет и наблюдения, чашки выносили из темного места для просмотра термитов. При этом оценивали их состояние, поедаемость ими обработанного корма, подсчитывали число живых, парализованных и погибших термитов. Ежедневно остав-

шихся термитов подпаивали дистиллированной водой в объеме 0,2 мл. Эксперименты продолжались 10 дней. Опытные и контрольные пробы тестировались в 5-кратной повторности.

Расчет биологической эффективности для термитов выполнен по формуле Аббота, (методические указания..., 2004) [4]

Результаты проведенных опытов на жизнеспособность термитов представлены в таблице.

Анализ полученных значений биологической эффективности исследуемых химических веществ, при использованных концентрациях приводит к следующему:

В опытах изучена термитоустойчивость препаратов Пирилакс и Пирилакс – Люкс по отношению к термитам.

Препарат Пирилакс при 1 слойном смачивании при концентрации 40 г/м² на 3 день учета отмечено 16,0% смертности, на 7 день учета 83,3%, а на десятый день смертность составила 90,4%. При повышении концентрации в два раза смертность составила 20,0; 85,1 и 96,8 % соответственно. В этом варианте термиты не питались обработанным кормом.

Во втором варианте под действием препарата Пирилакс-люкс при 1 слойном смачивании при 100 г/м², не ели обработанный корм, на третий день учета отмечено 32,0% смертности, на седьмой день смертность составила 94,1% и десятый день учета отмечено 97,9% -ная смертность. При понижении концентрации препарата Пирилакс–Люкс, также оказался токсичным по отношению к термитам, термиты не ели обработанный корм. В данном варианте смертность по дням учета составило на третий день 56,0%; на седьмой день 60,0% и на десятый день 86,0% соответственно (табл.).

Таким образом, полученные данные показали, что для целлюлоза содержащие в том числе и древесные материалы, обработанные препаратами Пирилакс и Пирилакс-люкс, не повреждаются термитами, что очень важно для охраны древесины при строительстве.

Тестирование химических препаратов Пирилакс, Пирилакс - Люкс, на рабочих особях термитов

№	Препарат	Норма расхода	До обработки	Живые после обработки по дням учета, экз			Биологическая эффективность в %, по дням учета		
				3	7	10	3	7	10
1.	Пирилакс	80 г/м ²	50,0	40,0	7,3	1,5	20,0	85,1	96,8
2.	Пирилакс	40 г/м ²	50,0	42,0	8,0	4,5	16,0	83,7	90,4
3.	Пирилакс - Люкс	100 г/м ²	50,0	34,0	2,9	1,0	32,0	94,1	97,9
4.	Пирилакс - Люкс	50 г/м ²	50,0	22,0	20,0	7,0	56,0	60,0	86,0
5.	Контроль	Без/обр.	50,0	50,0	49,0	47,0			

ЛИТЕРАТУРА

- Брайен М. Общественные насекомые, экология и поведение / Под ред. Г.М. Длусского. – М.: Мир, 1986. – 400 с.
- Хамраев А.Ш. и др.- Рекомендации по системе борьбы против термитов. – Ташкент, 2016. - 44 с.
- Жужиков Д.П., Золотарев Е.Х. Методы испытаний синтетических материалов на устойчивость к повреждениям термитами. // В сб.: Термиты и меры борьбы с ними. – Ашхабад: Ылым, 1968. – С. 185-190.
- Маречек Г.И. Инструкции по мероприятием борьбы с туркестанским термитам вредителем построек в Узбекистане. –Ташкент: Изд. АН УзССР, 1976. –11 с.
- Хамраев А.Ш. Термиты Центральной Азии: Проблемы и пути их решения // Вестник Каракалпакского отделения АН РУз. Нукус – 2006. - №4.- С. 20-23.
- Методические указания по испытанию инсектицидов, акарицидов, биологически активных веществ и фунгицидов. /на узб. языке/ Ташкент 2004,103 с.
- Указания по защите деревянных конструкций от гниения и термитов в условиях тропического и субтропического климата. – М.: Стройиздат, 1965.

REFERENCE

1. Brayen M. Obshestvennie nasekomie, ekologiya i povedenie / Pod red. G.M. Dlusskogo. – M.: Mir, 1986. – 400 s.
2. Xamraev A.SH. i dr.- Rekomendatsii po sisteme borbi protiv termitov. – Tashkent, 2016. - 44 s.
3. Jujikov D.P., Zolotarev E.X. Metodi ispitaniy sinteticheskikh materialov na ustoychivost k povrejdeniyam termitami. // V sb.: Termiti i meri borbi s nimi. – Ashxabad: Ilim, 1968. – S. 185-190.
4. Marechek G.I. Instruksii po meropriyatiem borbi s turkestanskim termitam vreditel'em postroek v Uzbekistane. –Tashkent: Izd. AN UzSSR, 1976. –11 s.
5. Xamraev A.SH. Termiti Sentralnoy Azii: Problemi i puti ix resheniya // Vestnik Karakalpakskogo otdeleniya AN RUz. Nukus – 2006. - №4.- S. 20-23.
6. Metodicheskie ukazaniya po ispitaniyu insektitsidov, akaritsidov, biologicheskii aktivnih veshestv i fungitsidov./na uzb. yazike/.Tashkent 2004,103 s.
7. Ukazaniya po zashite derevyannih konstruksiy ot gnieniya i termitov v usloviya tropicheskogo i subtropicheskogo klimata. – M.: Stroyizdat,1965.

ОТ РЕДАКЦИИ

Дополнение списка использованной литературы в статье,
опубликованной в Узбекском биологическом журнале за №4 2020 г.

АБДУЛЛАЕВ С.А., БОЛКИЕВ А.А., СУЛТОНОВА Ш.А., АБДУЛЛАЕВ А.Н., ЭШМУРЗАЕВ Ж.Б.,
УБАЙДУЛЛАЕВА Х.А., БУРИЕВ З.Т., ХУРШУТ Э.Э.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ПЫЛЬЦЫ ЖЕНСКИХ И ФУНКЦИОНАЛЬНО МУЖСКИХ ЦВЕТКОВ ЦЕНТРАЛЬНО АЗИАТСКОГО ГРАНАТА

- Engin H., Gökbayrak Z. 2016, In vitro pollen viability and germination of bisexual and functional male flowers of some Turkish pomegranate cultivars. //Agriculture & Forestry Journal, vol.62 (4), pp 91-94.
- Engin H., Gökbayrak Z. 2017, Effects of Brassinosteroid, Naphthalene Acetic Acid and Gibberellin Acid on In vitro Pollen Germination of Bisexual and Functional Male Flowers of Pomegranate Cultivars. //COMU Journal of Agriculture Faculty, vol. 4 (2), pp. 45–49
- Gökbayrak Z., Engin H. 2018, Effects of Foliar-Applied Brassinosteroid on Viability and In Vitro Germination of Pollen Collected from Bisexual and Functional Male Flowers of Pomegranate.// International Journal of Fruit Science, vol.18, pp.226-230 .
- Engin H., Gökbayrak Z. 2019, Effects of Plant Growth Regulators on Sex Expression and Flower Development in Pomegranates.// Erwerbs-Obstbau journal, vol.61,pp.23-27
- Engin H., Gökbayrak Z. 2019, The Biology of Pomegranate Pollen: All about Formation, Morphology, Viability, Germination and Events relating to Sperm Nuclei. //Alinteri Journal of Agriculture Sciences, vol.34, pp.188-193

NOTICE FROM EDITORIAL BOARD

The following is an addition to the Reference List for the paper published in
Uzbek Biological Journal, issue №4, 2020:

ABDULLAEV S.A., BOLKIEV A.A., SULTONOVA SH.A., ABDULLAEV A.N., ESHMURZAEV J.B.,
UBAYDULLAEVA KH.A., BURIEV Z.T., KHURSHUT E.

DETERMINATION OF POLLEN VIABILITY OF BISEXUAL AND FUNCTIONAL MALE FLOWERS OF CENTRAL ASIAN POMEGRANATE

-
- Engin H., Gökbayrak Z. 2016, In vitro pollen viability and germination of bisexual and functional male flowers of some Turkish pomegranate cultivars. //Agriculture & Forestry Journal, vol.62 (4), pp 91-94.
- Engin H., Gökbayrak Z. 2017, Effects of Brassinosteroid, Naphthalene Acetic Acid and Gibberellin Acid on In vitro Pollen Germination of Bisexual and Functional Male Flowers of Pomegranate Cultivars. //COMU Journal of Agriculture Faculty, vol. 4 (2), pp. 45–49
- Gökbayrak Z., Engin H. 2018, Effects of Foliar-Applied Brassinosteroid on Viability and In Vitro Germination of Pollen Collected from Bisexual and Functional Male Flowers of Pomegranate.// International Journal of Fruit Science, vol.18, pp.226-230 .
- Engin H., Gökbayrak Z. 2019, Effects of Plant Growth Regulators on Sex Expression and Flower Development in Pomegranates.// Erwerbs-Obstbau journal, vol.61,pp.23-27
- Engin H., Gökbayrak Z. 2019, The Biology of Pomegranate Pollen: All about Formation, Morphology, Viability, Germination and Events relating to Sperm Nuclei. //Alinteri Journal of Agriculture Sciences, vol.34, pp.188-193

МУНДАРИЖА

Азимов Н.Ш., Хўжаев В.У., Арипова С.Ф. Марказий Осиё флорасининг <i>Codonopsis clematidea</i> алкалоидлари	3
Обидова Н.Ж., Ашуров Ж.М., Хашимова З.С., Ходжаниязов Х.У., Ибрагимов Б.Т. Диклофенакнинг Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} ва этилендиамин билан комплексларининг цитотоксиклиги	6
Джонмуродов А.С., Икромии Х.И., Усманова С.Р., Холов Ш.Ё., Мухидинов З.К., Strahan G.D., Liu L.S. Кунгабоқарнинг сувда эрувчи пектинли полисахариди фракциясининг тузилиши.....	10
Саитмуротова О.Х., Исмаилов С.И., Зокиров Я.У. Ver-Mol-1 ва Ver-Mol-2 ни терапевтик ва соғломлаштириш хусусияти	15
Рахимова Н.М. Ўзбекистондаги спортчиларида ИЛ-15RA T364G гени полиморфизмининг тахлили.....	19
Sherimbetov A.G., Rashidova M.O., Sattarova R.K., Ruzmetov D.R. <i>Capsicum annuum</i> L. o'simliklarda uchraydigan <i>Fusarium</i> Link turidagi zamburug'larni ajratish va ularning xususiyatlarini o'rganish	25
Халбекова Х.У., Шеримбетов С.Г. Доривор <i>Salicornia europaea</i> L. турининг уруғ унувчанлигига тузларнинг таъсири	29
Турдибоев О.А., Тургинов О.Т. Ўзбекистон флорасидаги <i>Salvia</i> L. туркумининг таксономик ҳолати.....	34
Маманазарова К.С. Zarafshon daryosining quyi oqimidagi diatomlarning (Bacillariophyta) taksonomik tahlili va ekologik xususiyatlari	34
Akramova F.D., Shakarbaev U.A., Norqobilov B.T., Toremuratov M.Sh., Azimov D.A. Sut emizuvchilar parazitlari – <i>Schistosoma turkestanica</i> Skrjabin, 1913 ning biologiyasi haqida yangi ma'lumotlar	45
Mullabaev N.R., Akramov U.X., Ismoilxojaev K.O. Qafaslarda karp balig'i yetishtirishning biotexnologik jihatlari	51
Хашимова М.Х., Рустамов К.Ж., Ахмедова З.Ю., Холматов Б.Р., Ахмедов В.Н. «Биопирен» асосидаги кимёвий препаратлар билан ишлов бериш натижасида ёғочнинг термитларга нисбатан чидамлилигини ошириш	57
Мухарририятдан.....	61

ОГЛАВЛЕНИЕ

Азимов Н.Ш., Хужаев В.У., Арипова С.Ф. Алкалоиды <i>Codonopsis clematidea</i> флоры Центральной Азии	3
Обидова Н.Ж., Ашурупов Ж.М., Хашимова З.С., Ходжаниязов Х.У., Ибрагимов Б.Т. Цитотоксичность комплексов диклофенака с Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} и этилендиаминном	6
Джонмуродов А.С., Икромид Х.И., Усманова С.Р., Холлов Ш.Ё., Мухидинов З.К., Strahan G.D., Liu L.S. Строение водорастворимой фракции пектиновых полисахаридов подсолнечника	10
Саитмуротова О.Х., Исмаилов С.И., Зокиров Я.У. Изучение терапевтического и оздоровительного эффекта Ver-Mol-1 и Ver-Mol-2	15
Рахимова Н.М. Анализ полиморфизма гена ИЛ-15RA T364G у спортсменов Узбекистана	19
Шеримбетов А.Г., Рашидова М.О., Саттарова Р.К., Рузметов Д.Р. Выделение и изучение грибов рода <i>Fusarium</i> Link встречающихся в растениях <i>Capsicum annuum</i> L.	25
Халбекова Х.У., Шеримбетов С.Г. Влияние солей на прорастание семян лекарственного вида <i>Salicornia europaea</i> L.	29
Турдибоев О.А., Тургинов О.Т. Таксономический состав рода <i>Salvia</i> L. во флоре Узбекистана	34
Маманазарова К.С. Таксономический анализ и экологическая характеристика диатомовых водорослей (Bacillariophyta) нижнего течения реки Зарафшан	34
Акрамова Ф.Д., Шакарбаев У.А., Норкобилов Б.Т., Торемуратов М.Ш., Азимов Д.А. Новые данные о биологии <i>Schistosoma turkestanica</i> Skrjabin, 1913 – паразита млекопитающих	45
Муллабаев Н.Р., Акрамов У.Х., Исмоилхужаев К.О. Биотехнологические аспекты садкового выращивания карпа	51
Хашимова М.Х., Рустамов К.Ж., Ахмедова З.Ю., Холматов Б.Р., Ахмедов В.Н. Повышения термитоустойчивости древесины после химической обработки препаратами на основе «Биопирена»	57
От редакции	61

CONTENTS

Azimov N.Sh., Khuzhaev V.U., Aripova S.F. Alkaloids of <i>Codonopsis clematidea</i> flora Central Asia.....	3
Obidova N.J., Ashurov J.M., Khashimova Z.S., Khodjaniyazov Kh.U., Ibragimov B.T. Cytotoxicity of Diclofenac complexes with Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} and Ethilenediamine	6
Dzhonmurodov A.S., Ikromi Kh.I., Usmanova S.R., Kholov Sh.Y., Muhidinov Z.K., Strahan G.D., Liu L.S. Structure of water soluble fraction of the pectic polysaccharides from sunflower	10
Saitmuratova O.Kh., Ismailov S.I., Zokirov Y.U. Study therapevtic and sanitation effect of Ver-Mol-1 and Ver-Mol-2.....	15
Rakhimova N.M. Analysis of IL-15RA T364G gene polymorphism of Uzbekistan sportsmen	19
Sherimbetov A.G., Rashidova M.O., Sattarova R.K., Ruzmetov D.R. Isolation and investigation of fungi of the genus <i>Fusarium</i> Link affecting <i>Capsicum annuum</i> L. plants	25
Khalbekova Kh.U., Sherimbetov S.G. Influence of salinity on seed germination a medicinal plant of <i>Salicornia europaea</i> L.	29
Turdiyboev O.A., Turginov O.T. Taxonomical composition of the genus <i>Salvia</i> L. in the flora Uzbekistan.....	34
Mamanazarova K.S. Taxonomic analysis and ecological characteristic of diatom algae (Bacillariophyta) from in the delta of Zarafshan river	34
Akramova F.D., Shakarbaev U.A., Norqobilov B.T., Toremuratov M.Sh., Azimov D.A. New data on biology the <i>Schistosoma turkestanica</i> Skrjabin, 1913 - mammal parasitis.....	45
Mullabaev N.R., Akramov U.X., Ismoilxojaev K.O. Biotechnological aspects of cultivation of a carp in cages.....	51
Khashimova M.Kh., Rustamov K.Zh., Akhmedova Z.Yu., Holmatov B.R., Akhmedov V.N. Increase of termite resistance of wood after chemical treatment with preparations based on «Biopyrene»	57
Notice from Editorial Board.....	61

Формат 60×84¹/₈. Бумага «Бизнес».
Объем 4,0 п.л. Тираж 52.

Отпечатано в минитипографии АН РУз:
100047, Ташкент, ул. акад. Я. Гулямова, 70.