

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ПОВОЛЖСКИЙ РЕГИОН

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

№ 4 (4)

2013

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

<i>Severinovskaya E. V., Zaichenko E. Yu.</i> The state of central nervous system under radiation-chemical loading	5
<i>Ильина Н. Л.</i> Альфа-ритм мозга как показатель адаптированности к спортивной деятельности и влияние индивидуальной дыхательной программы «Омега» на его стабилизацию	18
<i>Маренков О. Н., Федоненко Е. В., Габибов М. М., Абдуллаева Н. М.</i> Развитие гонад леща (<i>Abramis brama</i> Linnaeus, 1758) в условиях Запорожского водохранилища	25
<i>Стойко Т. Г., Бурдова В. А., Мазей Ю. А.</i> Зоопланктонные сообщества заболочивающихся озер возвышенности «Сурская шишка» (Среднее Поволжье)	36
<i>Стойко Т. Г., Мазей Ю. А.</i> Наземные моллюски средней тайги (бассейн реки Большая Порожня, Печоро-Илычский биосферный заповедник)	45
<i>Ермаков А. С., Ермаков О. А.</i> Изменчивость эндолатеральной зубной формулы украинской миноги <i>Eudontomyzon mariae</i> (Пензенская область, Волжский и Донской бассейны)	54
<i>Наумов Р. В., Кузьмин А. А., Титов С. В.</i> Особенности экологии и современное распространение степного сурка (<i>Marmota bobak</i> Müller, 1776) в Самарской области: предварительные данные	60
<i>Смирнов Д. Г., Вехник В. П., Курмаева Н. М., Баишев Ф. З.</i> Использование кормовых участков и убежищ <i>Eptesicus nilssonii</i> на Самарской Луке	69
<i>Добролюбова Т. В., Якушов В. Д.</i> Население прямокрылых насекомых в окрестностях села Волхонцино Пензенского района Пензенской области	76

ХИМИЯ

<i>Муковоз П. П., Тарасова В. А., Карманова О. Г., Козьминых В. О.</i> Строение и таутомерия 1,6-диалкилзамещенных 1,3,4,6-тетраоксосистем и их ближайших азоаналогов (обзор)	91
---	----

<i>Муковоз П. П., Баталов В. И., Савастеева А. В., Журлов О. С.</i> Особенности масс-фрагментации биологически активных алкилбензен-1,3-диолов	108
<i>Павлова Х. А., Зуев А. А., Соловьев М. Е.</i> Влияние тепловой обработки на свойства адгезионных соединений на основе хлоропренового каучука	118

ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

<i>Левин В. И.</i> Из истории биологии и медицины. Профессор И. А. Кассирский	123
--	-----

UNIVERSITY PROCEEDINGS
VOLGA REGION

NATURAL SCIENCES

№ 4 (4)

2013

CONTENTS

BIOLOGY

- Severinovskaya E. V., Zaychenko E. Yu.* The state of central nervous system under radiation-chemical loading 5
- Il'ina N. L.* Brain alpha rhythm as an indicator of adaptivity to sport and influence of «Omega» respiratory program on stabilization thereof 18
- Marenkov O. N., Fedonenko E. V., Gabibov M. M., Abdullaeva N. M.* Development of the gonads of breams (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) in the Zaporozhskoe reservoir conditions 25
- Stoiko T. G., Burdova V. A., Mazei Yu. A.* Zooplankton communities of boggy lakes in the «Surskaya shishka» highlands (middle Volga territory) 36
- Stoiko T. G., Mazei Yu. A.* Terrestrial mollusks of middle taiga (Bolshaya Porozhaya river basin, Pechora-Ilych biosphere reserve) 45
- Ermakov A. S., Ermakov O. A.* Variability of the endolateral teeth formula of ukrainian brook lamprey *Eudontomyzon mariae* (Penza region, Volga and Don basins) 54
- Naumov R. V., Kuz'min A. A., Titov S. V.* Ecological features and present-day distribution of bobak marmots (*Marmota bobak* Müller, 1776) in Samara region: preliminary data 60
- Smirnov D. G., Vekhnik V. P., Kurmaeva N. M., Baishev F. Z.* Foraging sites and shelters used by *Eptesicus nilssonii* in Samarskaya Luka 69
- Dobrolyubova T. V., Yakushov V. D.* Orthopterous insects on the outskirts of Volkhonshchino village (Penza region) 76

CHEMISTRY

- Mukovoz P. P., Tarasova V. A., Karmanova O. G., Koz'minykh V. O.* Structure and tautomerism of 1,6-dialkylsubstituted 1,3,4,6-tetraoxosystems and closest azo analogues thereof (review) 91
- Mukovoz P. P., Batalov V. I., Savasteeva A. V., Zhurlov O. S.* Features of mass-fragmentation of biologically active alkylbenzene-1,3-diols 108

Pavlova Kh. A., Zuev A. A., Solov'ev M. E. Impact of heat treatment
on properties of adherence junctions on the basis of chloroprene rubber 118

HISTORY OF NATURAL SCIENCES

Levin V. I. From the history of biology and medicine.
Professor I. A. Kassirsky 123

УДК 612.82:612.08+591.044+591.512+591.513+577.34:615.322

E. V. Severinovskaya, E. Yu. Zaychenko

THE STATE OF CENTRAL NERVOUS SYSTEM UNDER RADIATION-CHEMICAL LOADING

Abstract. *Background.* The problem of superficial and underground water pollution in the Dnepr river basin (Ukraine) relates to the industrial emission of heavy metals and with the functioning of enterprises of nuclear-fuel cycle. As a result, there is the critical hydroecological situation concerning basic drink-water source of the country. *Materials and methods.* The real conditions of wild life in the district of primary nuclear-fuel cycle (PNC) functioning were simulated. Each group of laboratory rats received its kind of influence during 25 days: irradiation (0,25 Gy), solution of heavy metal salts (lead, cadmium, cobalt, copper, zinc) in the real doses for the industrial Prydneprovsky region (2 MPC for superficial waters for each metal), combination of these factors, water from Zholtaya river, characterized with high radionuclide contamination, and from the "R" tail-storage (the district of PNC enterprises). Such parameters as animal behavior in the «open field», brain cortex bioelectric activity, active and passive streams of potassium ions in cortex slices were registered. *Results.* The research results showed that behavior of the animals, that drank water from Zholtaya river and from the "R" uranium tailing-storage, differed from the control with their heightened mobility in the «open field»: shortening the time of immobility in one place, increasing general horizontal activity in the case of Zholtaya river and increasing vertical components of locomotor activity with water from the tail-storage. At the level of the central nervous system (CNS) the functioning disorders are displayed in disorganization of brain cortex bioelectric activity: expressed swings of frequency fluctuation in all diapasons, with a shift towards high-frequency constituents. This is the sign of CNS activating with irritation displays. At the same conditions active and passive streams of potassium ions in cortex slices decreased, however the high efficiency of active transport was marked. It is substantial for stabilization of homeostasis in the conditions of hypoergic state which is characteristic for the radiation-exposed organism. The animals which consumed heavy metal salts differed from the control with disorderly hyperactivity during their testing in the "open field". Weakening of the α -similar rhythm of neocortex testified to CNS transition into the mode of increased automatism of functioning; this state could lead to the animals' nervous centers exhaustion. In these conditions passive streams of potassium ions increased and the efficiency of active transport declined. Combined radiation-chemical factors induced heightened mobility of the rats in the «open field» concerning both its horizontal and vertical indexes. Also their action reduced contragradient transport of potassium ions together with the efficiency of Na, K-pump work and lead to the ECoG enrichment with the high-frequency constituents. *Conclusions.* Obtained results regarding the effects of water from Zholtaya river and from the "R" tailing-storage (the district of PNC enterprises) gave the evidence of the tense state of homeostasis systems and displayed separate features of influence of the radiation, chemical agents or their combination. Thus, model experiments showed that changes in an organism caused by water from the district of uranium ores processing are analogous to the results of the radiation-chemical factors action.

Key words: heavy metals, radiation, CNS functioning, behavioral tests, ECoG (electrocorticogram), Na,K-pump, passive and active streams of potassium ions, MPC (maximum permissible concentration).

Е. В. Севериновская, Е. Ю. Зайченко

СОСТОЯНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

Аннотация. *Актуальность и цели.* Проблема загрязнения поверхностной и подземной воды в бассейне реки Днепр (Украина) связана с промышленными выбросами тяжелых металлов и с функционированием предприятий ядерно-топливного цикла. В результате сложилась критическая гидроэкологическая ситуация в отношении основного источника питьевого водоснабжения страны. *Материалы и методы.* В опытах были смоделированы реальные условия пребывания животных в районе функционирования первичного ядерно-топливного цикла (ПЯЦ). Каждая группа лабораторных крыс в течение 25 дней получала свой вид воздействия: облучение (0,25 Гр), раствор солей тяжелых металлов (Pb, Cd, Cu, Co, Zn) в реальных для промышленного Приднепровского региона дозах (2 ПДК для поверхностных вод для каждого металла), сочетание этих факторов, воду из р. Желтая, которая характеризуется высокой загрязненностью радионуклидами, и из хвостохранилища «Р» (район предприятий ПЯЦ). Регистрировали такие параметры, как поведение животных в «открытом поле», биоэлектрическая активность коры головного мозга, активные и пассивные потоки K^+ в срезах коры мозга. *Результаты.* Результаты исследования показали, что поведение животных, которые пили воду из р. Желтая и из хвостохранилища «Р», отличалось от контроля повышенной подвижностью в «открытом поле»: сокращение времени замирания на одном месте, повышение общей горизонтальной активности в случае р. Желтая и увеличение вертикальной компоненты двигательной активности – с водой из хвостохранилища. На уровне центральной нервной системы (ЦНС) расстройства функций отображаются в дезорганизации биоэлектрической активности коры головного мозга: выраженные колебания частоты во всех диапазонах со сдвигом к высокочастотным составляющим. Это признак активации ЦНС с ирритационными проявлениями. В тех же условиях активные и пассивные потоки K^+ в срезах коры снизились, однако была выявлена высокая эффективность активного транспорта, которая имеет большое значение для стабилизации гомеостаза в гипозэргическом состоянии, характерном для облученного организма. Животные, которые получали соли тяжелых металлов, отличались от контрольных беспорядочной гиперактивностью во время тестирования в «открытом поле». Ослабление α -подобного ритма коры головного мозга свидетельствовало о переходе ЦНС в режим повышенного автоматизма функционирования; это состояние может приводить к истощению нервных центров животных. В этих условиях пассивные потоки K^+ возросли, а эффективность активного транспорта снизилась. Комбинация радиационно-химических факторов вызывает повышение мобильности крыс в «открытом поле», касающееся как ее горизонтальных, так и вертикальных индексов. Также их действие снижает контраградиентный транспорт K^+ и КПД работы Na^+ , K^+ -насоса и приводит к обогащению ЭЭГ высокочастотными составляющими. *Выводы.* Полученные результаты, касающиеся эффектов воды из р. Желтая и из хвостохранилища «Р», указали на напряженное состояние систем гомеостаза и воздействие радиации, химического агента или их комбинации. Таким образом, модельные эксперименты показали, что изменения в организме, вызванные водой из района переработки урановых руд, аналогичны результатам действия радиационно-химических факторов.

Ключевые слова: тяжелые металлы, радиация, функционирование ЦНС, поведенческие тесты, ЭКОГ (электрокортикограмма), Na,K-насос, пассивные и активные потоки ионов калия, ПДК (предельно допустимые концентрации).

Results of the long-term ecological monitoring [1–3] testify to the considerable levels of contamination both of Prydneprovsky region territory and of the main drinking water artery of the Ukraine – Dnieper river – with radiation and chemical agents. This pollution is the reason of the substantial anthropogenic radiation-chemical load on human organisms. Consequently it creates conditions for development of genetic, carcinogenic, teratogenic and other kinds of risks [4–8]. The urgency of this problem impelled us to begin investigations concerning the mechanism of development of adaptation-compensating reactions of an organism in the conditions of complex influence of real levels of the most dangerous and widespread heavy metals polluting of superficial waters (lead, cadmium, copper, cobalt, zinc) together with radiation loading, that is characteristic for habitants of the most territories of Ukraine.

Now the information about the effects of combined influence of radiation and other environmental damaging factors on an organism is not enough. Insignificant attention is paid to the questions of finding and discovery of mechanisms of radiation-chemical influence. Therefore actuality and expedience of these research directions are obvious. Considering great number of people who suffer from accidents at nuclear power stations, the identification of molecular and functional mechanisms of damages and the recovery of adaptive possibilities of organism have the outstanding medical-social sense. In addition, such investigations are necessary for creation of pharmacological protective preparations and for minimization of radiation-chemical influence on organisms of people who live on polluted territories.

Materials and methods

The real conditions of animals stay in the district of primary nuclear-fuel cycle (PNC) functioning were simulated. Each group of laboratory rats got its kind of influence during 25 days: irradiation (0,25 Gy), solution of heavy metal salts (lead, cadmium, cobalt, copper, zinc) in the real doses for the industrial Prydneprovsky region (2 MPC for superficial waters for each metal), combination of these factors, water from Zholtaya river, characterized with high radionuclide contamination, and from the “R” tail-storage (the district of PNC enterprises). Such parameters as animal behavior in the «open field», brain cortex bioelectric activity, active and passive streams of potassium ions in cortex slices were registered.

Results and Discussion

Behavior of animals in the «open field»

Currently it is obvious that even very low doses of radiation initiate visible structural and functional changes in the central nervous system. It is reflected upon the integral level of the whole organism and upon the level of separate cells and their constituents. The action of ionizing radiation causes development of unspecific reactions of an organism, related to the activation of hypothalamo-hypophyseal-suprarenal system, the strengthening of expression of rapid reaction proteins, the change of energy metabolism in brain [6–7]. However, all these changes can cause specific effects in the nervous system in future [8].

The majority of pollutants are able to accumulate in tissues; this fact results in disturbances of clinical, morphological and biochemical status of an organism [9–14]. Toxic action of different alterogens is more frequently realized through the CNS.

The behavior of the animals, that drank water from Zholtaya river, characterized with high radionuclide contamination, differed from the control with their heightened mobility in the «open field»: it was expressed in increasing general horizontal activity and in shortening the time of immobility in one place (fig. 1).

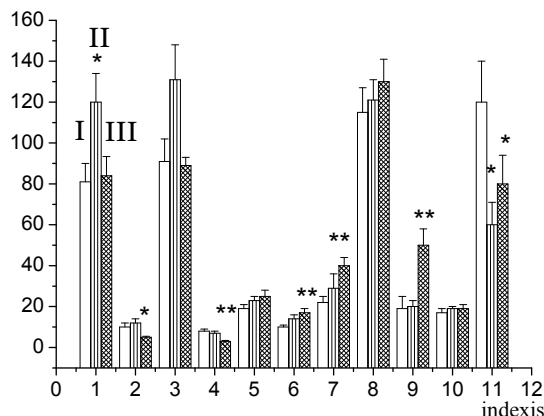


Fig. 1. Indexes of the behavior reactions in the «open field» of the rats drunk the river water. Comment: I – the results of control animals testing (n = 20); II – the testing results of the animals drunk water from Zholtaya river (n = 10); III – the testing results of the animals drunk water from the “R” tail-storage (n = 10); on the X-axis – indexes of behavior reactions of animals: 1 – amount of the visited external squares; 2 – amount of the visited internal squares; 3 – general horizontal activity; 4 – frequency of the visits to internal squares; 5 – amount of vertical positions; 6 – amount of grooming behavior moments; 7 – general vertical activity; 8 – general locomotor activity; 9 – duration of grooming behavior, sec; 10 – amount of the visited burrows; 11 – time of animal freezing behavior, sec; on the Y-axis – the average value of indexes in proper units.

Significant distinctions from the control: * – P < 0,05, ** – P < 0,01

The psychoemotional pattern of behavior reactions of the animals that drank water from the “R” tail-storage (from the district of primary nuclear-fuel cycle functioning) shown itself in the reliable diminishment of the amount and frequency of animal visits to the internal squares and in the increase of vertical components of locomotor activity (see fig. 1). The further research of this water showed that the total dose of irradiation that the animals had got was 0,25 Gy.

Separate group of animals drank the water loaded with mixture of salts of heavy metals in concentrations of 2 MPC for superficial waters for each metal ($\text{CdNO}_3 - 3,1 \times 10^{-6} \text{ g/l}$, $\text{Pb(NO}_3)_2 - 9,58 \times 10^{-5} \text{ g/l}$, $\text{CuSO}_4 - 7,8 \times 10^{-3} \text{ g/l}$, $\text{CoSO}_4 - 9,52 \times 10^{-3} \text{ g/l}$, $\text{ZnSO}_4 - 5 \times 10^{-3} \text{ g/l}$). These concentrations approximately correspond to the levels of contamination by these elements of water-bodies in Prydneprovsky region. The behavior of this group substantially differed from the control as well. Its locomotor activity was multiplied: the horizontal one – by 1,7 times (with the advantage of visits to the internal field), the vertical one – by 2,36 times (mainly vertical positions) and the general locomotor activity – by 1,85 times in relation to the control (fig. 2).

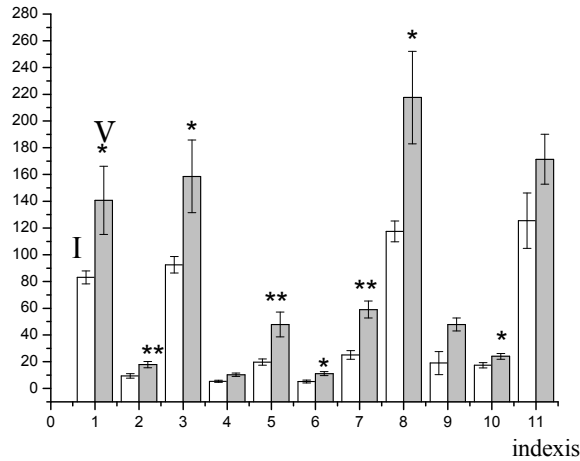


Fig. 2. Indexes of the behavior reactions of the rats drunk the solution of heavy metals ($n = 20$). Comment: the results of control animals testing (I), the testing results of the animals drunk water with the mixture of heavy metal salts (VI); on the X-axis there are indexes of behavior reactions of animals as to the fig. 1; on the Y-axis – the average value of indexes in proper units. Significant distinctions from the control: * – $P < 0,05$, ** – $P < 0,01$, *** – $P < 0,001$

Research of the complex influence of irradiation in 0,25 Gy dose and the mixture of heavy metals upon rat behavior in the «open field» showed that the general horizontal activity of the experimental animals substantially increased due to their visits both to the external field and to the internal one (fig. 3). The amounts of vertical positions and of grooming behavior moments increased, the time of animal freezing in one place diminished.

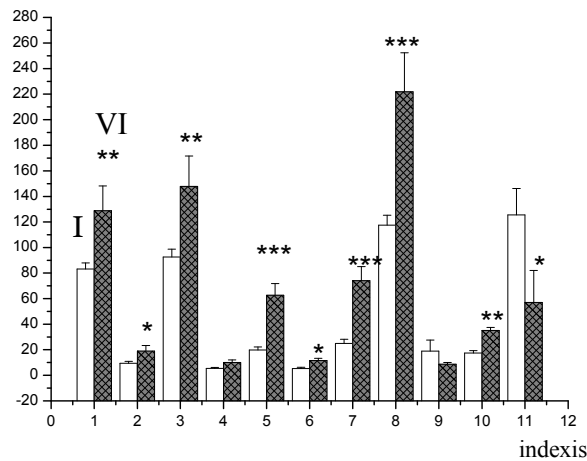


Fig. 3. Indexes of the behavior reactions of the rats which were under the combined effects of radiation-chemical factors ($n = 20$). Comment: the results of the control animals testing (I), the testing results of the animals which were under the complex influence of radiation-chemical factors (IX); on the X-axis there are indexes of animal behavior reactions, the designation is as to the fig. 1; on the Y-axis – the average value of indexes in proper units. Significant distinctions from the control: * – $P < 0,05$, ** – $P < 0,01$, *** – $P \leq 0,001$

On the whole, the behavior of the rats of this group was characterized by higher disorderly activity. The findings are the evidence of activation of nervous processes at the CNS level and of apprehensive state weakening in animals.

Research of bioelectric activity of rat cortex locomotor area under the radiation-chemical loading

The record of the cortex bioelectrical activity (ECoG) of radiation-exposed animals was of disorganized, polyrhythmic character with expressed swings in all frequency ranges (fig. 4).

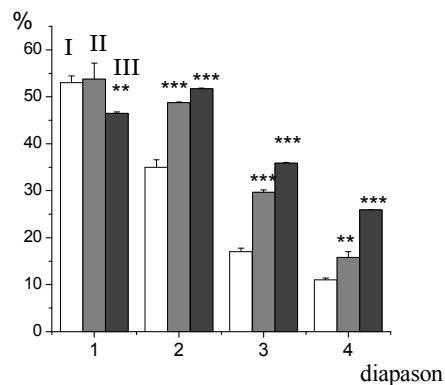


Fig. 4. The average values of spectral power of rhythmic components of the ECoG of rats from the I control group (n = 30), group II – the rats, that drank water from Zholtaya river (n = 20) and group III – the rats that drank water from the “R” tail-storage (n = 18).

Comments: on the Y-axis there is relative spectral power, % from the maximum value of absolute spectral power; on the X-axis: 1 – δ -diapason; 2 – θ -diapason; 3 – α -diapason; 4 – β -diapason. Significant distinctions from the control: * – $P \leq 0,05$

The results testified that in cortex of the animals of all experimental groups distribution of spectral power had the shift towards the high-frequency α - and β -diapasons; in its turn, this fact was the sign of development of the CNS activation with irritation displays. These electro-physiological indexes represented the common organic changes of the cerebrum, which took place because of the action of ionizing radiation; thus such effects depend on the dose more than on the terms and conditions of irradiation.

The record of total bioelectric activity from cortex of the rats that drank the water loaded with salts of heavy metals had the peculiar such as the presence of high-peak single positive slow spikes. As it is known, the appearance of one-sided slow waves in the ECoG can testify to inadequacy of cerebral blood circulation [11–14]. Moreover, heavy metals, especially lead and cadmium are able to cause disturbances of the vessels, and surplus of copper damages blood circulation and it influences on the general cerebral blood stream [13].

The analysis of spectral power showed (fig. 5) that the maximum value of bioelectrical activity of neocortex of the experimental animals was fixed in θ -diapason. It is probably characteristic for the crepuscular animals in the light time of a day. In addition, there were peaks fixed in the frequency diapason of dominant activity in the ranges of 1–3 Hz and 6–7 Hz. On the whole, the curve of total bio-

electric activity of the animals of this experimental group was disorganized, with more expressed swings of oscillations, than in the control.

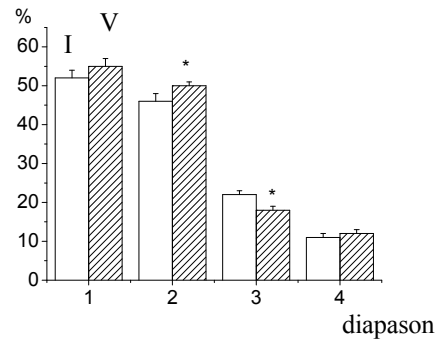


Fig. 5. The average values of relative spectral power and rhythmic constituents of neocortex bioelectrical activity of the rats: I – control group (n = 30), V group – the rats that drank water with heavy metal salts (n = 30). Comments: on the Y-axis there is relative spectral power, % from the maximum value of absolute spectral power; on the X-axis: 1 – δ -diapason; 2 – θ -diapason; 3 – α -diapason; 4 – β -diapason. Significant distinctions from the control: * – $P \leq 0,05$

In the neocortex of the animals that were subjected to the combined radiation-chemical influence, unlike the control ones, there was the increase of intensity of bioelectric activity with the dominance of high-peak slow waves (fig. 6).

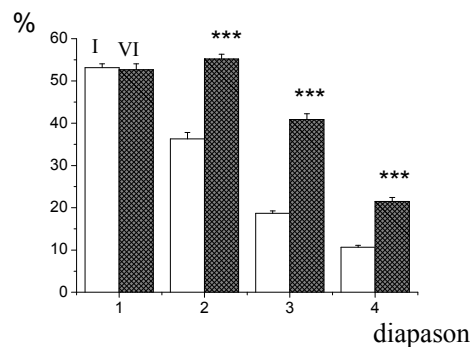


Fig. 6. The average values of the relative spectral power of the rhythmic components of neocortex bioelectrical activity of the rats in control I group (n = 30) and in VI group – the rats that were under the influence of radiation-chemical factors (n = 34). Comments: on the Y-axis there is relative spectral power, % from the maximum value of absolute spectral power; on the X-axis: 1 – δ -diapason; 2 – θ -diapason; 3 – α -diapason; 4 – β -diapason. Significant distinctions from the control: *** – $P < 0,001$

The visual spectral analysis of electric activity allowed detecting clear prevailing of the waves of low-frequency range and active fluctuation of peak levels of all constituent diapasons. Indexes of the relative spectral power of every rhythmic constituent (on average values) in neocortex of experimental animals significantly increased not only in θ -diapason but also in α - and β -diapasons.

This is the consequence of brain spontaneous bioelectric activity enrichment with high-frequency components and also this testifies to activation of processes in the cerebrum.

Transmembrane transfer of K⁺-ions under the radiation-chemical loading of an organism

Brain slices are the biological model suitable for studying certain questions of physiology, biochemistry and pathology of the CNS, including mechanisms of cerebrum activity, as well as the nature of bioelectric activity. It is important to emphasize that the information content of the model allows using it for study of radiation-chemical factors influencing at the molecular-cellular level [15]. The processes of transmembrane transfer of ions are very sensitive to the influence of different factors of physical and chemical nature, including anthropogenic toxicants: radionuclides, heavy metals, pesticides and other classical environmental pollutants.

Firstly we determined the level of ionized potassium in the initial slices of brain cortex and after 20 minutes of aerobic preincubation. During anaerobic incubation of slices oxidization processes in neurons decrease, the level of oxidative phosphorylation falls, the lactic acid and other toxic substances of low and middle molecular mass accumulate, anaerobic glycolysis activates. Thereat transport of ions is carried out due to the passive permeability of cellular membranes. The result of these processes leads to the decline of potassium amount in cortex slices especially under all anthropogenic influences.

Taking into account the difference between amounts of potassium after anaerobic incubation and preincubation it is possible to conclude about the level of passive transport of ions through the plasmatic membrane (fig. 7). In conditions of low intensive subchronic irradiation there was decrease of passive streams of potassium (on 30 %) relatively to the control.

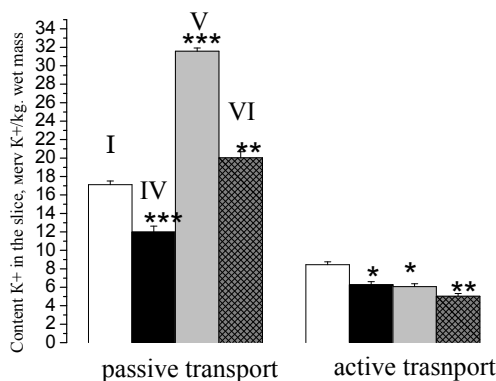


Fig. 7. The passive and active transport of potassium ions in brain cortex slices of the rats undergone the radiation-chemical loading. Comments: experimental conditions: I – control group; IV – low irradiation in 0,25 Gy dose; V – the mixture of heavy metals; VI – irradiation and the mixture of heavy metal salts (n = 10 in all groups). Significant distinctions from the control: * – P < 0,05, ** – P < 0,01, *** – P < 0,001

The reaccumulation of potassium, which takes place during the aerobic incubation, is the consequence of the work of Na, K-pump and, unlike the passive transport, is the active energy-dependent process. The data analysis concerning active transport showed its depression in all cases of separate or joint influence of radiation-chemical factors (see fig. 7). The decline of active transport in cortex slices of the animals which were under the influence of radiation or chemical loa-

ding by salts of heavy metals was 26–28 %, and at the combined radiation-chemical loading was 40 % lower of the control level. This fact testifies to partial summation effect of the agents.

The efficiency of the active transport in relation to the passive one at the irradiation was similar to the control (fig. 8). Comparatively high efficiency of active transport on the background of its significant absolute decrease under the action of low dose radiation can testify that as the result of adaptation-compensating processes the balance of passive and active streams of potassium in nervous cells occurred. It is substantial for stabilization of ionic homeostasis in the conditions of hypoergic state characteristic for the radiation-exposed organism. This fact can be the result of the thermal shock which arises as the consequence of simultaneous hydrolysis of great amount of ATP under the radiation action and impossibility to whip off plenty of heat into the environment [16].

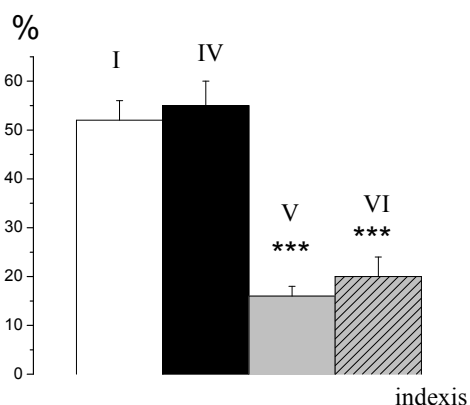


Fig. 8. The efficiency of active transport under the radiation-chemical influence. Comment: I – control group; IV – irradiation in 0,25 Gy dose; V – the mixture of heavy metal salts; VI – irradiation and the mixture of heavy metal salts (n = 10 in all groups). Significant distinctions from the control: *** – P < 0,001

Under the influence of heavy metals mixture the efficiency of the active transport in relation to the passive one constituted only 19 %, under the combined radiation-chemical influence – 25 %, that was the result of insufficient function of Na, K-pump and strengthening potassium diffusion. Perhaps, it is related to the fact that heavy metals reduce osmotic resistance of neurons, and, as it is well known, in «liquid» cultures the passive streams of potassium are increased, and the active ones are reduced [17].

The analysis of the indexes of passive and active transport showed that under the modification of radiation influence by the mixture of heavy metals exactly these metals were responsible for decline of the efficiency of the energy-dependent transport of potassium ions. Thus both radiation and chemical factors made worse the potassium reaccumulation and the state of cells as the whole. As a result there was reduction of potassium content in the initial slices.

However the inhibition of active transport of potassium (on 40 %) in this case was possible because of separate factors summarizing effect. Thereat its efficiency is higher, than at the action of the mixture of metals. This fact testifies to the antagonism of chemical and physical agents. As for the absolute values of ions

transport, the modification of radiation influence by heavy metals was related to the additiveness of these factors. The deeper analysis of combined effects allowed concluding about different mechanisms of their impact and about the antagonism of agents of different nature which lies in the basis of their joint influencing.

Conclusions

We simulated the real conditions of animals stay in the district of primary nuclear-fuel cycle functioning. It has been found that central mechanisms unite changes of metabolism and functions of neurons. Under the action of threshold dose of irradiation such as 0,25 Gy we could register that the animals felt anxiety on the background of processes of the CNS excitation. The determined spatial complication of the pattern of brain bioelectric potentials of the rats of this group indicated to transition towards complicated polysynaptic coordination. This type of reactions named as «cortical» showed itself in the emotional excitability of the animals. Also under the radiation influence there was the decrease of both passive and active streams of potassium ions. Simultaneously the high efficiency of the active transport relatively to the passive one was marked. This fact can testify that in the result of adaptation-compensating processes the balance of passive and active streams of K^+ ions took place in nervous cells. This is substantial for the homeostasis stabilization in hypoergic conditions which are typical for the radiation-exposed organism. These results can evidence of integrity preservation of plasmatic membranes of nervous cells in such conditions.

The influence of the heavy metals mixture (lead, cadmium, cobalt, copper, zinc) in the real doses for the industrially loaded Prydneprovsky region (2 MPC for superficial waters for each metal) resulted in development of neurotic processes in the CNS with the exhaustion of nervous centers. Weakening of the α -similar rhythm of neocortex testified to the CNS transition into the regime of high automatism of functioning that was represented as hyperactive chaotic movement of the animals. The salts of heavy metals caused the increase of passive potassium streams on the background of the decrease of the efficiency of active transport that was the evidence of tense state in the adaptation-compensating system.

There was enrichment of spontaneous bioelectric activity by high-frequency constituents under the complex influence of radiation-chemical factors; this fact testified to the CNS activation and the development of nervous tension. In the cortex surviving slices the increase of potassium ions diffusion through the plasmatic membrane on the background of the substantial decrease of the contragradient transport and the efficiency of Na, K-pump work was marked. But at the same time combined radiation-chemical influence, in most cases, was accompanied by the mutual weakening of separate effects.

The research results showed that behavior of the animals, that drank water from Zholtaya river, characterized with high radionuclide contamination, and from the «R» tail-storage (the district of primary nuclear-fuel cycle functioning), differed from the control with their heightened mobility in the «open field»: shortening the time of immobility in one place, increasing general horizontal activity in the case of Zholtaya the river and increasing vertical components of locomotor activity water from radiation tail-storages. At the level of the central nervous system (CNS) functioning disorders displayed in disorganization of brain cortex bioelectric activity: expressed swings of frequency fluctuation in all diapasons, with a shift towards

high-frequency constituents. This is the sign of CNS activating with irritation displays. At the same conditions active and passive streams of potassium ions in cortex slices decreased, however the high efficiency of active transport was marked. It is substantial for stabilization of homeostasis in the conditions of hypoergic state which is characteristic for the radiation-exposed organism. This fact can serve as the evidence of plasmatic membrane integrity of nervous cells.

The animals which consumed solutions of heavy metal salts in the real doses for the industrial Prydneprovsky region differed from the control with disorderly hyperactivity during their testing in the «open field». Weakening of the α -similar rhythm of neocortex testified to CNS transition into the mode of increased automatism of functioning; this state could lead to the animals' nervous centers exhaustion. In these conditions passive streams of potassium ions increased and the efficiency of active transport declined. This is the evidence of the tense state of the homeostasis system. Combined radiation-chemical factors induced heightened mobility of the rats in the «open field» concerning both its horizontal and vertical indexes. Also their action reduced contragradient transport of potassium ions together with the efficiency of Na, K-pump work and lead to the ECoG enrichment with the high-frequency constituents. Model experiments showed, that the use of water from the district of processing of uranium ores caused changes in an organism similar to the combined action of low-intensive chronic irradiation in 0,25 Gy dose and mixture of heavy metals (cadmium, cobalt, lead, copper, zinc) in a dose of 2 MPK. In this connection priority in scientific researches is a study of adaptation-scray reactions of organism at molecular, cellular and organism levels.

References

1. **Dvoretzky, A.** The zone division into districts of the Dneprovsky water basin on the level actions of anthropogenous pollution on hydrobiocenoses and the quality of water / A. Dvoretzky // Fish economy. The interdepartmental scientific collection. – Kiev, 2006. – P. 35–38.
2. **Dvoretzky, A.** Zaporozhskoye (Dneprovskoye) reservoir / A. Dvoretzky, F. Ryabov, G. Emetz. – Dnepropetrovsk : DSU, 2000. – 68 p.
3. **Dvoretzky, A.** Ecological-toxicological estimation of superficial water quality of middle Dnieper in conditions of anthropogenic influence / A. Dvoretzky, A. Belokon, E. Severinovskaya // Proc. World Water Congress «Efficient Water Management». – Berlin, 2001. – P. 18.
4. **Grichenko, C.** The complex hygienical estimation of the influence of the environment pollution on the morbidity of the population of the ecocrisis region of Ukraine by heavy metals / C. Grichenko, M. Stepanova, Sh. Bragin, B. Shamray // Hygiene and epidemiology reporter. – 2003. – № 1. – P. 22–29.
5. **Stineman, M.** The Biopsycho-ecological Paradigm: A Foundational Theory for Medicine. NIH Public. / M. Stineman, J. Streim. – URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3071421/?tool=pmcentrez>
6. **Chorna, V.** The research of the radiation-induced changes of activity and compartmentalization of cysteine cathepsin L of brain / V. Chorna // Biology reporter. – Kiev, 2001. – P. 9–10.
7. **Chorna, V.** The influence of single and chronic X-ray irradiation of low intensity on the activity of cathepsin D of rats' brain / V. Chorna // Ukraine Biochemical Journal. – 2001. – Vol. 72, № 2. – P. 97–101.
8. **Kimeldorf, D.** The action of ionizing radiation on the function of the nervous system / D. Kimeldorf, E. Khant. – M. : Atomizdat, 1989. – 376 p.

9. **Sazonova, O.** The estimation of contralateral circulation of brain blood with the use of EEG mapping, coherent and middle frequency / O. Sazonova, E. Macherov // *New diagnostic technologies*. – M. : Medicine, 2006. – 122 p.
10. **Waggoner, D.** The role of copper in neurodegenerative disease / D. Waggoner, T. Bartnikas, J. Gitlin // *Neurobiology*. – 1999. – № 6. – P. 221–230.
11. **Avtsin, A.** Human microelementosis: etiology, classification / A. Avtsin, M. Zhavoronkov. – M. : Medicine, 2001. – 496 p.
12. **Förster, C.** Glucocorticoid effects on mouse microvascular endothelial barrier permeability are brain specific / C. Förster, C. Waschke, M. Burek // *J. Physiol.* – 2006. – June 1. – № 573. – P. 413–425.
13. **Byung-Sun, Choi.** Copper Transport to the Brain by the Blood-Brain Barrier and Blood-CSF Barrier / Choi Byung-Sun, Zheng Wei // *Brain Res.* – 2009. – January 12. – № 1248. – P. 14–21.
14. **Chao, S.** Lead-induced Alterations of Apoptosis and Neurotrophic Factor mRNA in the Developing Rat Cortex, Hippocampus, and Cerebellum / S. Chao, M. Jason, J. Moss, G. Jean // *J. Biochem. Mol. Toxicol.* – 2007. – № 21 (5). – P. 265–272.
15. **Dvoretzky, A.** Neurotransmitter modulation of ionic homeostasis in the cells of cerebrum in the conditions of radiation influence / A. Dvoretzky, T. Anan'eva, I. Kulikova. – Kiev, 2002. – 156 p.
16. **Kudryashov, Yu.** The modern problems of radioprotective chemical defense of organisms / Yu. Kudryashov, E. Goncharenko // *Radiation biology. Radioecology.* – 1999. – № 39 (2–3). – P. 197–211.
17. **Vereninov, A.** The transport of ions in the cells in the culture / A. Vereninov, I. Marachov. – L. : Science, 1986. – 291 p.

References

1. Dvoretzky A. *Fish economy. The interdepartmental scientific collection*. Kiev, 2006. pp. 35–38.
2. Dvoretzky A., Ryabov F., Emetz G. *Zaporozhskoye (Dneprovskoye) reservoir*. Dnipropetrovsk: DSU, 2000, 68 p.
3. Dvoretzky A., Belokon A., Severinovskaya E. *Proc. World Water Congress «Efficient Water Management»*. Berlin, 2001, p. 18.
4. Grichenko C., Stepanova M., Bragin Sh., Shamray B. *Hygiene and epidemiology reporter*. 2003, no. 1, pp. 22–29.
5. Stineman M., Streim J. *The Biopsycho-ecological Paradigm: A Foundational Theory for Medicine*. NIH Public. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3071421/?tool=pmcentrez>
6. Chorna V. *Biology reporter*. Kiev, 2001, pp. 9–10.
7. Chorna V. *Ukraine Biochemical Journal*. 2001, vol. 72, no. 2, pp. 97–101.
8. Kimeldorf D., Khant E. *The action of ionizing radiation on the function of the nervous system*. Moscow: Atomizdat, 1989, 376 p.
9. Sazonova O., Macherov E. *New diagnostic technologies*. Moscow: Medicine, 2006, 122 p.
10. Waggoner D., Bartnikas T., Gitlin J. *Neurobiology*. 1999, no. 6, pp. 221–230.
11. Avtsin A., Zhavoronkov M. *Human microelementosis: etiology, classification*. Moscow: Medicine, 2001, 496 p.
12. Förster C., Waschke C., Burek M. *J. Physiol.* 2006, June 1, no. 573, pp. 413–425.
13. Byung-Sun Choi., Zheng Wei *Brain Res.* 2009, January 12, no. 1248, pp. 14–21.
14. Chao S., Jason M., Moss J., Jean G. *J. Biochem. Mol. Toxicol.* 2007, no. 21 (5), pp. 265–272.
15. Dvoretzky A., Anan'eva T., Kulikova I. *Neurotransmitter modulation of ionic homeostasis in the cells of cerebrum in the conditions of radiation influence*. Kiev, 2002, 156 p.

16. Kudryashov Yu., Goncharenko E. *Radiation biology. Radioecology*. 1999, no. 39 (2–3), pp. 197–211.
17. Vereninov A., Marachov I. *The transport of ions in the cells in the culture*. London: Science, 1986, 291 p.

Севериновская Елена Викторовна

доктор биологических наук, профессор,
заведующая кафедрой физиологии
человека и животных, Днепропетровский
национальный университет
имени Олеса Гончара
(Украина, г. Днепропетровск,
пр. Гагарина, 72, корп. 17)

E-mail: e_severinovskaya@mail.ru

Severinovskaya Elena Viktorovna

Doctor of biological sciences, professor,
head of sub-department of human
and animal physiology, Dnepropetrovsk
National University named after
Oles Gonchar
(Building 17, 72 Gagarina street,
Dnepropetrovsk, Ukraine)

Зайченко Елена Юрьевна

научный сотрудник НДЛ гидробиологии,
ихтиологии и радиобиологии,
НИИ биологии, Днепропетровский
национальный университет
имени Олеса Гончара
(Украина, г. Днепропетровск,
пр. Гагарина, 72, корп. 17)

E-mail: zaichenko07@yandex.ru

Zaichenko Elena Yur'evna

Researcher, laboratory of hydrobiology,
ichthyology and radio biology
of the Research Institute of biology
at Dnepropetrovsk National University
named after Oles Gonchar
(Building 17, 72 Gagarina street,
Dnepropetrovsk, Ukraine)

УДК 612.82:612.08+591.044+591.512+591.513+577.34:615.322

Severinovskaya, E. V.

The state of central nervous system under radiation-chemical loading /

E. V. Severinovskaya, E. Yu. Zaichenko // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 4 (4). – С. 5–17.

АЛЬФА-РИТМ МОЗГА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ АДАПТИРОВАННОСТИ К СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВЛИЯНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ДЫХАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ «ОМЕГА» НА ЕГО СТАБИЛИЗАЦИЮ

Аннотация. *Актуальность и цели.* В настоящее время в спортивной психофизиологии активно обсуждается возможность поддерживать высокий процент альфа-ритмов мозга, что значительно повышает общую стрессоустойчивость спортсменов и как следствие ведет к повышению спортивных результатов. *Материалы и методы.* В работе используется скрининг-диагностика «Омега» НПФ «Динамика». Данная система позволяет, помимо определения многих параметров, фиксировать ритмы мозга до и после различных психофизиологических сеансов и спортивных тренировок, а также рассчитывать ритм дыхательных упражнений для гармонизации функциональных систем организма индивида. *Результаты.* У большинства спортсменов общая работоспособность достоверно повышается после прохождения дыхательной программы «Омега». Это происходит за счет снижения доли дельта-ритма мозга, индекса напряженности нервной системы и индекса вегетативного равновесия. У спортсменов различной специализации повышается процент либо альфа-, либо бета-ритмов мозга. *Выводы.* Мониторинг обосновал необходимость применения индивидуальной дыхательной программы «Омега» в тренировочном процессе спортсменов и показал удобство применения этой программы по сравнению с другими, более сложными, методиками (например, методикой проф. В. Г. Тристана).

Ключевые слова: спортивная физиология, ритмы мозга, дыхательные упражнения, скрининг-диагностика «Омега», адаптация к спортивной нагрузке.

N. L. Il'ina

BRAIN ALPHA RHYTHM AS AN INDICATOR OF ADAPTIVITY TO SPORT AND INFLUENCE OF «OMEGA» RESPIRATORY PROGRAM ON STABILIZATION THEREOF

Abstract. *Background.* Currently, the opportunity to stabilize a high percentage of Alpha rhythms in the brain is actively discussed in the psychophysiology of sport. A higher percentage of Alpha rhythms in the brain significantly improves the overall stress resistance among athletes and, consequently, leads to increased athletic performance. *Materials and methods.* In our work, we use the screening diagnostics of «Omega» by «Dynamics» company. This system allows to detect, apart from many other features, the rhythms of the brain before and after various psychophysiological and sport training sessions and to develop the rhythm of breathing exercises to harmonize the functional body systems of an individual. *Results.* In most athletes, overall work capacity reliably increases after their undergoing the «Omega» respiratory program. This is due to the decline in the share of Delta rhythms of the brain, in the nervous system stress index and in the Autonomic balance index. In athletes of different specialization, the percentage of either the alpha or the beta rhythms of the brain increases. *Conclusions.* Thus, our monitoring has given clear grounds for using the individual «Omega» respiratory program in the

training process of athletes and showed the ease of the usage of this program compared to other more complicated ones (e.g. the method of Prof. V. Tristan).

Key words: sport physiology, brain rhythms, breathing exercises, «Omega» screening diagnostics, adaptation to sport load.

В настоящее время в спортивной психофизиологии активно обсуждается возможность стабилизации высокой доли альфа-ритма мозга, что значительно повышает общую стрессоустойчивость спортсменов и как следствие ведет к повышению спортивных результатов.

Стали широко известны работы доктора медицинских наук, профессора В. Г. Тристана в области нейроуправления в спорте. Его методика локального альфа-стимулирующего тренинга (ЛАСТ), которая базируется на принципах биологической обратной связи (БОС), осуществляется на основе современной компьютерной техники (программно-аппаратного комплекса «Boslab») [1, 2]. Однако эта методика пока не может быть широко распространенной, так как требует высокой специальной подготовки.

В нашей работе мы пользуемся скрининг-диагностикой «Омега» НПФ «Динамика» (<http://www.dyn.ru/>), которая позволяет, кроме многих параметров, фиксировать и ритмы мозга до и после различных психофизиологических сеансов и спортивных тренировок, а также рассчитывать ритм дыхательных упражнений для гармонизации функциональных систем организма индивида, о чем писали ранее [3].

Материал и методика

На протяжении нескольких лет мы проводили мониторинг функционального состояния спортсменов-регбистов команды «Империя», которая начала выступать в Высшей лиге Чемпионата России с 2002 г. В данной работе приведены результаты скрининг-диагностики «Омега» 2010 и 2011 гг. Объемы выборки представлены в табл. 1–4. Достоверность различий оценивали с помощью критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Многочисленные наблюдения выявили, что устойчивый альфа-ритм, ритм спокойного бодрствования, или, как его теперь называют, «спортивный ритм», отмечен нами только у спортсменов высокой квалификации, адаптированных к данному виду спорта (табл. 1: № 4, 7, 9, 10, 16, 19, 20, 22). Однако и другие спортсмены смогли показать высокие результаты работоспособности (до 1.00 у. е.) сразу после пятиминутной индивидуальной дыхательной программы «Омега» (табл. 1, 2). Сравнение изменений в следующем 2011 г. показало следующее: даже у тех спортсменов, у которых изначально альфа-ритм был низким, он стабилизировался, что отражает адаптационную устойчивость организма к данному виду деятельности (табл. 3, 4).

Анализ таблиц показывает, что устойчивый альфа-ритм мозга сохранился у трех спортсменов, один из которых (3) – тренер команды – имеет остальные показатели, отличные от нормы. Восемь человек из 17 улучшили устойчивость альфа-ритма по сравнению с 2010 г. У двух спортсменов всегда отмечался высокий бета-ритм, что свидетельствует о высокой мотивации и напряженности творческого процесса. И, действительно, в конце второго

Таблица 1

Скрининг-диагностика «Омега» спортсменов-регбистов РК «Империya» в 2010 г.

Номер испытуемого	ОРС 0.60-1.00	ЧСС 60-90 уд/мин		ИВР 35-145	ИН 10-100	ДЕЛЬТА 0-25%			РИТМЫ МОЗГА							
		77	57			72.0	28.2	50.6	13.5	52.2	47.9	12.1	30.6	16.3	13.8	19.4
1.	0.87	0.94	77	57	72.0	28.2	50.6	13.5	52.2	47.9	12.1	30.6	16.3	13.8	19.4	7.7
2.	0.67	0.99	69	65	132.6	68.7	75.3	42.9	61.8	7.8	10.1	2.1	17.5	4.4	10.6	65.8
3.	0.73	0.80	72	73	113.9	58.0	71.2	34.5	402	67.4	33.2	9.5	17.5	16.2	9.1	6.9
4.	0.70	0.90	70	69	127.9	121.6	78.2	69.1	43.1	21.4	11.7	5.8	30.9	24.2	14.3	48.7
5.	0.82	0.95	47	49	84.3	57.4	34.0	23.9	64.8	61.9	11.6	18.9	12.9	6.7	10.7	12.6
6.	0.29	0.60	80	81	401.1	195.4	278.5	143.7	49.3	46.6	18.0	4.9	17.6	8.6	15.1	39.9
7.	0.81	1.00	59	65	59.5	38.5	29.8	22.1	80.8	21.3	10.6	20.7	3.7	40.1	4.9	17.9
8.	0.32	0.59	57	87	271.6	150	228.8	117.4	70.6	52.7	12.4	14.4	8.6	13.9	8.5	18.9
9.	0.68	1.00	68	57	111.7	32.5	66.5	15.2	27.1	7.3	29.0	12.4	23.9	22.0	20.0	58.2
10.	0.73	0.91	65	70	103.5	72.6	56.3	45.4	65.1	57.8	11.2	12.4	9.7	20.5	14.1	9.3
11.	0.85	0.78	57	60	65.2	92.7	30.2	46.4	36.6	27.0	38.3	23.0	13.3	15.7	11.5	34.3
12.	0.93	1.00	67	62	58.0	42.5	31.5	26.6	42.7	15.1	29.7	11.2	8.8	6.9	18.8	66.9
13.	0.76	0.82	63	79	112.2	131.6	61.0	96.7	54.7	6.0	18.1	5.7	18.0	17.2	8.4	71.1
14.	0.77	1.00	72	65	109.5	62.6	68.4	31.3	18.6	6.5	24.7	5.2	19.7	8.6	37.0	79.7
15.	0.78	1.00	57	60	74.0	39.3	35.6	21.3	70.4	57.7	10.8	22.5	10.4	12.6	8.3	7.2
16.	0.62	0.83	58	51	146.6	52.6	73.3	23.5	41.2	48.0	21.2	26.9	23.5	7.2	14.1	18.0
17.	0.84	1.00	64	71	50.8	53.8	28.9	32.0	69.7	13.0	17.2	7.7	5.7	11.2	7.4	68.1
18.	0.78	0.61	70	80	65.9	163.9	41.2	113.8	57.4	54.2	11.8	9.7	8.8	18.5	21.9	17.6
19.	0.45	0.85	85	71	318.3	95.5	234.1	59.7	26.6	42.1	7.7	19.7	30.3	26.4	35.5	11.8
20.	0.99	1.00	59	63	39.0	36.6	19.5	22.9	53.5	19.4	10.4	9.1	12.2	40.3	23.9	31.3
21.	1.00	1.00	66	58	32.3	17.4	15.0	8.4	58.0	44.1	24.8	28.7	5.6	18.4	11.5	8.8
22.	0.86	1.00	62	65	47.4	44.7	24.7	26.6	52.2	4.3	22.3	4.5	11.6	88.0	14.0	3.3

Примечание. Показатели общей работоспособности (ОРС), частоты сердечных сокращений (ЧСС), индекса вегетативного равновесия (ИВР), индекса напряженности (ИН) и ритмов мозга до и после пятиминутной дыхательной программы.

сезона спортсмен № 7 показал себя великолепным нападающим, он смог подряд забить два гола и сделать команду победителем в ответственном матче. Регбист № 10 – молодой спортсмен – еще не набрал должной стабильности, № 1 – играющий тренер – видимо, не успевал восстанавливаться. № 6 и 4 – игроки с большим стажем, но, как правило, в этом сезоне были запасными.

Таблица 2

Статистическая оценка показателей, их достоверность

Показатель	Норма	До	После	t-статистика	p	
ОРС	0,6–1,0	0,74 ± 0,19	0,89 ± 0,14	-5,12	0,000	***
ЧСС	60–90	67,45 ± 10,75	66,27 ± 9,75	0,65	0,520	NS
ИВР	35–145	118,06 ± 94,15	75,31 ± 48,4	2,80	0,011	*
ИН	10–100	74,21 ± 73,45	47,13 ± 37,76	2,33	0,030	*
ДЕЛЬТА	0–25 %	51,66 ± 16	33,16 ± 21,47	3,69	0,001	**
ТЕТА	10–40 %	18,04 ± 8,69	13,89 ± 8,61	1,61	0,123	NS
АЛЬФА	20–70 %	14,84 ± 7,52	20,06 ± 17,96	-1,21	0,238	NS
БЕТА	10–80 %	15,41 ± 8,39	32 ± 25,61	-3,04	0,006	*

Примечание. *** – достоверная высокая, * – достоверная низкая, NS – нет достоверных отличий.

Анализ статистической значимости различий в целом по группе не показал достоверных отличий по альфа-ритму мозга после пятиминутной дыхательной программы (см. табл. 2), а также в сравнении игровых сезонов 2010 и 2011 гг. (см. табл. 4). Это свидетельствует в пользу того, что реакции адаптации к нагрузкам протекают по-разному в связи с особенностями симпатoadrenalовой системы индивида, а также или за счет включения бета-ритма мозга и отсюда большого выброса адреналина, или альфа-ритма и, следовательно, норадреналина. Например, у голкипера № 4 (см. табл. 1) после пятиминутной дыхательной программы работоспособность повысилась за счет включения бета-ритма – ритма высокой интеллектуальной деятельности, а у нападающего № 22 – за счет альфа-ритма (с 11,6 до 88,0 %), т.е. за счет внутренней собранности.

В любом случае после дыхательной программы у большинства спортсменов общая работоспособность достоверно повышается (см. табл. 2, 4). Это происходит за счет снижения доли дельта-ритма мозга, индекса напряженности нервной системы и вегетативного равновесия, а также повышения или альфа-ритма, или бета-ритма мозга.

Заключение

Таким образом, мониторинг выявил четкую необходимость применения индивидуальной дыхательной программы «Омега» в тренировочном процессе спортсменов и показал удобство применения этой программы по сравнению с более сложными, на наш взгляд, методиками проф. В. Г. Тристана.

Таблица 3
Скрининг-диагностика «Омега» спортсменов-регбистов РК «Империя» в соревновательный период 2010 и 2011 гг.

Номер испытуемого	ОРС норма 0,60-1,00		ЧСС 60-90		ИВР 35-145		ИН 10-100		РИТМЫ МОЗГА							
	до	после	до	после	до	после	до	после	ДЕЛЬТА 0-25%		ТЕТА 10-40%		АЛЬФА 20-70%		БЕТА 10-80%	
									до	после	до	после	до	после	до	после
1.	0,55	0,98	85	73	227,5	57,9	167,3	40,2	55,3	26,9	12	42,7	17,2	16,4	15,4	14
2.	0,43	0,99	85	79	338,8	73,5	249,1	57,4	72,2	21,7	16,2	3,5	6,2	5,7	5,3	69,1
3.	0,28	0,5	74	71	313,7	251,8	196,1	157,4	51,2	30,3	20	28,9	22,8	25,5	6	15,3
4.	0,88	0,95	59	37	59,4	40,60	30,90	21,10	30,4	64,2	28,5	14,3	21,7	10,1	19,4	11,4
5.	0,87	0,91	63	59	65,8	85,5	35,80	44,7	29,2	32,8	33,8	13,2	20,4	29,2	16,6	24,8
6.	0,77	0,93	66	65	81,3	64	46,2	38,1	65	52,8	14,3	22,9	9,8	6,3	10,9	17,9
7.	0,7	1	70	66	123,4	45,9	73,4	27,3	55,7	25,3	20,6	9,9	17,2	9,6	6,2	54,9
8.	0,76	0,97	81	85	119,7	92,8	88	77,3	55,3	7,8	9,1	1,5	11,9	21,3	23,8	69,5
9.	0,9	0,95	68	71	81,4	87,9	48,5	54,9	25	16,2	11,7	11,4	25,5	49,3	37,8	23
10.	0,86	0,83	58	61	57,8	81,9	28,90	44,5	36,3	52,5	35,6	12,2	10,2	24,4	18	11
11.	0,88	1	75	76	58,4	50,1	40,6	36,8	44,4	46	10	17,3	26	10,9	19,6	25,8
12.	0,56	0,94	82	79	222	105,3	163,2	77,4	67,3	17,7	11,2	4	11,9	70,2	9,6	8,1
13.	0,8	0,97	70	63	116,9	55,1	73,1	30	45,1	46,4	22,8	26,1	11,4	13	20,7	14,5
14.	0,87	0,99	61	64	51,9	45,7	28,20	26	67,2	63,3	15,2	16,2	6,8	8,9	10,9	11,7
15.	0,73	1	67	70	70,5	43	41,90	23,10	47,9	3,9	33,7	5,6	9,3	8	9,1	2,6
16.	0,42	0,87	91	86	407,1	125,8	318,00	98,3	13	6,6	11,4	3	39,6	11,2	36	79,1
17.	0,86	1	54	65	41,8	47,7	19,40	27,10	58	34,4	21,6	19,8	10,9	30,9	9,5	15

Примечание. Показатели общей работоспособности (ОРС), частоты сердечных сокращений (ЧСС), индекса вегетативного равновесия (ИВР), индекса напряженности (ИН) и ритмов мозга.

Таблица 4

Показатели функциональной активности спортсменов в течение спортивных сезонов 2010 и 2011 гг. (среднее значение \pm стандартное отклонение) с оценкой статистической значимости различий

Показатель	Норма	2010	2011	t-статистика	Статистическая значимость (p)	
ОРС	0,6–1,0	0,71 \pm 0,19	0,93 \pm 0,12	–5,44	0,000	***
ЧСС	60–90	71,1 \pm 10,8	68,8 \pm 11,5	1,28	0,219	NS
ИВР	35–145	143,4 \pm 114,4	79,7 \pm 50,7	2,81	0,013	*
ИН	10–100	97,0 \pm 89,1	51,9 \pm 34,9	2,62	0,018	*
ДЕЛЬТА	0–25 %	48,2 \pm 16,7	32,3 \pm 19,3	2,71	0,016	*
ТЕТА	10–40 %	19,3 \pm 8,9	14,9 \pm 10,9	1,28	0,219	NS
АЛЬФА	20–70 %	16,4 \pm 8,8	20,6 \pm 17,2	–0,93	0,367	NS
БЕТА	10–80 %	16,2 \pm 9,6	27,5 \pm 24,3	–1,98	0,065	NS

Примечание. *** – достоверная высокая, * – достоверная низкая, NS – нет достоверных отличий.

Список литературы

1. **Тристан, В. Г.** Роль частотно-амплитудной характеристики альфа-ритма в изменениях посттренировочного состояния спортсменов при локальном альфа-стимулирующем тренинге / В. Г. Тристан, О. В. Погадаева // *Нейробиоуправление в спорте*. – Омск : СибГАФК, 2001. – С. 96–120.
2. **Тристан, В. Г.** Опыт использования альфа-стимулирующего тренинга для подготовки спортсменов / В. Г. Тристан, О. В. Погадаева, Л. П. Черепкина, В. В. Тристан // *Биоуправление-4: Теория и практика*. – Новосибирск : ЦЭРИС, 2002. – С. 242–245.
3. **Ильина, Н. Л.** Авторская программа универсальной диагностики и коррекции работоспособности и гармонизации функциональных систем организма человека / Н. Л. Ильина, Н. Н. Денисенко // *Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского*. – 2010. – № 21. – С. 90–96.

References

1. Tristan V. G., Pogadaeva O. V. *Neurobioupravlenie v sporte* [Neurobiocontrol in sport]. Omsk: SibGAFK, 2001, pp. 96–120.
2. Tristan V. G., Pogadaeva O. V., Cherapkina L. P., Tristan V. V. *Bioupravlenie-4: Teoriya i praktika* [Biocontrol-4: theory and practice]. Novosibirsk: TsERIS, 2002, pp. 242–245.
3. Il'ina N. L., Denisenko N. N. *Izvestiya PGPU im. V. G. Belinskogo* [Proceedings of Penza State Pedagogical University named after V.G. Belinsky]. 2010, no. 21, pp. 90–96.

Ильина Наталья Леонардовна

кандидат биологических наук, доцент,
кафедра зоологии и экологии,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

Il'ina Natal'ya Leonardovna

Candidate of biological sciences, associate
professor, sub-department of zoology
and ecology, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

E-mail: ilinan157@mail.ru

УДК 612

Ильина, Н. Л.

Альфа-ритм мозга как показатель адаптированности к спортивной деятельности и влияние индивидуальной дыхательной программы «Омега» на его стабилизацию / Н. Л. Ильина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 4 (4). – С. 18–24.

О. Н. Маренков, Е. В. Федоненко, М. М. Габибов,
Н. М. Абдуллаева

РАЗВИТИЕ ГОНАД ЛЕЩА (*ABRAMIS BRAMA* LINNAEUS, 1758) В УСЛОВИЯХ ЗАПОРОЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА¹

Аннотация. *Актуальность и цели.* Ихтиофауна Запорожского водохранилища находится под значительной антропогенной нагрузкой, которая вызывает нарушения в развитии икры рыб. Цель работы – изучение современного состояния процессов воспроизводства леща Запорожского водохранилища в условиях антропогенной нагрузки. *Материалы и методы.* Материалом для исследований послужили половозрелые особи леща обыкновенного (*A. brama* Linnaeus, 1758). Для исследования репродуктивного потенциала популяции леща яичники самок отбирали на разных стадиях зрелости. Исследования проводились с использованием общепринятых ихтиологических, гистологических и статистических методов. *Результаты.* Проведен анализ современного состояния нерестовой популяции леща Запорожского водохранилища. Популяция леща имеет ограниченный возрастной ряд и представлена особями от 3 до 12 лет. В нерестовой популяции леща отмечается доминирование количества самцов над количеством самок. Индивидуальная абсолютная плодовитость леща разных возрастных групп колеблется в пределах от 54,3 до 264,3 тыс. икринок, а в среднем составляет 148,2 тыс. икринок. Локальная популяция леща Самарского залива достоверно отстает в росте по сравнению с лещом нижнего участка Запорожского водохранилища. Проведен гистологический анализ половых желез леща на разных этапах гонадогенеза. Установлена асинхронность развития ооцитов. *Выводы.* Дисбаланс в половой структуре популяции леща может быть следствием негативных природных процессов, которые происходят в акватории Запорожского водохранилища. Отличия в росте и развитии леща с разных участков водоема являются результатом физиологических изменений в организме рыб, связанных с комплексным воздействием факторов антропогенного загрязнения. В процессе созревания половых желез у самок леща Запорожского водохранилища развитие ооцитов происходит асинхронно, что скорее всего вызвано влиянием гидроэкологических условий (температурой и уровневый режимом) в летний период.

Ключевые слова: гонадогенез, гаметогенез, Запорожское водохранилище, лещ, индивидуальная абсолютная плодовитость, гонадосоматический индекс, ооциты.

О. N. Marenkov, E. V. Fedonenko, M. M. Gabibov,
N. M. Abdullaeva

DEVELOPMENT OF THE GONADS OF BREAMS (*ABRAMIS BRAMA* LINNAEUS, 1758) IN THE ZAPOROZHSCOE RESERVOIR CONDITIONS¹

Abstract. *Background.* Fish fauna of the Zaporozhskoe Reservoir are under the considerable anthropogenic loading, which causes abnormal development of fish eggs.

¹ Гистологические исследования рыб проводились при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках гранта № 13-04-90927 – мол_ин_нр «Комплексная диагностика состояния рыб с использованием гистологических методов анализа в условиях антропогенного загрязнения водоемов».

The purpose of the article is to study the modern state of processes of recreation of breams of the Zaporozhskoe Reservoir in the conditions of anthropogenic loading. *Materials and methods.* The material for the research were puberal individuals of breams (*A. brama* Linnaeus, 1758). To study the reproductive potential of a population of bream the authors collected ovaries of females at different stages of maturity. Investigations were carried out using standard ichthyological, histological and statistical methods. *Results.* The researchers analyzed the current state of the spawning population of breams in the Zaporozhskoe Reservoir. Populations of bream have a limited age range and are represented by individuals from 3 to 12 years. In the spawning population of breams the authors marked the predominance of males over the number of females. Individual absolute fecundity of breams from different age groups ranged from 54.3 to 264.3 thousand eggs with an average of 148.2 thousand eggs. Local population of breams in the Samara Bay significantly lags behind in growth compared with breams from lower part of the Zaporozhian Reservoir. The authors conducted histological analysis of the gonads of breams at different stages of gonadogenesis and established asynchronous development of oocytes. *Conclusions.* The imbalance in the sex structure of the population of breams may be due to adverse natural processes that occur in the waters of the Zaporozhskoe Reservoir. Differences in growth and development of breams from different parts of the reservoir are the result of physiological changes in the body of fish associated with the complex influence of factors of anthropogenic pollution. In the process of bream female's gonads maturation in the Zaporozhskoe Reservoir the development of oocytes occurs asynchronously, which is likely due to the influence of hydro-ecological conditions (temperature and level regime) in summer.

Key words: gonadogenesis, gametogenesis, Zaporozhskoe Reservoir, bream, individual absolute fecundity, gonadosomatic index, oocytes.

Введение

В первые годы существования Запорожского водохранилища оно относилось к судачно-лещевому типу, поскольку в то время были созданы благоприятные условия для воспроизводства судака и леща. Тогда лещ занимал лидирующее положение среди уловов ценных промысловых видов рыб: его ежегодный вылов достигал более 280 т, что составляло 60 % от общего объема вылова рыбы [1].

После строительства вышерасположенного Кременчугского водохранилища условия нагула и нереста леща в Запорожском водохранилище существенно ухудшились. В результате зарегулирования стока Днепра наблюдались падение биомассы бентоса и исчезновение (разложение) нерестового субстрата, который образовывался затопленной луговой растительностью. Это негативно отразилось на численности новых генераций фитофильных видов рыб (лещ, плотва, сазан) и биологических показателях бентофагов.

В результате ряда антропогенных факторов запасы леща в Запорожском водохранилище резко сократились, а его уловы уменьшились в 10 раз. На сегодняшний день наблюдается тенденция к их постепенному увеличению, хотя в общих уловах процент вылова леща вырос с 6 (2003 г.) до 9,3 % (2012 г.). Промысловая рыбопродуктивность леща в Запорожском водохранилище находится на уровне 1,2 кг/га. Для сравнения: в Каневском водохранилище – 0,5 кг/га, Киевском – 2 кг/га, Кременчугском – 5,5 кг/га [2].

Мониторинг состояния природного воспроизводства рыб показывает, что в прибрежных популяциях рыб показатели численности и биомассы молоди сазана, леща и судака находятся на низком уровне. К тому же исследо-

вания репродуктивных показателей рыб Запорожского водохранилища также свидетельствуют о некоторых нарушениях в формировании половых продуктов рыб и влияют на показатели плодовитости ценных промысловых видов, которые обитают в неблагоприятных экологических условиях.

В связи с этим целью научных исследований было изучение нерестовой популяции и особенностей воспроизводства леща обыкновенного (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) в условиях Запорожского водохранилища. Подобные исследования дают возможность создать базу данных количественных и качественных показателей развития половых желез рыб Запорожского водохранилища, на основании которой будут разрабатываться и корректироваться режимы рационального использования рыбных ресурсов и мероприятия по воспроизводству промысловых запасов рыб.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследований послужили половозрелые особи леща обыкновенного (*A. brama* Linnaeus, 1758). Отбор проб проводился в акватории Запорожского водохранилища на двух контрольно-наблюдательных пунктах: в нижнем участке водохранилища и в Самарском заливе. Научно-исследовательские обловы проводили на основании разрешений, выданных Государственным агентством рыбного хозяйства Украины (№ ДКРГ 044, 045, 2010 г., № ДКРГ 035, 036, 2011 г.) и Главным управлением охраны, использования и воспроизводства водных живых ресурсов и регулирования рыболовства в Днепропетровской области (№ 0001, 0002; 2012–2013 гг.) в рамках выделенных квот. Лов рыбы производили стандартным набором сетей согласно классическим ихтиологическим методикам [3, 4] в соответствии с действующим законодательством [3].

Биологический анализ рыб проводился согласно общепринятым ихтиологическим методикам [3–5]. Для определения показателей плодовитости отбирали навеску икры массой в 1 г в среднем участке ястыка на четвертой стадии зрелости гонад. Икру предварительно взвешивали, навеску икры фиксировали раствором формалина. Далее рассчитывали абсолютную индивидуальную плодовитость рыб [3, 5, 6]. Возраст рыб определяли по методике И. И. Чугуновой [7].

Для исследования репродуктивного потенциала популяции леща яичники самок отбирали на разных стадиях зрелости. Стадию зрелости гонад определяли как визуально, так и с помощью гистологического анализа. Пробы гонад фиксировали в растворе Буэна с дальнейшей обработкой согласно общепринятым гистологическим методам [8]. Для изготовления срезов использовали микротом санный «МС-2» и микротом «МЗП-01 Техном». Срезы гонад окрашивали гематоксилин-эозином и по Маллори [8]. Микрофотографии гистологических препаратов делали с помощью цифровой камеры «Sciencelab T500 5.17М», которая подключалась к оптическому микроскопу «Биолам 70». Описание срезов производили по Л. В. Чепурновой [9] и М. М. Шихшабекову [10].

Статистическую обработку материалов выполняли с использованием пакетов прикладных программ для персональных компьютеров Microsoft Excel и STATISTICA.

Результаты и обсуждение

По данным контрольных обловов 2013 г., возрастной состав леща в Запорожском водохранилище остается ограниченным. Предельный возраст рыб в уловах достигал 11 лет у самок и 12 лет у самцов. По сравнению с предыдущими годами (2010–2012 гг.) количество возрастных классов рыб в орудиях контрольного порядка увеличилось с 9 до 10. В целом по каскаду Днепровских водохранилищ возраст леща достигает 15–17 лет [1, 2, 11].

Ядром популяции леща являются особи возрастом от 5 до 8 лет (около 81 % в промысле). Рыбы в возрасте 10–12 лет составляют лишь 4 %. Минимальные возрастные группы, которые принимали участие в нересте, следующие: самки в возрасте 3 года (2,6 %) и самцы в возрасте 4 года (3,8 %).

Среднестатистические показатели особей нерестовой популяции леща остаются на уровне предыдущих годов: длина – $36,4 \pm 0,44$ см, средняя масса – $1129,4 \pm 48,1$ г. Колебания минимальных и максимальных показателей по массе у самок леща находились в диапазоне от 600 до 3200 г, у самцов – от 350 до 3200 г. Максимальные приросты длины и массы отмечались у рыб в возрасте 3–4 лет. Можно отметить тот факт, что на протяжении последних 25 лет линейно-возрастные показатели леща остаются практически неизменными [2, 12].

Средневозрастные значения коэффициента упитанности по Фультону у самок и самцов существенно не отличались, характеризовались стабильностью и в среднем равнялись $2,27 \pm 0,03$. Коэффициент упитанности и жирность (3–4 балла) свидетельствуют о благоприятных условиях нагула и обеспеченности леща кормом. Питается лещ в молодом возрасте низшими ракообразными. В рационе взрослых особей отмечаются мелкие моллюски, личинки насекомых и черви. Практически постоянно в составе пищевого комка леща присутствует детрит, реже – крупные формы зоопланктона и растительность.

При сравнении морфометрических показателей леща разных по экологии участков водохранилища стоит отметить отставание в росте одновозрастных особей в Самарском заливе в сравнении с нижним участком Запорожского водохранилища. Самцы и самки нерестовой популяции леща в возрасте 5 лет имели массу на 30–40 % ниже (при $p < 0,05$). Исследования показали, что в Самарском заливе коэффициенты упитанности леща были на 23–25 % ниже, чем у рыб Запорожского водохранилища. Подобные отличия могут быть результатом нарушений физиологических процессов в организме леща в результате хронического токсикоза, вызванного значительным накоплением тяжелых металлов (кадмий, свинец, марганец) в тканях и органах рыб [11]. Именно антропогенное загрязнение воды Самарского залива токсикантами является причиной отставания в росте леща.

По срокам нереста лещ занимает промежуточное положение между ранненерестующими (плотва) и поздненерестующими (карась, сазан) рыбами. В Запорожском водохранилище его нерест происходит в последней декаде апреля – первой половине мая. Нерест леща начинается при температуре воды 13–13,5 °С. Сначала нерест происходит в верхнем участке водохранилища (район Днепровско-Орельского заповедника), потом – в Самарском заливе, позже – в балках нижнего плеса Запорожского водохранилища. Около дамбы из-за больших глубин нерест леща может задерживаться на 5–7 дней.

Массовый нерест происходит во второй декаде мая при температуре воды 16–18 °С.

По характеру нереста лещ характеризуется единовременным икрометаением. Но отмечается несколько подходов производителей к нерестилищам.

Последние несколько лет в структуре нерестовой популяции леща отмечается доминирование количества самцов над количеством самок: в 2010 г. данный показатель был близок к оптимальному соотношению самок (♀) к самцам (♂):♀ 1,5:1 ♂. Начиная с 2011 г. количество самок, которые принимали участие в нересте, снизилось: 2011 г. – ♀ 1,2:1 ♂, 2012 г. – ♀ 1:3 ♂, 2013 г. – ♀ 1:2,3 ♂. Подобный дисбаланс половой структуры популяции леща может быть следствием негативных природных процессов, которые происходят на акватории Запорожского водохранилища, или же комплексов других факторов, обуславливающих низкий уровень миграции самок к нерестилищам.

Половозрелыми самки леща становятся на третьем – четвертом году жизни, самцы – на третьем году жизни. Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) леща разных возрастных групп колебалась в пределах от 54,3 (3 года) до 264,3 тыс. икринок (9 лет), а в среднем равнялась 148,2 тыс. икринок (табл. 1). По сравнению с плодовитостью леща, который заселял район порожистого Днепра до создания Запорожского водохранилища, показатели плодовитости леща увеличились [1].

Таблица 1

Показатели индивидуальной абсолютной плодовитости разновозрастных групп леща Запорожского водохранилища

Показатели	Возраст самок, лет							Среднее значение
	3	4	5	6	7	8	9	
ИАП, тыс. икр.	54,3	123,6	134,8	144,6	173,3	201,8	264,3	148,2

В начале мая самки леща на IV стадии зрелости обладали достаточно высоким гонадосоматическим индексом (ГСИ), который в среднем составлял $22,1 \pm 2,2$ %. Стоит отметить, что на протяжении последних дней перед нерестом наблюдалось повышение ГСИ с 22,1 до 24,1 %, после чего происходил массовый нерест леща. Заканчивался нерестовый период после 15 мая (рис. 1).

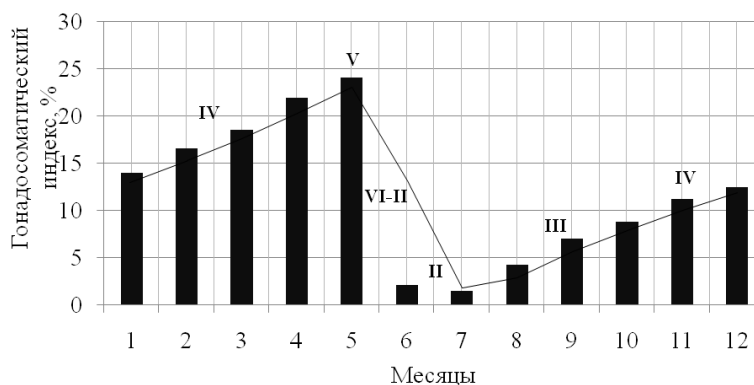


Рис. 1. Показатели гонадосоматического индекса леща Запорожского водохранилища в разные месяцы года

После нереста половые железы самок леща переходили на VI–II стадиях зрелости, содержали пустые фолликулярные оболочки и единичные остаточные ооциты, которые резорбировались. В этот период величина ГСИ принимала наименьшее значение и в среднем составляла $2,14 \pm 0,1$ %. Резорбция икры в яичниках леща длилась около одного месяца, после чего яичники переходили в типичную для видов рыб с единовременным икрометанием II стадию зрелости.

В середине лета ооциты леща находились в периоде протоплазматического роста и были размером 120–180 мкм (рис. 2).

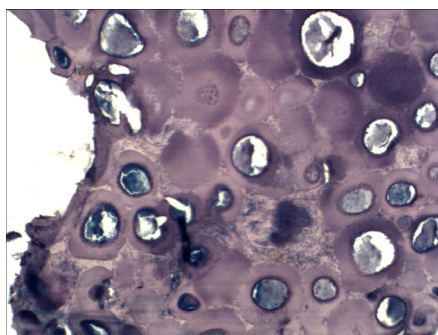


Рис. 2. Ооциты леща в период протоплазматического роста (ув. 56 ×)

Первые вакуоли в ооцитах появлялись цепочкой по периферии в кортикальном слое, их количество колебалось от 28 до 36. Во время формирования первого ряда вакуолей ооциты леща переходили в фазу «D₁», и их размеры достигали 220–270 мкм. Далее яйцеклетки переходили в фазу «D₂», вакуоли занимали два и более рядов. К фазе «D₃» вакуоли заполняли всю цитоплазму, диаметр клеток составлял 390–420 мкм. Позже между зонами вакуолей появлялся глыбковидный желток. Желточная оболочка постепенно утолщалась (фаза «E₁»). Желток продолжал заполнять внутреннюю зону яйцеклетки, а также межвакуолярное пространство наружных рядов вакуолей, которые оттеснялись к периферии.

При достижении фазы «E₂» желток занимал половину ооцита и оттеснял вакуоли в кортикальную зону. В это время диаметр ооцитов равнялся 730–780 мкм. При достижении фазы «E₃» ооциты леща полностью заполнялись желтком, в кортикальном слое оставались 2–3 слоя вакуолей диаметром 20–30 мкм (рис. 3).

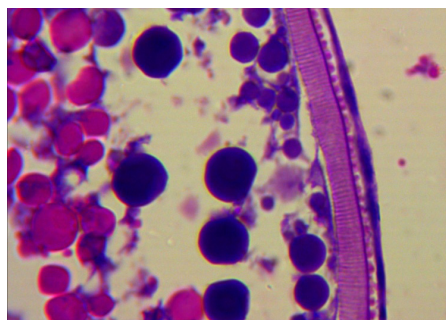


Рис. 3. Вакуоли кортикального слоя и строение оболочки ооцита леща (ув. 280 ×)

Яйцеклетки леща, которые вступали в период созревания, достигали размера 800–890 мкм. Как и у остальных представителей карповых, у них нет жировой капли. На радиально исчерченной оболочке толщиной 10–15 мкм расположены низкие студенистые ворсинки высотой около 2 мкм. Наличие тонкой радиально исчерченной оболочки икринки леща и невысокие ворсинки ооцитов косвенно подтверждают, что нерест данного фитофильного вида протекает на участках водохранилища с небольшой скоростью течения.

По завершении процесса накопления желтка наблюдалось слияние его глыбок в более крупные образования – уплотнение желтка. Ооциты леща достигали дефинитивных размеров. В этот период ядра яйцеклеток имели размеры 56–126 мкм и смещались от центра к периферии, в сторону микропиле. На анимальном полюсе ооцита образовывалось микропиле, которое в продольном разрезе имело вид широкой треугольной воронки.

В преднерестовый период яйцеклетки леща переходили в фазу «F», достигали максимальных размеров (950–990 мкм) и были готовы к овуляции (рис. 4).

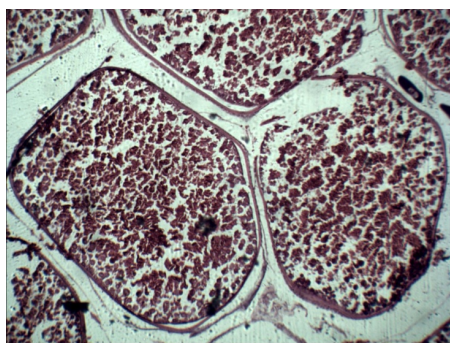


Рис. 4. Зрелая яйцеклетка леща (ув. 28 ×) – желток заполняет весь ооцит, кроме кортикального слоя, где располагаются ряды альвеол)

Установлено, что процесс вакуолизации цитоплазмы ооцитов леща происходил асинхронно и продолжался до конца августа – начала сентября (рис. 5).

Асинхронность развития гонад самок леща в летний период скорее всего может быть вызвана повышением температуры воды Запорожского водохранилища из-за аномально жаркого лета в июле–августе. Такое созревание ооцитов можно рассматривать как пример адаптации репродуктивной системы рыб к изменениям условий окружающей среды, особенно к колебаниям температурного и уровневых режимов водохранилища.

Результаты комплексных гидробиологических и ихтиологических исследований показывают, что Запорожское водохранилище имеет высокий природный потенциал для пополнения промыслового запаса леща. На сегодняшний день наблюдается постепенное улучшение ситуации с запасами леща, но на данный момент существенных позитивных изменений в возрастной структуре популяции пока не наблюдается. Главными ограничивающими факторами остаются значительные колебания воды и неудовлетворительное состояние нерестилищ – это сказывается на уровне воспроизводства данного ценного вида. Также не исключены высокая промысловая нагрузка на младшие возрастные группы со стороны рыбаков-любителей и фактор браконьерства.

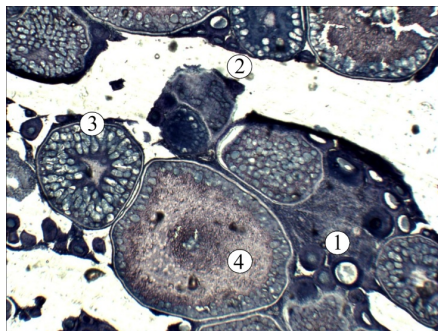


Рис. 5. Асинхронное развитие икры леща (середина августа) (ув. 56 ×) – ооциты одновременно находятся на разных стадиях развития: 1 – ооциты в фазе однослойного фолликула «С»; 2 – ооциты в фазе однослойного фолликула «D₁», по периферии в один ряд цепочкой расположены вакуоли; 3 – ооциты в стадии вакуолизации, фаза «D₂», наружная часть ооцита заполнена вакуолями, они занимают зону до ядра; 4 – ооциты в конце стадии вакуолизации, фаза «E₁», желток заполняет внутреннюю зону, а также межвакуолярные пространства наружных рядов, оттесняя их к периферии яйцеклеток)

Результаты исследований легли в основу разработок биологического обоснования ведения рыбного хозяйства в акватории Запорожского водохранилища [13] и установления объемов допустимых уловов вылова леща в Запорожском водохранилище [14], внедрены в производство.

Выводы

1. Нерестовая популяция леща имеет ограниченный возрастной ряд и представлена особями от 3 до 12 лет. По половой принадлежности возрастные группы распределяются следующим образом: самки – от 3 до 12 лет, самцы – от 4 до 12 лет. Ядро популяции (81 %) составляют особи 5–8 лет – 81 %. Наблюдается незначительное смещение возрастного ряда в сторону накопления старших возрастных групп, но их численность остается низкой – на уровне 4 %.

2. В нерестовой популяции леща самцов больше, чем самок. В 2013 г. соотношение самок и самцов составляло 1,0:2,3. Дисбаланс половой структуры популяции леща может быть следствием негативных природных процессов, которые происходят в акватории Запорожского водохранилища.

3. Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) леща разных возрастных групп колеблется в пределах от 54,3 (3 года) до 264,3 тыс. икринок (9 лет), а в среднем составляет 148,2 тыс. икринок.

4. По характеру нереста лещ характеризуется единовременным икрометанием, но отмечается несколько подходов производителей к нерестилищам.

5. Локальная популяция леща Самарского залива достоверно отстает в росте по сравнению с лещом нижнего участка Запорожского водохранилища. Указанные отличия являются результатом физиологических изменений в организме рыб, связанных с комплексным воздействием факторов антропогенного загрязнения.

6. В процессе созревания половых желез у самок леща Запорожского водохранилища развитие ооцитов происходит асинхронно, что скорее всего вызвано влиянием гидроэкологических условий (температурой и уровнем режимом) в летний период.

Список литературы

1. **Федоненко, О. В.** Вплив антропогенних факторів на стан промислової іхтіофауни Запорізького водосховища : автореф. дис. ... д-ра біологічних наук / Федоненко О. В. – Одеса, 2010. – 38 с.
2. **Бузевич, І. Ю.** Стан та перспективи використання промислової іхтіофауни великих рівнинних водосховищ України : автореф. дис. ... д-ра біологічних наук / Бузевич І. Ю. Нац. акад. аграр. наук, Ін-т риб. госп-ва. – К., 2012. – 40 с.
3. **Озінковська, С. П.** Методика збору і обробки іхтіологічних і гідрбіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилову риб з великих водосховищ і лиманів України / С. П. Озінковська, В. М. Єрко, Г. Д. Коханова [та ін.]. – К. : ІРГ УААН, 1998. – 47 с.
4. **Правдин, И. Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. – М. : Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.
5. **Арсан, О. М.** Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О. М. Арсан, О. А. Давидов, Т. А. Дяченко [та ін.]. ; за ред. В. Д. Романенка. – К. : Логос, 2006. – 408 с.
6. Исследования размножения и развития рыб : метод. пособие / под ред. Б. В. Косшелева, М. В. Гулидова. – М. : Наука, 1981. – 224 с.
7. **Чугунова, И. И.** Руководство по изучению возраста и роста рыб : метод. пособие по ихтиологии / И. И. Чугунова. – М. : Изд-во АН СССР, 1959. – 164 с.
8. **Микодина, Е. В.** Гистология для ихтиологов: Опыт и советы / Е. В. Микодина, М. А. Седова, Д. А. Чмилевский, А. Е. Микулин, С. В. Пьянова, О. Г. Полуэктова. – М. : Изд-во ВНИРО, 2009. – 112 с.
9. **Чепурнова, Л. В.** Закономерности функций гонад, размножения и состояния популяций рыб бассейна Днестра в условиях гидростроительства / Л. В. Чепурнова. – Кишинев : Штиинца, 1991. – 161 с.
10. **Шихшабеков, М. М.** Морфо-экологические исследования размножения рыб в водоемах с нарушенным экологическим режимом : моногр. / М. М. Шихшабеков, Н. И. Рабазанов. – М. : ЮНИТИ-ДАНА : Закон и право, 2009. – 328 с.
11. **Федоненко, О. В.** Екологічний стан біоценозів Запорізького водосховища в сучасних умовах / О. В. Федоненко, Н. Б. Єсіпова, Т. С. Шарамок [та ін.]. – Дніпропетровськ : Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2008. – 232 с.
12. **Маренков, О. Н.** Динамика промысловых уловов и современное состояние леща (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) Запорожского водохранилища / О. Н. Маренков // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2013. – № 1. – С. 10–17.
13. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка и усовершенствование рыбохозяйственных мероприятий в водоемах Днепропетровской области с целью оптимизации и повышения эффективности ведения сельского хозяйства» / Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара. – Днепропетровск, 2013. – 62 с.
14. Биологическое обоснование прогноза вылова водных живых ресурсов в Запорожском (Днепровском) водохранилище на 2014 год / Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара. – Днепропетровск, 2013. – 33 с.

References

1. Fedonenko O. V. *Vpliv antropogennikh faktoriv na stan promislovoi ikhtiofauni Zaporiz'kogo vodoskhovishcha: avtoref. dis. d-ra biologichnikh nauk* [Influence of anthropogenic factors on marketing fish fauna of the Zaporozhskoe reservoir: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the doctor of biological sciences]. Odessa, 2010, 38 p.
2. Buzevich I. Yu. *Stan ta perspektivi vikoristannya promislovoi ikhtiofauni velikikh rivninnikh vodoskhovishch Ukraini: avtoref. dis. d-ra biologichnikh nauk* [Condition

- and perspective exploitation of marketable fish fauna of large Ukrainian lowland reservoirs: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the doctor of biological sciences]. Nats. akad. agrar. nauk, In-t rib. gosp-va [National Academy of Agricultural Sciences, Institute of fish production]. Kiev, 2012, 40 p.
3. Ozinkov'ska S. P., Erko V. M., Kokhanova G. D. et al. *Metodika zboru i obrobki ikhtiologichnikh i gidrobiologichnikh materialiv z metoyu viznachennya limitiv promislavogo viluchennya ryb z velikikh vodoskhovishch i limaniv Ukraini* [Gathering and processing methods of ichthyological and hydrobiological materials in order to define the limits of market fishing at large reservoirs and estuaries of Ukraine]. Kiev: IRG UAAN, 1998, 47 p.
 4. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh)* [Guide on fish study (mainly freshwater)]. Moscow: Pishch. prom-st', 1966, 376 p.
 5. Arsan O. M., Davidov O. A., Dyachenko T. A. et al. *Metodi gidroekologichnikh doslidzhen' poverkhnevikh vod* [Methods of hydroecological investigation of surface waters]. Kiev: Logos, 2006, 408 p.
 6. *Issledovaniya rozmnozheniya i razvitiya ryb: metod. posobie* [Fish reproduction and development study: workbook]. Ed. B. V. Koshelev, M. V. Gulidov. Moscow: Nauka, 1981, 224 p.
 7. Chugunova I. I. *Rukovodstvo po izucheniyu vozrasta i rosta ryb: metod. posobie po ikhtiologii* [Guide on fish age and size study: workbook in ichthyology]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1959, 164 p.
 8. Mikodina E. V., Sedova M. A., Chmylevskiy D. A., Mikulin A. E., P'yanova S. V., Poluektova O. G. *Gistologiya dlya ikhtologov: Opyt i sovety* [Histology for ichthyologists: experience and recommendations]. Moscow: Izd-vo VNIRO, 2009, 112 p.
 9. Chepurnova L. V. *Zakonomernosti funktsiy gonad, rozmnozheniya i sostoyaniya populyatsiy ryb basseyna Dnestra v usloviyakh gidrostroytel'stva* [Regularities of functions of gonads, reproduction and population condition of fish in Dniester basin in conditions of hydroconstruction]. Kishinev: Shtiintsa, 1991, 161 p.
 10. Shikhshabekov M. M., Rabazanov N. I. *Morfo-ekologicheskie issledovaniya rozmnozheniya ryb v vodoemakh s narushennym ekologicheskim rezhimom: monogr.* [Morphoecological research of fish reproduction in basins with affected ecological condition: monograph]. Moscow: YuNITI-DANA: Zakon i pravo, 2009, 328 p.
 11. Fedonenko O. V., Ćsipova N. B., Sharamok T. S. et al. *Ekologichniy stan biotsenoziv Zaporiz'kogo vodoskhovishcha v suchasnikh umovakh* [Ecological condition of biological community of the Zaporozhskoe reservoir at the present time]. Dnipropetrovsk: Vid-vo Dnipropetr. un-tu, 2008, 232 p.
 12. Marenkov O. N. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaystvo* [Guide on fishery]. 2013, no. 1, pp. 10–17.
 13. *Otchet o nauchno-issledovatel'skoy rabote «Razrabotka i usovershenstvovanie rybokhozyaystvennykh meropriyatiy v vodoemakh Dnepropetrovskoy oblasti s tsel'yu optimizatsii i povysheniya effektivnosti vedeniya sel'skogo khozyaystva»* [Report on research project "Development and improvement of fish production measures in basins of Dnepropetrovsk region for the purpose of optimization and efficiency increase of agriculture"]. Dnepropetrovskiy natsional'nyy universitet imeni Olesya Gonchara [Dnepropetrovsk National University named after Oles Gonchar]. Dnipropetrovsk, 2013, 62 p.
 14. *Biologicheskoe obosnovanie prognoza vylova vodnykh zhivyykh resursov v Zaporozhskom (Dneprovskom) vodokhranilishche na 2014 god* [Biological substantiation of the forecast of fish catch in the Zaporozhskoe (Dneprovskoe) reservoir in 2014]. Dnepropetrovskiy natsional'nyy universitet imeni Olesya Gonchara [Dnepropetrovsk National University named after Oles Gonchar]. Dnipropetrovsk, 2013, 33 p.

Маренков Олег Николаевич

ассистент, кафедра общей биологии
и водных биоресурсов,
Днепропетровский национальный
университет имени Олеса Гончара
(Украина, г. Днепропетровск,
пр. Гагарина, 72)

E-mail: gidrobs@yandex.ru

Marenkov Oleg Nikolaevich

Assistant, sub-department of general
biology and water bioresources,
Dnepropetrovsk National University
named after Oles Gonchar
(72 Gagarina street,
Dnepropetrovsk, Ukraine)

Федоненко Елена Викторовна

доктор биологических наук, профессор,
заведующая кафедрой общей биологии
и водных биоресурсов,
Днепропетровский национальный
университет имени Олеса Гончара
(Украина, г. Днепропетровск,
пр. Гагарина, 72)

E-mail: hydro-dnu@mail.ru

Fedonenko Elena Viktorovna

Doctor of biological sciences, professor,
head of sub-department of general biology
and water bioresources, Dnepropetrovsk
National University named after
Oles Gonchar
(72 Gagarina street,
Dnepropetrovsk, Ukraine)

Габиров Магомед Магомедович

доктор биологических наук, профессор,
заведующий кафедрой анатомии,
гистологии, физиологии, Дагестанский
государственный университет
(Россия, г. Махачкала,
ул. М. Гаджиева, 43а)

E-mail: phiziolog1@yandex.ru

Gabibov Magomed Magomedovich

Doctor of biological sciences, professor,
head of sub-department of anatomy,
histology, physiology, Dagestan State
University
(43a M. Gadzhieva street,
Makhachkala, Russia)

Абдуллаева Наида Муртазалиевна

кандидат биологических наук, доцент,
кафедра анатомии, гистологии,
физиологии, Дагестанский
государственный университет
(Россия, г. Махачкала,
ул. М. Гаджиева, 43а)

E-mail: cacal@yandex.ru

Abdullaeva Naida Murtazalievna

Candidate of biological sciences, associate
professor, sub-department of anatomy,
histology, physiology, Dagestan State
University
(43a M. Gadzhieva street,
Makhachkala, Russia)

УДК 597.554.3

Маренков, О. Н.

**Развитие гонад леща (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) в условиях
Запорожского водохранилища / О. Н. Маренков, Е. В. Федоненко, М. М. Га-
бибов, Н. М. Абдуллаева // Известия высших учебных заведений. Поволж-
ский регион. Естественные науки. – 2013. – № 4 (4). – С. 25–35.**

ЗООПЛАНКТОННЫЕ СООБЩЕСТВА ЗАБОЛАЧИВАЮЩИХСЯ ОЗЕР ВОЗВЫШЕННОСТИ «СУРСКАЯ ШИШКА» (СРЕДНЕЕ ПОВОЛЖЬЕ)

Аннотация. *Актуальность и цели.* Зоопланктонные сообщества в кислых местообитаниях, таких как зарастающие моховыми сплавидами водораздельные озера, как правило, имеют очень много специфических черт. Цель работы – изучение структуры зоопланктона в двух озерах Приволжской возвышенности, находящихся на разной стадии зарастания сфагновыми сплавидами. *Материалы и методы.* Материал собирали в 2004 и 2008 гг. на территории возвышенности «Сурская шишка». Пробы зоопланктона отбирали сетью Апштейна. *Результаты.* В озере, сильнее заросшем сплавидами, обнаружено 49 видов зоопланктонов, во втором – 32 вида. Видовое богатство и обилие зоопланктона увеличиваются от весны к лету в соответствии с повышением температуры с 17 до 26 °С. В озере Светлом в течение сезона происходит смена доминантов. Весной супердоминируют науплии веслоногих рачков (65 %). Летом к науплиям (24 %) добавляются *Heterocope saliens* (9 %) и *Streblocerus serricaudatus* (17 %). *Выводы.* Сообщества зоопланктона в двух заболачивающихся озерах, находящихся на разных стадиях заболачивания, значительно отличаются по видовому составу, но не по структуре. Структурные характеристики и состав доминирующего комплекса видов зависят от стадии сезонной сукцессии, а не от типа водоема.

Ключевые слова: зоопланктон, структура сообщества, Приволжская возвышенность, заболачивающиеся озера.

T. G. Stoiko, V. A. Burdova, Yu. A. Mazei

ZOOPLANKTON COMMUNITIES OF BOGGY LAKES IN THE «SURSKAYA SHISHKA» HIGHLANDS (MIDDLE VOLGA TERRITORY)

Abstract. *Background.* Zooplankton communities in acidic environments (e.g. boggy lakes with quagmires) are characterised by peculiar composition and structure. The aim of the study is to describe and compare characteristics of zooplankton in two boggy lakes with Sphagnum quagmires of different successional stages. *Materials and methods.* Material was collected in 2004 and 2008 within the Surskaya shishka highlands (Middle Volga territory). Samples were taken with the aid of Apstein net. *Results.* In the lake that has more developed quagmire forty-nine species were identified, whereas in the second one 32 species were found. Species richness increased from spring towards autumn in accordance with the increasing of temperature from 17 to 26 centigrade degrees. In the first lake community structure drastically changed during the season. It starts from the prevalence of copepods nauplii (65 % of the total abundance). In summer *Heterocope saliens* (9 %) and *Streblocerus serricaudatus* (17 %) have also high abundances. *Conclusions.* Zooplankton communities in two boggy lakes of different stages of transformations into the bogs differ by the species composition but not the community structure. However, both structure and composition of dominants are affected by the stage of seasonal succession but not the type of the water body.

Key words: zooplankton, community structure, Privolzhskaya highlands, boggy lakes.

Моховые болота занимают особое место среди водно-болотных угодий. Занимая возвышенные части водоразделов, сложенные водопроницаемыми породами, они играют огромную роль в пополнении запасов подземных вод, а в итоге в питании родников и рек. Все моховые болота Приволжской возвышенности своим происхождением связаны с зарастанием приуроченных к водоразделам и надпойменным террасам озерных водоемов [1]. Превращение озер в болота – закономерный процесс их эволюции. Зарастание обычно начинается от берегов, в результате чего отмершие части растений постепенно заполняют озерную котловину отложениями. Это создает условия для перемещения всех растительных зон в сторону глубокой части озера. Процесс зарастания происходит также и с поверхности в результате образования сплавнины – слоя из живых и отмерших растений. Ее основу составляют растения с длинными, стелющимися по воде корневищами: белокрыльник, сабельник и др. На сплетениях корневищ поселяются сфагновые мхи. Сплавнина постепенно разрастается в ширь и в толщину, застилая поверхность озера и трансформируя его в сплавинное болото.

Зоопланктонные сообщества в таких кислых местообитаниях, как правило, имеют очень много специфических черт [4–9]. Целью настоящей работы явилось изучение видового состава и структуры сообществ зоопланктона в двух сфагновых озерах. Первое – заболачивающееся озеро Светлое – расположено на участке «Верховье Суры» заповедника «Приволжская лесостепь». Недалеко от заповедника, в Ульяновской области, расположено другое озеро Светлое (далее оно будет называться «Ульяновское»), которое находится на более ранней стадии зарастания сплавниной. В озере Светлом мы проводили изучение сообщества раковинных амёб [10] и его сопоставление с более молодым сукцессионным болотом [2].

Материал и методика

Материал собран в озере Светлом в 2004 г. весной (**СО-04в**) и летом (**СО-04л**), а также летом 2008 г. (**СО-08**). В Ульяновском озере (**УО-08**) пробы были отобраны летом 2008 г. Площадь озер около 7 га. Озеро Светлое глубиной до 2 м, окружено переходным тростниковым болотом площадью 10 га с мощностью торфа 1 м. В составе растительности болота преобладают вейник сероватый, тростник обыкновенный и осока береговая; около 5 % поверхности занято березой повислой и ивой. В пределах озера встречаются значительные участки сфагновой сплавнины, общей площадью до 2 га. В Ульяновском озере, глубиной до 9 м, зарастающая площадь значительно меньше. В то же время ближе к берегу имеются сформированные сплавнины.

Пробы зоопланктона отбирали сетью Апштейна, при этом фильтровали 50 л поверхностной воды. Для подсчета количества зоопланктона использовали камеру Богорова. Каждый раз пробы отбирались с лодки в четырех наиболее типичных точках озер. Всего проанализировано 16 проб. Для характеристики сообществ использовали следующие показатели: число видов; обилие организмов (тыс. экз./м³); состав и структуру у доминирующего комплекса видов, доля которых более 10 %; индекс разнообразия Шеннона; индекс выравненности Пиелу. Для классификации сообществ зоопланктона использовали кластерный анализ методом среднего присоединения на основе матриц индексов сходства Раупа – Крика (по данным о присутствии–отсутствии

видов) или Мориситы (по данным относительного обилия видов). Все расчеты производили с помощью пакетов программ MS Excel 2002, Past 1.89.

Результаты и обсуждение

В составе сообщества зоопланктона озера Светлого за весь период исследования обнаружены 49 видов (31 – коловраток, 13 – ветвистоусых, 6 – веслоногих ракообразных), личинки и науплии копепод (табл. 1), в Ульяновском озере – 32 вида (13 – коловраток, 15 – ветвистоусых, 4 – веслоногих раков). При этом только в нем отмечены следующие коловратки: *Conochilus hippocrepis*, *Keratella cochlearis*, *Lecane brachydactyla*, *L. mira* – и ракообразные: *Ceriodaphnia megalops*, *C. pulchella*, *Pleuroxus similis*, *P. striatus*, *Simocephalus vetulus*, *Syda crystallina*, *Macrocyclus fuscus*, *Thermocyclops oithonoides*.

Таблица 1

Видовой состав зоопланктонного сообщества
в двух озерах Верховьев Суры

Виды 1	Озера*			
	2			
Rotifera – Коловратки	УО-08	СО-04в	СО-04л	СО-08
1. <i>Brachionus quadridentatus brevispinus</i> Ehrenberg, 1832	–	–	–	+
2. <i>Cephalodella</i> sp.	–	–	+	–
3. <i>Conochilus hippocrepis</i> (Schrank, 1803)	+	–	–	–
4. <i>C. unicornis</i> Roussellet, 1892	–	–	+	–
5. <i>Euchlanis triquetra</i> Ehrenberg, 1838	–	+	–	–
6. <i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	–	–	–
7. <i>K. serrulata</i> (Ehrenberg, 1838)	–	+	–	+
8. <i>Lecane (s. str.) brachydactyla</i> (Stenroos, 1898)	+	–	–	–
9. <i>L. (s. str.) mira</i> (Murray, 1913)	+	–	–	–
10. <i>L. (s. str.) stichaea</i> Haring, 1913	–	+	+	–
11. <i>L. (s. str.) signifera ploenensis</i> (Voigt, 1902)	–	–	–	+
12. <i>L. (M.) bulla</i> (Gosse, 1832)	+	–	–	+
13. <i>L. (M.) closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	–	–	–	+
14. <i>L. (M.) crenata</i> (Haring, 1913)	+	–	–	+
15. <i>L. (M.) elachis</i> (Haring et Myers, 1926)	–	–	–	+
16. <i>L. (M.) lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	+	+	+	+
17. <i>L. (M.) constricta</i> (Murray, 1939)	+	–	–	+
18. <i>L. (M.) scutata</i> (Haring et Myers, 1926)	+	–	+	–
19. <i>Lepadella</i> sp.	–	+	–	–
20. <i>L. cristata</i> (Roussellet, 1893)	–	–	–	+
21. <i>L. ovalis</i> (Müller, 1786)	–	–	–	+
22. <i>Monommata</i> sp. мелкая	+	–	–	+
23. <i>Notommata</i> sp.	–	–	–	+
24. <i>Ploesoma lenticulare</i> Herrick, 1885	–	–	–	+
25. <i>P. triacanthum</i> (Bergendal, 1892)	–	–	+	–
26. <i>P. truncatum</i> (Levander, 1894)	+	–	–	+
27. <i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1952	+	–	–	+
28. <i>Rotaria</i> sp.	+	+	+	+
29. <i>Stephanoceros fimbriatus</i> (Goldfuss, 1820)	–	+	–	–

Окончание табл. 1

1	2			
30. <i>Testudinella bidentata</i> (Ternetz, 1892)	–	–	–	+
31. <i>T. emarginula</i> (Stenroos, 1898)	–	–	–	+
32. <i>Trichocerca</i> (<i>D.</i>) <i>brachyura</i> (Gosse, 1851)	–	–	+	–
33. <i>T. (s. str.) longiseta</i> Schrank, 1802	–	–	+	–
34. <i>T. (s. str.) pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	–	+	–	–
35. <i>T. (D.) tenuior</i> (Gosse, 1886)	–	–	+	–
Cladocera – Ветвистоусые ракообразные				
36. <i>Alona quadrangularis</i> (Müller, 1785)	+	+	–	–
37. <i>A. rectangula</i> Sars, 1861	+	–	–	–
38. <i>Alonella exigua</i> (Lilljeborg, 1853)	–	+	–	–
39. <i>Bosmina coregoni</i> Baird, 1857	–	–	–	+
40. <i>B. longirostris</i> (Müller, 1785)	+	–	+	–
41. <i>Ceriodaphnia megalops</i> Sars, 1862	+	–	–	–
42. <i>C. pulchella</i> Sars, 1862	+	–	–	–
43. <i>Chydorus sphaericus</i> (Müller, 1785)	+	+	+	+
44. <i>Daphnia longispina</i> Müller, 1785	–	+	+	+
45. <i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin, 1848)	+	+	+	+
46. <i>Peracantha truncata</i> (Müller, 1785)	+	+	+	+
47. <i>Polyphemus pediculus</i> (Linne, 1778)	+	+	+	–
48. <i>Pleuroxus similis</i> (Sars, 1900)	+	–	–	–
49. <i>P. striatus</i> Schoedler, 1863	+	–	–	–
50. <i>P. trigonellus</i> Müller, 1785	–	–	+	–
51. <i>Scapholeberis mucronata</i> (Müller, 1776)	+	+	+	+
52. <i>Simocephalus serrulatus</i> (Koch, 1841)	–	+	+	–
53. <i>S. vetulus</i> (Müller, 1776)	+	–	–	–
54. <i>Syda crystallina</i> (Müller, 1776)	+	–	–	–
55. <i>Streblocerus serricaudatus</i> (Fischer, 1849)	+	+	+	+
Соперода – Веслоногие ракообразные				
56. <i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars, 1863)	–	–	–	+
57. <i>Diaptomus</i> sp.	–	+	+	–
58. <i>Heterocope saliens</i> (Lilljeborg, 1862)	–	+	+	+
59. <i>Eucyclops denticulatus</i> (Graeter, 1903)	–	–	+	+
60. <i>E. serrulatus</i> (Fischer, 1851)	+	+	–	–
61. <i>Macrocyclus fuscus</i> (Jurine, 1820)	+	–	–	–
62. <i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	+	+	–	+
63. <i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars, 1863)	+	–	–	–
Количество видов	32	22	23	29
		49		

Примечание. * – обозначения в тексте.

В озере Светлом среди коловраток и рачков присутствуют эврибионтные организмы, а также виды, которые населяют зарастающие водоемы: коловратки *Euchlanis triquetra*, *Keratella serrulata*, *Lecane stichaea*, *L. signifera ploenensis*, *L. closterocerca*, *L. crenata*, *L. constricta*, *L. cristata*, *P. triacanthum*, *Trichocerca brachyura*, *T. tenuior* – характерные обитатели болот или часто заселяют эти экосистемы; кладоцеры *Simocephalus serrulatus*, *Streblocerus serricaudatus*, *Scapholeberis mucronata* и *Polyphemus pediculus* – обычные виды болотных сообществ.

Своеобразие сообщества зоопланктона озера Светлого состоит в том, что здесь выявлено наибольшее разнообразие видов по сравнению с другими исследованными болотами области [1, 5, 6]. В озере обнаружены коловратка *Conochilus unicornis*, характерная для северных водоемов России, а также веслоногий рак *Heteroscope saliens*, впервые отмеченный в области [6]. Последний вид обитает в пелагиали крупных озер и в совсем мелких водоемах вплоть до пересыхающих луж. В центральных районах России (Костромской, Ярославской, Московской, Владимирской, Тверской областях и Республике Татарстан) он обнаружен только в мелких водоемах [3]. Ветвистоусые раки дафния и диафанозома в весенних пробах очень крупные. По-видимому, в связи с зарастанием этих водоемов рачки находят здесь укрытия от обитающих карасей, которые их поедают.

Видовое богатство и обилие зоопланктона в 2004 г. увеличиваются от весны к лету в соответствии с повышением температуры с 17 до 26 °С (рис. 1, 2). В 2008 г. летом эти показатели были еще выше, чем в 2004 г. Сообщества двух озер в одно и то же время в 2008 г. характеризуются одинаковым уровнем этих интегральных параметров.

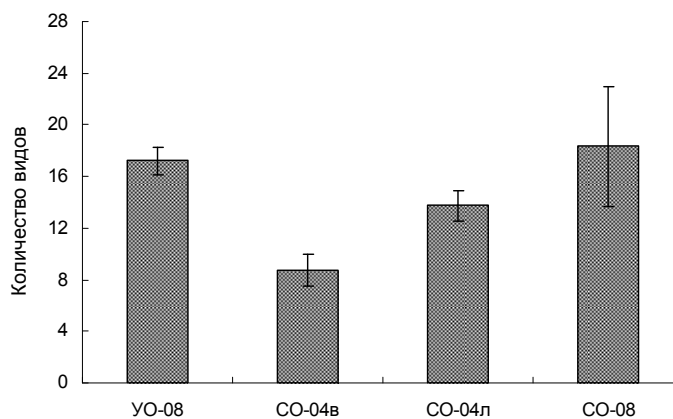


Рис. 1. Количество видов зоопланктонного сообщества в двух озерах Верховьев Суры. Обозначения см. в тексте. Планки погрешностей – ошибка средней

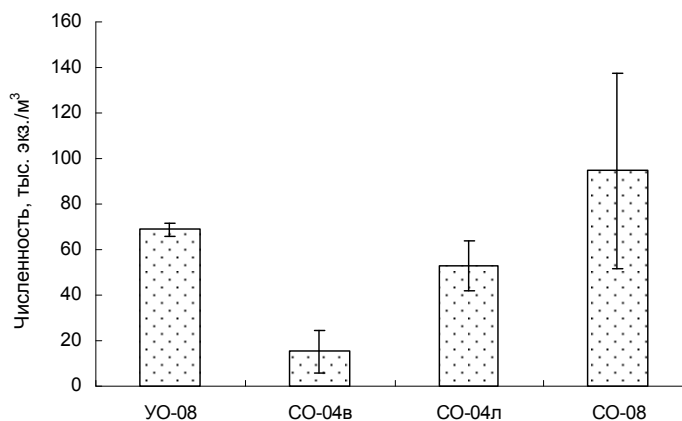


Рис. 2. Численность, тыс. экз./м³ зоопланктонного сообщества в двух озерах Верховьев Суры. Планки погрешностей – ошибка средней

В озере Светлом в течение сезона происходит смена доминантов (рис. 3). Весной супердоминируют науплии веслоногих рачков (65 %). Летом к науплиям (24 %) добавляются *H. saliens* (9 %) и *S. serricaudatus* (17 %). При этом в сообществе много субдоминантов.

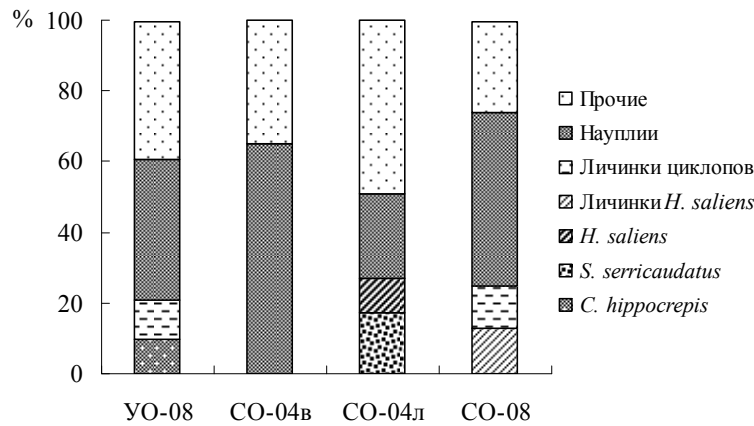


Рис. 3. Доминирующие виды зоопланктонного сообщества в двух озерах Верховьев Суры

В 2008 г. видовой состав и численность сообщества в озере Светлом менее однородны в пространстве (ошибка средней больше). Здесь доминируют только веслоногие рачки. В Ульяновском водоеме гетерогенность сообщества низкая, среди специфических доминантов коловратка *Conochilus hippocrepis*.

Несмотря на то что сообщество зоопланктона озера Светлого по видовому составу через 4 года существенно изменилось, оно во всех случаях отличается от Ульяновского (рис. 4). В то же время структурные показатели (видовое разнообразие и обилие) сообществ разных озер в один и тот же год более схожи, чем в одном озере в разные годы и даже в разные сезоны исследования.

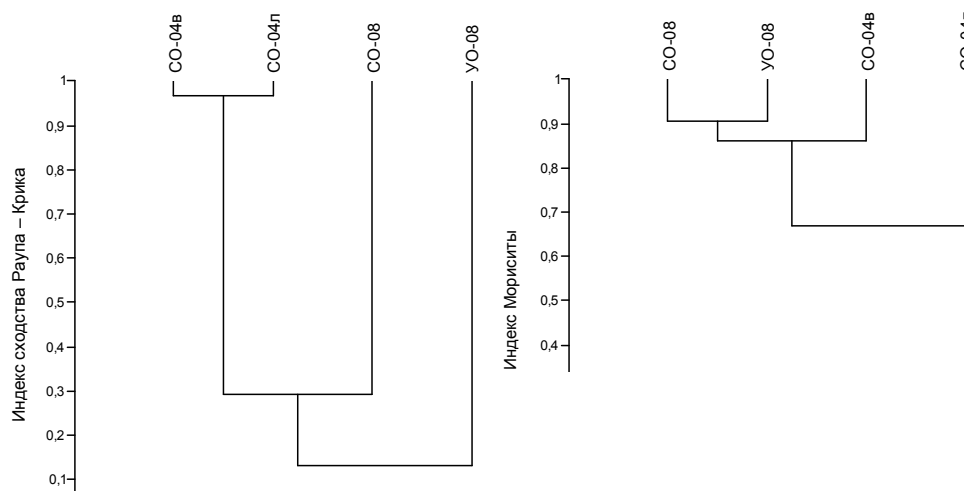


Рис. 4. Диаграмма видowego и структурного сходства зоопланктонных сообществ в двух озерах Верховьев Суры

В один и тот же год исследования весеннее сообщество зоопланктона озера Светлого отличается больше чем на 70 % от летнего (рис. 5). Связано это в первую очередь с температурой и закономерным сезонным развитием зоопланктона. 18 % различий обусловлены межгодовыми изменениями в структурных показателях, вызванных скорее всего комплексом внешних факторов.

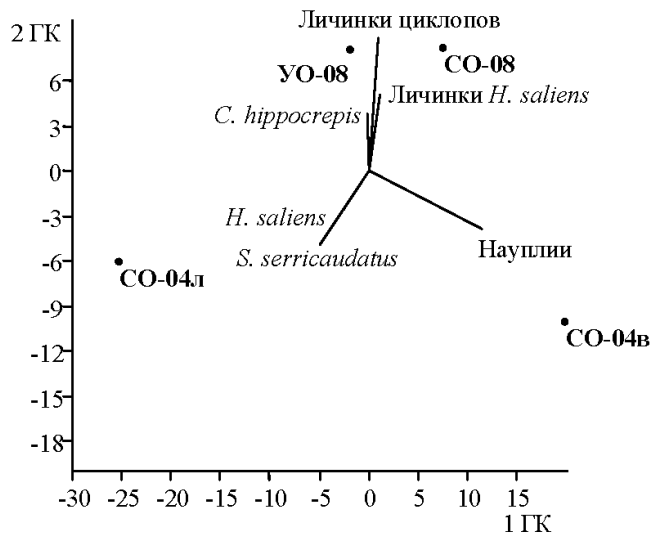


Рис. 5. Результаты ординации сообществ зоопланктона методом главных компонент: 1 ГК – первая главная компонента (объясняет 73 % общей дисперсии видовой структуры); 2 ГК – вторая главная компонента (18 %)

Выводы

Сообщества зоопланктона в двух заболачивающихся озерах, находящихся на разных стадиях заболачивания, значительно отличаются по видовому составу, но не по структуре. Структурные характеристики и состав доминирующего комплекса видов зависят от стадии сезонной сукцессии, а не типа водоема.

Список литературы

1. **Иванов, А. И.** Экосистемы моховых болот Пензенской области: современное состояние / А. И. Иванов, Ю. А. Мазей, Т. Г. Стойко, Н. Н. Серебрякова // Проблемы охраны и экологического мониторинга природных ландшафтов и биоразнообразия : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. – Пенза : ПГСХА, 2006. – С. 37–39.
2. **Мазей, Ю. А.** Видовой состав и структура сообщества раковинных амёб в сфагновом болоте на начальном этапе его становления / Ю. А. Мазей, О. А. Бубнова // Известия РАН. Серия Биологическая. – 2007. – № 6. – С. 738–747.
3. **Рылов, В. М.** Жизнь пресных вод. Фауна СССР. Ракообразные / В. М. Рылов. – М. ; Л. : АН СССР, 1948. – Т. 3, вып. 3. – 318 с.
4. **Стойко, Т. Г.** Структура сообщества зоопланктона озера «Большое Моховое» / Т. Г. Стойко, Ю. А. Мазей // Охрана биологического разнообразия и развитие охотничьего хозяйства России : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. – Пенза : ПГСХА, 2005. – С. 70–72.
5. **Стойко, Т. Г.** Зоопланктон надпойменных водоемов в бассейнах рек Суры и Мокши / Т. Г. Стойко, Ю. А. Мазей // Биоресурсы и биоразнообразие экосистем

- Поволжья: прошлое, настоящее, будущее : материалы междунар. совещания, посвящ. 10-летию Саратовского филиала ИПЭЭ им. А. Н. Северцова РАН. – Саратов : СГУ, 2005. – С. 232–234.
6. Стойко, Т. Г. Фаунистический обзор организмов зоопланктона Пензенских водных экосистем / Т. Г. Стойко, Ю. А. Мазей // Пензенское краеведение: опыт, перспективы развития : материалы обл. конф. – Пенза, 2005. – Т. II. – С. 77–85.
 7. Стойко, Т. Г. Планктонные коловратки пензенских водоемов / Т. Г. Стойко, Ю. А. Мазей. – Пенза : Изд-во ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2006. – 135 с.
 8. Стойко, Т. Г. Структура планктонного сообщества озера Зимовного (Бековский район, Пензенская область) в июле–октябре 2002 г. / Т. Г. Стойко, Ю. А. Мазей, М. С. Куликовский, И. В. Митропольская // Охрана растительного и животного мира Поволжья и сопредельных территорий : материалы Всерос. науч. конф., посвящ. 130-летию со дня рождения И. И. Спрыгина. – Пенза : ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2003. – С. 238–240.
 9. Стойко, Т. Г. Структура сообщества зоогидробионтов в озере, испытывавшем влияние уничтожения химического оружия / Т. Г. Стойко, Ю. А. Мазей, А. Н. Цыганов, Д. В. Тихоненков // Известия РАН. Серия Биологическая. – 2006. – № 2. – С. 225–231.

References

1. Ivanov A. I., Mazei Yu. A., Stoiko T. G., Serebryakova N. N. *Problemy okhrany i ekologicheskogo monitoringa prirodnykh landshaftov i bioraznoobraziya: sb. st. Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Problems of protection and ecological monitoring of natural landscapes and biodiversity: proceedings of the All-Russian scientific and practical conference]. Penza: PGSKhA, 2006, pp. 37–39.
2. Mazei Yu. A., Bubnova O. A. *Izvestiya RAN. Seriya Biologicheskaya* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Biological Series]. 2007, no. 6, pp. 738–747.
3. Rylov V. M. *Zhizn' presnykh vod. Fauna SSSR. Rakoobraznye* [Life in fresh water. Fauna of USSR. Crustacea]. Moscow; Leningrad: AN USSR, 1948, vol. 3, no. 3, 318 p.
4. Stoiko T. G., Mazei Yu. A. *Okhrana biologicheskogo raznoobraziya i razvitie okhotnich'ego khozyaystva Rossii : sb. materialov Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Protection of biodiversity and development of hunting territories of Russia: proceedings of the All-Russian scientific and practical conference]. Penza: PGSKhA, 2005, pp. 70–72.
5. Stoiko T. G., Mazei Yu. A. *Bioresursy i bioraznoobrazie ekosistem Povolzh'ya: proshloe, nastoyashchee, budushchee: materialy mezhdunar. soveshchaniya, posvyashch. 10-letiyu Saratovskogo filiala IPPE im. A. N. Severtsova RAN* [Bioresources and biodiversity of ecosystems of Volga region: past, presence, future: proceedings of the International meeting commemorating 10th anniversary of Saratov branch of the Institute of Biological and Evolutional Problems named after A.N. Severtsov of the Russian Academy of Sciences]. Saratov: SGU, 2005, pp. 232–234.
6. Stoiko T. G., Mazei Yu. A. *Penzenskoe kraevedenie: opyt, perspektivy razvitiya: materialy obl. konf.* [Penza regional ethnography: experience, development perspectives: proceedings of the regional conference]. Penza, 2005, vol. II, pp. 77–85.
7. Stoiko T. G., Mazei Yu. A. *Planktonnye kolovratki penzenskikh vodoemov* [Planktonic rotifer of Penza basins]. Penza: Izd-vo PGPU im. V. G. Belinskogo, 2006, 135 p.
8. Stoiko T. G., Mazei Yu. A., Kulikovskiy M. S., Mitropol'skaya I. V. *Okhrana rastitel'nogo i zhivotnogo mira Povolzh'ya i sopredel'nykh territoriy: materialy Vseros. nauch. konf., posvyashch. 130-letiyu so dnya rozhdeniya I. I. Sprygina* [Protection of flora and fauna of Volga region and neighbouring territories: proceedings of the All-Russian conference commemorating 130th jubilee of I.I. Sprygin]. Penza: PGPU im. V. G. Belinskogo, 2003, pp. 238–240.
9. Stoiko T. G., Mazei Yu. A., Tsyganov A. N., Tikhonenkov D. V. *Izvestiya RAN. Seriya Biologicheskaya* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Biological Series]. 2006, no. 2, pp. 225–231.

Стойко Тамара Григорьевна
кандидат биологических наук,
профессор, кафедра зоологии
и экологии, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: tgsojko@mail.ru

Stoiko Tamara Grigor'evna
Candidate of biological sciences, professor,
sub-department of zoology and ecology,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Бурдова Виктория Александровна
аспирант, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: hydro-dnu@mail.ru

Burdova Viktoriya Aleksandrovna
Postgraduate student, Penza State
University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Мазей Юрий Александрович
доктор биологических наук, профессор,
кафедра зоологии и экологии,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: yurimazei@mail.ru

Mazei Yuri Aleksandrovich
Doctor of biological sciences, professor,
sub-department of zoology and ecology,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 574.5

Стойко, Т. Г.

Зоопланктонные сообщества заболачивающихся озер возвышенности «Сурская шишка» (Среднее Поволжье) / Т. Г. Стойко, В. А. Бурдова, Ю. А. Мазей // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 4 (4). – С. 36–44.

Т. Г. Стойко, Ю. А. Мазей

НАЗЕМНЫЕ МОЛЛЮСКИ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ (БАССЕЙН РЕКИ БОЛЬШАЯ ПОРОЖНЯЯ, ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКИЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК)

Аннотация. *Актуальность и цели.* Наземные моллюски – один из важных компонентов биогеоценозов и удобный объект для экологических исследований. Фауна наземных моллюсков многих районов европейской части России остается слабоисследованной. Цель настоящей работы – изучение особенностей сообществ наземных моллюсков в разных типах лесов средней тайги Печоро-Ильчского биосферного заповедника. *Материалы и методы.* Исследования проводили в темнохвойных лесах Печоро-Ильчского биосферного заповедника Большепорожного ботанико-географического района, в бассейне р. Большая Порожня (правый приток р. Печоры) в пределах 62° с. ш. и 58° в. д. Пробы отбирали в следующих типах лесов: 1) пихто-ельнике с кедром чернично-зеленомошным; 2) пихто-ельнике с кедром высокотравным плакорно-склоновым; 3) пихто-ельнике с кедром высокотравным приручевым; 4) небольших по площади осинниках. *Результаты и выводы.* Обнаружено 15 видов наземных моллюсков. Помимо широко распространенных эврибионтов, обнаружены три бореальных холодолюбивых вида (*Vertigo modesta*, *Fruticicola schrencki*, *Zoogenetes harpa*), а также холодоустойчивый подстилочный вид *Columella columella*. В пихто-ельниках моллюски предпочтительно населяют биотопы у валежин. Видовое богатство в хвойных лесах и осинниках насчитывает по 12 видов моллюсков. Плотность наземных моллюсков возрастает по мере зарастания валежин. По видовому составу и структуре сообщества наземные моллюски независимо от степени зарастания валежин группируются по участкам леса.

Ключевые слова: наземные моллюски, структура сообщества, средняя тайга, Печоро-Ильчский заповедник, река Большая Порожня.

Т. Г. Stoiko, Yu. A. Mazei

TERRESTRIAL MOLLUSKS OF MIDDLE TAIGA (BOLSHAYA POROZHAYA RIVER BASIN, PECHORA-ILYCH BIOSPHERE RESERVE)

Abstract. *Background.* Terrestrial mollusks are the major component of terrestrial ecosystems and the important object of ecological research. The fauna of terrestrial mollusks in many regions of European Russia is still poorly studied. The aim of this study is to investigate terrestrial mollusks communities in different types of middle taiga forests in Pechora-Ilych biosphere reserve. *Materials and methods.* The investigation was conducted in dark coniferous forests in the basin of Bolshaya Porozhnaya river (right tributary of Pechora river), 62° n. l. and 58° e. l. The samples were taken in four types of forests: i) abies-fir-cedar pine wood with bilberry bush and green mosses; ii) abies-fir-cedar pine wood with tall grass on the top of the hill; iii) abies-fir-cedar pine wood with tall grass near the stream; iv) aspen forest. *Results and conclusions.* Fifteen species of terrestrial mollusks were identified including tree boreal psychrophilic species (*Vertigo modesta*, *Fruticicola schrencki*, *Zoogenetes harpa*) as well as crymophylactic species *Columella columella*. In coniferous forests the mollusks prefer to live in dead fallen wood. The density of animals in-

creases with the age of fallen wood. Species richness (12 species) is equal in both coniferous and aspen forests.

Key words: terrestrial mollusks, community structure, middle taiga, Pechora-Ilych reserve, Bolshaya Porozhnaya river.

Наземные моллюски – один из важных компонентов биогеоценозов и удобный объект для экологических исследований. В последнее время в ходе инвентаризации накопленных данных появились сводки о моллюсках, в том числе и наземных [1, 2], а также расширились исследования в европейской части южной и средней тайги [3], лесостепи Среднего Поволжья [4–9]. При этом фауна наземных моллюсков многих районов европейской части России остается слабоисследованной. В связи с этим в ходе выполнения настоящей работы мы изучали особенности сообществ наземных моллюсков в разных типах лесов средней тайги Печоро-Ильчского биосферного заповедника.

Материал и методы

Исследования проводили в июне 2012 г. в темнохвойных лесах Печоро-Ильчского биосферного заповедника Большепорожного ботанико-географического района, в бассейне р. Большая Порожня (правый приток р. Печоры) в пределах 62° с. ш. и 58° в. д. Обследованные участки расположены в зоне средней тайги. Пробы наземных моллюсков взяты в следующих типах лесов: 1) пихто-ельнике с кедром чернично-зеленомошным; 2) пихто-ельнике с кедром высокотравным плакорно-склоновым; 3) пихто-ельнике с кедром высокотравным приручьевым [10]; 4) небольших по площади осинниках на берегу р. Печоры в месте впадения р. Большая Порожня и в месте впадения р. Елма. В высокотравном плакорно-склоновом пихто-ельнике по три почвенные пробы (25 × 25 см) собирали в подкроновом, межкроновом пространстве (окне), яме вывала, у валежин. В остальных лесах пробы отобраны только у валежин (с разной степенью зарастания). В пихто-ельниках моллюсков собирали у валежин с разной степенью зарастания (А – низшая, В – высшая степень). Всего обработаны 54 количественные пробы. Полученные данные обрабатывали статистически с применением программ MS Excel и Past 2.15.

Результаты и обсуждение

В ходе исследования обнаружено 15 видов наземных моллюсков (табл. 1, рис. 1). Для большинства видов характерна высокая экологическая пластичность, и они широко распространены в Голарктике и Палеарктике. В то же время обнаружены три бореальных холодолюбивых вида (*V. modesta*, *F. schrenckii*, *Z. harpa*), а также холодоустойчивый подстилочный вид *C. columella*.

В пихто-ельнике чернично-зеленомошном обнаружены только четыре вида: *D. ruderatus*, *P. petronella*, *V. pellucida*, *E. fulvus*. В пихто-ельнике высокотравном плакорно-склоновом обитают 12 видов, неравномерно распределенных в пространстве. Под кроной кедра найдены *P. petronella*, *V. pellucida*, *E. fulvus*; в межкроновом пространстве (окне) – *P. petronella*, *F. fruticum* и *F. schrenckii*; в яме вывала – *P. petronella*, *E. fulvus*, *V. modesta*. Самый богатый видовой состав (10 видов) отмечен на валежинах: *C. lubrica*, *V. substriata*, *V. modesta*, *C. edentula*, *C. columella*, *P. pygmaeum*, *D. ruderatus*, *P. petronella*, *E. fulvus*, *F. schrenckii*. На валежине в пихто-ельнике высокотравном приручье-

ево также обнаружены 10 видов. По сравнению с пихто-ельником высоко-
 травным здесь не найдены *C. lubrica* и *V. modesta*, но обитают *P. hammonis* и
 слизень *A. subfuscus*. Таким образом, в пихто-ельниках моллюски предпочти-
 тельно населяют биотопы у валежин. По-видимому, здесь условия для них
 более благоприятные по причине большего количества укрытий и пищи.
 Видовое богатство в этих биогеоценозах сопоставимо с таковым в осинниках,
 в которых в совокупности обнаружены 12 видов моллюсков. Помимо всех
 вышеназванных видов, здесь обитает улитка *Z. harpa*.

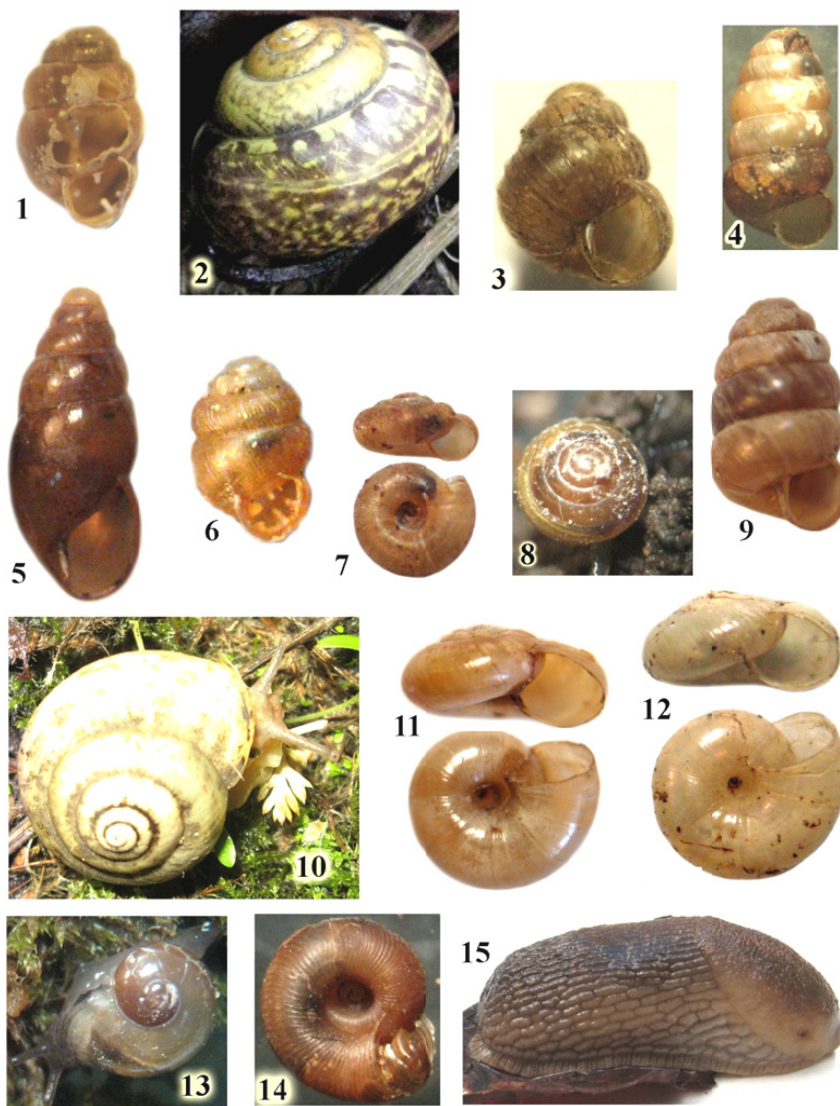


Рис. 1. Наземные моллюски, обнаруженные
 в Печоро-Илычском биосферном заповеднике:

- 1 – *Vertigo modesta*; 2 – *Fruticicola schrencki*; 3 – *Zoogenetes harpa*; 4 – *Columella columella*; 5 – *Cochlicopa lubrica*; 6 – *Vertigo substriata*; 7 – *Punctum pygmaeum*;
 8 – *Euconulus fulvus*; 9 – *Columella edentula*; 10 – *Fruticicola fruticum*; 11 – *Perpolita hammonis*; 12 – *Perpolita petronella*; 13 – *Vitrina pellucida*; 14 – *Discus ruderratus*
 (устье закрыто другой улиткой); 15 – *Arion subfuscus*

Таблица 1
 Видовой состав и биотопическое распределение наземных моллюсков в Печоро-Ильчском заповеднике

Виды	Шихто-ельники										Осинники	
	высокотравный				высокотравный приручьевой			чернично-папоротник	папоротник	Р. Порожня	Р. Елма	
	яма	крона	окно	валежина	валежина	валежина	валежина	валежина				
Семейство Cochlicopidae Hesse, 1922												
<i>Cochlicopa lubrica</i> (Müller, 1774)				+								+
Семейство Valloniidae Morse, 1864												
<i>Zoogenetes harpa</i> (Say, 1824)												+
Семейство Vertiginidae Fitzinger, 1833												
<i>Vertigo substriata</i> (Jeffreys, 1830)								+				
<i>V. modesta</i> (Say, 1824)	+											
Семейство Truncatellinidae Steenberg, 1925												
<i>Columella edentula</i> (Draparnaud, 1805)												+
<i>C. columella</i> (Martens, 1830)												+
Семейство Punctidae Morse, 1864												
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud, 1801)												+
Семейство Discidae Thiele, 1931												
<i>Discus ruderatus</i> (Ferussac, 1821)												+
Семейство Zonitidae Mörch, 1864												
<i>Perpolita petronella</i> (L. Pfeiffer, 1853)	+											+
<i>P. hammonis</i> (Strom, 1765)												+
Семейство Vitrinidae Fitzinger, 1833												
<i>Vitrina pellucida</i> (Müller, 1774)												+
Семейство Euconulidae H. Baker, 1928												
<i>Euconulus fulvus</i> (Müller, 1774)	+											+
Семейство Bradybaenidae Pilsbry, 1939												
<i>Friticicola fruticum</i> (Müller, 1774)												+
<i>F. schrencki</i> (Midd., 1851)												
Семейство Arionidae Gray, 1840												
<i>Arion subfuscus</i> (Draparnaud, 1805)												+

На валежинах в пихто-ельниках высокотравных среди доминантов встречаются обычные, эврибионтные виды (рис. 2), два вида: *E. fulvus* и *P. petronella* – среди преобладающих как в плакорно-склоновом, так и в приручевом участках леса. В плакорно-склоновом лесу многочисленны еще два вида: *P. pygmaeum* и *V. substriata*, а в приручевом – *V. pellucida* и *D. ruderatus*. В первом лесу доминантный состав изменяется у валежин по мере их зарастания. У среднезаросших дополнительными доминантами являются *P. pygmaeum* и *V. substriata*, а у более заросших – *V. substriata* и *D. ruderatus*. Во втором лесу (возможно из-за незначительных различий в степени зарастания валежин) доминантный состав более однородный.

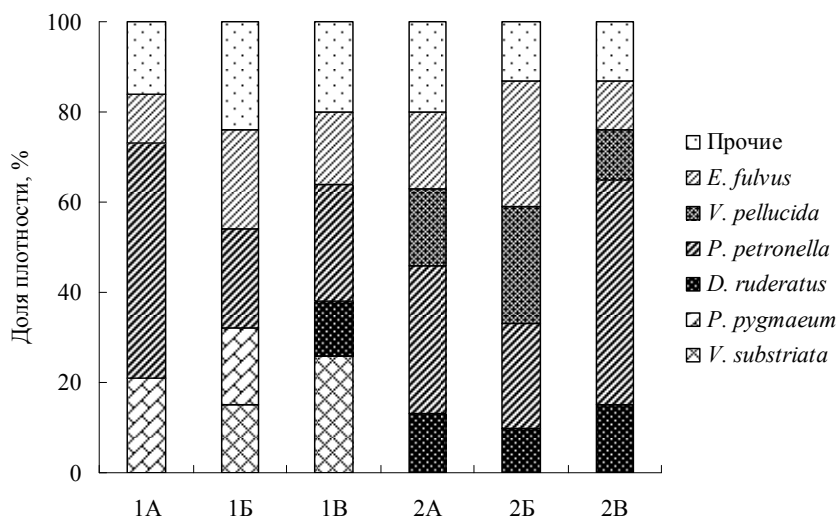


Рис. 2. Доминирующие виды наземных моллюсков, обитающих на валежинах с разной степенью зарастания в пихто-ельниках высокотравных: 1А, 1Б, 1В – плакорно-склоновый участок; 2А, 2Б, 2В – приручевой участок; А – наименьший возраст зарастания валежины; В – наибольший возраст

Плотность наземных моллюсков возрастает по мере зарастания валежин (рис. 3). Полученные данные можно объяснить тем, что в разлагающейся древесине улитки находят больше укрытий и здесь поселяются разные организмы (например, грибы), которые используются в качестве пищи моллюсками.

По видовому составу (индекс Раупа – Крика) и по структуре сообщества (индекс Мориситы) наземные моллюски в основном независимо от степени зарастания валежин группируются по участкам леса: 1Б с 1В и 2А с 2Б. В то же время набор улиток у 1А отличается от соседних участков, но схож с обитателями приручевого пихто-ельника, а по структурным параметрам (по доле *P. petronella*) сходен с сообществом улиток из биотопа 2В (рис. 4).

Несмотря на отсутствие специальных публикаций по наземной малакофауне Печоро-Илычского биосферного заповедника, некоторые сведения о них можно извлечь из результатов детальных исследований моллюсков Северного Урала [11–13] и средней тайги в пределах бассейна р. Вятка [3]. На Северном Урале отмечены 24 вида [13]. Малакофауна Горного Урала относительно Предуралья и Зауралья богаче: 20, 2 и 8 соответственно. Помимо широко распространенных видов авторы отмечают четыре бореальных, три лесных и два циркумбореально-альпийских. В средней тайге обнаружены

29 видов, причем на плакоре – 13, в долине – 20, в пойме – 24. Исследуя ландшафтно-биотопическое распределение видов, Т. Г. Шихова [3] замечает: «Крайне бедна малакофауна зрелых темнохвойных лесов, включающая два-четыре вида (*Perpolita hammonis*, *P. petronella*, *Discus ruderatus*, *Arion subfuscus*), выдерживающих высокую кислотность хвойного опада, слабое развитие травяного покрова, пониженную температуру и другие отрицательные для моллюсков факторы тайги. Разнообразнее видовой состав моллюсков во вторичных лесах с более развитым ярусом трав и листовым подлеском (5–14 видов), а также в приручьевых хвойных и мелколиственных лесах (7–20 видов). Наиболее богата в видовом отношении малакофауна ольшаников (до 24 видов) и широколиственных лесов (до 31 вида)».

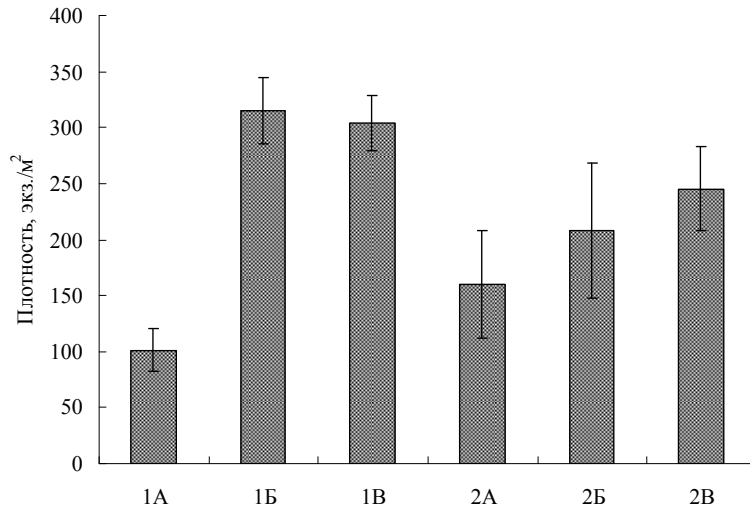


Рис. 3. Плотность наземных моллюсков, обитающих на валежинах с разной степенью зарастания в пихто-ельниках высокотравных: 1А, 1Б, 1В – плакорно-склоновый участок; 2А, 2Б, 2В – приручьевой участок; А – наименьший возраст зарастания валежины; В – наибольший возраст. Планки погрешностей – стандартная ошибка средней

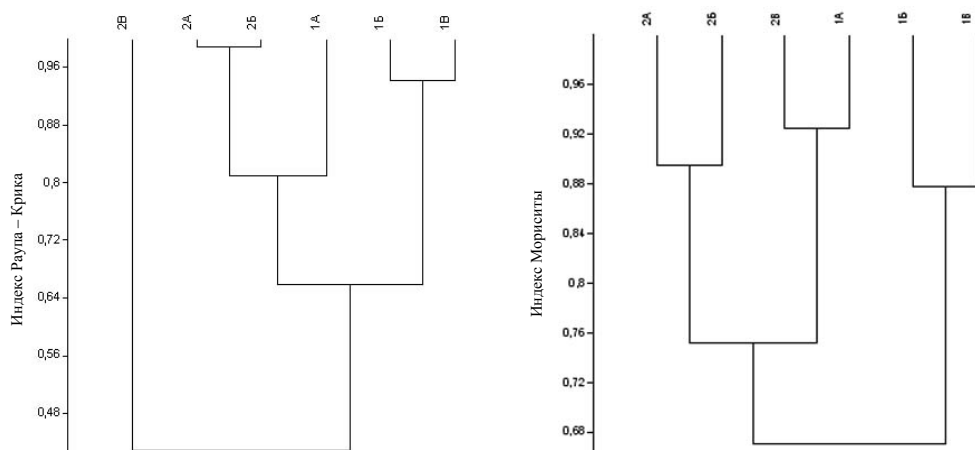


Рис. 4. Индексы сходства сообществ наземных моллюсков, обитающих у валежин с разной степенью зарастания в пихто-ельнике с кедром высокотравным: 1А, 1Б, 1В – плакорно-склоновом; 2А, 2Б, 2В – приручьевом

Наши данные о 15 видах наземных улиток и их распределении в разных типах леса относительно небольшой территории Печоро-Илычского биосферного заповедника дополняют сведения о малакофауне средней тайги Северного Урала. Большинство обнаруженных наземных моллюсков тесно связано с разлагающейся древесиной.

Искренне благодарим за помощь в работе Ольгу Всеволодовну Смирнову (Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН) и членов экспедиции по изучению лесных экосистем Печоро-Илычского заповедника.

Список литературы

1. **Кантор, Ю. И.** Каталог моллюсков России и сопредельных стран / Ю. И. Кантор, А. В. Сысоев. – М. : Товарищество научных изданий «КМК», 2005. – 625 с.
2. **Sysoev, A.** Land snails and slugs of Russia and adjacent countries. Pensoft Series Faunistica / A. Sysoev, A. Schileyko. – Sofia ; M., 2009. – Vol. 87. – 454 p.
3. **Шихова, Т. Г.** Наземная малакофауна (Gastropoda, Pulmonata) района хвойных лесов востока Русской равнины / Т. Г. Шихова // Бюл. Моск. общества испытателей природы. Отд. Биол. – 2007. – Т. 112, вып. 2. – С. 18–27.
4. **Сачкова, Ю. В.** Фауна и экология наземных моллюсков (Gastropoda, Pulmonata) лесостепного Поволжья (на примере Самарской области) : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Сачкова Ю. В. – Тольятти, 2006. – 20 с.
5. **Стойко, Т. Г.** Определитель наземных моллюсков лесостепи Правобережного Поволжья / Т. Г. Стойко, О. В. Булавкина. – М. : Товарищество научных изданий «КМК», 2010. – 96 с.
6. **Стойко, Т. Г.** Особенности пространственного распределения наземных раковинных моллюсков Засурского леса (Среднее Поволжье, Пензенская область) / Т. Г. Стойко, О. В. Булавкина, Ю. А. Мазей // Поволжский экологический журнал. – 2008. – № 2. – С. 126–135.
7. **Стойко, Т. Г.** Структура сообщества наземных раковинных моллюсков в лесостепной катене / Т. Г. Стойко, О. В. Булавкина, Ю. А. Мазей // Зоологический журнал. – 2009. – Т. 88, № 10. – С. 1155–1162.
8. **Стойко, Т. Г.** Наземные раковинные моллюски Островцовской лесостепи (Среднее Поволжье) / Т. Г. Стойко, О. В. Булавкина, Ю. А. Мазей // Бюллетень МОИП. Отдел Биологический. – 2009. – Т. 114, № 3. – С. 39–43.
9. **Стойко, Т. Г.** Сообщества наземных моллюсков в осиновых лесах правобережья Среднего Поволжья / Т. Г. Стойко, О. В. Булавкина, Ю. А. Мазей // Зоологический журнал. – 2010. – Т. 89, № 5. – С. 519–527.
10. **Смирнова, О. В.** Биоразнообразие и сукцессионный статус темнохвойных лесов Шезимпечорского и Большепорожного ботанико-географических районов Печоро-Илычского заповедника / О. В. Смирнова, М. В. Бобровский, Л. Г. Ханина, В. Э. Смирнов // Труды Печоро-Илычского заповедника. – 2007. – Вып. 15. – С. 28–46.
11. **Хохуткин, И. М.** О распространении наземных моллюсков на Урале / И. М. Хохуткин // Зоол. журн. – 1961. – Т. 60, вып. 2. – С. 178–183.
12. **Хохуткин, И. М.** Электронный каталог малакологической коллекции зоомузея ИЭРиЖ / И. М. Хохуткин, Н. Е. Ерохин, М. Е. Гребенников // Вісн. Житомир. держ. ун-ту ім. І. Франка. – 2002. – № 10. – С. 107–110.
13. **Хохуткин, И. М.** Моллюски. Биоразнообразие, экология / И. М. Хохуткин, Н. Е. Ерохин, М. Е. Гребенников. – Екатеринбург : УрО РАН, 2003. – 230 с.

References

1. Kantor Yu. I., Sysoev A. V. *Katalog mollyuskov Rossii i sopredel'nykh stran* [Catalogue of mollusks of Russia and neighbouring countries]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy «KMK», 2005, 625 p.

2. Sysoev A., Schileyko A. *Land snails and slugs of Russia and adjacent countries. Pensoft Series Faunistica*. Sofia; Moscow, 2009, vol. 87, 454 p.
3. Shikhova T. G. *Byul. Mosk. obshchestva ispytateley prirody. Otd. Biol.* [Bulletin of The Imperial Society of Naturalists of Moscow. Biological section]. 2007, vol. 112, no. 2, pp. 18–27.
4. Sachkova Yu. V. *Fauna i ekologiya nazemnykh mollyuskov (Gastropoda, Pulmonata) lesostepnogo Povolzh'ya (na primere Samarskoy oblasti): avtoref. dis. kand. biol. nauk* [Fauna and ecology of terrestrial mollusks (Gastropoda, Pulmonata) of the forest-steppe part of Volga region (by the example of Samara region): author's abstract of dissertation to apply for the degree of the candidate of biological sciences]. Tolyati, 2006, 20 p.
5. Stoiko T. G., Bulavkina O. V. *Opredelitel' nazemnykh mollyuskov lesostepi Pravoberezhnogo Povolzh'ya* [Determinant of terrestrial mollusks of the forest-steppe of the Right-bank Volga region]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy «KMK», 2010, 96 p.
6. Stoiko T. G., Bulavkina O. V., Mazei Yu. A. *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal* [Volga region ecological journal]. 2008, no. 2, pp. 126–135.
7. Stoiko T. G., Bulavkina O. V., Mazei Yu. A. *Zoologicheskiy zhurnal* [Zoological journal]. 2009, vol. 88, no. 10, pp. 1155–1162.
8. Stoiko T. G., Bulavkina O. V., Mazei Yu. A. *Byulleten' MOIP. Otdel Biologicheskij* [Bulletin of The Imperial Society of Naturalists of Moscow. Biological section]. 2009, vol. 114, no. 3, pp. 39–43.
9. Stoiko T. G., Bulavkina O. V., Mazei Yu. A. *Zoologicheskiy zhurnal* [Zoological journal]. 2010, vol. 89, no. 5, pp. 519–527.
10. Smirnova O. V., Bobrovskiy M. V., Khanina L. G., Smirnov V. E. *Trudy Pechora-Ilychskogo zapovednika* [Proceedings of Pechora-Ilych reserve]. 2007, iss. 15, pp. 28–46.
11. Khokhutkin I. M. *Zoologicheskiy zhurnal* [Zoological journal]. 1961, vol. 60, no. 2, pp. 178–183.
12. Khokhutkin I. M., Erokhin N. E., Grebennikov M. E. *Visn. Zhitomir. derzh. un-tu im. I. Franka* [Bulletin of Zhytomyr Ivan Franko State University]. 2002, no. 10, pp. 107–110.
13. Khokhutkin I. M., Erokhin N. E., Grebennikov M. E. *Mollyuski. Bioraznoobrazie, ekologiya* [Mollusks. Biodiversity, ecology]. Ekaterinburg: UrO RAN, 2003, 230 p.

Стойко Тамара Григорьевна
кандидат биологических наук,
профессор, кафедра зоологии
и экологии, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: tgsojko@mail.ru

Мазей Юрий Александрович
доктор биологических наук, профессор,
кафедра зоологии и экологии,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: yurimazei@mail.ru

Stoiko Tamara Grigor'evna
Candidate of biological sciences, professor,
sub-department of zoology and ecology,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Mazei Yuri Aleksandrovich
Doctor of biological sciences, professor,
sub-department of zoology and ecology,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 594.3 + 591.9 + 574.472

Стойко, Т. Г.

Наземные моллюски средней тайги (бассейн реки Большая Порожня, Печоро-Ильчский биосферный заповедник) / Т. Г. Стойко, Ю. А. Мазей // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 4 (4). – С. 45–53.

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЭНДОЛАТЕРАЛЬНОЙ ЗУБНОЙ ФОРМУЛЫ
УКРАИНСКОЙ МИНОГИ *EUDONTOMYZON MARIAE*
(ПЕНЗЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ, ВОЛЖСКИЙ И ДОНСКОЙ
БАССЕЙНЫ)¹**

Аннотация. *Актуальность и цели.* Изучение изменчивости животных остается одним из наиболее актуальных направлений в современной биологии. Цель настоящей работы – анализ изменчивости эндолатеральной формулы Украинской миноги (*Eudontomyzon mariae*) – вида, имеющего протяженный ареал от Восточной Европы до Волги и обитающего на территории Пензенской области в двух речных бассейнах – Донском и Волжском. *Материалы и методы.* Изучено 158 экземпляров миног из семи малых рек, шесть из которых относятся к Волжскому бассейну и одна к Донскому. Подсчитано число вершин на трех эндолатеральных зубах. Определены частоты встречаемости различных вариантов формулы и проведено сравнение между изученными популяциями. *Результаты и выводы.* Выявлено 10 вариантов эндолатеральной формулы и 30 их комбинаций с учетом обнаруженных различий правой и левой сторон ротовой воронки. Для большинства экземпляров характерно симметричное озубление: 1-2-2 (25,3 %), 1-2-1 (15,8 %), 2-2-2 (6,3 %) и 2-2-1 (5,1 %). Максимальное разнообразие вариантов эндолатеральной формулы отмечено в Донском бассейне.

Ключевые слова: украинская минога, изменчивость, эндолатеральные зубы, Пензенская область.

A. S. Ermakov, O. A. Ermakov

**VARIABILITY OF THE ENDOLATERAL TEETH FORMULA
OF UKRAINIAN BROOK LAMPREY *EUDONTOMYZON MARIAE*
(PENZA REGION, VOLGA AND DON BASINS)¹**

Abstract. *Background.* Studying variability of animals is one of the most important trends in modern biology. The aim of this study is to analyze variability of the endolateral teeth formula of Ukrainian brook lamprey (*Eudontomyzon mariae*) which inhabits the extended area from Eastern Europe to the Volga. In the Penza region this species has been observed in two river basins: the Don basin and the Volga basin. *Materials and methods.* We studied 158 individuals of lampreys from six rivers of the Volga basin and one river from the Don basin. The number of cusps on three endolateral teeth was counted. We defined and compared frequencies of occurrence of endolateral formula variants among the populations. *Results and conclusions.* Taking into account the asymmetry between the left and the right sites of the oral disc, ten variants and thirty combinations of endolateral formula can be distinguished. Most of the individuals are characterized by symmetrical dentition: 1-2-2 (25,3 %), 1-2-1 (15,8 %), 2-2-2 (6,3 %) and 2-2-1 (5,1 %). Maximum variability of endolateral formulae was observed in the population of the Don basin.

Key words: Ukrainian brook lamprey, variability, endolateral dentition, Penza region.

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 12-04-97073-р_поволжье_a).

Изучение изменчивости животных и определяющих ее факторов остается одним из наиболее актуальных направлений в современной биологии. Удобными моделями для анализа изменчивости являются виды с протяженными ареалами, расчлененными естественными географическими барьерами. Одним из таких видов является украинская минога *Eudontomyzon mariae* (Berg, 1931) – широко распространенная в Европе непаразитическая минога, ареал которой охватывает бассейны Черного, Азовского, Эгейского и Балтийского морей [1]. Ранее считалось, что восточной границей обитания *E. mariae* являются восточные притоки Донского бассейна [2]. После обнаружения украинской миноги в бассейне Волги (притоки Суры в Пензенской области) [3, 4] представления об ареале вида изменились. Впоследствии сведения о распространении украинской миноги в пределах Волжского бассейна были расширены, в частности данный вид был обнаружен в бассейне Оки – в притоках Мокши (Пензенская область) [5].

Одним из основных признаков, на которых основывается изучение морфологической изменчивости миног, является характер озубления ротовой воронки взрослых метаморфизировавших особей (число рядов зубов, расположение зубов на зубных полях и их число, число вершин зубов и их форма [1, 6, 7]). Сведения по морфологии украинской миноги из популяций, обитающих в восточной части ареала, ограничены сообщением [8]. В связи с этим в ходе выполнения настоящей работы мы изучали изменчивость признаков озубления ротовой воронки *E. mariae* из малых рек бассейнов Волги и Дона.

Материал и методы

Всего проанализировано 158 экземпляров миног из семи малых рек, шесть из которых относятся к Волжскому бассейну и одна к Донскому (рис. 1,а). Ниже перечислены названия рек, пункты, географические координаты и число экземпляров. Волжский бассейн: р. Чардым, п. Чардым, Лопатинский район (N52.642 E45.755) ($n = 43$); р. Уза, с. Лопатино, Лопатинский район (N52.620 E45.826) ($n = 15$); р. Юловка, д. Александровка, Городищенский район (N53.238 E45.818) ($n = 14$); р. Ардым, с. Лебедевка, Пензенский район (N53.114 E44.978) ($n = 31$); р. Верхозимка, с. Октябрьское, Неверкинский район (N52.875 E46.490) ($n = 18$); р. Тауза, с. Рузаевка, Петровский район Саратовской области (N52.331 E45.478) ($n = 30$). Донской бассейн: р. Синемутовка, приток Хопра, д. Кучки, Колышлейский район (N52.859 E44.482) ($n = 16$).

Озубление ротовой воронки исследовали с применением стереомикроскопа. Подсчитывали число вершин на трех эндолатеральных зубах (En). Например, En-формула 1-2-2 указывает на наличие одной вершины на верхнем зубе и двух вершин на среднем и нижнем зубах (рис. 1,б). Встречающиеся в ряде случаев [8] добавочные зубы (расположенные близко к верхнему или нижнему эндолатеральным зубам), а также редуцированные зубы в расчет не принимались. Для выявления возможных при асимметрии комбинаций En-формул учитывались правая и левая стороны ротовой воронки.

Полученные данные обрабатывали статистически с применением программ MS Excel и Statistica 6.0.

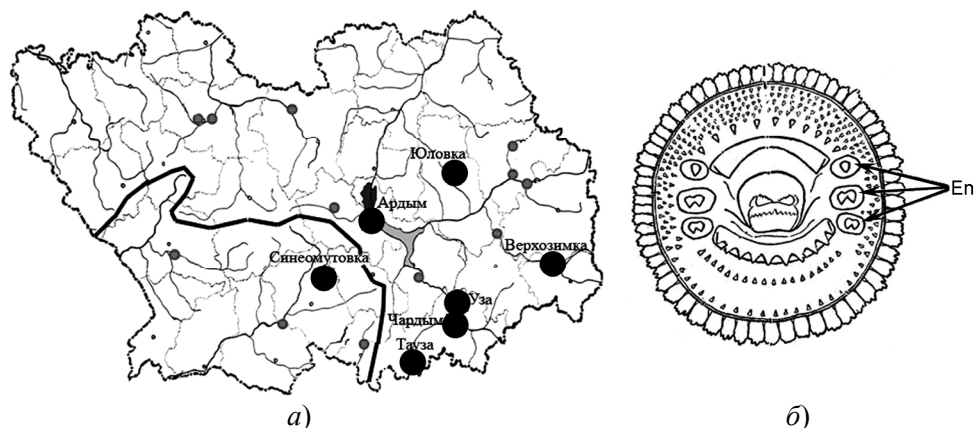


Рис. 1. Места сбора материала (крупные пунсоны) и точки находок (мелкие пунсоны) украинской миноги на территории Пензенской области (а); схема ротовой воронки *E. mariae*, стрелками показаны эндолатеральные зубы (En) (б)

Результаты и обсуждение

Прежде всего необходимо отметить высокую изменчивость эндолатеральной формулы экземпляров украинской миноги, обитающей в реках Пензенской области. В целом для изученной выборки ($n = 158$) нами обнаружено 10 основных вариантов зубной формулы и 30 их комбинаций, из которых шесть симметричных (с одинаковой En-формулой на левой и правой сторонах ротовой воронки) и 24 асимметричных (с разными вариантами формул сторон воронки). Симметричное озубление ротовой воронки характерно для большей части исследованных экземпляров (57 %). Наиболее типичными для них являлись четыре варианта En-формулы: 1-2-2 (25,3 %), 1-2-1 (15,8 %), 2-2-2 (6,3 %) и 2-2-1 (5,1 %). Еще два варианта симметричного озубления: 1-1-1 и 1-1-2 – встречаются реже с частотами 2,5 и 1,9 % соответственно. Довольно часто встречается и асимметричное озубление ротовой воронки, отмеченное у 43 % изученных особей. Однако частоты встречаемости таких комбинаций ниже, чем симметричных, составляют в среднем 1,8 % (0,6–4,4 %). Подобные результаты, а именно: высокая изменчивость озубления ротовой воронки и преобладание симметричных вариантов En-формулы, – отмечены ранее в западной части ареала украинской миноги на территории Болгарии [9]. Отличия между нашими данными и результатами исследования [9] касаются частот проявления доминирующих вариантов En-формулы.

При изучении межпопуляционной изменчивости озубления ротовой воронки нами было проведено сравнение частот встречаемости 10 основных вариантов зубной формулы в семи исследованных популяциях (рис. 2). В шести популяциях Волжского бассейна (р. Чардым, Верхозимка, Тауза, Ардым, Уза, Юловка) у 142 исследованных экземпляров, что составляет 89,9 % выборки в целом, обнаружено от пяти до семи вариантов озубления (в среднем шесть). В то же время в одной имеющейся в нашем распоряжении популяции из Донского бассейна (р. Синеомутовка, $n = 16$, или 10,1 % от общей выборки) выявлены все 10 вариантов зубной формулы (рис. 2).

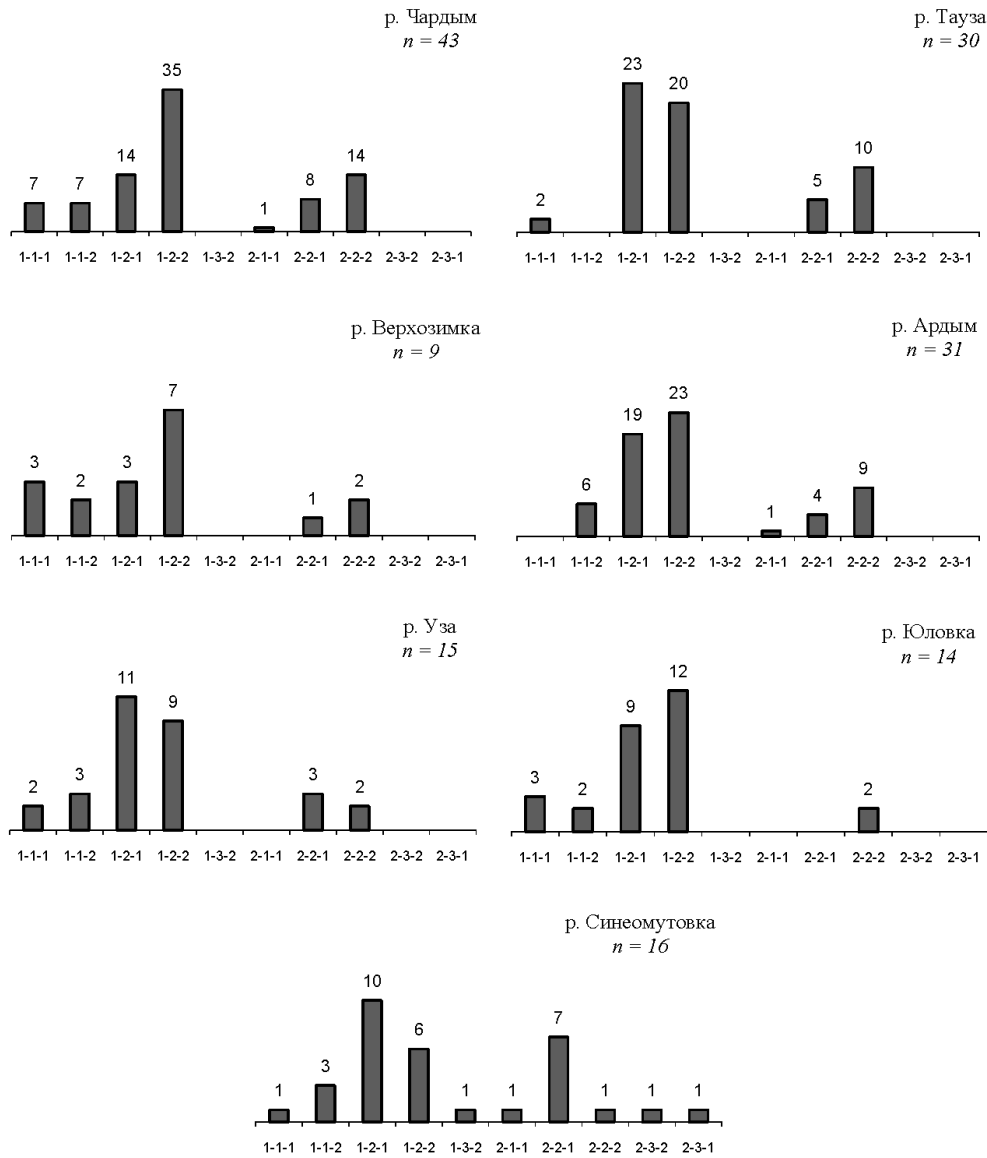


Рис. 2. Частота встречаемости вариантов эндолатеральной зубной формулы в популяциях украинской миноги

Примечание. Учитывались левая и правая стороны ротовой воронки, соответственно число вариантов увеличивается вдвое по сравнению с количеством экземпляров (*n*).

Результаты кластерного анализа, проведенного по частотам встречаемости основных вариантов Еп-формулы методом невзвешенного попарного среднего (UPGMA), представлены на рис. 3. Они подтверждают большее сходство по изученному признаку украинских миног из рек Волжского бассейна и обособленное положение экземпляров из бассейна р. Дон. Евклидовы дистанции между «волжскими» популяциями составили в среднем 18,2 (11,4–25,1). В то же время «донская» популяция из притока р. Хопра отли-

чается от популяций рек Волжского бассейна, в среднем в 1,5 раза больше (29,3 (19,0–34,3)).

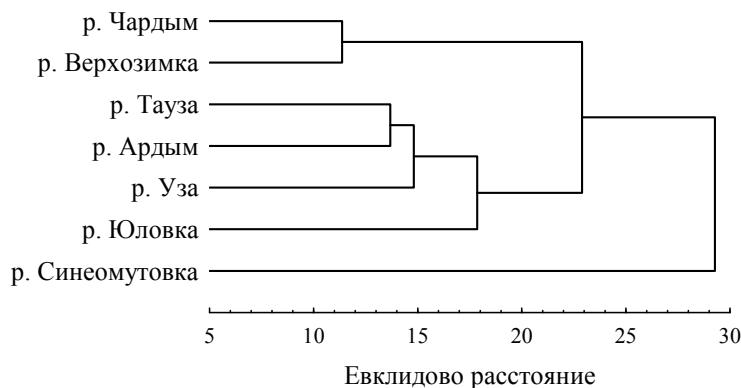


Рис. 3. Дендрограмма сходства выборок украинской миноги по частотам встречаемости различных вариантов эндолатеральной зубной формулы (метод классификации UPGMA)

Полученные результаты дополняют сведения [8] об изменчивости озубления ротовой воронки украинской миноги в восточной части ареала и указывают на большее морфологическое разнообразие миног из Донского бассейна – первичного (исторического) ареала вида, что является косвенным подтверждением гипотезы относительно недавнего проникновения *E. mariae* в реки Волжского бассейна.

Авторы выражают благодарность Б. А. Левину (Институт биологии внутренних вод РАН) за помощь в сборе материала и консультации.

Список литературы

1. Holčík, J. *Eudontomyzon mariae* (Berg, 1931) / J. Holčík, C. B. Renaud // The Freshwater fishes of Europe. – 1986. – P. 165–185. – Vol. 1. – Part I. Petromyzontiformes.
2. Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России / под ред. Ю. С. Решетникова. – М.: Наука, 1998. – 218 с.
3. Левин, Б. А. Находка украинской миноги *Eudontomyzon mariae* (Petromyzontidae) в Волжском бассейне / Б. А. Левин // Вопросы ихтиологии. – 2001. – Т. 41, № 6. – С. 849–850.
4. Levin, B. A. New data on the geographic distribution and ecology of the Ukrainian brook lamprey, *Eudontomyzon mariae* (Berg, 1931) / B. A. Levin, J. Holčík // Folia Zool. – 2006. – Vol. 55 (3). – P. 282–286.
5. Артаев, О. Н. Распространение украинской миноги (*Eudontomyzon mariae* (Berg, 1931)) на северо-восточной границе ареала / О. Н. Артаев, А. С. Ермаков, А. Б. Ручин, О. А. Ермаков, Б. А. Левин // Вестник Тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки. – 2013. – № 6. – С. 2972–2974.
6. Vladykov, V. D. The teeth of lampreys (Petromyzontidae): their terminology and use in a key to the Holarctic genera / V. D. Vladykov, W. I. Follet // Fish. Res. Bd. Canada 24. – 1967. – P. 1067–1075.
7. Mateus, C. S. Three new cryptic species of the lamprey genus *Lampetra* Bonnaterre, 1788 (Petromyzontiformes: Petromyzontidae) from the Iberian Peninsula / C. S. Mateus, M. J. Alves, B. R. Quintella, P. R. Almeida // Contributions to Zoology. – 2013. – Vol. 82 (1). – P. 37–53.

8. **Ермаков, А. С.** Изменчивость озубления ротовой воронки в популяции украинской миноги *Eudontomyzon mariae* из реки Чардым, Волжский бассейн / А. С. Ермаков, Б. А. Левин // Экосистема малых рек: биоразнообразие, экология, охрана : лекции и материалы докл. Всерос. школы-конференции. ИБВВ РАН им. И. Д. Папанина (18–21 ноября 2008 г.). – М. : Принтхаус, 2008. – С. 185–187.
9. **Stefanov, T.** The lampreys of Bulgaria / T. Stefanov, J. Holčík // *Folia Zool.* – 2007. – Vol. 56 (2). – P. 213–224.

References

1. Holčík J., Renaud C. B. *The Freshwater fishes of Europe*. 1986, pp. 165–185, vol. 1, part I. Petromyzontiformes.
2. *Annotirovannyi katalog kruglorotykh i ryb kontinental'nykh vod Rossii* [Annotated catalogue of Cyclostomata and fishes of continental water of Russia]. Ed. Yu. S. Reshetnikov. Moscow: Nauka, 1998, 218 p.
3. Levin B. A. *Voprosy ikhtilogii* [Problems of ichthyology]. 2001, vol. 41, no. 6, pp. 849–850.
4. Levin B. A., Holčík J. *Folia Zool.* 2006, vol. 55 (3), pp. 282–286.
5. Artaev O. N., Ermakov A. S., Ruchin A. B., Ermakov O. A., Levin B. A. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Bulletin of Tambov University. Series : natural and engineering sciences]. 2013, no. 6, pp. 2972–2974.
6. Vladykov V. D., Follet W. I. *Fish. Res. Bd. Canada* 24. 1967, pp. 1067–1075.
7. Mateus C. S., Alves M. J., Quintella B. R., Almeida P. R. *Contributions to Zoology*. 2013, vol. 82 (1), pp. 37–53.
8. Ermakov A. S., Levin B. A. *Ekosistema malyykh rek: bioraznoobrazie, ekologiya, okhrana: lektzii i materialy dokl. Vseros. shkoly-konferentsii. IBVV RAN im. I. D. Papanina (18–21 noyabrya 2008 g.)* [Ecosystem of small rivers : biodiversity, ecology, protection : lectures and reports of the All-Russian school-conference. I.D. Papanin Institute for biology of inland waters of the Russian Academy of Sciences (18–21 November 2008)]. Moscow: Printkhaus, 2008, pp. 185–187.
9. Stefanov T., Holčík J. *Folia Zool.* 2007, vol. 56 (2), pp. 213–224.

Ермаков Андрей Сергеевич

аспирант, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: er-mak@inbox.ru

Ermakov Andrey Sergeevich

Postgraduate student, Penza State
University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Ермаков Олег Александрович

кандидат биологических наук, доцент,
кафедра зоологии и экологии,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: oaermakov@list.ru

Ermakov Oleg Aleksandrovich

Candidate of biological sciences, associate
professor, sub-department of zoology
and ecology, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 591.15: 597.213 (471.327)

Ермаков, А. С.

Изменчивость эндолатеральной зубной формулы украинской миноги *Eudontomyzon mariae* (Пензенская область, Волжский и Донской бассейны) / А. С. Ермаков, О. А. Ермаков // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 4 (4). – С. 54–59.

**ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ И СОВРЕМЕННОЕ
РАСПРОСТРАНЕНИЕ СТЕПНОГО СУРКА (*MARMOTA
BOBAK MÜLLER, 1776*) В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ:
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ¹**

Аннотация. *Актуальность и цели.* Изучение состояний популяций степного сурка является важной природоохранной и научной задачей, так как этот вид является эдификатором степных экосистем и активно ее поддерживает. Цель настоящей работы – изучение современного распространения, состояния популяций и особенностей экологии степного сурка на территории Самарской области. *Материалы и методы.* Полевой материал по распространению степного сурка в Самарской области был собран в период 2010–2012 гг. методом маршрутно-площадочного учета семей. При учете семейных участков использовали достаточно хорошую топографическую и микрорельефную обособленность их территории. При проведении учетов использовали фото- и видеотехнику, навигационное оборудование и картографические материалы для фиксации результатов исследования. Для уточнения ситуации с современным состоянием популяций степного сурка в Самарской области использовали разнообразные источники информации: литературные источники, материалы охотинспекции по определению квот добычи и другие виды ведомственной информации. *Результаты и выводы.* Обследовано 107 пригодных для сурков местообитаний в 12 районах Самарской области. В результате было обнаружено 88 поселений байбака. В 19 обследованных точках сурки не были обнаружены. Общее количество учтенных семейных участков составило 2026, при общей оценочной численности 7806 особей. Плотность зверьков в поселениях имеет высокие значения – 43,6 ос/км². Однако при пересчете ее на площадь пригодных для обитания сурка биотопов заметно значительное ее понижение – 1,88 ос/км².

Ключевые слова: степной сурок, метапопуляции, Самарская область.

R. V. Naumov, A. A. Kuz'min, S. V. Titov

**ECOLOGICAL FEATURES AND PRESENT-DAY DISTRIBUTION
OF BOBAK MARMOTS (*MARMOTA BOBAK MÜLLER, 1776*)
IN SAMARA REGION: PRELIMINARY DATA¹**

Abstract. *Background.* Study of Bobak Marmot populations state is an important environmental and scientific problem as it is a landscape-forming species of steppe ecosystems and actively supports it. Objective of this study is to research Bobak Marmot's present-day distribution, it's populations state and ecological features on the territory of Samara Region. *Materials and methods.* Field data on Bobak marmot's distribution in Samara Region was collected in 2010–2012 by route-area-method of families' accounting. During the accounting of family range the researchers used proper topographic and micro relief apartness. Accounting was performed with photo- and video equipment, navigation equipment and cartographical materials to fix study results. To clarify Bobak marmot's present-day distribution in Samara Region different sources were used (literature sources, materials of hunting

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ (№14-04-00301а, №12-04-31035мол_а).

inspections for bag quota definition and other departmental information). *Results and conclusions.* 107 habitats of 12 subjects of Samara Region suitable for marmots were studied. As a result 88 marmot's colonies were found. In 19 points of research marmots weren't found. Total number of the accounted family ranges is 2026, with total evaluative number of individuals of about 7806. Population density in colonies is high – about 43,6 individuals per km². However with recalculation taking into account the area of habitats suitable for marmots it displays the decrease to 1,88 individuals per km².

Key words: Bobak marmot, metapopulation, Samara Region.

Еще в недавнем прошлом сурки в степях были массовыми животными. Однако широкая и часто сплошная распашка целины коренным образом изменила среду обитания степных сурков и оттеснила их на залежи, небольшие участки целины и неудобья, оставшиеся по балочным системам, крутым возвышенностям и по долинам рек. На оставшихся ограниченных площадях байбак подвергался стихийному промыслу и к началу XX столетия оказался почти истребленным на территории России.

К 30–50-м гг. XX в. раздробленные очаги обитания байбака, видимо, занимали не более 20–30 км² по правобережью Волги и 100–120 км² на Южном Урале [1, 2]. Сохранился байбак лишь в условиях расчлененного рельефа, где по различным причинам остались нераспаханные пастбища. В границах Самарской области это участки Приволжской (правобережные районы) и Бугульмино-Белебеевской (северо-восточные районы) возвышенности, а также отроги Общего Сырта (юго-восточные районы). К сожалению, более подробную информацию о былом распространении этого грызуна мы не находим ни в литературе, ни в ведомственных источниках. Приведем лишь некоторые отрывочные сведения из картографического материала (рис. 1). Как видно из рисунка, в результате сокращения численности степных сурков в 50-е гг. XX в. на территории Самарской области сохранилось только небольшое число поселений этих зверьков в Сызранском, Большечерниговском и Клявлинском районах. Характерно, что все сохранившиеся очаги байбака в Самарской области сосредоточены на всхолмленных участках: на склонах возвышенностей, оврагов или речных долин, изрезанных балками и оврагами, непригодными для сельскохозяйственного землепользования.

Сохранившиеся поселения (см. рис. 1): А – Сызранский район; Б – Клявлинский район; В – Большечерниговский район, точки выпуска сурков: 1 – Красноярский район, 2 – Кинель-Черкасский район, 3 – Шенталинский район, 4 – Иса克林ский район, 5 – Камышлинский район.

Естественное расселение степного сурка из большинства сохранившихся очагов началось в середине 50-х – начале 60-х гг., и к настоящему времени площадь распространения байбака существенно расширилась. Расселение байбака в Самарской области шло по трем основным направлениям. В правобережных районах региона расселение шло на юге из северо-восточных районов Саратовской области и юго-восточных районов Ульяновской области, а в левобережных районах – из восточных районов Оренбургской области, северо-восточных районов Саратовской области и юго-восточных районов Татарстана.

Кроме этого, с середины 70-х гг. началась широкомасштабная реакклиматизация байбака на территории России. За 1977–1990 гг. было расселено

около 42,0 тыс. зверьков [1] на территории 21 области (краев, республик). По литературным данным в Самарской области в этот период было выпущено 929 особей в 29 точек 12 районов [3]. Из них упомянем с долей той или иной точности только пять: Красноярский, Кинель-Черкасский, Шенталинский, Иса克林ский, Камышлинский (см. рис. 1). По данным Департамента охоты и рыбалки Самарской области, в период с 1977 по 1987 г. было завезено и выпущено 550 зверьков [4], а всего же, по имеющимся у охотников данным, до 2000 г. в Самарской области заселены 1620 особей в 10 районах (Материалы обоснования лимита и квот... в сезон охоты 2008, 2010 годов).



Рис. 1. Сохранившиеся поселения и точки реакклиматизации степного сурка в Самарской области (по Машкину, 1997)

Проведенные реакклиматизационные работы ускорили процесс восстановления бывшего ареала степного сурка в Самарской области. Жизнеспособные рукотворные колонии увеличивали свою численность. Так, в 1985 г. насчитывалось 200 особей, в 1990 г. – 500, а в 1995 г. – уже 1100 [3].

Анализ имеющихся данных по численности и квотам изъятия степного сурка в Самарской области за период с 2004 по 2010 г. указывает на незначительные флуктуирующие подъемы и падения численности, что можно было бы связать с естественными популяционными циклами (рис. 2).

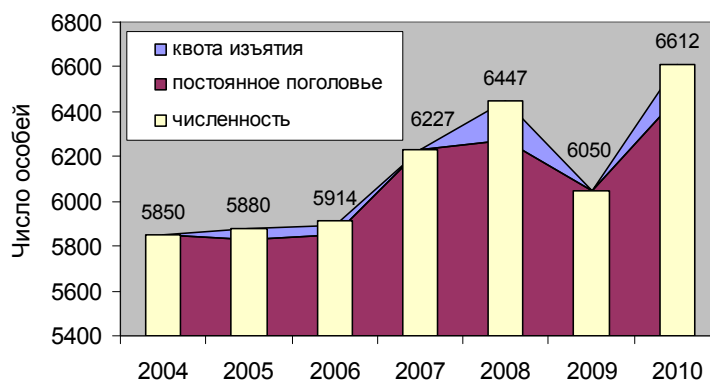


Рис. 2. Данные по учету численности и квотам изъятия степного сурка в Самарской области (по материалам Департамента охоты и рыболовства Самарской области)

Если сравнить данные по численности и данные по планируемым квотам изъятия зверьков, то становятся не совсем понятными такие низкие темпы увеличения численности при такой бережной эксплуатации популяций байбака. В целом численность сурка в Самарской области за 7 лет увеличилась лишь на 13 %. Такие низкие «цифры воспроизводства», вероятно, указывают на больший, чем следует из официальных материалов, масштаб эксплуатации популяций степного сурка в Самарской области.

В задачи наших исследований входили: 1) обследование территории Самарской области с целью обнаружения поселений степного сурка; 2) описание биотопов, в которых были обнаружены поселения степного сурка; 3) определение плотности зверьков в точках обнаружения; 4) определение современного распространения вида на территории Самарской области.

По нашему мнению, кроме регистрации точек встречи популяций, необходимо также учитывать и такие местообитания, где вид мог бы существовать. Такие данные позволяют не только оценить степень заселения видом территории региона, но и сделать прогноз о возможных изменениях характера его распространения.

Материал и методы

Полевой материал по распространению степного сурка в Самарской области был собран в период 2010–2012 гг. методом маршрутно-площадочного учета семей. При этом было пройдено около 10 000 км маршрута, обследовано 107 пригодных для сурков местообитаний в 12 районах Самарской области. В результате было обнаружено 88 поселений байбака. В 19 обследованных точках сурки не были обнаружены. Общее количество учтенных семейных участков составило 2026, при общей оценочной численности 7806 особей.

При учете семейных участков использовали достаточно хорошую топографическую и микрорельефную обособленность их территории. Эта особенность связана с тем, что постоянные (зимовочные, выводковые), хорошо различимые по выраженному бутану, и временные (кормовые, защитные) норы на таких участках в большинстве случаев соединены сетью поверхностных дорожек, хорошо заметной в травостое.

При описании биотопической приуроченности поселений сурков была использована следующая градация биотопов: ОПУ – остепненные плакорные участки, ОСКЛ – остепненные склоны, СПП – скотопрогонные полосы и сбои, ПД – придорожные полосы, МОСКЛ – меловые остепненные склоны, СБС – степные балочные системы, СЗиН – степные залежи и неудобья, СХД – суходолы и суходольные степные балки.

При проведении учетов использовали фото- и видеотехнику, навигационное оборудование и картографические материалы для фиксации результатов исследования. В некоторых случаях для уточнения полученных данных использовали опросные сведения, предоставленные работниками охотхозяйств.

Для уточнения ситуации с современным состоянием популяций степного сурка в Самарской области использовали разнообразные источники информации: статьи и тезисы докладов в научных изданиях, материалы охотинспекции по определению квот добычи и другие виды ведомственной информации.

Результаты и их обсуждение

Исследования территории Самарской области показали, что распределение степного сурка имеет явно выраженный метапопуляционный очаговый характер (рис. 3). Достаточно четко выделяются четыре хорошо изолированные метапопуляции:

1) правобережная метапопуляция с 28 поселениями сурка, в которых было отмечено 670 семей при общей оценочной численности 2595 особей (Сызранский и Шигонский районы);

2) северо-восточная метапопуляция с 34 поселениями байбака, в которых было отмечено 695 семей при общей оценочной численности 2716 особей (Иса克林ский, Камышлинский, Клявлинский, Похвистневский, Шенталинский районы);

3) юго-восточная метапопуляция с 22 поселениями, в которых отмечено 118 семей при общей оценочной численности 466 особей (Алексеевский, Большеглушицкий и Большечерниговский районы);

4) южная метапопуляция с двумя поселениями, в которых отмечено 520 семей при общей оценочной численности 2029 особей (Пестравский район).

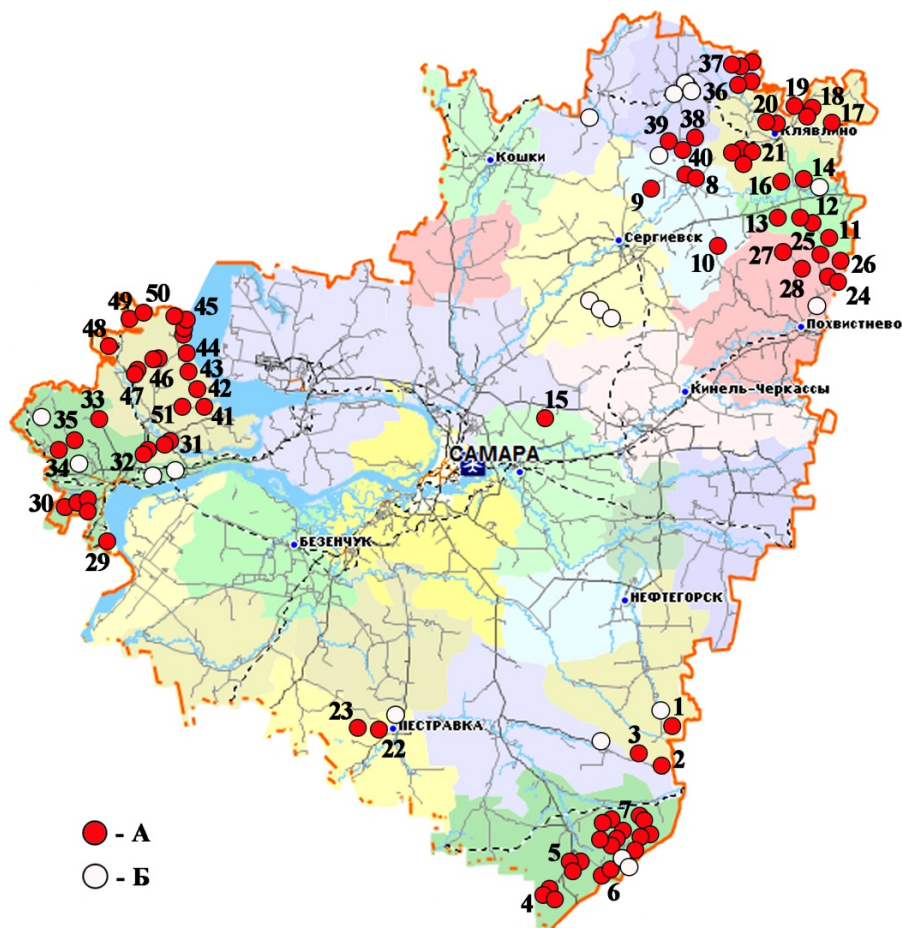


Рис. 3. Результаты исследования встречаемости степного сурка на территории Самарской области: А – обнаруженные поселения; Б – местообитания, подходящие для жизни байбака, но где его поселения не были обнаружены

Кроме этого, в Кинельском районе было зафиксировано небольшое поселение степного сурка, состоящее из двух семей из восьми особей.

Возникновение такой метапопуляционной фрагментации сплошного в прошлом ареала степного сурка на территории Самарской области имеет ряд закономерностей и объясняется объективными причинами: 1) при полной распашке целинных земель большинство реликтовых поселений степного сурка были уничтожены; 2) сохранились лишь те из них, которые были приурочены к неудобьям, балочным системам и возвышенностям различного масштаба, неиспользуемым в сельскохозяйственном производстве; 3) фрагментация поддерживалась непреодолимыми для не столь подвижного степного сурка преградами – крупными реками с обширными пойменными участками: Волгой, Самарой, Кинелью, Соком, Большим Иргизом. Именно в таких локалитетах и происходило восстановление численности степного сурка, что и отразилось на современной структуре зоны обитания этого вида на территории Самарской области.

Средняя площадь обнаруженных поселений ($n = 88$) степного сурка составила $1,9 \text{ км}^2$ при пределах изменений от $0,16$ до $13,2 \text{ км}^2$. Плотность зверьков в поселении колеблется в широких пределах – от 4 до 150 ос/км^2 , при этом в среднем она равна $43,6 \text{ ос/км}^2$. Этот показатель превосходит значение 30 ос/км^2 – критерия, свидетельствующего об ограничении воспроизводства и начале деградации популяции сурков. Однако вследствие сильной очаговости распространения степного сурка в Самарской области средняя плотность зверьков при пересчете на пригодные местообитания в регионе составляет лишь $1,88 \text{ ос/км}^2$.

По мнению специалистов охотничьего хозяйства, поселение степного сурка имеет положительный репродуктивный потенциал, т.е. потенциально способно увеличивать численность при условии, что оно образовано более чем восьмью семейными группировками [3, 5]. Проанализировав полученные в ходе наших исследований данные, мы видим следующую картину. Почти половина (49 %) обнаруженных на территории Самарской области поселений образованы 1–8 семейными группировками, более четверти (28 %) в своем составе имеют до 20 семей, 16 % поселений насчитывают в своем составе от 20 до 60 семейных групп, и, наконец, только 7 % колоний сурков являются крупными и характеризуются более 60 семейными группировками байбаков.

Исследования биотопических условий местообитаний степных сурков выявил некоторые закономерности их биотопических предпочтений в условиях степных и лесостепных ландшафтов Самарской области (рис. 4). Подавляющее число обнаруженных поселений байбаков (83 %) приурочены к меловым остепненным склонам, остепненным склонам или степным залежам и неудобьям, т.е. к станциям степных и лесостепных ландшафтов, которые трудно вовлекаются в сельскохозяйственное производство и поэтому сохраняются в процессе распашки целинных земель.

Суходолы, суходольные степные балки и остепненные плакорные участки среди станций обитания степного сурка представлены в незначительном объеме. Только 16 % поселений байбака приурочены к таким биотопам. Еще меньшее представительство (5 %) в списке местообитаний байбака в Самарской области имеют скотопробегные полосы и сбои. И, наконец, только 2 % поселений степных сурков располагались по степным балочным системам и придорожным полосам. Все перечисленные станции, кроме первой группы,

являются для байбака либо субоптимальными (станциями переживания), либо станциями расселения.

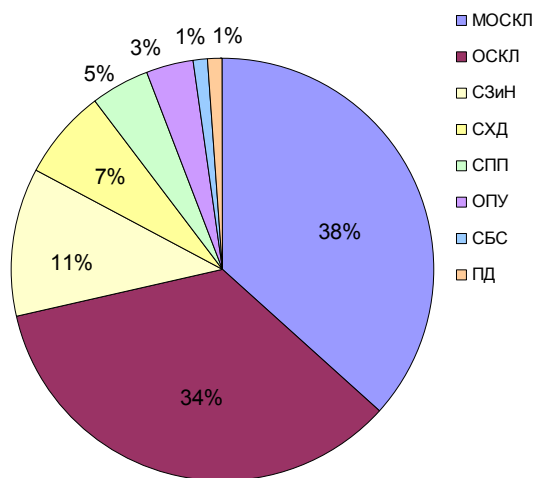


Рис. 4. Распределение по характерным биотопам зафиксированных в 2012 г. поселений степного сурка ($n = 88$) в Самарской области: МОСКЛ – меловые остепненные склоны; ОСКЛ – остепненные склоны; СЗиН – степные залежи и неудобья; СХД – суходолы и суходольные степные балки; СПП – скотопрогонные полосы и сбои; ОПУ – остепненные плакорные участки; СБС – степные балочные системы; ПД – придорожные полосы

Степной сурок является оседлым колониальным видом грызунов. Подвижность его низкая и связана только с активным расселением. Максимально зафиксированное перемещение сурков в период расселения составило около 30 км [2]. В обычной же ситуации дистанция расселения этих грызунов не превышает 5 км. Именно поэтому байбак крайне чувствительно относится к условиям, в которых проходит расселение и идущее за ним формирование новых поселений.

Как показывают наши исследования, доля новых (недавно сформировавшихся поселений) низка и составляет 17 %. Максимальное число таких поселений сосредоточено на востоке Заволжья Самарской области, на границе с Оренбургской областью, а также в правобережных районах области. Именно там происходит активный процесс вселения степного сурка из соседних регионов (Оренбургская и Ульяновская области), именно эти территории характеризуются достаточно сильным рассечением рельефа и связанным с ним обилием балочных систем – основных путей миграции степных сурков.

Проведенные исследования состояния степного сурка в Самарской области показали, что его популяции характеризуются незначительными темпами прироста численности, что связано либо с высоким уровнем эксплуатации поселений байбака, либо с низким потенциалом воспроизводства. В целом плотность зверьков в поселениях имеет высокие значения – $43,6 \text{ ос/км}^2$. Однако при пересчете ее на площадь пригодных для обитания сурка биотопов заметно значительное ее понижение – $1,88 \text{ ос/км}^2$.

Большинство выявленных на территории Самарской области поселений (49 %) находится в начальной стадии интродукции, или заселения, т.е. на

стадии «внедрения» – без повышенного внимания и охраны естественным способом сформированных поселений и повторных выпусков в искусственно созданные поселения их трудно считать перспективными.

Список литературы

1. **Бибиков, Д. И.** История и современное состояние байбака в Европе / Д. И. Бибиков, А. В. Дежкин, В. Ю. Румянцев // Бюлл. МОИП. Отд. биол. – 1990. – Т. 95, вып. 1. – С. 15–30.
2. **Бибиков, Д. И.** Сурки / Д. И. Бибиков. – М. : Агропромиздат, 1989. – 255 с.
3. **Машкин, В. И.** Европейский байбак: экология, сохранение и использование / В. И. Машкин. – Киров : ВНИОЗ, 1997. – 160 с.
4. **Виноградов, А. В.** Экологическое краеведение Самарского региона : учеб. пособие / А. В. Виноградов. – Самара, 2006. – 300 с.
5. **Колесников, В. В.** Ресурсы и управление популяциями степного (*Marmota bobak*), серого (*M. baibacina*) и монгольского (*M. sibirica*) сурков : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Колесников В. В. – Киров : ВНИИОХЗ, 2011. – 43 с.

References

1. Bibikov D. I., Dezhkin A. V., Rumyantsev V. Yu. *Byull. MOIP. Otd. biol.* [Bulletin of the Imperial Society of Naturalists of Moscow. Biological section]. 1990, vol. 95, iss. 1, pp. 15–30.
2. Bibikov D. I. *Surki* [Marmots]. Moscow: Agropromizdat, 1989, 255 p.
3. Mashkin V. I. *Evropeyskiy baybak: ekologiya, sokhranenie i ispol'zovanie* [European bobacs: ecology, preservation and usage]. Kirov: VNIOZ, 1997, 160 p.
4. Vinogradov A. V. *Ekologicheskoe kraevedenie Samarskogo regiona: ucheb. posobie* [Ecological regional ethnography of Samara region: tutorial]. Samara, 2006, 300 p.
5. Kolesnikov V. V. *Resursy i upravlenie populyatsiyami stepnogo (Marmota bobak), serogo (M. baibacina) i mongol'skogo (M. sibirica) surkov: avtoref. dis. d-ra biol. nauk* [Resources and population control of steppe (*Marmota bobak*), grey (*M. baibacina*) and Mongolian (*M. sibirica*) marmots: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the doctor of biological sciences]. Kirov: VNIIOKhZ, 2011, 43 p.

Наумов Роман Валерьевич

аспирант, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: www.naumov_roman@mail.ru

Naumov Roman Valer'evich

Postgraduate student, Penza
State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Кузьмин Антон Алексеевич

кандидат биологических наук, доцент,
кафедра биотехнологии и биосферной
безопасности, Пензенский
государственный технологический
университет
(Россия, г. Пенза, пр. Байдукова /
ул. Гагарина, 1а/11)

E-mail: kuzmin-puh@yandex.ru

Kuz'min Anton Alekseevich

Candidate of biological sciences, associate
professor, sub-department of biotechnology
and environmental safety, Penza State
Technological University
(1a/11 Baydukova lane/Gagarina street,
Penza, Russia)

Титов Сергей Витальевич

доктор биологических наук, профессор,
кафедра зоологии и экологии,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: svtitov@yandex.ru

Titov Sergey Vital'evich

Doctor of biological sciences, professor,
sub-department of zoology and ecology,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 599.322.2 + 591.6

Наумов, Р. В.

Особенности экологии и современное распространение степного сурка (*Marmota bobak* Müller, 1776) в Самарской области: предварительные данные / Р. В. Наумов, А. А. Кузьмин, С. В. Титов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 4 (4). – С. 60–68.

УДК 599.426:591.52

Д. Г. Смирнов, В. П. Вехник, Н. М. Курмаева, Ф. З. Баишев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРМОВЫХ УЧАСТКОВ И УБЕЖИЩ *EPTESICUS NILSSONII* НА САМАРСКОЙ ЛУКЕ

Аннотация. *Актуальность и цели.* *Eptesicus nilssonii* – широко распространенный вид, однако в России некоторые особенности его экологии остаются еще не изученными. На востоке Русской равнины южным пределом распространения вида является территория Самарской Луки, где он достигает высокой численности. Цель настоящей работы – изучение характера использования *E. nilssonii* кормовых участков и убежищ в условиях Самарской Луки. *Материалы и методы.* Исследования проводили в северной части Самарской Луки (правый берег Волги). Для обнаружения колоний животных, их летних убежищ и выявления кормовых участков использовали метод телеметрии в сочетании с ультразвуковым детектированием. В июле 2012 г., в мае и июле 2013 г. нами были отловлены и помечены одна беременная, две постлактацирующие самки и один взрослый самец. Отловленные зверьки были оснащены передатчиками массой 0,42 г. *Результаты и выводы.* В условиях Самарской Луки оптимальными местами обитания *E. nilssonii* являются кленово-липовые леса паркового типа, произрастающие по северным склонам Жигулевских гор. В течение лета животные занимают от двух до пяти убежищ, которые располагаются, как правило, в непосредственной близости друг от друга. Убежища имеют щелевидный леток и обычно находятся в липах. Радиослежение и ультразвуковое детектирование показали, что после вечернего вылета самки в составе своих колоний сначала охотятся около убежищ, а затем перемещаются на более удаленные кормовые участки. Выявлены от пяти до 11 кормовых участков. Самый удаленный кормовой участок зарегистрирован на расстоянии 7 км. Взрослые самки держатся одиночно и после вечернего вылета из убежища сразу перемещаются на кормовые участки, расположенные на значительном удалении от убежищ. В характере использования кормовых участков и траекторий перемещения между ними животные проявляют изрядный консерватизм.

Ключевые слова: *Eptesicus nilssonii*, убежища, кормовые участки, Самарская Лука.

D. G. Smirnov, V. P. Vekhnik, N. M. Kurmaeva, F. Z. Baishev

FORAGING SITES AND SHELTERS USED BY *EPTESICUS* *NILSSONII* IN SAMARSKAYA LUKA

Abstract. *Background.* *Eptesicus nilssonii* is a widespread species but in Russia several features of its ecology was still unsearched. In the east of Russian flatland the southern board of species' distribution is the territory of Samarskaya Luka, where the number of individuals is high. Objective of this study is to investigate the features of foraging sites and shelters used by *E. nilssonii* in conditions of Samarskaya Luka. *Materials and methods.* Study was performed in the northern part of Samarskaya Luka (right bank of Volga River). In order to discover animal colonies, register their summer shelters and detect the feeding sites the authors used telemetry method with ultrasound detection. In July 2012, May and July 2013 one pregnant female, two post lactating females and one adult male were sampled. Caught animals were equipped with 0,42 g transmitters. *Results and conclusions.* In conditions of Samarskaya Luka optimal *E. Nilssonii*'s habitats are park-type maple-linden fo-

rests growing on the north slopes of Zhiguli Mountains. During summer season animals occupy from 2 to 5 shelters which are located usually close to each other. Shelters have slit-like entrances and usually are located in lindens. Radio tracking and ultrasound detection showed that after evening fly-out the females at first hunt near the shelters and then move to more distant foraging sites. From 5 to 11 foraging sites were revealed. The most distant foraging site was registered at 7 km distance. Adult males hold separately and after evening fly-out move immediately to foraging sites, located at significant distance from shelters. According to the features of foraging sites usage and movement trajectory between the foraging sites the animals appear to be hefty conservative.

Key words: *Eptesicus nilssonii*, shelters, foraging sites, Samarskaya Luka.

Eptesicus nilssonii (Keyseling et Blasius, 1983) – широко распространенный в Евразии вид, в европейской части России населяет хвойные, смешанные и отчасти лиственные леса северной и средней полосы, где приурочен к карстовым формам рельефа [1]. На востоке Русской равнины южным пределом распространения вида является территория Самарской Луки (Самарская область). Здесь зарегистрированы его крупнейшие зимовки, по окончании которых значительная часть особей, не совершая дальних перекочевков, рассредоточивается в оптимальных для летнего обитания биотопах в непосредственной близости от мест зимовок. Максимальное, зафиксированное благодаря кольцеванию, расстояние, на которое удаляются рукокрылые после зимовки, составляет 15 км [2]. В задачи исследования входило выявление дневных убежищ, кормовых участков и характера их использования.

Материал и методы

Исследования проводили в северной части Самарской Луки (правый берег Волги). Для обнаружения колоний животных, их летних убежищ и выявления кормовых участков нами в июле (20 дней) 2012 г., в мае (8 дней) и июле (16 дней) 2013 г. были отловлены и помечены три взрослые самки (одна беременная и две постлактацирующие) и один взрослый самец. После измерения основных морфологических параметров зверьки были оснащены радиопередатчиками ТХА-001G (Telenax) и LB-2x (Holohil Systems) массой 0,42 г. Это ниже 5 %-го порога, который рекомендован для радиослежения летучих мышей [3]. Масса тела отслеживаемых летучих мышей была от 11,0 до 11,2 г. Радиопередатчики прикрепляли к спинной стороне в области между лопатками. Зверьков отслеживали с помощью сканирующего приемника и Yagi-антенны в течение всего времени активности. Траекторию движения и дневные убежища помеченных животных фиксировали на карте-схеме и с помощью GPS навигатора Garmin Oregon 400t. В качестве вспомогательных средств видовой идентификации животных и определения их активности использовали ультразвуковой детектор D-240x (Pettersson Elektronik AB). Одновременно проводили визуальные наблюдения.

Для определения расстояния от наблюдателя до помеченного зверька использовали силу сигнала, которую предварительно определяли (до прикрепления его к животному), перемещая активированный передатчик от сканирующего приемника на различное расстояние. Таким образом, точность определения расстояния до зверька зависела от удаленности передатчика. Погрешность при дистанции в 100–200 м составляла около 15 м ($n = 10$), при

300–500 м – около 25 м ($n = 10$), в случае более 500 м – около 200 м ($n = 10$). Радиосигналы в условиях открытой местности могли быть получены с расстояния до 3–4 км, однако в условиях горной и лесной местности расстояние до животного составляло максимум до 1 км.

Кормовыми участками мы считали те пространства, на которых продолжительность ночной активности животных была более 5 мин. Остальные территории относили к транзитным. Размер кормовых участков определяли по крайним токам пребывания на них животных, при этом ошибка составляла около 10 м, а при визуальном наблюдении до 5 м.

Результаты и обсуждение

В условиях Самарской Луки оптимальными местами обитания *E. nilssonii* являются кленово-липовые леса паркового типа, произрастающие по северным склонам Жигулевских гор. Эти склоны круто опускаются к Волге и разделены большим количеством ущельеобразных оврагов на отдельные отроги. На севере Самарской Луки численность *E. nilssonii* не везде одинакова. Наибольшее количество этого вида зарегистрировано в радиусе 15–20 км от искусственных подземелий, где отмечена его массовая зимовка [2, 4–6]. В этой области встречаются как взрослые самцы, так и репродуктивные самки [1]. На юге Самарской Луки, где доминируют степные ландшафты, животные этого вида нами не обнаружены.

Помеченные транзиттерами самки после выпуска были найдены в составе колоний особей своего вида. Две самки, одна из которых была помечена в июле 2012 г., а вторая – в мае 2013 г., оказались в составе колонии № 1, которая насчитывала 11 особей. Эта колония, которую мы идентифицировали по окольцованным животным, на протяжении двух лет наблюдений за ней использовала убежища в дуплах деревьев, расположенных на краю жилого поселка (рис. 1, 2). Третья самка была обнаружена в колонии № 2, состоящей из семи особей. Она находилась примерно в 1 км юго-восточнее от колонии № 1 в глубине леса. Взрослый самец *E. nilssonii* был отловлен и помечен примерно в 25 км от того места, где проводились наблюдения за колониями самок. В том месте, где он был пойман, в радиусе 3 км других колоний или отдельных особей этого вида нами не обнаружено.

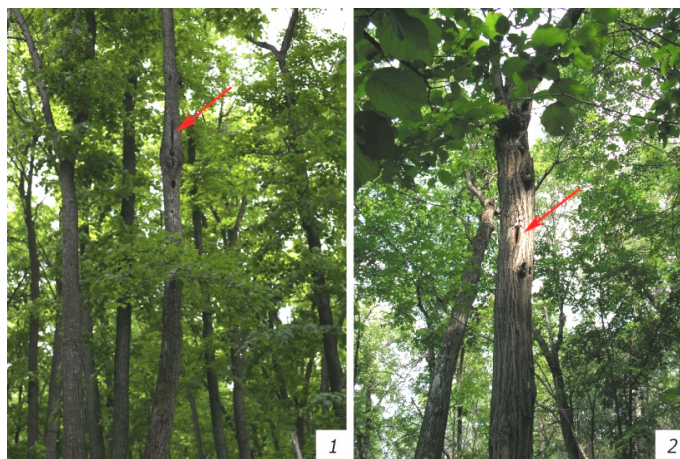


Рис. 1. Дневные убежища самок (1) и одиночного самца (2) *Eptesicus nilssonii*



Рис. 2. Расположение дневных убежищ и кормовых участков у двух колоний *Eptesicus nilssonii* на Самарской Луке: красный цвет – колония № 1; синий цвет – колония № 2; 1–2 – дневные убежища; 3–4 – места, где животных в период ночной активности регистрировали менее 5 мин; 5–6 – кормовые участки

Особи из колоний № 1 в течение двух лет наблюдений занимали до пяти убежищ, которые располагались, как правило, в дуплах лип со щелевидным летком на высоте от 3 до 7 м от земли. Все убежища находились на расстоянии 50–150 м друг от друга. В мае самками было использовано только три из них, что, вероятно, было связано с беременностью и подготовкой к родам. В июле животные использовали все пять убежищ. Перемещение между убежищами происходило через 2–4 дня. Частота использования убежищ была неодинаковой, одно из них животные занимали значительно чаще (60 %) других.

Животные, относящиеся к колонии № 2, в течение всего периода придерживались одного убежища, которое находилось также в дупле липы со щелевидным летком. Лишь однажды эта колония переместилась на 200 м от первого в другое такое же убежище, однако на следующий день она вернулась на старое место. У самца за время наблюдения были зарегистрированы четыре убежища, которые располагались в дуплах лип (3) и дуба (1) со щелевидным летком. Смена убежищ, три из которых находились на расстоянии 50–150 м друг от друга, а четвертое – в 350 м от остальных, происходила регулярно каждый день.

Вечерний вылет из убежищ у особей обеих колоний начинался через 35–45 мин после захода солнца. Некоторое время после вылета животные кормились около своих убежищ. В это время они летали исключительно под пологом леса. Через 30–40 мин после вылета животные перелетали на другие кормовые участки, которые чаще всего находились у берега Волги. Взрослый самец вылетал из своего убежища примерно через 60 мин после захода солнца и без предварительного кормления в окрестностях своего убежища сразу улетал на расстояние более 1,5 км.

У особей из колонии № 1 выявлено 11 более или менее отчетливых кормовых участков, шесть из которых находились в пределах 50–800 м от убежищ (рис. 2). Самый удаленный участок зарегистрирован на расстоянии 7 км. На такое расстояние перелетела помеченная транзиттером самка в мае 2013 г. Этим участком оказалось пространство, расположенное в окрестности зимовочного убежища. Большинство же кормовых участков располагалось на лесных опушках и полянах ($n = 7$) (рис. 3) либо в непосредственной близости от них в лесу ($n = 1$). Продолжительность кормления на таких участках варьировала от 6 до 60 мин. Иногда ($n = 2$) животные вылетали кормиться на открытые пространства, расположенные далеко от берега над Волгой. В таких местах продолжительность кормления составляла не более 10 мин.



Рис. 3. Лесная поляна (1) и опушка леса (2) – кормовые участки *Eptesicus nilssonii*

У особей из колонии № 2 выявлено пять кормовых участков, большинство которых было расположено более 1 км от убежища. Максимально продолжительное время (более одного часа) животные кормились на одном из самых удаленных от убежища участке (см. рис. 2).

У обеих колоний перемещение зверьков от дневных убежищ к кормовым участкам и обратно ежедневно происходило по одним и тем же маршрутам. Как правило, за ночь каждый из кормовых участков использовался только один раз.

Все кормовое пространство самца было приурочено к берегу Волги. Здесь он охотился, летая вдоль кромки леса и береговой линии. Возвращение его в убежище происходило регулярно по одному и тому же маршруту, и в три часа утра зверек всегда был в убежище.

Размеры кормовых участков животных зависели от типов охотничьих пространств. По опушкам леса, вытянутым вдоль оврагов и вдоль береговых линий, они были достаточно протяженными (до 500 м), но относительно узкими (до 150 м). На лесных полянах они ограничивались древесной растительностью, а в глубине леса – степенью его разреженности и структурой рельефа.

Для самок свойственна как однофазная, так и двухфазная ночная активность. Их возвращение в убежище происходило чаще всего через 3,5 ч после вылета. Второй вылет происходил нерегулярно. Когда он был отмечен ($n = 4$), животные вылетали около 2 ч 30 мин и возвращались в убежище через 20–30 мин. Во время второго вылета они охотились только возле убежища на расстоянии максимум до 300 м.

Таким образом, в ходе исследований установлено, что в условиях Самарской Луки оптимальными местами обитания *E. nilssonii* являются кленово-липовые леса паркового типа, произрастающие по северным склонам Жигулевских гор. В течение лета животные занимают от двух до пяти убежищ, которые располагаются, как правило, в непосредственной близости друг от друга. Убежища имеют щелевидный леток и обычно находятся в липах. После вечернего вылета самки в составе своих колоний сначала охотятся около убежищ, а затем перемещаются на более удаленные кормовые участки. Самый удаленный из них зарегистрирован на расстоянии 7 км. Всего животными использовано от пяти до 11 кормовых участков. Взрослые самцы держатся одиночно и после вечернего вылета из убежища сразу перемещаются на охотничьи участки, расположенные на значительном удалении от убежищ. В характере использования кормовых участков и траекторий перемещения между ними животные проявляют изрядный консерватизм.

Список литературы

1. **Aldridge, H. D. J. N.** Load carrying and maneuverability in an insectivorous bat: a test of the 5 % 'rule' of radiotelemetry / H. D. J. N. Aldridge, R. M. Brigham // *Journal of Mammalogy*. – 1988. – № 69. – P. 379–382.
2. **Ильин, В. Ю.** Особенности распространения оседлых видов рукокрылых (Chiroptera: Vespertilionidae) на востоке Русской равнины и в смежных регионах / В. Ю. Ильин, Д. Г. Смирнов // *Экология*. – 2000. – № 2. – С. 118–124.
3. **Смирнов, Д. Г.** Динамика численности и пространственное распределение зимующих рукокрылых (Chiroptera, Vespertilionidae) в одной из штолен Самарской Луки / Д. Г. Смирнов, Н. М. Курмаева, В. П. Вехник // *Plecotus et al.* – 1999. – № 2. – С. 67–78.
4. **Смирнов, Д. Г.** Видовая структура и динамика сообщества рукокрылых (Chiroptera: Vespertilionidae), зимующих в искусственных подземельях Самарской Луки / Д. Г. Смирнов, В. П. Вехник, Н. М. Курмаева, А. А. Шепелев, В. Ю. Ильин // *Известия РАН. Сер. биол.* – 2007. – № 5. – С. 608–618.
5. **Смирнов, Д. Г.** Численность и структура сообществ рукокрылых (Chiroptera: Vespertilionidae), зимующих в искусственных подземельях Самарской Луки / Д. Г. Смирнов, В. П. Вехник // *Экология*. – 2011. – № 1. – С. 64–72.
6. **Смирнов, Д. Г.** Особенности пространственного размещения половых групп у *Eptesicus nilssonii* на Самарской Луке / Д. Г. Смирнов, В. П. Вехник // *Актуальные проблемы современной териологии: тез. докл. Всерос. науч. конф.* – Новосибирск: ООО «Сибрегион Инфо», 2012. – С. 134.

References

1. Aldridge H. D. J. N., Brigham R. M. *Journal of Mammalogy*. 1988, no. 69, pp. 379–382.
2. Il'in V. Yu., Smirnov D. G. *Ekologiya*. [Ecology]. 2000, no. 2, pp. 118–124.
3. Smirnov D. G., Kurmaeva N. M., Vekhnik V. P. *Plecotus et al.* 1999, no. 2, pp. 67–78.
4. Smirnov D. G., Vekhnik V. P., Kurmaeva N. M., Shepelev A. A., Il'in V. Yu. *Izvestiya RAN. Ser. biol.* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Biological Series]. 2007, no. 5, pp. 608–618.
5. Smirnov D. G., Vekhnik V. P. *Ekologiya* [Ecology]. 2011, no. 1, pp. 64–72.
6. Smirnov D. G., Vekhnik V. P. *Aktual'nye problemy sovremennoy teriologii: tez. dokl. Vseros. nauch. konf.* [Topical problems of modern mammalogy: report theses of the All-Russian scientific conference]. Novosibirsk: ООО «Sibregion Info», 2012, pp. 134.

Смирнов Дмитрий Григорьевич

кандидат биологических наук, доцент,
кафедра зоологии и экологии,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: eptesicus@mail.ru

Вехник Владимир Петрович

старший научный сотрудник,
Жигулевский государственный
природный биосферный заповедник
(Россия, г. о. Жигулевск, п. Бахилова
Поляна, ул. Жигулевская, 1)

E-mail: vekhnik@mail.ru

Курмаева Наиля Мухамметшановна

кандидат биологических наук, доцент,
кафедра зоологии и экологии,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: nmk74d@yandex.ru

Баишев Фарид Зиннатович

аспирант, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: kapitannemo58@yandex.ru

Smirnov Dmitriy Grigor'evich

Candidate of biological sciences, associate
professor, sub-department of zoology
and ecology, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Vekhnik Vladimir Petrovich

Senior staff scientist, Zhiguli preserve
(1 Zhigulyovskaya street, Bakhilova
Polyana village, Zhigulyovsk, Russia)

Kurmaeva Nailya Mukhammetshanovna

Candidate of biological sciences, associate
professor, sub-department of zoology
and ecology, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Baishev Farid Zinnyatovich

Postgraduate student, Penza State
University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

УДК 599.426:591.52

Смирнов, Д. Г.

Использование кормовых участков и убежищ *Eptesicus nilssonii* на Самарской Луке / Д. Г. Смирнов, В. П. Вехник, Н. М. Курмаева, Ф. З. Баишев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 4 (4). – С. 69–75.

НАСЕЛЕНИЕ ПРЯМОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ В ОКРЕСТНОСТЯХ СЕЛА ВОЛХОНЩИНО ПЕНЗЕНСКОГО РАЙОНА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. *Актуальность и цели.* Прямокрылые – одна из важнейших групп насекомых в степных и луговых биоценозах. Между тем в Пензенской области эта группа изучена недостаточно. Практически отсутствуют работы по изучению синэкологии, структуры населения прямокрылых в разных типах растительных сообществ. Цель работы – изучение фауны и структуры населения насекомых ортоптероидного комплекса (преимущественно прямокрылые и богомолы), обитателей трех основных типов лугово-степной растительности в окрестностях с. Волхонщино. *Материалы и методы.* В окрестностях с. Волхонщино в июле–августе 2013 г. изучали структуру населения сообществ прямокрылых (видовой состав, хронологические характеристики, спектр жизненных форм, относительную численность и структуру доминирования) в трех основных типах лугово-степной растительности: луговые степи, остепненные луга и кустарниковые остепненные луга (в том числе под пологом широколиственного леса). Применялись общепринятые методы количественных учетов прямокрылых кошением на специально выделенных площадках размером 10 × 10 м с комбинированным учетом насекомых по числу взмахов и времени обкашивания. *Результаты.* Обнаружены один вид богомолы и 28 видов прямокрылых. Из них шесть видов прямокрылых: три вида кузнечиков (*M. evermanni*, *M. montana*, *Pl. intermedia*), три вида саранчовых (*Ch. pullus*, *G. rufus* и *A. thalassinus*), – впервые отмечаются для Пензенской области. Выявлены четкие различия в структуре населения изученных типов растительности: наибольшее видовое разнообразие, общее обилие, количество степных элементов и доминирование степных ксерофильных видов (*Montana evermanni*, *E. pulvinatus*) наблюдаются в луговых степях. В то же время общими доминантами и луговых степей и остепненных лугов являются полизональный эвритопный вид *Chorthippus gr. biguttulus* и северо-степные мезофильные *Bicolorana bicolor* и *Phanoptera falcata*. При близком к остепненным лугам общем обилии прямокрылых структура населения кустарниковых остепненных лугов резко отличается как от них, так и от луговых степей: повышается доля полизональных и южно-лесных видов, доминируют только мезофильные виды *Chorthippus apricarius*, *Ch. macrocerus*, *Euthystira brachyptera* и *Phanoptera falcata*. При этом первые три либо вообще не отмечены в двух других типах лугово-степной растительности, либо встречаются там единично. *Выводы.* Наши данные подтверждают отмечаемую другими исследователями общую тенденцию для лесостепной зоны увеличения видового разнообразия и обилия прямокрылых в наиболее ксерофитных сообществах. Полученные даже на таком, сравнительно небольшом, материале четкие различия в структуре населения насекомых ортоптероидного комплекса в разных типах лугово-степной растительности свидетельствуют о высоких индикаторных свойствах этой группы.

Ключевые слова: прямокрылые, фауна, структура населения.

T. V. Dobrolyubova, V. D. Yakushov

ORTHOPTEROUS INSECTS ON THE OUTSKIRTS OF VOLKHONSHCHINO VILLAGE (PENZA REGION)

Abstract. *Background.* Orthopteroous insects are one of the major groups of insects in steppe and meadow ecosystems. However, in Penza region they are not well stu-

died. The aim of the study is to investigate fauna and community structure of orthopterous insects inhabiting three main types of meadow-steppe vegetation on the outskirts of Volkhonschichino village. *Materials and methods.* The study was conducted in July–August, 2013. The species composition, spatial distribution, abundance and dominance structure were estimated in three main types of meadow-steppe vegetation (meadow-steppe, steppe-meadow, steppe-meadow with bushes [including those placed below the broad-leaved forests]). We used common methods for quantitative estimation of the communities including sweeping on the special areas of 10 × 10 m areas with the combination of registration of number of strokes and time of sweep. *Results.* One species of mantis and twenty-eight species of orthopteran were identified. Among them six species were found in Penza region for the first time. They are three species of grasshoppers (*M. eversmanni*, *M. montana*, *Pl. intermedia*), and three species of acridoid grasshoppers (*Ch. pullus*, *G. rufus* and *A. thalassinus*). There are 4 distinctive features of communities of the studied types of vegetation. In meadow-steppe maximal diversity, abundance, and dominance of steppe xerophilous species (*Montana eversmanni*, *E. pulvinatus*) were detected. Whereas common dominants in meadow-steppe and steppe-meadow are polyzonal eurytopic species *Chorthippus gr. biguttulus* as well as northern-steppe mesophilous *Bicolorana bicolor* and *Phaneroptera falcata*. In steppe-meadow with bushes the amount of south-forest and polyzonal species is increased with dominating mesophilous species *Chorthippus apricarius*, *Ch. macrocerus*, *Euthystira brachyptera* and *Phaneroptera falcata*. *Conclusions.* Our data support the pattern that species diversity and abundance of orthopterans is high in more xerophilous ecosystems.

Key words: orthopterans, fauna, community structure.

Введение

Прямокрылые – одна из важнейших групп насекомых в степных и луговых биоценозах. Они имеют большое значение как регуляторы первичной продуктивности и фактор почвообразования. Многие виды прямокрылых известны как опасные вредители сельского хозяйства.

Прямокрылые давно обратили на себя внимание ученых. Первые работы по их изучению в России относятся к XVIII в. [1]. К настоящему времени в России накоплена обширная библиография по данной группе насекомых. Между тем в Пензенской области эта группа изучена недостаточно. До 2013 г. были опубликованы несколько работ, в которых упоминаются 20 видов прямокрылых, обитающих на территории области [2–11]. В 2013 г. в список прямокрылых Пензенской области было добавлено еще 22 вида прямокрылых [12].

Цель работы – изучение фауны и населения насекомых, входящих в ортоптероидный комплекс [13], обитателей трех основных типов лугово-степной растительности в окрестностях с. Волхонщино. Задача работы – выявление видового состава и структуры группировок основных фитоценозов (зоогеографический, зонально-поясной, доминантный состав, спектры жизненных форм).

1. Материал и методика

Село Волхонщино, в окрестностях которого проводили исследования, административно относится к Пензенскому району, хотя географически и по своим природным условиям, безусловно, – к Кондольскому району. Оно расположено к юго-востоку от Кондоля, примерно, в 12 км.

Кондольский район расположен в лесостепи на соединении Вороно-Хоперского низменного возвышенного степного и Кададинско-Узинского уа-

листо-холмистого лесостепного районов. Рельеф в основном равнинный, среднерасчлененный, возвышенности выровненные, наибольшая высота на юге – 278 м. Почвы – главным образом выщелоченный чернозем, гумусовый горизонт составляет около 50 см. Лесистость – 8,6 %, в основном широколиственные леса [14]. Окрестности с. Волхонщино расположены на берегах р. Няньги. Преобладают лугово-степные биоценозы, из лесных – широколиственные леса из дуба черешчатого, клена остролистного и липы сердцевидной, иногда с примесью березы.

Количественные учеты прямокрылых были проведены в следующих типах лугово-степной растительности и фитоценозах.

Луговые степи.

1. Разнотравно-дерновиннозлаковая луговая степь с доминированием ковыля перистого (Ст–ковыль) – 30.07; 9 и 24.08.

2. Наземнойвейниково-равниннопопынная луговая степь (Ст–вейник) – 30.07; 10 и 27.08.

Остепненные луга.

1. Разнотравно-безостокострецовый остепненный луг (Луг–кострец) – 29.07; 13 и 29.08.

2. Разнотравно-корневищнозлаковый остепненный луг с доминированием вейника наземного (Луг–вейник) – 24.07 и 24.08.

Кустарниковые остепненные луга.

1. Ракитниково-разнотравно-наземнойвейниковый кустарниковый остепненный луг (Луг–куст) – 13.08.

Поляны в широколиственном дубово-кленово-липовом лесу.

2. Ракитниково-разнотравно-наземнойвейниковый кустарниковый остепненный луг в лесном окне (№ 1) – 4.08.

3. Ракитниково-разнотравно-наземнойвейниковый кустарниковый остепненный луг на лесной опушке (№ 2) – 4.08.

4. Ракитниково-разнотравно-наземнойвейниковый кустарниковый остепненный луг на лесной поляне (№ 3) – 29.08.

Кроме этого, для более полного выявления фаунистического состава были проведены качественные учеты в этих же биотопах в другие сроки, на скошенном Луг–куст и в культурных фитоценозах (огороды, приусадебные участки).

Сроки: учеты проводили в период массового появления прямокрылых в природе – с 16 июля по 29 августа 2013 г.

Методика.

Фаунистические сборы проводили методом кошения энтомологическим сачком по травянистой растительности и отлова сачком отдельных особей на различных субстратах.

Количественные учеты: использованы общепринятые методы проведения учетов кошением на специально выделенных площадках размером 10 × 10 м с комбинированным учетом насекомых по числу взмахов и времени обкашивания [15–18]. На каждой площадке учет длился 30 мин, в течение которых делали в быстром темпе 50 взмахов кошением и затем до окончания данного срока добывали сачком отдельных, визуально заметных особей, стараясь не допускать их вылета за пределы площадки. Результаты отлова по каждому учету приводятся обобщенные, за 30 мин.

На трех основных участках (Ст–ковыль, Ст–вейник и Луг–кострец) учеты проведены в 3-кратной повторности, на остальных – двукратной (Луг–вейник) или 4-кратной (Луг–куст, с учетом лесных полян).

Проведен анализ сходства состава группировок по фауне, обилию отдельных видов, зональному составу. Доминантными приняты виды, составляющие более 10 % от общей численности.

Жизненные формы и хорологические характеристики для большинства видов приводятся в основном по работе М. Г. Сергеева [18]. Для некоторых видов использованы работы других авторов, ссылки на которые есть в табл. 1.

Всего было произведено 16 количественных учетов и 14 фаунистических сборов. Собрано за весь сезон 530 особей прямокрылых.

Определение материала провела Т. В. Добролюбова, консультировал методическую часть и определение Н. В. Зиненко, которому авторы выражают сердечную благодарность.

2. Результаты

2.1. Фауна

Всего за период исследований выявлены один вид богомола и 28 видов прямокрылых, в том числе 12 видов кузнечиковых сем. *Tettigoniidae*, один вид стеблевых сверчков сем. *Oecanthidae*, один вид сверчков сем. *Gryllidae* и 14 видов саранчовых сем. *Acrididae* (табл. 1). Из них шесть видов прямокрылых, а именно: три вида кузнечиков (*M. evermanni*, *M. montana*, *Pl. intermedia*), три вида саранчовых (*Ch. pullus*, *G. rufus* и *A. thalassinus*), – впервые отмечаются для Пензенской области. Следует отметить крайнюю редкость для нашей области вида коньков *Ch. pullus*, впервые обнаруженного нами за два года исследований в различных районах Пензенской области.

Таблица 1

Фауна, жизненные формы, зональный и зоогеографический состав богомолов и прямокрылых в окрестностях с. Волхонщино

Название систематической группы, вида	ЖФ	Зонал. распр.	Зоогеогр. распр.
1	2	3	4
Кл. Insecta	Насекомые		
Опр. Mantodea	Богомолы		
1. <i>Mantis religiosa</i> (Linnaeus, 1758)	Богомол обыкновенный	фз	сев-ст трпл
Опр. Orthoptera	Прямокрылые		
n/o Ensifera	Длинноусые		
Надсем. Tettigonioidae	Кузнечиковые		
Сем. Tettigoniidae	Кузнечики		
1. <i>Phaneroptera falcata</i> (Poda, 1761)	Пластинокрыл обыкновенный	т	сев-ст трпл
2. <i>Tettigonia viridissima</i> (Linnaeus, 1758) **	Кузнечик зеленый	т	сев-ст трпл
3. <i>Decticus verrucovorus</i> (Linnaeus, 1758)	Кузнечик серый	ппг	пз трпл

1	2	3	4	5
4. <i>Montana eversmanni</i> (Kittary, 1849)	Скачок Эверсманнов	х	ю-ст [19, 20]	е-каз-з-м [19, 20]
5. <i>Montana montana</i> (Kollar, 1833)	Скачок степной	х	ст [20]	е-всб [20]
6. <i>Platycleisintermedia</i> (Serville, 1839)	Скачок пятнистый	фх	сев-ст	е-всб
7. <i>Tesselanavittata</i> (Charpentier, 1825)	Скачок полосатый	х	ю-ст	е-каз
8. <i>Metrioptera brachyptera</i> (Linnaeus, 1758)	Скачок короткокрылый	х	ю-лес	трпл
9. <i>Bicolorana bicolor</i> (Phillipi, 1830)	Скачок двуцветный	х	сев-ст	трпл
10. <i>Roeseliana roeseli</i> (Hagenbach, 1822)	Скачок зеленый	х	ю-лес	е-всб
11. <i>Saga pedo</i> (Pallas, 1771)	Дыбка степная	х	ю-ст	е-каз
12. <i>Onconotus servillei</i> Fisher de Waldheim, 1846	Севчук Сервилля	х	ю-ст	е-каз
Сем. Oecanthidae	Стеблевые сверчки			
13. <i>Oecanthus pellucens</i> (Scopoli, 1763)	Сверчок стеблевый обыкновенный	т	ю-ст	е-всб
Сем. Gryllidae	Сверчки			
14. <i>Gryllus campestris</i> (Linnaeus, 1758)	Сверчок полевой	фсб	пз [21]	трпл [21]
n/o Caelifera	Короткоусые			
Сем. Acrididae	Саранчовые			
15. <i>Calliptamus italicus</i> (Linnaeus, 1758)	Прус итальянский	фх	ст	е-каз
16. <i>Stenobothrus fischeri</i> (Eversmann, 1848)	Травянка Фишера	злх	ю-ст	е-срсб
17. <i>Omocestus haemorrhoidalis</i> (Charpentier, 1825)	Травянка обыкновенная	злх	пз	трпл
18. <i>Chorthippus apricarius</i> (Linnaeus, 1758)	Бурый конек	злх	ю-лес	е-всб
19. <i>Chorthippus gr. biguttulus</i> (Linnaeus, 1758)	Изменчивый конек	злх	пз	трпл
20. <i>Chorthippus dorsatus</i> (Zetterstedt, 1821)	Луговой конек	злх	сев-ст	трпл
21. <i>Chorthippus macrocerus</i> (Fisher de Waldheim, 1846)	Усатый конек	злх	ю-ст	е-сраз
22. <i>Chorthippus pullus</i> (Philippi, 1830)	Конек красноногий	злх	ю-лес [19]	е [19]
23. <i>Euchorthippus pulvinatus</i> Fisher de Waldheim, 1846	Степной конек	злх	ю-ст	е-каз
24. <i>Gomphocerippus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	Копьеноска рыжая	злх	пз [21]	трпл [21]
25. <i>Chrysochraon dispar</i> (Germar, 1834)	Непарный зеленчук	х	пз	трпл
26. <i>Euthystira brachyptera</i> (Ocskay, 1826)	Короткокрылый зеленчук	х	пз	трпл

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
27. <i>Aiolopus thalassinus</i> (Fabricius, 1781)**	Летунья обыкновенная	фх	ю-ст	трпл
28. <i>Oedipoda caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	Голубокрылая кобылка	ожг	ст	е-каз

Примечание. Условные обозначения: ** – виды, обнаруженные при дополнительных фанистических сборах и отсутствующие в количественных учетах; число в квадратных скобках в двух последних столбцах означает ссылку на публикации, откуда взяты данные.

Жизненные формы (ЖФ): х – хортобионт; злх – злаковый хортобионт; фх – факультативный хортобионт; фсб – фиссуробионт; фз – фитофильный засадник; т – тамнобионт; ожг – открытоживущий геофил; ппг – подпокровный геофил.

Зональное распространение: пз – полизональный; ю-лес – южно-лесной; сев-ст – северо-степной; ст – степной; ю-ст – южно-степной.

Зоогеографическое распространение: трпл – транспалеаркт; е – европейский; е-срб – европейско-среднесибирский; е-всб – европейско-восточносибирский; е-сраз – европейско-среднеазиатский; е-каз – европейско-казахстанский; е-каз-з-м – европейско-казахстанско-западно-монгольский.

Изученная фауна ортоптероидных насекомых по количеству видов близка к таковой в заповедных степях лесостепной зоны Курской области [22], где автором выявлены 29 видов прямокрылых и один богомол, но общими с нашей фауной являются только 16 видов. Очевидно, это объясняется тем, что мы работали на антропогенно используемых участках с негустым травостоем в отличие от высокотравных целинных степей под Курском.

Почти все наши виды, за исключением скачков *M. brachyptera* и *P. intermedia*, сверчка *G. campestris* и конька *Ch. dorsatus*, присутствуют в фауне Саратовской области, географически очень близкой к нашему району, хотя и расположенной уже в степной зоне [23]. Это свидетельствует о высокой остепенности лугово-степной растительности в окрестностях с. Волхонщино.

Жизненные формы.

В спектре жизненных форм 78 % от общего числа видов составляют хортобионты, в том числе 10 видов – неспецифические хортобионты, девять – злаковые хортобионты, три – факультативные хортобионты (табл. 1).

Зоогеографический состав.

В исследованной местности выделено семь групп видов ортоптероидного комплекса по долготному типу ареалов (см. табл. 1). Преобладают виды с транспалеарктическим распространением – 14 видов (49 %). Значительные доли составляют также евро-казахстанские – шесть (22 %) – и евро-восточносибирские – пять (17 %).

Зонально-поясной состав (см. табл. 1).

Явно преобладают виды степного комплекса, составляющие в целом 62 %, в том числе девять видов (31 %) – южно-степные, три (10 %) – степные, шесть (21 %) – северо-степные. Значительна также доля полизональных видов – семь (24 %). Четыре вида (14 %) относятся к южно-лесным видам. То есть типичные представители лесостепной зоны (северо-степные и южно-лесные) и виды, типичные для настоящих степей, составляют примерно одинаковые доли в видовом составе (35 и 34 % соответственно).

2.2. Структура группировок в разных типах растительных ассоциаций

Видовой состав.

По общему количеству видов, выявленных в разных растительных ассоциациях, явно лидирует СТ–вейник – 19 видов (табл. 2). В остальных группировках число видов примерно одинаково и варьирует от девяти (Луг–вейник) до 12–13 в других. Эта же тенденция наблюдается и по усредненному показателю: на 1-м месте оказался фитоценоз СТ–вейник – 10,7, а в других ассоциациях среднее число видов отличается незначимо, варьируя от пяти (Луг–вейник) до 6,3 (Ст–ковыль).

Численность.

При сравнении разных типов растительности более многочисленное население прямостоящих выявлено в ЛС (см. табл. 2): 31 против 24 экз./учет в ОЛ. По отдельным срокам учета, как в июле, так и в августе эта тенденция сохраняется. Максимальная численность в конце августа (период массового размножения прямостоящих) отмечена также в ЛС: 54 в Ст–ковыль и 40 экз./учет в Ст–вейник. По данным Н. Ф. Литвиновой [24], в лесостепной зоне максимальное видовое разнообразие и обилие отмечаются в наиболее ксерофитных сообществах, что подтверждается нашими результатами. В это же время в ОЛ и КОЛ численность прямостоящих примерно одинакова, при этом в КОЛ, особенно на ЛП, в разные сроки учета общее обилие варьирует не так отчетливо, как на ОЛ (см. табл. 2). Очевидно, это можно объяснить более равномерными в течение лета микроклиматическими условиями в КОЛ и, особенно, на ЛП, что создает благоприятные условия для размножения массовых видов, или фенологией доминирующих видов.

Доминантная структура группировок (рис. 1).

Луговая степь. На Ст–ковыль безусловным супердоминантом является конек изменчивый *Ch. gr. biguttulus*, в среднем составляющий 45 % от общей численности группировки, а в конце августа – 72 %. Эта цифра, очевидно, должна быть еще больше за счет ювенильных особей коньков *Chorthippus sp.*, поскольку в этом фитоценозе отмечены лишь единичные особи других видов этого рода. В конце июля доминирует также скачок двуцветный *B. bicolor* (38 %). Из коньков в это время заметную долю занимает только степной конек *E. pulvinatus* (24 %), а коньки *p. Chorthippus* присутствуют только в виде ювенильных особей. В конце июля также доминирует пластинокрыл *Ph. falcata* – 19 %. К началу августа в группировке начинает возрастать роль изменчивого конька *Ch. gr. biguttulus*, скачков двуцветных *B. bicolor* становится все меньше, а в конце августа они и вовсе исчезают в этом фитоценозе, вытесненные коньками. Иная картина наблюдается на СТ–вейник. Здесь конек изменчивый доминирует во все сроки учета, составляя от 24 % в конце июля до 48 % в конце августа. Но в целом скачки играют большую роль в группировке: скачок Эверсманнов *M. evermanni* присутствует во все сроки, и в среднем его доля составляет 11 %. Скачок двуцветный также в конце августа составляет 10 %. В отдельные сроки здесь также доминируют итальянский прус *C. italicus*, степной конек *E. pulvinatus* и длинноусый конек *Ch. macrocerus* (см. рис. 1).

Специфическими доминантами для ЛС являются южно-степные виды, скачок Эверсманнов *M. evermanni* – ксерофильный вид, прус итальянский *C. italicus*. Основной доминант *Ch. gr. biguttulus*, а также временно доминирующий итальянский прус – эвритопные виды, длинноусый конек и скачок двуцветный тяготеют к более мезофитным группировкам луговых степей [25].

Таблица 2

Динамика видового состава и численности (экз./учет) богомолов и прямокрылых насекомых в разных типах растительных ассоциаций в июле–августе 2013 г.

Название систематической группы, вида	Луговая степь						Остепненные луга						Кустарниковые остепненные луга						
	СТ–ковыль			СТ–вейник			Луг–кострец			Луг–вейник			Луг–куст	Поляны в широколиственном лесу					
	экз.	учет	средн.	экз.	учет	средн.	экз.	учет	средн.	экз.	учет	средн.		№ 1	№ 2	№ 3			
1	30,7	9,8	24,8	30,7	10,8	27,8	29,7	13,8	29,8	24,7	24,8	13,8	4,8	4,8	29,8	средн.			
	2	3	4	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
<i>Omp. Mantodea</i>																			
<i>Mantis religiosa</i> L.	1		0,3								*								
<i>Omp. Orthoptera</i>																			
<i>n/o Ensifera</i>																			
<i>Сем. Tettigoniidae</i>																			*
<i>Decticus verrucivorus</i> L.				1	2	1,0										*			*
<i>Bicolorana (Metrioptera) bicolor</i> Phill.	8	3	3,7	1	4	1,7	1	3	1	1,7	4	2	3			*			*
<i>Metrioptera brachyptera</i> L.	1		0,3																
<i>Metrioptera roeseli</i> Hag.																			
<i>Montana eversmanni</i> Kitt.	1		0,3	2	4	3,3													0,25
<i>Montana montana</i> Kol.							1			0,3									
<i>Onconotus servillei</i> F.-W.	1	1	0,7																
<i>Phaneroptera falcata</i> Poda.	4	1	1,7	2	1	1,3	2	1	1,0	2	1	1,5	2	3					1,25
<i>Platycleis intermedia</i> Serv.					1	0,7	*			*									
<i>Saga pedo</i> Pall.																			
<i>Tessellana (Platycleis) vittata</i> Ch.					1	0,3	3		1,0	1	0,5	1							0,25
<i>Сем. Oecanthidae</i>																			
<i>Oecanthus pellucens</i> Scop.				1		0,3	1		0,3										
<i>Сем. Gryllidae</i>																			
<i>Gryllus campestris</i> L.					1	0,3													
<i>n/o Caelifera</i>																			

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<i>Сем. Acrididae</i>																				
<i>Calliptamus italicus L.</i>					5	4		3,0			1	0,3								
<i>Chorthippus apricarius L.</i>																				
<i>Chorthippus biguttulus L.</i>	2	39	13,7	6	11	19	12,0	2	3	24	9,7			29	14,5	2		9	14	7,25
<i>Chorthippus dorsatus Zett.</i>					1		0,3													
<i>Chorthippus macrocerus F.-W.</i>			1	0,3	3		1,0			2	0,7		*		*	16	7	*	15	10
<i>Chorthippus pullus Phil.</i>					2		0,7													
<i>Chorthippus juv.</i>	3	7	12	7,3	2		0,7		1			0,3		3	1,5	1	9	6		4
<i>Chrysocraon dispar Germ.</i>	1			0,3													1			0,25
<i>Euchorthippus pulvinatus W. F.</i>	5	1		2,0	3	1	3	2,3	2	1	4	2,3	4	1	2,5					
<i>Euthystira brachyptera Oesk.</i>					1	1	0,7		*			*					9	6		3,75
<i>Gomphocerippus rufus L.</i>																				
<i>Oedipoda caerulescens L.</i>			*	*	2		0,7				1	0,3				1		*	1	0,50
<i>Otocestus haemorrhoidalis Ch.</i>							1	0,3												
<i>Stenobothrus fischeri Ev.</i>													4		2					
Численность, экз./учет:	21	17	54	30,6	25	29	40	31,3	10	10	33	17,7	15	36	26	24	32	25	31	28
Максимальная численность, экз./учет			54				40				33			36					31	
Средняя численность, экз./учет в разных типах растительности								31							21					24
Количество видов	4	7	5	5,3	10	9	12	10,3	8	4	7	6,3	7	4	5,5	5	6	4	4	4,5
Количество видов, учтенных дополнительно, в иные сроки		1	1						2				2					4		
Общее количество видов в раст. асс. по срокам учета	4	8	6		10	9	12		10	4	7		7	4		5	6	8	4	
Всего видов в раст. асс.				11				18				12			8					12
Всего видов в разных типах растительности								21							14					12

Примечание. Условные обозначения: * – вид обнаружен в иные сроки; жирным шрифтом обозначена численность видов-доминантов.

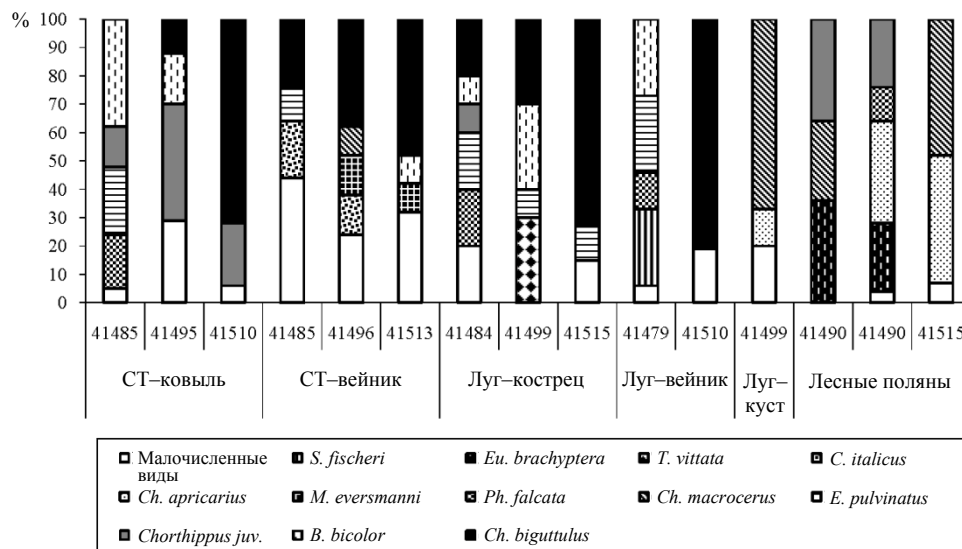


Рис. 1. Динамика структуры доминирования группировок ортоптероидных насекомых в разных растительных ассоциациях в период с июля по август 2013 г.

Остепненные луга. Состав группировок ОЛ по основным доминантам совпадает с ЛС (рис. 1). Здесь также главным доминантом является конек изменчивый *Ch. gr. biguttulus*, составляющий в среднем 55 % на Луг–кострец и 56 – на Луг–вейник. Как и в ЛС, этот вид достигает в отдельных фитоценозах максимального обилия к концу августа: 73 и 81 % соответственно.

С конца июля по середину августа в ОЛ также доминирует скачок двуцветный *B. bicolor*, исчезающий в конце августа. В конце июля в число доминантов попадает пластинокрыл обыкновенный *Ph. falcata*, который, как и временные доминанты ЛС, также тяготеет к более мезофитным группировкам лугово-степной растительности [25]. Утверждает свои позиции как доминант степной конек *E. pulvinatus*, который на Луг–кострец доминирует во всех учетах, а на Луг–вейник ведет себя сходно с ЛС: доминирует только в конце июля (см. рис. 1). Отличаются ОЛ специфическим доминантом фитоценоза Луг–вейник, травянкой Фишера *S. fischeri*, южно-степным, ксерофильным видом [25], который не был обнаружен ни в одном другом фитоценозе (табл. 2).

Кустарниковые остепненные луга как более мезофитный тип растительности имеют выраженную специфику в составе доминантов. Прежде всего, общий доминант ЛС и ОЛ – конек изменчивый *Ch. gr. biguttulus* – встречается здесь единично (см. табл. 2). Его сменяет в ядре доминантов близкий вид – конек длинноусый *Ch. macrocerus*, достигающий 67 % в середине августа на Луг–куст и в среднем 36 % на лесных полянах (см. рис. 1). На поляне № 2 этот вид, очевидно, присутствует в виде ювенильных особей, которые также составляют здесь в начале августа 24 %. Второе по обилию место в группировке занимает конек бурый *Ch. apricarius*. Оба этих вида коньков являются обитателями сравнительно мезофитных лугово-степных сообществ [25], поэтому их доминирование в кустарниковых степях вполне предсказуемо. Как и в ЛС и ОЛ, в отдельные сроки и в отдельных фитоценозах здесь

также в число массовых иногда попадает пластинокрыл обыкновенный *Ph. falcata*: 12 % на поляне № 2 (см. рис. 1). Только на лесных полянах № 1 и 2 доминирует короткокрылый зеленчук *Eu. brachyptera* (в среднем 13 %), предпочитающий мезо- и гигрофитные сообщества [25].

Таким образом, анализируя наш материал, приходим к выводу, что среди изученных типов растительности население прямокрылых КОЛ имеет наименее выраженный степной характер как по видовому, так и по доминантному составу. Среди специфичных видов и доминантов КОЛ преобладают обычные обитатели мезофитных растительных луговых сообществ.

Зональный аспект группировок прямокрылых (рис. 2).

Как и в целом, в фауне прямокрылых изученного региона в отдельных фитоценозах наблюдается явное преобладание степных элементов, причем во всех ассоциациях ЛС и ОЛ не менее трети составляют южно-степные виды. Это свидетельствует о степном характере растительности в окрестностях с. Волхонцино.

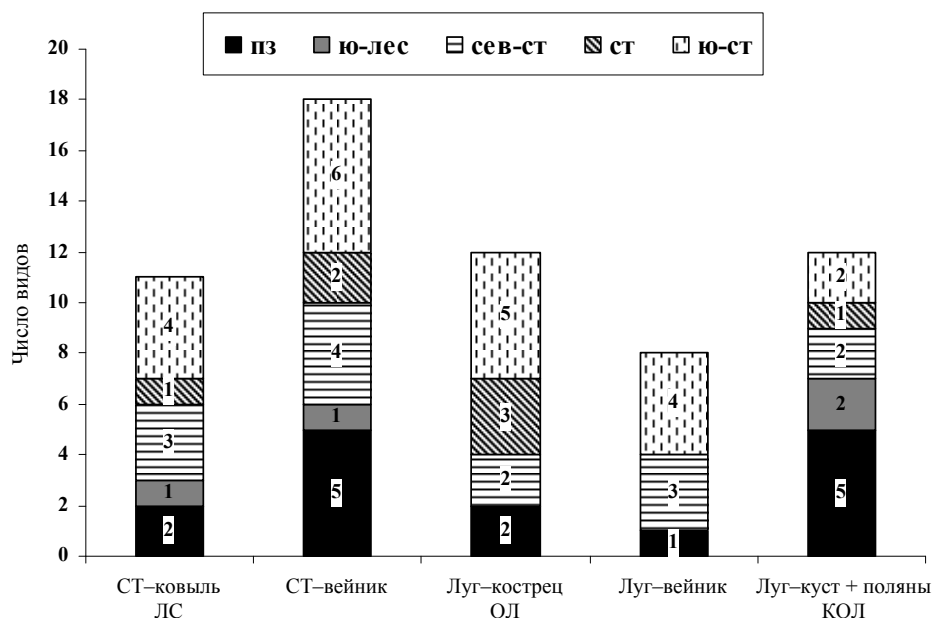


Рис. 2. Структура населения ортоптероидных насекомых различных растительных ассоциаций в зонально-поясном аспекте

Наиболее разнообразны по зональному составу сообщества ЛС и КОЛ, включающие по пять зональных групп. При этом именно в КОЛ отмечено высокое распространение полизональных и южно-лесных элементов фауны, что вполне закономерно. Характерной чертой Луг-кострец является отсутствие здесь южно-лесных видов и большее, чем на ЛС, количество северо-степных видов. Такой зональный состав группировок полностью соответствует типам растительности и свидетельствует о достаточной репрезентативности в этом отношении наших данных и высоких индикаторных свойствах прямокрылых.

Выводы

1. В окрестностях с. Волхонщино выявлено 29 видов насекомых ортоптероидного комплекса (один вид богомола и 28 видов прямокрылых). Три вида кузнечиков (*M. eversmanni*, *M. montana*, *Pl. intermedia*), три вида саранчовых (*Ch. pullus*, *G. rufus*, *A. thalassinus*), впервые отмечаются для Пензенской области.

2. В спектре жизненных форм прямокрылых 78 % от общего числа видов составляют хортобионты.

3. Около половины всего видового списка составляют виды с транспалеарктическим распространением. Значительны доли евро-казахстанских (22 %) и евро-восточносибирских видов (17 %).

4. В широтном (зонально-поясном) аспекте преобладают виды степного комплекса (62 %), половину которых составляют южно-степные элементы.

5. Максимальное видовое разнообразие и обилие отмечаются в наиболее ксерофитных сообществах луговых степей.

6. Основным доминантом луговых степей и остепненных лугов является конек *Ch. gr. biguttulus*. В отдельные сроки в луговых степях могут доминировать ксерофильный вид – скачок Эверсманнов *M. eversmanni* – и эвриотопный вид – прус итальянский *C. italicus*, а в остепненных лугах – ксерофильный вид – кобылка *S. fischeri* – и эвриотопный – скачок *T. vittata*.

7. Основными доминантами кустарниковых остепненных лугов являются три мезофильных вида: *Ch. macrocerus*, *Ch. apricarius* и *E. brachyptera*.

8. В группировках прямокрылых луговых степей и остепненных лугов значительно преобладают степные виды, а полизональные и южно-лесные не превышают трети от общего числа видов. Напротив, в группировках кустарниковых лугов около 60 % видового состава составляют полизональные и южно-лесные виды.

9. В целом фаунистический состав и структура населения ортоптероидных насекомых в окрестностях с. Волхонщино свидетельствуют о значительной остепненности растительности в данной местности и о высоких индикаторных свойствах данной группы насекомых.

Список литературы

1. **Стороженко, С. Ю.** Длинноусые прямокрылые насекомые (Orthoptera: Ensifera) Азиатской части России / С. Ю. Стороженко. – Владивосток : Дальнаука, 2004. – 280 с.
2. **Спрыгин, И. И.** Материалы к описанию степи около д. Поперечной Пензенского уезда и заповедного участка на ней / И. И. Спрыгин // Работы по изучению Пензенских заповедников. – Пенза, 1923. – Вып. 1. – 45 с.
3. **Байшев, Н. Ф.** Мирские захребетники / Н. Ф. Байшев // Вредители сельского хозяйства Пензенской губернии и меры борьбы с ними. – Пенза, 1927. – 109 с.
4. **Казаченко, Б. В.** Животный мир Пензенской области / Б. В. Казаченко // Природа. – Пенза : Пензенское книжн. изд-во, 1955. – С. 428–452.
5. **Добролюбова, Т. В.** Предварительные сведения по фауне насекомых заповедника «Приволжская лесостепь» / Т. В. Добролюбова // Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь»: тр. Госзаповедника «Приволжская лесостепь». – Пенза, 1999. – Вып. 1. – С. 81–88.
6. **Стойко, Т. Г.** Беспозвоночные / Т. Г. Стойко // Летопись природы ГПЗ «Приволжская лесостепь». – 1999. – Вып. 10. – С. 31–32. – рукопись.

7. **Стойко, Т. Г.** Насекомые / Т. Г. Стойко // Красная Книга Пензенской области. Т. 2. Животные. – Пенза, 2005. – С. 14–15.
8. **Морунов, А.** Редкие насекомые степных экосистем Сердобского района / А. Морунов, Н. Китаев, А. Пермяков // ПОЛЕ. Экологическое образование и воспитание : материалы 4-й Обл. науч.-практ. конф. школьников по экологии. – Пенза, 2000. – С. 40–42.
9. **Ладанов, С. В.** Саранча / С. В. Ладанов // ПОЛЕ. – Пенза, 2001. – С. 91–92.
10. Пензенская энциклопедия. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2001. – 759 с.
11. **Кудряшов, Д. В.** Оранжерейный кузнечик *Diestrammena (Tachycines) asuunatorus* Ad. – новый синантропный вид Среднего Поволжья / Д. В. Кудряшов, О. А. Полумордвинов // Энтомол. и паразитол. исследования в Поволжье : сб. науч. тр. – Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2006. – Вып. 5. – С. 123–124.
12. **Добролюбова, Т. В.** Предварительные сведения по фауне прямокрылых (*Insecta: Orthoptera*) Пензенской области / Т. В. Добролюбова // Лесостепь Восточной Европы: структура, динамика и охрана : сб. ст. Междунар. науч. конф., посвящ. 140-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (г. Пенза, 10–13 июня 2013 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – С. 292–294.
13. **Правдин, Ф. Н.** Ортоптероидная группировка, ее структура и значение в биоценозе / Ф. Н. Правдин // Труды ВЭО. – Л. : Наука, 1974. – Т. 57. – С. 38–65.
14. **Полубояров, М. С.** Кондольский район / М. С. Полубояров // Весь Пензенский край. Историческая топография Пензенской области. 2007–2011. – URL: <http://www.suslony.ru/Penzagebiet/Kondol.htm>
15. **Gause, G. F.** Studies on the ecology of the Orthoptera / G. F. Gause // Ecology. – 1930. – Vol. 11, № 2. – P. 307–325.
16. **Деревицкая, В. В.** Местообитания и сообщества саранчовых Наурзумского заповедника / В. В. Деревицкая // Тр. Наурзумского заповедника. – 1938. – № 2. – С. 250–268.
17. **Правдин, Ф. Н.** Некоторые принципы и приемы исследования смешанных популяций нестатных саранчовых в разных ландшафтных условиях / Ф. Н. Правдин, В. С. Гусева, И. Г. Крицкая, М. Е. Черняховский // Фауна и экология животных : сб. ст. – М. : Изд-во МГПИ им. В. И. Ленина, 1972. – С. 3–16.
18. **Сергеев, М. Г.** Закономерности распространения прямокрылых насекомых Северной Азии / М. Г. Сергеев. – Новосибирск : Наука, 1986. – 238 с.
19. **Бей-Биенко, Г. Я.** Отряд *Orthoptera (Saltatoria)* – прямокрылые (прыгающие прямокрылые) / Г. Я. Бей-Биенко // Определитель насекомых европейской части СССР. – М. ; Л. : Наука, 1964. – Т. 1. – С. 205–284.
20. **Зиненко, Н. В.** Прямокрылые и богомолы степных биоценозов Саратовской области / Н. В. Зиненко, О. С. Корсуновская, Б. Р. Стриганова // Поволжский экологический журнал. – 2005. – № 1. – С. 12–28.
21. **Rácz, I. A.** Biogeographical survey of the Orthoptera Fauna in Central Part of the Carpatian Basin (Hungary): Fauna types and community types / I. A. Rácz // *Articulata. Biogeographie*. – 1998. – № 13 (1). – P. 53–89.
22. **Бей-Биенко, Г. Я.** Ортоптероидные насекомые (*Orthopteroidea*) заповедных территорий под Курском как показатели местного ландшафта / Г. Я. Бей-Биенко // Журнал общей биологии. – 1970. – Т. 31, № 1. – С. 30–46.
23. **Зиненко, Н. В.** Сравнительное исследование структуры населения прямокрылых насекомых в целинных и залежных экосистемах степи Европейской России : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Зиненко Н. В. – М., 2011. – 22 с.
24. **Литвинова, Н. Ф.** Динамика численности саранчовых в Центральном-черноземном заповеднике за 1971–1973 / Н. Ф. Литвинова // Фауна и экология беспозвоночных животных. – М., 1976. – Ч. 1. – С. 163–175.
25. **Зиненко, Н. В.** Зональные изменения фаунистического состава прямокрылых степной зоны (Саратовская обл.) / Н. В. Зиненко // Экология, эволюция и система-

тика животных : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Рязань : НП «Голос губернии», 2009. – С. 83–84.

References

1. Storozhenko S. Yu. *Dlinnousye pryamokrylye nasekomye (Orthoptera: Ensifera) Aziatskoy chasti Rossii* [Bush-cricket insects (*Orthoptera: Ensifera*) of the Asian part of Russia]. Vladivostok: Dal'nauka, 2004, 280 p.
2. Sprygin I. I. *Raboty po izucheniyu Penzenskikh zapovednikov* [Research of Penza region nature reserves] Penza, 1923, iss. 1, 45 p.
3. Bayshev N. F. *Vrediteli sel'skogo khozyaystva Penzenskoy gubernii i mery bor'by s nimi* [Agricultural pests of Penza region and measures against insects]. Penza, 1927, 109 p.
4. Kazachenko B. V. *Privoda* [Nature]. Penza: Penzenskoe knizhn. izd-vo, 1955, pp. 428–452.
5. Dobrolyubova T. V. *Biologicheskoe raznoobrazie i dinamika prirodnykh protsessov v zapovednike «Privolzhszkaya lesostep'»: tr. Goszapovednika «Privolzhszkaya lesostep'»* [Biological diversity and dynamics of natural processes in “Privolzhszkaya lesostep” nature reserve: proceedings of the State nature reserve “Privolzhszkaya lesostep”]. Penza, 1999, iss. 1, pp. 81–88.
6. Stoiko T. G. *Letopis' prirody GPZ «Privolzhszkaya lesostep'»* [Nature records of the State nature reserve “Privolzhszkaya lesostep”]. 1999, iss. 10, pp. 31–32. rukopis' [manuscript].
7. Stoiko T. G. *Krasnaya Kniga Penzenskoy oblasti. T. 2. Zivotnye* [The Red Book of Penza region. Volume 2. Animals]. Penza, 2005, pp. 14–15.
8. Morunov A., Kitaev N., Permyakov A. *POLE. Ekologicheskoe obrazovanie i vospitanie : materialy 4-y Obl. nauch.-prakt. konf. shkol'nikov po ekologii* [Field. Ecological education: proceedings of IV Regional scientific and practical conference of pupils in ecology]. Penza, 2000, pp. 40–42.
9. Ladanov S. V. *POLE* [Field]. Penza, 2001, pp. 91–92.
10. *Penzenskaya entsiklopediya* [Penza encyclopedia]. Moscow: Bol'shaya Rossiyskaya entsiklopediya, 2001, 759 p.
11. Kudryashov D. V., Polumordvinov O. A. *Entomol. i parazitolog. issledovaniya v Povolzh'e: sb. nauch. tr.* [Entomological and parasitological research in Volga region: collected papers]. Saratov: Izd-vo Sarat. un-ta, 2006, iss. 5, pp. 123–124.
12. Dobrolyubova T. V. *Lesostep' Vostochnoy Evropy: struktura, dinamika i okhrana: sb. st. Mezhdunar. nauch. konf., posvyashch. 140-letiyu so dnya rozhdeniya I. I. Sprygina (g. Penza, 10–13 iyunya 2013 g.)* [Forest-steppe of Eastern Europe: structure, dynamics and protection: proceedings of the International scientific conference commemorating 140th jubilee of I.I. Sprygin (Penza, 10–13 June 2013)]. Penza: Izd-vo PGU, 2013, pp. 292–294.
13. Pravdin F. N. *Trudy VEO* [Proceedings of the Free Economic Society]. Leningrad: Nauka, 1974, vol. 57, pp. 38–65.
14. Poluboyarov M. S. *Ves' Penzenskiy kray. Istoricheskaya topografiya Penzenskoy oblasti* [All Penza region. Historical topography of Penza region]. 2007–2011. Available at: <http://www.suslony.ru/Penzagebiet/Kondol.htm>
15. Gause G. F. *Ecology* [Ecology]. 1930, vol. 11, no. 2, pp. 307–325.
16. Derevitskaya V. V. *Tr. Naurzumskogo zapovednika* [Proceedings of Naurzum nature reserve]. 1938, no. 2, pp. 250–268.
17. Pravdin F. N., Guseva V. S., Kritskaya I. G., Chernyakhovskiy M. E. *Fauna i ekologiya zivotnykh: sb. st.* [Fauna and ecology of animals: collected papers]. Moscow: Izd-vo MGPI im. V. I. Lenina, 1972, pp. 3–16.
18. Sergeev M. G. *Zakonomernosti rasprostraneniya pryamokrylykh nasekomykh Severnoy Azii* [Regularities of North Asia orthopteran distribution]. Novosibirsk: Nauka, 1986, 238 p.

19. Bey-Bienko G. Ya. *Opredelitel' nasekomykh evropeyskoy chasti SSSR* [Determinant of insects of the European part of USSR]. Moscow; Leningrad: Nauka, 1964, vol. 1, pp. 205–284.
20. Zinenko N. V., Korsunovskaya O. S., Striganova B. R. *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal* [Volga region ecological journal]. 2005, no. 1, pp. 12–28.
21. Rącz I. A. *Articulata. Biogeographie*. 1998, no. 13 (1), pp. 53–89.
22. Bey-Bienko G. Ya. *Zhurnal obshchey biologii* [Journal of general biology]. 1970, vol. 31, no. 1, pp. 30–46.
23. Zinenko N. V. *Sravnitel'noe issledovanie struktury naseleniya pryamokrylykh nasekomykh v tselinnykh i zaleznykh ekosistemakh stepi Evropeyskoy Rossii: avtoref. dis. kand. biol. nauk* [Comparative research of population structure of orthopteran in virgin and fallow land ecosystems of European Russian steppe: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the candidate of biological sciences]. Moscow, 2011, 22 p.
24. Litvinova N. F. *Fauna i ekologiya bespozvonochnykh zhivotnykh* [Fauna and ecology of invertebrates]. Moscow, 1976, part 1, pp. 163–175.
25. Zinenko N. V. *Ekologiya, evolyutsiya i sistematika zhivotnykh: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem* [Ecology, evolution and taxonomy of animals: proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation]. Ryazan': NP «Golos gubernii», 2009, pp. 83–84.

Добролюбова Татьяна Васильевна
кандидат биологических наук, ведущий
научный сотрудник, Государственный
природный заповедник «Приволжская
лесостепь»
(Россия, г. Пенза, ул. Окружная, 12А)

E-mail: tv_dobr@bk.ru

Якушов Василий Дмитриевич
учащийся 11 класса средней
образовательной школы с. Волхонщино
Пензенского района
(Россия, Пензенская область,
Пензенский район, с. Волхонщино)

E-mail: padus.51@yandex.ru

Dobrolyubova Tat'yana Vasil'evna
Candidate of biological sciences,
leading researcher, State nature reserve
«Privolzhskaya lesostep»
(12A Okruzhnaya street, Penza, Russia)

Yakushov Vasilij Dmitrievich
Pupil of the 11th grade, Volkhonshchino
high school
(Volkhonschينو village,
Penza district, Penza region, Russia)

УДК 595.72:574.3

Добролюбова, Т. В.

Население прямокрылых насекомых в окрестностях села Волхонщино Пензенского района Пензенской области / Т. В. Добролюбова, В. Д. Якушов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 4 (4). – С. 76–90.

УДК 547.341+547.725

*П. П. Муковоз, В. А. Тарасова, О. Г. Карманова,
В. О. Козьминых*

СТРОЕНИЕ И ТАУТОМЕРИЯ 1,6-ДИАЛКИЛЗАМЕЩЕННЫХ 1,3,4,6-ТЕТРАОКСОСИСТЕМ И ИХ БЛИЖАЙШИХ АЗОАНАЛОГОВ (ОБЗОР)

Аннотация. *Актуальность и цели.* 1,3,4,6-Тетракарбонильные соединения и их производные отличаются разнообразием строения, высокой реакционной способностью и являются удобными структурными блоками в синтезе различных гетероциклических соединений. Тетраоксосистемы, имеющие алкильные заместители в ацильных звеньях, до наших исследований оставались малоизученными. Целью работы было дополнить собственными данными и обобщить известные сведения о строении 1,6-диалкилзамещенных 1,3,4,6-тетракетонов, а также их азотистых гетероциклических производных. *Материалы и методы.* В качестве исходных соединений для получения 1,6-диалкил-1,3,4,6-тетраонов использовали алкилметилкетоны, диэтилоксалат, метоксид натрия, а также диэтиловый эфир или тетрагидрофуран как инертную среду. В качестве способа получения 1,6-диалкил-1,3,4,6-тетраонов была применена сложноэфирная конденсация Клайзена алкилметилкетонов с диэтилоксалатом в присутствии метоксида натрия. *Результаты.* Разработан двухстадийный способ получения 1,6-диалкил-1,3,4,6-тетраонов с различными алкильными заместителями в ацильных звеньях путем последовательного взаимодействия различных алкилметилкетонов с диэтилоксалатом в присутствии метоксида натрия. Исследованы особенности строения 1,6-диалкил-1,3,4,6-тетраонов, обнаружены неизвестные ранее таутомерные формы. Изучены реакции 1,6-диалкил-1,3,4,6-тетраонов с N,N- и O,N-бинуклеофилами, получены новые гетероциклические азиновые производные 1,6-диалкил-1,3,4,6-тетраонов. *Выводы.* Установлено, что 1,6-диалкил-1,3,4,6-тетраоны в твердом состоянии и растворах неполярных растворителей представлены бис-хелатной диенольной формой, а в полярных растворителях присутствует (ацетон) или преобладает (ДМСО) циклическая оксофурановая форма. Показано, что с 1,2-диаминобензолом 1,6-диалкил-1,3,4,6-тетраоны образуют гетероциклические азопроизводные.

Ключевые слова: 1,3,4,6-тетракарбонильные соединения, 1,6-диалкил-1,3,4,6-тетраоны, хиноксалины.

*P. P. Mukovoz, V. A. Tarasova, O. G. Karmanova,
V. O. Koz'minykh*

STRUCTURE AND TAUTOMERISM OF 1,6-DIALKYL SUBSTITUTED 1,3,4,6-TETRAOXOSYSTEMS AND CLOSEST AZO ANALOGUES THEREOF (REVIEW)

Abstract. *Background.* 1,3,4,6-Tetracarbonyl compounds and their derivatives differ by structure diversity, high reactivity and prove to be suitable structural blocks in the synthesis of various heterocyclic compounds. Tetraoxosystems, having alkyl

substitutes in acyl links, remained scarcely researched before our study. The study aims at supplementing with our data and generalizing the known facts about the structure of 1,6-dialkylsubstituted 1,3,4,6-tetraones and their nitrogenous heterocyclic derivatives. *Materials and methods.* We used atylmethylketones, oxalic ester, sodium methoxide and inert atmosphere of diethyl ether or tetrahydrofuran as the original compounds to obtain 1,6-dialkyl-1,3,4,6-tetraones. As a method of 1,6-dialkyl-1,3,4,6-tetraones obtainment the authors used complex ether Claisen condensation of alkylmethylketones with diethyl oxalate in presence of sodium methoxide. *Results.* The researchers developed a two-stage method of obtainment of 1,6-dialkyl-1,3,4,6-tetraones with various alkyl substitutes in acyl links by means of sequential interaction of various atylmethylketones with diethyl oxalate in presence of sodium methoxide. The authors studied the features of 1,6-dialkyl-1,3,4,6-tetraones structure, discovered previously unknown tautomeric forms. The scientists examined the reactions of 1,6-dialkyl-1,3,4,6-tetraones with N,N- and O,N-binucleofiles and obtained new heterocyclic azine derivatives of 1,6-dialkyl-1,3,4,6-tetraones. *Conclusions.* It is deduced that 1,6-dialkyl-1,3,4,6-tetraones in solid state and solutions of nonpolar solvents are presented in bis-chelate dienol form, and in polar solvents there is present (acetone) or prevails (dimethyl sulfoxide) a cyclic oxofuran form. It is proved that with 1,2-diaminobenzene the 1,6-dialkyl-1,3,4,6-tetraones form heterocyclic azo derivatives.

Key words: 1,3,4,6-Tetracarbonyl compounds, 1,6-dialkyl-1,3,4,6-tetraones, quinoxaline.

Введение

Известно, что 1,3,4,6-тетракарбонильные соединения (ТКС, R = Alk, Ar, OAlk и др., рис. 1) и их производные отличаются разнообразием строения, высокой реакционной способностью и являются удобными структурными блоками в синтезе различных гетероциклических соединений, в том числе обладающих биологической активностью [1–12].

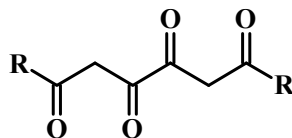


Рис. 1. 1,3,4,6-Тетракарбонильные соединения

В то же время литературные сведения о 1,6-диалкил-1,3,4,6-тетраонах (R = Alk) в основном ограничиваются данными о соединениях, имеющих одинаковые ацильные концевые звенья в молекуле [13, 14]. В настоящей работе мы дополнили известные сведения своими собственными данными о строении 1,6-диалкилзамещенных 1,3,4,6-тетраоксосистем, а также их азотистых гетероциклических производных, образующихся в реакциях с нуклеофильными реагентами [15–19].

1. Синтез 1,6-диалкил-1,3,4,6-тетраонов

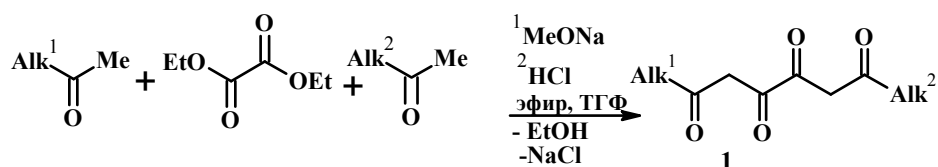
Различные способы получения ТКС описаны в работах [20–24], однако основным способом получения 1,3,4,6-тетраонов (1) служит конденсация Клайзена (схема 1) [25–28]. Другие известные способы синтеза обычно не являются препаративными и связаны с применением ограниченно доступных

исходных реагентов, а также с трудоемкими приемами синтеза и выделения образующихся целевых продуктов [29–31].

Препаративная наработка тетракетонов (**1a-e**) с одинаковыми алкильными заместителями ($\text{Alk}^1 = \text{Alk}^2$), необходимых для изучения химических превращений, проводилась нами традиционным одnoreакторным способом путем взаимодействия диэтилоксалата с двукратным избытком одноименных метилкетонов, в присутствии двукратного избытка метоксида натрия, в среде диэтилового эфира или тетрагидрофурана, с последующим действием соляной кислоты на промежуточно образующиеся натриевые производные [19].

Для получения новых тетракетонов (**1f-k**), недоступных ранее традиционными методами, нами был предложен двухстадийный модифицированный способ, осуществляемый последовательной конденсацией диэтилоксалата с эквимолярными количествами соответствующих метилкетонов, различающихся алкильными заместителями (Alk^1 и Alk^2), в присутствии эквимолярных количеств метоксида натрия, в среде тетрагидрофурана, с последующим подкислением [14, 17].

Схема 1. Синтез 1,6-диалкил-1,3,4,6-тетраонов (**1**)



$\text{Alk}^1 = \text{Alk}^2 = \text{CH}_3$ (**1a**); $\text{Alk}^1 = \text{Alk}^2 = \text{C}_2\text{H}_5$ (**1b**); $\text{Alk}^1 = \text{Alk}^2 = n\text{-C}_3\text{H}_7$ (**1c**); $\text{Alk}^1 = \text{Alk}^2 = n\text{-C}_4\text{H}_9$ (**1d**); $\text{Alk}^1 = \text{Alk}^2 = n\text{-C}_6\text{H}_{13}$ (**1e**); $\text{Alk}^1 = \text{CH}_3$, $\text{Alk}^2 = \text{C}_2\text{H}_5$ (**1f**); $\text{Alk}^1 = \text{CH}_3$, $\text{Alk}^2 = n\text{-C}_3\text{H}_7$ (**1g**); $\text{Alk}^1 = \text{C}_2\text{H}_5$, $\text{Alk}^2 = n\text{-C}_3\text{H}_7$ (**1h**); $\text{Alk}^1 = \text{C}_2\text{H}_5$, $\text{Alk}^2 = n\text{-C}_5\text{H}_{11}$ (**1k**)

При такой постановке синтеза путем последовательного внесения в реакционную систему метиленактивных реагентов исключается одновременная конкурентная атака диэтилоксалата одинаковыми алкилметилкетонами и создаются условия для высокой избирательности этой реакции [17]. К достоинствам данного метода следует отнести достаточно высокие выходы целевых соединений (**1f-k**, табл. 1), что определяет перспективы его дальнейшего развития и применения.

Таблица 1

Физико-химические характеристики соединений (**1**)

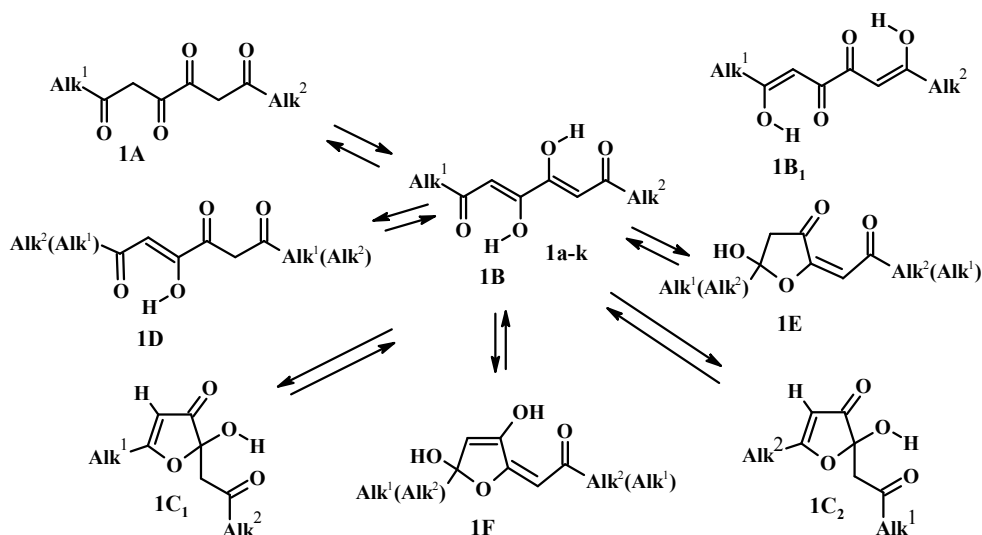
Соединение	Заместители		Температура плавления, °С	Выход, %	Брутто-формула (молекулярная масса)
	Alk^1	Alk^2			
1	2	3	4	5	6
1a	CH_3	CH_3	118–120	34	$\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_4$ (170,16)
1b	C_2H_5	C_2H_5	76–78	33	$\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}_4$ (198,22)
1c	$n\text{-C}_3\text{H}_7$	$n\text{-C}_3\text{H}_7$	58–60	43	$\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{O}_4$ (226,27)

1	2	3	4	5	6
1d	<i>n</i> -C ₅ H ₁₁	<i>n</i> -C ₅ H ₁₁	58–59	71	C ₁₆ H ₂₆ O ₄ (282,38)
1e	<i>n</i> -C ₆ H ₁₃	<i>n</i> -C ₆ H ₁₃	57–58	73	C ₁₈ H ₃₀ O ₄ (310,43)
1f	CH ₃	C ₂ H ₅	43–44	34	C ₉ H ₁₂ O ₄ (184,19)
1g	CH ₃	<i>n</i> -C ₃ H ₇	69–70	29	C ₁₀ H ₁₄ O ₄ (198,21)
1h	C ₂ H ₅	<i>n</i> -C ₃ H ₇	103–105	37	C ₁₁ H ₁₆ O ₄ (212,24)
1k	C ₂ H ₅	<i>n</i> -C ₅ H ₁₁	40–42	26	C ₁₃ H ₂₀ O ₄ (240,1)

2. Особенности строения 1,6-диалкил-1,3,4,6-тетраонов

Строение соединений (**1**) отличается большим структурным разнообразием (схема 2) [14, 17, 18]. В твердом состоянии все известные тетраоны (**1**) существуют в 1,6-диоксо-3,4-диенольной форме (**1B**), стабилизированной внутримолекулярными водородными >C=O...HO-связями (ВВС) хелатного типа, что подтверждают данные ИК спектров [19]. Так, в ИК спектрах соединений (**1**) присутствуют слабые, сравнительно низкочастотные полосы валентных колебаний гидроксильных групп при 3200–3253 см⁻¹, а также парные уширенные полосы при 1499–1520 и 1556–1607 см⁻¹, соответствующие валентным колебаниям сопряженных C=C и C=O групп в бис-ОН-хелатах. Понижение частот поглощения гидроксильных групп по сравнению с сигналами свободного гидроксила (3500–3600 см⁻¹) свидетельствует о наличии в молекуле водородных связей, а понижение частот карбонильного поглощения по сравнению с частотами свободных карбонильных групп в кетонах (1650–1740 см⁻¹) – о достаточной доле сопряжения с кратными связями и образовании в молекулах соединений (**1**) двух шестичленных ОН-хелатов, стабилизированных ВВС [32, 33].

Схема 2. Структурное разнообразие соединений (**1**)



Для тетраонов (**1a**) и (**1h**) удалось вырастить монокристаллы из этанола, что позволило изучить кристаллическую и молекулярную структуры методом рентгеноструктурного анализа. В кристалле молекулы соединений (**1a**, **1h**) имеют 1,6-дикето-3,4-диенольную форму, не зависящую от характера алкильного заместителя, что подтверждают данные ИК спектров (рис. 2 и 3).

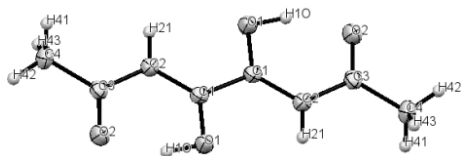


Рис. 2. Строение молекулы (3Z,5Z)-4,5-дигидроокта-3,5-диен-2,7-диона (**1a**)

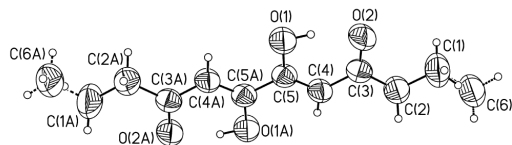


Рис. 3. Строение молекулы (4Z,6Z)-5,6-дигидроундека-4,6-диен-3,8-диона (**1h**)

Кристаллическая система соединения (**1a**) моноклинная, пространственная группа $P 2_1/c$, а соединения (**1h**) – триклинная, пространственная группа $P-1$. В кристалле конформация молекул соединений (**1a**, **1h**) закреплена наличием внутримолекулярных водородных связей ОН...О=C-типа, в целом аналогичных связям в 1,3-дикарбонильных соединениях (рис. 4).

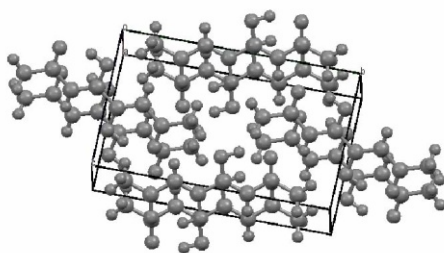


Рис. 4. Упаковка молекул (3Z,5Z)-4,5-дигидроокта-3,5-диен-2,7-диона (**1a**) в структуре кристалла

Согласно Международному банку кристаллографических данных [Cambridge Structural Database 1987] строение 1,3,4,6-гексатетраонов (**1a**, **1h**) с двумя алифатическими заместителями ранее не было изучено.

В растворах неполярных растворителей (хлороформ), по данным ЯМР спектров (табл. 2), соединения (**1**) представлены в основном диоксодиенольной формой (**1B**), содержание которой всегда превышает сумму остальных форм (при их наличии) и часто доходит до 100 % [13, 14]. В растворах полярных растворителей, кроме таутомера (**1B**), присутствует (ацетон) или преимущественно преобладает (ДМСО) равновесная кольчатая оксофурановая форма (**1C**) [13, 14, 17–19]. Содержание минорных таутомерных форм (**1A**, **1D**, **1E**, **1F**) не превышает 3–5 %, а в растворах соединений (**1f-k**) с различающимися алкильными заместителями нами обнаружены формы (**1C₁**, **1C₂**), образующиеся в результате прототропных кольчато-кольчатых интерконверсий [14, 17–19].

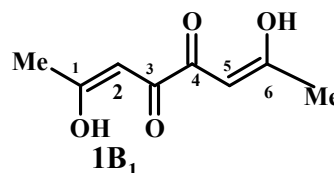
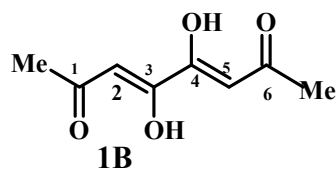
С целью выяснения характера енолизации в молекуле тетраонов (**1**) нами были проведены неэмпирические квантово-химические расчеты полных энергий (E_{tot} , атомные единицы – atomic units) для возможных енольных форм

на модели соединения (**1a**) (пакет программ MOPAC 2009 [MOPAC2009], James J.P. Stewart, Stewart Computational Chemistry, Version 9.096W, рис. 5).

Таблица 2

Значения сигналов маркерных протонсодержащих групп в спектрах ЯМР ^1H (δ , м. д., TMS) соединений (**1**)

Соединения (формы)	Растворитель	Значения химических сдвигов, δ , м. д. / TMS (формы)									
		CH_2 , с (1A)	$\text{C}(2,5)\text{H}$, с (1B)	CH_2 , два д (1C)	$\text{C}(4)\text{H}$, с (1C)	CH_2 , с (1D)	$\text{C}(2)\text{H}$, с (1D)	CH_2 , два д (1E)	$\text{CH-COR}^{(2)}$, с (1E)	$\text{C}(4)\text{H}$, с (1F)	$\text{CH-COR}^{(2)}$, с (1F)
1a-k (1A)	CDCl_3	3,90									
	$\text{DMCO-}d_6$	4,02									
1a-k (1B , 1D)	CDCl_3		6,33–6,34								
	$\text{DMCO-}d_6$		6,38; 6,43–6,44			4,02–4,07	6,28–6,30				
1a-k (1A , 1C)	$\text{DMCO-}d_6$			2,90–2,94	5,52–5,53						
	$(\text{CD}_3)_2\text{CO}$	4,01		2,97	5,41						
1a , 1b , 1d , 1e , 1f (1E)	CDCl_3							3,74	5,38		
	$\text{DMCO-}d_6$							3,94–4,05	5,21–5,22		
1c , 1e , 1f , 1h (1F)	CDCl_3									5,17–5,18	6,22–6,24



$E_{\text{tot}} = -609,9178$ a.u. [MP2/6-21(d)]
 $E_{\text{tot}} = -611,7547$ a.u. [B3LYP/6-31(d)]

$E_{\text{tot}} = -609,9157$ a.u. [MP2/6-21(d)]
 $E_{\text{tot}} = -611,7563$ a.u. [B3LYP/6-31(d)]

Рис. 5. Характер енолизации в молекуле тетраона (**1a**)

Согласно MP2/6-21(d) расчетам большей стабильностью должна обладать форма (**1B**), в то время как метод B3LYP/6-31(d) отдает предпочтение форме (**1B₁**), что следует из сравнения величин E_{tot} .

Поскольку расчеты давали неоднозначный прогноз, нами был проведен 2D ЯМР эксперимент. Оказалось, что в двумерном ЯМР спектре ^1H - ^{13}C gHMBC, записанном в дейтерохлороформе, протоны метильной группы дают кросс-пик с атомом углерода карбонильной группы, что надежно указывает на наличие ацетильного фрагмента $\text{H}_3\text{C-C=O}$ и, следовательно, на структуру (**1B**) (рис. 6). **Me-C=O**

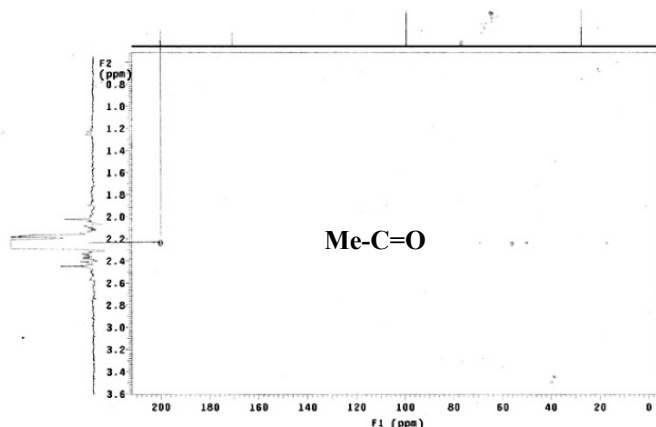


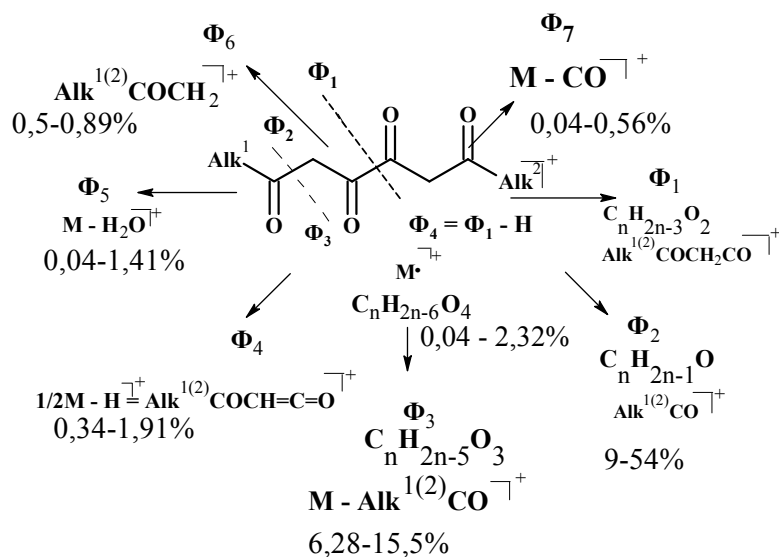
Рис. 6. Двумерный ^1H - ^{13}C ЯМР спектр соединения (**1a**), записанный в дейтерохлороформе

Для изучения структуры соединений (**1**) в газовой фазе и исследования процессов их фрагментации нами были применены деструктивные методы масс-спектрометрии, что позволило впервые установить основные направления фрагментации тетраонов (**1**) с алифатическими заместителями под действием электронного удара (схема 3). Для 1,6-диалкил-1,3,4,6-тетраонов (**1**) преобладающими являются два основных направления фрагментации. Первое направление Φ_1 связано с разрывом связи $\text{C}(3)\text{O}-\text{C}(4)\text{O}$ с образованием двух равноценных алканоилацетильных фрагментов. Вторым значимым направлением фрагментации является отщепление алканоильного иона с одновременным образованием иона Φ_3 ($\text{M} - \text{Alk}^{1(2)}\text{CO}^{\mp+}$). При этом наиболее интенсивные сигналы дают ионы $\text{RCOCH}_2\text{CO}^{\mp+}$ и $\text{RCO}^{\mp+}$, образующиеся при α -разрыве связей в молекуле. Аналогичные закономерности отмечены нами при анализе литературных данных характера фрагментации 1,6-диарилзамещенных 1,3,4,6-тетраонов [34–36]. Молекулярный ион в спектрах соединений (**1**) присутствует всегда, его интенсивность заметно возрастает при переходе от низших к высшим алкильным заместителям.

Сигналы ионов, образующихся при дегидратации молекулярного катион-радикала $[\text{M} - 18]^+$, свидетельствуют о направлении фрагментации с элиминированием молекулы воды из равновесной фрагментируемой структуры (**1C**). Фрагментный ион Φ_7 с малой интенсивностью 0,04–0,56 % образуется в результате декарбонилирования исходного молекулярного иона по механизму скелетной перегруппировки с выбросом молекулы оксида углерода (**II**). В масс-спектрах отмечен пик $[\text{M} - 42]$ (образование которого обусловлено фрагментацией первичного осколка Φ_1), сопровождающийся элиминированием кетенового иона ($-\text{CH}_2=\text{C}=\text{O}^{\mp+}$, m/z 42).

Характерное для 1,6-диарилзамещенных 1,3,4,6-тетраонов направление фрагментации, связанное с выбросом максимального радикала $\text{R}^{\mp+}$, у соединений (**1**) выражено в значительно меньшей степени. Такая фрагментация начинает заметно проявляться только при значительной длине алканоильного звена ($\text{Alk} = \text{C}_5\text{H}_{11}\text{-н}$, m/z 71, $I_{\text{отн}}$, % 8,73; $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{-н}$, m/z 85, $I_{\text{отн}}$, % 4,53), тогда как в молекулах соединений (**1**) с короткими алкильными звеньями преобладает выброс ацильных ионов $\text{CH}_3\text{CO}^{\mp+}$ ($\text{Alk} = \text{CH}_3$, m/z 43, $I_{\text{отн}}$, % 56,34).

Схема 3. Масс-фрагментации соединений (1)



Для каждого образующегося в результате фрагментации иона нами рассчитаны значения формальной ненасыщенности (ФН) [36] и соответствующие им функциональные звенья.

Рассчитанное значение ФН позволяет установить строение 1,6-диалкил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов (**1a-k**). При значении ФН, равном 4, возможно существование соединений (**1a-k**) в виде следующих возможных структур: 1) наличие в молекуле четырех карбонильных групп (форма **1A**); 2) наличие в структуре двух карбонильных групп и двух двойных связей С=С (форма **1B**); 3) присутствие одного ароматического кольца, двух карбонильных групп и одной двойной связи С=С (форма **1C**). Нами выведены общие молекулярные формулы для молекулярного и фрагментных ионов, подходящих для любых алифатических 1,3,4,6-тетракетонов.

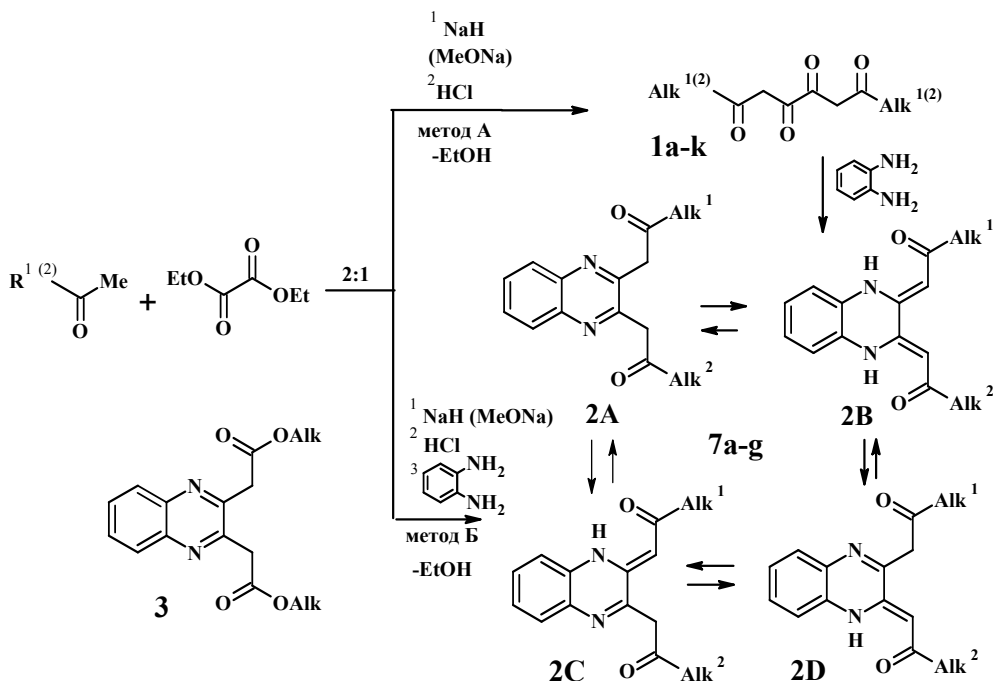
Таким образом, структурное разнообразие тетраонов (**1**) проявляется исключительно в растворах, в которых присутствуют несколько таутомерных форм. Причиной появления сложного цепного и кольчато-цепного равновесия в растворах соединений (**1**), по-видимому, являются особенности строения тетракарбонильных структур, и в частности присутствие одного α - и двух β -дикарбонильных звеньев в молекуле. Возможность образования тетраонами (**1**) различных таутомерных форм, обладающих несколькими реакционными центрами, приводит к значительному разнообразию направлений в реакциях с нуклеофильными реагентами. Такое химическое и структурное разнообразие является основой для использования соединений (**1**) в тонком органическом синтезе, в том числе для направленного поиска биологически активных веществ [1–10].

3. Нуклеофильные превращения 1,6-диалкил-1,3,4,6-тетраонов

Известно, что доступные ТКС, имеющие в своем составе ариольные и сложноефирные фрагменты, легко взаимодействуют с 1,2-диаминобензолом с образованием практически значимых 2,3-бис-оксоилиденпроизводных 1,3,4,6-тетрагидрохиноксалинов [37–40].

Нами впервые получены 2,3-бис-(2-оксоилиден)-1,2,3,4-тетрагидрохиноксалины (**2a-g**), имеющие различные алкильные заместители в ацилметиленовых звеньях, в результате кратковременного нагревания 1,6-диалкил-1,3,4,6-тетраонов (**1**) с 1,2-диаминобензолом в этаноле (метод **A**, схема 4) [15, 16]. Выходы и константы хиноксалинов (**2**) представлены в табл. 3.

Схема 4. Синтез 2,3-бис-(2-оксоилиден)-1,2,3,4-тетрагидрохиноксалинов (**2**)



$\text{Alk}^1 = \text{Alk}^2 = \text{C}_2\text{H}_5$ (**1b**, **2a**); $\text{Alk}^1 = \text{Alk}^2 = n\text{-C}_3\text{H}_7$ (**1c**, **2b**); $\text{Alk}^1 = \text{Alk}^2 = n\text{-C}_5\text{H}_{11}$ (**1d**, **2c**); $\text{Alk}^1 = \text{Alk}^2 = n\text{-C}_6\text{H}_{13}$ (**1e**, **2d**); $\text{Alk}^1 = \text{CH}_3$, $\text{Alk}^2 = \text{C}_2\text{H}_5$ (**1f**, **2e**); $\text{Alk}^1 = \text{CH}_3$, $\text{Alk}^2 = n\text{-C}_3\text{H}_7$ (**1g**, **2f**); $\text{Alk}^1 = \text{C}_2\text{H}_5$, $\text{Alk}^2 = n\text{-C}_3\text{H}_7$ (**1h**, **2g**).

Хиноксалины (**2**) были получены нами также путем одnoreакторного синтеза, минуя стадию получения соединений (**1**). Данным способом нам впервые удалось осуществить одnoreакторную конденсацию алкилметилкетонов с диэтилоксалатом в присутствии метилата натрия при соотношении 2:1 с последующей нейтрализацией и действием 1,2-диаминобензола, в результате которой были выделены новые бис-(оксоилиден)хиноксалины (**2**) (метод **B**, схема 4). Преимущества метода **B** заключаются в том, что такой процесс получения хиноксалинов (**2**) является более технологичным, чем метод **A**, и протекает в одну стадию.

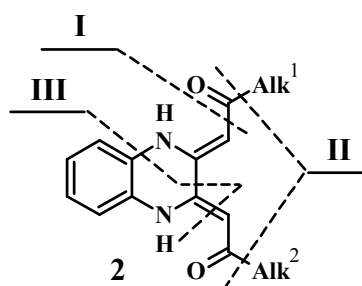
Хиноксалины (**2**) в твердом состоянии существуют в эндоциклической форме (**2A**), о чем свидетельствуют отсутствие полос поглощения NH-группы в области 3100–3400 cm^{-1} , а также высокочастотные сигналы поглощения несопряженных карбонильных групп ацильных звеньев при 1705–1737 cm^{-1} в ИК спектрах. Эти данные хорошо согласуются с литературными источниками, в которых описаны дальние сложноэфирные аналоги соединений (**2**) – хиноксалины (**3**), имеющие схожее строение [4, 37–39].

Константы и выходы 2,3-бис-(2-оксоилиден)-1,2,3,4-тетрагидрохиноксалинов (**2a-g**)

Соединение	Alk ¹	Alk ²	Температура плавления, °С	Выход, %		Брутто-формула (молекулярная масса)
				Метод А	Метод Б	
2a	C ₂ H ₅	C ₂ H ₅	122–124	61	39	C ₁₆ H ₁₈ N ₂ O ₂ (270,33)
2b	<i>n</i> -C ₃ H ₇	<i>n</i> -C ₃ H ₇	114–116	61	43	C ₁₈ H ₂₂ N ₂ O ₂ (298,38)
2c	<i>n</i> -C ₅ H ₁₁	<i>n</i> -C ₅ H ₁₁	64–66	42	31	C ₂₂ H ₃₀ N ₂ O ₂ (354,49)
2d	<i>n</i> -C ₆ H ₁₃	<i>n</i> -C ₆ H ₁₃	58–59	46	37	C ₂₄ H ₃₄ N ₂ O ₂ (382,54)
2e	CH ₃	C ₂ H ₅	138–140	34	–	C ₁₅ H ₁₆ N ₂ O ₂ (256,30)
2f	CH ₃	<i>n</i> -C ₃ H ₇	105–107	29	–	C ₁₆ H ₁₈ N ₂ O ₂ (270,33)
2g	C ₂ H ₅	<i>n</i> -C ₃ H ₇	100–102	51	27	C ₁₇ H ₂₀ N ₂ O ₂ (284,35)

В растворах соединений (**2**) преобладающей и наиболее устойчивой является форма (**2B**), стабилизированная двумя NH-хелатными циклами, наличие которой подтверждается присутствием в ЯМР ¹H спектрах сигналов двух магнитно эквивалентных N(1,4)H-протонов бис-хелатных фрагментов в области δ 13,95–14,03 м. д. Суммарное содержание всех остальных форм, согласно данным ЯМР ¹H спектров, обычно не превышает 10–15 %.

Характер масс-фрагментации хиноксалинов (**2a-e**) согласуется и полностью соответствует ранее установленным общим закономерностям распада производных хиноксалина [41, 42]. Судя по интенсивностям ионов в масс-спектрах соединений (**2**), фрагментация молекулы под действием электронного удара в газовой фазе протекает по трем основным направлениям (I–III, схема 5).

Схема 5. Масс-фрагментации соединений (**2**)

Первое направление фрагментации хиноксалинов (**2**) связано с отрывом ацильных ионов RCO⁺ и образованием интенсивных фрагментарных ионов [M – RCO] или [M – 2RCO]. Второе направление соответствует правилу выброса максимального радикала и в зависимости от его длины характеризуется

образованием из фрагментарных ионов достаточно интенсивных осколочных ионов $[M - RCO - R]$. Третье направление связано с достаточно энергоемким (в отличие от первых двух) процессом распада азинового кольца, что связано с устойчивостью ионов $C_{10}H_{10}N_2^{-+}$. Структуры такого типа, включающие в себя ароматическое хиноксалиновое ядро, являются более энергетически выгодными, поэтому в процессах масс-фрагментации сигналы ионов такого типа наиболее интенсивны.

В масс-спектрах всех хиноксалинов (2) зарегистрированы малоинтенсивные (1–10 %) сигналы осколков с массовым числом m/z 103, соответствующие ионам $PhCN^{-+}$, образование которых возможно лишь в случае глубинного распада хиноксалинового ядра, с элиминированием молекулы циановой кислоты $[C_{10}H_{10}N_2^{-+} - 2 CH_3 - HCN]$.

Следует отметить, что фрагментация тетраонов (1), молекулы которых также имеют алканоилацильные и алкильные фрагменты, протекает по схеме, схожей с первым и вторым направлениями распада хиноксалинов (2). Этот процесс простой фрагментации с участием ацильных заместителей является наиболее тривиальным для достаточно большого числа разнообразных производных поликарбонильных соединений.

Заключение

Рассмотренные нами 1,6-диалкилзамещенные 1,3,4,6-тетраоксосистемы, а также их азоаналоги являются перспективными объектами для дальнейшего изучения и могут найти применение в синтезе практически значимых соединений, обладающих потенциально полезными свойствами.

Список литературы

1. **Козьминых, В. О.** Синтез и противомикробная активность 2-замещенных 5-арил-2,3-дигидро-3-фуранонов и 1,6-диарил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов / В. О. Козьминых, Н. М. Игидов, Е. Н. Козьминых, Л. О. Коньшина, З. Н. Семенова, Н. В. Лядова, А. Н. Плаксина, Ю. С. Андрейчиков // Хим.-фарм. журнал. – 1991. – Т. 25, № 12. – С. 43–47.
2. **Kozminykh, V. O.** 1,3,4,6-Tetracarbonyl compounds. 1. The novel synthesis of 1,6-diaryl-3,4-dihydroxy-2,4-hexadiene-1,6-diones from 5-aryl-2,3-furandiones / V. O. Kozminykh, L. O. Konshina, N. M. Igidov // J. prakt. Chem. (Chem.-Ztg.). – 1993. – Vol. 335, № 8. – P. 714–716.
3. **Игидов, Н. М.** 1,3,4,6-Тетракарбонильные соединения. 3. Синтез, особенности строения и противомикробная активность 1,6-диарил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов / Н. М. Игидов, Е. Н. Козьминых, О. А. Софьина, Т. М. Широнина, В. О. Козьминых // Химия гетероцикл. соедин. – 1999. – № 11. – С. 1466–1475.
4. **Козьминых, В. О.** 1,3,4,6-Тетракарбонильные системы. Сообщение 9. Диэтилкетипинат: синтез, особенности строения и взаимодействие с 1,2-диаминобензолом / В. О. Козьминых, П. П. Муковоз, Е. А. Кириллова // Вестник Оренбургского гос. ун-та. – Оренбург, 2009. – Вып. 5. – С. 155–166.
5. **Козьминых, В. О.** 1,3,4,6-Тетракарбонильные соединения в синтезе биологически активных енаминокетонов, полуаминалей и азагетероциклических систем / В. О. Козьминых // Фармация и фармакология. – Пермь, 1993. – С. 90–91.
6. **Козьминых, В. О.** Взаимодействие 5,6-дигидрокси-2,2,9,9-тетраметилдека-4,6-диен-3,8-диона с о-аминофенолом и о-аминотиофенолом / В. О. Козьминых, Н. М. Игидов, Е. Н. Козьминых // Химия гетероцикл. соедин. – 2003. – № 4. – С. 627–629.

7. **Козьминых, В. О.** 1,3,4,6-Тетракарбонильные соединения. V*. Взаимодействие 1,6-дизамещенных 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов с 2,3-диаминопиридином / В. О. Козьминых, Н. М. Игидов, Е. Н. Козьминых // Журн. орган. химии. – 2001. – Т. 37, вып. 11. – С. 1719–1724.
8. **Козьминых, В. О.** Синтез и таутомерия 1,3,4,6-тетракетонов / В. О. Козьминых, Ю. С. Касаткина, Н. М. Игидов, Е. Н. Козьминых // Здравоохранение Башкортостана. – 2002. – № 2. – С. 115–117.
9. **Игидов, Н. М.** 1,3,4,6-Тетракарбонильные соединения. Синтез, особенности строения и противомикробная активность 1,6-диарил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов / Н. М. Игидов, Е. Н. Козьминых, О. А. Софьина, Т. М. Широина, В. О. Козьминых // Химия гетероцикл. соедин. – 1999. – № 11. – С. 1466–1475.
10. **Широина, Т. М.** 1,3,4,6-Тетракарбонильные соединения. Взаимодействие 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов с гидразином и арилгидразинами / Т. М. Широина, Н. М. Игидов, Е. Н. Козьминых, Л. О. Коньшина, Ю. С. Касаткина, В. О. Козьминых // Журн. орган. химии. – 2001. – Т. 37, № 10. – С. 1555–1563.
11. **Кириллова, Е. А.** Синтез, цепная таутомерия и кольчато-цепные интерконверсии замещенных 3,4-дигидрокси-2,4-алкадиен-1,6-дионов / Е. А. Кириллова, В. О. Козьминых // Вестник Южно-Уральского гос. ун-та. Серия «Химия». – Челябинск, 2009. – № 23 (156). – Вып. 2. – С. 9–15.
12. **Кириллова, Е. А.** Синтез, особенности строения и таутомерия 1,6-дизамещенных 3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов / Е. А. Кириллова, П. П. Муковоз, А. Н. Виноградов, В. О. Козьминых, О. Н. Дворская // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. ИГХТУ. – 2011. – Т. 54, вып. 4. – С. 18–22.
13. **Карманова, О. Г.** Синтез и структурное разнообразие 1,6-диалкил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов / О. Г. Карманова, П. П. Муковоз, Е. Н. Козьминых, В. О. Козьминых // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. ИГХТУ. – 2013. – Т. 56, вып. 1. – С. 13–16.
14. **Карманова, О. Г.** Современные достижения в области синтеза и изучения строения 1,3,4,6-тетракарбонильных систем и их ближайших аналогов / О. Г. Карманова, В. О. Козьминых, П. П. Муковоз, Е. Н. Козьминых // Башкирский химический журнал. – 2012. – Т. 19, № 3. – С. 109–114.
15. **Карманова, О. Г.** Синтез и строение 2,3-бис-(2-оксоалкилиден)-1,2,3,4-тетрагидрохиноксалинов / О. Г. Карманова, П. П. Муковоз, В. О. Козьминых, Е. Н. Козьминых // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. ИГХТУ. – 2013. – Т. 56, вып. 3. – С. 3–7.
16. **Карманова, О. Г.** Синтез и строение 2,3-замещенных 1,2,3,4-тетрагидрохиноксалинов / О. Г. Карманова, П. П. Муковоз, Е. Н. Козьминых, В. О. Козьминых // Инновационные процессы в области химико-педагогического и естественнонаучного образования : материалы Второй Всерос. науч.-практ. конф. – Оренбург : ОГПУ, 2012. – С. 115–119.
17. **Карманова, О. Г.** Новый модифицированный метод получения 1,6-диалкилзамещенных 3,4-дигидрокси-1,6-гексадиен-1,6-дионов / О. Г. Карманова, С. С. Зыкова, П. П. Муковоз, В. О. Козьминых // Современные фундаментальные и прикладные исследования. Международное научное издание. – Кисловодск, 2011. – № 3. – С. 106–109.
18. **Карманова, О. Г.** От оксоформ 1,2,4-трикарбонильных и 1,3,4,6-тетракарбонильных систем через оксоенолы и оксодиены к ацетальям и оксофуранам: длинный путь к истине / О. Г. Карманова, П. П. Муковоз, В. О. Козьминых // Успехи синтеза и комплексообразования. Вторая Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 95-летию со дня рождения проф. Н. С. Простакова. – М., 2012. – С. 226.
19. **Карманова, О. Г.** Синтез и структурное разнообразие 1,6-диалкилзамещенных 1,3,4,6-тетракарбонильных соединений / О. Г. Карманова, П. П. Муковоз,

- В. О. Козьминых // Проблемы теоретической и экспериментальной химии : материалы XXII Российской молодежной науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения А. А. Тагер. – Екатеринбург, 2012. – С. 334–335.
20. **Schmitt, J.** Oxalester-Kondensationen: Die fortgesetzte Kondensation des Oxalesters mit Aceton. Die fortgesetzte, gemischte Kondensation des Oxalesters mit zwei verschiedenen Ketonen / J. Schmitt // Liebigs Ann. Chem. – 1950. – Bd 569. – S. 17–28.
21. **Козьминых, В. О.** Конденсация эфиров метиленактивных карбоновых кислот с диалкилоксалатами: обзор / В. О. Козьминых, В. И. Гончаров, Е. Н. Козьминых, П. П. Муковоз // Вестник Оренбургского гос. ун-та. – 2007. – Вып. 3. – С. 134–149.
22. **Franzen, H.** Die Bildung der Citronensäure aus Ketipinsäure / H. Franzen, F. Schmitt // Berichte. – 1925. – Bd 58. – S. 222–226.
23. **Fittig, R.** Ueber die Diacetyldicarbonsäure (Ketipinsäure) und das Diacetyl / R. Fittig, C. Daimler, H. Keller // Liebigs Annalen der Chemie. – 1888. – Bd 249. – S. 182–214.
24. **Stachel, H.-D.** Synthese einiger Derivate der 3,4-Diketo-adipinsäure 7. Mitt. über Ketten-Derivate / H.-D. Stachel // Archiv der Pharmazie. – 1962. – Bd 295. – № 10. – S. 735–744.
25. **Козьминых, В. О.** Конденсация Клайзена метилкетонов с диалкилоксалатами в синтезе биологически активных карбонильных соединений: обзор : Ч. 1 / В. О. Козьминых, В. И. Гончаров, Е. Н. Козьминых, И. Н. Ноздрин // Вестник Оренбургского гос. ун-та. – 2007. – Вып. 1. – С. 124–133.
26. **Козьминых, В. О.** Конденсация Клайзена метилкетонов с диалкилоксалатами в синтезе биологически активных карбонильных соединений: обзор : Ч. 2 / В. О. Козьминых, В. И. Гончаров, Е. Н. Козьминых // Вестник Оренбургского гос. ун-та. – 2007. – Вып. 4. – С. 121–129.
27. **Козьминых, В. О.** Конденсация Клайзена метилкетонов с диалкилоксалатами в синтезе биологически активных карбонильных соединений: обзор : Ч. 3 / В. О. Козьминых, В. И. Гончаров, Е. Н. Козьминых // Вестник Оренбургского гос. ун-та. – 2007. – Вып. 5. – С. 138–148.
28. **Козьминых, В. О.** Конденсация эфиров метиленактивных карбоновых кислот с диалкилоксалатами: обзор / В. О. Козьминых, В. И. Гончаров, Е. Н. Козьминых, П. П. Муковоз // Вестник Оренбургского гос. ун-та. – 2007. – Вып. 9. – С. 134–149.
29. **Шуров, С. Н.** Пятичленные 2,3-диоксогетероциклы XXXV. Взаимодействие 5-арил-2,3-дигидро-2,3-фурандионов с ацеталями кетена. Синтез, строение и реакции гетероциклизации алкилорэфиров 5-арил-2-гидрокси-3-оксо-2,3-дигидрофуран-2-илуксусных кислот / С. Н. Шуров, Л. И. Ливанцева, Е. Ю. Павлова, Г. С. Зайцева, Ю. С. Андрейчиков // Журн. орган. химии. – 1993. – Т. 29, вып. 11. – С. 2275–2289.
30. **Козьминых, В. О.** Синтез и биологическая активность 2-замещенных 5-арил-2,3-дигидро-3-фуранонов / В. О. Козьминых, Н. М. Игидов, Е. Н. Козьминых, В. Э. Колла, Л. П. Дровосекова, З. Н. Семенова, Г. Н. Новоселова, Ю. С. Андрейчиков // Хим.-фарм. журнал. – 1992. – Т. 26, № 2. – С. 35–38.
31. **Роје, М.** 3(2*H*)-Furanone derivatives. Ring-chain tautomerism in the 1,3,4,6-tetra-ketone series / M. Poje, K. Balenović // J. Heterocycl. Chem. – 1979. – Vol. 16, № 3. – P. 417–420.
32. **Беллами, Л.** Инфракрасные спектры сложных молекул / Л. Беллами. – М. : Мир, 1963. – 590 с.
33. **Сильверстейн, Р.** Спектрометрическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Ф. Вебестер, Д. М. Кимпл. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 385 с.
34. **Вульфсон, Н. С.** Масс-спектрометрия органических соединений / Н. С. Вульфсон, В. К. Заикин, А. И. Микая. – М. : Химия, 1986. – 312 с.
35. **Лебедев, А. Т.** Масс-спектрометрия в органической химии / А. Т. Лебедев. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 493 с.

36. Карманова, О. Г. Синтез и хромато-масс-спектрометрия 1,6-диалкил-3,4-дигидрокси-2,4-гексадиен-1,6-дионов / О. Г. Карманова, П. П. Муковоз, В. О. Козьминых // *Материалы Междунар. заоч. науч.-практ. конф.: вопросы естественных наук: биология, химия, физика. г. Новосибирск. – 2012. – С. 95–101.*
37. Муковоз, П. П. Простой одnoreакторный синтез 2,2'-хиноксалин-2,3-диилдиациетатов / П. П. Муковоз, О. Г. Карманова, Е. Н. Козьминых, В. О. Козьминых // *Башкирский химический журнал. – 2012. – № 2. – С. 12–15.*
38. Муковоз, П. П. Химия азиновых наноструктур на основе эфиров 3,4-диоксо-1,6-гександиовой кислоты / П. П. Муковоз, В. О. Козьминых // *Полифункциональные наноматериалы и нанотехнологии : материалы Всерос. с междунар. участием конф., посвящ. 130-летию Томск. гос. ун-та (Томск, 19–22 сентября 2008 г.). – Томск : Изд-во Томского гос. ун-та, 2008. – Т. 2. – С. 55–57.*
39. Муковоз, П. П. Трех- и тетракомпонентные оксалильные конденсации в синтезе кислород- и азотсодержащих гетероциклов / П. П. Муковоз // *Новые направления в химии гетероциклических соединений : материалы Междунар. конф. (Кисловодск, 3–8 мая 2009 г.). – Кисловодск, 2009. – С. 124–126.*
40. Козьминых, В. О. Синтез и биологическая активность 3-(5-арил-3-оксо-2,3-дигидро-2-фурил)-1,2,3,4-тетрагидро-2-хиноксалонов и 2-ароилметиленихиноксалинов / В. О. Козьминых, Н. М. Игидов, Ю. С. Андрейчиков, З. Н. Семенова // *Хим.-фарм. журн. – 1992. – Т. 26, № 9–10. – С. 59–63.*
41. Janev, J. Infrared spectra of 1,6-diphenyl-1,3,4,6-hexanetetraene and its partly deuterated analog / J. Janev, B. Soptrajanov, L. Jovevska, J. Janculev // *Glas. Hem. Techol. Makedonija. – 1976. – Vol. 3, № 1–4. – P. 25–31.*
42. Inagaki, Takeshi. Mass spectra of 3-alkoxycarbonylmethylene-2(1H)-quinoxalinones and -2H-1,4-benzoxazin-2-ones / Takeshi Inagaki, Yasuo Iwanami // *Mass Spectroscopy. – 1978. – Vol. 26, № 4. – P. 353–358.*

References

1. Koz'minykh V. O., Igidov N. M., Koz'minykh E. N., Kon'shina L. O., Semenova Z. N., Lyadova N. V., Plaksina A. N., Andreychikov Yu. S. *Khim.-farm. zhurnal* [Chemical-pharmaceutical journal]. 1991, vol. 25, no. 12, pp. 43–47.
2. Koz'minykh V. O., Konshina L. O., Igidov N. M. *J. prakt. Chem. (Chem.-Ztg.)*. 1993, vol. 335, no. 8, pp. 714–716.
3. Igidov N. M., Koz'minykh E. N., Sof'ina O. A., Shironina T. M., Koz'minykh V. O. *Khimiya geterotsikl. soedin.* [Chemistry of heterocyclic compounds]. 1999, no. 11, pp. 1466–1475.
4. Koz'minykh V. O., Mukovoz P. P., Kirillova E. A. *Vestnik Orenburgskogo gos. un-ta* [Bulletin of Orenburg State University]. Orenburg, 2009, iss. 5, pp. 155–166.
5. Koz'minykh V. O. *Farmatsiya i farmakologiya* [Pharmacy and pharmacology]. Perm, 1993, pp. 90–91.
6. Koz'minykh V. O., Igidov N. M., Koz'minykh E. N. *Khimiya geterotsikl. soedin.* [Chemistry of heterocyclic compounds]. 2003, no. 4, pp. 627–629.
7. Koz'minykh V. O., Igidov N. M., Koz'minykh E. N. *Zhurn. organ. khimii* [Journal of organic chemistry]. 2001, vol. 37, no. 11, pp. 1719–1724.
8. Koz'minykh V. O., Kasatkina Yu. S., Igidov N. M., Koz'minykh E. N. *Zdravookhranenie Bashkortostana* [Health care of Bashkortostan]. 2002, no. 2, pp. 115–117.
9. Igidov N. M., Koz'minykh E. N., Sof'ina O. A., Shironina T. M., Koz'minykh V. O. *Khimiya geterotsikl. soedin.* [Chemistry of heterocyclic compounds]. 1999, no. 11, pp. 1466–1475.
10. Shironina T. M., Igidov N. M., Koz'minykh E. N., Kon'shina L. O., Kasatkina Yu. S., Koz'minykh V. O. *Zhurn. organ. khimii* [Journal of organic chemistry]. 2001, vol. 37, no. 10, pp. 1555–1563.
11. Kirillova E. A., Koz'minykh V. O. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gos. un-ta. Seriya «Khimiya»* [Bulletin of South-Ural State University. Series: "Chemistry"]. Chelyabinsk, 2009, no. 23 (156), iss. 2, pp. 9–15.

12. Kirillova E. A., Mukovoz P. P., Vinogradov A. N., Koz'minykh V. O., Dvorskaya O. N. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [University proceedings. Chemistry and chemical technology]. IGKhTU, 2011, vol. 54, no. 4, pp. 18–22.
13. Karmanova O. G., Mukovoz P. P., Koz'minykh E. N., Koz'minykh V. O. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [University proceedings. Chemistry and chemical technology]. IGKhTU, 2013, vol. 56, no. 1, pp. 13–16.
14. Karmanova O. G., Koz'minykh V. O., Mukovoz P. P., Koz'minykh E. N. *Bashkirskiy khimicheskii zhurnal* [Bashkiriya chemical journal]. 2012, vol. 19, no. 3, pp. 109–114.
15. Karmanova O. G., Mukovoz P. P., Koz'minykh V. O., Koz'minykh E. N. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [University proceedings. Chemistry and chemical technology]. IGKhTU, 2013, vol. 56, no. 3, pp. 3–7.
16. Karmanova O. G., Mukovoz P. P., Koz'minykh E. N., Koz'minykh V. O. *Innovatsionnye protsessy v oblasti khimiko-pedagogicheskogo i estestvennonauchnogo obrazovaniya: materialy Vtoroy Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Innovative processes in the field of chemical-pedagogical and natural scientific education: proceedings of II All-Russian scientific and practical conference]. Orenburg: OGPU, 2012, pp. 115–119.
17. Karmanova O. G., Zykova S. S., Mukovoz P. P., Koz'minykh V. O. *Sovremennyye fundamental'nye i prikladnye issledovaniya. Mezhdunarodnoe nauchnoe izdanie* [Modern fundamental and applied research. International scientific publication]. Kislovodsk, 2011, no. 3, pp. 106–109.
18. Karmanova O. G., Mukovoz P. P., Koz'minykh V. O. *Uspekhi sinteza i kompleksoobrazovaniya. Vtoraya Vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyashch. 95-letiyu so dnya rozhdeniya prof. N. S. Prostakova* [Progress of synthesis and complex formation. II All-Russian scientific conference with international participation commemorating 95th jubilee of professor N.S.Prostakov]. Moscow, 2012, p. 226.
19. Karmanova O. G., Mukovoz P. P., Koz'minykh V. O. *Problemy teoreticheskoy i eksperimental'noy khimii: materialy XXII Rossiyskoy molodezhnoy nauch. konf., posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhdeniya A. A. Tager* [Problems of theoretical and experimental chemistry: proceedings of XXII Russian youth scientific conference commemorating 100th jubilee of A.A. Tager]. Ekaterinburg, 2012, pp. 334–335.
20. Schmitt J. *Liebigs Ann. Chem.* [Liebig's Annals of Chemistry]. 1950, vol. 569, pp. 17–28.
21. Koz'minykh V. O., Goncharov V. I., Koz'minykh E. N., Mukovoz P. P. *Vestnik Orenburgskogo gos. un-ta* [Bulletin of Orenburg State University]. 2007, iss. 3, pp. 134–149.
22. Franzen H., Schmitt F. *Berichte* [Reports]. 1925, vol. 58, pp. 222–226.
23. Fittig R., Daimler C., Keller H. *Liebigs Annalen der Chemie* [Liebig's Annals of Chemistry]. 1888, vol. 249, pp. 182–214.
24. Stachel H.-D. *Archiv der Pharmazie* [Archives of pharmacy]. 1962, vol. 295, no. 10, pp. 735–744.
25. Koz'minykh V. O., Goncharov V. I., Koz'minykh E. N., Nozdrin I. N. *Vestnik Orenburgskogo gos. un-ta* [Bulletin of Orenburg State University]. 2007, iss. 1, pp. 124–133.
26. Koz'minykh V. O., Goncharov V. I., Koz'minykh E. N. *Vestnik Orenburgskogo gos. un-ta* [Bulletin of Orenburg State University]. 2007, iss. 4, pp. 121–129.
27. Koz'minykh V. O., Goncharov V. I., Koz'minykh E. N. *Vestnik Orenburgskogo gos. un-ta* [Bulletin of Orenburg State University]. 2007, iss. 5, pp. 138–148.
28. Koz'minykh V. O., Goncharov V. I., Koz'minykh E. N., Mukovoz P. P. *Vestnik Orenburgskogo gos. un-ta* [Bulletin of Orenburg State University]. 2007, iss. 9, pp. 134–149.
29. Shurov S. N., Livantseva L. I., Pavlova E. Yu., Zaytseva G. S., Andreychikov Yu. S. *Zhurn. organ. khimii* [Journal of organic chemistry]. 1993, vol. 29, no. 11, pp. 2275–2289.
30. Koz'minykh V. O., Igidov N. M., Koz'minykh E. N., Kolla V. E., Drovosekova L. P., Semenova Z. N., Novoselova G. N., Andreychikov Yu. S. *Khim.-farm. zhurnal* [Chemical and pharmaceutical journal]. 1992, vol. 26, no. 2, pp. 35–38.
31. Poje M., Balenović K. *J. Heterocycl. Chem.* [Heterocyclic chemistry]. 1979, vol. 16, no. 3, pp. 417–420.

32. Bellami L. *Infrakrasnye spektry slozhnykh molekul* [Infrared spectra of complex molecules]. Moscow: Mir, 1963, 590 p.
33. Sil'versteyn R., Vebester F., Kimpl D. M. *Spektrometricheskaya identifikatsiya organicheskikh soedineniy* [Spectrometric identification of organic compounds]. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2012, 385 p.
34. Vul'fson N. S., Zaikin V. K., Mikaya A. I. *Mass-spektrometriya organicheskikh soedineniy* [Mass-spectrometry of organic compounds]. Moscow: Khimiya, 1986, 312 p.
35. Lebedev A. T. *Mass-spektrometriya v organicheskoy khimii* [Mass-spectrometry in organic chemistry]. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2003. – 493 s.
36. Karmanova O. G., Mukovoz P. P., Koz'minykh V. O. *Materialy Mezhdunar. zaoch. nauch.-prakt. konf.: voprosy estestvennykh nauk: biologiya, khimiya, fizika. g. Novosibirsk.* [Proceedings of the International distant scientific and practical conference: problems of natural sciences: biology, chemistry, physics. Novosibirsk]. – 2012. – S. 95–101.
37. Mukovoz P. P., Karmanova O. G., Koz'minykh E. N., Koz'minykh V. O. *Bashkirskiy khimicheskiy zhurnal* [Bashkiriya chemical journal]. 2012, no. 2, pp. 12–15.
38. Mukovoz P. P., Koz'minykh V. O. *Polifunktional'nye nanomaterialy i nanotekhnologii: materialy Vseros. s mezhdunar. uchastiem konf., posvyashch. 130-letiyu Tomsk. gos. un-ta (Tomsk, 19–22 sentyabrya 2008 g.)* [Polyfunctional nanomaterials and nanotechnologies: proceedings of the All-Russian conference with international participation commemorating 130th anniversary of Tomsk State University (Tomsk, 19–22 September 2008)]. Tomsk: Izd-vo Tomskogo gos. un-ta, 2008, vol. 2, pp. 55–57.
39. Mukovoz P. P. *Novye napravleniya v khimii geterotsiklicheskiykh soedineniy: materialy Mezhdunar. konf. (Kislovodsk, 3–8 maya 2009 g.)* [New trends in chemistry of heterocyclic compounds: proceedings of the International conference (Kislovodsk, 3–8 May 2009)]. Kislovodsk, 2009, pp. 124–126.
40. Koz'minykh V. O., Igidov N. M., Andreychikov Yu. S., Semenova Z. N. *Khim.-farm. zhurn.* [Chemical and pharmaceutical journal]. 1992, vol. 26, no. 9–10, pp. 59–63.
41. Janev J., Soptrajanov B., Jovevska L., Janculev J. *Glas. Hem. Techol. Makedonija*. 1976, vol. 3, no. 1–4, pp. 25–31.
42. Inagaki Takeshi., Yasuo Iwanami *Mass Spectroscopy*. 1978, vol. 26, no. 4, pp. 353–358.

Муквоз Петр Петрович

кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза Уральского отделения Российской академии наук (Россия, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11)

E-mail: mpp27@mail.ru

Mukovoz Petr Petrovich

Candidate of chemical sciences, leading researcher, Institute of cell and intracellular symbiosis, Ural branch of the Russian Academy of Sciences (11 Pionerskaya street, Orenburg, Russia)

Тарасова Виктория Алексеевна

специалист-эксперт отдела управления фармацевтической деятельности, Министерство здравоохранения Оренбургской области (Россия, г. Оренбург, ул. Терешковой, 33); аспирант, Оренбургский государственный университет (Россия, г. Оренбург, пр. Победы, 13)

E-mail: rianna@bk.ru

Tarasova Viktoriya Alekseevna

Expert, department of pharmaceutical activity administration, Ministry of Health, Orenburg region (33 Tereshkovoy street, Orenburg, Russia); postgraduate student, Orenburg State University (13 Pobedy avenue, Orenburg, Russia)

Карманова Ольга Геннадьевна

аспирант, Пермский государственный педагогический университет
(Россия, г. Пермь, ул. Сибирская, 24)

E-mail: o_karmanova@mail.ru

Karmanova Ol'ga Gennad'evna

Postgraduate student, Perm State Pedagogical University
(24 Sibirskaya street, Perm, Russia)

Козьминых Владислав Олегович

доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии, Пермский государственный педагогический университет
(Россия, г. Пермь, ул. Сибирская, 24)

E-mail: kvoncstu@yahoo.com

Koz'minykh Vladislav Olegovich

Doctor of chemical sciences, professor, head of sub-department of chemistry, Perm State Pedagogical University
(24 Sibirskaya street, Perm, Russia)

УДК 547.341+547.725

Муковоз, П. П.

Строение и таутомерия 1,6-диалкилзамещенных 1,3,4,6-тетраоксо-систем и их ближайших азоаналогов (обзор) / П. П. Муковоз, В. А. Тарасова, О. Г. Карманова, В. О. Козьминых // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 4 (4). – С. 91–107.

ОСОБЕННОСТИ МАСС-ФРАГМЕНТАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ АЛКИЛБЕНЗЕН-1,3-ДИОЛОВ

Аннотация. *Актуальность и цели.* Алкилбензен-1,3-диолы, выделяемые из растений или экзометаболитов некоторых микроорганизмов, обладают различными видами биологической активности, в том числе являются аутоиндукторами анабиоза бактерий. Присутствие алкилбензен-1,3-диолов в составе экзометаболитов нормофлоры человека до наших исследований не было установлено. Целью работы было разработать методику, позволяющую надежно идентифицировать алкилбензен-1,3-диолы в супернатантах бактерий и установить особенности масс-фрагментации, характерные для данной группы соединений. *Материалы и методы.* Материалом исследования послужили клинические штаммы *Bifidobacterium bifidum* из коллекции ИКВС УрО РАН. Для выделения и идентификации алкилбензен-1,3-диолов из экзометаболитов бактерий была разработана методика, включающая лиофилизацию супернатантов, экстракцию и хроматографирование с последующей масс-детекцией на хромато-масс-спектрометре. *Результаты.* Разработана методика, позволяющая надежно устанавливать присутствие алкилбензен-1,3-диолов в супернатантах бактерий и идентифицировать химическую структуру данных соединений. Установлено, что в экзометаболитах бактерий *Bifidobacterium bifidum* содержатся алкилбензен-1,3-диолы различного строения, и подтверждена их структура. *Выводы.* Показано, что бактерии *Bifidobacterium bifidum* продуцируют 5-алкилзамещенные бензен-1,3-диолы с неразветвленными алкильными звеньями, насыщенными или имеющими кратные связи.

Ключевые слова: алкилбензен-1,3-диолы, экзометаболиты, супернатанты, масс-фрагментация, хромато-масс-спектрометрия.

P. P. Mukovoz, V. I. Batalov, A. V. Savasteeva,
O. S. Zhurlov

FEATURES OF MASS-FRAGMENTATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE ALKYL BENZENE-1,3-DIOLS

Abstract. *Background.* Alkylbenzene-1,3-diols, extracted from plants or exometabolites of some microorganisms, have various types of biological activity including the feature of being autoinductors of bacteria anabiosis. Presence of alkylbenzene-1,3-diols in the structure of exometabolites of human normal flora has never been established before the present research. The study aims at the development of methods enabling reliable identification of alkylbenzene-1,3-diols in bacteria supernatants and establishment of mass-fragmentation features typical for the present compound group. *Materials and methods.* Materials of investigation were the clinical strains *Bifidobacterium bifidum* from the collection of the Institute of cell and intercellular symbiosis of Ural branch of the Russian Academy of Sciences. To isolate and identify alkylbenzene-1,3-diols from bacteria exometabolites the researchers developed a method including lyophilization of supernatants, extraction and chromatography with subsequent mass-detection via chromatography-mass-spectrometer. *Results.* The authors developed a method enabling reliable detection of alkylbenzene-1,3-diols presence in bacteria supernatants and identification of the chemical

structure of the present compounds. It is ascertained that in exometabolites of bacteria *Bifidobacterium bifidum* there are alkylbenzene-1,3-diols of various formation, and the structure thereof is confirmed. *Conclusions.* The article shows that the bacteria *Bifidobacterium bifidum* produce 5-alkylsubstituted benzene-1,3-diols with non-ramified alkyl links that are replete and feature multiple bonds.

Key words: alkylbenzene-1,3-diols, exometabolites, supernatants, mass-fragmentation, chromatography-mass spectrometry.

Введение

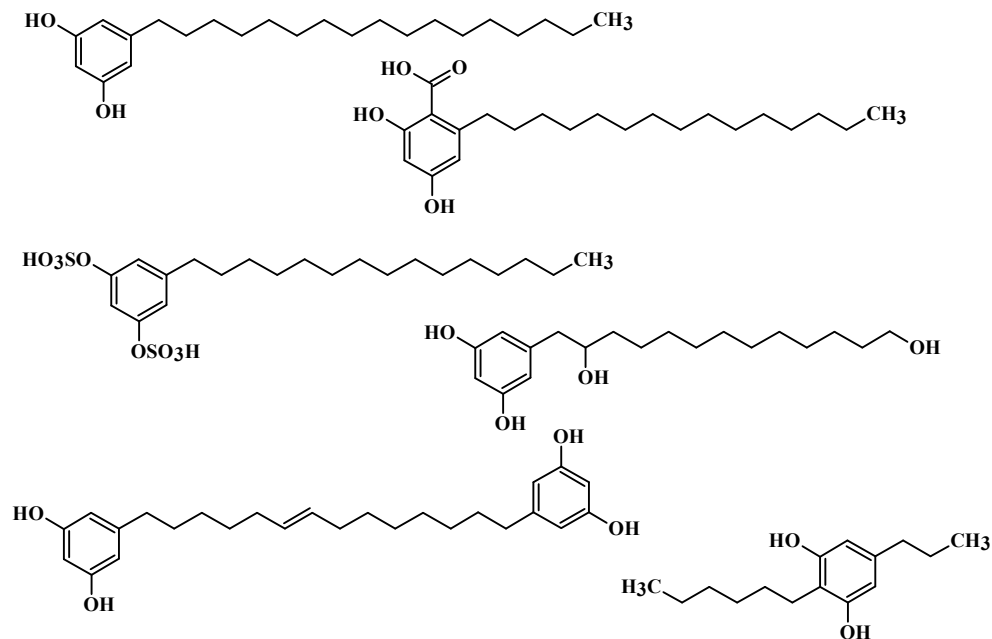
Известно, что алкилбензен-1,3-диолы (алкилрезорцины), продуцируемые многими растениями, обладают различными видами биологической активности (антибактериальной, антигрибковой и др.), являются ингибиторами различных ферментов (синтеаз, дегидрогеназ, ацетилхолинэстераз и др.), а также оказывают протекторное действие на ДНК, снижая количество мутаций в присутствии мутагенов [1–11]. Установлено, что некоторые алкилбензен-1,3-диолы являются аутоиндукторами анабиоза отдельных микроорганизмов, однако механизм такого действия изучен недостаточно, а структура сигнальных молекул часто остается спорной [12, 13]. Кроме того, идентификация подобных соединений в экзометаболитах затруднена их низкой концентрацией, присутствием других биогенных веществ или особенностями биотопа микроорганизмов. Так, до наших исследований оставалось неизвестным, синтезируют ли аутоиндукторы фенольной природы представители нормофлоры человека, в частности бифидумбактерии, являющиеся доминантными облигатными анаэробами.

Цель нашей работы – разработать методику, позволяющую надежно идентифицировать алкилбензен-1,3-диолы в супернатантах бактерий и установить особенности масс-фрагментации, характерные для данной группы соединений.

1. Выделение алкилбензен-1,3-диолов из супернатантов бактерий *B. bifidum*

Алкилбензен-1,3-диолы (**1**, схема 1) по химической природе являются алкилзамещенными двухатомными фенолами и могут быть получены экстракцией семян некоторых растений (злаки) вместе с фракцией нейтральных липидов [14, 15]. В работах [12, 13] описаны аутоиндукторы микроорганизмов, являющиеся производными алкилбензен-1,3-диолов, которые выделяли по аналогичной методике и идентифицировали фотометрическим способом по поглощению продуктов взаимодействия соединений (**1**) с диазореагентами или по флуоресценции [1, 13]. Подобная идентификация по существу не может считаться достоверной, поскольку не содержит подробных сведений о структуре исследуемых соединений. Кроме того, концентрация аутоиндукторов в метаболитах бактерий всегда является незначительной и для их обнаружения порог чувствительности данного метода может оказаться недостаточным. Другим важным недостатком метода являются значительные количества супернатанта, необходимые для извлечения алкилбензен-1,3-диолов (до нескольких литров), что может быть неприемлемо при культивировании многих микроорганизмов [12, 13].

Схема 1. Структурное разнообразие алкилбензен-1,3-диолов (1)



Нами разработана простая и удобная методика выделения алкилбензен-1,3-диолов (1) из экзометаболитов бактерий путем лиофилизации небольших количеств (5–10 мл) супернатантов с последующей экстракцией хлороформ-метанольной смесью и дальнейшим разделением экстракта на колонке хромато-масс-спектрометра, позволяющая надежно устанавливать структуру соединений (1). Данная методика позволяет сократить количество стадий процесса (экстракция бутанолом, его последующая отгонка на роторном испарителе, перерастворение в этаноле сухого остатка, хроматография на препаративной колонке и др.) [12, 13], отказаться от применения трудоемких и дорогостоящих приемов очистки соединений (1) (колоночная хроматография), а также использовать незначительные количества супернатантов микроорганизмов. Кроме того, чувствительность хромато-масс-спектрометрии превосходит фотометрические методы на 2–3 порядка, позволяя регистрировать даже следовые количества соединений (1), а их масс-спектры – непосредственно устанавливать химическую структуру.

С помощью разработанной нами методики в экзометаболитах бифидумбактерий обнаружены производные алкилбензен-1,3-диолов (2–8) различного строения, с насыщенными и ненасыщенными алк(ен)ильными заместителями. Структура соединений (2–4, схема 2) с насыщенными алкильными заместителями установлена полностью на основании закономерностей масс-фрагментации данных соединений под действием электронного удара: 5-*n*-гептадецилбензен-1,3-диол (2), 5-*n*-нонадецилбензен-1,3-диол (3) и 5-*n*-генэйкозилбензен-1,3-диол (4).

Соединения (2–4) обнаружены в образцах супернатантов бифидумбактерий Bb 87 и Bb 52 Ic M. В образцах супернатантов бифидумбактерий Bb 68 обнаружены только соединения (2, 3).

Для соединений (2, 3) структура подтверждена данными фрагментации их метиловых эфиров (5, 6), полученных в условиях кислотного метилирования (схема 3).

Схема 2. Структура соединений (2-4)

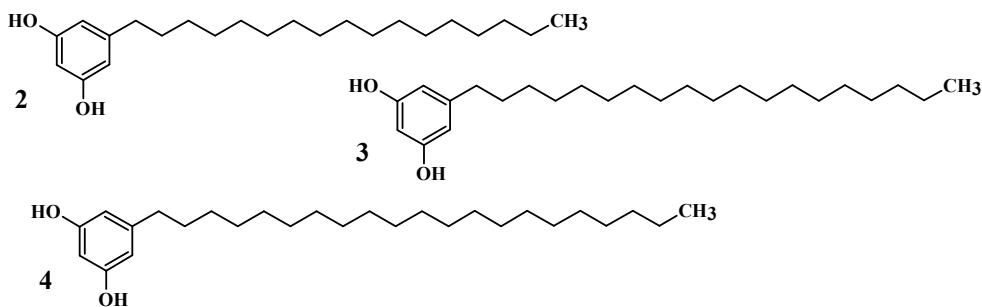
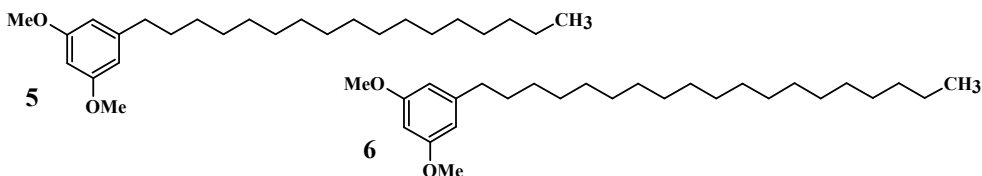
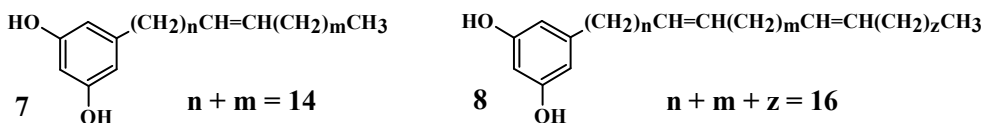


Схема 3. Структура метиловых эфиров алкилбензен-1,3-диолов (5, 6)



Для соединений (7, 8) с алкенильными заместителями, имеющими кратные связи в боковой цепи, установлены молярные массы, степень неопределенности и положение заместителей при ароматическом ядре (схема 4). По предварительным данным соединения (7, 8) представляют собой 5-*n*-гептадец(ен)илбензен-1,3-диол (7) и 5-*n*-генэйкоз(диен)илбензен-1,3-диол (8).

Схема 4. Структура алк(ен)илбензен-1,3-диолов (7, 8)



Данные соединения обнаружены в супернатантах бактерий Bb 87 и Bb 52 Ic M. В образцах супернатантов бифидумбактерий Bb 68 обнаружено только соединение (7).

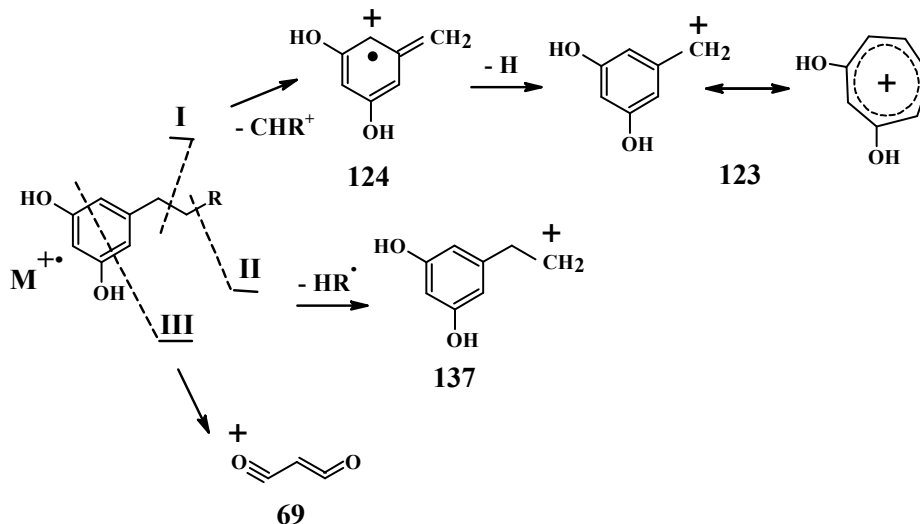
2. Масс-фрагментация алкилбензен-1,3-диолов

Для фрагментации известных алкилбензен-1,3-диолов (1) под действием электронного удара характерны несколько направлений фрагментации, среди которых преобладающим является разрыв алкильной цепи по β -связи к ароматическому фрагменту, сопровождающийся миграцией атомов водорода к зараженному ядру и образованием ионов бензильного типа, дающих интенсивные сигналы m/z 124 в масс-спектрах соединений (схема 5) [12, 15–18].

Дальнейшая потеря водородного атома приводит к образованию иона тропилиевого типа, дающего в масс-спектрах сигналы m/z 123. Такой тип фрагментации является типичным для алкилзамещенных ароматических структур, и в большинстве случаев более устойчивыми являются тропилиевые структуры [19, 20]. Однако положение заместителей при ароматическом фрагменте в алкилбензен-1,3-диолах (1) влияет на устойчивость фрагментарных ионов и соответственно интенсивность сигналов в масс-спектрах. Так, в спектрах 4-алкилзамещенных бензен-1,3-диолов наиболее интенсивным яв-

ляется сигнал тропилиевого иона с m/z 123, в то время как спектры 5-алкилзамещенных бензен-1,3-диолов характеризуются сигналами максимальной интенсивности с m/z 124, соответствующими структуре бензильного типа [12, 15–18]. Интенсивность сигналов ионов с m/z 123 или 124 в масс-спектрах соединений (1) позволяет сделать выбор в пользу того или иного типа замещения в ароматическом кольце. Для соединений (2-4) сигналом максимальной интенсивности в масс-спектрах является m/z 124, соответствующий 5-алкильному замещению, что подтверждается спектром синтетического аналога соединений (2-4) – 4-гексилбензен-1,3-диола, в спектре которого максимальную интенсивность имеет сигнал иона m/z 123.

Схема 5. Фрагментация алкилбензен-1,3-диолов (1)



Вторым значимым направлением фрагментации алкилбензен-1,3-диолов (1) является разрыв алкильной цепи по γ -связи, сопровождающийся образованием ионов с m/z 137, дающих достаточно интенсивные (5–20 %) сигналы в масс-спектрах [12]. Во всех спектрах соединений (2-4) присутствует сигнал с m/z 137 (8 %), что подтверждает наличие алкилбензен-1,3-диольных структур.

Третьим, важным для идентификации алкилбензен-1,3-диолов (1) направлением фрагментации является глубинный разрыв ароматического кольца, сопровождающийся образованием ацикетеновых ионов с m/z 69 [19, 20]. Данное направление характерно для распада 1,3-дигидроксобензолов. Во всех масс-спектрах соединений (2-4) нами зарегистрированы сигналы с массовыми числами m/z 69 либо сигналы фрагментарных ионов, имеющих массу $[\Phi - \text{O} \equiv \text{CCH} = \text{C} = \text{O}]^+$, что подтверждает наличие 1,3-дигидроксобензольных фрагментов.

Установленные закономерности были подтверждены дериватизацией исследуемых образцов в условиях кислотного метилирования, после которого в хроматограммах были обнаружены метиловые эфиры (5, 6), соответствующие соединениям (2, 3). В масс-спектрах соединений (5, 6) присутствуют характерные сигналы с m/z 151 (20–32 %), 152 (100 %) и 165 (0,3–6 %), отличающиеся от исходных соединений на 28 единиц. Данные сигналы под-

тверждают наличие соединений (2, 3) в исходных образцах, а также присутствие в соединениях (2, 3) двух гидроксильных групп [12].

Фрагментация соединений (7, 8), имеющих кратные связи в боковой цепи, характеризуется схожими закономерностями распада в условиях электронного удара, установленными для соединений (2, 3). В масс-спектрах соединений (7, 8) присутствуют сигналы с m/z 123 (14–33 %), 124 (100 %), 137 (10–18 %), подтверждающие их структуру.

Кроме отмеченных сигналов, в масс-спектрах соединений (7, 8) присутствуют сигналы значительной интенсивности (5,8–37,8 %), соответствующие фрагментарным ионам, образующимся с отщеплением молекулы воды $[\text{Ф} - \text{H}_2\text{O}]^+$, что может в дальнейшем стать характеристическим признаком для непредельных алк(ен)илбензен-1,3-диолов [19, 20].

Рассчитанная формальная ненасыщенность (ФН) соединений (7, 8) на основании массы молекулярного иона соответствует предполагаемым структурам (ФН = 5 для соединения 7; ФН = 6 для соединения 8), однако определить локализацию кратных связей в алкенильном звене алк(ен)илбензен-1,3-диолов методами масс-спектрометрии не представляется возможным по причине большой склонности двойных связей к миграции в процессе перегруппировок [19, 20].

Молекулярный ион присутствует во всех масс-спектрах соединений (2-8) и характеризуется значениями интенсивностей в интервале от 3,2 до 67 %.

Заключение

Разработанная нами методика позволяет надежно устанавливать присутствие алкилбензен-1,3-диолов в супернатантах бактерий и идентифицировать химическую структуру данных соединений.

Показано, что бактерии *Bifidobacterium bifidum* продуцируют 5-алкилзамещенные бензен-1,3-диолы различного строения.

Установлены особенности масс-фрагментации 5-алкилзамещенные бензен-1,3-диолов, характерные для данной группы соединений.

Экспериментальная часть

Материалом исследования послужили три клинических штамма *Bifidobacterium bifidum* (Bb 87, Bb 68, Bb 52 Ic M) из коллекции ИКВС УрО РАН, изолированные от пациентов при обследовании на дисбиоз кишечника, выделение и идентификацию которых осуществляли общепринятыми методами [21, 22].

Супернатанты микроорганизмов в количестве 5 мл лиофилизировали, сухой остаток трижды экстрагировали смесью хлороформ – метанол – вода (1:2:0,8) по 2 мл, к объединенным экстрактам прибавляли по 2 мл хлороформа и воды, хлороформенный слой отделяли, экстракт вводили в инжектор хромато-масс-спектрометра.

Лиофилизацию супернатантов микроорганизмов проводили на установке для лиофильной сушки Powerdry LL1500 System (Thermo Fisher Scientific, Чехия).

Метилирование алкилбензен-1,3-диолов проводили добавлением к образцам экстрактов по 1 мл метанола, 0,3 мл HCl (35 %) с дальнейшим нагреванием смеси в герметично закрытой вials при температуре 80 °C в течение 1 ч.

Масс-спектры электронного удара снимали на хромато-масс-спектрометре GCMS-QP 2010 Ultra фирмы Shimadzu с масс-селективным детектором при энергии ионизации 70 эВ.

5-н-Гептадецилбензен-1,3-диол (2). Масс-спектр (ЭУ, 70 эВ), m/z ($I_{\text{отн}}$, %), ($C_{23}H_{40}O_2$): 348 $[M]^+$ (9,1), 333 $[M - CH_3]^+$ (0,1), 306 $[M - C_3H_6]^+$ (0,7), 292 $[M - C_4H_8]^+$ (0,3), 279 $[M - O \equiv CCH=C=O]^+$ (0,9), 264 $[M - C_6H_{12}]^+$ (1,2), 250 $[M - C_7H_{14}]^+$ (0,9), 236 $[M - C_8H_{16}]^+$ (0,6), 222 $[M - C_9H_{18}]^+$ (1,2), 208 $[M - C_{10}H_{20}]^+$ (1,8), 194 $[M - C_{11}H_{22}]^+$ (0,8), 180 $[M - C_{12}H_{24}]^+$ (1,4), 166 $[M - C_{13}H_{26}]^+$ (6,2), 165 $[M - C_{13}H_{25} - 2H]^+$ (1,7), 149 $[M - C_{13}H_{27} - OH]^+$ (5,5), 137 $[M - C_{15}H_{31}]^+$ (8,3), 124 $[M - C_{16}H_{32}]^+$ (100), 123 $[M - C_{16}H_{33}]^+$ (17,4), 69 $[O \equiv CCH=C=O]^+$ (1,7).

5-н-Нонадецилбензен-1,3-диол (3). Масс-спектр (ЭУ, 70 эВ), m/z ($I_{\text{отн}}$, %), ($C_{25}H_{44}O_2$): 376 $[M]^+$ (6,6), 358 $[M - H_2O]^+$ (0,1), 348 $[M - C_2H_4]^+$ (2,1), 334 $[M - C_3H_6]^+$ (0,7), 320 $[M - C_4H_8]^+$ (0,2), 306 $[M - C_5H_{10}]^+$ (0,4), 292 $[M - C_6H_{12}]^+$ (0,9), 278 $[M - O \equiv CCH=C=O - H]^+$ (0,5), 250 $[M - C_9H_{18}]^+$ (1,4), 236 $[M - C_{10}H_{20}]^+$ (1,0), 222 $[M - C_{11}H_{22}]^+$ (1,0), 208 $[M - C_{12}H_{24}]^+$ (2,8), 194 $[M - C_{13}H_{26}]^+$ (1,1), 180 $[M - C_{14}H_{28}]^+$ (1,2), 166 $[M - C_{15}H_{30}]^+$ (5,7), 165 $[M - C_{15}H_{31}]^+$ (1,7), 152 $[M - C_{16}H_{32}]^+$ (1,5), 137 $[M - C_{17}H_{35}]^+$ (8,0), 124 $[M - C_{18}H_{36}]^+$ (100), 123 $[M - C_{18}H_{37}]^+$ (17,4).

5-н-Генэйкозилбензен-1,3-диол (4). Масс-спектр (ЭУ, 70 эВ), m/z ($I_{\text{отн}}$, %), ($C_{27}H_{48}O_2$): 404 $[M]^+$ (9,3), 389 $[M - CH_3]^+$ (0,1), 362 $[M - C_3H_6]^+$ (0,3), 355 $[M - CH_3 - 2OH]^+$ (0,1), 348 $[M - C_4H_8]^+$ (2,1), 334 $[M - C_5H_{10}]^+$ (0,7), 341 $[M - C_2H_5 - 2OH]^+$ (0,2), 334 $[M - C_5H_{10}]^+$ (0,7), 329 $[M - CH_3 - 2OH - C_2H_2]^+$ (0,4), 320 $[M - C_6H_{12}]^+$ (0,2), 306 $[M - C_7H_{14}]^+$ (0,5), 278 $[M - C_4H_9 - O \equiv CCH=C=O]^+$ (1,5), 262 $[M - C_4H_9 - O \equiv CCH=C=O - CH_4]^+$ (1,8), 249 $[M - C_6H_{13} - O \equiv CCH=C=O - H]^+$ (2,4), 222 $[M - C_{13}H_{26}]^+$ (0,8), 194 $[M - C_{15}H_{30}]^+$ (2,3), 166 $[M - C_{17}H_{34}]^+$ (5,6), 165 $[M - C_{17}H_{35}]^+$ (0,6), 137 $[M - C_{19}H_{39}]^+$ (8,3), 124 $[M - C_{20}H_{40}]^+$ (100), 123 $[M - C_{20}H_{41}]^+$ (17,9).

1-н-Гептадецил-3,5-диметилбензен (5). Масс-спектр (ЭУ, 70 эВ), m/z ($I_{\text{отн}}$, %), ($C_{22}H_{44}O_2$): 376 $[M]^+$ (0,6), 152 $[M - C_{16}H_{32}]^+$ (100), 151 $[M - C_{16}H_{33}]^+$ (20,1), 123 $[M - C_{16}H_{32} - HCO]^+$ (44,9).

1-н-Нонадецил-3,5-диметилбензен (6). Масс-спектр (ЭУ, 70 эВ), m/z ($I_{\text{отн}}$, %), ($C_{24}H_{48}O_2$): 404 $[M]^+$ (1,3), 152 $[M - C_{18}H_{36}]^+$ (100), 151 $[M - C_{18}H_{37}]^+$ (33,7), 123 $[M - C_{18}H_{36} - HCO]^+$ (37,7).

5-н-Гептадец(ен)илбензен-1,3-диол (7). Масс-спектр (ЭУ, 70 эВ), m/z ($I_{\text{отн}}$, %), ($C_{23}H_{38}O_2$): 346 $[M]^+$ (3,2), 250 $[M - C_7H_{14}]^+$ (7,3), 233 $[M - C_8H_{17} - 2H]^+$ (7,4), 215 $[M - C_8H_{17} - 2H - H_2O]^+$ (5,8), 205 $[M - C_{10}H_{21} - 2H]^+$ (5,8), 166 $[M - C_{13}H_{26}]^+$ (5,2), 165 $[M - C_{13}H_{25} - 2H]^+$ (2,9), 149 $[M - C_{13}H_{26} - OH]^+$ (1,8), 137 $[M - C_{15}H_{31}]^+$ (10,2), 124 $[M - C_{16}H_{32}]^+$ (100), 69 $[O \equiv CCH=C=O]^+$ (1,8).

5-н-Генэйкоз(диен)илбензен-1,3-диол (8). Масс-спектр (ЭУ, 70 эВ), m/z ($I_{\text{отн}}$, %), ($C_{27}H_{44}O_2$): 400 $[M]^+$ (67,3), 385 $[M - CH_3]^+$ (29,1), 382 $[M - H_2O]^+$ (32,5), 367 $[M - CH_3OH_2]^+$ (26,0), 315 $[M - C_6H_{13}]^+$ (55,7), 289 $[M - C_8H_{16} - H]^+$ (33,0), 273 $[M - C_9H_{19}]^+$ (22,1), 255 $[M - C_9H_{19} - H_2O]^+$ (31,0), 231 $[M - C_{12}H_{25}]^+$ (25,5), 213 $[C_{15}H_{31}]^+$ (44,8), 165 $[M - C_{17}H_{35} - 2H]^+$ (4,5), 163 $[M - C_{17}H_{35}]^+$ (35,4), 145 $[M - C_{17}H_{35} - H_2O]^+$ (37,8), 137 $[M - C_{19}H_{35}]^+$ (17,8), 124 $[M - C_{20}H_{38}]^+$ (100), 107 $[M - C_{20}H_{38} - OH]^+$ (43,9), 95 $[M - C_{20}H_{38} - OH - CH_3]^+$ (43,9), 69 $[O \equiv CCH=C=O]^+$ (3,0).

Список литературы

1. **Wieringa, G. W.** On the occurrence of growth inhibiting substances in rye / G. W. Wieringa // Institution of Storage and Processing of Agricultural Produce. – 1967. – № 156.
2. **Mattila, P.** Contents of phenolic acids, alkyl- and alkenylresorcinols, and avenanthramides in commercial grain products / P. Mattila, J.-M. Pihlava, J. Hellström // J. Agric. Food Chem. – 2005. – № 53. – P. 8290–8295.
3. **Ross, A. B.** Chromatographic analysis of alkylresorcinols and their metabolites / A. B. Ross, P. Eman, R. Andersson, A. Kamal-Eldin // J. Chrom. A. – 2004. – № 1054. – P. 157–164.
4. **Cojocar, M. D.** 5-(12-Heptadecenyl)-resorcinol, the major component of the antifungal activity in the peel of mango fruit / M. Cojocar, S. Droby, E. Glotter, A. Goldman, H. E. Gottlieb, B. Jacoby, D. Prusky // Phytochemistry. – 1986. – № 25. – P. 1093–1095.
5. **Гарсна, С.** Chemical basis of the resistance of barley seeds to pathogenic fungi / S. Гарсна, С. Гарсна, Н. Heinzen, P. Moyna // Phytochemistry. – 1997. – № 44. – P. 415–418.
6. **Himejima, M.** Antibacterial agents from the cashew *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae) nut shell oil / M. Himejima, I. Kubo // J. Agric. Food Chem. – 1991. – № 39. – P. 418–421.
7. **Käämbre, P.** Inhibitory effect of alkylresorcinols on prostaglandin-H2-synthetase / P. Käämbre, N. Samel, U. Lille // Proc. Estonian Acad. Sci. Chem. – 1992. – № 41. – P. 1–5.
8. **Rejman, J.** Long-chain orcinol homologs from cereal bran are effective inhibitors of glycerophosphate dehydrogenase / J. Rejman, A. Kozubek // Cell. Mol. Biol. Lett. – 1997. – № 2. – P. 411–419.
9. **Kozubek, A.** Modulation of the activities of membrane enzymes by cereal grain resorcinolic lipids / A. Kozubek, M. Nietubyc, A. F. Sikorski // Z. Naturforsch. – 1992. – № 47. – P. 41–46.
10. **Gasiorowski, K.** Antimutagenic activity of alkylresorcinols from cereal grains / K. Gasiorowski, K. Szyba, B. Brokos, A. Kozubek // Cancer Lett. – 1996. – № 106. – P. 109–115.
11. **Gasiorowski, K.** DNA repair of hydrogen peroxide-induced damage in human lymphocytes in the presence of four antimutagens / K. Gasiorowski, B. J. Brokos // Cell. Mol. Biol. Lett. – 2001. – № 6. – P. 897–911.
12. **Осипов, Г. А.** О химической природе ауторегуляторного фактора *d Pseudomonas carboxydoflava* / Г. А. Осипов, Г. И. Эль-Регистани, В. А. Светличный, А. Н. Козлова, В. И. Дуда, А. С. Капрельянц, В. В. Помазанов // Микробиология. – 1985. – Т. 54, вып. 2. – С. 186–190.
13. **Мулюкин, А. Л.** Обнаружение и изучение динамики накопления ауторегуляторного фактора d_1 в культуральной жидкости и клетках *Micrococcus luteus* / А. Л. Мулюкин, А. Н. Козлова, А. С. Капрельянц, Г. И. Эль-Регистани // Микробиология. – 1996. – Т. 65, № 1. – С. 20–25.
14. **Verdeal, K.** Alkylresorcinols in wheat, rye, and triticale / K. Verdeal, K. Lorenz // Cereal Chem. – 1977. – № 54. – P. 475–483.
15. **Ross, A. B.** Alkylresorcinols in cereals and cereal products / A. B. Ross, M. J. Shepherd, M. Schüppaus, V. Sinclair, B. Alfaro, A. Kamal-Eldin, P. Eman // J. Agric. Food Chem. – 2003. – № 51. – P. 4111–4118.
16. **Seitz, L. M.** Identification of 5-(2-oxoalkyl)resorcinols and 5-(2-oxoalkenyl)resorcinols in wheat and rye grains / L. M. Seitz // J. Agric. Food Chem. – 1992. – № 40. – P. 1541–1546.

17. **Kozubek, A.** Separation of 5-n-alkylresorcinols by reversed-phase high-performance liquid chromatography / A. Kozubek, W. S. M. Geurts Van Kessel, R. A. Demel // *J. Chrom.* – 1979. – № 169. – P. 422–425.
18. **Gohil, S.** Analysis of alkyl- and alkenylresorcinols in triticale, wheat and rye / S. Gohil, D. Pettersson, A.-C. Salomonsson, P. Eman // *J. Sci. Food Agric.* – 1988. – № 45. – P. 43–52.
19. **Вульфсон, Н. С.** Масс-спектрометрия органических соединений / Н. С. Вульфсон, В. Г. Заикина, А. И. Микой. – М. : Химия, 1986. – 311 с.
20. **Лебедев, А. Т.** Масс-спектрометрия в органической химии / А. Т. Лебедев. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 496 с.
21. Приказ Минздрава России № 231 от 09.06.2003 г. Отраслевой стандарт «Протокол ведения больных. Дисбактериоз кишечника» (ОСТ 91500.11.0004–2003).
22. **Барановский, А. Ю.** Дисбактериоз кишечника / А. Ю. Барановский, Э. А. Кондрашина. – СПб. : Питер, 2008. – 240 с.

References

1. Wieringa G. W. *Institution of Storage and Processing of Agricultural Produce*. 1967, no. 156.
2. Mattila P., Pihlava J.-M., Hellström J. *J. Agric. Food Chem.* 2005, no. 53, pp. 8290–8295.
3. Ross A. B., Eman P., Andersson R., Kamal-Eldin A. *J. Chrom. A.* 2004, no. 1054, pp. 157–164.
4. Cojocar M. D., Droby S., Glotter E., Goldman A., Gottlieb H. E., Jacoby B., Prusky D. *Phytochemistry*. 1986, no. 25, pp. 1093–1095.
5. Garcna S., Garcna C., Heinzen H., Moyna P. *Phytochemistry*. 1997, no. 44, pp. 415–418.
6. Himejima M., Kubo I. *J. Agric. Food Chem.* 1991, no. 39, pp. 418–421.
7. Käämbre P., Samel N., Lille U. *Proc. Estonian Acad. Sci. Chem.* 1992, no. 41, pp. 1–5.
8. Rejman J., Kozubek A. *Cell. Mol. Biol. Lett.* 1997, no. 2, pp. 411–419.
9. Kozubek A., Nietubyc M., Sikorski A. F. *Z. Naturforsch.* 1992, no. 47, pp. 41–46.
10. Gasiorowski K., Szyba K., Brokos B., Kozubek A. *Cancer Lett.* 1996, no. 106, pp. 109–115.
11. Gasiorowski K., Brokos B. *J. Cell. Mol. Biol. Lett.* 2001, no. 6, pp. 897–911.
12. Osipov G. A., El'-Registani G. I., Svetlichnyy V. A., Kozlova A. N., Duda V. I., Kaprel'yants A. S., Pomazanov V. V. *Mikrobiologiya* [Microbiology]. 1985, vol. 54, no. 2, pp. 186–190.
13. Mulyukin A. L., Kozlova A. N., Kaprel'yants A. S., El'-Registani G. I. *Mikrobiologiya* [Microbiology]. 1996, vol. 65, no. 1, pp. 20–25.
14. Verdeal K., Lorenz K. *Cereal Chem.* 1977, no. 54, pp. 475–483.
15. Ross A. B., Shepherd M. J., Schüppaus M., Sinclair V., Alfaro B., Kamal-Eldin A., Eman P. *J. Agric. Food Chem.* 2003, no. 51, pp. 4111–4118.
16. Seitz L. M. *J. Agric. Food Chem.* 1992, no. 40, pp. 1541–1546.
17. Kozubek A., W. S. M. Geurts Van Kessel, Demel R. A. *J. Chrom.* 1979, no. 169, pp. 422–425.
18. Gohil S., Pettersson D., Salomonsson A.-C., Eman P. *J. Sci. Food Agric.* 1988, no. 45, pp. 43–52.
19. Vul'fson N. S., Zaikina V. G., Mikoy A. I. *Mass-spektrometriya organicheskikh soedineniy* [Mass-spectrometry of organic compounds]. Moscow: Khimiya, 1986, 311 p.
20. Lebedev A. T. *Mass-spektrometriya v organicheskoy khimii* [Mass-spectrometry of organic compounds]. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2003, 496 p.
21. *Prikaz Minzdrava Rossii № 231 ot 09.06.2003 g. Otrasevoy standart «Protokol vedeniya bol'nykh. Disbakterioz kishhechnika»* [Decree of the Ministry of Health № 231 from 09.06.2003. Branch standard “Disease management protocol. Intestine disbacteriosis”]. (OST 91500.11.0004–2003).
22. Baranovskiy A. Yu., Kondrashina E. A. *Disbakterioz kishhechnika* [Intestine disbacteriosis]. Saint Petersburg: Piter, 2008, 240 p.

Муковоз Петр Петрович

кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза Уральского отделения Российской академии наук (Россия, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11)

E-mail: mpp27@mail.ru

Баталов Владимир Игоревич

аспирант, Южно-уральский государственный университет (Россия, г. Челябинск, пр. им. В. И. Ленина, 76)

E-mail: batalov87@gmail.com

Савастеева Анастасия Владимировна

аспирант, научный сотрудник, Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза Уральского отделения Российской академии наук (Россия, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11)

E-mail: mpp27@mail.ru

Журлов Олег Сергеевич

кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза Уральского отделения Российской академии наук (Россия, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11)

E-mail: jurlov1968@mail.ru

Mukovoz Petr Petrovich

Candidate of chemical sciences, leading researcher, Institute of cell and intercellular symbiosis, Ural branch of the Russian Academy of Sciences (11 Pionerskaya street, Orenburg, Russia)

Batalov Vladimir Igorevich

Postgraduate student, South-Ural State University (76 Imeny V. I. Lenina avenue, Chelyabinsk, Russia)

Savasteeva Anastasiya Vladimirovna

Postgraduate student, scientist, Institute of cell and intercellular symbiosis, Ural branch of the Russian Academy of Sciences (11 Pionerskaya street, Orenburg, Russia)

Zhurlov Oleg Sergeevich

Candidate of medical sciences, leading researcher, Institute of cell and intercellular symbiosis, Ural branch of the Russian Academy of Sciences (11 Pionerskaya street, Orenburg, Russia)

УДК 547.341+547.722+547.725

Муковоз, П. П.

Особенности масс-фрагментации биологически активных алкилбензен-1,3-диолов / П. П. Муковоз, В. И. Баталов, А. В. Савастеева, О. С. Журлов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 4 (4). – С. 108–117.

Х. А. Павлова, А. А. Зуев, М. Е. Соловьев

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА АДГЕЗИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ ХЛОРОПРЕНОВОГО КАУЧУКА

Аннотация. *Актуальность и цели.* В настоящее время склеивание является одним из перспективных технологических процессов, от степени совершенствования которого во многом зависит уровень технологий в машиностроении, строительстве и многих других отраслях народного хозяйства. Ассортимент адгезивов, представленных на рынке в настоящее время, огромен, однако импортные аналоги превосходят по прочности отечественного производителя. При изготовлении клея происходят различные процессы, одним из которых является окисление. В связи с вышесказанным актуальным является экспериментальное исследование влияния окисления на адгезионно-прочностные показатели. *Материалы и методы.* Использовались растворы хлоропренового каучука SN-223 в толуоле концентрации 15 %. Растворы, приготовленные при комнатной температуре, подвергали затем прогреву при температуре 333 К в течение различного времени. В качестве эластомерных субстратов при креплении к металлу использовались вулканизованные в оптимальном соотношении техническим углеродом резиновые смеси на основе каучука БНКС-28. Прочностные показатели клея определялись путем нормального отрыва части стандартной резиновой лопатки, приклеенной торцом рабочего участка к заранее отполированному стальному грибку из стали Ст3. Испытания проводились на машине РМИ-60 со скоростью движения нижнего зажима 500 мм/мин. Испытанию подвергались адгезионные соединения, выдержанные при комнатной температуре в течение 3 сут после склеивания, а также подвергнутые тепловому воздействию при температуре 333 К в течение различного времени. После прогрева образцы охлаждали и подвергали выдержке перед испытанием в течение 3 сут. *Результаты.* Получены графические зависимости прогрева адгезионного соединения и его раствора от прочности соединения. *Выводы.* Полученные результаты показывают, что непродолжительный прогрев растворов и адгезионных соединений на основе хлоропренового каучука положительно сказывается на адгезионной прочности соединений.

Ключевые слова: адгезионное соединение, клея, прочность, аппроксимация, термоокисление, гидропероксид.

Kh. A. Pavlova, A. A. Zuev, M. E. Solov'ev

IMPACT OF HEAT TREATMENT ON PROPERTIES OF ADHERENCE JUNCTIONS ON THE BASIS OF CHLOROPRENE RUBBER

Abstract. *Background.* At the present time adhesion is one of the perspective technological processes. The development level of such process directly influences the level of technology in machine building, construction and other sectors of national economy. The range of adhesives on the market nowadays is vast, however imported analogues excel domestic producers in strength. Production of adhesives consists of various processes including oxidation. Taking into account the above mentioned facts it is topical to experimentally investigate the impact of oxidation on adherence-strength properties. *Materials and methods.* The authors used solutions of chloro-

prene rubber SN-223 in 15 % concentrated toluene. The solutions, prepared at room temperature, were heated afterwards at the temperature 333 K for various periods of time. Optimum vulcanized and filled with carbon rubber compounds on the basis of rubber БНКС-28 were used as elastomeric substratum when attached to metal. Strength properties of the adhesive were determined by the method of normal cleavage of a part of a rubber blade, attached by an operating part face to beforehand polished steel knob made of Ст3 steel. Testing was conducted on РМИ-60 machine at the lower clamp movement rate of 500 mm/min. Tested materials were adhesive joints kept at room temperature for 3 days after adhesion and also heated at the temperature of 333 K for various periods of time. After heating the samples were cooled and kept before testing for 3 days. *Results.* The authors obtained heating dependencies of adhesive joints and solution thereof on joint strength. *Conclusions.* The obtained results show that short-term heating of solutions and adhesive joints on the basis of chloroprene rubber has positive effect on adherence strength of the joints.

Key words: adhesive joint, adhesive strength, approximation, thermal oxidation, hydroperoxide.

Эластомерные клеи на основе хлоропреновых каучуков относятся к числу наиболее массовых типов растворных адгезивов [1–3]. Благодаря сочетанию хороших адгезионных свойств при высокой когезионной прочности за счет способности полихлоропрена к кристаллизации в ненапряженном состоянии и в процессе деформации эти клеи являются универсальными, поскольку они имеют адгезию к большому числу различных материалов (резина, металл, дерево, стекло, бетон, кожа, керамика).

В процессе изготовления и хранения, а также при эксплуатации адгезионных соединений клеи могут подвергаться тепловым воздействиям, что оказывает влияние на прочность соединений [4]. В зависимости от условий теплового воздействия прочность адгезионного соединения может меняться сложным образом. Целью настоящей работы явилось исследование влияния термического воздействия на адгезионную прочность клеев на основе хлоропренового каучука в соединениях резина–металл.

В качестве объектов исследования использовались растворы хлоропренового каучука SN-223 в толуоле концентрации 15 %. Растворы, приготовленные при комнатной температуре, подвергали затем прогреву при температуре 333 К в течение различного времени. В качестве эластомерных субстратов при креплении к металлу использовались вулканизированные в оптимальном наполненные техническим углеродом резиновые смеси на основе каучука БНКС-28. Прочностные показатели клея определялись путем нормального отрыва части стандартной резиновой лопатки, приклеенной торцом рабочего участка к заранее отполированному стальному грибку из стали Ст3. Испытания проводились на машине РМИ-60 со скоростью движения нижнего зажима 500 мм/мин. Испытанию подвергались адгезионные соединения, выдержанные при комнатной температуре в течение 3 сут после склеивания, а также подвергнутые тепловому воздействию при температуре 333 К в течение различного времени. После прогрева образцы охлаждали и подвергали выдержке перед испытанием в течение 3 сут.

На рис. 1 приведена зависимость адгезионной прочности соединения от времени прогрева раствора, а на рис. 2 – зависимость адгезионной прочности от времени прогрева соединения. Как видно, в обоих случаях кривые имеют немонотонный характер. При непродолжительном прогреве прочность со-

единений возрастает. При длительном прогреве прочность начинает снижаться. Разница между зависимостями, отвечающими прогреву раствора и адгезионного соединения, состоит в том, что при прогреве раствора рост прочности наблюдается несколько раньше, чем при прогреве соединения, но падение выражено в большей степени.

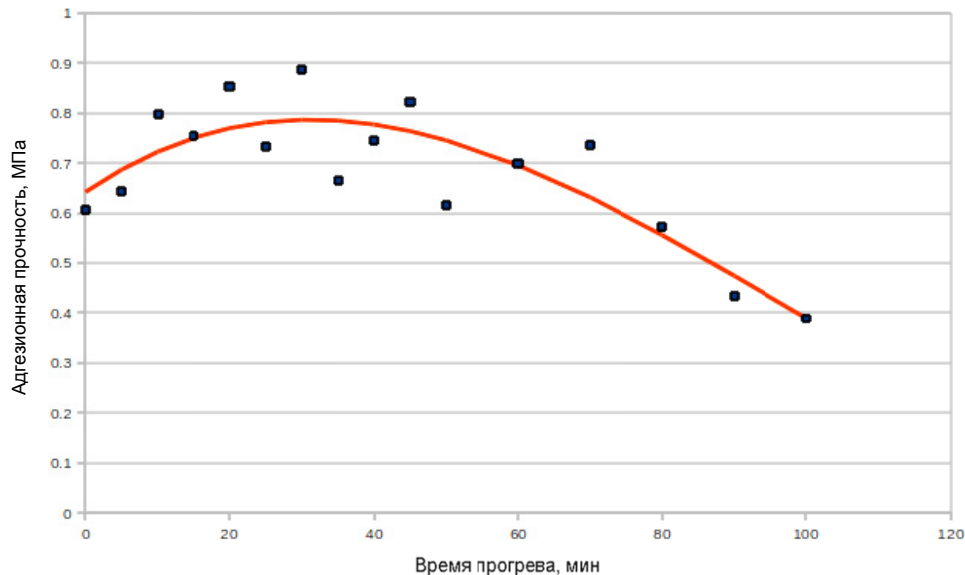


Рис. 1. Влияние продолжительности прогрева раствора на прочность адгезионного соединения

Примечание. Линия – аппроксимирующая кривая полиномом третьей степени.

Объяснение экстремального характера кривых адгезионной прочности от времени прогрева раствора и образцов заключается в сложном характере реакций термоокисления каучука, протекающих при прогреве. Как известно [5], процесс термоокисления эластомеров протекает через стадию накопления и распада гидропероксидов. В случае прогрева растворов полихлоропрена SN-223 при температуре 333 К, как показали исследования методом йодометрического титрования, максимальная концентрация гидропероксидов наблюдается при времени прогрева около 40 мин, что близко к положению максимума на кривых адгезионной прочности. При дальнейшем прогреве концентрация гидропероксидных групп снижается, а в системе наблюдается выделение хлорида водорода, что регистрируется методом кислотно-основного титрования растворов. По-видимому, наличие именно активных гидропероксидных групп является причиной роста адгезионной прочности при прогреве и растворов, и адгезионных соединений. Поскольку окисление каучука в растворе происходит быстрее вследствие меньших диффузионных ограничений, при прогреве раствора максимум закономерно смещается в сторону меньших времен по сравнению с прогревом образцов. По той же причине после достижения максимума снижение адгезионной прочности при прогреве раствора происходит быстрее, чем при прогреве адгезионного соединения. Причиной снижения прочности при длительном прогреве растворов и соединений явля-

ется распад гидропероксидов с накоплением неактивных продуктов окисления, замедляющих кристаллизацию каучука, а также выделение хлорида водорода. Это согласуется с тем, что время прогрева, отвечающее максимальной скорости накопления хлорида водорода, коррелирует со временем прогрева, при котором наблюдается резкое снижение адгезионной прочности соединений.

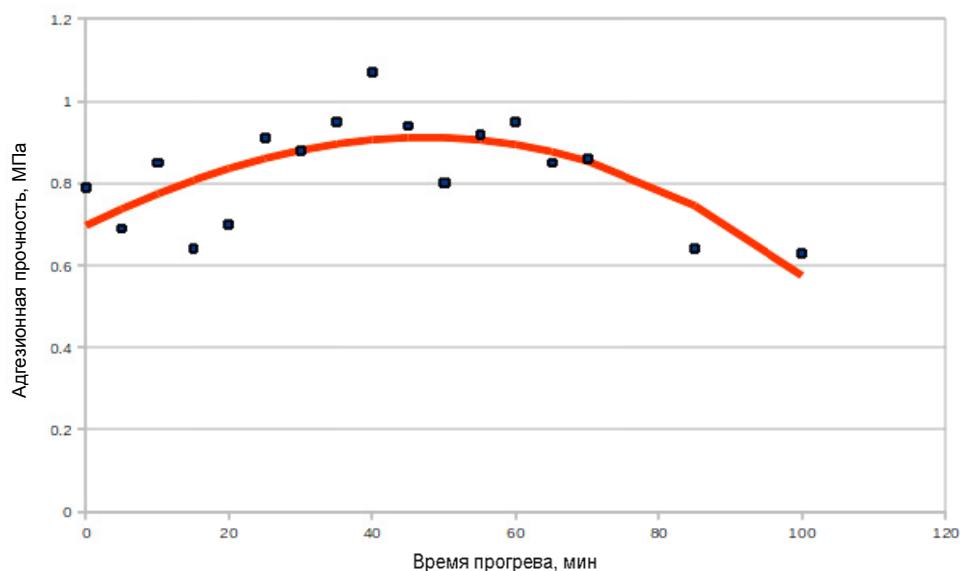


Рис. 2. Влияние продолжительности прогрева адгезионного соединения на его прочность

Примечание. Линия – аппроксимирующая кривая полиномом третьей степени.

Таким образом, полученные результаты показывают, что непродолжительный прогрев растворов и адгезионных соединений на основе хлоропренового каучука положительно сказывается на адгезионной прочности соединений.

Список литературы

1. Люсова, Л. Р. Клеи на основе галогенсодержащих полимеров / Л. Р. Люсова, Г. С. Польсман, В. С. Резниченко, В. А. Глаголев. – М. : Тематический обзор. ЦНИИНефтехим, 1987. – 70 с.
2. Ли, Л. Х. Адгезивы и адгезионные соединения : пер. с англ. / отв. ред. Л. Х. Ли. – М. : Мир, 1988. – 226 с.
3. Кардашев, Д. А. Полимерные клеи. Создание и применение / Д. А. Кардашев, А. П. Петрова. – М. : Химия, 1983. – 256 с.
4. Фрейдин, А. С. Прочность и долговечность клеевых соединений / А. С. Фрейдин. – М. : Химия, 1981. – 272 с.
5. Догадкин, Б. А. Химия эластомеров / Б. А. Догадкин, А. А. Донцов, В. А. Шешнев. – М. : Химия, 1981. – 374 с.

References

1. Lyusova L. R., Pol'sman G. S., Reznichenko V. C., Glagolev V. A. *Klei na osnove galogensoderzhashchikh polimerov*. [Adhesive on the basis of halogen containing polymers]. Moscow: Tematicheskij obzor. TsNIINeftekhim, 1987, 70 p.

2. Li L. Kh. *Adgezivny i adgezionnyye soedineniya: per. s angl.* [Adhesives and adhesive joints]. Moscow: Mir, 1988, 226 p.
3. Kardashev D. A., Petrova A. P. *Polimernye klei. Sozdanie i primeneniye* [Polymer adhesives. Preparation and application]. Moscow: Khimiya, 1983, 256 p.
4. Freydin A. S. *Prochnost' i dolgovechnost' kleevykh soedineniy* [Strength and durability of adhesive joints]. Moscow: Khimiya, 1981, 272 p.
5. Dogadkin B. A., Dontsov A. A., Sheshnev V. A. *Khimiya elastomerov* [Chemistry of elastomers]. Moscow: Khimiya, 1981, 374 p.

Павлова Христина Андреевна

бакалавр, магистрант, Ярославский
государственный технический
университет
(Россия, г. Ярославль, ул. Гагарина, 3)

E-mail: kri9796@yandex.ru

Pavlova Khristina Andreevna

Bachelor, master degree student,
Yaroslavl State Technical University
(3 Gagarina street, Yaroslavl, Russia)

Зуев Антон Алексеевич

бакалавр, магистрант, Ярославский
государственный технический
университет
(Россия, г. Ярославль, ул. Гагарина, 3)

E-mail: antonzuev76@gmail.com

Zuev Anton Alekseevich

Bachelor, master degree student,
Yaroslavl State Technical University
(3 Gagarina street, Yaroslavl, Russia)

Соловьев Михаил Евгеньевич

доктор физико-математических наук,
профессор, кафедра химии и технологии
переработки полимеров, Ярославский
государственный технический
университет
(Россия, г. Ярославль, ул. Гагарина, 3)

E-mail: m.e.soloviev@gmail.com

Solov'ev Mikhail Evgen'evich

Doctor of physical and mathematical
sciences, professor, sub-department
of chemistry and processing technology
of polymers, Yaroslavl State Technical
University
(3 Gagarina street, Yaroslavl, Russia)

УДК 665.939.57

Павлова, Х. А.

Влияние тепловой обработки на свойства адгезионных соединений на основе хлоропренового каучука / Х. А. Павлова, А. А. Зуев, М. Е. Соловьев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 4 (4). – С. 118–122.

ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

УДК 61(091)

В. И. Левин

ИЗ ИСТОРИИ БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ. ПРОФЕССОР И. А. КАССИРСКИЙ

Аннотация. В статье изложена научная биография выдающегося ученого-медика, педагога и замечательного человека Иосифа Абрамовича Кассирского. Дан обстоятельный анализ научной, педагогической, организационной и врачебной деятельности. Говорится о его решающей роли в создании советской научной и лечебной школы в области гематологии и тропических болезней. Большое внимание уделено описанию удивительной, яркой человеческой личности И. А. Кассирского. Приведено множество воспоминаний его коллег, друзей, учеников и близких, живо воссоздающих различные стороны его жизни и деятельности. Проанализированы основные особенности его научно-исследовательской и педагогической деятельности в области медицины, его научно-организационная и общественная деятельность. Особо выделены высокие человеческие качества И. А. Кассирского. Именно эти качества больше всего остались в памяти его современников. В заключение дана общая оценка научного уровня работ Иосифа Абрамовича Кассирского в области медицины и созданной им научной школы. Приведен подробный список его основных публикаций [1–24].

Ключевые слова: И. А. Кассирский, ученый, врач, человек, медицина, диагностика, научная школа, личность ученого.

V. I. Levin

FROM THE HISTORY OF BIOLOGY AND MEDICINE. PROFESSOR I. A. KASSIRSKY

Abstract. The article reads about the scientific biography of the distinguished medical scientist, teacher and remarkable person Iosif Abramovich Kassirsky. The author presents an in-depth study of scientific, pedagogical, organizational and medical activity. The work point out scientist's important role in creation of soviet scientific and medical school in the field of hematology and tropical diseases. Great attention is paid to the description of an outstanding, vivid human personality of I. A. Kassirsky. The author adduces multiple reminiscences by scientist's colleagues, friends, apprentices and relatives, lively reconstituting various aspects of his life and activity. The author analyzed main features of scientist's research and pedagogical activity in the field of medicine, his scientific organizational and public activity. Humanity of I. A. Kassirsky is of especially remarkable. It is the humanity that is mostly recalled by his contemporaries. In conclusion the author gives general evaluation of the scientific level of works by Iosif Abramovich Kassirsky in the field of medicine and the scientific school established by him. The article includes a detailed list of scientist's main publications [1–24].

Key words: I. A. Kassirsky, scientist, doctor, human, medicine, diagnostics, scientific school, personality of the scientist.

Введение

Наша эпоха – время, когда почти перестали встречаться личности. Нас окружают, с одной стороны, масса бесцветных, несостоявшихся, озлобленных людей, с другой – множество людей, считающих себя успешными, но занятых исключительно обслуживанием власть имущих. Между тем всего 30–50 лет назад Россия была богата выдающимися, независимыми личностями, и благодаря им она стала в те годы одной из ведущих и уважаемых стран мира. Об одной из этих личностей пойдет речь ниже. Мы будем говорить о выдающемся советском ученом-медике, враче, педагоге и замечательном человеке Иосифе Абрамовиче Кассирском.

Ученица И. А. Кассирского Наталья Евгеньевна Андреева – профессор кафедры гематологии и интенсивной терапии Медицинской академии последипломного образования на базе клинической больницы им. Н. А. Семашко ОАО РЖД – как-то взглянула на фотографию И. А. Кассирского и сказала: «Моя жизнь делится на жизнь рядом с Иосифом Абрамовичем и после него – я встретила человека, который соответствовал моему идеалу, и он стал частью меня». Это свидетельство видного ученого и врача, конечно, не случайно. Всякого, кто прочитал биографию Иосифа Абрамовича Кассирского, терапевта и гематолога, академика Академии медицинских наук СССР, и воспоминания его соратников, коллег и учеников, охватывает ощущение, что он встречал уже подобные воспоминания о выдающихся личностях прошлого века. Творческое наследие всех этих людей включает и такое важное понятие как «научная школа». Вспомним гениального физика-теоретика, нобелевского лауреата Льва Давидовича Ландау, с его вкладом не только в физическую науку, но и в область человеческих отношений – с его «теорией счастья», согласно которой каждый человек должен и даже обязан быть счастливым; он даже вывел формулу, содержащую три параметра счастья: работа, любовь, общение с людьми; величайшего математика Андрея Николаевича Колмогорова, чья широта научных интересов была беспредельна: от теории случайных процессов и метеорологии (он был почетным членом Американского метеорологического общества) до кибернетики и теории стиха (вышел сборник его стиховедческих работ под редакцией Д. С. Лихачева); владевшего немецким, французским, английским, латинским, древнегреческим и древнееврейским языками выдающегося психолога Льва Семеновича Выгодского, чьи труды с годами приобретают все большее значение; и, наконец, биолога и генетика Николая Владимировича Тимофеева-Ресовского, не просто высокопрофессионального исследователя, добившегося крупных и по-настоящему серьезных результатов в науке, – он был еще и философом, знатоком истории и ценителем искусств, человеком чрезвычайно разносторонним; он был, наконец, Личностью, преодолевшей во имя любви к истине невзгоды и тяготы жизни, выстоявшей и сохранившей до последних дней юношеский исследовательский задор и преданность науке, – настоящий титан. Как известно, образ Тимофеева-Ресовского лег в основу романа Даниила Гранина «Зубр». Сравнивая годы жизни этих людей, мы обнаруживаем, что все они почти ровесники! Разница лишь в том, что о Ландау, Колмогорове, Выгодском и Ти-

мофееве-Ресовском написано много, и широкие массы довольно много знают о них. А вот о Кассирском публика знает до обидного мало. Фактически о нем знают лишь специалисты и то далеко не все. Между тем это, несомненно, был человек, по масштабу личности равный «Зубру», – Иосиф Абрамович Кассирский. Он был таким же, как его знаменитые предшественники, средоточием невероятной энергии и предельно ясной мысли и щедро одаривал этой энергией и идеями окружающих – кем бы они ни были, говорил ли он с коллегой по профессии, мастеровым человеком, музыкантом, чиновником.

Эта мысль может показаться читателю странной, но сквозь скупые строки биографии Кассирского проступает такая мощная энергия обаяния личности, что она ощущается буквально физически. И здесь большое значение имеют подтверждения этого со стороны тех, кто знал Иосифа Абрамовича Кассирского лично. Увы, таких остались единицы (ведь от этого человека нас отделяют два, а для совсем юных – три поколения): его сын Генрих Иосифович Кассирский, доктор медицинских наук, профессор, руководитель отделения реабилитации Института кардиохирургии им. В. И. Бураковского Центра сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева РАМН; Андрей Иванович Воробьев, академик РАН и РАМН, профессор, доктор медицинских наук, директор Гематологического научного центра РАМН и упомянутая уже профессор Наталья Евгеньевна Андреева. Поистине бесценны их воспоминания и впечатления о И. А. Кассирском. И вслед за ними читатель тоже может подумать: «И моя жизнь поделилась на периоды “до” и “после” знакомства с Иосифом Абрамовичем Кассирским».

1. Биография

Рассказать о И. А. Кассирском, особенно рассказать коротко, трудно. В семейном архиве Кассирских хранится письмо Абрама Иосифовича Кассирского нашему герою – старшему сыну Иосифу, посланное после его выступления на съезде терапевтов. Там есть такие строки: «Твое сообщение о том, что ты выступал в Колонном зале... вызывает радость и надежду... Будь скромн, не кичись. Все твои достоинства и достижения со временем выплывут наверх». Мудрым человеком был Абрам Иосифович...

Родился Иосиф Абрамович Кассирский 4 (16) апреля 1898 г. в Новом Маргелане (позже – Скобелев, а с 1924 г. – Фергана), где в свое время осел его дед Иосиф Кассирский – участник среднеазиатских походов войск генерала Скобелева и где родился его отец Абрам Иосифович. Иосиф был старшим ребенком в большой семье из шести детей. В семье царила доброжелательная обстановка. Иосиф в раннем детстве проявил незаурядные способности, уже в 5 лет хорошо читал и писал. Восьми лет он поступил в гимназию. Скобелевская гимназия была типичной классической гимназией, в которой большое внимание уделялось изучению французского, немецкого и латинского языков. Иосиф легко овладел ими. В результате он читал в подлиннике древних писателей: Овидия, Горация, Цицерона, а в последующем – выдающихся ученых-биологов Рудольфа Вирхова и Пауля Эрлиха, написал послесловие к роману Андре Моруа «Жизнь Александра Флеминга». Его товарищ по гимназии – в дальнейшем известный гидротехник, академик ВАСХНИЛ, Герой Социалистического Труда, автор проектов и руководитель строительства плотинных гидроузлов ферганского типа – Виктор Васильевич Послав-

ский вспоминал, что Иосиф отличался от сверстников огромной тягой к чтению: даже во время игр он умудрялся читать книги, нередко совсем отключался и, устроившись где-нибудь в укромном месте, учил наизусть отрывки из «Галльской войны» Цезаря или речи Цицерона. Деньги, которые родители иногда давали мальчику, он тратил на покупку книг. Именно в гимназические годы были заложены основы его огромной эрудиции.

Гимназию Иосиф Абрамович Кассирский окончил в 1916 г. с золотой медалью. По окончании гимназии он сказал отцу, что отправляется поступать в Томский университет, слывший в то время одним из самых прогрессивных в России. И еще он сказал, что хочет быть литератором. Абрам Иосифович не стал спорить, но заметил, что, по его мнению, литератор – это не специальность. Тогда Иосиф поступил сразу на два факультета университета: филологический и медицинский. Но вскоре вышел запрет учиться на двух факультетах. И Иосиф выбрал один – медицинский.

Революция случилась, когда он окончил первый курс. Следом за революцией грянула Гражданская война. В Томске появился Колчак. Его армии были нужны врачи и он приказал: студентов медицинского факультета, в том числе и недоучившихся, мобилизовать. Так Иосиф Абрамович оказался в белой армии в качестве врача, а точнее заурядврача – так называли недоучившихся.

Пробыл он там недолго. По рассказу его сына Генриха Иосифовича Кассирского, его отец «довольно быстро понял политическую ситуацию и принял решение добровольно перейти в Красную армию, что было сопряжено со смертельной опасностью. Ускакав вместе со своим фельдшером в степь на лошади, он рисковал нарваться на разъезд белых, что означало расстрел на месте. Но встретился разъезд красных. В Красной армии тоже не хватало врачей, и он был назначен полковым врачом в бригаду Семена Михайловича Патоличева (отца Николая Семеновича Патоличева, в 1960-е годы министра внешней торговли СССР). Бригада входила в состав легендарной Первой Конной армии, руководимой командармом Семеном Михайловичем Буденным. Отец прошел с ней от южного Урала до Кубани и был демобилизован по постановлению правительства об отзыве всех недоучившихся врачей для окончания образования, так как в стране начались эпидемии инфекционных заболеваний».

Конармия стала главной школой жизни для И. А. Кассирского. Вот что напишет об этом времени сам Иосиф Абрамович в своих воспоминаниях «Всадник из легенды»: «И теперь, через сорок с лишним лет, мысленным взором охватывая прожитую жизнь, всегда замечаю одно: что я ни делаю – решаю ли какую-либо научную проблему, лечу ли тяжелобольного человека, читаю ли лекцию, разучиваю ли новое музыкальное произведение, взялся ли за еще один иностранный язык, выступаю ли с кафедры международного конгресса перед огромной аудиторией, – во всем я ощущаю действие той упругой воли, той неодолимой силы человеческого упорства, которые были воспитаны во мне годами боев и походов. Эту волю воспитали во мне, мягком... человеке, нелегкие годы молодости».

Когда отмечался 50-летний юбилей Первой Конной армии, Иосиф Абрамович Кассирский получил самую дорогую для него, штатского человека, награду, которой очень гордился: медаль «За боевые заслуги». А когда в 1971 г.

Кассирского хоронили, то у гроба в зале Президиума Академии медицинских наук СССР вместе с гражданским почетным караулом был выставлен еще и воинский караул. При погребении на Новодевичьем кладбище произвели ружейный салют и исполнили государственный гимн СССР.

Доучиваться после Гражданской войны И. А. Кассирский поехал в Саратов. Там он получил диплом врача и вернулся для работы в Ташкент, куда к тому времени приехали из Ферганы его родители. В то время в Ташкенте Советская власть организовала Туркестанский университет, где был, в том числе, и медицинский факультет. Иосиф Абрамович пришел поступать в ординатуру к заведующему университетской кафедрой терапии Александру Николаевичу Крюкову. Новоявленных «красных» интеллигентов Крюков не любил и, несмотря на партийные рекомендации, заваливал при наборе. Делал он это очень просто: предлагал претенденту написать автобиографию. После чего, исправив красным карандашом многочисленные ошибки, советовал претенденту пополнить образование вне ординатуры. Но с Кассирским вышла осечка – ошибок в автобиографии не было. Тогда Крюков задал ему несколько вопросов по специальности. И тут молодой врач показал такие глубокие знания, что пораженный мэтр вынужден был отступить – абитуриента в ординатуру приняли.

Став врачом в клинике Крюкова, Иосиф Абрамович разъезжает по городу Ташкенту и его окрестностям на велосипеде, наблюдает панораму внутренней медицины – обычной и жарких стран – с их малярией, лейшманиозом, лихорадкой, тифами, проказой и т.д. На что мог полагаться врач в тех условиях, придя к больному в кишлаке? Конечно, только на точность осмотра, на скрупулезное выслушивание жалоб, на четкость собственного мышления – ведь никакой диагностической аппаратуры в те времена и в помине не было! Вскоре при обходе в клинике отделения Кассирского Крюков спрашивал именно Иосифа Абрамовича о диагнозах сложных больных. Перейдя в соседнее отделение, по поводу неясных больных он опять обращался к Кассирскому.

Вскоре Кассирского приглашают в Москву, затем в столицу постепенно перебираются и его сотрудники: Георгий Алексеевич Алексеев, Дебора Абрамовна Левина (его жена), Михаил Гукасович Абрамов. В 1934 г. Кассирский организует в Москве при Центральной клинической больнице им. Н. А. Семашко Наркомата путей сообщения курсы по усовершенствованию терапевтов. Эти курсы стали впоследствии филиалом кафедры терапии Московского медицинского института Дмитрия Дмитриевича Плетнева – тогдашнего крупнейшего терапевта страны. Первыми преподавателями курсов, кроме уже упомянутых Г. А. Алексеева, Д. А. Левиной и М. Г. Абрамова, были также Константин Петрович Иванов и Илья Самойлович Рутштейн.

Сотрудничество И. А. Кассирского с профессором Д. Д. Плетневым – много знающим и весьма авторитетным ученым-медиком, пользовавшимся огромной популярностью, – много дало Иосифу Абрамовичу. К сожалению, это сотрудничество длилось недолго. После смерти в 1936 г. А. М. Горького против Д. Д. Плетнева начались политические обвинения. В 1938 г. на открытом судебном процессе против «Антисоветского контрреволюционного правотроцкистского блока» Д. Д. Плетнев и еще два врача были обвинены в умерщвлении А. М. Горького и его сына, руководителя ОГПУ Менжинского и др. Д. Д. Плетнева приговорили к 25 годам заключения, двух врачей –

к расстрелу. В сентябре 1941 г. при подходе немцев к Орлу все заключенные в Орловской тюрьме были расстреляны (чтобы «не достались врагу»). Среди расстрелянных фигурировали профессор Д. Д. Плетнев, один из основателей партии эсеров Мария Спиридонова, командующий ВВС СССР командарм Яков Алкснис и много других знаменитостей.

Уже в середине 1930-х гг. И. А. Кассирский становится отечественным лидером в различных областях медицины, достигает блестящих успехов в гематологии, географической патологии, клинической фармакологии, кардиологии, ревматологии. При знакомстве с его научно-медицинским наследием создается впечатление, что он работал одновременно над несколькими различными проблемами.

Главные труды И. А. Кассирского: фундаментальное руководство «Клиническая гематология» (в соавторстве с профессором Г. А. Алексеевым), вышедшее в 1948–1970 гг. 4 изданиями и переведенное на английский язык; исследование «Болезни жарких стран» (в соавторстве с профессором Н. Н. Плотниковым), переведенное на английский, испанский и французский языки; «Очерки рациональной химиотерапии» – первая в нашей стране монография по данной проблеме. Кроме того, из-под его пера вышло около 300 статей – от чисто научных до научно-популярных и чисто литературных.

2. Стиль работы и жизни

Удивительна была способность И. А. Кассирского работать в любых условиях. «Ему не мешали разговоры окружающих, бытовое шум, музыка и т.п., – рассказывает его сын Генрих Иосифович. – Многие годы квартирные условия у нас были такими, что отец не имел отдельного кабинета. Его сравнительно небольшой стол и подоконник были завалены книгами, рукописными и машинописными листами. Мне всегда казалось, что этот беспорядок мешает ему работать. Однако он, как правило, находил все необходимое, лишь изредка, потеряв какой-то листок, расстраивался и привлекал меня к поискам. Несомненно, что подобный стиль работы ему обеспечивала великолепная память. Он редко делал какие-либо выписки из книг или статей, чаще подчеркивал в них важные для него места в тексте. Он в основном мог подолгу писать непрерывно, извлекая из своей памяти огромный объем знаний и информации...

По молодости лет я долго не понимал, что лежало в основе такой огромной работоспособности, невероятной, постоянной потребности в творческом труде. Мне позже стало ясно, что мой отец испытывал глубокое удовлетворение, позволю себе даже сказать, наслаждение от этого процесса и большую радость от его завершения. Конечно же, при этом он сознавал важность его трудов для медицинской науки и практики».

Впечатляют глубокое и разностороннее образование Иосифа Абрамовича, владение в совершенстве тремя языками: латынь, французский и немецкий, – блестящее знание русской классической и западной литературы, живописи, архитектуры, скульптуры. Особое место в его жизни занимала музыка. Он играл на фортепиано и флейте, хотя специального музыкального образования не имел. Неплохо читал ноты. «Музицирование для него было формой отдыха, удовольствия и известной гордости. Он не стеснялся выступать на вечерах в Центральном институте усовершенствования врачей, боль-

нице им. Н. А. Семашко, где была его клиника, – вспоминает сын Генрих Иосифович. – Как правило, это были дуэты (флейта и рояль) или трио (присоединялся профессор его кафедры М. Г. Абрамов, игравший на виолончели). “Вершиной” таких выступлений было его участие в концерте, проходившем в зале Всероссийского театрального общества на улице Горького по случаю 60-летия отца (в 1958 г.), избранного незадолго до этого членом-корреспондентом Академии медицинских наук СССР. Совпало это событие с началом многолетней дружбы отца и всей нашей семьи с Мстиславом Ростроповичем и Галиной Вишневской. Организацию концерта Ростропович взял на себя, и это очень волновало отца. Ему хотелось, чтобы концерт, а не торжественная часть и тем более не банкет, был главным украшением юбилея... В концерте участвовали: сам Мстислав Ростропович, Галина Вишневская (находившаяся уже на последних сроках беременности, она впервые исполнила Бразильскую Бахиану Э. Вилла-Лобоса в сопровождении мужа и его учеников), Майя Плисецкая (“Лебедь” Сен-Санса), Эмиль Гилельс. Концерт такого уровня завершился сюрпризом – юбиляр играл на флейте в трио с Ростроповичем и Гилельсом».

3. Научная школа Кассирского

Пройдут десятилетия, сменится состав кафедры, но о сотрудниках И. А. Кассирского будут говорить, что каждый его ассистент может занять пост профессора. Почему? Вот как это объясняет его ученик академик РАН и Российской академии медицинских наук Андрей Иванович Воробьев: «Планка ставилась шефом очень высоко, а кроме того, морфолог он был – во всем, и сотрудникам болтать не позволялось. Безрукость была не в почете: пункции вен, плевры, грудины, органов, спинномозгового канала – надо было уметь делать самому. Помимо всего, сказывалась во внутренней жизни кафедры глубокая общая культура руководителя, его абсолютная грамотность. Ошибиться в склонении числительных – беда дикторов телевидения – было невозможно – выговор следовал немедленно».

Школа, в строгом понимании этого слова, всегда подразумевает высокий профессионализм. Но профессионализм Кассирского был особенный. Тропические болезни он знал лучше всех, в микроскоп смотрел всегда сам и мог даже консультировать при этом опытного лаборанта, блестяще владел методом аускультации. Профессиональная широта его была необыкновенная.

Он никогда не ошибался в диагнозах. Что, кстати, иногда служило причиной то ли зависти, то ли некоторой отчужденности коллег. Поскольку Кассирский хорошо знал гематологию, в которой обычные терапевты, как правило, «плавали», они с покровительственной усмешкой называли его «гематологом». Как-то его позвали к больному на консилиум: высокая температура, небольшая лейкопения, а по органам симптомов нет. Иосиф Абрамович опоздал. С ним это иногда бывало – из-за огромной загруженности. Профессора недовольно посматривали на часы. Вошел Кассирский. Профессора: «Знаете, Иосиф Абрамович, мы больного уже посмотрели, речь, по-видимому, идет о колите, но вот лейкопения не понятна, а это уже по вашей части». Кассирский осмотрел больного за несколько секунд, затем произнес: «Брюшной тиф». И вышел. Последовала немая сцена.

И еще один случай. Вызвали Иосифа Абрамовича как-то к академику Юлию Борисовичу Харитону (рассказано со слов последнего). На груди этого человека три звезды Героя Социалистического Труда. Он – «отец» советской атомной бомбы. Однако сейчас у него тяжелый озноб, высокая температура, «ломает» все тело, в крови – высоченный лейкоцитоз. Собрались многочисленные специалисты, консультанты. Кассирский опаздывал. Профессура приготовила свою «концепцию» и ждала только разъяснения высокого лейкоцитоза. Наконец, появился Кассирский, спокойно расспросил больного, осмотрел внимательно. Посмотрел с лампочкой горло. Вышел к собравшимся: «Лакунарная ангина». Юлий Борисович говорил: надо было видеть лица коллег-профессоров. Проглотили пилюлю от «гематолога» – за эту кличку, в частности...

А вот что вспоминает в своей книге «Ракеты и люди» Борис Евсеевич Черток, ученый и конструктор, один из ближайших сотрудников С. П. Королева: «Потеряв всякую веру в обычные и самые новые фармакологические средства, мой лечащий врач передал Кате, чтобы при очередном посещении она принесла с собой не более 200 граммов коньяка. Он предложил мне принимать, незаметно от соседей, граммов по пятьдесят утром и вечером в течение двух дней. Это указание я выполнил с удовольствием. Правда, на второй день я не выдержал режима и в один прием после завтрака употребил оставшиеся сто граммов. Удивительно, однако дня через два Костоглот объявил, что кровь значительно улучшилась. Для верности он пригласил ко мне для консультации знаменитого в то время гематолога профессора Иосифа Абрамовича Кассирского.

Профессор действительно приехал, изучил историю болезни. Подробно расспрашивал, когда и где я почувствовал первые признаки недомогания. Когда я ему сказал, что заболел в Казахстане, Кассирский просиял. “Я думаю, – сказал он, – что это не лучевая болезнь. У вас в крови необычайно велик показатель по эозинофилам. Это, скорее всего, эозинофильная болезнь, которая редко, но встречается в нашей Средней Азии. Это реакция организма на проникновение в печень паразитирующих микроорганизмов, которые существуют в тех краях...”».

Каково же научное наследие Иосифа Абрамовича Кассирского? Точно ответить на этот вопрос может только тот, кто специально глубоко изучил это наследие, либо тот, кто прошел «живую» школу самого Иосифа Абрамовича. По сути, большинство современных крупных гематологов страны – его ученики: они или слушали «живую» его лекции, или воспитывались на его книгах и руководствах. Воспитывались – не случайное слово. Воспоминания все того же Андрея Ивановича Воробьева объясняют, в чем тут дело. Вот что он пишет: «Оригинальных работ у Иосифа Абрамовича, по-видимому, меньше всего именно в гематологии. Там преуспевали его ученики, его школа. Его имени в их работах нет, но это ничего не значит. Иосиф Абрамович не “приписывался” к трудам своих сотрудников, хотя был инициатором многих исследований... Кассирского всегда волновали терапевтические трагедии, драматические находки врачей на пути к спасению жизни больных. Вокруг него всегда концентрировались именно тяжелые случаи. У нас и сейчас среди первичных больных, например, с лимфогранулематозом, преобладают третья и четвертая стадии (другие клиники их не очень принимают). Именно из этих

традиционных устремлений, переживаний родилась замечательная книга Иосифа Абрамовича Кассирского, написанная вместе с Юдифью Львовной Милевской, о драматической медицине. И это именно он “подарил” Юдифи Львовне одно из своих любимых научных направлений – антибиотическую терапию, увлечение стероидными гормонами».

И далее везде, во всех воспоминаниях о Иосифе Абрамовиче Кассирском мы встречаем слова «подарил», «подсказал», «поддержал». Вот еще из воспоминаний Андрея Ивановича Воробьева: «Одним – он осветил дорогу, по которой они шагают всю жизнь. Другим – передал колоссальный заряд профессионального мастерства. Третьих – обучил литературному русскому языку и уважению к этому инструменту общения между соотечественниками... Он был простым живым человеком, очень способным, очень ярким, хорошо образованным, очень любознательным, обращавшим внимание на все, что его окружало».

Важно подчеркнуть, что школа И. А. Кассирского, как и всякая крупная научная школа, означала не только знания и открытия, но также (а, может быть, прежде всего) – личностные качества Учителя. В уже упоминавшихся воспоминаниях профессора-медика Натальи Евгеньевны Андреевой говорится: «Сейчас, через много лет после смерти Учителя, я часто думаю, как объяснить то состояние бесконечного счастья, которое сопровождало меня на протяжении всех лет работы с ним? Почему каждое утро казалось праздником? Наверное, правильно сказано в известном фильме («Доживем до понедельника» – В. Л.): “Счастье – это когда тебя понимают”. Иосиф Абрамович Кассирский умел делать счастливыми всех окружающих; это удивительно, но каждый из его учеников считал себя фаворитом. Состав кафедры в то время (1958–1971 гг.) был замечательным, чтобы это представить, достаточно одного перечисления сотрудников: профессор Г. А. Алексеев, доценты М. Г. Абрамов, К. П. Иванов, ассистенты Д. А. Левина, А. И. Воробьев, Л. Д. Гриншпун, Ю. Л. Милевская, А. В. Демидова, Н. Г. Фокина, аспиранты А. Е. Баранов, Г. И. Кассирский, Е. К. Пяткин, Е. В. Флейшман, научные сотрудники М. Д. Бриллиант, Е. Б. Владимирская, М. А. Волкова, В. П. Гурбанов. В каждом из них была искра божья, и на всех лежал отпечаток личности Иосифа Абрамовича Кассирского, как, вероятно, и на нем сказывалось влияние коллег. Иосиф Абрамович гордился своей школой и всеми нами. Он вообще склонен был преувеличивать таланты своих сотрудников – редчайшее качество руководителя! Любое новое знание вызывало у него восторг и удивление, ему хотелось тут же опубликовать эту новость, и автора он уже считал гением...

Он был абсолютно обязательным человеком. Обязательным настолько, что иногда это переходило рамки разумного. Хорошо помню последний его рабочий день – он уже не владел голосом – был задет возвратный нерв и голос исчез, но он все равно приходил и читал лекции студентам, в микрофон. У него был рак пищевода, есть он не мог и был очень истощен. Он стоял на кафедре и показывал больных. И, несмотря на то, что он старался держаться, время от времени ему становилось плохо – причиной тому была гипогликемия – снижение сахара в крови. Он покрывался холодным потом. И тогда я подходила к нему, брала под руку, вела в процедурный кабинет, ему вводили в вену глюкозу. Он приходил в себя и вновь шел в аудиторию. Так было и в

последний день, в таком тяжелейшем состоянии после лекции он сказал мне, что ему нужно зайти в палату к больной. Я ему: «Иосиф Абрамович, больная чувствует себя в тысячу раз лучше, чем вы». Он: «Я обещал ее посмотреть». И вот, под руку со мной смертельно больной человек идет в палату. Сидит, разговаривает с пациенткой. И когда он закончил беседу и я позвала его выйти, он тихо мне сказал: «Я не могу выйти из палаты, не посмотрев остальных, потому что они обидятся на меня, если я посмотрю только одного». Остальные – это еще четверо больных»...

4. Личность ученого

Личность И. А. Кассирского, зафиксированная в многочисленных восторженных воспоминаниях его современников, коллег и друзей, наиболее точно и выпукло отражена в дневнике ученого. Когда открываешь страницы с записями самого Иосифа Абрамовича, первое, что бросается в глаза, – заголовок: «Каким должен быть врач». Здесь были выписаны мысли философов и писателей – от Гиппократов до Чехова; здесь были собственные наблюдения и мысли И. А. Кассирского. И с первых же строк становится понятно, что перед тобой не цитатник, но кодекс чести, по которому жил сам Иосиф Абрамович. Вот некоторые поразительные фрагменты из записей И. А. Кассирского.

«Врач-философ равен богу. Да и немного, в самом деле, различия между мудростью и медициной, и все, что ищется для мудрости, все это и есть в медицине, а именно: презрение к деньгам, совесть, скромность, простота в одежде, уважение, суждение, решительность, опрятность, изобилие мыслей, знание всего того, что необходимо для жизни.

Итак, когда все это имеется, врачу следует иметь своим спутником некоторую вежливость».

(Гиппократ «О благоприличном поведении»)

«Если больному после разговора с врачом не становится легче, то это не врач».

(В. М. Бехтерев)

«Профессия врача – это подвиг, он требует самоутверждения, чистоты души и чистоты помыслов. Надо быть ясным умственно, чистым нравственно и опрятным физически».

(А. П. Чехов)

«У каждого чуткого врача страдания и тем более смерть больного вызывают переживания, оставляют глубокий след в его душе. Врач, может быть, не всегда обнаруживает перед другими всю тяжесть своего состояния. Но в этой внешней сдержанности, в которой нераздельны врачебная этика и такт, присутствует самый беспощадный судья врача – его собственная совесть...».

Последняя мысль принадлежит самому Иосифу Абрамовичу Кассирскому. Немногие во все времена могли так сказать о себе: «мой самый беспощадный судья – моя собственная совесть».

Кассирский имел право так говорить: за его плечами была напряженная жизнь, до конца отданная любимому делу и людям, полное единство слова и дела, успех в осуществлении своих человеколюбивых планов. И, умирая, он мог вполне, подобно Льву Ландау, сказать: «Я неплохо прожил жизнь: мне почти все удалось!».

Заключение

Станет ли школа Кассирского «светом далекой звезды», легендой, отраженной в мемуарах или же продолжится в будущих поколениях врачей и ученых-медиков? Этот вопрос представляется сегодня главным, поскольку ныне большинство врачей и ученых-медиков давно отошли от принципов поведения, которые исповедовал И. А. Кассирский. Взамен сегодня мы часто слышим громкие слова о модернизации, об инновациях и прочих прорывах в замирающей жизни страны. Но подобные слова произносят лишь в микрофоны с высоких трибун. В повседневной же жизни звучат не фанфары, а тревога за будущее страны и ее людей. Уже неоднократно упоминавшаяся выше доктор медицинских наук, профессор Наталья Евгеньевна Андреева после слов о кристальной честности Иосифа Абрамовича обратилась к современности и с горечью произнесла: «У нас сегодня одни воры и вруны. Нам же все время врут. Нас обманывают. Любой чиновник. В телевизоре. В газете...».

Генрих Иосифович, сын И. А. Кассирского, был более сдержанным в эмоциях. Но в словах о современности – та же тоска: «Деградация сказывается на наиболее болевых точках. Знаете ли, если транспорт плохо работает – еще полбеды. Но удар по медицине – это удар по здоровью людей. Еще один удар – по культуре. По образованию – третий. А дальше речь можно вести о качестве нашего генофонда... Плеяда выдающихся людей, двигавших Россию по пути цивилизации, выдвигалась исключительно на личных способностях. Личность определяла очень многое. Были личности. Сейчас их нет. В этом-то все и дело».

Мы знаем, что без науки невозможен прогресс. Но наука невозможна без научной школы. А, в свою очередь, научная школа невозможна без личности.

Из приведенной последовательности получается логический вывод: без личности нет науки и потому никакие модернизации, инновации и прочее невозможны. Возможно только словоблудие на эти темы.

К сказанному остается добавить, пожалуй, только одно: да, нам нужны личности, но не всякая личность нам подходит, а лишь та, у которой есть «самый беспощадный судья – собственная совесть!».

Список литературы

1. **Бурова, Л. Ф.** Тропические болезни Средней Азии / Л. Ф. Бурова, И. А. Кассирский. – М. ; Ташкент, 1931.
2. **Кассирский, И. А.** Очерки гигиены жаркого климата в условиях Средней Азии / И. А. Кассирский. – Ташкент, 1935.
3. **Кассирский, И. А.** Рональд Росс и малярийная проблема / И. А. Кассирский. – М. ; Л. : Биомедгиз, 1938.
4. **Кассирский, И. А.** Жан-Доменик Ларрей и скорая помощь на войне / И. А. Кассирский. – М., 1939.
5. **Кассирский, И. А.** Очерки рациональной терапии малярии и некоторых других болезней / И. А. Кассирский. – М. : Медгиз, 1939.
6. **Кассирский, И. А.** Переливание крови / И. А. Кассирский. – М. ; Л. : Медгиз, 1940.
7. **Кассирский, И. А.** И. П. Павлов и его значение в медицине / И. А. Кассирский. – М. : Медгиз, 1941.
8. **Кассирский, И. А.** Клиника и терапия малярии / И. А. Кассирский. – М. : Медгиз, 1946.

9. **Кассирский, И. А.** Болезни крови и кроветворной системы / И. А. Кассирский, Г. А. Алексеев. – М. : Медгиз, 1948.
10. **Кассирский, И. А.** Проблемы и ученые / И. А. Кассирский. – М. : Медгиз, 1949.
11. **Кассирский, И. А.** Инфекционный гепатит / И. А. Кассирский. – М. : ЦИУ, 1949.
12. **Кассирский, И. А.** Лейкемоидные реакции / И. А. Кассирский. – М. : ЦИУ, 1951.
13. **Кассирский, И. А.** Очерки рациональной химиотерапии / И. А. Кассирский. – М. : Медгиз, 1951.
14. **Кассирский, И. А.** Клиническая гематология / И. А. Кассирский, Г. А. Алексеев. – М. : Медгиз, 1955.
15. **Кассирский, И. А.** Лекции о ревматизме / И. А. Кассирский. – М. : Медгиз, 1956.
16. **Кассирский, И. А.** Болезни жарких стран / И. А. Кассирский, Н. Н. Плотноков. – М. : Медгиз, 1959.
17. **Кассирский, И. А.** Аускультативная симптоматика приобретенных пороков сердца / И. А. Кассирский, Г. И. Кассирский. – М. : ЦИУ, 1961.
18. **Кассирский, И. А.** Клиническая гематология / И. А. Кассирский, Г. А. Алексеев. – Изд. 3-е. – М. : Медгиз, 1962.
19. **Кассирский, И. А.** Очерки и рассказы / И. А. Кассирский, Г. И. Кассирский. – М. : Русский путь, 2012.
20. **Воробьев, А. И.** И. А. Кассирский и его вклад в медицину / А. И. Воробьев. – М. : Медицина, 1988.
21. И. А. Кассирский и время. Воспоминания учеников и друзей / под ред. акад. А. И. Воробьева. – М. : Ньюдиамед-АО, 1988.
22. Академик И. А. Кассирский. К 110-летию со дня рождения / под ред. Г. И. Кассирского. – М. : Спутник+, 2007.
23. **Говзман, Л.** Свет далекой звезды / Л. Говзман. – М., 2010.
24. **Кассирский, Г. И.** Академик И. А. Кассирский. Жизнь, творчество, врачевание / Г. И. Кассирский. – М. : Русский путь, 2011.

References

1. Burova L. F., Kassirskiy I. A. *Tropicheskie bolezni Sredney Azii* [Tropical diseases of Middle Asia]. Moscow; Tashkent, 1931.
2. Kassirskiy I. A. *Ocherki gigieny zharkogo klimata v usloviyakh Sredney Azii* [Essays on hygiene of hot climate in conditions of Middle Asia]. Tashkent, 1935.
3. Kassirskiy I. A. *Ronal'd Ross i malyariynaya problema* [Ronald Ross and malaria problem]. Moscow; Leningrad: Biomedgiz, 1938.
4. Kassirskiy I. A. *Zhan-Domenik Larrey i skoraya pomoshch' na voyne* [Jean-Dominique Larrey and emergency at war]. Moscow, 1939.
5. Kassirskiy I. A. *Ocherki ratsional'noy terapii malyarii i nekotorykh drugikh bolezney* [Essays on rational therapy of malaria and several other diseases]. Moscow: Medgiz, 1939.
6. Kassirskiy I. A. *Perelivanie krovi* [Blood transfusion]. Moscow; Leningrad: Medgiz, 1940.
7. Kassirskiy I. A. I. P. *Pavlov i ego znachenie v meditsine* [Pavlov and his importance in medicine]. Moscow: Medgiz, 1941.
8. Kassirskiy I. A. *Klinika i terapiya malyarii* [Clinics and therapy of malaria]. Moscow: Medgiz, 1946.
9. Kassirskiy I. A., Alekseev G. A. *Bolezni krovi i krovetvornoy sistemy* [Blood and hemopoietic system diseases]. Moscow: Medgiz, 1948.
10. Kassirskiy I. A. *Problemy i uchenye* [Problems and teaching]. Moscow: Medgiz, 1949.

11. Kassirskiy I. A. *Infektsionnyy gepatit* [Viral hepatitis]. Moscow: TsIU, 1949.
12. Kassirskiy I. A. *Leykemoidnye reaktsii* [Leukemoid response]. Moscow: TsIU, 1951.
13. Kassirskiy I. A. *Ocherki ratsional'noy khimioterapii* [Essays on rational chemotherapy]. Moscow: Medgiz, 1951.
14. Kassirskiy I. A., Alekseev G. A. *Klinicheskaya gematologiya* [Clinical hepatology]. Moscow: Medgiz, 1955.
15. Kassirskiy I. A. *Lektsii o revmatizme* [Lectures on rheumatism]. Moscow: Medgiz, 1956.
16. Kassirskiy I. A., Plotnikov N. N. *Bolezni zharkikh stran* [Diseases of hot countries]. Moscow: Medgiz, 1959.
17. Kassirskiy I. A., Kassirskiy G. I. *Auskul'tativnaya simptomatika priobretennykh porokov serdtsa* [Auscultatory symptomatology of acquired valvular diseases]. Moscow: TsIU, 1961.
18. Kassirskiy I. A., Alekseev G. A. *Klinicheskaya gematologiya* [Clinical hematology]. Moscow: Medgiz, 1962.
19. Kassirskiy I. A., Kassirskiy G. I. *Ocherki i rasskazy* [Essays and stories]. Moscow: Russkiy put', 2012.
20. Vorob'ev A. I. *I. A. Kassirskiy i ego vklad v meditsinu* [I.A. Kassirsky and his contribution to medicine]. Moscow: Meditsina, 1988.
21. *I. A. Kassirskiy i vremya. Vospominaniya uchenikov i druzhey* [I.A. Kassirsky and time. Memoirs of apprentices and friends]. Ed. A. I. Vorob'ev. Moscow: N'yudiamed-AO, 1988.
22. *Akademik I. A. Kassirskiy. K 110-letiyu so dnya rozhdeniya* [Academician I. A. Kassirsky. 110th anniversary]. Ed. G. I. Kassirskiy. Moscow: Sputnik+, 2007.
23. Govzman L. *Svet dalekoy zvezdy* [Light of the distant star]. Moscow, 2010.
24. Kassirskiy G. I. *Akademik I. A. Kassirskiy. Zhizn', tvorchestvo, vrachevanie* [Academician I. A. Kassirsky. Life, works, medical activity]. Moscow: Russkiy put', 2011.

Левин Виталий Ильич

заслуженный деятель науки России,
доктор технических наук, профессор,
кафедра математики, Пензенский
государственный технологический
университет
(Россия, г. Пенза, пр. Байдукова, 1а)

E-mail: vilevin@mail.ru

Levin Vitaliy Il'ich

Honoured scientist of Russia, doctor
of engineering sciences, professor,
sub-department of mathematics,
Penza State Technological University
(1a Baydukova lane, Penza, Russia)

УДК 61(091)

Левин, В. И.

Из истории биологии и медицины. Профессор И. А. Кассирский / В. И. Левин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 4 (4). – С. 123–135.

Вниманию авторов!

Редакция журнала «Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки» приглашает специалистов опубликовать на его страницах оригинальные статьи, содержащие новые научные результаты в области биологии, химии, географии, истории естествознания, а также обзорные статьи по тематике журнала.

Статьи, ранее опубликованные, а также принятые к опубликованию в других журналах, редколлегией не рассматриваются.

Редакция принимает к рассмотрению статьи, подготовленные с использованием текстового редактора Microsoft Word for Windows версий не выше 2003.

Необходимо представить статью в электронном виде (VolgaVuz@mail.ru, дискета 3,5", CD-диск) и дополнительно на бумажном носителе в двух экземплярах.

Оптимальный объем рукописи 10–14 страниц формата А4. Основной шрифт статьи – Times New Roman, 14 pt через полуторный интервал. Тип файла в электронном виде – RTF.

Статья **обязательно** должна сопровождаться индексом УДК, краткой аннотацией и ключевыми словами **на русском и английском языках**.

Рисунки и таблицы должны быть размещены в тексте статьи и представлены в виде отдельных файлов (растровые рисунки в формате TIFF, BMP с разрешением 300 dpi, векторные рисунки в формате Corel Draw с минимальной толщиной линии 0,75 pt). Рисунки должны сопровождаться подрисовочными подписями.

Формулы в тексте статьи выполняются в редакторе формул Microsoft Word Equation, версия 3.0 и ниже. Символы греческого и русского алфавитов должны быть набраны прямо, нежирно; латинского – курсивом, нежирно; обозначения векторов и матриц – прямо, жирно; цифры – прямо, нежирно. Наименования химических элементов набираются прямо, нежирно. Эти же требования **необходимо** соблюдать и в рисунках. Допускается вставка в текст специальных символов (с использованием шрифтов Symbol).

В списке литературы **нумерация источников** должна соответствовать **очередности ссылок** на них в тексте ([1], [2], ...). Номер источника указывается в квадратных скобках. В списке указываются:

- для книг – фамилия и инициалы автора, название, город, издательство, год издания, том, количество страниц;
- для журнальных статей, сборников трудов – фамилия и инициалы автора, название статьи, полное название журнала или сборника, серия, год, том, номер, выпуск, страницы;
- для материалов конференций – фамилия и инициалы автора, название статьи, название конференции, время и место проведения конференции, город, издательство, год, страницы.

В конце статьи допускается указание наименования программы, в рамках которой выполнена работа, или наименование фонда поддержки.

К материалам статьи **должна** прилагаться информация для заполнения учетного листа автора: фамилия, имя, отчество, место работы и должность, ученая степень, ученое звание, адрес, контактные телефоны (желательно сотовые), e-mail.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Рукопись, полученная редакцией, не возвращается.

Редакция оставляет за собой право проводить редакторскую и доредакторскую правку текстов статей, не изменяющую их основного смысла, без согласования с автором.

Статьи, оформленные без соблюдения приведенных выше требований, к рассмотрению не принимаются.