

ЎЗБЕКИСТОН RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI  
АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

**ЎЗБЕКИСТОН  
БИОЛОГИYA  
JURNALI**

**1**

---

**2019**

**УЗБЕКСКИЙ  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛ**

*Издается с января 1957 г. по 6 номеров в год*

ТАШКЕНТ – 2019

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Б.А. ТАШМУХАМЕДОВ (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  
Р. САБИРОВ  
Дж. С. САТТАРОВ  
П.Б. УСМАНОВ

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

Телефон (71)232-11-81

На обложке:  
*Торғоқ*  
*Кречётка*  
*Chettusia gregaria (Pallas, 1771)*

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

# БИОХИМИЯ И БИОФИЗИКА

S.N. GAYIBOVA, S.Z. OMONTURDIYEV, V.N. SYROV, T.F. ARIPOV

## VASORELAXANT EFFECT OF CYNAROSIDE ON RAT AORTIC RINGS

[gayibova.sabina@gmail.com](mailto:gayibova.sabina@gmail.com)

С.Н. Гайибова, С.З. Омонтурдиев, В.Н. Сыров, Т.Ф. Арипов

### КАЛАМУШ АОРТАСИДАН АЖРАТИБ ОЛИНГАН СЕГМЕНТЛАРИДА ЦИНАРОЗИДНИ ВАЗОРЕЛАКСАНТ ТАЪСИРИНИ ЎРГАНИШ

Ўсимликлардан ажратиб олинган биологик фаол бирикмалар силлиқ мускул хужайралардаги  $Ca^{2+}$ -транспорт тизими функцияларини ўзига ҳос модификация қилиш хусусиятига эга. Мазкур тадқиқот доирасида цинарозидни ажратиб олинган каламуш аорта препаратидаги силлиқ мускул хужайраларининг қасқаришига таъсири ўрганилган. Цинарозид аорта препаратини, 50 мМ КСI билан дастлаб қисқартирилган ҳолатда, кальций ионлари таъсирида ҳамда кальций канал блокатори верапамил таъсирида, қисқартириш хусусияти кўрсатиб берилган. Шундай қилиб, цинарозидни релаксанти таъсири потенциалга боғлиқ кальций каналларига таъсири туфайли бўлиши мумкинлиги тахмин қилинди.

**Калит сўзлар:** флавоноидлар, қисқариш, силлиқ мускул хужайралари, кальций канал блокаторлари.

С.Н. Гайибова, С.З. Омонтурдиев, В.Н. Сыров, Т.Ф. Арипов

### ИЗУЧЕНИЕ ВАСОРЕЛАКСАНТНОГО ДЕЙСТВИЯ ЦИНАРОЗИДА НА ИЗОЛИРОВАННЫХ СЕГМЕНТАХ АОРТЫ КРЫСЫ

Биологически активные соединения растительного происхождения обладают уникальным свойством модифицировать функцию  $Ca^{2+}$ -транспортных систем клеток гладкой мускулатуры. В представленной работе изучалось влияние цинарозида на изометрическое сокращение гладкомышечных клеток на изолированном препарате аорты крысы. Было показано, что цинарозид оказывает расслабляющее действие на препарат аорты, предварительно сокращенный 50 мМ КСI, в присутствии ионов кальция в среде, а также в присутствии блокатора кальциевых каналов – верапамила. В связи с этим, предполагается, что релаксантий эффект цинарозида связан с потенциал-зависимыми кальциевыми каналами.

**Ключевые слова:** флавоны, сокращение, гладкомышечные клетки, блокаторы кальциевых каналов.

S.N. Gayibova, S.Z. Omonturdiyev, V.N. Syrov, T.F. Aripov

## VASORELAXANT EFFECT OF CYNAROSIDE ON RAT AORTIC RINGS

Biologically active compounds of plant origin have the unique property of modifying the function of the  $Ca^{2+}$  transport systems of smooth muscle cells. In the present study, the effect of cynaroside on isometric contraction of smooth muscle cells in an isolated rat aorta preparation was studied. Cynaroside has been shown to have a relaxing effect on the aortic preparation, previously contracted with 50 mM KCl, in the presence of calcium ions in the medium, as well as in the presence of a calcium channel blocker - verapamil. In this regard, it is assumed that the relaxant effect of cynaroside is associated with potential-dependent calcium channels.

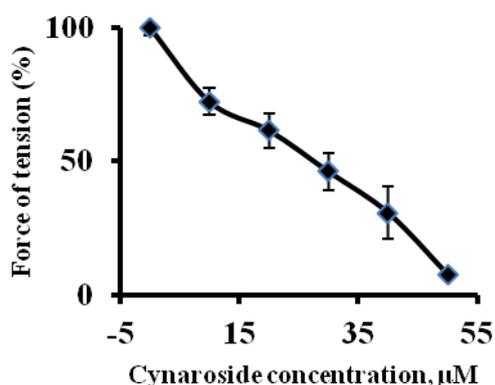
**Key words:** flavones, vasodilatation, smooth muscle cells, calcium channels blockers.

Flavone-derived compounds are a large group of phytochemicals with a great number of properties present in vegetables, fruits, and aromatic plants [1]. Recent studies on the effects of flavonoid intake on cardiovascular mortality found that flavone consumption was associated with the greatest reduction in cardiovascular diseases in women (other flavonoids classes used in the study were anthocyanidins, flavan-3-ols, flavanones, and flavonols) and but with the lowest risk of fatal ischemic heart disease, both in men and women [2-4]. Cynaroside (luteolin-7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside or luteolin-7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside5,3',4'-trihydroxyflavone) is a natural flavone, one of the bioactive compounds purified from aerial part of *Ferula Varia* (Schrenk) Trautv. (*Apiaceae*) [5]. In recent years, several lines of evidence suggested that cynaroside reduces hepatotoxicity [6], repairs antioxidant system [7], normalizes carbohydrate, energy and lipid metabolism as well as improves flow of bile [8]. Therefore, scientific interest in flavones as therapeutic agents is rapidly increasing. However, many studies often report on

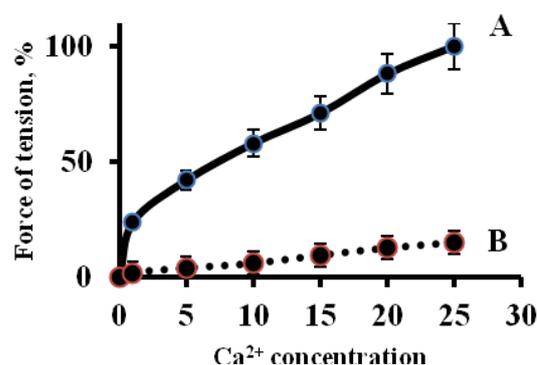
biological effects of cynaroside without elucidating the underlying molecular, cellular, and physiological mechanisms. In the present study, the potential vasorelaxant activity of cynaroside was examined in the endothelium-intact aortic rings isolated from rat.

The experiments were conducted on white outbred laboratory rats (150-200g) as described elsewhere [9, 10]. In these experiments endothelium was not removed. Cynaroside (2.5 mg) was dissolved in 1 ml of dimethyl sulfoxide (DMSO) and then the solution was added with 5 ml of double distilled water. Changes in tension were recorded by isometric Grass transducer (FT-03; Grass, USA). For statistical analysis Student's t-test was used. Statistical significance as  $p < 0.05$  (Winter, 2013).

Dose-dependent relaxation effect of cynaroside. In concentrations up to 50  $\mu\text{M}$  cynaroside itself had no effect on muscular tonus of aorta indicating that the flavone does not cause contractility of smooth muscle cells. However, cynaroside exhibited a strong dose-dependent relaxing effect on the rat aorta rings pre-contracted by KCl. Cynaroside reduced vascular tension induced by KCl as a calcium sensitizing stimulus (50 mM), with  $\text{EC}_{50} = 28.2 \mu\text{M}$  and  $\text{EC}_{90} = 3.52 \mu\text{M}$ .

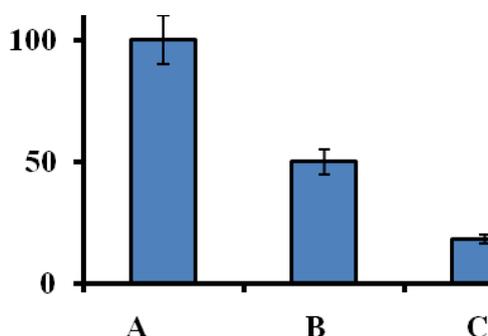


**Fig. 1.** Concentration-response curve of aortic rings pre-contracted by KCl in presence of cynaroside with an  $\text{EC}_{50}$  of about  $28.2 \mu\text{M}$  ( $n=5$ ).



**Fig. 2.** Ca<sup>2+</sup>-dependent effect of cynaroside on aorta rings tonic contraction induced by KCl (50mM) (A - CaCl<sub>2</sub>, B - cynaroside,  $n=5$ ).

**Effect of cynaroside on extracellular Ca<sup>2+</sup>-induced contraction.** The aorta rings contraction induced by KCl (50 mM) is mainly due to the depolarization of smooth muscle cells (SMC) and the influx of extracellular Ca<sup>2+</sup> through voltage-gated Ca<sup>2+</sup> channels [12, 13]. Our results show that in Ca<sup>2+</sup>-free high-K<sup>+</sup> medium, cumulative addition of CaCl<sub>2</sub> (0-2.5 mM) induced a gradually increased tension of aortic rings. Pre-treatment of the rings with cynaroside at 15  $\mu\text{M}$  noticeably depressed the maximal contraction to  $84.8 \pm 4.2\%$ .



**Fig. 3.** Effect of cynaroside on KCl pre-contracted aorta rings in the presence of verapamil (A – control (KCl 50 mM); B – in presence of verapamil; C – in presence of verapamil and cynaroside) ( $n=5$ ).

**Vasorelaxant effect of cynaroside in presence of verapamil.** The effect of cynaroside was studied in the presence of verapamil, an L-type Ca<sup>2+</sup>-channels inhibitor. Verapamil itself did not significantly affect the resting tension. However verapamil reduced KCl-induced contractile response to  $50.3 \pm 4.5\%$ . Preincubation of aorta with cynaroside ( $28.2 \mu\text{M}$ ) reduced the contractile response to  $18.6 \pm 4.9\%$ .

It is known that KCl-induced reduction of aorta SMC is associated with activation of potential-dependent  $\text{Ca}^{2+}$ -channels of plasma membranes of SMC. At the same time, the increase of  $(\text{K}^+)_{\text{o}}$  changes the membrane potential and causes depolarization that activates potential-dependent  $\text{Ca}^{2+}$ -channels and leads to an increase of  $(\text{Ca}^{2+})_{\text{i}}$ , which in its turn causes a contraction of SMC [13].

Taking this into account and analyzing the data obtained, we can assume that the vasorelaxant mechanisms of cynaroside may be due to inhibition of  $\text{Ca}^{2+}$  flow into the cytosol of SMC by blocking potential-dependent  $\text{Ca}^{2+}$ -channels of sarcolemma. To test this hypothesis, we performed a special series of experiments using a calcium-free Krebs solution. The results of these experiments demonstrated that in the absence of  $\text{Ca}^{2+}$  in the incubation medium cynaroside retain the ability to inhibit the contractile responses induced by KCl.

Additional confirmation was obtained in experiments with verapamil (0.1  $\mu\text{M}$ ), a specific blocker of potential-dependent  $\text{Ca}^{2+}$ -channels. In presence of verapamil the relaxant effect of cynaroside significantly increased.

Our findings suggest that the relaxant effect of cynaroside in KCl-induced contraction is evoked by its interaction with the potential-gated  $\text{Ca}^{2+}$  channels of plasma membranes of SMC. As a result  $\text{Ca}^{2+}$  entry is blocked and its concentration in the cytoplasm of SMC is reduced. Finally, the decrease in the concentration of  $\text{Ca}^{2+}$  in the SMC is known to be a cascade of reactions leading to the inhibition of the contractile apparatus and relaxation.

**Conclusion.** Overall, on the basis of the data we can conclude that the relaxant effect of cynaroside mainly is based on blocking L-type channels (in KCl-induced contraction) with micromolar affinity. These data may bring new insights into the mechanisms by which flavones regulate vascular contraction in the human artery.

**Acknowledgment.** The study was financially supported with grants from Academy of Sciences of Uzbekistan under project F7-TO48 and project FA-F6-T083. The authors would like to recognize the contributions of Prof. Usmanov P.B. for useful discussions during the planning stages of the study and Mrs Mirzaeva Y. for her assistance with sample processing.

## REFERENCES

1. Kumar, S. and Pandey, A. K. (2013). Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview, *The Sci World J*, 2013, 162750.
2. McCullough, M.L., Peterson, J.J., Patel, R., Jacques, P.F., Shah, R., and Dwyer, J. T. (2012) Flavonoid intake and cardiovascular disease mortality in a prospective cohort of US adults. *Am J Clin Nutr*, 95 (2), 454–464.
3. Nimptsch, K., Zhang, X., Cassidy, A., Song, M., O'Reilly, E.J., Lin, J.H., Pischon, T., Rimm, E.B., Willett, W.C., Fuchs, C.S., Ogino, S., Chan, A.T., Giovannucci, E.L., Wu, K. (2016) Habitual intake of flavonoid subclasses and risk of colorectal cancer in 2 large prospective cohorts. *Am J Clin Nutr*, 103 (1), 184-191.
4. Christensen, K.Y., Naidu, A., Parent, M.É., Pintos, J., Abrahamowicz, M., Siemiatycki, J., Koushik, A. (2012) The risk of lung cancer related to dietary intake of flavonoids. *Nutr and Cancer*, 64(7). 964-74.
5. Yuldashev, M. P. (1997) Cynaroside content of the plants *Ferula varia* and *F. foetida*. *Chem Nat Comp*, 33 (5), 597-598.
6. Tien, Y.H., Chen, B.H., Wang Hsu, G.S., Lin, W.T., Huang, J.H., Lu, Y.F. (2014) Hepatoprotective and anti-oxidant activities of *Glossogyne tenuifolia* against acetaminophen-induced hepatotoxicity in mice. *Am J Chin Med*, 42(6), 1385-98.
7. Song, Y.S., Park, C.M. (2014) Luteolin and luteolin-7-O-glucoside strengthen antioxidative potential through the modulation of Nrf2/MAPK mediated HO-1 signaling cascade in RAW 264.7 cells. *Food Chem Toxicol*, 65, 70-5.
8. Gebhardt, R. (2002) Inhibition of cholesterol biosynthesis in HepG2 cells by artichoke extracts is reinforced by glucosidase pre-treatment. *Phytother Res*, 16 (4), 368-72.
9. Andrade, D. M., Borges, L. L., Torres, I. M., Conceição, E. C., & Rocha, M. L. (2016). Jabuticaba-Induced Endothelium-Independent Vasodilating Effect on Isolated Arteries. *Arquivos brasileiros de cardiologia*, 107(3), 223-229.
10. Vadori, M., Florio, C., Groppo, B. (2015). *J. Biol. Inorg. Chem*, 20(5), 831-840.

11. Karaki, H., Ozaki, H., Hori, M., Mitsui-Saito, M., Amano, K.I., Harada, K.I., Miyamoto, S., Nakazawa, H., Won, K.J., Sato, K. (1997). Calcium movements, distribution, and functions in smooth muscle. *Pharmacol Rev J*, 49 (2), 157–230.
12. Jones, R.D., Pugh, P.J., Jones, T.H., Channer, K.S. (2003). The vasodilatory action of testosterone: A potassium-channel opening or a calcium antagonistic action? *Br J Pharmacol*, 138 (5), 733–744.
13. Vandier, C., Guennec, J. L., & Bedfer, G. (2002). What Are The Signaling Pathways Used By Norepinephrine To Contract The Artery? A Demonstration Using Guinea Pig Aortic Ring Segments. *Adv Physiol Educ*, 26(3), 195-203.

Институт биоорганической химии АН РУз

Дата поступления  
04.11.2018

**Г.Т. АБДУЛЛАЕВА, Э.Ж. КОМИЛОВ, Н.Г. АБДУЛЛАДЖАНОВА, М.И. АСРАРОВ**  
**ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ХИМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ И АНТИОКСИДАНТНЫМ**  
**ДЕЙСТВИЕМ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА МОДЕЛЬ МИТОХОНДРИЙ**

Г.Т. Абдуллаева, Э.Ж. Комилов, Н.Г. Абдулладжанова, М.И. Асраров  
МИТОХОНДРИЯ МОДЕЛИДА ФЕНОЛ БИРИКМАЛАРНИНГ АНТИОКСИДАНТЛИК ТАЪСИРИНИ  
ВА КИМЁВИЙ ТУЗИЛИШИГА БОҒЛИҚЛИГИ

Мақолада фенол бирикмаларнинг антиоксидантлик фаоллиги, уларнинг кимёвий тузилиши ва қўлланилган концентрациялар асосида, каламуш жигари митохондриялари липидларнинг перекисли оксидланиши жараёнига таъсири доирасида ўрганилди. Fe<sup>2+</sup>/аскорбат– таъсиридаги ноферментатив липидларнинг перекисли оксидланиш жараёни фенол бирикмалар таъсирида ингибирланиши аниқланди. Ушбу шароитда галловой кислота феноли энг фаол антиоксидантлик хоссасини намоён қилди. Фенол бирикмаларнинг антиоксидантлик хоссалари, бевосита уларнинг кимёвий тузилиши билан боғлиқ эканлиги аниқланди.

G.T. Abdullayeva, E.J. Komilov, N.G. Abdullajanova, M.I. Asrarov  
STRUCTURE-ANTIOXIDANT ACTIVITY RELATIONSHIP OF PHENOLIC COMPOUNDS ON  
MITOCHONDRIAL MODELS

In this article concentration and structure-activity relationship of antioxidant activity of phenolic compounds, as well as their effect on lipid peroxidation on rat liver mitochondria was investigated. It was established that all phenol compounds inhibit nonfermentative Fe<sup>2+</sup>/ascorbate-dependent peroxide oxidation of mitochondrial membrane lipids. In the same condition, catechin shows most effective antioxidant effect. A correlation was found between the effectiveness of the antioxidant effect of phenolic compounds with respect to their chemical structure.

Биологическая активность фенольных соединений таких как, антиоксидантное, адаптогенное, иммуномодулирующее, противоопухолевое и гипогликемическое обусловлена их специфической структурой [2,9]. К настоящему времени накоплен обширный материал о механизме действия фенольных соединений на мембрану клеточных и субклеточных органелл [1,3,5]. Некоторые фенольные соединения при взаимодействии с биологическими мембранами «разрыхляют» их, а другие переносят через мембрану протоны или другие катионы. Фенолы-антиоксиданты стабилизируют мембрану, благодаря их способности выступать «ловушками» свободных радикалов различного типа. В конечном итоге изменяются структурные характеристики биомембран. Изучение взаимосвязи между антиоксидантной активностью фенольных соединений и их химической структуры, позволит сформулировать основные принципы конструирования новых соединений с антиоксидантными свойствами для использования в фармакологии [3].

Целью настоящей работы является изучение взаимосвязи структуры фенольных соединений с их антиоксидантными свойствами и влиянием на Fe<sup>2+</sup>/аскорбат-зависимое набухание митохондрий печени крыс.

**Материалы и методы.** Митохондрии выделяли из печени крыс массой 150-200 гр. методом дифференциального центрифугирования [11]. Среда выделения митохондрий содержала 250 мМ сахарозы, 10 мМ трис-хлорида, 1 мМ ЭДТА, pH 7,4.

Индукцию неферментативного  $Fe^{2+}$ /аскорбат-зависимого ПОЛ проводили добавлением 10 мкМ  $FeSO_4$  и 600 мкМ аскорбата. Инкубационная среда содержала 125 мМ KCl, 10мМ трис-HCl, pH 7,4. Количество белка митохондрий составляло 0,5мг на 1 мл среды инкубации.

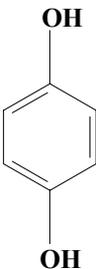
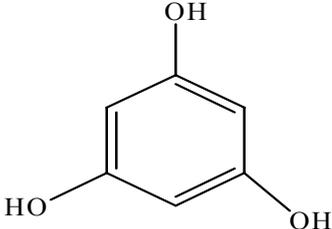
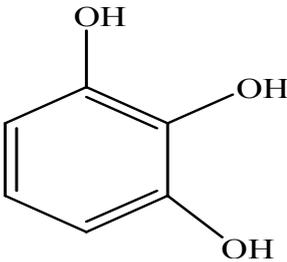
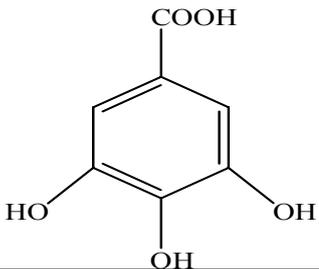
Антиоксидантную активность исследуемых соединений измеряли по ингибированию  $Fe^{2+}$ /аскорбат-зависимого набухания митохондрий печени крыс при длине волны 540 нм на фотометре ЛМФ-69. Выбор такого методического подхода обусловлен тем, что ранее была установлена линейная корреляционная взаимосвязь между интенсификацией процессов ПОЛ, индуцированного системой  $Fe^{2+}$ /аскорбиновая кислота и набуханием митохондрий [10]. Пероксидация липидов в системе  $Fe^{2+}$ /аскорбат на митохондриальной мембране оценивалась также другими авторами, измерением набухания митохондрий в условиях активации процессов ПОЛ [4], что свидетельствует о пригодности использования этой модели, как тест-системы изучения антиоксидантных свойств различных веществ.

Белок определяли по биуретовой реакции [7].

Структурные формулы фенольных соединений приведены в таблице 1.

Таблица 1.

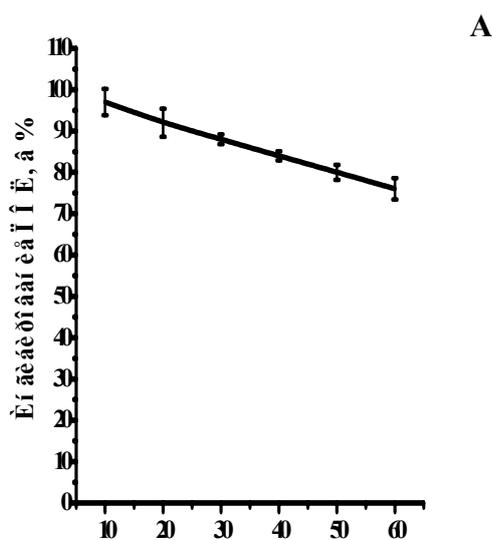
**Исследуемые фенольные соединения и их химические структуры**

№	Исследуемые соединения	Химическая структура
1.	Гидрохинон, 1,4-дигидроксибензол	
2.	Флороглюцин, 1,3,5-тригидроксибензол	
3.	Пирогаллол, 1,2,3-тригидроксибензол	
4.	Галловая кислота, 3,4,5-тригидроксибензойная кислота	

Полученные результаты обрабатывали статистически с помощью программы “Origin 6.1”. Данные оценивали, используя параметрический t-критерий Стьюдента, выражали в виде  $M \pm m$ . Достоверными считали результаты при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Нами было изучено действие фенольных соединений - гидрохинона, флороглюцина, пирогаллола и галловой кислоты на процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) в мембранах митохондрий печени крыс в системе  $Fe^{2+}$ +аскорбат в экспериментах *in vitro*. Гидрохинон – двухатомный фенол, входит в состав многих природных соединений, обладает антиоксидантными свойствами. Исследование действия гидрохинона на  $Fe^{2+}$ /аскорбат индуцированного набухания митохондрий (рис. 1, А) показало, что препарат в концентрации 10 мкМ не влияет на набухание. Незначительное ингибирование набухания митохондрий  $20,0\% \pm 1,8$ ;  $24\% \pm 2,6$  отмечено при более высоких концентрациях гидрохинона – 50-60 мкМ, соответственно.

С тремя гидроксильными группами в кольце соединение флороглюцин в диапазоне концентраций 10 - 60 мкМ также, слабо влиял на  $Fe^{2+}$ /аскорбат-индуцированное набухание митохондрий (рис.1, Б). Однако, ингибирующий эффект флороглюцина был более выражен, чем у гидрохинона. Молекула флороглюцина образуется с включением одной гидроксильной группы в бензольное кольцо молекулы гидрохинона, при этом, как показали результаты, антиокислительная активность соединения повышается. Несмотря на ингибирующий эффект флороглюцина, полного ингибирования  $Fe^{2+}$ /аскорбат-индуцированного набухания митохондрий не наблюдался. С другой стороны, гидроксильные группы гидрохинона и флороглюцина расположены симметрично, что имеет немаловажное значение при проявлении антиоксидантной активности соединений. Ранее было установлено защитное действие флороглюцина на проникающую радиацию, под воздействием которой усиливается продукция активных форм кислорода (АФК) [8]. Показано, что флороглюцин значительно снижает уровень АФК в клетке и с ним повреждение клеток (рис. 1.)

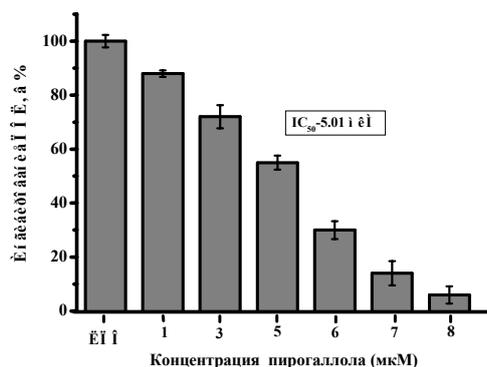


**Рис. 1.** Действие гидрохинона и флороглюцина на  $Fe^{2+}$ /аскорбат индуцированное набухание митохондрий.

Примечание: Условия эксперимента см. в раздел материалы и методы,  $n = 4$ ,  $P < 0,05$ .

Было проведено сравнение действия других бензотриолов (пирогаллола, галловой кислоты), с тремя гидроксильными группами в молекуле, на  $Fe^{2+}$ /аскорбат-индуцированную активацию ПОЛ. Если в молекуле флороглюцина гидроксильные группы расположены симметрично в положениях 1,3,5, то в молекуле пирогаллола – ассиметрично, в положениях 1,2,3. При изучении действия различных концентраций (1 мкМ - 8 мкМ) пирогаллола на  $Fe^{2+}$ /аскорбат зависимое набухание обнаружено, что исследуемое соединение оказывает концентрационно-зависимое ингибирующее влияние на набухание митохондрий, индуцированное активацией процессов ПОЛ (рис. 2). Так, пирогаллол при концентрации 1 мкМ ингибирует набухание митохондрий на  $12 \pm 1,2$  % по сравнению с контролем. С увеличением концентрации пирогаллола в инкубационной среде наблюдалось дальнейшее ингибирование набухания при активации процессов ПОЛ. Полное ингиби-

рование набухания митохондрий отмечается при концентрации пирогаллола 8 мкМ  $94\% \pm 3,2$ . Полумаксимальная ингибирующая концентрация ( $IC_{50}$ ) пирогаллола на набухание митохондрий составляет 5,01 мкМ (Рис. 2).



**Рис. 2.** Ингибирование пирогаллолом набухания митохондрий, индуцированное активацией ПОЛ.

Примечание: Условия эксперимента см. в раздел материалы и методы,  $n = 4$ ,  $P < 0,05$ . Концентрация пирогаллола  $IC_{50}$  – считали в  $\log$  (мкМ).

В молекуле пирогаллола ОН-группы расположены в положениях 1, 2 и 3 ароматического кольца, в отличие от флороглюцина, где гидроксильные группы расположены в положениях 1, 3 и 5. Подобное расположение ОН-групп придает пирогаллолу более мощные антиоксидантные свойства по сравнению с флороглюцином.

Если сравнить эффекты пирогаллола и гидрохинона, отличающиеся одной гидроксильной группой, и расположением их в кольце, то обнаруживается увеличение антиоксидантной активности у пирогаллола. Это подтверждает гипотезу о том, что чем больше ОН-групп в кольце, тем молекула обладает большей антиоксидантной активностью [9].

Возникает вопрос, почему гидрохинон и флороглюцин, обладая антиоксидантными свойствами, не могут предотвращать набухание митохондрий, индуцированное системой  $Fe^{2+}$ +аскорбат?

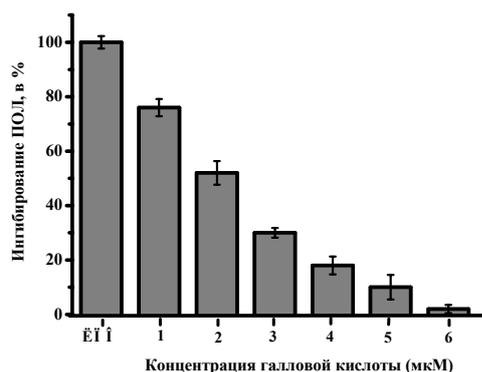
Во-первых, по-видимому, структуры обоих соединений не могут обеспечивать функции «ловушки» радикалов, перекисей и других активных метаболитов при развитии окислительных процессов в мембранах митохондрий.

Во-вторых, возможно, так как антиокислительная эффективность препаратов зависит от источника АФК и других свободных радикалов, [6], в наших экспериментах им является дыхательная цепь переноса электронов.

В-третьих, по-видимому, оба соединения (гидрохинон и флороглюцин) взаимодействуют с радикалами на ранних этапах процесса развития окислительных процессов, т.е. в водной фазе, до инициации ПОЛ в липидной фазе. При этом, радикалы из водной фазы, не доходя липидной фазы, связываются с фенольными соединениями и не могут инициировать реакции ПОЛ и вызывать набухание митохондрий.

Ингибирование набухания митохондрий наблюдалось также при действии галловой кислоты на активацию ПОЛ на мембранах митохондрий, индуцированной  $Fe^{2+}$ -аскорбатом (рис. 3). Из рис. 3. видно, что галловая кислота, начиная с концентрации 1 мкМ, ингибирует  $Fe^{2+}$ -аскорбат-зависимое набухание митохондрий, при этом значение ингибирования составило  $24\% \pm 3,2$ . Эффект галловой кислоты на ПОЛ в мембранах митохондрий зависит от концентрации препарата, т.е. с её увеличением в инкубационной среде процент ингибирования становится более высоким. Максимальное ингибирование набухания митохондрий галловой кислотой наблюдается при её концентрации 6 мкМ (Рис. 3).

Структурная формула галловой кислоты отличается от структуры пирогаллола наличием в каркасе молекулы в положение 1 карбоксильной группы. Такое изменение структуры придает галловой кислоте более сильное антиоксидантное свойство, чем у пирогаллола, хотя, у обеих молекул количество ОН-групп одинаково, т.е. по 3. Галловая кислота, благодаря наличию карбоксильной группы, более эффективно влияет на набухание митохондрий по сравнению с пирогаллолом.



**Рис. 3.** Действие галловой кислоты на набухание митохондрий в условиях активации ПОЛ.

Примечание: Условия эксперимента см. в раздел материалы и методы, n = 4, P<0,05. Концентрация пирогаллола IC<sub>50</sub> – считали в log (мкМ).

Таким образом, антиоксидантная активность изученных фенольных соединений зависит от их структуры и концентраций, усиливается по мере увеличения количества ОН-групп в их структуре, соответственно, что представлено в нижеследующей таблице 2.

Таблица 2.

**Ингибирование фенольными соединениями Fe<sup>2+</sup>-аскорбат-индуцированное набухание митохондрий**

Фенольные соединения	Количество ОН-групп в кольце	IC <sub>50</sub> (мкМ)	Максимальная ингибирующая концентрация (мкМ)
Гидрохинон	2	-	-
Флороглюцин	3	-	-
Пирогаллол	3	5,0±0,2	8,0±0,7
Галловая кислота	3	2,6±0,1	6,0±0,5

Примечание: Концентрации, вызывающие полумаксимальное ингибирование фенольных соединений IC<sub>50</sub> – считали в log (мкМ).

Таким образом, нами установлено, что фенольные соединения: гидрохинон, флороглюцин, галловая кислота, и пирогаллол оказывают протекторное действие на митохондрии, уменьшая повреждающее действие Fe<sup>2+</sup>/аскорбат. На основании IC<sub>50</sub>, антиоксидантная активность фенольных соединений может быть представлена следующим рядом: галловой кислота>пирогаллол> флороглюцина>гидрохинон. Из исследованных соединений наиболее эффективным на модели митохондрий оказался галловой кислоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потапович А.И., Костюк В.А. Сравнительное исследование антиоксидантных свойств и цитопротекторной активности флавоноидов // Биохим. – 2003. – 68, №5. – С. 632-638.
2. Тараховский Ю. С., Ким Ю. А., Абдрасилов Б. С., Музафаров Е. Н. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина. Пуццо: Synchronobook, 2013. – 310 с.
3. Уткина Е.А. Зависимость антиоксидантной активности флавоноидов от физико-химических характеристик в различных системах: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Москва, 2005. – 25 с.
4. Almeida A.M., Bertoncini C.R. Mitochondrial DNA damage associated with lipid peroxidation of the mitochondrial membrane induced by Fe<sup>2+</sup>-citrate // An. Acad. Bras. Cienc. – 2006. – 78. – P.505-514.

5. Arora A., Byrem T.M., Nair M.G. Modulation of liposomal membrane fluidity by flavonoids and isoflavonoids // Arch. Biochem. Biophys. – 2000. – 373. – P. 102-109.
6. Cao G., Sofic E., Prior R.L. Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids: structure-activity relationships // Free Rad. Biol. Med. – 1997. – 22. – P. 749-760.
7. Gornal A.G., Bardawill C.J., David M. Determination of serum protein by means of biuret reaction // J. Biol. Chem. – 1949. – 177. – P. 751-766.
8. Kang K.A., Zhang R., Chae S., Lee S.J., Kim J., Kim J., Jeong J., Lee J., Shin T., Lee N.H., Hyun J.W. Phloroglucinol (1,3,5-trihydroxybenzene) protects against ionizing radiation-induced cell damage through inhibition of oxidative stress in vitro and in vivo // Chem. Biol. Interact. – 2010. – 185. – P. 215-226.
9. Rice-Evans C.A., Miller N.J., Paganga G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids // Free Radic. Biol. Med. – 1996. – 20. – P. 933-956.
10. Takei M., Hiramatsu M., Mori A. Inhibitory effects of calcium antagonists on mitochondrial swelling induced by lipid peroxidation or amchidonic acid in the rat brain in vitro // Neurochem. Res. – 1994. - 19. – P. 1199-1206.
11. Schneider W.C., Hogeboom G.H. Cytochemical studies of mammalian tissues: the isolation of cell components by differential centrifugation // Cancer. Res. – 1951. – 11. – P. 1-22.

Институт биоорганической химии АН РУз

Дата поступления  
04.12.2017

# ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА

Н.А. ЦИФЕРОВА, П.Г. МЕРЗЛЯК, Р.З. САБИРОВ

## СЕЛЕКТИВНОСТЬ ОБЪЕМ-ЗАВИСИМОГО АНИОННОГО КАНАЛА В ПЕРИТОНЕАЛЬНЫХ МАКРОФАГАХ МЫШИ

ntsiferova@mail.ru

N.A. Tsiferova, P.G. Merzlyak, R.Z. Sabirov

## SICHQON PERITONEAL MAKROFAGDAGI HAJMGA BOG`LIQ ANION KANALINING SELEKTIVLIGINI O`RGANISH

Tadqiqotda peritoneal makroflaglardagi hajmga bog`lik anion kanalining selektiv xususiyatlari o`rganildi. Re-versiya potentsiali  $28,3 \pm 3,5$  mV va  $P_{Glu}/P_{Cl}$  o`tkazuvchanlik nisbati  $0,28 \pm 0,05$  ga tengligi ko`rsatildi.

Н.А. Циферова, П.Г. Мерзляк, Р.З. Сабиров

## СЕЛЕКТИВНОСТЬ ОБЪЕМ-ЗАВИСИМОГО АНИОННОГО КАНАЛА В ПЕРИТОНЕАЛЬНЫХ МАКРОФАГАХ МЫШИ

Исследованы селективные свойства объем-зависимого анионного канала в перитонеальных макрофагах мыши. Было показано, что сдвиг потенциала реверсии составил  $28,3 \pm 3,5$  мВ и отношение проницаемостей  $P_{Glu}/P_{Cl}$   $0,28 \pm 0,05$

N.A. Tsiferova, P.G. Merzlyak, R.Z. Sabirov

## SELECTIVITY OF THE VOLUME-SENSITIVE ANION CHANNEL IN MOUSE PERITONEAL MACROPHAGES

Selectivity of the volume-sensitive outwardly rectifying anion channel was studied in mouse peritoneal macrophages. It was shown that the shift of reversal potential was  $28.3 \pm 3.5$  mV and permeability ratio  $P_{Glu}/P_{Cl}$  was  $0.28 \pm 0.05$ .

Система врожденного иммунитета (т.е. способности организма обезвреживать чужеродный биоматериал независимо от лимфоцитарной системы) включает в качестве одного из основных компонентов макрофаги – специализированный тип клеток мезенхимальной природы, которые существуют во всем организме и способны к активному захвату чужеродных или токсичных для организма частиц. Известно, что в процессе регуляции клеточного объема при гипоосмотическом стрессе тимоцитов, которые относятся к системе приобретенного иммунитета, также известного как специфический иммунитет, одним из ключевых событий является активация объем-зависимого анионного канала (ОЗАК) [1], молекулярную основу которого составляют белки семейства LRRC8 [2; 3]. Некоторые LRRC белки, такие как TLRs, NODs, и GP1b $\beta$  имеют важное значение в системе врожденного иммунитета. Данные о роли семейства LRRC белков в приобретенном иммунитете немногочисленны, тем не менее подавление синтеза СПТА (трансактиваторный белок главного комплекса гистосовместимости, ГКГС) ведет к дефициту экспрессии молекул ГКГС второго класса и, соответственно, к тяжелому иммунодефициту [4]. Для семейства LRRC8 было показано, что LRRC8A опосредованно участвует в созревании и имеет важное значение для периферического гомеостаза В-клеток, не нарушая их функциональных возможностей [4]. Учитывая вышесказанное и уникальную физиологическую роль ОЗАК в процессах жизнедеятельности клетки, важно установить степень участия канала в первичном иммунном ответе, процессе фагоцитоза и других функциях клеток врожденного иммунитета.

Ранее, в перитонеальных макрофагах мыши нами была зарегистрирована объем-зависимая анионная проводимость, обладающая наружным выпрямлением, характерной потенциал-зависимой инактивацией, чувствительностью к флоретину – блокатору средней специфичности объем-зависимого анионного канала [5]. Полученные нами данные в предыдущем исследовании

свидетельствуют о том, что в перитонеальных макрофагах активируется канал с фенотипом ОЗАК. Для подтверждения нашего вывода мы провели ряд экспериментов по изучению ионной избирательности этого анионного канала в перитонеальных макрофагах мыши.

В нашем исследовании мы использовали перитонеальные макрофаги, которые получали из беспородных мышей (масса 15-20 г, возраст 1.5-2 месяца) согласно [6]. Стандартный раствор Рингера содержал (мМ): 135 NaCl, 5 KCl, 2 CaCl<sub>2</sub>, 1 MgCl<sub>2</sub>, 11 HEPES, 5 глюкозы (290 мОсм/кг H<sub>2</sub>O, pH-7,4 доведенный NaOH). Пипеточный раствор содержал (мМ): 125 CsCl, 2 CaCl<sub>2</sub>, 1 MgCl<sub>2</sub>, 3 Na<sub>2</sub>ATP, 5 HEPES, 10 EGTA, 50 маннитола (pCa 7,65, 320 мОсм/кг H<sub>2</sub>O, pH-7,4 доведенный CsOH). Для изучения селективных свойств канала использовались омывающие растворы: анионная селективность – раствор с низким содержанием ионов хлора, приготовленный путем эквимольной замены 135 мМ Cl<sup>-</sup> в стандартном растворе Рингера на 135 мМ глутамата (Glu); катионная - замена ионов натрия на NMDG<sup>+</sup>. Все реактивы имели квалификацию «х.ч.» или «ч.д.а.». При приготовлении растворов использовалась бидистиллированная вода.

Записи тока были получены методом микролокального отведения токов (пэтч-кламп). Все эксперименты пэтч-кламп проводились в конфигурации whole-cell («вся клетка»). Пипетки готовились из боросиликатных стеклянных капилляров на микрокузнице PP-830 (Narishige, Япония). Для экспериментов использовались пипетки, сопротивление которых при заполнении пипеточным раствором составляло ~2 МΩ. Сопротивление доступа не превышало 4 МΩ, и было скомпенсировано на 80%, емкостные отбросы также компенсировались. Регистрация мембранных токов и их обработка проводились при помощи пэтч-кламп системы EPC-9 (Heka-Electronics, Lambrecht/Pfalz, Германия) и пакетов программ Pulse и PulseFit (Heka-Electronics). Непрерывная запись тока производилась с помощью аналого-цифрового преобразователя GO!Link и программы Logger Lite 1.3.2 (Vernier Software & Technology, США). При изменении концентрации ионов хлора, для уменьшения диффузионного потенциала, использовался солевой мостик, содержащий раствор 3 М KCl, 2% агарозы. Все эксперименты проводились при комнатной температуре 23-25 °C.

Измерение потенциала реверсии производили вручную путем наведения курсора на место пересечения кривой с осью абсцисс. Отношение проницаемостей одного иона относительно другого рассчитывали по уравнению Гольдмана – Ходжкина – Катца:

$$\Delta E_{\text{rev}} = \frac{RT}{F} \ln\left(\frac{P_{Cl}[Cl]_2^0 + P_{Glu}[Glu]^0}{P_{Cl}[Cl]_1^0}\right) \quad (1)$$

где  $\Delta E_{\text{rev}}$  – сдвиг потенциала реверсии для аниона глутамата в омывающем растворе в концентрации [X];  $[Cl]_1^0$  – концентрация ионов хлора в стандартном растворе Рингера;  $[Cl]_2^0$  – концентрация ионов хлора в омывающем растворе с низким содержанием ионов хлора;  $[Glu]^0$  – концентрация глутамата в омывающем растворе с низким содержанием ионов хлора;  $P_{Cl}$  и  $P_{Glu}$  – коэффициенты проницаемости для хлора и глутамата, соответственно. Для практических расчетов использовалась формула, полученная из (1):

$$\frac{P_{Glu}}{P_{Cl}} = \frac{10^{(\Delta E_{\text{rev}}/58)} - \frac{[Cl]_2^0}{[Cl]_1^0}}{\frac{[Glu]^0}{[Cl]_1^0}} \quad (2)$$

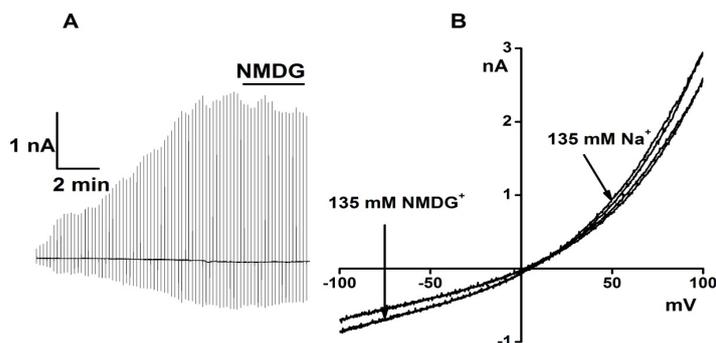
Диффузионный потенциал жидкостного контакта между пипеточным раствором и раствором Рингера рассчитывали согласно [7].

Анализ данных производили с использованием программы Origin версий 8.6 (OriginLab Corporation, Northampton, MA, США). Результаты представлены в виде средних величин и их стандартных ошибок.

#### **Результаты и их обсуждение.**

Для регистрации макроскопического ионного тока от всей клеточной мембраны, после образования гигаомного контакта (on-cell) на небольшом участке плазмалеммы, производился прорыв

данного участка путем подачи небольшого отрицательного давления, в результате чего система переходила в конфигурацию whole-cell. С течением времени клетки увеличивались в объеме, что являлось следствием разницы в осмотичности (~30 мОсм/кг H<sub>2</sub>O) пипеточного раствора по отношению к нормальному раствору Рингера в ячейке. Набухание клеток в конфигурации whole-cell можно было наблюдать визуально. Увеличение клеточного объема сопровождалось ростом ионной проводимости плазмалеммы, как это показано на рисунках 1А и 2А. Потенциал реверсии ( $E_{rev}$ ) при этом составил  $0,6 \pm 0,4$  мВ ( $n=6$ ), как это показано на рисунке 1Б. После выхода ионной проводимости мембраны на стационарное состояние, стандартный омывающий раствор Рингера (135 мМ Na<sup>+</sup>) заменяли, путем перфузии, на раствор, в котором ионы натрия эквивалентно заменяли на ионы NMDG<sup>+</sup>. При этом мы не наблюдали значительного смещения потенциала реверсии, следовательно, регистрируемый ток не является катион-селективным (рис. 1).



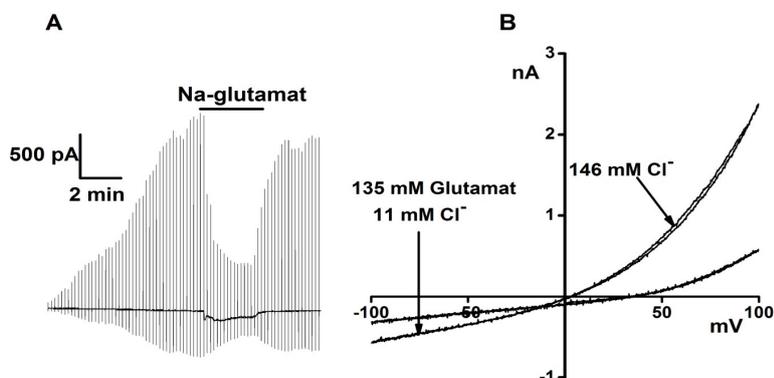
**Рис. 1.** Объем-активируемая проводимость плазмалеммы макрофагов мыши не чувствительна к замене внеклеточных катионов. (А): демонстрация активации объем-активируемой проводимости при подаче треугольного импульса амплитудой  $\pm 100$  мВ (каждые 10 с) со скоростью развертки 1В/с, в условиях осмотического набухания клеток. (В): Вольт-амперные характеристики макроскопического тока в ответ на треугольный импульс амплитудой  $\pm 100$  мВ для стандартного омывающего раствора Рингера (135 мМ Na<sup>+</sup>;  $E_{rev}=2,3$  мВ) и омывающего раствора, не содержащего ионы натрия (135 мМ NMDG;  $E_{rev}=5,14$  мВ).

Вместе с тем, при замене в омывающем растворе 135 мМ Cl<sup>-</sup> на 135 мМ глутамата (Glu<sup>-</sup>) происходило смещение потенциала реверсии на  $\Delta E_{rev} = 28,3 \pm 3,2$  мВ ( $n=5$ ) в сторону более положительных значений (рис. 2Б), что свидетельствует о преимущественно анионной избирательности регистрируемого тока. При этом, отношение проницаемостей  $P_{Glu}/P_{Cl}$ , рассчитанное по формуле (2), составило  $0,28 \pm 0,05$ .

В предыдущих работах нами были измерены отношения проницаемостей в клетках КМЛ и HeLa, которые, в разной степени, отличаются от данных, полученных нами для макрофагов. Так, для клеток КМЛ отношение проницаемостей было  $P_{Glu}/P_{Cl} = 0,36$ , а для HeLa отношение проницаемостей составило  $P_{Glu}/P_{Cl} = 0,14$  [8]. В литературе также описывается отношение проницаемостей для астроцитов мыши ( $P_{Glu}/P_{Cl} = 0,17$ ; [9]) и эндотелия легочной артерии быка ( $P_{Glu}/P_{Cl} = 0,14$ ; [10]). Такое различие в показателях может объясняться различным составом поры канала. Как известно, основными порообразующими белками объем-зависимого анионного канала признаны белки семейства LRRC8, которое состоит из пяти паралофов: А, В, С, D, Е. Более того, для регистрации объем-зависимого анионного канала достаточно экспрессии LRRC8А в паре с каким либо из представленных выше паралофов [2; 3]. Ранее была выявлена гомология семейства LRRC8 с паннексиновыми белками [11]; по аналогии можно предположить, что белки LRRC8 так же формируют гексамерную структуру поры. Действительно, методом криоэлектронной микроскопии было показано, что белки LRRC8 способны собираться в комплексы по 6 молекул, причем каждая из молекул имеет 4 трансмембранных домена [12; 13; 14].

Эксперименты по реконструкции канала в бислойных липидных мембранах показали, что белки семейства LRRC8 формируют анион-селективный канал с проводимостью 10-50 пСм в гипоосмотических условиях. При этом ток ингибировался наиболее селективным блокатором ОЗАК – DCPIВ (4-[(2-Butyl-6,7-dichloro-2-cyclopentyl-2,3-dihydro-1-oxo-1H-inden-5-yl)oxy] butanoic acid) [3]. Из всех 5 представителей семейства, все, кроме LRRC8В, содержат треонин 44, который пред-

положительно расположен в первом трансмембранном домене ближе к внешней стороне мембраны. Мутация у всех паралогов по треонину 44 с заменой на цистеин приводила к увеличению отношения проницаемостей  $P_I/P_{Cl}$  [3]. Другой группой было идентифицировано, что точечная мутация в LRRC8E с заменой лизина 91 на глутамат в первой внешней петле, расположенной между первым и вторым трансмембранными доменами, привела к значительному уменьшению отношения проницаемостей  $P_I/P_{Cl}$  [15].



**Рис. 2.** Замена внеклеточного хлорида на глутамат приводит к резкому сдвигу потенциала реверсии объем-активируемой проводимости плазмалеммы макрофагов мыши. (А): демонстрация активации объем-активируемой проводимости при подаче треугольного импульса амплитудой  $\pm 100$  мВ (каждые 10 с) со скоростью развертки 1В/с в условиях осмотического набухания клеток. (В): Вольт-амперные характеристики макроскопического тока в ответ на треугольный импульс амплитудой  $\pm 100$  мВ, для стандартного омывающего раствора Рингера (146 мМ  $Cl^-$ ;  $E_{rev}=2,9$  мВ) и омывающего раствора с низкой концентрацией ионов хлора (135 мМ глутамата+11 мМ  $Cl^-$ ;  $E_{rev}=34,8$  мВ).

Исследования по изучению вклада каждого из паралогов LRRC8 в транспорт органических молекул через мембрану показали, что экспрессия LRRC8D и LRRC8E белков в клетках HEK293 необходима для переноса отрицательно заряженного аспартата. При этом коэкспрессия LRRC8A+LRRC8D достаточна для транслокации незаряженных мио-инозитола, таурина и ГАМК, а нокаут LRRC8B+LRRC8C никаким образом не влиял на транспорт перечисленных молекул [16]. Также *Schober et al.* [17] в экспериментах на первичных астроцитах крыс обнаружили, что нокаут LRRC8A и LRRC8D приводит к угнетению транспорта нейтрально заряженных мио-инозитола и таурина, но не при LRRC8C+LRRC8E, что сходится с предыдущими авторами, однако выброс заряженного аспартата резко снижался при нокауте LRRC8A или LRRC8C+LRRC8E, и при этом подавление экспрессии LRRC8D не влияло на выброс аспартата [17]. Исходя из вышесказанного можно заключить, что на сегодняшний день открыты вопросы об универсальности ион-селективного фильтра, меняется ли его структура, положение, избирательная способность в зависимости от состава поры, который, в свою очередь, может варьировать в различных типах клеток. Более того, все еще не обнаружен регулятор(ы) объем-зависимого анионного канала, который также может вносить значительный вклад в избирательность поры канала. Наши результаты могут указывать на то, что состав гексамерного ОЗАК в макрофагах может отличаться от его состава в других типах клеток.

Работа выполнена при поддержке гранта Ф320171024107 Министерства инновационного развития Республики Узбекистан.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Kurbannazarova R.S., Bessonova S.V., Okada Y., Sabirov R.Z. Swelling-activated anion channels are essential for volume regulation of mouse thymocytes // *Int.J.Mol.Sci.* -2011. -Vol. 12. № 12. - P. 9125-9137.

2. Voss F.K., Ullrich F., Munch J., Lazarow K., Lutter D., Mah N., Andrade-Navarro M.A., von Kries J.P., Stauber T., Jentsch T.J. Identification of LRRC8 heteromers as an essential component of the volume-regulated anion channel VRAC // *Science*. -2014. -Vol. 344. № 6184. - P. 634-638.
3. Syeda R., Qiu Z., Dubin A.E., Murthy S.E., Florendo M.N., Mason D.E., Mathur J., Cahalan S.M., Peters E.C., Montal M., Patapoutian A. LRRC8 Proteins Form Volume-Regulated Anion Channels that Sense Ionic Strength // *Cell*. -2016. -Vol. 164. № 3. - P. 499-511.
4. Kumar S.S., Patra A. Evaluation of phenolic composition, antioxidant, anti-inflammatory and anti-cancer activities of *Polygonatum verticillatum* (L.) // *J Integr.Med*. -2018. -Vol. 16. № 4. - P. 273-282.
5. Рахматулаев И.К., Циферова Н.А., Мерзляк П.Г., Ташмухамедов Б.А., Сабилов Р.З. Объем-зависимый анионный канал в плазмалемме перитонеальных макрофагов // *Докл.АН РУз*. -2013. - P. 41-51.
6. Ray A., Dittel B.N. Isolation of mouse peritoneal cavity cells // *J Vis Exp*. -2010. № 35.
7. Barry P.H., Lynch J.W. Liquid junction potentials and small cell effects in patch-clamp analysis // *J.Membr.Biol*. -1991. -Vol. 121. № 2. - P. 101-117.
8. Циферова Н.А., Курганов Э.Ш., Мерзляк П.Г., Ташмухамедов Б.А., Сабилов Р.З. Селективность объем-зависимого анионного канала в клеточных линиях КМЛ, В16 и HeLa // *Узбекский биологический журнал*. -2015. -Vol. 4. - P. 11-14.
9. Liu H.T., Akita T., Shimizu T., Sabirov R.Z., Okada Y. Bradykinin-induced astrocyte-neuron signaling: glutamate release is mediated by ROS-activated volume-sensitive outwardly rectifying anion channels // *J.Physiol*. -2009. -Vol. 587. № Pt 10. - P. 2197-2209.
10. Nilius B., Droogmans G. Amazing chloride channels: an overview // *Acta Physiol Scand*. -2003. -Vol. 177. № 2. - P. 119-147.
11. Abascal F., Zardoya R. LRRC8 proteins share a common ancestor with pannexins, and may form hexameric channels involved in cell-cell communication // *Bioessays*. -2012. -Vol. 34. № 7. - P. 551-60.
12. Deneka D., Sawicka M., Lam A.K.M., Paulino C., Dutzler R. Structure of a volume-regulated anion channel of the LRRC8 family // *Nature*. -2018. -Vol. 558. № 7709. - P. 254-259.
13. Kefauver J.M., Saotome K., Dubin A.E., Pallesen J., Cottrell C.A., Cahalan S.M., Qiu Z., Hong G., Crowley C.S., Whitwam T., Lee W.H., Ward A.B., Patapoutian A. Structure of the human volume regulated anion channel // *Elife*. -2018. -Vol. 7.
14. Kasuya G., Nakane T., Yokoyama T., Jia Y., Inoue M., Watanabe K., Nakamura R., Nishizawa T., Kusakizako T., Tsutsumi A., Yanagisawa H., Dohmae N., Hattori M., Ichijo H., Yan Z., Kikkawa M., Shirouzu M., Ishitani R., Nureki O. Cryo-EM structures of the human volume-regulated anion channel LRRC8 // *Nat Struct Mol Biol*. -2018. -Vol. 25. № 9. - P. 797-804.
15. Ullrich F., Reincke S.M., Voss F.K., Stauber T., Jentsch T.J. Inactivation and Anion Selectivity of Volume-regulated Anion Channels (VRACs) Depend on C-terminal Residues of the First Extracellular Loop // *J Biol Chem*. -2016. -Vol. 291. № 33. - P. 17040-8.
16. Lutter D., Ullrich F., Lueck J.C., Kempa S., Jentsch T.J. Selective transport of neurotransmitters and modulators by distinct volume-regulated LRRC8 anion channels // *J Cell Sci*. -2017. -Vol. 130. № 6. - P. 1122-1133.
17. Schober A.L., Wilson C.S., Mongin A.A. Molecular composition and heterogeneity of the LRRC8-containing swelling-activated osmolyte channels in primary rat astrocytes // *J Physiol*. -2017. -Vol. 595. № 22. - P. 6939-6951.

Институт биоорганической химии АН РУз  
 Центр Передовых Технологий

Дата поступления  
 21.12.2018

Д.Д. ФАЙЗИЕВ, С.И. РУСТАМОВА, О.Ж. ХАМИДОВА, Х.А. ЮЛДАШЕВ,  
Р.Ш. КУРБАННАЗАРОВА, П.Г. МЕРЗЛЯК, Р.З. САБИРОВ

## ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ДЕЙСТВИЯ ГЛИЦИРРИЗИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА РЕГУЛЯЦИЮ ОБЪЕМА ТИМОЦИТОВ

[diyoy09@mail.ru](mailto:diyoy09@mail.ru)

Д.Д. Файзиев, С.И. Рустамова, О.Ж.Хамидова, Х.А.Юлдашев,  
Р.Ш. Курбанназарова, П.Г. Мерзляк, Р.З. Сабиров

### ТИМОЦИТЛАР ҲАЖМ БОШҚАРИЛИШ СИСТЕМАСИГА ГЛИЦИРРИЗИН КИСЛОТАСИНИНГ ТАЪСИР МЕХАНИЗИМИНИ ЎРГАНИШ

Ушбу мақолада глицирризин кислотаси (ГК) нинг тимоцитлар ҳажм бошқарилиш системасини дозага боғлиқ, аммо тўлиқ бўлмаган тарзда ингибирлаши кўрсатилди. Шунингдек, мембрананинг катион ўтказувчанлиги грамицидин Д ёрдамида оширилиб, муҳитдаги барча катионлар органик катион НМДГга алмаштирилган шароитда ҳам ГК нинг ингибирловчи таъсири кузатилди ва бу жараён модданинг ҳажмга боғлиқ анион транспортини блоклаш орқали амалга ошиши мумкилигидан далолат беради.

Д.Д. Файзиев, С.И. Рустамова, О.Ж. Хамидова, Х.А. Юлдашев,  
Р.Ш. Курбанназарова, П.Г. Мерзляк, Р.З. Сабиров

### ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ДЕЙСТВИЯ ГЛИЦИРРИЗИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА РЕГУЛЯЦИИ ОБЪЕМА ТИМОЦИТОВ

В этой статье показано, что глицирризиновая кислота (ГК) дозо-зависимо, но не полностью подавляет систему регуляторного уменьшения объема тимоцитов. ГК был также эффективен и при условиях, когда катионная проницаемость мембраны увеличена с помощью грамицидина Д и все катионы заменены на непроницающий катион НМДГ, что может свидетельствовать о его блокирующем действии на объем-активируемый анионный транспорт.

D.D. Fayziev, O.J. Khamidova, S.I. Rustamova, Kh.A. Yuldashev,  
R.S. Kurbannazarova, P.G. Merzlyak, R.Z. Sabirov

### STUDY OF THE MECHANISM OF EFFECTS OF GLYCYRRHIZIC ACID ON VOLUME REGULATION IN THYMOCYTES

In this study it was shown that glycyrrhizic acid (GA) dose-dependently but incompletely inhibits the regulatory volume decrease in thymocytes. GA was also effective under conditions where the cationic permeability of the membrane was increased by gramicidin D and all cations were replaced by the non-permeable cation, NMDG, that may indicate its blocking effect on the volume-activated anionic transport.

В последние годы было проведено много исследований для определения лекарственных свойств биологически активных веществ, экстрагированных из растений. Тритерпеноидный сапонин – глицирризиновая кислота (ГК), экстрагируемая из корня растения салодки (*Glycyrrhiza glabra*), обладает рядом биологических активностей: ГК влияет на апоптоз раковых клеток, ингибирует канцерогенез [1,2], усиливает биологического действия других лекарств [3].

Для сохранения целостности, клетки должны обладать способностью к активному поддержанию постоянства объема [4,5]. Хотя к настоящему времени проведено много исследований биологической активности ГК, ее влияние на систему регуляторного уменьшения объема клеток (RVD – *Regulatory Volume Decrease*) не изучалось.

Целью работы явилось исследование механизма действия глицирризиновой кислоты на регуляторное уменьшение объема тимоцитов.

В наших экспериментах стандартный раствор Рингера содержал (мМ): 135 NaCl, 5 KCl, 2 CaCl<sub>2</sub>, 1 MgCl<sub>2</sub>, 11 HEPES, 5 глюкозы, pH 7,4 (290 мОсм/кг-Н<sub>2</sub>O). В N-метил-D-глюкамин (НМДГ)-Рингере весь хлористый натрий был замещён на НМДГ. Гипотонический раствор (147±2 мОсм/кг-Н<sub>2</sub>O) готовился путем разведения нормотонического раствора в соотношении 3:4 буфером следующего состава (мМ): 5 KCl, 10 HEPES, 2 CaCl<sub>2</sub>, 1 MgCl<sub>2</sub>, 5 глюкозы, pH 7,4 (40±2 мОсм/кг-Н<sub>2</sub>O). Все реактивы имели квалификацию «х.ч.» или «ч.д.а.». При приготовлении растворов использовалась бидистиллированная вода. ГК в виде моноаммониевой соли (SIGMA ALDRICH, #50531) и

грамидин Д (SIGMA ALDRICH, #G-5002) добавляли из концентрированного исходного раствора в диметилсульфоксиде (ДМСО). Конечная концентрация ДМСО не превышала 0,1%, при этой концентрации ДМСО не оказывал существенного влияния на регистрируемые параметры.

В работе использовали метод регистрации клеточного объема по величине светопропускания  $T$  [6]. При этом, величина  $T=0\%$  соответствует темновому току, а величина  $T=100\%$  соответствует светопропусканию среды без добавления клеток. Изменение объема тимоцитов регистрировали в проходящем свете в термостатированной кювете при  $25^{\circ}\text{C}$  и конечной концентрации клеток  $10 \times 10^6$  кл/мл. Использовали светофильтр с максимумом пропускания при 610 нм. Сигнал, измеренный с помощью микроколориметра (Россия, МКМФ-1), усиливали с помощью усилителя У5-11, оцифровывали с помощью преобразователя GO!Link (Qubit Systems, Канада) и записывали на жёсткий диск компьютера (Pentium IV) с помощью программы Logger Lite (Qubit Systems, Канада) при частоте стробирования 100 Гц. Регуляторное уменьшение объема рассчитывали по формуле:

$$RVD=(T_{\max}-T_{15})/(T_{\max}-T_0)*100\% \quad (1)$$

где:  $T_0$  и  $T_{\max}$  – начальное и максимальное значение светопропускания,  $T_{15}$  – значение светопропускания, измеренное через 15 минут после начала гипотонического стресса.

Тимоциты выделялись, как описано ранее [7,8]. Исследования проводили на 6-8 недельных белых крысах, которые содержались в виварии на обычной диете. Животных декапитировали и выделяли тимус в нормальном растворе Рингера. Удаленный тимус тщательно очищали от кровеносных сосудов, переносили в чашку Петри и расщепляли его острым пинцетом до получения однородной массы. Эту массу фильтровали при помощи нейлоновой сетки с размером ячейки 100 мкм. Затем суспензию промывали 2-3 раза нормальным раствором Рингера центрифугированием в течение 5 мин при 1000g. Осадок ресуспендировали в нормальном растворе Рингера. Выделение тимоцитов проводили при комнатной температуре. Подсчет клеток осуществляли в камере Горяева и суспензию разводили до конечной концентрации  $10 \times 10^6$  кл/мл нормальным раствором Рингера.

Концентрационные зависимости влияния испытуемых веществ на регуляцию объема тимоцитов аппроксимировали с помощью уравнения Хилла следующего вида:

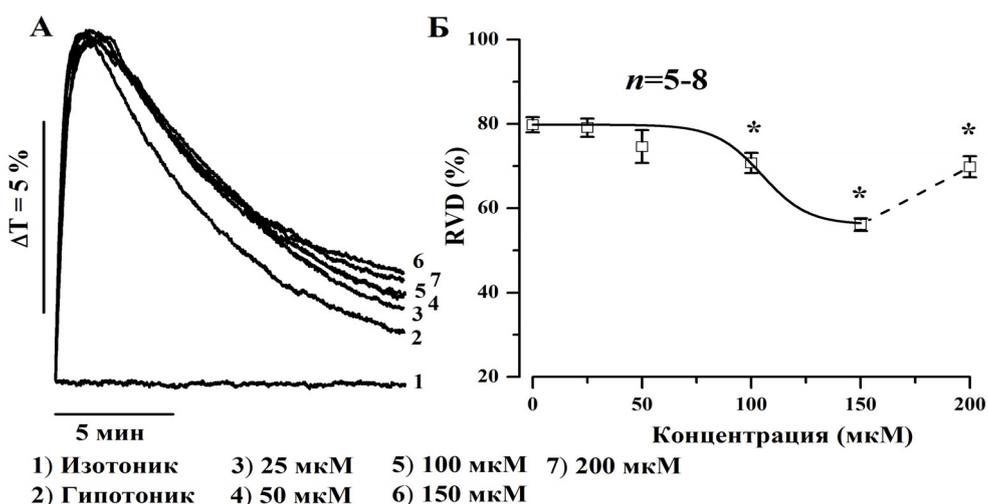
$$RVD = RVD_{\min} + (RVD_{\max} - RVD_{\min}) / (1 + (C/C_{50})^h) \quad (2)$$

Здесь:  $RVD_{\min}$  и  $RVD_{\max}$  – минимальная и максимальная величина регуляторного уменьшения объема тимоцитов (%),  $C$  – концентрация вещества (мкМ),  $C_{50}$  – концентрация вещества, оказывающая полумаксимальный эффект (мкМ),  $h$  – коэффициент Хилла.

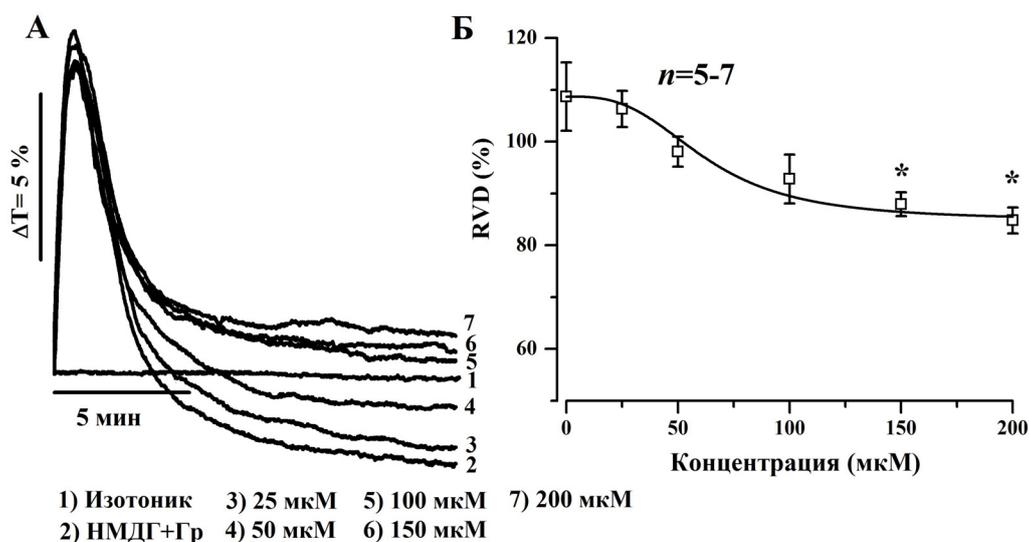
Данные анализировались с использованием программы Origin, версии 8 (OriginLab, Northampton, MA, США). Все данные приведены как среднее  $\pm$  стандартная ошибка для  $n$  экспериментов. Сравнения между двумя экспериментальными группами проводились с использованием  $t$ -теста Стьюдента. Различия считались статистически значимыми при  $P < 0,05$ .

В изотонической среде (нормальный раствор Рингера) объем тимоцитов оставался на постоянном уровне в течение 15 мин. ГК в изотонической среде, не оказывал значительного влияния на объема клеток вплоть до концентрации 200 мкМ ( $n=5$ ).

При попадании в гипоосмотическую среду тимоциты сначала быстро набухали и затем восстанавливали свой объем до уровня, близкого к исходному в течение 20-30 мин. При 15-минутной инкубации клеток в гипоосмотической среде регуляторное уменьшение объема варьировало от 68% до 84% и в среднем было равно  $78,9 \pm 3,3\%$  ( $n=15$ ). Добавление в гипотонический раствор ГК оказывало заметное ингибирующее влияние на степень восстановления объема тимоцитов. Когда концентрация вещества достигла 150 мкМ, параметр RVD уменьшался до  $56,1 \pm 1,4\%$ . При 200 мкМ параметр RVD восстанавливался до  $69,8 \pm 2,5\%$ . Таким образом, действие ГК имело двухфазный характер. Результаты, полученные для первой фазы (до 150 мкМ), были аппроксимированы уравнением Хилла с полумаксимальным эффектом ( $C_{50}$ , см. уравнение 2), равным  $104,8 \pm 4,8$  мкМ (рис. 1, А и Б). Так как подавление было не полным, мы заключили, что ГК является умеренным ингибитором регуляции объема тимоцитов.



**Рисунок 1.** Кинетика изменения клеточного объема тимоцитов в условиях гипоосмотического стресса в контроле и в присутствии различных концентраций ГК. Показаны оригиналы записей регистрации изменения светопропускания суспензии клеток (А), процент восстановления клеточного объема после набухания в гипотонической среде в контроле и в присутствии в среде ГК (Б). Звездочками отмечены значения, статистически значимо отличающиеся от контроля при  $P < 0.05$ ,  $n$  - число повторов. Отрезок  $\Delta T = 5\%$  обозначает калибровку светопропускания регистрирующей системы.



**Рисунок 2.** Кинетика изменения клеточного объема тимоцитов в условиях НМДГ-ГрД в контроле и в присутствии различных концентраций ГК. Показаны оригиналы записей регистрации изменения светопропускания суспензии клеток (А) и процент восстановления клеточного объема после набухания в среде с НМДГ-ГрД в контроле и в присутствии ГК (Б). Звездочками отмечены значения, статистически значимо отличающиеся от контроля при  $P < 0.05$ ,  $n$  - число повторов.

В наших дальнейших экспериментах мы исследовали механизм ингибирующего эффекта ГК на параметр RVD. Для этого катионную проницаемость мембраны увеличивали с использованием порообразующего полипептида грамицидина Д (ГрД), а все одновалентные катионы в среде заменяли непроницающим органическим катионом НМДГ. В этих условиях регуляторное уменьшение объема в основном зависит от анионной проницаемости плазматической мембраны [9]. В среде НМДГ-ГрД в контрольных экспериментах уровень RVD составил  $108,7 \pm 6,6\%$  ( $n=5$ ), то есть клетки не только восстанавливали свой объем до исходного значения, но и сжимались до величины, не-

сколько меньшей, чем в контроле. Добавление ГК в этих условиях дозо-зависимо уменьшало параметр RVD и при 200 мкМ он был равен  $84,8 \pm 2,5\%$ . Полученные результаты были аппроксимированы уравнением Хилла со следующими параметрами: полумаксимальная эффективность составила  $62,7 \pm 6,5$  мкМ, а коэффициент Хилла  $3,0 \pm 0,7$  (рис. 2, А и Б).

Таким образом, полученные результаты показали, что ГК в изотонической среде не оказывает существенного влияния на объем клеток. В гипотонической среде ГК проявляет умеренное ингибирующее действие на RVD, которое может быть связано с блокированием объем-активируемых анионных каналов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Asl M.N., Hosseinzadeh H. Review of pharmacological effects of *Glycyrrhiza sp.*, and its bioactive compounds.// *Phytother. Res.* 2008. 22:709–724
2. Nafisi S., Manouchehri F., Bonsaii M. Study on the interaction of *Glycyrrhizin* and *Glycyrrhetic acid* with *RNA*.// *J. Photochem. Photobiol.* 2012. 111:27–34.
3. Wang C.Y., Kao T.C., Lo W.H., Yen G.C. *Glycyrrhizic acid* and  $18\beta$ -*Glycyrrhetic acid* modulate lipopolysaccharide-induced inflammatory response by suppression of NF- $\kappa$ B through PI3K p110d and p110c inhibitions.// *J. Agric. Food Chem.* 2011. 59:7726–7733.
4. Okada Y. Ion channels and transporters involved in cell volume regulation and sensor mechanisms.// *Cell Biochem. Biophys.* 2004. 41:233-258.
5. Wehner F., Olsen H., Tinel H., Kinne-Saffran E., Kinne R.K. Cell volume regulation: osmolytes, osmolyte transport, and signal transduction.// *Rev. Physiol Biochem. Pharmacol.* 2003. 148:1-80.
6. Hoffmann E.K., Holm N.B., Lambert I.H. Functions of volume-sensitive and calcium-activated chloride channels.// *IUBMB. Life.* 2014. 66:257-267.
7. Kurbannazarova R.S., Tashmukhamedov B.A., Sabirov R.Z. Osmotic water permeability and regulatory volume decrease of rat thymocytes.// *J. Gen. Physiol Biophys.* 2003. 22:221-232.
8. Sabirov R.Z., Manjoseva M.A., Tadjibaeva E.T., Krasilnikov O.V. The interaction of amphotericin B with cell membrane of rat thymocytes.// *J. Gen. Physiol Biophys.* 1993. 12:249-257.
9. Рустамова С.И., Курбанназарова Р.Ш., Мерзляк П.Г., Ташмухамедов Б.А., Сабиров Р.З. Метод неэлектрической оценки активности объем-зависимого анионного транспорта в плазмалемме тимоцитов.// *Узб. Био. Жур.* 2013. 4:3-7.

Институт биоорганической химии АН РУз  
Центр Передовых Технологий

Дата поступления  
21.12.2018

**Ф.А. САЛИМОВА, С.И. РУСТАМОВА, В.Н. СЫРОВ, З.А. ХУШБАКТОВА,  
Д.М. САИДХОДЖАЕВА, Р.Ш. КУРБАННАЗАРОВА, П.Г. МЕРЗЛЯК, Р.З. САБИРОВ**

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ФИТОЭКДИСТЕРОИДОВ НА РЕГУЛЯЦИЮ ОБЪЕМА ТИМОЦИТОВ ПРИ ГИПООСМОТИЧЕСКОМ СТРЕССЕ**

*fariza\_salimova86@inbox.ru*

Ф.А. Салимова, С.И. Рустамова, В.Н. Сыров, З.А. Хушбактова,  
Д.М. Саидходжаева, Р.Ш. Курбанназарова, П.Г. Мерзляк, Р.З. Сабиров

**ГИПООСМОТИК СТРЕСС ШАРОИТИДА ТИМОЦИТЛАР ҲАЖМ БОШҚАРИЛИШИГА  
ФИТОЭКДИСТЕРОИДЛАРИНИНГ ТАЪСИРИНИ ЎРГАНИШ**

Ушбу тадқиқотда фитоэкдистероид модаларнинг 1, 10 ва 100 мкМ да гипосмотик стресс шароитда тимокитлар регулятор ҳажм камайишига таъсири ўрганилган. 100 мкМда полиподин В,  $\alpha$ -экдизон, интегристирон А ва циастерон ушбу жараёнга сезиларли таъсир кўрсатиши аниқланди. Экдистерон ва туркестероннинг тимокитлар регулятор ҳажм камайиш кинетикасига таъсир этмади. Ўрганилган фитоэкдистероидлар гемолитик хусусиятга эга эмас.

Ф.А. Салимова, С.И. Рустамова, В.Н. Сыров, З.А. Хушбактова,  
Д.М. Саидходжаева, Р.Ш. Курбанназарова, П.Г. Мерзляк, Р.З. Сабиров

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ФИТОЭКДИСТЕРОИДОВ НА РЕГУЛЯЦИЮ ОБЪЕМА ТИМОЦИТОВ ПРИ ГИПООСМОТИЧЕСКОМ СТРЕССЕ

В данной работе исследовано влияние фитоекдистероидов на регуляторное уменьшение объема тимоцитов в условиях гипоосмотического стресса при концентрации 1, 10 и 100 мкМ. Было установлено, что полиподин В,  $\alpha$ -экизон, интегристерон А и циастерон в 100 мкМ оказывают ингибирующее влияние на этот процесс. Экидистерон и туркестерон не влияли значимо на кинетику восстановления объема. Исследованные фитоекдистероиды не проявляли гемолитическую активность.

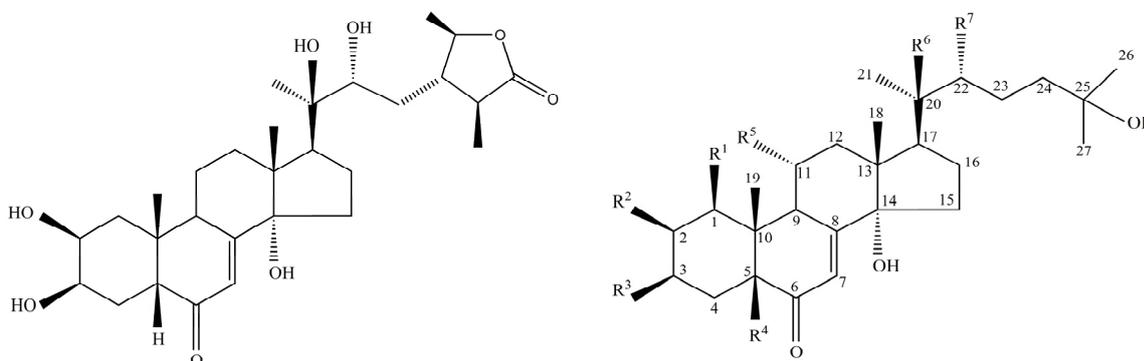
F.A. Salimova, S.I. Rustamova, V.N. Syrov, Z.A. Khushbaktova,  
D.M. Saidxodjayeva, R.Sh. Kurbannazarova, P.G. Merzlyak, R.Z. Sabirov

## EFFECT OF PHYTOECDYSTEROIDS ON THE VOLUME REGULATION OF THYMOCYTES UNDER HYPOOSMOTIC STRESS.

In this work, we studied the effect of phytoecdysteroids on the regulatory volume decrease of thymocytes under hypoosmotic stress at the concentration of 1, 10, and 100  $\mu$ M. It was found that polypodine B,  $\alpha$ -ecdysone, integristone A and cyasterone at 100  $\mu$ M had a significant inhibiting effect on this process. Ecdysterone and turkesterone did not affect the kinetics of volume recovery. All studied phytoecdysteroids had no hemolytic activity.

Фитоекдистероиды – полиоксистероидные соединения, в основе строения которых лежит циклопентанпергидрофенантрен, где в положении 17 присоединяется алифатическая цепочка из 8 углеродных атомов (Рис. 1) [1, 2, 3]. Фитоекдистероиды проявляют анаболическое, гепатопротекторное, гипогликемическое, противоопухолевое, антимагистатическое, адаптогенное и тонизирующее действие, а также оказывают стимулирующее действие на клеточный и гуморальный иммунитет [1, 3, 4, 5, 6]. Показано также, что эти вещества обладают антиоксидантным действием, ингибируют перекисное окисление липидов, увеличивают резистентность мембран эритроцитов к осмотическому, температурному и кислотному гидролизу [5, 7, 8].

В условиях гипоосмотичности тимоциты способны эффективно регулировать собственный объем. Нами ранее было показано, что в ответ на осмотическое набухание на мембране тимоцитов сначала активируются кальциевые каналы. Вход в клетку ионов кальция приводит к активации кальций-зависимых калиевых каналов. Параллельно с этим происходит активация объем-зависимого анионного транспорта, что в конечном итоге приводит к выходу из клеток ионов калия и хлора и молекул воды, в результате чего объем клетки восстанавливается [9, 10]. Действие фитоекдистероидов на этот процесс практически не изучено, что и явилось целью данного исследования.



**Рисунок 1.** Структура циастерона (слева) и общая химическая структурная формула пяти остальных исследованных фитоекдистероидов (индивидуальные структурные элементы приведены в таблице 1).

В данной работе мы исследовали влияние 6 фитостероидов (Рис. 1 и Табл. 1) на регуляторное уменьшение объема тимоцитов в условиях гипотонического стресса. Все фитостероиды выделены сотрудниками лаборатории химии гликозидов ИХРВ АНРУЗ из местной флоры [11.].

Таблица 1.

**Названия и структурные элементы пяти фитостероидов, общая химическая формула которых показана на рис. 1 (справа).**

	Название фитостероида	Радикалы						
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
1	Экдистерон	H	OH	OH	H	H	OH	OH
2	$\alpha$ -экдизон	H	OH	OH	H	H	H	OH
3	Туркестерон	H	OH	OH	H	OH	OH	OH
4	Полиподин В	H	OH	OH	OH	H	OH	OH
5	Интегристерон А	OH	OH	OH	H	H	OH	OH

В наших экспериментах стандартный раствор Рингера содержал (мМ): 135 NaCl, 5 KCl, 10 HEPES, 2 CaCl<sub>2</sub>, 1 MgCl<sub>2</sub>, и 5 глюкоза (pH=7,4; 290 мОсм/кг-Н<sub>2</sub>О). Гипотонический раствор готовился путем разведения этого раствора в соотношении 3:4 с Н-буфером следующего состава (мМ): 5 KCl, 10 HEPES, 2 CaCl<sub>2</sub>, 1 MgCl<sub>2</sub>, 5 глюкоза, pH=7,4 (40±2 мОсм/кг Н<sub>2</sub>О). Все реактивы имели квалификацию «х.ч.» или «ч.д.а.». При приготовлении растворов использовалась бидистиллированная вода. Фитостероиды добавлялись из концентрированных растворов в диметилсульфоксиде (ДМСО). Конечная концентрация ДМСО не превышала 0,1 %, и в этой концентрации ДМСО не оказывал влияния на исследуемые параметры.

В опытах использовали 6-8 недельных белых беспородных крыс. Выделение тимоцитов проводили по стандартной методике как описано ранее [9, 10, 12, 13.] и их жизнеспособность определяли по исключению трипанового синего. Конечную суспензию, содержащую 100×10<sup>6</sup> кл/мл и не более 5% погибших клеток, хранили в растворе Рингера и использовали в течение 3-5 ч.

В работе применяли метод регистрации клеточного объема по величине светопропускания [9, 13, 14]. Изменение объема тимоцитов регистрировали в проходящем свете в термостатированной кювете при 25°C и конечной концентрации клеток 10×10<sup>6</sup> кл/мл. Использовали светофильтр с максимумом пропускания при 610 нм. Сигнал, измеренный с помощью микроколориметра МКМФ-1, усиливали с помощью усилителя У5-11, оцифровывали с помощью преобразователя GO!Link (Qubit Systems, Канада) и записывали на жёсткий диск компьютера с помощью программы Logger Lite (Qubit Systems, Канада) при частоте стробирования 100 Гц. Регуляторное уменьшение объема (*RVD*, regulatory volume decrease) рассчитывали по формуле:

$$RVD=(T_{\max}-T_{15})/(T_{\max}-T_0)*100\% \quad (1)$$

где  $T_0$  и  $T_{\max}$  – начальное и максимальное значение светопропускания,  $T_{15}$  – значение светопропускания, измеренное через 15 минут после начала гипотонического стресса. При полном восстановлении клеточного объема до исходного уровня  $RVD=100\%$ . При полном подавлении регуляции объема  $RVD=0$ .

Для оценки гемолитической активности фитостероидов при изоосмотических условиях, кровь брали у добровольцев по общепринятой методике с использованием гепарина в качестве антикоагулянта [15]. Цельную кровь разводили в соотношении 1:10 стандартным раствором Рингера и центрифугировали при 3000 об/мин в течении 10 мин, затем эритроциты отмывали аналогичным образом 3 раза в стандартном растворе Рингера и готовили 8%-суспензию. В 11 лунок платы микротитратора разливали по 200 мкл раствора Рингера. Первую лунку оставляли для контроля. Во вторую лунку добавляли 200 мкл исследуемого вещества в максимальной концентрации и тщательно перемешивали пипетированием (не менее 10 раз). Затем брали 200 мкл раствора из второй лунки, переносили в третью лунку и перемешивали пипетированием минимум 5 раз. Затем повторяли эту процедуру во всех оставшихся восьми лунках. В результате образуется ряд лунок с последовательным разведением исследуемого вещества, концентрация которого в соседних лунках будет отличаться ровно в два раза. Еще в одну лунку добавляли 1%-й раствор детергента три-

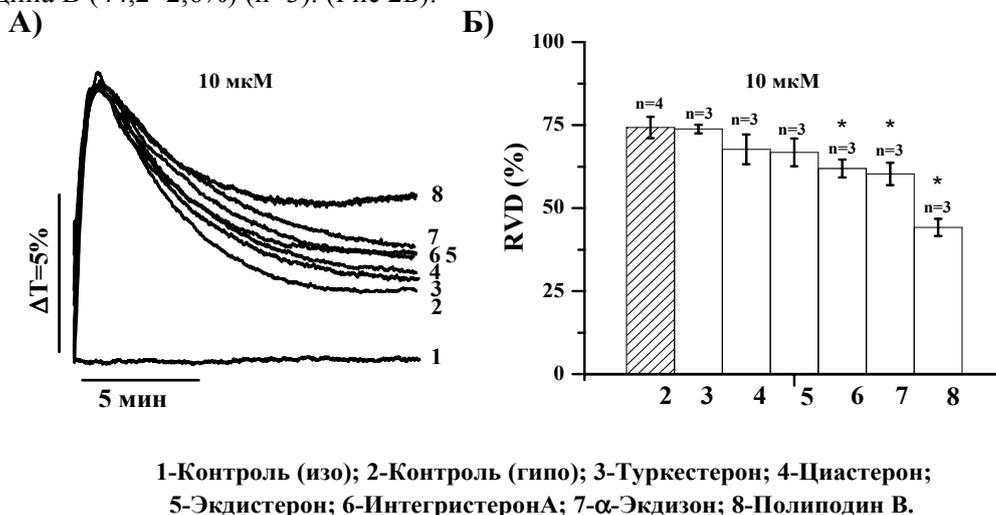
тона X-100 для полного разрушения клеток (100 %-й гемолиз). Конечная концентрация клеток составляла 4%. Закрывали плату стеклом для уменьшения испарения и инкубировали 30-60 мин при 37 °С, перемешивая содержимое лунок каждые 10 мин. Переносили содержимое лунок в чистые стеклянные или пластиковые пробирки на 1,5 мл, добавляли в каждую пробирку по 1 мл раствора Рингера и центрифугировали 10 мин при 3000 об/мин. Затем измеряли оптическую плотность (ОП) супернатанта при 540 нм (максимум поглощения гемоглобина). Процент гемолиза рассчитывали по формуле:

$$\text{Гемолиз} = (\text{ОП} / \text{ОП}_{100}) \times 100\% \quad (2)$$

где ОП – оптическая плотность супернатанта в опыте; ОП<sub>100</sub> – средняя оптическая плотность супернатанта в 3-х лунках с детергентом тритон X-100. Гемолиз, рассчитанный для 3-х контрольных лунок дает уровень спонтанного гемолиза при данных экспериментальных условиях.

В изотонической среде (нормальный раствор Рингера) объем тимоцитов оставался на постоянном уровне в течении 20 мин. При попадании в гипосмотическую среду тимоциты сначала быстро набухали и затем восстанавливали свой объем до уровня, близкого к исходному в течении 20-30 мин (Рис. 2А, запись 1). В контрольных условиях тимоциты крыс восстанавливали свой объем на 74,3±3,2% (n=4) (Рис. 2А, запись 2; Рис. 2Б).

В следующей серии экспериментов мы исследовали влияние фитостероидов на регуляторное уменьшение объема тимоцитов в условиях гипосмотического стресса. Внесение в гипотонический раствор фитостероидов в концентрации 1 мкМ не оказывало статистически значимого влияния на степень восстановления объема тимоцитов в гипосмотической среде (n=3-6). При концентрации фитостероидов в гипосмотической среде, равной 10 мкМ, эффективность регуляторного уменьшения объема тимоцитов оставалась на уровне, близком к контрольному для экдистерона и несколько понижалась для туркестерона и циастерона, хотя эффект не достигал уровня статистической значимости. В то же время, RVD была статистически ниже контрольных величин в присутствии 3-х фитостероидов: интегристерона А (61,9±2,7%), α-экдизона (60,3±3,4%) и полиподина В (44,2±2,6%) (n=3). (Рис 2Б).

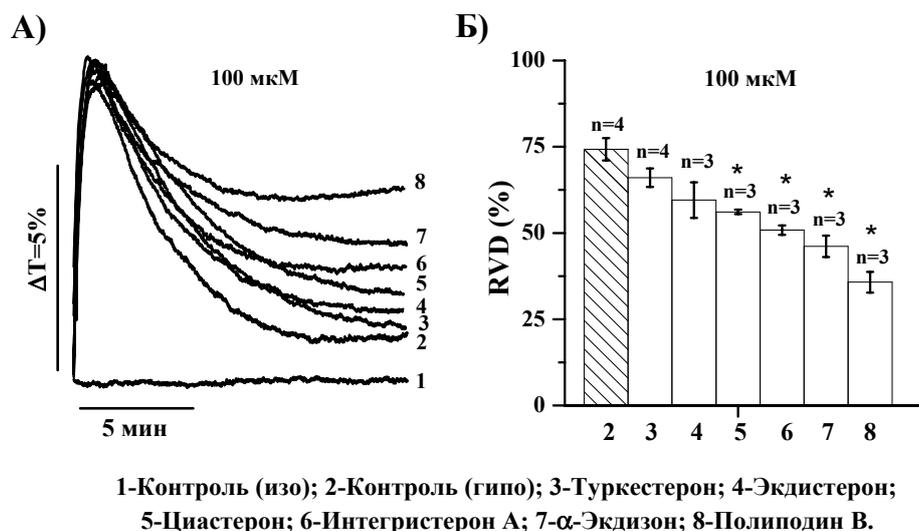


1-Контроль (изо); 2-Контроль (гипо); 3-Туркестерон; 4-Циастерон; 5-Экдистерон; 6-ИнтегристеронА; 7-α-Экдизон; 8-Полиподин В.

**Рисунок 2.** Кинетика изменения клеточного объема тимоцитов в гипотонической среде в присутствии фитостероидов (10 мкМ). Показаны оригиналы записей регистрации изменения светопропускания суспензии клеток (А), и процент восстановления клеточного объема после набухания в гипотонической среде в контроле и в присутствии в среде фитостероидов (Б). Звездочками отмечены значения, статистически значимо отличающиеся от контроля при  $P < 0.05$ , n - число повторов.

В следующей серии экспериментов мы повысили концентрацию веществ до 100 мкМ. В этих условиях параметр RVD был ниже контрольных величин для всех исследованных препаратов, однако только для 4-х из 6-ти изученных веществ ингибирующий эффект достигал уровня статистической значимости (Рис. 3). При добавлении в гипотонический раствор полиподина В, α-

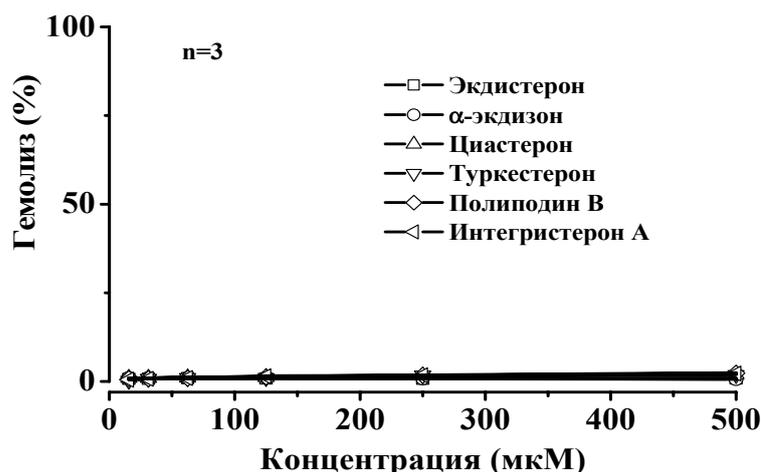
экдизона, интегристерона А и циастерона параметр *RVD* составил  $35,8 \pm 3,0\%$ , ( $n = 4$ ),  $46,1 \pm 3,1\%$ , ( $n=4$ ),  $50,9 \pm 1,4\%$  ( $n=4$ ) и  $56,1 \pm 0,7\%$  ( $n=4$ ), соответственно.



**Рисунок 3.** Кинетика изменения клеточного объема тимоцитов в гипотонической среде в присутствии фитоэкдистероидов (100 мкМ).

Показаны оригиналы записей регистрации изменения светопропускания суспензии клеток (А), и процент восстановления клеточного объема после набухания в гипотонической среде в контроле и в присутствии в среде фитоэкдистероидов (Б). Звездочками отмечены значения, статистически значимо отличающиеся от контроля при  $P < 0.05$ , n - число повторов.

В наших экспериментах по изучению целостности эритроцитов человека, проведенных в изотонических условиях при концентрации фитоэкдистероидов от 16 мкМ до 500 мкМ, ни один из исследованных фитоэкдистероидов не оказывал заметного влияния на выход гемоглобина из человеческих эритроцитов, который оставался на уровне спонтанного гемолиза ( $1,8 \pm 0,2\%$ ;  $n=3$ ), определяемого в контрольных условиях в отсутствии фитоэкдистероидов, что свидетельствуют о крайне низкой цитолитической активности исследованных веществ (Рис. 4).



**Рисунок 4.** Уровень лизиса человеческих эритроцитов при концентрации фитоэкдистероидов от 16 до 500 мкМ.

Таким образом, некоторые из фитоэкдистероидов в условиях проведенных нами экспериментов обладали выраженной способностью подавлять функцию тимоцитов регулировать свой объем в условиях гипоосмотического стресса. При этом, ни одно из веществ не было цитолитичным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Dinan L. Phytoecdysteroids: biological aspects. // *Phytochemistry* 57. 2001, 325-339 .
2. Harmatha J., Vokas K., Kmonickova E., Zidek Z. Lack of interference of common phytoecdysteroids with production of nitric oxide by immune-activated mammalian macrophages. // *Steroids* 73. 2008, 466–471.
3. Bathori M., Toth N., Hunyadi A., Marki A., Zador E. Phytoecdysteroids and anabolic-androgenic steroids – structure and effects on humans. // *Current Medicinal Chemistry*, 2008, 15: 75-91.
4. Georgiev M.I., Pavlov A.I., Bley T. Hairy root type plant *in vitro* systems as a sources of bioactive substnsces.// *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2007, 27: 1175–1185.
5. Сыров В.Н., Исламова Ж.И., Эгамова Ф.Р., Юлдашева Н.Х., Хушбактова З.А. Стресс - протекторные свойства фитоэктистероидов.// *Эксперим. и клин. фармакол.*, 2014, 77(7), 35-38.
6. Сыров В.Н., Юлдашева Н.Х., Эгамова Ф.Р., Исмаилова Г.И., Абдуллаев Н.Д., Хушбактова З.А. Оценка гипогликемического действия фитоэктистероидов. // *Эксперим. и клин. фармакол.*, 2012, 75(5), 28-31.
7. Сыров В.Н. Фитоэктистероиды: Биологические эффекты в организме высших животных и перспективы использования в медицине. // *Эксперим. и клин. фармакол.*, 1994, 57(5), 61-66.
8. Зибарева Л.Н. Фитоэктистероиды растений семейства Caryophyllaceae. // *Изд. LAP Lambert*, 2012, ISBN 978-3-8473-1785-2: 195.
9. Kurbannazarova R.Sh., Tashmukhamedov B.A., Sabirov R.Z. Osmotic water permeability and regulatory volume decrease of rat thymocytes. // *Gen. Physiol Biophys.* 2003, 22: 221-232.
10. Kurbannazarova R.S., Tashmukhamedov B.A., Sabirov R.Z. Role of potassium and chlorine channels in the regulation of thymocyte volume in rats. // *Bull. Exp. Biol. Med.* 2008, 145: 606-609.
11. Рамазонов Н.Ш., Бобоев И.Д., Сыров В.Н., Саъдуллаев Ш.Ш., Маматханов А.У. Химия, биология и технология получения фитоэктистероидов.-Т.: “Fan va texnologiya”, 2016, 260.
12. Kurbannazarova R.S., Bessonova S.V., Okada Y., Sabirov R.Z. Swelling-activated anion channels are essential for volume regulation of mouse thymocytes. // *Int. J. Mol. Sci.* 2011, 12(12): 9125-9137.
13. Sabirov R.Z., Manjosova M.A., Tadjibaeva E.T. and Krasilnikov O.V. The interaction of Amphotericin B with cell membrane of rat thymocytes. // *Gen. Physiol. Biophys.* 1993, 12: 249-257.
14. Hempling H.G.,Thompson S., Dupre A. Osmotic properties of human lymphocyte. // *J. Cell Physiol.* 1977, 93(2): 293-302.
15. Кост Э.А. Справочник по клиническим лабораторным методам исследования. // *М.: Медицина*, 1975, С. 46-47.

Институт биоорганической химии АН РУз  
Институт химии растительных веществ АН РУз

Дата поступления  
21.12.2018

Д.Д. АЛИЕВ, У.Х. АРИПОВ, М.Ш. ИСМОИЛОВ

### БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЯГНЯТ ПОДОПЫТНЫХ ГРУПП РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

dilmurod.aliev.1968@mail.ru

Д.Д. Алиев, У.Х. Арипов, М.Ш. Исмоилов

### КЕЛИБ ЧИҚИШИ ҲАР ХИЛ БЎЛГАН ТАЖРИБА ГУРУҲ ҚЎЗИЛАРИНИНГ БИОЛОГИК ХУСУСИЯТЛАРИ

Наслчилик қорақўлчилик хўжаликлари учун керакли ва серпуштлиги билан ферментларнинг ўзаро боғлиқлик усуллари мақолада келтирилган. Аминотрансфераза умумий фаоллигида қорақўл қўйларининг махсулдорлиги, қўзиларнинг ривожланиши ва ўсиш картиналарининг ошиши аниқланган. Қон зардоби таркибидаги аспартат – аминотрансфераза билан ҳайвонларнинг ўсиш интенсивлик боғлиқлари аниқланган.

**Калит сўзлар:** Аминотрансфераза, аспартат – аминотрансфераза, қон зардоби, фермент, генотип, фенотип, мутлоқ ўсиш.

Д.Д.Алиев, У.Х. Арипов, М.Ш. Исмоилов

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЯГНЯТ ПОДОПЫТНЫХ ГРУПП РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

В статье представлены методы по взаимосвязи ферментов с многоплодием у каракульских овец и его повышение в необходимых для племенных каракулеводческих хозяйств. Определены повышение картины роста, развития ягнят и продуктивности каракульских овец по общему активности аминотрансфераз. Определены взаимосвязи интенсивности роста животных с аспартат – аминотрансферазы в сыворотке крови.

**Ключевые слова.** Аминотрансфераза, аспартат – аминотрансфераза, сыворотке крови, фермент, генотип, фенотип, абсолютный прирост.

D.D. Aliyev , U.X. Aripov, M.Sh. Ismoilov

## BIOLOGICAL PECULIARITIES OF LAGGING DIFFERENT GROUPS OF DIFFERENT ORIGINS

The article presents methods for the relationship of enzymes with multiple fetuses in Astrakhan sheep and its enhancement in the necessary for Karakul breeding farms. The increase in the pattern of growth, development of lambs and the productivity of karakul sheep in the overall activity of aminotransferases was determined. The relationship of the growth rate of animals with aspartate aminotransferase in serum was determined.

**Keywords.** Aminotransferase, aspartate - aminotransferase, serum, enzyme, genotype, phenotype, absolute increase.

**Актуальность.** Каракулеводства является важной отраслью пустынного животноводства республик Средней Азии и Казахстана. Каракульские овце продуцируют каракуль, шерсть, овчины, мясо, молоко и другие ценные продукции. Но основной продукцией этой отрасли являются непревзойденные по своей красоте, уникальные по окраске, расцветке и прочности каракульские смушки. Они пользуются большим спросом на внутреннем и международном рынке. Перед работниками каракулеводства поставлены задачи изыскания путей дальнейшего совершенствования методов селекции позволяющие улучшить смушковые качества каракуля, обогащения ассортимента и увеличения производства высокоценных каракульских смушковых. Успех в генетическом улучшении каракульских овец, зависит от правильного и тщательного отбора производителей. Известно, что баранов – производителей отбирают по происхождению собственной продуктивности и по качеству потомства.

**Цель и задачи исследования.** Основная цель настоящего исследования – разработка научно обоснованных методов повышения эффективности использования генофонда каракульской породы путем внутрипородного типопытания, отбора животных по жизнеспособности и продуктивности на основе применения биохимических показателей. Изучить биологические и продуктивные особенности потомства производителей с различной активностью аспартат – аминотрансферазы в сыворотке крови. Изучить связь биохимических показателей крови баранов с продуктивностью животных.

**Материал и методы исследования.** Большое фенотипическое и генотипическое разнообразие внутрипородных и заводских типов каракульских овец различных окрасок и расцветок используются в настоящее время недостаточно эффективно в целях создания новых более продуктивных типов, обладающих ценными биоэкологическими свойствами. Повышение эффективности использования генофонда каракульских овец на основе применения метода испытания типов, использование биохимических показателей способствующих повышению жизнеспособности и продуктивности животных. Одна из основных задач селекционно – генетических исследований на современном этапе развития отрасли. Экспериментальная часть работы выполнена на племенном заводе «Сайхан». Окраска сура Сурхандарьинского типа. Активность аспартат – аминотрансферазы в сыворотке крови определяли в моче подопытных ягнят по методике описанной Е.Ф. Давиденковой и И.С.Либерман [3].

**Результаты исследования.** Имеется ограниченное количества работ, в которых основным критерием подбора пар для спаривания животных были биохимические показатели крови. Такие эксперименты приведены в работах [4], [1] и др. На основных видах животных: овец, кроликах, крупном рогатом скоте, где использована величина активности аминотрансфераз и других ферментов как основной показатель подбора. У сельскохозяйственных животных один и тот же генотип в зависимости от различных факторов может реализоваться по разному в различных фенотипах.

Живая масса ягнят находится в зависимости от возраста, пола и индивидуальных особенностей животных. Учённые [2] изучили влияние факторов окружающей среды и генотипических факторов на рост и развитие каракульских овец. Так, исследования, проведенные [6] показали, что живая масса каракульских ягнят при рождении характеризует их развитие в утробный период. Ягнята разной живой массы различаются между собой по величине телосложения, по сравнению внутренних органов и частей скелета, а также по степени развития волосяного покрова. И в другом исследовании отмечается, что ягнята, родившиеся с большой живой массой более выносливы и приспособлены к условиям внешней среды, чем ягнята с малой массой [5].

Следует отметить, что основным определяющим фактором роста и развития сельскохозяйственных животных является их генотип, в основе которого лежат наследственные свойства организма. Анализируя данные своего опыта [7] сообщает, что животные, родители которых отличались повышенной активностью аспартат – аминотрансферазы, во все возрастные периоды достоверно крупнее тех, родители которых имели в крови более низкие показатели этого энзима. В опытах [1] наибольшей живой массой, скоростью роста и настригом шерсти отличалось потомство, полученное от подбора родителей по высокой активности аспартат – аминотрансферазы в сыворотке крови. В нашей работе мы изучали динамику возрастной изменчивости массы тела подопытных ягнят, полученных от баранов с различной активностью аспартат – аминотрансферазы в сыворотке крови. Этот показатель изучен путем проведения индивидуальных взвешиваний при рождении 4,0 – 4,5 месячном возрасте. В утробном периоде плоды росли достаточно интенсивно, рождались они крупными и хорошо развитыми: при рождении ярки имели живую массу 3,5 – 5,4 кг, баранчики – 4,2 – 6,0 кг.

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что при одинаковых условиях кормления и содержания потомства баранов с различной активностью аспартат – аминотрансферазы имеют достоверные различия. Живая масса ягнят при рождении в зависимости от активности АСТ в сыворотке крови баранов – производителей приведена в таблице 1.

Таблица 1

Происхождение ягнят от баранов	Годы ягнения	Баранчики			Ярочки		
		Учтено ягнят (гол.)	M ± m	C %	Учтено ягнят (гол.)	M ± m	C %
плюс-варианты	2017	48	5,1±0,04	10,5	42	4,7±0,04	11,0
	2018	50	5,2±0,04	10,1	46	4,8±0,04	9,9
средние-варианты	2017	36	5,0±0,05	10,7	37	4,6±0,04	9,5
	2018	47	5,0±0,04	12,6	44	4,7±0,04	10,4
минус-варианты	2017	45	4,9±0,05	12,9	38	4,5±0,04	10,8
	2018	46	5,0±0,04	9,4	48	4,6±0,04	11,3

По живой массе баранчики, полученные от отцов с высокой активностью аспартат – аминотрансферазы, превосходили сверстников из других групп на 2,0 – 4,1 % в 2017 году и на – 4,0 % в 2018 году. Ярки полученное от этих баранов, также по живой массе превосходили на 2,2 % в 2017 году и на 2,1 % в 2018 году сверстниц, полученных от средне активных баранов и на 4,4 % в 2017 году и 4,3 % в 2018 году, сверстниц от баранов из группы «минус» - варианты. В свою очередь потомства от средне активных баранов тоже отличались: баранчики на 2,0 % в 2017 году и ярочки на 2,2 % в 2018 году и 2,1 % в 2017 году по сравнению с ягнятами, полученными от баранов группы «минус» - варианты.

Живая масса ягнят при отбивке является важным показателем их интенсивности развития в после утробный период. Живая масса потомства при отбивке в связи с активностью аспартат – аминотрансферазы баранов – производителей приведена в таблице 2.

Данные таблицы показывают, что потомства от высокоактивных баранов по живой массе значительно превосходит потомство среднеактивных и низкоактивных баранов. Если самая низкая живая масса ягнят оказалась у потомства низкоактивных баранов, то потомство же от среднеактивных баранов имели промежуточное положение по этому признаку. Так, потомства баранов из группы плюс варианты при отбивке превосходили по живой массе на 13,5 % по сравнению с по-

томства средние и на 18,0 % по сравнению с минус варианты. Ярочки, полученное от высокоактивных баранов имели массу тела  $31,28 \pm 0,67$  кг или 6,8 % больше, чем сверстницы из средней и на 12,2 % больше, чем ярки полученные от отцов минус вариант. Средняя масса масса баранчиков и ярочек от высокоактивных баранов в среднем была выше на 10,0 % по сравнению с потомством из средней и на 16,4 % больше потомства от минус варианты.

Таблица 2

Происхождение ягнят от баранов	Живая масса при отбивке								
	Баранчики			Ярочки			Обо пола		
	Учтено ягнят (гол.)	$M \pm m$	C %	Учтено ягнят (гол.)	$M \pm m$	C %	Учтено ягнят (гол.)	$M \pm m$	C %
Минус вариант	24	$36,1 \pm 0,48$	6,5	21	$31,3 \pm 0,67$	9,8	45	$33,7 \pm 0,57$	8,1
Средний вариант	24	$31,8 \pm 0,89$	13,7	21	$29,3 \pm 0,46$	7,3	45	$30,5 \pm 0,67$	10,5
Плюс вариант	24	$30,6 \pm 0,54$	8,7	21	$27,9 \pm 0,48$	7,9	45	$29,2 \pm 0,51$	8,3

**Выводы.** Биология роста и развития каракульских овец представляет большой интерес как с точки зрения теории онтогенеза, так и с практической стороны для совершенствования отбора и подбора производителей с учетом качественных характеристик их развития. Определение живой массы молодняка при отбивке имеет только важное значение в тех случаях, когда ведется селекция по повышению скороспелости.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Арипов У.Х., Валиев Р.Г. Ферменты крови как тест прогнозирования продуктивности каракульских овец. // Сельскохозяйственная биология – 1990. – Т. 15. – С. 948 – 949.
2. Газиев А., Юсупов С.Ю., Фазылов У.Т. Селекционные основы повышения эффективности селекции черных каракульских овец. // Проблемы пустынно-пастбищного животноводства и кормопроизводства. Самарканд, 2015 г. – с. 51 – 56.
3. Давиденкова Е.Ф., Либерман И.С. Клиническая генетика: - Л.: Медицина, Ленинградское отделение, 1975 – с.126 – 130.
4. Смирнов О.К. Видовая особенность, породная, возрастная, половая изменчивость и наследуемость активности аминотрансфераз сыворотки крови К.Р.С. // Генетика и новые методы селекции молочных пород скота. – М.: Колос, - 1970 – С. 369 – 373.
5. Солдатов, А.П. Полный каталог пород сельскохозяйственных животных России. Домашние животные / А.П. Солдатов. – М.: «Эксмо-Пресс, Лик-ресс», 2001. –128 с.
6. Красота, В.Ф. Разведение сельскохозяйственных животных. – М.: Колос - 2005. – 424 с.
7. Нестеренко И.Н. Эффективность селекции черно – пестрого скота по ферментным тестам: Автореферат. к.с-х.н. – 1980 – М., Дубровицы. – с. 23.

НИИ каракулеводства и экологии пустынь

Дата поступления  
21.09.2018

# МИКРОБИОЛОГИЯ

Z.A. KADIROVA, SH.S. TASHMUXAMEDOVA, R.X. MADJIDOVA

## ISOLATION OF PLANT VIRUS FROM *PHYSALIS ALKEKENGII* AND OBTAINING PURE PREPARATION

[zukhra\\_abrarovna7@mail.ru](mailto:zukhra_abrarovna7@mail.ru)

Z.A. Kadirova, Sh.S. Tashmuxamedova, R.X. Madjidova

### *PHYSALIS ALKEKENGII* DAN O'SIMLIK VIRUSINI AJRATIB OLISH VA SOF PREPARAT OLISH

Ўсимлик вирусларини гелфильтрация усулида ажратишнинг оптимал шароитлари ўрганилди, шунингдек, вирус препаратининг тозалик даражасини аниқлаш учун электрофорез усулидан фойдаланилди. Тозаланган вирус препарати электрон микроскоп ёрдамида кузатилганида таёқчасимон вирус зарралари аниқланди.

**Калит сўзлар:** вирус, монокроз, гомогенизация, спектрометрик таҳлил, ПААГ, гелфильтрация

З.А. Кадилова, Ш.С. Ташмухамедова, Р.Х. Мажидова

### ВЫДЕЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ВИРУСА ИЗ *PHYSALIS ALKEKENGII* И ПОЛУЧЕНИЕ ЧИСТОГО ПРЕПАРАТА

Были исследованы оптимальные условия выделения растительных вирусов методом гелфильтрации, а также был использован метод электрофореза для установления чистоты препарата. Очищенный вирусный препарат был исследован под электронным микроскопом и были обнаружены палочковидные частицы вирусного препарата.

**Ключевые слова:** вирус, монокроз, гомогенизация, спектрометрический анализ, электрофорез, ПААГ, гел фильтрация

Z.A. Kadirova, Sh.S. Tashmuxamedova, R.X. Madjidova

### ISOLATION OF PLANT VIRUS FROM *PHYSALIS ALKEKENGII* AND OBTAINING PURE PREPARATION

The optimal conditions for the isolation of plant viruses by gel filtration were investigated, and electrophoresis was used to establish the purity of the preparation. The purified viral preparation was examined under an electron microscope and the rod-shaped particles of the viral preparation were detected.

**Keywords:** virus, mononecrosis, spectrometric analyses, electrophoresis, PAAG gel, gel-filtration.

**Introduction.** Including in the family of *Solanaceae*, *Physalis alkekengi* is considered to be rich in physiologically active substances, alkaloids, vitamins and carotenoids. This herbal medicine is used to treat a variety of diseases, including gastrointestinal diseases, liver, gall bladder, kidney diseases and widely used as an anemia treatment, a pain relief, a hemostatic means. In the pharmaceutical industry, a variety of greases is produced from this plant.

*Physalis alkekengi* is native to Central and South American regions. However, this plant is also widely grows in Uzbekistan and, in many cases, virus infection of *Ph. alkekengi* was observed [1, 2]. As known in literature, when Plant is infected with virus, observed a number of changes in physiological processes, productivity, and at the same time several decreases [3, 4]. However, there is not enough information about specific harmful plant viruses in the literature and plant viruses have not been studied well enough. Because of that, the plant virus detection, separation and studying biological, physical and chemical properties of viruses are considered to be one of the most urgent problems.

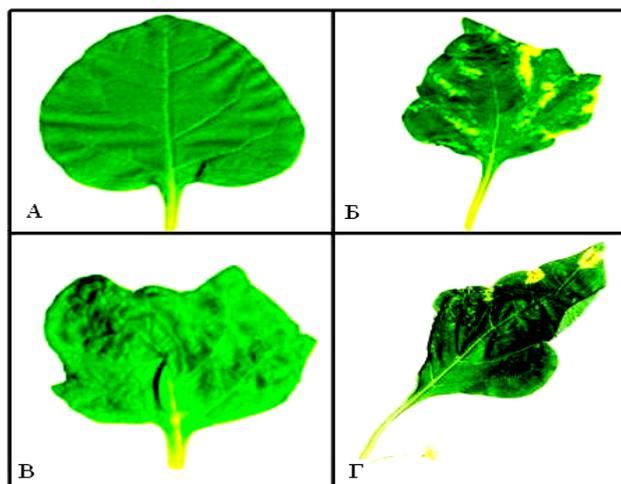
**Materials and methods.** During the research the following indicator plants: *physalis alkekengi* *L. esculentum* (sort of Volgograd), *N. tabacum* (sorts of Barley and Debney), *N. glutinosa*, *N. sylvestris*, *N. tabacum*, *Ch. amarantocolor* Coste et Reyn, *Sh. quenoa*, *Ch. Murals*, *Gomfrena globosa*, *Datum stramonium*, *D. metel* are used.

**Reactions:** chloroform, butanol, 2  $\beta$ -mercaptoethanol (ME), polyethylene glycol (m.m.6000), EDTA, phosphate buffer ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ), Tris-HCl, KCl, corundum (alumi-

num oxide) korbund (silicon carbide - SiC), DSN, methanol, ethanol, glucose, ascorbic acid, potassium chloride, ethanol, and others were used. *N. sylvestris* Samsun is used in the separation and purification of the virus.

The results of the research

Conducted scientific research on plants infected with the virus linked to a specific pathological changes. For example, the leaves turned yellow at the edges of the leaf surface and detected the emergence and expansion of yellow spots, after some time there was the merger of them (Figure 1, Б). Dark-green mosaic - turning of the sheets of leaves from light green to dark-green color and not keeping develop. The results are shown in Figure 1 B. The deformation of leaves – the appearance of a dark-green dips and the occurrence of changes, such as the edges of the leaves turn yellow 1- Γ.



**Figure 1.** Occurring symptoms on the leaves of *Physalis alkekengi*: (A) control leaf, (Б) - the sign of leaf turning yellow (B) - a dark-green mosaic, (Γ) – deformation of leaf.

The above changes often occur in natural conditions, when plant has illness. However, it is important factor to determine exact type of virus which is the cause of the changes that occur in the plant *ph. alkekengi*. Therefore, in order to distinguish the actual symptoms of the virus-specific disease from other types of changes in plants infected with the virus, the leaves of *ph. alkekengi* were taken and prepared the inoculum from each of them. Control plants are infected by mechanical means.

At the next stage of our research, study was carried out on the determination of virus in the plant *ph. alkekengi*. The results obtained are presented in Table 1. According to the results, the dark-green mosaic virus represented necrosis in the leaves of *N. Glutinosa* after infecting within 2-3 days, infecting Samsun sort of *N. tabacum* and *ph. Alkekengi* with virus showed the signs of systematic mosaic in 14-15 days. There is not any signs of the disease in detecting plants. (Table 1).

Table 1.

**The determination of virus symptoms in *Physalis alkekengi***

The symptoms in <i>Physalis alkekengi</i>	The symptoms in detecting plants		
	<i>N. glutinosa</i>	«Samsun» sort of <i>N. tabacum</i>	<i>Ph. alkekengi</i>
Dark-green mosaic	H	M	M
leaf turning yellow	-	-	-
Leaf deformation	-	-	-

Legend: M-mosaic, N-necrosis, (-) – no necrosis.

As a result the investigation showed that, when dark-green mosaic symptoms in *ph. alkekengi* are compared to the detecting plants symptoms, there were correspondence in viral diseases.

The next phase of the research, in order to study the properties of this plant virus, the virus was isolated from *ph. alkekengi*. In this case, as a differentiator tobacco plants, *N. sylvestris* and *N. Glutinosa* and as a source for the virus to replicate *N. tabacum*'s sort *Samsun* are used. Below given is the replication

and separation scheme of *ph. Alkekengi's* plant virus in indicator plants (scheme 1). The data showed that, the 4-passage *Samsun sort of N. tabacum* gathers large amounts of virus. In 1, 2,3- passages was observed necrosis.

1-passage  
*Ph. alkekengi* → → homogenization(0,1 pp pH 7-8)→ *N. glutinosa* (necrosis) → 1 necrosis → *Samsun sort of N. tabacum* (mosaic) (1-P)  
 2-passage  
 1- P → homogenization (0,1 pp pH 7-8) → *N. glutinosa*(necrosis) → 1 necrosis → *Samsun sort of N. tabacum* (mosaic) (2-P)  
 3-passage  
 2 P → homogenization (0,1 pp pH 7-8)→ *N. glutinosa* (necrosis) → 1 necrosis → *Samsun sort of N. tabacum* (mosaic) (3 P)  
 4-passage  
 3-P → *Samsun sort of N. tabacum* (virus collector plant)

Scheme 1. Replication and separation scheme of *ph. Alkekengi's* plant virus in indicator plants

Two days later after infecting *N. glutinosa* with virus signs of necrosis were shown. The results are depicted in Figure 2. )



**Figure 2.** Leaves of *N. glutinosa* infected with virus, which isolated from *Ph. alkekengi* (Note: on the left side control, on the right side leaf with necrosis).

In order to isolate plant virus of *Ph. alkekengi*, the virus collector indicator plant -*N. tabacum Samsun* was used and the viruses were multiplied in this plant. Viral chromatographic purification methods were used. Taken were viral plant leaves 200 g, 0,1, pH 7.5 phosphate buffer mL, and crushed mechanically. Then this mass was filtrated. The separated viral filtrate was centrifugated 6000 rp/m 20 minutes and separated supernatant. In order to isolate viral liquid from chloroplast, proteins, pigments and other components taken 8: 1 ratio of chloroform and mixed in shaker 20 minutes. After that, viral liquid was centrifugated 6000 rp/m 20 minutes again. After centrifugation, in order to concentrate viral homogenate, was added 25% ammonium sulfate solution, and this homogenate was held in 4°C temperature for 1 hour incubation. After incubation, centrifugated 7000 rp/m 20 minutes. The isolated pellet was added 0,1M phosphate buffer (pH 7.5), centrifugated 6000 rp/m several times and separated supernatant liquid.

At the next step, in order to purify viral liquid the method of gel-filtration was used. For that, the granules of 3% agar were fixed in 2.5x100sm column and viral homogenate was put into in it. In this process, the homogenate was divided into several fractions. The spectrometric analyses showed that, the main quantity of viruses were in fractions 8-14, while the rest of the factions had other types of active substances.

After gel-filtration, the highly infectious fractions were combined and concentrated in 4% PEG. The concentrated virus preparation in above-mentioned method was purified by electrophoresis at 4% PAAG. For that, viral liquid was sent into PAAG gel. As a result, the virus fluid diffused in gel. After a short time, the gel was dyed by amide-schwarz. Then it was obvious that, the particles of viruses were in the meniscus part of the gel, in 4-5sm far from the meniscus, there were other residual substances. The diffused viruses were isolated by washing out with the buffer solution. In order to isolated the particles of viruses which diffused in the gel, desired part of the gel (thickness of 1sm) was cut, chopped and filtrated.

After that, the virus preparation isolated was dialyzed against water during 1 day. After dialysis, purified virus preparation was examined in electron microscope. The results are depicted in Figure 3.



**Figure 3.** Appearance of the viruses of *ph. Alkekengi* in electron microscope.

The Figure shows that, the viruses of *Ph. alkekengi* have an appearance as a stick and have 350nm size. As a result, the technology of isolation of pure virus preparation from infected plant *Physalis alkekengi* is developed.

#### REFERENCES

1. Aslanov S.M., Navruzov E.N. // Масло семян некоторых видов семейства Solanaceae // Химия природных соединений. 1988. №6. P.796-798.
2. Ambodik N.M. // Врачебное веществославие или описание целительных растений. В 5 кн. Спб., 1988. Кн.3. 191 p.
3. Atabekov I.G. // Молекулярная структура вирусов. // В сб. Молекулярная биология вирусов. М.: Наука.-1971.-99-188 p.
4. Gibbs, B. Harrison // «Основы вирусологии растений». Изд. «Мир», М. 1978.
5. Creager A.N. The Life of a Virus: Tobacco Mosaic Virus as an Experimental Model, Unif. of Chicago, Chicago, IL. 2002. P. 193-196.

Национальный Университет Узбекистана

Дата поступления  
28.02.2018

**Б.А. ХАСАНОВ, А.А. САФАРОВ**

#### **ИНВАЗИВНЫЕ ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ (I).**

[khasanov.batyr@gmail.com](mailto:khasanov.batyr@gmail.com)

Б.А. Ҳасанов, А.А. Сафаров

#### **ЎСИМЛИКЛАРДА КАСАЛЛИК ҚЎЗҒАТУВЧИ ИНВАЗИВ ТУРЛАР (I)**

Ўсимликларда касаллик қўзғатувчиинвазив турлар – мамлакат худудига кириши, муайян экин турларида тарқалиши ва уларга ҳалокатли таъсир қилиши хавфининг эҳтимоли жуда юқори бўлган микроорганизмлардир. Инвазив касалликлардан мевали дарахтларда монилиоз ҳамда ёнғоқ дарахтларида рак ва «мингта яра» касалликлари ва уларнинг қўзғатувчиларининг тавсифлари келтирилган.

**Калит сўзлар:** фитофтороз, виросиўта, пайвандтаг, пайвандуст

Б.А. Хасанов, А.А. Сафаров

#### **ИНВАЗИВНЫЕ ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ (I)**

Инвазивные виды возбудителей болезней растений – это микроорганизмы, вероятность и опасность проникновения которых на территорию определённой страны и распространения на посевах определённых

сельскохозяйственных культур очень высокая. Приведена информация о таких инвазивных болезнях – монилиозах плодовых культур, раке и болезни «тысячи язв» ореховых деревьев.

**Ключевые слова:** фитофтороз, подвоя, привоя

B.A. Khasanov, A.A. Safarov

#### INVASIVE SPECIES THAT CAUSE PLANT DISEASES (I)

Invasive plant pathogenic agents are microorganisms that with high probability can enter territories of definite countries, spread there and cause big losses on agricultural crops or trees. This paper presents an information on three invasive plant disease agents including causes of the brown fruit rots of fruit trees, butternut canker and thousand canker disease of walnuts

**Key words:** Phytophthora blights, blackline, rootstock

Инвазивные виды возбудителей болезней – это фитопатогенные микроорганизмы, вероятность и опасность проникновения которых на территорию определённой страны и распространения на посевах определённых сельскохозяйственных культур высокая или очень высокая. В принципе, все возбудители болезней, входящие в перечень объектов внешнего и внутреннего карантина, для страны могут быть инвазивными. Однако число инвазивных видов возбудителей не ограничивается только объектами карантина растений.

В настоящее время перечень болезней растений, имеющих карантинное значение для республики Узбекистан, включает 40 объектов, в том числе 16 грибных, 4 нематодных, 9 бактериальных и 11 вирусных заболеваний. Однако в разных странах появляется много новых и опасных болезней растений, возбудители которых представители службы защиты растений этих стран относят к числу инвазивных видов.

Целью данной статьи является проведение первичного анализа отдельных, опасных болезней растений, возбудители которых являются инвазивными видами во многих странах, включая и нашу страну. Эти виды являются потенциально опасными для различных отраслей сельского хозяйства, в том числе для фруктовых, орехоплодных, лесных деревьев, овощных, полевых культур и других растений.

#### **Возбудители монилиозов плодовых деревьев**

Как известно, монилиозы семечковых и косточковых фруктовых деревьев могут вызывать несколько видов сумчатых грибов, в цикле развития которых обычно доминирует их анаморфа, т.е., бесполоая, или конидиальная стадия, а половая стадия развивается очень редко и в естественных условиях обычно не появляется (за исключением *M.linhartiana*). Из них наиболее известны четыре следующих вида [1]:

– возбудитель монилиоза айвы *Monilinia linhartiana* (Prill. & Delacr.) N.F. Buchw.(синоним *Monilinia cydoniae*<sup>1</sup> (Schellenb.)Whetzel), анаморфа *Monilia cydoniae* Schellenb. (синоним *Monilia linhartiana* Sacc.) [2];

– три возбудителя ожога цветов, побегов и бурой гнили плодов фруктовых деревьев, включая *Monilinia fructigena* (Aderhold & Ruhland) Honey ex Whetzel, анаморфа *Monilia fructigena* (Pers.ex Pers.) Eaton;

– *Monilinia laxa* (Aderhold & Ruhland) Honey, (синоним *Monilinia cinerea* (Schröt.) Honey), анаморфа *Monilia laxa* (Ehrenb.) Sacc. (синоним *Monilia cinerea* Bonorden);

– *Monilinia fructicola* (G. Winter) Honey, анаморфа *Moniliafructicola* L.R.Batra.

Из этих видов объектами внешнего карантина в США является *M. fructigena* [3, 4], а в странах Европейского сообщества – *M. fructicola* (список A2) [5].

В Узбекистане из них встречаются *M.linhartiana*, *M. Fructigena* и *M. laxa*. Здесь необходимо отметить, что в нашей стране не встречается *M. fructicola*, которого называют возбудителем «американской» бурой гнили плодовых деревьев и который является более агрессивным, чем осталь-

---

<sup>1</sup> В некоторых источниках название *Moniliniacydoniae* приводится в качестве синонима *M.linhartiana*. Л.Р. Батра [2] в своей монографии приводит стадию телеоморфы этого вида, поражающего только айву, под названием *M.linhartiana*, а стадию анаморфы – под названием *Moniliacydoniae*, а в качестве стадии телеоморфы *Monialinhartiana* указывает *Moniliniapadi*. Отсюда видно, что номенклатурные проблемы с этими биномиалами ещё до конца не решены.

ные два вида, патогеном косточковых фруктовых деревьев. Этот вид, ранее отсутствовавший в европейских странах, в 2001-2015 гг. проник в 13 стран (Австрия, Венгрия, Германия, Испания, Италия, Польша, Румыния, Сербия, Словакия, Словения, Франция, Чехия, Швейцария), и его распространение в новые страны продолжается с каждым годом (детали приведены в монографии Хасанова и Бойжигитова, 2018) [1].

Необходимо отметить, что в последние годы открыты ещё три вида возбудителей монилиозов – *Moniliatumecola* Y. Harada, Y. Sasaki & T. Sano (сумчатая стадия неизвестна) и *Monilinia polystroma* (Leeuwen) L.M. Kohn с анаморфой *Moniliapolystroma* Leeuwen на материале больных растений из Японии, и *Monilia yunnanensis* M.J. Hu & C.X. Luo (стадия телеоморфы неизвестна) – из Китая.

По морфологическим, молекулярным признакам, кругу поражаемых деревьев-хозяев и патогенности последние два вида очень близки к *M. fructigena*. После обоснования вида *M. polystroma* на китайском материале в 2002 г., он в 2003-2016 гг. был зарегистрирован в Китае, Сербии, Швейцарии, Польше, Венгрии, Италии и Хорватии. В Сербии *M. polystroma* является вторым после *M. fructigena* доминирующим возбудителем бурой гнили плодов яблони во время вегетации и хранения. Отсюда видно, что ареал этого вида также расширяется с каждым годом (детали приведены в монографии Хасанова и Бойжигитова, 2018) [1].

#### **Возбудители болезней ореховых деревьев**

Высшими органами нашей страны принят ряд документов, направленных на увеличение объёмов производства грецкого ореха в 2017-2020 гг., в том числе завоз саженцев и подвоя из других стран. В ходе выполнения этой задачи требуется принимать меры против проникновения с посадочными материалами инвазивных агентов – возбудителей опасных болезней этой культуры. К числу таких опасных болезней ореховых деревьев относятся рак серого ореха (*Juglanscinerea* L.) и «болезнь тысячи язв» американского восточного чёрного ореха (*Juglans nigra* L.), возбудители которых относятся к видам, соответственно, *Ophiognomonium clavignenti-juglandacearum* и *Geosmithiamorbida* из Царства Настоящие грибы.

#### **Рак серого ореха**

Гриб *Ophiognomonium clavignenti-juglandacearum* (V.M.G. Nair, Kostichka & J.E. Kuntz) Broders & G.J. Boland (синоним *Sirococcus clavignenti-juglandacearum* V.M.G. Nair, Kostichka, & Kuntz.) является возбудителем разрушительной болезни – рака серого ореха. Гриб входит в филум Аскомикота (Ascomycota), группу порядков Пиреномицеты (Pyrrenomycetes), порядок Диапортовые (Diaporthales). Он встречается в природе только в конидиальной стадии, сумчатая стадия не найдена [6, 7, 8, 9].

В настоящее время *O. clavignenti-juglandacearum* распространён в 29 штатах США (фактически во всём ареале распространения серого ореха) и в трёх провинциях Канады. Географическое происхождение его неизвестно, предполагается, что гриб происходит из Азии или Южной Америки. Однако в странах этих континентов, а также в регионе ЕС он не зарегистрирован; в ЕС он входит в Список А1 карантинных объектов [6, 8].

Этот гриб является возбудителем рака серого ореха, который является основным хозяином патогена. В природных условиях грибом поражаются также два других североамериканских вида – восточный чёрный орех (*J. nigra*) и сердцевидный орех (*J. ailantifolia* Carr. var. *cordiformis* Max.), однако болезнь на них встречается нечасто и лишь при нахождении вокруг них сильно поражённых деревьев серого ореха. В опытах с искусственным заражением поразились также некоторые другие виды из семейства Ореховые (Juglandaceae), включая грецкий орех (*Juglans regia* L.), японский орех Зибольда (*J. ailantifolia* Carr.) и некоторые гибриды. Исследования показали, что этот гриб может выживать на видах другого рода этого семейства (*Caryaspp.*), и даже на видах других семейств (*Corylus*, *Quercus*, *Prunus*) [6, 7, 8, 9].

**Симптомы и развитие болезни.** Поражаются грибом саженцы, молодые и взрослые деревья. Гриб вызывает появление язв на всех деревянистых частях – побегах, ветках, стволах и опорных корнях. На поверхности язв на коре появляются трещины. На стволе (особенно в нижней его части) язвы многочисленные, расположены в отдельности или сливающиеся. Молодые язвы продолговатые, вдавленные, часто появляются в местах прикрепления листьев к ветвям, боковых почках, устьицах, естественных отверстиях, иногда – непосредственно на здоровой ткани. Весной из язв выходит экссудат чёрного цвета. Летом на месте экссудатов остаются чёрные, сажистые участки с беловатыми краями. Если снять кору, под ней можно видеть погибшие участки камбия

эллиптической формы.

Молодые побеги и ветки после поражения быстро погибают. На стеблях взрослых деревьев язвы становятся хроническими, продолговатыми и открытыми под растрескавшейся корой. Вокруг старых язв нарастает каллюс. При окольцовании ствола язвами деревья погибают.

Патоген сохраняется и спорулирует на живых и упавших мёртвых деревьях минимум 20 месяцев. Конидии выходят из пикнид и распространяются каплями дождя и ветром. В побеги и ветки гриб проникает через раны и естественные отверстия, вызывая появление многочисленных раковых язв, вначале в нижней, затем и в верхних частях кроны.

Гриб передаётся семенами (это доказано на сером и восточном чёрном орехе) – выросшие из заражённых семян всходы быстро погибают. Здоровые всходы после заражения также быстро отмирают.

Установлено, что векторами гриба являются три вида жуков, которые могут распространять конидии в течение 16 дней [7].

**Признаки гриба.** Пикниды *O. clavigignenti-juglandacearum* образуются в тонких, тёмно-бурых до чёрных стромах, под корой. Строммы состоят из одно- или многоклеточных пикнид. Из стром вырастают заметные невооружённым глазом пучки гиф размерами 1,55-1,9×0,45-0,51 мм. Пикниды образуются под заражённой корой, они гладкие, без шейки, округлые или плоские, размерами 100-375×90-320 мкм, иногда, при слиянии, больше. Конидиеносцы длиной 5-24 мкм, септированные, конидиогенные клетки монофиалиды. Конидии из пикнид выходят во влажную погоду в виде нитей, состоящих из тягучей, слизистой, бесцветной жидкости. Они двуклеточные, гиалиновые, веретеновидные, 9-17×1,0-1,5 мкм, в массе нити бежевые до светло-коричневых. Гриб легко выделяется в обычные агаризованные питательные среды, при 24-28°C развивая колонии бежевой или светло-коричневой окраски с неровными краями. Субстратный мицелий со временем темнеет до чёрного. В культуре гриб образует пучки гиф и обильно – пикниды, особенно в стареющих колониях [6].

На поражённых частях деревьев часто поселяется вторичный гриб *Melanconis juglandis* (Ellis & Everh.) A. N. Graves (анаморфа *Melanconium oblongum* Berk.), которого иногда путают с *O. clavigignenti-juglandacearum*. *M. juglandis* не вызывает рак; его плодовые тела выглядят в виде очень мелких выпуклостей на коре, и с них выделяются чёрные массы спор, которые ассиметричны, яйцевидны и одноклеточны.

**Вредоносность болезни.** В США и Канаде *O. clavigignenti-juglandacearum* является самой большой угрозой для деревьев серого ореха, который во многих штатах почти полностью (до 90%) уничтожает их. В 1981-1996 гг. в США этот гриб убил 58% деревьев в штате Висконсин и 84% – в штате Мичиган. В 1993 г. в штате Висконсин были заражены 91% деревьев. В 1994 г. в штатах Северная Каролина и Вирджиния из-за болезни погибли 77% деревьев серого ореха (из 7,5 млн деревьев погибли 5 млн) [6, 7, 8, 10].

**Профилактические и другие меры борьбы.** Против вызываемой *O. clavigignenti-juglandacearum* болезни ореховых деревьев до настоящего времени нет надёжных методов борьбы. Считаются перспективными в этом отношении только выведение устойчивых сортов, в частности, использовать устойчивые к болезни азиатские деревья серого ореха в селекции, и предупредительные мероприятия [7]. Выкорчёвка недавно убитых деревьев и деревьев с явными симптомами болезни может локально уменьшать количество инокулюма, однако этот метод в настоящее время считается вредным, так как при этом теряется возможность отбора частично устойчивых экземпляров среди менее поражённых деревьев [10].

Грецкий орех в США выращивается почти исключительно в штате Калифорния, где в естественных условиях патоген не встречается. Для защиты плантаций грецкого ореха в штате Калифорния запрещено ввозить саженцы видов рода *Juglans* из более восточных штатов этой страны.

В фитосанитарных целях странам ЕС рекомендовано запретить импортировать семена и посадочные материалы растений-хозяев из стран, где встречается *O. clavigignenti-juglandacearum*, или же обеспечивать получение материалов из мест, где этот патоген отсутствует. Кроме того, странам ЕС рекомендовано ограничить возделывание серого ореха и избегать выращивания других видов рода *Juglans* вблизи деревьев *J. Cinerea* [6, 8].

#### **«Болезнь тысячи язв» восточного чёрного ореха**

Возбудителем болезни является гриб *Geosmithia morbida* M. Kolarik, E. Freeland, C. Utley & N.

Tisserat. Этот инвазивный вид входит в филум Аскомикота (Ascomycota), порядок Гипокрейные (Hypocreales), семейство Бионектриевые (Bionectriaceae) [11, 12].

**Симптомы и развитие болезни.** Комплекс «жук *Pityophthorus juglandis* + гриб *G. morbida*» является возбудителем широко распространённого в США и в Мексике смертельного заболевания восточного чёрного ореха (*J. nigra*). В связи с появлением на поражённых ветвях и стволах очень большого количества раковых язв, вызываемое этим грибом заболевание ореховых деревьев по английски называют «болезнью тысячи язв – thousand cankers disease».

В 2004 г. наблюдатели впервые отметили комплексный характер болезни, увязывая её появление с присутствием на поражённых органах деревьев комплекса «жук + гриб». Гибель деревьев обуславливается совместным (синергетическим) воздействием побегового жука-древоточца *Pityophthorus juglandis* Blackman и гриба *G. morbida*<sup>2</sup>. Этот жук при агрессивном питании на органах орехового дерева прогрызает ходы, в которых впоследствии быстро развиваются раковые поражения, вызываемые грибом. Каждое внедрение жука в ветви или стволы дерева обязательно ведёт к развитию раковых язв вначале вокруг ходов. От проникновения жуков в дерево до появления овальных, чёрных раковых язв проходит меньше 30 дней. Язвы быстро растут и распространяются в окружающие ткани и часто сливаются, окружая ветви, которые быстро отмирают. На ветвях восточного чёрного ореха ширина язв за короткое время достигает 3-х см. В отличие от открытых многолетних, концентрических язв чёрного рака, вызываемого грибом *Neonectriaditissima* (Tul. & C. Tul.) Samuels & Rossman (синоним *Nectria galligena* Bres.), типичные язвы, вызываемые *Geosmithiamorbida*, расположены более поверхностно, не открытые и плотно прикрыты корой (что сильно затрудняет их визуальное обнаружение на деревьях).

Поражённые деревья сильно ослабевают, что привлекает огромные количества новых жуков, появляются ещё больше раковых язв, что ведёт к пожелтению и увяданию листьев, затем побегов и крупных веток, что является последней стадией развития болезни, после чего наступает полная гибель всего дерева [11, 12, 13].

Жуки *Pityophthorus juglandis* могут сохраняться в течение 2-3-х лет в срезанных деревьях восточного чёрного ореха или даже в маленьких кусках деревьев. Попадание таких частей дерева с жуком, содержащим мицелий или конидии патогена, может привести к проникновению болезни в новые ареалы. Так как развитие болезни вначале может быть скрытым, симптомы могут быть невидимыми невооружённому глазу в течение 10-20 лет [13].

**Гриб-возбудитель** болезни был впервые идентифицирован в штате Колорадо в 2007 г. [11]. Он обнаружен только в конидиальной стадии и его сумчатая стадия до сих пор неизвестна. Виды рода *Geosmithia* широко распространены в мире и являются обычными сапротрофами, встречающимися вместе с различными жуками, обитающими на коре лиственных и хвойных деревьев. *Geosmithiamorbida* является первым видом этого рода, описанным в мире в качестве возбудителя болезни деревьев и фитопатогенные свойства которого доказаны экспериментально. Виды рода *Geosmithia* имеют общие черты с представителями рода *Penicillium*, но отличаются от них цилиндрической формой конидий и их желтоватой окраской в массе. У некоторых видов рода *Geosmithia* обнаружена стадия телеоморфы в роде *Talaromyces* [11, 12, 13]. Гриб не растёт на среде Чапека [11].

**Поражаемые виды ореховых деревьев.** Кроме *Juglans nigra*, который является наиболее восприимчивым видом, могут поражаться также грецкий орех (*Juglans regia* L.) и в естественных условиях – американские чёрные орехи: калифорнийский (*J. californica* S. Wats.), орех Хиндса (*J. hindsii* [Jeps.] R.E. Smith), арizonский (*J. major* [Torgrey] Heller) и тexasский, или малый (*J. microcarpa* Berlandier). Однако калифорнийский и тexasский чёрные орехи достаточно высоко устойчивы к *Geosmithiamorbida*, а грецкий и чёрный орех Хиндса проявляют различные степени промежуточной восприимчивости [13].

**Вредоносность болезни.** Видовой эпитет «*morbida*» (т.е., «смертельный») в названии гриба-возбудителя болезни указывает на его способность вызывать скорую гибель поражённого растения-хозяина (*Geosmithia*, 2018). Поражённые деревья погибают в течение 3-4-х лет с момента заражения, а высоко восприимчивые деревья – в течение 2-3-х лет с момента появления первых симптомов пожелтения листьев. Массовая гибель ореховых деревьев, особенно восточного чёрного ореха на западе США наблюдалась ещё с 1990-х гг. В 2000-х гг. стали появляться многие

---

<sup>2</sup> Недавно были найдены ещё два вида жуков-долгоносиков амброзии, которые также являются векторами *G. Morbida* [7].

сообщения о потерях деревьев этого вида. В 2004 г. комплекс «жук + гриб» привёл к гибели 60% всех деревьев *J. nigra* в штате Колорадо [7, 11, 12, 13].

**Распространение болезни.** С 2000-х гг. заболевание широко распространилось на деревьях восточного чёрного ореха на западе США (Аризона, Калифорния, Колорадо, Айдахо, Орегон, Юта, Вашингтон, Нью-Мексика.) и севере Мексики; распространение болезни быстро прогрессировало, и к 2016 г. поражённые болезнью деревья находили на территории уже 9 штатов, включая Теннесси, Вирджинию, Пенсильванию, Мэриленд, Огайо и Индиану. В 2014 г. это заболевание и его возбудители (жук + гриб) было зарегистрировано впервые в Европе – на севере Италии [7].

\* \* \*

Приведённые выше сведения свидетельствуют о высокой инвазивности микроскопических грибов *onilinia fructicola*, *Monilinia polystroma*, *Ophiognomonia clavigignenti-juglandacearum*, *Geosmithia morbida* и наличии опасности их проникновения в страны СНГ, включая и нашу страну. Вероятно, эти виды необходимо включить в число объектов внешнего карантина в нашей стране.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хасанов Б.А., Бойжигитов Ф.М. Монилиозы плодовых деревьев. Ташкент, 2018, 126 стр. (в печати).
2. Batra, L. R. World species of *Monilinia* (Fungi): their ecology, biosystematics and control. Mycologia Memoir, Berlin: J. Cramer, 1991, No. 16, ix + 246 pp. (monograph). [www.cabi.org/isc/abstract/19922316131](http://www.cabi.org/isc/abstract/19922316131). Accessed 22.07.2017.
3. Chalkley D. Invasive and Emerging Fungal Pathogens – Diagnostic Fact Sheets. Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. Invasive Fungi. Asian/European brown rot of Rosaceae – *Monilinia fructigena*. Retrieved December 23, 2015, from [/sbmlweb/fungi/index.cfm](http://sbmlweb/fungi/index.cfm). <http://nt.ars-rin.gov/taxadescriptions/factsheets/index.cfm?thisapp=Moniliniafructigena>. Accessed 08.06.2017.
4. CABI, 2017a. CABI Invasive species compendium. *Monilinia fructigena*. Last modified: 22 November 2017. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/34747>. Accessed 03.01.2018
5. CABI / EPPO, 1998. Distribution maps of quarantine pests for Europe No. 214. CABI, Wallingford, UK, in association with the EPPO, 1998, xviii + 353 maps + 5 pp.
6. EPPO, 2005. EPPO Data sheets on quarantine pests. *Sirococcus clavigignenti-juglandacearum*. EPPO Bulletin, 2005, 35, pp. 459-463.
7. Anonym, 2016. Two fungal diseases spreading and endangering walnut species: butternut canker and thousand cankers disease. Research Review. US Forest Service. Northern Research Station, 2016, No. 28, pp. 1-6. [http://www.siosa.org/wp-content/uploads/2016/01/2\\_Fungal\\_Diseases\\_review\\_vol\\_28.pdf](http://www.siosa.org/wp-content/uploads/2016/01/2_Fungal_Diseases_review_vol_28.pdf) Accessed 01.02.2018.
8. CABI, 2017b. CABI Invasive Species Compendium, 2017. <http://www.cabi.org/isc/datasheet/50182>. Accessed 24.03.2017
9. Butternut Canker, 2017. <https://www.invasivespeciesinfo.gov/microbes/butternutcanker.shtml>. Accessed 24.03.2017
10. *Ophiognomonia*, 2018. [https://en.wikipedia.org/wiki/Ophiognomonia\\_clavigignenti-juglandacearum](https://en.wikipedia.org/wiki/Ophiognomonia_clavigignenti-juglandacearum) Accessed 03.02.2018
11. Kolarik M., Freeland E., Utley C., Tisserat N. *Geosmithia morbida* sp. nov., a new phytopathogenic species living in symbiosis with the walnut twig beetle (*Pityophthorus juglandis*) on *Juglans* in USA. Mycologia, 2011 vol. 103, No.2, pp. 325-332. DOI: 10.3852/10-124. Epub 2010 Oct 1.
12. *Geosmithia*, 2018. Wikipedia invasive fungus species. Category: Nut tree diseases. [https://wikivisually.com/wiki/Category:Nut\\_tree\\_diseases](https://wikivisually.com/wiki/Category:Nut_tree_diseases) Accessed 03.02.2018.
13. TCD, 2018. Thousand cankers disease. [https://en.wikipedia.org/wiki/Thousand\\_cankers\\_disease](https://en.wikipedia.org/wiki/Thousand_cankers_disease). Accessed 03.02.2018.

Ташкентский государственный аграрный университет

Дата поступления  
28.02.2018

# БОТАНИКА

А.С.БОБАЕВА, А.РАББИМОВ

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА, РАЗВИТИЯ БОЯЛЫША -*SALSOLA ARBUSCULAPALL.* В УСЛОВИЯХ ГИПСОВОЙ ПУСТЫНИ КАРНАБЧУЛЬ

adiba.bobaeva@mail.ru

А.С. Бобаева, А. Раббимов

ГИПСЛИ ҚАРНАБЧҮЛ ШАРОИТИДА БОЯЛИЧНИНГ ҶСИШИ ВА РИВОЖЛАНИШИ ХУСУСИЯТЛАРИ

Мақолада Қарнабчўл шароитида боялич -*Salsola arbusculaPall* ўсимлигини еиштириш тажрибаларидан олинган маълумотлар: жумладан, унинг янги шароитда яшовчанлиги, йиллик ўсиши ва фитомасса ҳосили бўйича маълумотлар келтирилган.

А.С. Бобаева, А. Раббимов

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА, РАЗВИТИЯ БОЯЛЫША -*SALSOLA ARBUSCULAPALL.* В УСЛОВИЯХ ГИПСОВОЙ ПУСТЫНИ КАРНАБЧУЛЬ

В статье приводятся сведения о результатах исследований по испытанию боялыша *Salsola arbusculaPall.* в условиях гипсовой пустыне Карнабчуль (по выживаемости, росту и развитию, по урожаю надземной фитомассы).

A.C. Boboeva, A. Rabbimov

## GROWTH AND DEVELOPMENT CHARACTERISTICS OF *SALSOLA ARBUSCULA PALL.* IN THE CONDITION OF KARNABCHUL GYPSOUS DESERT

The article provides information on the results of studies on the testing of the *Salsola arbusculaPall.* in the conditions of the gypsum desert, Carnabchul the survival rate of growth and development according to the yield of the aboveground phytomass.

Карнабчуль занимает площадь более 500 000 га и является одним из крупных регионов разведения каракульских овец и коз. Пастбища Карнабчуля относятся к полукустарниково-эфемеровому типу и в растительном покрове главным эдификатором является полынь - *Artemisia diffusa* Krasch. Из-за чрезмерного выпаса в настоящее время большая часть пастбищ Карнабчуля деградированы, пастбища зарастают не поедаемыми и плохо поедаемыми растениями, как *Peganum harmala* L., *Psoralea drupaceae* Bge., *Delphinium semibarbatum*, *Ceratocephalisfalcatus* Pers., *Hordeumleporinum* Link., *Phlomis thapsoides* Bge. и др. В этой связи, обогащение растительного покрова ценными кормовыми видами растений является актуальной задачей, которая, способствует и повышению кормовой производительности пастбищ и улучшению качества пастбищного корма.

Для улучшения и повышения продуктивности деградированных пастбищ рекомендуются ряд перспективных фитомелиорантов (Раббимов, Мукимов, 2012; Раббимов, Мукимов, Бозоров, 2015; Ахмедов, Юсупов, Раббимов, 2009; Раббимов, 2015; Хамраева, 2018). Однако, дикорастущая флора аридных зон является мощным источником для введения в культуру устойчивых к стрессовым факторам среды пустынь видов кормовых растений. Одним из перспективных видов кормовых растений является боялыш *Salsola arbusculaPall.*, представитель семейства маревых – *chenopodiaceae*. Галофильный кустарник 50-80 (120) см высоты с мелкими полувальковатыми, опадающими суккулентными листочками. Дикорастущие популяции боялыша обычно встречаются на легкосуглинистых серо-бурых гипсоносных почвах, иногда на маломощных песках и пролювиальных шлейфах останцовых возвышений Кызылкумов, где хрящеватощебенистые гипсоносные почвы перекрыты песчаным плащом. Боялышевые ассоциации можно встретить на пастбищах Муйнакского, Кунградского районов Каракалпакстана, Каракульского района Бухарской области. Листья и молодые побеги боялыша хорошо поедают овцы осенью. Боялыш по питательности относится к растениям среднего качества. По данным А. Ли и Д. Берковича (1970) в боялыше весной много

сырого протеина (19,8%) и белка (13,4%). Засухоустойчивость, устойчивость к выпасу и хорошие кормовые качества боялыша явились предпосылкой введения его в культуру в условиях пустыни Карнабчуль.

Семена боялыша были собраны из дикорастущей популяции, произрастающей в Муйнакском районе республики Каракалпакстан. Посев семян произведен на распаханном участке Карнабчуля в декабре 2015 года месяце с заделкой 0,5-1,0 см. Появление всходов было отмечено в начале апреля 2016 года. На первом году жизни выживаемость у всходов боялыша составила 50%, а у кейреука (*Salsolaorientalis*S.G.Gmell) была заметно выше-74,8%. На втором году жизни также отмечено некоторое снижение числа растений на делянках: у боялыша-44,0%, а у кейреука-64,0% от первоначальной густоты стояния растений на учетных делянках. На третьем году жизни густота стояния растений стабилизировалась, отпад растений, у обеих видов, не наблюдался. Таким образом, в условиях Карнабчуля в культуре выживаемость особей боялыша составила в конце 3 года жизни-44,0%, а у кейреука-64,0% (таблица 1).

Таблица 1.

**Выживаемость особей боялыша и кейреука в условиях гипсовой пустыни Карнабчуль**

Вид растения	Число растений на делянках, шт, 1-й (2016) г	%	Число растений на делянках, шт, 2-й (2017) г	%	Число растений на делянках, шт, 3-й (2018) г	%
боялыш	90,6±7,8	100	45,3±5,8	50,0	45,0±2,9	50,0
кейреук	87,6±9,1	100	65,6±6,9	74,8	65,1±4,2	64,0

Некоторая высокая выживаемость особей кейреука объясняется тем, что кейреук относится к настоящим гипсофилам и он возделывается в Карнабчуле уже давно гипсовая пустыня Карнабчуль для него является экологическим оптимумом, а боялыш испытывается в этих условиях впервые.

Наблюдается некоторое преимущество боялыша по росту растений. В конце первого года жизни высота растений боялыша составила 31,0 см, а у кейреука-27,9 см. На втором году жизни, соответственно 58,2 и 54,1 см (табл.2). На третьем (2018) году жизни высота растений оказалась несколько ниже по сравнению с прошлым годом, она составила у боялыша -51,6 см, а у кейреука-48,3 см. Это, на наш взгляд связано с климатическими условиями 2018 года (засуха).

Таблица 2.

**Высота растений боялыша и кейреука в условиях культуры (Карнабчуль, 2016-2018 гг)**

Вид растения	Высота растений, см		
	1-й (2016)	2-й (2017)	3-й (2018)
Боялыш	31,0±2,1	58,2±2,8	51,6±1,9
Кереук	27,9±1,3	54,1±1,4	48,3±2,4

Наблюдается некоторое преимущество боялыша над кейреуком и по кустистости растений (количество побегов на одном кусте).

Число побегов на одном кусте на первом году жизни у боялыша составило в среднем 5,6 шт., а у кейреука-4,3 шт. На втором году жизни соответственно: 13,1 и 11,7 шт. В крайне засушливом 2018 году в отличие от кейреука куст боялыша сформировал в среднем 35,6 шт укороченных генеративных побегов, а у кейреука число генеративных побегов составило в среднем 33,4 шт. (таблица 3).

Учеты урожайности надземной фитомассы растений показали, что боялыш в условиях Карнабчуля может сформировать кормовую массу превышающую в 2-3 раза, чем естественные пастбища.

Так, на первом году жизни урожай надземной фитомассы боялыша составил 5,1 ц/га, кейреука-4,2 ц/га, при урожайности естественных пастбищ-3,2 ц/га.

На втором году жизни урожай сухой надземной фитомассы составил соответственно 14,8, 18,3 ц/га, при урожайности естественных пастбищ-3,7 ц/га (таблица 4).

В засушливом 2018 году урожай надземной фитомассы боялыша составил 14,6 ц/га, кейреука-15,4 ц/га при урожайности естественных пастбищ-2,1 ц/га.

Таблица 3

**Кустистость (число генеративных побегов в одном кусте) боялыша и кейреука в условиях культуры. Карнабчуль, 2016-2018 гг.**

Вид растения	Кустистость (число генеративных побегов в одном кусте) шт		
	1-й (2016)	2-й (2017)	3-й (2018)
Боялыш	5,6±0,7	13,1±1,3	35,6±2,6
Кереук	4,3±0,8	11,7±1,9	33,4±1,7

Таблица 4.

**Урожай надземной фитомассы (сухая) боялыша и кейреука в условиях культуры (Карнабчуль, 2016-2018 гг)**

Вид растения	Урожай надземной фитомассы, ц/га		
	1-й (2016)	2-й (2017)	3-й (2018)
Боялыш	5,1±0,8	14,8±1,9	14,6±2,1
Кереук	4,2±0,5	18,3±2,1	15,4±2,6
Естественная	3,2±0,3	3,7±0,9	2,1±0,7

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что боялыш имеет адаптивный потенциал в условиях гипсовых пустынь, в частности Карнабчуль, он может с успехом выращиваться в качестве компонента при создании искусственных многокомпонентных и высокоурожайных пастбищах агрофитоценозов на деградированных участках пустыни Карнабчуль.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ли А.Д., Беркович Б.В. Химический состав основных доминантных растений Юго-Западных Кызылкума и его изменения по сезонам // Материалы по структурным и функциональным особенностям полезных дикорастущих растений Узбекистана. Ташкент, Фан, 1970.-с.163-170.
2. Раббимов А. Қурғоқчил минтақалар табиий флораси – чўл яйловларининг ҳосилдорлигини ошириш манбаи. Ж.Зооветеринария, 2015.№8.с.35-36.
3. Раббимов А., Муқимов Т.Х., Бозоров А. Қоракўлчилик яйловларини яхшилашга оид тавсиялар. Самарқанд, 2015.-55 с.
4. Ахмедов., Юсупов С., Раббимов А. Қизилқум яйловларидан оқилона фойдаланиш. Ташкент, “Мухаррир” нашриёти, 2009.-123 с.
5. Раббимов А., Муқимов Т.Х. Рекомендации по рациональному использованию и повышению продуктивности пустынных пастбищ. Ташкент, 2012.-48 с.
6. Хамраева Г.У. Агротехнические основы введения в культуру многолетних видов рода *Atriplex* L.В условиях полынно-эфемеровой пустыни Карнабчуль. Автореферат на соискание ученой степени доктора (PhD) философии. Самарканд, 2018.-22 с.

НИИ Каракулеводства и экологии пустынь

Дата поступления  
05.10.2018

# ЗООЛОГИЯ

B.N. OTAKULOV, KH. BOYMURODOV

## PURITY INDEX OF TYPES OF BILOBATED MOLLUSKS' SEEDS OF *SINANODONTA*, *COLLEOPTERUM*, *CORBICULA* AND *CORBICULINA*

[boymurodov1971@mail.ru](mailto:boymurodov1971@mail.ru)

Б.Н. Отакулов, Х.Т. Боймуродов

### *SINANODONTA*, *COLLEOPTERUM*, *CORBICULA* VA *CORBICULINA* УРУҒЛАРИ ТУРЛАРИ ИККИПАЛЛАЛИ МОЛЛЮСКАЛАРНИНГ САПРОБЛИК ИНДЕКСИ

Zarafshon, Sirdaryo, Amudaryo va qisman Qashqadaryo va Surxondaryo daryolarining ifloslanishi masalalari bo'yicha ikki qavatli mollyuskalar guruhlari o'rganildi. Olingan ma'lumotlar, xususan, b-mesosaprbiontlarning ko'pchiligi noyob va yo'qolib borayotgan turlari guruhini tashkil etganini tasdiqlaydi, chunki ular ifloslangan suvlarda mavjud emas.

**Kalit so'zlar:** ikkilamchi mollyuskalar, suv ekotizimlari, *Sinanodonta gibba*, *Corbiculina ferghanensis*, *Corbiculina tibetensis*, peloreophil.

Б.Н. Отакулов, Х.Т. Боймуродов

### ИНДЕКС САПРОБНОСТИ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ РОДОА *SINANODONTA*, *COLLEOPTERUM*, *CORBICULA* И *CORBICULINA*

Были изучены группы двустворчатых моллюсков по касательно к вопросу загрязненности рек Зарафшана, Сырдарьи, Амударьи и частично Кашкадарьи и Сурхандарьи. Полученные данные подтверждают в частности, что большинство β-мезосапрбионтов составляют группу редких и исчезающих видов, так как они не способны к существованию в загрязненных водах.

**Ключевые слова:** двустворчатые моллюски, водные экосистемы, *Sinanodonta gibba*, *Corbiculina ferghanensis*, *Corbiculina tibetensis*, пелореофил.

B.N. Otakulov, Kh.T. Boymurodov

### PURITY INDEX OF TYPES OF BILOBATED MOLLUSKS' SEEDS OF *SINANODONTA*, *COLLEOPTERUM* AND *CORBICULINA*

Groups of bivalve mollusks were studied on the question of the pollution of the Zarafshan, Syrdarya, Amudarya and partially Kashkadarya and Surkhandarya rivers. The obtained data confirm, in particular, that the majority of β-mesosaprbionts constitute a group of rare and endangered species, since they are not capable of existence in polluted waters.

**Key words:** bivalve mollusks, aquatic ecosystems, *Sinanodonta gibba*, *Corbiculina ferghanensis*, *Corbiculina tibetensis*, peloreophil.

Though 70% of the earth is covered with water, general source of fresh water composes only 3% of it. But biota organisms don't use 80 % of fresh water. Nowadays in usage water humanity has a great difficulty, all activity of humans lead to the pollution of fresh water [1].

Increasing of population and industrialization of society needs more and more water, it causes to decreasing of natural purification of water resources and reserves.

Group of hydrobionts which have long duration of life – mollusks and oligocheta are included to main zoobentos in hydrosystems. Their life duration is average 6 years, besides, they include the main part of zoobentos biomass in water resources and streams [2].

Biota components which have a long duration of life and with high biomass are considered as the best indicator of pollution of ecosystems. According to their structure and constituent these zoobentos, several bioindication methods are supposed: defining type indicators of purity, assessment of biotic indexes on big toksons-oligocheta, crustaceans, chironomids, mollusks, assessment of diversity levels [3].

There defining type indicators of water resources of purity is considered as indicators to serve of complex assessment of water habitat. It defines the real constituent of biocenose and its succession proc-

esses. The nearest quantitative indicator of biochemical usage of oxygen is OR [3].

Organic matters in water influence mollusks through other factors-oxygen regime (OR), pH and others. Presence of organic matters in water expresses the level of pollution. So, spreading of mollusks according to these indicators determines the importance of purity indication [2]. There is very little information about mollusks, in particular bilobated mollusks as purity indicators which define pollution of water in the world, there is no any data about indexes of seeds *Sinanodonta*, *Colletopterum*, *Corbicula*, *Corbiculina*. Mollusks are in the following positions according to the indicators of pollution of water resources: there are not any mollusks in very polluted or polypore zones; *Sphaerium corneum*  $\alpha$  -mezopure can be met in higher levels average polluted zones (it can be seen also in  $\beta$  -mezopure zone); *Limnaea stagnalis*, *L. auricularia*, *L. ovata*, *Planorbis planorbis*, *Physa fontinalis*, *Valvata piscinalis* are met in lower levels on average pollutes zones (Kuzmenkin D, 2015); *Ancylus fluviatilis*, *Pisidium supinum* (Jadin, 1952) or *P. crassum*, *P. conventus* are met in fresh water (Alimov, 1981) [4].

It is necessary define that there are not any works on determining the pollution of water resources with organic matters, indicator features of mollusks, in particular, bilobated mollusks which spread in Uzbekistan. So, purity opportunities of representatives of bilobated mollusks *Sinanodonta*, *Colletopterum*, *Corbicula*, *Corbiculina* are denoted (1-table). Research was held according to groups of pollution indexes of bilobated mollusks in Zerafshan, Syrdarya, Amudarya and partly Kashkadarya and Surkhandarya.

1-table

### Purity indexes of bilobated mollusks spread in Uzbekistan

№	Types	S	spectrum	Group of water's quality
1.	<i>Sinanodonta orbicularis</i>	$\beta$	1,6-2,2	III
2.	<i>Sinanodonta gibba</i>	$\beta$ - $\alpha$	1,6-3,1	III-IV
3.	<i>Sinanodonta puerorum</i>	$\beta$ - $\alpha$	1,6-2,6	III-IV
4.	<i>Colletopterum bactrianum</i>	$\beta$	1,6-2,0	III
5.	<i>Colletopterum cyreum sogdianum</i>	$\beta$ - $\alpha$	1,6-2,7	III-IV
6.	<i>Colletopterum ponderosum volgensis</i>	$\beta$ - $\alpha$	1,6-2,7	III-IV
7.	<i>Colletopterum kokandicum</i>	$\beta$	1,6-2,0	III
8.	<i>Corbicula cor</i>	$\beta$	1,6-2,2	III
9.	<i>Corbicula purpurea</i>	$\beta$ - $\alpha$	1,6-2,6	III-IV
10.	<i>Corbicula fluminalis</i>	$\beta$	1,6-2,1	III
11.	<i>Corbiculina tibetensis</i>	$\beta$ - $\alpha$	1,6-3,5	III-IV
12.	<i>Corbiculina ferghanensis</i>	$\beta$ - $\alpha$	1,6-3,3	III-IV

Very dirty and polluted water resources, VI and VII group of water's quality in Uzbekistan is noted in lower parts of Zerafshan river next to areas of Navoi town. Samples given places-in Zerafshan to Navoi town the water pollution belong to V group and the index of water pollution (IWP) is equal to 6. The sample from Syrdarya in the areas of Ferghana region is moderate polluted (1, 2), it belongs to II group. In syrdaryo region IWP index is equal to 2,7, that's why it belongs to V group [5].

As mentioned above in literature sources, during investigation in lower parts of rivers bilobated mollusks can't be seen, polypore types includes 60 % of bilobated mollusks. They have a large spectrum of spreading in lower parts of Zerafshan and Syrdaryo regions (*Sinanodonta gibba*, *Sinanodonta puerorum*, *Colletopterum cyreum sogdianum*, *Colletopterum ponderosum volgensis*, *Corbicula purpurea*, *Corbiculina tibetensis*, *Corbiculina ferghanensis*). *Sinanodonta gibba*, *Corbiculina ferghanensis* va *Corbiculina tibetensis* of them have a large spectrum and index of purity is equal to 3,5. Especially the types of purity have the index 3,3-3,5, they can be seen in Amudaryo region, in salty Ashikul (1-table) [6].

Other types (40%) belong to  $\beta$  -mezopure (*Sinanodonta orbicularis*, *Colletopterum bactrianum*, *Colletopterum kokandicum*, *Corbicula cor*, *Corbicula fluminalis*), the majority of them are rare and scarce types. On the  $\beta$  -mezopure spectrum *Sinanodonta orbicularis* is higher than other 4 types (1-table).

Given results prove that bilobated mollusks have a great importance in defining the quality of water. Especially, the rareness of ... groups, their disability of living in polluted water and the factor of their spreading are very important.

Spreading of these types proves the level of pollution belongs to III group (average pollution). Other mezosopure can live in polluted areas, especially the presence of *Sinanodonta gibba*, *Corbiculina ferghanensis* ва *Corbiculina tibetensis* shows the belonging to III and IV (polluted) groups.

#### REFERENCES

1. Никулина Т.В. Оценка экологического состояния р. Раздольная по составу индикаторных видов водорослей. Вестник ДВО РАН, 2006. –№ 6 – С 71-78.
2. Безматерных Д. М. Зообентос как индикатор экологического состояния водных экосистем Западной Сибири анализ. Обзор // – Новосибирск, 2007. – С. 87.
3. Кузменкин Д. В Эколого-фаунистическая характеристика пресноводных моллюсков бассейна верхней Оби. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Барнаул, 2015. – С.28.
4. Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. – Л.: Наука, 1981. – 248с.
5. Боймуродов Х.Т. Двустворчатые моллюски водоёмов Узбекистана как объект экологического мониторинга // Бюллетень Московского общества испытателей природы. – Москва, 2015. – № 2 – С. 9-11.
6. Иззатуллаев З.И., Боймуродов Х.Т. Зарафшон дарёси ҳавзаси иккипаллали моллюскалари. Монография. – Самарканд, 2009. – Б. 95.

Самаркандский государственный университет

Дата поступления  
18.02.2018

**Е. ГИНАТУЛЛИНА, У. МИРЗАЕВ, З. МУСТАФАЕВА**

### **СУКЦЕССИЯ ЗООПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ АЙДАР-АРНАСАЙСКОЙ СИСТЕМЫ ОЗЕР ПОД ВЛИЯНИЕМ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ОБЗОР**

e-ginatullina@yandex. ru

Е. Гинатуллина, У. Мирзаев, З. Мустафаева

#### **СУВНИНГ МИНЕРАЛИЗАЦИЯСИ ТАЪСИРИДА АЙДАР-АРНАСОЙ КЎЛЛАР ТИЗИМИ ЗООПЛАНКТОН ЖАМООЛАРИНИ СУКЦЕССИЯСИ: РЕТРОСПЕКТИВ ШАРХ**

Маколада Айдар-Арнасой кўллар тизими зоопланктонларини кўп йиллар давомида ўрганиш натижаси материаллари келтирилган. Кўлларнинг минерализациясининг ўзгариб туриши натижасида зоопланктонларнинг тур таркиби ва миқдорий ўзгаришларига таръриф берилган. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, минерализация миқдори 8-12 г/л бўлганида, доминант турларнинг миқдорининг камайиши, аммо зоопланктон турларининг хилма-хиллигининг юқори даражада сақланиб қолиши (50-70 тур) келтирилган.

**Калит сўзлар:** клadoцepалар, копeпoдлар, кoлoвpаткaлaр, минерализация даражаси, биомаxсулдopлик.

Е. Гинатуллина, У. Мирзаев, З. Мустафаева

#### **СУКЦЕССИЯ ЗООПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ АЙДАР-АРНАСАЙСКОЙ СИСТЕМЫ ОЗЕР ПОД ВЛИЯНИЕМ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ОБЗОР**

В статье представлены материалы многолетнего изучения зоопланктонных сообществ Айдаро-Арнасайской системы озер. Описаны изменения видового состава и количественного развития зоопланктона в результате многолетнего колебания уровня минерализации озер. Показано, что при уровне минерализации 8-12 г/л, происходит снижение количественного развития доминантных видов сообществ, однако, видовое разнообразие зоопланктона сохраняется на достаточно высоком уровне (50-70 видов).

**Ключевые слова:** клadoцepы, копeпoды, кoлoвpатки, уровень минерализации, биопродуктивность.

SUCCESSION OF ZOOPLANKTON COMMUNITIES OF THE AYDAR-ARNASAI LAKE SYSTEM  
INFLUENCED BY SALINITY: RETROSPECTIVE REVIEW

In the paper is presented the data of a long-term study of zooplankton community specimen of the Aydar-Arnasai system of lakes. The quantitative development and diversity of zooplankton community due to the changing of salinity level of the Aydar-Arnasai lakes. It is found that at the level of salinity of 8-12 g/l, there was decreased the quantitative development of the dominant species of zooplankton communities, however, the species diversity of zooplankton remained at enough high range (50-70 species).

**Keywords:** Cladocera, Copepoda, Rotifera, level of salinity, bio productivity.

Зоопланктон является хорошим кормовым объектом для зообентоса и рыб, а также, будучи активными фильтраторами группа ветвистоусых рачков и каланоид играет важную роль в самоочищении водоемов.

Айдаро-Арнасайская система озер (ААСО) представлена 3 крупными озерами: Айдаркуль, Тузкан, Восточный Арнасай (ВА) с Арнасайским водохранилищем, общей площадью около 3,5 тыс. км<sup>2</sup>, с максимальной глубиной около 20 м и средней – 6-7 м). Средняя минерализация воды системы озер зависит от гидрологического режима Чардарьинского водохранилища, поступления воды с Центрального Голодностепского канала (ЦГК) и КДВ. Айдар-Арнасайская система имеет большое природоохранное, а также рыбохозяйственное значение, служит местом конгрегации мигрирующих (более 190 тыс. видов) и водоплавающих птиц в зимний период (2000 видов). Здесь обитают занесенные в красную книгу Центральной Азии два вида животных: черепаха (*Testudo horsfieldii*) и джейран *Gazella subgutturosa*. Высшие растения представлены прибрежными доминантными видами: *Potamogeton crispus* L., *Potamogeton pectinatus* L., *Meriophyllum spicatum* L., *Ceratophyllum submersum* L.; и полупогруженными видами: *Phragmites australis* Cav., *Typha angustifolia* L., *T. latifolia* L., а среди подводных макрофитов в основном, доминирует – *Chara fragilis*.

В период с 2003 по 2011 гг. в Айдаро-Арнасайской системе встречались 26 видов рыб, из них 12 видов промысловых рыб: судак, сом, змееголов, толстолобик, сазан, серебряный карась, аральский усач, туркестанский усач, аральский жерех, самаркандская храмуля, белый амур и щука [7]. В 2011 году из всех видов промысловых рыб местными рыболовными бригадами вылавливались только 4 вида. По степени убывания в улове были: плотва (*Rutilus rutilus aralensis*) – малоценная промысловая рыба: 75% от улова. Широко распространилась благодаря стрессоустойчивости вида. Судак (*Stizostedion lucioperca*) – ценнейшая промысловая рыба, но в улове отсутствовали особи более 1 кг: 15% от улова. Серебряный карась (*Carassius auratus gibelio*) – также промысловая рыба, имеет большое значение в любительской и спортивной ловле: составила 7% от улова. Сазан (*Cyprinus carpio*) – основная промысловая рыба в Узбекистане: 3% от улова. Другие промысловые рыбы очень редки или практически не встречаются в улове [7]. Кроме того, уровень минерализации 4-6 г/л приводит к замедлению роста молоди рыб, что неблагоприятно сказывается на популяционной динамике, оптимальной же минерализацией для роста является уровень 2-3 г/л [3].

**Материалы и методы.** Пробы собирали, используя малую коническую сеть Джеди, диаметром 15 см (газ № 76), процеживая 50 л воды через отверстие сети [6] пробы в объеме 50 мл фиксировали 4% формалином или 70% спиртом и транспортировали в лабораторию, где проводили идентификацию и количественное определение трех групп зоопланктона (Rotifera, Copepoda, Cladocera) используя для определения бинокулярный и стереоскопический микроскопы (Meiji), используя общепринятые определители [2, 4].

**Результаты.** Сукцессия зоопланктонных сообществ под влиянием минерализации. Как известно, образование Айдаро-Арнасайской системы озер произошло в катастрофически многоводном 1969 году в результате сброса 21 км<sup>3</sup> вод из Чардаринского водохранилища (р. Сырдарья). В то время, площадь озерной системы достигала 2000 км<sup>2</sup>, а минерализация воды в разных участках системы составляла от 2-4 г/л.

После образования системы, в 1970 г. (Т.И. Федорова) было отмечено, что характерной чертой зоопланктона ААСО было наличие пресноводного фитофильного комплекса: *Chydorus latus*, *Oxyurella tenuicaudis*, *Macrotrix hirsuticornis*, *Pleuroxus aduncus* и пресноводных коловраток и копепод умеренных широт: *Brachionus falcatus*, *Brachionus calyciflorus*, *Asplanchna priodonta*, *Platyas quad-*

*ricornis*, *Acanthocyclops bicuspidatus odessana*, *A.gigas*, *Acanthodiptomus denticornis*. Эти пресноводные виды встречаются в последнее десятилетие только на слабо минерализованных станциях (Арнасайское водохранилище), остальные виды выпали из сообщества озер ВА, Тузкан и Айдар.

К 1978 году максимальная глубина озер уменьшилась с 25 до 20 метров, а минерализация воды возросла до 7-8 г/л. Обработанные нами зоопланктонные пробы с ААСО за 1987-1988 годов показали, что основными доминантами были *A.salinus* (80% от биомассы) и *T.rylovi* (20%). В апреле 1987 г. в озере Восточный Арнасай доминировали крупные копеподы: *C.vicinus* (30%) и *A.salinus* (70%).

После поступления в 1994 г. большого количества пресной воды из Чардарьинского водохранилища минерализация оз. Айдар и Тузкан составляла 5-8 г/л, а в озере ВА – 3-4 г/л. В 1994 г. впервые отмечено появление в планктоне озер крупной галотолерантной кладоцеры *Daphnia magna* [1]. Мы обработали пробы зоопланктона с ААСО за 2000-2001 года, которые показали, что в результате стабилизации уровня минерализации (4-6 г/л) видовой состав зоопланктона всех озер системы был сформирован следующими пресноводными галотолерантными видами: *Brachionus q.quadridentatus*, *B.q.hyphalmuros*, *B.p.plicatilis*, *Keratella quadrata*, *Hexarthra oxyuris*, *H. fennica*, *Notholca acuminata*, *Lecane luna*, *Arctodiptomus salinus*, *Ceriodaphnia turkestanica*, *Diaphanosoma mongolianum*, *Moina salina*, *Thermocyclops vermifer*, *Alona rectangula*, *Onychocamptus mohammed*, *Chydorus sphaericus*, *Mesocyclops ogunnus*, *Cyclops vicinus*, *Harpacticoidagen.sp.*

В зоопланктоне системы озер в ноябре 2001 г. доминировали коловратки: *Notholca acuminata*, циклоп *C.vicinus* и представители семейства хидориды, а в июне 2002 г. доминировали коловратки: *B. plicatilis*, *Hexarthra fennica*, *Keratella tropica*, *Lecane luna*, *L.bulla*, *Polyarthra vulgaris*, и копеподы *Mesocyclops ogunnus*, *A.salinus* и представители семейства хидориды.

За время исследования в 2003-2005 годов (минерализация: 4-6 г/л) зоопланктона ААСО нами было обнаружено 42 вида коловраток, 22 вида ветвистоусых и 24 вида веслоногих рачков. Для зоопланктонных сообществ ААСО с минерализацией от 3-8 г/л были характерны следующие доминантные виды: *Hexarthra oxyuris*, *Brachionus plicatilis*, *Keratella quadrata*, *Diaphanosoma mongolianum*, *Ceriodaphnia turkestanica*, *Daphnia magna*, *D. Longispina* и *Thermocyclops vermifer*. Для более минерализованных озер Тузкан и Айдар были характерны гарпактициды: *Onychocamptus mohammed*, *Nitocra lacustris*, *Schizopera spinulosa*, *S.aralensis*, *Cletocamptus cf.deitersi*, *Nitocrella sp.* А на слабоминерализованных станциях системы озер (до 3 г/л) впервые было отмечено появление ракообразных пресноводного происхождения: *Phylodiptomus blanci*, *Thermocyclops taihokuensis*, *Daphnia galeata*, *Bosmina longirostris*, *Asplanchna priodonta*, *Filinia longiseta*, *Plathyais quadricornis*.

В 2009-2010 годах (минерализация: 8-10 г/л) было обнаружено 44 вида в зоопланктонных сообществах озер, из них кладоцера - 13 видов, копепода - 12 видов, 18 видов коловраток и 1 вид мизиды. Впервые для зоопланктонной фауны системы озер была обнаружена хищная кладоцера *Leptodora kindtii* (Focke), известная ранее только для фауны водоемов Аральского моря. В течение 2011-2012 г.г. и в весенне-летний сезон 2015 г. было обнаружено 77 видов зоопланктона, из них 59 видов Rotifera, 12 видов Cladocera и 6 видов Copepoda. Среди коловраток обнаружены следующие виды: *Keratella cochlearis* Gosse, *Keratella quadrata* Muller, *Brachionus quadridentatus* Hermann, *Trichotria pucillum* Muller, *Asplanchna priodonta* Gosse, *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, *Filinia longiseta* Ehr., *Lecane bulla* Gosse, *Lecane luna* Muller, *Lecane lamellate*, *Notholca squamula* Muller, *Notholca acuminata* Ehr., *Hexarthra sp.* и виды родов *Cephalodella*, *Polyarthra*, *Volga*. Среди кладоцер доминировала *Diaphanosoma mongolianum* King, *Daphnia laevis* G.O.Sars, *Daphnia galeata* G.O.Sars были отмечены как субдоминанты, а единично в литоральной зоне водоема встречались: *Bosmina longirostris* Muller, *Alona rectangula* Sars, *Moina brachiata* Jurine, *Ilyocryptus sordidus* Lievin, *Leptodora kindtii* Fosce. Среди циклопов наибольшее количественное развитие показывали 3 вида: *Cyclops vicinus*, *Thermocyclops vermifer*, *Arctodiptomus salinus*.

Из-за высокой мутности воды на исследованной станции Восточного Арнасай в начале октября 2018 г. (температура воды – 22°C) в зоопланктоне озера преобладали представители группы копепод; ветвистоусые рачки и коловратки встречались реже, и занимали субдоминантное положение по отношению к группе циклопов. Всего обнаружено в водоеме 6 видов коловраток, 2 вида кладоцер и 4 вида копепод. Доминирующее положение занимал представитель группы циклопов *Thermocyclops vermifer*, а субдоминантное положение по численности и биомассе занимал *Mesocyclops ogunnus* и представитель группы ветвистоусых рачков *Diaphanosoma mongolianum*. Коловратки *Asplanchna herricki* и *Brachionus plicatilis* доминировали среди коловраток.

*Сукцессия численности и биомассы.* Обработанные нами количественные пробы с ААСО за 1987-1988 года показали, что численность зоопланктона с апреля по ноябрь изменялась от 6,6 до 200,6 тыс.экз./м<sup>3</sup>, биомасса от 10,2 до 310 мг/м<sup>3</sup>. Наибольшая биомасса характерна была для оз. Восточный Арнасай (апрель-июнь, 1987). Весной основной вклад в биомассу вносили крупные копеподы *C.vicinus*(30%) и *A.salinus* (70%), летом *A.salinus* (80%) и *T.rylovi* (20%). Максимумы биомассы для более минерализованного оз. Айдар – 10,2 мг/м<sup>3</sup>, 31,7 мг/м<sup>3</sup> наблюдались в апреле 1987 г. и ноябре 1987 г. В оз. Тузкан в июне 1987 г. численность составляла 41 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомасса – 73 мг/м<sup>3</sup>.

По данным за 2001 г. (ноябрь) и 2002 г. (июнь) численность зоопланктона в ВА находилась в пределах 35 тыс. экз./м<sup>3</sup> с биомассой 98,6 мг/м<sup>3</sup> и 40-50 тыс. экз./м<sup>3</sup> с биомассой 250 мг/м<sup>3</sup> соответственно. Доля коловраток в общей численности составляла 60-98%, в общей биомассе 2-30%. Доля кладоцер в общей численности была 2-15%, в общей биомассе – 10-60%. Доля копепод в общей численности – 20-25%, в общей биомассе – 20-80%.

В результате исследований количественного развития зоопланктона ААСО с 2001-20018 годов мы наблюдали 2 пика численности и биомассы зоопланктона в апреле-мае и в сентябре. Низкие биомассы в оз. Айдар и Тузкан, по сравнению с оз. ВА наблюдались из-за уменьшения биомассы доминантных видов, в результате повышения уровня минерализации в этих озерах до 8 г/л или выше (Таблица).

#### Динамика численности и биомассы зоопланктона в озерах Айдар-Арнасайской системы

Годы	Восточный Арнасай (ВА)		Тузкан		Айдар	
	тыс. экз./м <sup>3</sup>	мг/м <sup>3</sup>	тыс. экз./м <sup>3</sup>	мг/м <sup>3</sup>	тыс. экз./м <sup>3</sup>	мг/м <sup>3</sup>
1986 (ноябрь) - 1987 (апрель)	150.0-200.5	220.1-310.9	41.4	73.6	10.3-19.8	10.2-31.7
2001 (ноябрь) – 2002 (июнь)	35.3-50.1	98.6-250.4	-	-	-	-
2003 (март, сентябрь)	8.9-243.4	24.5-732.8	16.9-100.3	52.0-227.3	14.0-60.2	29.5-181.3
2004 (май, июль)	110.1-27.6	413.9-85.7	105.5-65.5	190.2-164.1	58.6-50.9	175.5-197.7
2005 (апрель, август)	121.7-204.1	205.3-619.4	105.4-198.5	238.5-530.4	22.6-104.2	70.1-398.2
2006 (апрель)	140.9	860.7	-	-	-	-
2007(май)	-	-	36.2	484.3	27.5	394.5
2018 (октябрь)	98.1	595.1	-	-	-	-

Примечание: Численность – тыс.экз./м<sup>3</sup>; биомасса – мг/м<sup>3</sup>. Уровень минерализации в указанные периоды изменялся в пределах 2-6 г/л в озере ВА и Арнасайском водохранилище и 6-9 г/л в озерах Айдар и Тузкан

В оз. ВА в мае 2004 г. наблюдалось 110,8 тыс.экз./м<sup>3</sup> с биомассой 400 мг/м<sup>3</sup>; доминировали: *A.salinus* (70% биомассы), *D.mongolianum* (18%) и *C.turkestanica* (10%). В сентябре 2003 г. в ВА – 237,7 тыс.экз./м<sup>3</sup> и 730 мг/м<sup>3</sup> – доминировали: *D.mongolianum* (80% биомассы) и *T.vermifer* - (10%), *C.turkestanica* – (5%), *A.salinus* и *B. plicatilis* – (по 5%). В сентябре 2005 г. в озере ВА показатели численности и биомассы – 243,2 тыс.экз./м<sup>3</sup> и 603 мг/м<sup>3</sup> (доминанты: *D.mongolianum* – 90% биомассы и *T.vermifer* – 10% биомассы. В сентябре 2005 г. на станции в озере Айдар показатели численности и биомассы – 145,2 тыс.экз./м<sup>3</sup> и 500 мг/м<sup>3</sup> (*A. salinus* – 90% и *T.vermifer*, *D. mongolianum* и *C. turkestanica* – 10%. В апреле 2006 г. в Арнасайском водохранилище биомасса достигла 860 мг/м<sup>3</sup> (доминанты: *A.salinus* (50%), *Bosmina longirostris*– 30%, *C.vicinus*- 12%, *D. galeata*- 6%, *K.quadrata* –2%. В мае 2007 г. на станциях в оз. Тузкан и Айдар биомасса достигала 484 и 394 мг/м<sup>3</sup>, а численность 36,2 и 27,5 тыс.экз./м<sup>3</sup> соответственно в озерах; доминируют *D.magna* – 90%, *A.salinus* – 8% и *D.Mongolianum* – 2% биомассы.

Нужно отметить особый вклад в развитии численности зоопланктона коловраток. Хотя, эти зоопланктеры самые мелкие представители сообществ, в мае 2004 г. на станции в оз. Тузкан пик численности наблюдался благодаря развитию *Brachionus plicatilis*, численность коловратки – 143

тыс. экз./м<sup>3</sup> (общая численность зоопланктона – 183 тыс. экз./м<sup>3</sup>). Весенний пик численности в апреле 2006 г. происходит благодаря развитию коловратки *Keratella quadrata* – на пресноводной станции ВА: 120 тыс.экз./м<sup>3</sup> (общая численность зоопланктона – 305 тыс.экз./м<sup>3</sup>). Осенний пик численности зоопланктона в сентябре 2005 г. составил - 243,2 тыс.экз./м<sup>3</sup> в озере ВА, а численность коловратки *B.plicatilis* была 36,0 тыс.экз./м<sup>3</sup>; в сентябре 2003 г. численность этой коловратки на станции в ВА составила 14,0 тыс.экз./м<sup>3</sup>, а общая численность была 237,7 тыс.экз./м<sup>3</sup>.

Кроме того, мы собрали пробы в начале октября 2018 г. в озере Восточный Арнасай, где численность зоопланктона составила 98,1 тыс.экз./м<sup>3</sup> и биомасса – 595,1 мг/м<sup>3</sup>. Доминировали по биомассе и численности копеподы: *T.vermifer* и *Mesocyclops ogunnus* – (79%), *Diaphanosoma mongolianum* (20.5 %) и коловратка *B.plicatilis* (0.5%).

**Выводы.** Главным фактором, влияющим на изменение видового разнообразия зоопланктона ААСО, является минерализация воды. Хотя разнообразие зоопланктона (от 50-70 видов) остается высоким при разных значениях наблюдаемой минерализации, однако, за счет развития разных экологических или систематических групп. Так, при понижении минерализации до 3-4 г/л разнообразие зоопланктона увеличивается, за счет увеличения видов группы олигогалийных коловраток (поступающая в систему пресная вода из р. Сырдарья может быть источником пресноводных коловраток, как сама по себе, так и создавая благоприятные условия для появления видов из банка яиц озер). Кроме группы коловраток при олигогалийных условиях (до 3 г/л), для Айдаро-Арнасайской системы озер, характерно видовое развитие фитофильного комплекса кладоцер. При повышении минерализации свыше 5-6 г/л видовое разнообразие и кладоцер и коловраток уменьшается, хотя именно эти зоопланктона группы потребляются мальками рыб. Однако, в ААСО обнаружено достаточно большое количество солоноватоводных видов коловраток фитофильного комплекса, что заметно сказывается на увеличении разнообразия зоопланктона при уровне минерализации 8 г/л и выше. Таким образом, при повышении минерализации озер до 8г/л разнообразие зоопланктона остается все еще на высоком уровне. Кроме того, при таком уровне минерализации следовало бы ожидать появление в зоопланктоне озер представителей биоты ранее населявшей Аральское море, основу которого составляли солоноватоводные кладоцеры Арало-Понто-Каспийского комплекса, например *Leptodora kindtii* Fosce. Особенностью же группы копепода является как раз увеличение количества видов при повышении минерализации воды, однако, в ААСО, по нашим данным, встречались только галотолерантные виды, и разнообразие этой группы было наименьшим.

Что касается количественных показателей зоопланктона, то происходит их уменьшение с повышением уровня минерализации. Так биомасса зоопланктона ААСО в 1986-2018 гг. максимальных значений достигает при уровне минерализации 3-4 г/л в озере ВА (Арнасайское водохранилище), но и даже при минерализации, 6-8 г/л в озерах Айдар и Тузкан, остается достаточно высокой и соответствует мезотрофному уровню продуктивности озер; так например в озерах Тузкан и Айдар с более высокой минерализацией, биомасса уменьшается за счет уменьшения численности, не только галотолерантных ракообразных *Cyclops vicinus*, *Diaphanosoma mongolianum*, *Ceriodaphnia turkestanica* и *Daphnia magna*, но и такого галобионтного вида, как *Arctodiptomus salinus*.

Максимальному увеличению биопродуктивности водоема, будет способствовать увеличение площади высших растений по мелководью, которое в свою очередь может быть достигнуто, стабилизацией уровня и береговой линии Айдаро-Арнасайской системы озер. Дополнительным источником дохода для населения может стать восстановление и организация новых прудовых хозяйств по мелководью, а также садковое рыбководство. Кроме того, развитие прудового рыбководства, при наличии рыбозаводов, позволит решить проблему зарыбления системы озер личинкой промысловых видов семейства карповых, и откроет возможности культивирования новых гидро-биологических объектов, например, мизид и креветок.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гинатуллина Е.Н. Зоопланктон равнинных трансформированных озер Узбекистана: Автореф. дисс. канд. биол. наук. – Ташкент 2010. – С. 21.
2. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. – Л., Наука, 1970.

3. Мартынова В.В. Влияние колебания солености на рост, энергетику и рыбоводные качества молоди рыб: Автореф. дисс. канд.биол.наук. – Саранск, 2003. – С. 26.
4. Монченко В.И. Щелепнороті циклоподібні. Циклопи (Cyclopidae) /Фауна Украины. В 40 т. – Киев: Н. Думка, 1974. Т.23. – С. 12-230.
5. Mustafaeva Z., Mirzayev U., Kholmurodova T. The current state of hydrobionts of the Aydar-Arnasay lakes complex // Узбекский биологический журнал, 2018. № 2. – С. 45-49.
6. Салазкин А.А. и др. Методические рекомендации. – Ленинград, 1984. – С.34.
7. Экспедиционное обследование Айдар-Арнасайской системы озер в период с 21 сентября по 5 октября 2011 г. // Отчет НИЦ МКВК, Госкомприрода, Институт зоологии АН РУз, Ташкент 2010.

Институт зоологии АН РУз

Дата поступления  
03.01.2019

# ГЕНЕТИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

SH.YUNUSKHANOV, Z.ABDURAZAKOVA, I. KURBANBAEV, A. NARIMANOV

## PROTEIN MARKERS IN COTTON SPECIES *G.HIRSUTUM* L. AND *G.BARBADENSE* L.

yushavkat@mail.ru

Sh. Yunuskhanov, Z. Abdurazakova, I. Kurbanbaev, A. Narimanov

### GOZANING *G.HIRSUTUM* L. VA *G.BARBADENSE* L. TURLARIIDAGI OQSIL MARKERLARI

*G.hirsutum* L. va *G.barbadense* L. tur gozalarining chigitlarini suvda eriydigan fraksiyada elektroforetik yuruvchanligi muvofiq H-0.13 va B-0.18 simvollari bilan belgilangan va bufferda eriydigan fraksiyada AC va BD simvollari bilan belgilangan oqsil markerlari bilan farqlanishi korsatilgan. H-0.13 va B-0.18 oqsil lokuslari bir qator biokimyoviy va morfologik belgilar bilan bir-biriga bog'langan. *G.hirsutum* L. goza turida AC, BD va BCD simvollari bilan belgilangan oqsil markerlari, *G. barbadense* L. turida esa AC oqsil markerlari uchraydi.

**Kalit so'zlar:** goza, suvda eruvchan oqsillar, buferda eruvchan oqsillar, oqsil markerlari, *G. hirsutum* L., *G. barbadense* L., bog'lanish guruhi.

Ш. Юнусханов, З. Абдуразакова, И. Курбанбаев, А. Нариманов

### БЕЛКОВЫЕ МАРКЕРЫ ХЛОПЧАТНИКА ВИДОВ *G.HIRSUTUM* L. И *G.BARBADENSE* L.

Показано, что семена хлопчатника вида *G.hirsutum* L. и *G.barbadense* L. различаются по содержанию белковых маркеров водорастворимой фракции, обозначенных в соответствии с их электрофоретической подвижностью символами H-0.13 и B-0.18 и буферорастворимой фракции, обозначенных символами AC и BD. Локусы белковых маркеров H-0.13 и B-0.18 взаимосвязаны с рядом биохимических и морфологических признаков. Вид хлопчатника *G.hirsutum* L. содержат белковые маркеры AC, BD и BCD, тогда как у вида *G.barbadense* L. встречаются только белковые маркеры AC.

**Ключевые слова:** хлопчатник, водорастворимые белки, буферорастворимые белки, маркерные белки, *G.hirsutum* L., *G.barbadense* L., группа сцепления.

Sh. Yunuskhanov, Z. Abdurazakova, I. Kurbanbaev, A. Narimanov

### PROTEIN MARKERS IN COTTON SPECIES *G.HIRSUTUM* L. AND *G.BARBADENSE* L.

It is shown that the cotton seeds of the species *G.hirsutum* L. and *G.barbadense* L. differ in the content of water soluble protein markers, designated according to their electrophoretic mobility by the symbols H-0.13 and B-0.18 and the buffer fraction, denoted by the AC and BD. The loci of protein markers H-0.13 and B-0.18 are interconnected with a number of biochemical and morphological characters. The species of cotton *G.hirsutum* L. contains protein markers designated by the symbols AC, BD, and BCD, whereas in the species *G.barbadense* L. there are only protein markers AC.

**Keywords:** cotton, water-soluble proteins, buffer-soluble proteins, protein markers, *G.hirsutum* L., *G. barbadense* L., linkage group.

**Introduction.** Genetic markers identified on the basis of hereditary polymorphism of proteins, enzymes and DNA fragments proved to be powerful tools for identifying the range of population and species variability, studying phylogenesis, and the degree of genetic similarity of various species. The development of these works led to the formation of a new direction in the field of fundamental and applied plant for studying genetic diversity, analyzing the genetic structure of the source genetics, which was called marker-associated selection. With the introduction of molecular genetic methods in the selection process, new opportunities are opened material, identifying and controlling the genetic purity of genotypes. One of the ways to assess genotypes at the molecular level is the protein marker method based on the biological specificity of proteins detected by electrophoresis. The use of electrophoretic analysis of storage proteins makes it possible to evaluate genotypes by their genetic purity.

**Materials and methods.** Seeds of various cotton varieties of the medium fiber species *G.hirsutum* L. and the fine fiber species *G.barbadense* L. of the Institute of Genetics and Experimental Plant Biology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan were used as material for the study. Seed prepa-

ration for protein isolation and electrophoretic analysis was performed according to the methods described earlier by Sh. Yunuskhonov [1].

**Result and discussion.** Types of cotton *G.hirsutum* L. and *G.barbadense* L. have species-specific protein markers designated by symbols in the medium-fibrous species *G.hirsutum* L. - H-0,13 and in fine-grained *G.barbadense* L. species - B-0,18, detectable in the electrophoretic composition of proteins of the water-soluble fraction of defatted seeds [2-4]. Different grades of these cotton species, with the exception of these protein markers, are almost identical in the main components of the electrophoretic spectrum of the water-soluble fraction. Molecular masses of protein markers H-0.13 and B-0.18, established by the method of sedimentation analysis, are 120 and 112 KD, respectively [5]. Inheritance of protein markers H-0,13 and B-0,18 in generations of interspecific hybrids corresponds to monohybrid codominant cleavage. However, in the study of the interspecific reciprocal hybrid of *G. hirsutum* L. and *G. barbadense* L. cotton obtained by crossing, where the species *G. hirsutum* L. was represented by dwarf plants obtained as a result of the mutation induced earlier by gamma irradiation [6], and the species *G. barbadense* L. - C-6037 strain an anomalous pattern was observed[7]. A radiomutant form characterized by dwarfism was isolated among the hybrids of cotton M<sub>2</sub> obtained by pollination of flowers of plants of grade C-4727 with pollen of plants of Tashkent-3 type of medium-fibrous species *G.hirsutum* L. irradiated with Co60 gamma rays at a dose of 1.0 kR [8]. The sign of dwarfism has been consistently split into normal plants: dwarf plants 1: 2. To study the relationship between the inheritance of species-specific marker proteins H-0.13 and B-0.18 with the sign of dwarfism of cotton plants, we obtained reciprocal hybrids between the radiomutant dwarf form of the medium fibrous species *G.hirsutum* L. and with the Izhod strain of the fine-fibered species *G.barbadense* L. However, neither the F<sub>1</sub> plants nor the F<sub>2</sub> hybrids showed a dwarfism sign, although the hybrid obtained with the participation of the Red-leaved Akala of the species *G.hirsutum* L. has a split ratio of 2: 1 (dwarf: tall plants). A similar picture was observed in the combination of the reciprocal hybrid, where one of the parents used the tall fine-fibrous variety C-6037 for crossing. Dwarf plants did not appear in the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> populations of reciprocal hybrids. The hybrid obtained by crossing a dwarf form with the variety C-6037 of a thin-fibrous species of *G. barbadense* L. has been studied in various generations. The hybrid obtained by crossing a dwarf form with the variety C-6037 of a thin-fibrous species of *G. barbadense* L. has been studied in various generations. Plants of the dwarf form of the species *G. hirsutum* had a protein marker H-0.13, and in plants of the species *G. barbadense* L. the homologous marker was represented by protein B-0.18.

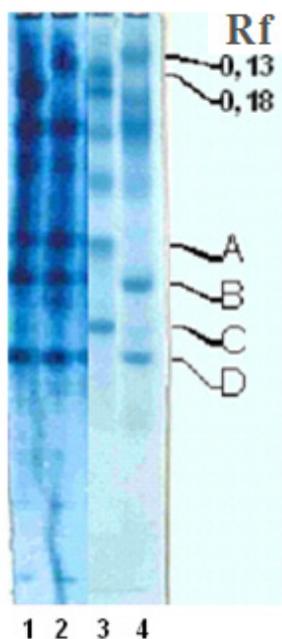
Plants of the species *G. hirsutum* had a protein marker H-0,13, and in plants of the type *G. barbadense* L. the homologous marker was represented by protein B-0,18. When analyzing phenotypic class relationships among generations of interspecies hybrids, including F<sub>2</sub>, F<sub>9</sub> and F<sub>10</sub>, plants containing only one type of protein (H-0,13 or B-0,18) were considered as homozygotes for the corresponding gene, and plants containing both proteins (H-0, 13 and B-0,18), as heterozygotes. A number of polymorphic progeny polymorphs showed a significant change in the ratio of the phenotypic classes, which manifested itself as a shift towards an increase or decrease in the proportion of a homozygous phenotypic class, or as a significant increase or decrease in the proportion of the heterozygous class. The electrophoretic composition of the seed proteins of the cotton samples under study remained unchanged up to the ninth generation of hybrids, but in the tenth generation some heterozygous plants produced offspring, in the seeds of which there was no protein with an electrophoretic mobility of 0.70. Such plants belonged to the homozygous phenotypic class, in which the marker H-0,13 is detected. In the work of M.A. Abzalov et al.[9], using this dwarf line in his studies on the relationship of traits, they came to the conclusion that this line contains the lethal Let<sup>dw</sup> gene, the heterozygous state of which determines the sign of dwarfism of plants, and the homozygous forms die in the early stages of seedling development. Consequently, the data obtained by us on anomalous splitting can be explained, apparently, by the presence of a lethal gene in the mutant dwarf line of cotton. Investigation of seed proteins of various interspecific hybrids has shown that the inheritance of protein markers H-0,13 and B-0,18 corresponds to monohybrid splitting and is interrelated with a number of economically valuable traits [4, 10-12]. Below are the clutch groups between protein markers H-0,13 and B-0,18 with a number of biochemical and morphological features of cotton:

$$\begin{array}{l} Pr^{H-0,13} - Pr^{H-0,70} - F^{ch} - Pr^{H-0,23} - Per^{0,33} - Peel^W - F^{quality} - F^{length} - S^{weight} - Plant^{height} - Boll^{quantity} ; \\ Pr^{B-0,18} - Pr^{B-0,70} - F^{cb} - Pr^{B-0,15} - Per^{0,33} - Peel^W - F^{quality} - F^{length} - S^{weight} - Plant^{height} - Boll^{quantity} , \end{array}$$

where with dashes marked closely linked loci and without dashes - recombined loci;

Pr - Protein, the figure in the index is the electrophoretic mobility;  
 $F_c^h$  and  $F_c^b$  - loci encoding fuzz on the chalazal part of seeds *G.hirsutum* L. and *G.barbadense* L. ;  
 $Per^{0.33}$  - Peroxidase - (peroxidase);  
 $Peel^W$  - Peel weight - (skin weight);  
 $F^{quality}$  - fiber quality;  
 $F^{length}$  - fiber length -;  
 $S^{weight}$  - seed weight -;  
 $Plant^{height}$  - plant height;  
 $Boll^{quantity}$  - the number of boxes.

Protein markers H-0.13 and B-0.18 were also useful in studying the origin of amphidiploids *G.hirsutum* L., and *G.barbadense* L. [4]. It is assumed that cotton amphidiploids were formed by the fusion of the genomes of diploid species of the genomic group A (*G.herbaceum*) and the genomic group D (*G.raimondii*). When studying the protein spectrum of these groups of cotton, it turned out that representatives of cotton genomic group A do not contain protein markers H-0.13 and B-0.18, and representatives of cotton genome group D are divided by this trait into different groups. The type of cotton *G.raimondii* contains a protein with an electrophoretic mobility close to H-0.13, but differs from it in other parameters. Protein protein marker H-0,13 was found in the species *G.trilobum*, in species *G.thurberi* - B-0.18, other species of this genomic group simultaneously contain proteins identical in electrophoretic spectrum to proteins H-0.13 and B-0.18. Protein H-0,13 as in the species *G.hirsutum* L. and the species *G.trilobum* undergoes changes during their long-term storage. The electrophoretic mobility of the protein marker H-0.13 in long-stored seeds becomes identical with the protein B-0.18. Based on the data obtained, it can be assumed that the type of cotton *G.trilobum* from the genomic group D also participated in the formation of *G.hirsutum* L. and the type of *G.thurberi* in the formation of *G.barbadense* L.



**Figure 1.** Electrophoregrams of water-soluble (1 and 2) and buffered soluble (3 and 4) proteins of defatted cotton seed flour. (1 and 3 - *G. barbadense* L., 2 and 4 - *G.hirsutum* L.).

The second group of protein markers was found in the composition of the buffer-soluble fraction of proteins of defatted seeds after removal of the water-soluble fraction [13]. This group of markers consists of two electrophoretic components, both in *G.hirsutum* L. species and in varieties of *G.barbadense* L. and according to their electrophoretic mobility are designated by the symbols A, B, C and D. Protein markers H-0,13 and B-0,18 are detected both in the water-soluble fraction of defatted seeds and in the buffer-soluble fraction, however, proteins A, B, C and D - only in the buffer-soluble fraction (Fig. 1). The study of the buffer-soluble proteins of various varieties of cotton showed that *G.hirsutum* L. varieties in the

content of components A, B, C and D are polymorphic and are divided into groups containing AC, BD and BD + C, while *G. barbadense* L. contain only one group of proteins - AC. AC proteins in *G. hirsutum* L. species are found in Akala varieties and in varieties derived from them, as well as in the wild type cotton *G. hirsutum* L., *ssp. mexicanum* var. *nervosum*. The splitting of these proteins in generations of interspecies cotton hybrids depends on the combination of hybrids. There are combinations of hybrids in which the cleavage of the proteins AC and BD corresponds to normal monohybrid cleavage [13], with the loci encoding the proteins A and C on the one hand and B and D on the other are concatenated:

$$F_2 (AC \times BD) = AC + 2(AC+BD) + BD$$

In a number of combinations of hybrids in  $F_2$ , an anomalous cleavage occurs, up to the formation of various combinations:

$$F_2 (AC \times BD) = AC + (AC+BD) + BD + AD + AB + BC + A + B + C + D$$

The *G. hirsutum* L. cotton varieties derived from hybridization between *G. hirsutum* L. and *G. barbadense* L. show only protein AC markers.

The absence of protein markers of BD in the varieties of fine-grained *G. barbadense* L. seems to indicate the incompatibility of loci of protein markers B-0.18 and protein markers BD:



**Figure 2.** The interrelation of protein markers H-0,13, B-0,18 and buffer-soluble proteins A, B, C and D.

Conclusion. The identified protein markers are promising for the biotechnological characteristics of the cotton gene pool and its use in solving problems of plant breeding and seed production.

## REFERENCES

1. Yunuskanov Sh. Isolation and study of the chemical composition of cotton proteins / In the collection: Methods of physiological and biochemical studies of cotton. Tashkent.-1973.-P.28-54.
2. Yunuskanov Sh., Ibragimov A.P. Identification of protein markers of cotton seeds of the species *G. hirsutum* L. and *G. barbadense* L. and the study of the relationship between their inheritance and certain features // Genetika.-1984.-t.20.-No. 6.-P.989-997.
3. Yunuskanov Sh. The study of the inheritance of electrophoretic components of a water-soluble fraction of cotton seed proteins. // Genetika. 1990.-No. 26.-No. 1.-P.143-148.
4. Yunuskanov Sh., Ibragimov A.P. Proteins of cotton. Tashkent: Fan.-1988.-152 p.
5. Dzhaliilov B.D., Yunuskanov S., Davranov K.D., Yuldashev P.Kh., Ubaidullaev S. Structure, antigenic activity and biological properties of water-soluble marker proteins of cotton // Chemistry of Natural Compounds.-2003.-№3.- pp. 250-251.
6. Mukhamedzhanova D.A. Influence of irradiation of Co60 pollen on the heredity of cotton of the species *G. hirsutum* L. Autoref.can.diss., Tashkent.-1990.-24s.
7. Yunuskanov Sh., Abdurazakova Z.L. Inheritance of protein markers in a series of generations of interspecies cotton hybrids. Vavilov Journal of Genetics and Selection. 2016; 20 (5): 653-657. DOI 10.18699 / VJ16.160
8. Mukhamedzhanova D. Inheritance of the sign of dwarfism in cotton during irradiation of pollen. Genetics and cytoembryology of cotton. Tashkent: FAN, 1979, 78-81.
9. Abzalov M.F. Interaction of genes in cotton *G. hirsutum* L.- Tashkent: Phan, 2008.-p.124.
10. Yunuskanov Sh., Abdurazakova Z.L. The isogenic lines along the protein markers H-0,13 and B-0,18 of cotton. Uzb. Biol. journal. 2009; 1: 67-71.
11. Yunuskanov Sh., Abdurazakova Z.L. Revealing of interrelation of protein markers with agricultural valuable traits of cotton // Proceedings of the VII Moscow International Congress "Biotechnology: State of the Art and Prospects of Development" (March 19-22, 2013, Moscow, Russia), Moscow: JSC

“Expo-biochem-technologies”, D.I. Mendeleev University of Chemistry and Technology of Russia, 2013 –p. 435-436.

12. Yunuskanov Sh. Protein and isoenzyme markers related to economy-valuable signs of cotton // Proceedings of the VIII Moscow International Congress “Biotechnology: State of the art and prospects of development” March, 17 – 20 Moscow, Russia Part 2.- 2015. –p. 132-134
13. Yunuskanov Sh., Abdurakhimova N. Research of protein markers of cotton. XI // Uzb.biol.zh.-1991.- № 2.- S. 63-65.

Институт Генетики и экспериментальной биологии растений

Дата поступления  
14.12.2017

**Д.Д. АЛИЕВ, У.Х. АРИПОВ, У.Р. ХАКИМОВ**

**ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ КРОВИ КАРАКУЛЬСКИХ ЯГНЯТ РАЗНЫХ РАСЦВЕТОВ СУРХАНДАРЬИНСКОГО СУРА**

dilmurod.aliev.1968@mail.ru

Д.Д. Алиев, У.Х. Арипов, У.Р. Хакимов

**ҲАР ХИЛ РАНГБРАНГЛИКДАГИ СУРХАНДАРЁ СУР ҚОРАКЎЛ ҚЎЗИЛАР ҚОНИДА  
ФЕРМЕНТЛАРНИНГ ФАОЛЛИГИ**

Ҳар хил рангбарангликдаги сурхандарё сур қоракўл қўзилари қонида тирозин-аминотрансфераза ва пероксидаза миқдорлари бўйича тадқиқот натижалари мақолада келтирилган. Гомо гетероген жуфтлашлардан олинган қўзиларда ферментларнинг фарқлари, шу жумладан ҳаётчанлиги билан боғлиқликлари келтирилган.

**Калит сўзлар:** қоракўл қўйи, генетик полиморфизм, пероксидаза, тирозин – аминотрансфераза, рангбаранглик, ўзгарувчанлик, фермент.

Д.Д. Алиев, У.Х. Арипов, У.Р. Хакимов

**ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ КРОВИ КАРАКУЛЬСКИХ ЯГНЯТ РАЗНЫХ РАСЦВЕТОВ  
СУРХАНДАРЬИНСКОГО СУРА**

В статье приведены результаты исследований по содержанию пироксидазы и тирозин – аминотрансферазы в крови ягнят разных расцветок каракульских ягнят сурхандарьинского сура. Были выявлена разница этих ферментов у ягнят гомо и гетерогенного происхождения, а также взаимосвязь их с жизнеспособностью.

**Ключевые слова:** Каракульские овцы, генетический полиморфизм, пироксидаза, тирозин – аминотрансфераза, расцветка, изменчивость, фермент.

D.D. Aliyev, U.X. Aripov, U.N. Hakimov

**ENZYME ACTIVITY OF THE BLOOD OF THE KARAKULIAN LIGNS OF DIFFERENT COLORINGS OF  
THE SURKHANDARYA'S SUR**

The results of a study on the content of pyroxidase and tyrosine - aminotransferase in the blood of lambs of different colors of Karakul lambs of Surkhandarya sura are presented in the flock. There were differences in these enzymes in lambs homo and heterogeneous, and their relationship to viability.

**Key words:** Karakul sheep, genetic polymorphism, pyroxidase, tyrosine - aminotransferase, coloring, variability, enzyme.

Каракульское овцеводство является важной отраслью пустынного животноводства республик Центральной Азии. В настоящее время каракульская порода овец в связи с созданием новых окрасок и расцветок приобрела сложную структуру, то есть образовался внутривидовый генетический полиморфизм, вызванный эволюцией самой породы, с одной стороны, действием паратипических и генетических факторов с другой стороны.

Изучение сущности биологической природы продуктивности каракульских овец сурхандарьинского сура имеющего большой полиморфизма имеет большую актуальность.

**Цель и задачи.** Цель настоящего исследования является разработка научно обоснованных методов повышения эффективности каракульских овец, отбор животных по продуктивности и биологическим показателям. Задача исследования изучить изменчивости биохимических показателей крови каракульских овец разных расцветок и их возрастную изменчивость в связи с возрастом животного.

**Материалы и методы.** Экспериментальная часть работы проведена на чистопородных каракульских овцах окраски сур Сурхандарьинского породного типа платиновой, янтарной, бронзовой расцветок, а также черной окраски (контроль) полученных от расщепления при разведении овец сур разных расцветок в племенном заводе ООО «Боботог сури» (быв. п/з «Сайхан») Кумкурганского района Сурхандарьинской области. Подопытные животные были пробонитированы по уравненности согласно Инструкции по бонитировке каракульских ягнят с основами племенного дела (2010).

Биологическая оценка животных разных расцветок проводилась по определению биологически активных веществ – ферментов, в крови которые определяли общепринятыми методами? Цифровой материал был обработано по методике Н.А. Плохинского (1969).

**Результаты исследования.** Важным фактором роста и развития животных является интенсивность биохимических процессов, протекающих в различных органах и тканях растущего организма. В процессе роста в отдельные возрастные периоды обмен веществ проходит с различной интенсивностью. Пироксидаза окисление органических веществ в животном организме сводится, в конечном счете, к реакции окисления водорода органического веществ до воды. Выделяющаяся при дыхании углекислота представляет собой не продукт прямого окисления углевода органической молекулы, а результат тех изменений, которые молекула претерпевает вследствие окисления её водорода и которые способствуют выделению углекислого газа из изменений молекулы. Тирозин – аминотрансфераза катализируют процессы переаминирования в клетках тканей, благодаря которому становится возможным синтез одних аминокислот за счет других и одновременно создаются условия для использования аминокислот в качестве источника энергии.

В связи с этим меняется и уровень биохимических показателей. Результаты изучения возрастной изменчивости ферментов в крови зависимости от возраста животных, а также окраски и происхождения приведены в таблице 1.

Таблица 1.

**Возрастные изменения активности ферментов сыворотки крови подопытных гомогенных и гетерогенных ярок**

Возраст ярок (мес.)	Учено животных	Тип подбора по расцветке	Ферменты (Пероксидазы, Тирозин-аминотрансферазы. оп.ед.)	Янтарная M±m	Платиновая M±m	Бронзовая M±m	Антроцитовая M±m	Черная M±m
8-10 дней	16	Гомогенный	Пероксидазы	0,066±0,002	0,071±0,004	0,068±0,003	0,074±0,007	0,084±0,012
		Гетерогенный	Пероксидазы	0,054±0,004	0,064±0,003	0,064±0,011	0,073±0,008	0,086±0,009
		Гомогенный	Т-аминотр-зы	0,410±0,059	0,390±0,039	0,426±0,044	0,450±0,048	0,450±0,056
		Гетерогенный	Т-аминотр-зы	0,374±0,048	0,348±0,030	0,410±0,041	0,412±0,045	0,452±0,051
2,0-2,5	16	Гомогенный	Пероксидазы	0,176±0,008	0,186±0,012	0,168±0,024	0,215±0,028	0,286±0,024
		Гетерогенный	Пероксидазы	0,124±0,012	0,141±0,016	0,126±0,014	0,186±0,019	0,257±0,021
		Гомогенный	Т-аминотр-зы	0,358±0,026	0,366±0,035	0,326±0,028	0,375±0,030	0,388±0,036
4,0-4,5	14	Гетерогенный	Т-аминотр-зы	0,320±0,018	0,328±0,028	0,318±0,022	0,356±0,027	0,380±0,031
		Гомогенный	Пероксидазы	0,278±0,048	0,284±0,054	0,278±0,065	0,288±0,084	0,290±0,086
		Гетерогенный	Пероксидазы	0,276±0,054	0,281±0,049	0,274±0,066	0,287±0,086	0,298±0,081
		Гомогенный	Т-аминотр-зы	0,421±0,028	0,411±0,035	0,430±0,040	0,436±0,024	0,443±0,048
8,0-8,5	10	Гетерогенный	Т-аминотр-зы	0,426±0,036	0,408±0,048	0,427±0,058	0,466±0,054	0,438±0,057
		Гомогенный	Пероксидазы	0,308±0,019	0,342±0,028	0,309±0,048	0,324±0,027	0,378±0,046
		Гетерогенный	Пероксидазы	0,324±0,042	0,349±0,035	0,316±0,054	0,335±0,042	0,370±0,024
		Гомогенный	Т-аминотр-зы	0,780±0,047	0,698±0,021	0,792±0,058	0,801±0,057	0,821±0,052
		Гетерогенный	Т-аминотр-зы	0,796±0,028	0,726±0,057	0,807±0,045	0,827±0,048	0,845±0,039

Полученные данные показывает, что пероксидазная активность крови с возрастом увеличивается. Активность фермента тирозин – аминотрансферазы была взаимосвязано с происхождением, так как при рождении она имела у гомогенных ягнят 0,410 а гетерогенных ягнят составляла 0,374 оп. ед., что было больше на 0,036 такая же тенденция наблюдалась сверстниц других расцветок.

Следует отметить, что количество тирозин – аминотрансферазы в крови гомогенных и гетерогенных ягнят с возрастом увеличивается, разница между ними к отбивке ягнят уменьшается, а в 8 – 8,5 месячном возрасте изменчивость этого фермента увеличивается. Анализируя данных таблицы по содержания тирозин – аминотрансферазы в крови животных можно придти к выводу, что с потемнением расцветок каракуля его содержание в крови увеличивается.

Живая масса ягнят является одним из важных показателей определяющих продуктивность, жизнеспособность а также устойчивость организма к действиям окружающей среды. В отличие от других видов сельскохозяйственных животных. Живая масса каракульских ягнят наряду с другими хозяйственно полезными признаками имеет зависимость с товарными свойствами т.е. с площадью шкурки каракуля, чем больше площадь, тем ценнее шкурка. Данные по динамике живой массы животных разных расцветок от с рождения до отбивки приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Динамики живой массы ягнят разных окрасок и расцветок, кг (n=10)**

Расцветка и окраска	Возрастные периоды								
	При рождении			В возрасте 20-25 дней			При отбивке (4,0-4,5 мес.)		
	M±m	σ	C <sub>v</sub>	M±m	σ	C <sub>v</sub>	M±m	σ	C <sub>v</sub>
Янтарная	4,32±0,5	0,7	5,0	10,2±0,33	1,1	17,8	21,2±0,74	2,32	4,30
Платиновая	4,28±0,18	0,59	3,2	10,1±0,60	0,5	4,5	20,7±0,44	7,7	4,86
Бронзовая	4,50±0,44	1,42	1,5	10,7±1,09	3,5	7,6	22,5±0,52	1,62	0,52
Антроцитовая	4,42±0,36	0,86	4,3	10,9±0,78	2,8	8,9	22,4±0,88	4,8	1,78
Черная	4,56±0,28	1,48	2,6	11,2±0,79	3,4	4,6	22,8±1,74	3,15	2,76

Полученные данные показывают, что живая масса ягнят при рождении в контрольной группе (черная окраска) была больше чем у сверстниц окраски сур, такая же тенденция наблюдалось в при 20 – 25 дневном и в 4,0 – 4,5 месячном возрасте. Из данных таблицы следует, что существует тесная взаимосвязь живой массы с расцветкой ягнят сурхандарьинского сура.

**Заключение.** Результаты изучения по ферментативной активности крови каракульских ягнят разных расцветок сурхандарьинского сура показывают, что концентрация пероксидазы в крови ягнят гомогенного подбора по расцветкам было выше чем у ягнят гетерогенного подбора по происхождению содержание тирозин – аминотрансферазы в крови ягнят более темных расцветок было выше чем ярких, такая же тенденция наблюдалась и по живой массе, количество тирозин – аминотрансферазы было более высшие у ягнят с большей живой массой. Из этого можно сделать выводы, что этот фермент тесно взаимосвязан с жизнеспособностью, так как животные с более высокой живой массы имели высокий показатель жизнеспособности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абонеев, В.В. Биологическая разнокачественность молодняка овец разных пород и ее связь с энергией и составом прироста живой масс / В.В. Абонеев, Л.И. Чижова, Л.В. Беращенко // Овцы, козы, шерстяное дело. - № 4. – С. 71 – 74.
2. Быков, Д.А. Возрастная динамика изменения живой массы и гематологических показателей овец в типе тексель в зависимости от типа рождения / Д.А. Быков, Н.И. Владимирова // Алтайские село: Современное состояние, проблемы и перспективы социально – экономического развития: матер, межд. Научно-практической конференции – Барнаул, 2009 г. – С. 120 -124.
3. Витанова, О.И. Прогнозирование продуктивности молодняка овец с использованием групп крови: автореф. дис. ... канд. биол. наук / О.И. Витанова. – Ставрополь. 2005. – 38 с.
4. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников, М. “Колос”, 1969 Серебровский А.С. Селекция животных и растений. М., 1969.
5. Юсупов С. Ю., Базаров С., Олимов А. Расцветка окраски сур в потомстве линейных баранов – производителей. “Чўл-яйлов чорвачилигини модернизациялаш муаммолари”. Самарканд 2012. 42 – 45 бет.

# ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

Л.Н. ХАЛИЛОВА

## ФОРМИРОВАНИЕ НАДЗЕМНОЙ МАССЫ И КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА ПРИ ОРОШЕНИИ

sam-sattorov@yandex.ru

L.N. Khalilova

### SUG'ORILADIGAN YERLARDA EKISH MUDDATLARIGA BOG'LIQ HOLDA KUZGI BUG'DOY NAVLARINING YER USTI MASSASI VA ILDIZ TIZIMINING SHAKLLANISHI

Sug'oriladigan sharoitda ekish muddatlariga bog'liq holda kuzgi va bahori [ikki faslli] navlarining yer usti massasi va ildiz tizimining shakllanish xususiyatlari keltirilgan. O'simlikning ildiz bilan ta'minlanganligi barcha ekish muddatlarida tuplanishdan donning mum pishishigacha kamayib borganligi, yer usti massasi va ildiz massasining oshib borganligi aniqlangan. Maqbul ekish muddatlaridan ekishning kechikib borishi bilan o'simlikning ildiz bilan ta'minlanganligi, yer usti massasi va ildiz massasining kamayib borish qonuniyati kuzatilgan. Erta va kechki muddatlarda ekilgan o'simliklarga nisbatan maqbul muddatlarda ekilgan o'simliklarda yer usti massasi va ildiz tizimining katta bulishi kuzatilgan. Biologik bahori nav Hazirati Beshir uchun maqbul ekish muddati 11-oktyabr, biologik kuzgi nav Krasnodar-99 uchun 1-oktyabr ekanligi aniqlangan. Hazirati Beshir naviga nisbatan biologik kuzgi nav Krasnodar-99 navining ildiz tizimi kuchli rivojlangan.

Л.Н. Халилова

### ФОРМИРОВАНИЕ НАДЗЕМНОЙ МАССЫ И КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА ПРИ ОРОШЕНИИ

Приводятся особенности формирования надземной массы и корневой системы и озимой и яровой (двуручек) сортов пшеницы в зависимости от сроков посева в условиях полива. Установлено, по мере развития растений от кушения до восковой спелости зерна, надземная и корневая масса пшеницы при всех сроках посева увеличивается, корнеобеспеченность растений уменьшается. Наблюдается закономерное уменьшение надземной массы, массы корней и корнеобеспеченности растений от оптимального срока к позднему. Большая надземная масса и корневая система наблюдается при оптимальном сроке посева в отличие от раннего и позднего срока посева. Для биологически озимого сорта Краснодар 99 оптимальным сроком посева является 1 октября, а для биологически ярового сорта Хазирати Бешир - 11 октября. Корни биологически озимого сорта Краснодар 99 более мощно развиты, по сравнению с сортом Хазирати Бешир.

L.N. Khalilova

### FORMATION OF THE ABOVEGROUND MASS AND THE ROOT SYSTEM OF WHEAT VARIETIES, DEPENDING OF THE TIMING OF SOWING IN IRRIGATION

It has studied the features of forming aboveground mass and root system of winter and summer sort of wheat depending on timing of sowing and conditions of irrigation. It has conducted as the plant grows from tillering layering to waxy ripeness, aboveground seeds and root mass of the wheat in all terms of sowing increases, root security decreases. It is possible to observe the regular decrease of aboveground mass, mass of root and root security in optimal term of sowing moving to late term. Big amount of aboveground mass and root system are observed at the optimal term of sowing in contrast with early and late term of sowing. For biological winter sort of Krasnodar 99 the optimal term of sowing is 1<sup>st</sup> October and for biological spring sort of Khazirati Beshir is 11<sup>th</sup> of October. The roots of the sort Krasnodar 99 are much more strongly developed than the roots of the sort Khazirati Beshir.

**Актуальность темы.** В последние годы созданы новые сорта озимой пшеницы интенсивного типа, отзывчивые на удобрение и орошение. Их потенциальная урожайность 80-100 ц/га. Для использования потенциальной возможности новых сортов требуется разработать технологии возделывания, соответствующей почвенно-климатическим условиям зоны и биологическим особенностям сортов. Один из важнейших элементов технологии возделывания озимой пшеницы на поливе является срок посева. Сроки посева оказывает значительное влияние на рост, развитие, надземной массы, корневой системы, урожайности и качество зерна озимой пшеницы. Рост,

развитие корневой системы озимой пшеницы изучены в исследованиях (1;2;3;4). Однако не изучены особенности роста, развития корневой системы новых сортов озимой и двуручек (яровой) пшеницы в зависимости от сроков посева.

**Материалы и методики.** Полевые опыты проводились в Учебно-опытном хозяйстве Самаркандского сельскохозяйственного института в 2015-2016 гг. Объектом исследования являлись включенный в Государственный реестр сорт озимой пшеницы Краснодар-99 и сорт двуручки Хазирати Бешир. Опыты проводились в 4-х кратной повторности. Размер учетной площади делянки 50 кв.м. Почвы луговые. Пшеница высевались в сроках 15 сентября, 1 октября, 16 октября, 1 ноября. Нормы высева 5,0 млн всхожих семян/га. Предшественник озимая пшеница. В период вегетации влажность почвы поддерживались не ниже 70% от ППВ почвы (предельно полевой влагоемкости). Физиологическую оценку корневой системы пшеницы осеннего посева как органа поглощения в связи со сроками посева на основе учета объема, общей и активно поглощающей поверхности корней оценивали по адсорбции метиленовой синьки (Сабинин Д.А., Колосов И. И.).

**Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты опыта показывает, что сроки посева значительное влияние оказывают на развитие пшеницы. Надземная масса и корневая система в зависимости от сроков посева развивались по разному. Наибольшая корневая система развивается при ранних сроках посева. С запаздыванием посевов мощность корней и глубина их проникновения в почву при посеве после 16 октября к моменту наступления периода постоянных пониженных температур бывает не глубокая.

В наших исследованиях при поддержании влажности почвы не ниже 70% от ППВ у растений раннего срока посева к периоду прекращения осенней вегетации озимой пшеницы надземная масса растений, а также корней, корнеобеспеченность растений, общая и активно поглощающая поверхность корней превосходила растения оптимального и позднего сроков.

Таблица 1

**Влияние сроков посева на развитие надземной массы и корневой системы пшеницы к периоду прекращения осенней вегетации**

Дата	Сухая масса 100 растений, г.		Корнеобеспеченность, %	Поверхность корней, м <sup>2</sup>		Отношение активно поглощающей поверхности	
	корней	надземной части		общая	активно поглощающая	к общему, %	к массе корней, м <sup>2</sup> /г
<b>Краснодар 99</b>							
15.09	20,2	41,2	49,0	143,6	37,3	25,9	1,8
1.10	16,6	35,7	46,5	132,7	31,5	23,7	1,9
16.10	11,7	27,5	42,5	120,6	22,3	18,5	1,9
1.11	7,8	19,8	39,4	103,5	14,2	13,7	1,8
<b>Хазирати Бешир</b>							
15.09	17,1	36,5	46,8	136,3	39,3	28,9	2,3
1.10	14,6	31,0	47,1	128,9	35,6	27,6	2,4
16.10	10,8	24,6	43,9	115,2	27,4	23,8	2,5
1.11	6,7	16,3	41,1	96,6	15,7	16,2	2,3

Сухая надземная масса 100 растений пшеницы к периоду прекращения осенней вегетации сортов Краснодар 99 и Хазирати Бешир 15 сентября и 1 ноября соответственно составляла 41,2; 19,8 и 36,5; 16,3 г. Корнеобеспеченность в осенний период вегетации была наиболее высокой у сорта Краснодар 99. При посеве 15 сентября она составляла 49,0%, а 1 ноября 39,4%. Аналогичная закономерность наблюдалась и у сорта Хазирати Бешир. Отношение активной поглощающей поверхности корней к общей массе и к корню при раннем и позднем посеве были низкими в сравнении оптимальных сроков посева 1 и 16 октября (таблица 1).

Активно поглощающая поверхность корней была небольшой у растений сорта Краснодар 99, в сравнении с сортом Хазирати Бешир при прекращении осенней вегетации растений. В зависимости от сроков посева она колебалась соответственно по сортам Краснодар 99 и Хазирати Бешира от 37,3 до 14,2% и 39,3; 15,7%. И в осенний период вегетации активно поглощающая поверхность

корней у сорта Хазирати Бешир была выше по сравнению с сортом Краснодар 99. Аналогичная картина наблюдалась и по активно поглощающей поверхности корней к их массе. Это связано с биологическими особенностями сортов пшеницы.

В целом, уже ко времени ухода растений в зиму у них при раннем сроке посева 1 октября корневая система по массе общей и активной поглощающей поверхности превосходила растения позднего срока посева. Наиболее высокая была у них и надземная часть. Это связано с тем, что за разное по продолжительности время осенней вегетации растения поздних сроков посева не успели раскуститься и имели только зачатки узловых корней, а при ранних сроках к этому времени образовалась мощная надземная часть с хорошо развитыми узловыми корнями. Такие различия были и в фазе выхода пшеницы в трубку.

В фазе выхода в трубку темпы роста надземной массы, корневой системы были неодинаковыми. У сорта Краснодар 99 при позднем сроке посева (1.11) в сравнении с оптимальным сроком посева надземная часть 100 растений уменьшилась на 28,9, а корней - на 12,9 г. (таблица 2). Аналогичная закономерность наблюдалась и у сорта Хазирати Бешир. Корнеобеспеченность растений у обоих сортов при всех сроках посева в сравнении с осенней вегетацией снижалась. Этот показатель у сорта Краснодар 99 колебался от 31,3 до 26,9, у сорта Хазирати Бешир - от 37, до 22,7%.

Общая и активно поглощающая поверхность корней также повышается по сравнению с осенним периодом вегетации растений.

Таблица 2.

**Влияние сроков посева на развитие надземной массы и корневой системы пшеницы осеннего посева в фазе выхода в трубку**

Дата посева	Масса 100 растений		Корнеобеспеченность, %	Поверхность корней, м <sup>2</sup>		Отношение активно поглощающей поверхности	
	корней	надземной части		общая	активно поглощающая	к общему, %	к массе корней, м <sup>2</sup> /г
<b>Краснодар 99</b>							
15.09	35,6	113,4	31,3	235,8	80,6	34,2	2,3
1.10	32,1	108,1	29,6	229,5	76,1	33,1	2,4
16.10	28,5	96,5	29,5	202,1	70,3	34,8	2,5
1.11	22,7	84,5	26,9	183,9	48,6	26,4	2,1
<b>Хазирати Бешир</b>							
15.09	32,5	120,7	37,1	232,0	85,1	36,7	2,7
1.10	27,1	107,5	25,2	211,2	78,6	37,2	2,9
16.10	24,2	102,0	23,7	185,9	69,7	37,5	2,9
1.11	20,5	90,3	22,7	173,6	59,3	29,2	2,9

В фазе колошения в сравнении с фазой выхода в трубку надземная масса и масса корней повышаются, но корнеобеспеченность растений снижается. Наблюдается закономерное уменьшение надземной массы, массы корней и корнеобеспеченности растений от оптимального срока к позднему (таблица 2). Отношение активно поглощающей поверхности к общему по сравнению с фазой выхода в трубку повышается. Этот показатель по сорту Краснодар 99 в зависимости от сроков посева колеблется от 43,3 до 39,1%, по сорту Хазирати Бешир - от 36,7 до 29,2%. При раннем, а также при позднем сроках посева по сравнению с оптимальным сроком отношение активно поглощающей к общей снижается.

В фазе восковой спелости зерна корнеобеспеченность растений в сравнении с фазой колошения снижается. Большая надземная масса и корневая система наблюдается при оптимальном сроке посева. По мере запаздывания посева от оптимального срока надземная масса, масса корней и корнеобеспеченность растений у обоих сортов снижается.

В целом, в результате более высокой физиологической активности корневой системы, в основные периоды растения оптимального срока посева хорошо раскустятся и образуют более мощную надземную часть и следовательно формируют более высокий урожай.

Таким образом, для биологически озимого сорта Краснодар 99 оптимальным сроком посева является 1 октября, а для биологически ярового сорта Хазирати Бешир - 11 октября. В эти сроки

надземная и корневая масса, корнеобеспеченность и активно поглощающая поверхность корней больше, чем в остальные сроки посева.

Таблица 3.

**Влияние сроков посева на развитие надземной массы и корневой системы пшеницы осеннего посева в фазе колошения**

Дата посева	Масса 100 растений		Корне-обеспеченность, %	Поверхность корней, м <sup>2</sup>		Отношение активно поглощающей поверхности	
	корней	надземной части		общая	активно поглощающая	к общему, %	к массе корней, м <sup>2</sup> /г
<b>Краснодар 99</b>							
15.09	130,6	680	19,2	1320	570	43,3	4,6
1.10	125,2	654	19,1	1350	601	44,5	4,8
16.10	111,3	625	17,8	1314	544	41,4	4,9
1.11	100,5	571	17,6	1147	448	39,1	4,6
<b>Хазирати Бешир</b>							
15.09	105,5	670	15,7	1277	575	45,0	5,5
1.10	126,6	660	19,1	1584	785	49,6	6,2
16.10	120,9	625	19,3	1563	728	46,6	6,0
1.11	102,7	578	17,8	1362	579	42,5	5,6

Таблица 4.

**Влияние сроков посева на развитие надземной массы и корневой системы пшеницы осеннего посева в фазе восковой спелости зерна**

Дата посева	Сухая масса 100 растений, г		Корнеобеспеченность, %
	корней	надземной части	
<b>Краснодар 99</b>			
15.09	129,0	940	13,7
1.10	134,8	960	14,0
16.10	126,9	920	13,8
1.11	118,6	880	13,5
<b>Хазирати Бешир</b>			
15.09	120,1	875	13,8
1.10	131,9	920	14,3
16.10	134,7	988	13,6
1.11	120,6	910	13,2

Наблюдения за ростом корней пшеницы показали, что у сорта Краснодар 99 в осенний период развития корни наиболее глубоко проникают при посеве 1 октября. По мере запаздывания посева от 1 октября глубина проникновения корней снижается. Аналогичная картина наблюдается и у сорта Хазирати Бешир. В оптимальные сроки (1.10) корни сорта Краснодар 99 проникают до 156 см, а при поздних сроках (1.11) - до 90 см. У сорта Хазирати Бешир эти показатели соответственно составляли 140 и 65 см.

В весенний период развития пшеницы у сорта Хазирати Бешир корни наиболее глубоко проникают при сроке посева 1 октября. Надземная масса растений сорта Хазирати Бешир при посеве 15 сентября в зимний период значительно повреждалась и вследствие этого, эти явления отразились и на росте корней пшеницы.

Корни пшеницы наиболее глубоко проникают в фазе восковой спелости зерна. По сортам Краснодар 99 и Хазирати Бешир корни в фазе восковой спелости зерна наиболее глубоко проникают при сроке посева 1 октября.

В целом, корни биологически озимого сорта Краснодар 99 более мощно развиты, по сравнению с сортом Хазирати Бешир.

**Глубина проникновения корней пшеницы в зависимости от сроков посева, см.**

Дата посева	Фазы развития				
	прекращение вегетации	осенней	выход в трубку	колошение	восковая спелость
Краснодар 99					
15.09	156		208	250	258
1.10	138		184	228	236
16.10	115		160	204	207
1.11	90		132	172	175
Хазирати Бешир					
15.09	140		162	182	204
1.10	105		180	208	226
16.10	93		165	175	196
1.11	65		125	157	176

**Выводы.**

1. По мере развития пшеницы от кущения до восковой спелости зерна корнеобеспеченность растений снижается. Наблюдается закономерное уменьшение надземной массы, массы корней и корнеобеспеченности растений от оптимального срока к позднему. Большая надземная масса и корневая система наблюдается при оптимальном сроке посева.

2. В результате более высокой физиологической активности корневой системы сухой массы корней в основные периоды растения оптимального срока посева хорошо раскустятся и образуют более мощную надземную часть и, следовательно, формируют более высокий урожай. Для биологически озимого сорта Краснодар 99 оптимальным сроком посева является 1 октября, а для биологически ярового сорта Хазирати Бешир - 11 октября. В эти сроки надземная и корневая масса, корнеобеспеченность и активно поглощающая поверхность корней больше, чем в остальные сроки посева.

3. В осенний период развития корни пшеницы осеннего посева наиболее глубоко проникают при посеве 1 октября. По мере запаздывания посева от 1 октября глубина проникновения корней снижается. Корни пшеницы наиболее глубоко проникают в фазе восковой спелости зерна. По сортам Краснодар 99 и Хазирати Бешир корни в фазе восковой спелости зерна наиболее глубоко проникают при сроке посева 1 октября. Корни биологически озимого сорта Краснодар 99 более мощно развиты, по сравнению с сортом Хазирати Бешир.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Генкель П.А. (ред.) Физиология сельскохозяйственных растений. Том 4. Физиология пшеницы М.: МГУ, 1969. — 555 с. Отредактирован 14.04.16.
2. Ткалич И.Д., Демишев Л.Ф., Особенности формирования корневой системы озимой пшеницы под влиянием агротехнических приемов. 20 дек. 2004 г. [www.fruit-inform.com/ru/technology/grow/23112](http://www.fruit-inform.com/ru/technology/grow/23112).
3. Дорофеев Н.В., Пешкова А.А. Развитие корневой системы озимой пшеницы во время осенней вегетации // *Зерновое хозяйство*, 1997, № 3, С.14-16.
4. Халилов Н., Бобомирзаев П.Х. Селекция, семеноводства и технология возделывания пшеницы в Узбекистане. Самарканд:2014.- 430 с.

Самаркандский государственный университет

Дата поступления  
10.04.2017

# МУНДАРИЖА

## БИОХИМИЯ ВА БИОФИЗИКА

- С.Н. Гайибова, С. З. Омонтурдиев, В.Н. Сыров, Т.Ф. Арипов  
Каламуш аортасидан ажратиб олинган сегментларида цинарозидни вазорелаксант таъсирини ўрганиш ..... 3
- Г.Т. Абдуллаева, Э.Ж. Комилов, Н.Г. Абдулладжанова, М.И. Асраров  
Митохондрия моделида фенол бирикмаларнинг антиоксидантлик таъсирини ва кимёвий тузилишига боғлиқлиги ..... 6

## ОДАМ ВА ХАЙВОНЛАР ФИЗИОЛОГИЯСИ

- Н.А. Tsiferova, P.G. Merzlyak, R.Z. Sabirov  
Sichqon peritoneal makrofagdagı hajmga bog`liq anion kanalining selektivligini o`rganish ..... 12
- Д.Д. Файзиев, С.И. Рустамова, О.Ж. Хамидова, Х.А. Юлдашев, Р.Ш. Курбанназарова, П.Г. Мерзляк, Р.З. Сабилов  
Тимоцитлар ҳажм бошқарилиш системасига глицирризин кислотасининг таъсир механизминини ўрганиш ..... 17
- Ф.А. Салимова, С.И. Рустамова, В.Н. Сыров, З.А. Хушбактова, Д.М. Саидходжаева, Р.Ш. Курбанназарова, П.Г. Мерзляк, Р.З. Сабилов  
Гипоосмотик стресс шароитида тимоцитлар ҳажм бошқарилишига фитоэксдистероидларнинг таъсирини ўрганиш..... 20
- Д.Д. Алиев, У.Х. Арипов, М.Ш. Исмоилов  
Келиб чиқиши ҳар хил бўлган тажриба гуруҳ кўзиларининг биологик хусусиятлари..... 25

## МИКРОБИОЛОГИЯ

- З.А. Кадирова, Ш.С. Ташмухамедова, Р.Х. Мажидова  
*Physalis alkekengi* дан ўсимлик вирусларини ажратиб олиш..... 29
- Б.А. Хасанов, А.А. Сафаров  
Ўсимликларда касаллик кўзгатувчи инвазив турлар (I). ..... 32

## БОТАНИКА

- А.С.Бобаева, А.Раббимов  
Гипсли Қарнабчўл шароитида бояличнинг ўсиши ва ривожланиши хусусиятлари..... 38

## ЗООЛОГИЯ

- Б.Н. Отакулов, Х.Т. Боймуродов  
*Sinanodonta*, *Colletopterum*, *Corbicula* ва *Corbiculina* уруғлари турлари иккипаллали моллюскаларнинг сапроблик индекси ..... 41
- Е. Гинатуллина, У. Мирзаев, З. Мустафаева  
Сувнинг минерализацияси таъсирида Айдар-Арнасой кўллар тизими зоопланктон жамоаларини сукцессияси: ретроспектив шарҳ ..... 43

## ГЕНЕТИКА ВА МОЛЕКУЛЯР БИОЛОГИЯ

- Ш. Юнусханов, З. Абдуразакова, И. Курбанбаев, А. Нариманов  
Ғўзанинг *G.hirsutum* L. and *G.barbadense* L турларидаги оксил маркерлари. .... 49
- Д.Д. Алиев, У.Х. Арипов, У.Р. Хакимов  
Ҳар хил рангбарангликдаги сурхандарё сур қоракўл кўзилар қонида ферментларнинг фаоллиги ..... 53

## ТУПРОҚШУНОСЛИК ВА АГРОХИМИЯ

- Л.Н. Халилова  
Суғориладиган ерларда экиш муддатларига боғлиқ холда буғдой навларининг ер усти массаси ва илдиз тизимининг шаклланиши ..... 56

# ОГЛАВЛЕНИЕ

## БИОХИМИЯ И БИОФИЗИКА

- С.Н. Гайибова, С.З. Омонтурдиев, В.Н. Сыров, Т.Ф. Арипов  
Изучение вазорелаксантного действия цинарозида на изолированных сегментах  
аорты крысы ..... 3
- Г.Т. Абдуллаева, Э.Ж. Комилов, Н.Г. Абдулладжанова, М.И. Асраров  
Взаимосвязь между химической структурой и антиоксидантным действием фенольных  
соединений на модель митохондрий ..... 6

## ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА

- Н.А. Циферова, П.Г. Мерзляк, Р.З. Сабиров  
Селективность объем-зависимого анионного канала в перитонеальных макрофагах мыши . 12
- Д.Д. Файзиев, С.И. Рустамова, О.Ж. Хамидова, Х.А. Юлдашев, Р.Ш. Курбанназарова, П.Г.  
Мерзляк, Р.З. Сабиров  
Изучение механизма действия глицирризиновой кислоты на регуляцию объема тимоцитов 17
- Ф.А. Салимова, С.И. Рустамова, В.Н. Сыров, З.А. Хушбактова, Д.М. Саидходжаева,  
Р.Ш. Курбанназарова, П.Г. Мерзляк, Р.З. Сабиров  
Исследование влияния некоторых фитоэкдистероидов на регуляцию объема тимоцитов  
при гипоосмотическом стрессе ..... 20
- Д.Д. Алиев, У.Х. Арипов, М.Ш. Исмоилов  
Биологические особенности ягнят подопытных групп различного происхождения..... 25

## МИКРОБИОЛОГИЯ

- З.А. Кадирова, Ш.С. Ташмухамедова, Р.Х. Мажидова  
Выделение растительного вируса из *Physalis alkekengi* и получение чистого препарата ..... 29
- Б.А. Хасанов, А.А. Сафаров  
Инвазивные возбудители болезней растений (I). ..... 32

## БОТАНИКА

- А.С.Бобаева, А.Раббимов  
Особенности роста, развития боялыша - *Salsola arbuscula Pall.* в условиях  
гипсовой пустыни Карнабчуль..... 38

## ЗООЛОГИЯ

- Б.Н. Отакулов, Х.Т. Боймуродов  
Индекс сапробности двустворчатых моллюсков рода *Sinanodonta*, *Colletopterum*,  
*Corbicula* и *Corbiculina* ..... 41
- Е. Гинатуллина, У. Мирзаев, З. Мустафаева ..... 43  
Сукцессия зоопланктонных сообществ Айдар-Арнасайской системы озер под влиянием  
минерализации воды: ретроспективный обзор..... 43

## ГЕНЕТИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

- Ш. Юнусханов, З. Абдуразакова, И. Курбанбаев, А. Нариманов  
Белковые маркеры хлопчатника видов *G.hirsutum L.* и *G.barbadense L.* ..... 49
- Д.Д. Алиев, У.Х. Арипов, У.Р. Хакимов ..... 53  
Ферментативная активность крови каракульских ягнят разных расцветок  
сурхандарьинского сура..... 53

## ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

- Л.Н. Халилова  
Формирование надземной массы и корневой системы сортов пшеницы в зависимости  
от сроков посева при орошении ..... 56

# CONTENTS

## BIOCHEMISTRY AND BIOPHYSICS

- S.N. Gayibova, S.Z. Omonturdiyev, V.N. Syrov, T.F. Aripov  
Vasorelaxant effect of Cynaroside on rat aortic rings ..... 3
- G.T. Abdullayeva, E.J. Komilov, N.G. Abdullajanova, M.I. Asrarov  
Structure-antioxidant activity relationship of Phenolic compounds on Mitochondrial models..... 6

## ANIMALS AND HUMANS PHYSIOLOGY

- N.A. Tsiferova, P.G. Merzlyak, R.Z. Sabirov  
Selectivity of the volume-sensitive anion channel in mouse peritoneal macrophages ..... 12
- D.D. Fayziev, O.J. Khamidova, S.I. Rustamova, Kh.A. Yuldashev, R.S. Kurbannazarova, P.G. Merzlyak, R.Z. Sabirov  
Study of the mechanism of effects of Glycyrrhizic acid on volume regulation in Thymocytes ..... 17
- F.A. Salimova, S.I. Rustamova, V.N. Syrov, Z.A. Khushbaktova, D.M. Saidxodjayeva, R.Sh. Kurbannazarova, P.G. Merzlyak, R.Z. Sabirov  
Effect of Phytoecdysteroids on the volume regulation of Thymocytes under Hypoosmotic stress . 20
- D.D. Aliyev, U.X. Aripov, M.Sh. Ismoilov  
Biological peculiarities of lagging different groups of different origins ..... 25

## MICROBIOLOGY

- Z.A. Kadirova, Sh.S. Tashmuxamedova, R.X. Madjidova ..... 29  
Isolation of plant virus from *Physalis alkekengi* and obtaining pure preparation ..... 29
- B.A. Khasanov, A.A. Safarov  
Invasive species that cause plant diseases (I). ..... 32

## BOTANY

- A.C. Boboeva, A. Rabbimov  
Growth and development characteristics of *Salsola arbuscula* Pall in the condition of Karnabchul gypsous desert ..... 38

## ZOOLOGY

- B.N. Otakulov, Kh. Boymurodov  
Purity index of types of bilobated mollusks' seeds of *Sinanodonta*, *Colletopterum* and *Corbiculina* ..... 41
- E. Ginatullina, U. Mirzaev, Z. Mustafaeva  
Succession of Zooplankton communities of the Aydar-Arnasai lake system influenced by salinity: Retrospective review ..... 43

## GENETICS AND MOLECULAR BIOLOGY

- Sh. Yunuskhonov, Z. Abdurazakova, I. Kurbanbaev, A. Narimanov  
Protein Markers in Cotton Species *G.hirsutum* L. and *G.barbadense* L. .... 49
- D.D. Aliyev, U.X. Aripov, U.N. Hakimov  
Enzyme activity of the blood of the Karakulian lings of different colorings of the Surkhandarya's sur ..... 53

## SOIL SCIENCE AND AGRICULTURAL CHEMISTRY

- L.N. Khalilova  
Formation of the aboveground mass and the root system of wheat varieties, depending of the timing of sowing in irrigation ..... 56

## **Правила оформления статей для Узбекского биологического журнала**

Узбекский биологический журнал публикует оригинальные и обзорные статьи.

Статьи, представленные в редакцию, должны отвечать следующим требованиям:

1. Статьи принимаются на русском и английском языках. Статья должна быть не более 10 страниц (обзорные – до 15 стр.) компьютерного текста набранного в текстовом редакторе MicrosoftWord или RTF, отпечатанного через 1,5 интервала, шрифт Times New Roman, кегль 14. Поля сверху и снизу 2 см, слева 3 см, справа 1,5 см, отступ 1,25 см. Страницы нумеруются единой нумерацией, включая таблицы, рисунки и литературу. Таблицы и рисунки (черно-белые) размещаются внутри текста.
2. В редакцию журнала сдаются (или можно по электронной почте e-mail: [atabekovi@mail.ru](mailto:atabekovi@mail.ru).) твердая копия и эл. вид статьи. Рукопись должна быть подписана всеми авторами и представлена в укомплектованном виде: сопроводительное письмо от организации, в которой выполнена работа, сама статья, экспертное заключение, отзывы на статью внешнего и внутреннего рецензентов (по 1 экз.).
3. Порядок оформления статьи: инициалы и фамилии авторов; название статьи; название учреждения (учреждений); e-mail контактного лица одного из авторов; аннотации (6-10 строк на узбекском, русском и английском языках с *ключевыми словами*), текст статьи (должен включать Введение, Материалы и методы, Результаты, Заключение), Литература (оформление как в последних номерах журнала).
4. Статьи принимает ответственный секретарь журнала Атабеков Икрам Урманович с 12 часов дня по адресу: Ташкент, ул. акад. Я. Гулямова, 70. Здание Президиума АН РУз. Комн. 244. Телефон: (+99871) 232 11 81.

С содержанием и статьями вышедших номеров журнала можно ознакомиться в рубрике «Издания» на сайте Академии наук РУз.: <http://www.academy.uz>

**Редколлегия журнала**