

*Журнал «Научное обозрение.  
Биологические науки»  
зарегистрирован Федеральной службой  
по надзору в сфере связи, информационных  
технологий и массовых коммуникаций.  
Свидетельство ПИ № ФС77-57454*

**Импакт-фактор РИНЦ = 0,303**

ISSN 2500-3399

*Учредитель, издательство и редакция:  
ООО НИЦ «Академия Естествознания»*

*Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47  
Адрес редакции: 410056, Саратовская область,  
г. Саратов, ул. им. Чапаева В.И., д. 56*

**Founder, publisher and edition:  
LLC SPC Academy of Natural History**

**Post address: 105037, Moscow, p.o. box 47  
Editorial address: 410056, Saratov region,  
Saratov, Chapaev V.I. street, 56**

*Подписано в печать 28.09.2020  
Дата выхода номера 29.10.2020  
Формат 60×90 1/8*

*Типография  
ООО НИЦ «Академия Естествознания»,  
410035, Саратовская область,  
г. Саратов, ул. Мамонтовой, д. 5*

**Signed in print 28.09.2020  
Release date 29.10.2020  
Format 60×90 8.1**

**Typography  
LLC SPC «Academy Of Natural History»  
410035, Russia, Saratov region,  
Saratov, 5 Mamontovoi str.**

*Технический редактор Байгузова Л.М.  
Корректор Галенкина Е.С., Дудкина Н.А.*

*Тираж 1000 экз.  
Распространение по свободной цене  
Заказ НО 2020/3  
© ООО НИЦ «Академия Естествознания»*

Журнал «НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ» выходил с 1894 по 1903 год в издательстве П.П. Сойкина. Главным редактором журнала был Михаил Михайлович Филиппов. В журнале публиковались работы Ленина, Плеханова, Циолковского, Менделеева, Бехтерева, Лесгафта и др.

**Journal «Scientific Review» published from 1894 to 1903. P.P. Soykin was the publisher. Mikhail Filippov was the Editor in Chief. The journal published works of Lenin, Plekhanov, Tsiolkovsky, Mendeleev, Bekhterev, Lesgaft etc.**



**М.М. Филиппов (M.M. Philippov)**

С 2014 года издание журнала возобновлено  
Академией Естествознания

**From 2014 edition of the journal resumed  
by Academy of Natural History**

Главный редактор: Н.Ю. Стукова

**Editor in Chief: N.Yu. Stukova**

---

**НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ • БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**SCIENTIFIC REVIEW • BIOLOGICAL SCIENCES**

***www.science-education.ru***

**2020 г.**

---



***В журнале представлены научные обзоры,  
статьи проблемного  
и научно-практического характера***

***The issue contains scientific reviews,  
problem and practical scientific articles***

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

д.б.н., проф. Абдуллаев Абдуманон (Душамбе), д.т.н., к.ф.-м.н., проф. Айдосов Аллаярбек (Алматы), д.м.н., проф. Аксенова В.А. (Москва), д.м.н., проф. Аллахвердиев А.Р. (Баку), д.б.н., проф. Аллахвердиев С.Р. (Москва), д.м.н., проф. Ананьев В.Н. (Москва), д.т.н., проф. Артюхова С.И. (Омск), д.м.н., доцент Барышева Е.С. (Оренбург), д.б.н., к.с.-х.н., доцент Белоус О.Г. (Сочи), д.б.н., проф. Белых О.А. (Иркутск), д.м.н., проф. Бриль Г.Е. (Саратов), д.б.н., проф. Буданцев А.Ю. (Пушино), д.б.н., проф. Бударков В.А. (Вольгинский), д.б.н., проф. Ворсанова С.Г. (Москва), д.м.н. Гансбургский А.Н. (Ярославль), д.б.н. Гемеджиева Н.Г. (Алматы), д.м.н., проф. Герасимова Л.И. (Чебоксары), д.б.н., доцент Годин В.Н. (Москва), д.б.н., проф. Гречитаева М.В. (Белгород), д.с.-х.н., к.б.н., проф. Дементьев М.С. (Ставрополь), д.м.н., доцент Евстропов В.М. (Ростов-на-Дону), д.м.н. Извин А.И. (Тюмень), д.б.н. Кавцевич Н.Н. (Мурманск), д.б.н., проф. Калаев В.Н. (Воронеж), д.м.н., к.т.н., проф. Кику П.Ф. (Владивосток), д.б.н., доцент Князева О.А. (Уфа), д.м.н. Косарева П.В. (Пермь), д.б.н. Ларионов М.В. (Балашов), д.б.н. Лебедева С.Н. (Улан-Удэ), д.б.н., д.м.н. Медведев И.Н. (Москва), д.б.н. Мосягин В.В. (Курск), д.б.н. Околелова А.А. (Волгоград), д.с.-х.н., проф. Партоев Курбонали (Душамбе), д.б.н. Петраш В.В. (Санкт-Петербург), д.т.н. Похиленко В.Д. (Оболенск), д.м.н., проф. Пучиньян Д.М. (Саратов), д.б.н. Романова Е.Б. (Нижний Новгород), д.м.н. Самигуллина А.Э. (Бишкек), д.б.н., проф. Сафонов М.А. (Оренбург), д.м.н., проф. Сентюрова Л.Г. (Астрахань), д.б.н. Симонович Е.И. (Ростов-на-Дону), д.б.н. Смирнов А.А. (Магадан), д.б.н., проф. Соловых Г.Н. (Оренбург), д.м.н., проф. Сомова Л.М. (Владивосток), д.б.н., проф. Тамбовцева Р.В. (Москва), д.б.н., доцент Хацаева Р.М. (Москва), д.м.н., доцент Хворостухина Н.Ф. (Саратов), д.б.н. Хованский И.Е. (Хабаровск), д.б.н. Шабдарбаева Г.С. (Алматы), д.б.н., проф. Шалпыков К.Т. (Бишкек), д.б.н., проф. Юров И.Ю. (Москва)

## СОДЕРЖАНИЕ

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ (03.01.00, 03.02.00, 03.03.00)****СТАТЬЯ**

ВЛИЯНИЕ СМЕНЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ У СТУДЕНТОВ В ДИНАМИКЕ ОБУЧЕНИЯ

*Тупиневич Г.С., Шамратова В.Г.* ..... 7

**СТАТЬЯ**

ФАУНА ТАМНОБИОНТНЫХ И ХОРТОБИОНТНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ СЫРДАРЬЯ-ТУРКЕСТАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА

*Абдикасым А.А., Оспанова Г.С., Бозиатаева Г.Т., Турабаева Г.К.* ..... 13

**СТАТЬЯ**

БИОСИНТЕЗ ПИГМЕНТОВ В КЛЕТКАХ *DUNALIELLA SALINA* IPPAS D-294, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ИОНОЛОМ ПРИ УФ-В ОБЛУЧЕНИИ

*Али-Заде Г.И., Джалилова А.Р., Маггеррамова Х.Х., Алиев И.И., Гасанова Г.А.* ..... 18

**СТАТЬЯ**

ПРЕДСТАВИТЕЛИ КЛАССА НАСТОЯЩИЕ ПАПОРОТНИКИ (*POLYPODIOPSIDA*) В КОЛЛЕКЦИИ ОРАНЖЕРЕИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

*Раббонаева В.И., Рогужева Н.О.* ..... 24

**ОБЗОР**

ОРХИДНЫЕ ВЕРХОВАЖСКОГО РАЙОНА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ: СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ И ВОПРОСЫ ОХРАНЫ

*Левашов А.Н., Жукова Н.Н., Чхобадзе А.Б., Филиппов Д.А.* ..... 30

**СТАТЬЯ**

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МИКРОМИЦЕТОВ ТАЛАССКОЙ ДОЛИНЫ КЫРГЫЗСТАНА

*Бавланкулова К.Д., Мосолова С.Н., Корчубекова Т.А.* ..... 38

**СТАТЬЯ**

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПЧЕЛ И РАСТЕНИЯ

*Броварский В.Д., Турдалиев А.Т., Мирзахмедова Г.И.* ..... 43

**СТАТЬЯ**

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

*Кузиев Р.К., Собитов У.Т., Абдурахмонов Н.Ю., Мирсодиков М.М.* ..... 49

**СТАТЬЯ**

КИШЕЧНОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ УГЛЕВОДОВ ПРИ АЛЛОКСАНОВОМ ДИАБЕТЕ КРЫС

*Кучкарова Л.С., Рохимова Ш.О.* ..... 56

**СТАТЬЯ**

ПОЧВЫ УМЕРЕННОЙ СУББОРЕАЛЬНОЙ ПОДЗОНЫ ПУСТЫНИ УЗБЕКИСТАНА И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Разаков А.М., Гафурова Л.А.* ..... 61

**ОБЗОР**

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВАЛЛИСНЕРИИ СПИРАЛЬНОЙ  
(*VALLISNERIA SPIRALIS*) В ПРОЦЕССЕ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД

*Раимбеков К.Т., Илиязов Ж.И.* ..... 68

**СТАТЬЯ**

ГНИЛЬ СТВОЛА У СОСНЫ – МАРКЕР ПАТОГЕННЫХ ЗОН

*Рогозин М.В.* ..... 73

**СТАТЬЯ**

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИСПАРИТЕЛЬНОГО  
ПЕДОГЕОХИМИЧЕСКОГО БАРЬЕРА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ФЕРГАНЕ

*Юлдашев Г.Х., Рахимов А.Х.* ..... 78

**СТАТЬЯ**

ХАРАКТЕРИСТИКА БИРИКЧУЛЬСКОЙ КОЛОНИИ ЛАСТОЧЕК  
(ЮЖНАЯ СИБИРЬ, ДОЛИНА РЕКИ АСКИЗ)

*Асочаков А.А.* ..... 84

**СТАТЬЯ**

СТРУКТУРА ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ В СООБЩЕСТВАХ ЛИШАЙНИКОВ  
НА ДРЕВЕСНОМ И КАМЕНИСТОМ СУБСТРАТАХ

*Родникова И.М.* ..... 89

**СТАТЬЯ**

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ СРЕДНЕАЗИАТСКИХ  
КЛОПОВ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУРАХ НА ТЕРРИТОРИИ  
РЕКИ НИЖНЕЙ АМУДАРЬИ (*HETEROPTERA, PENTATOMIDAE, EURYDEMA*)

*Ганджаева Л.А., Абдуллаев И.И., Абдуллаева С.И.* ..... 94

**СТАТЬЯ**

ОСНОВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ ПОЯСА ТИПИЧНЫХ  
СЕРОЗЕМОВ И ИЗМЕНЕНИЯ ИХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

*Карабеков О.Г., Ташкузиев М.М.* ..... 101

**СТАТЬЯ**

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЧИВОСТИ РАЗМЕРОВ АССИМИЛЯЦИОННЫХ  
КЛЕТОК ХВОИ ВНУТРИ КЛОНОВ *PINUS SYLVESTRIS* L. В ЛЕСОСЕМЕННЫХ  
ПЛАНТАЦИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

*Туманик Н.В., Зверева Г.К.* ..... 108

---

**CONTENTS**
**BIOLOGICAL SCIENCES (03.01.00, 03.02.00, 03.03.00)**
**ARTICLE**

INFLUENCE OF CHANGE OF ECOLOGICAL SITUATION ON THE STATE  
OF THE CIRCULATORY SYSTEM IN STUDENTS IN THE DYNAMICS OF EDUCATION

*Tupinevich G.S., Shamratova V.G.* ..... 7

**ARTICLE**

FAUNA OF COLEOPTERA AND TIMEBOTH CHORTOBIONT SYRDARYA-TURKESTAN  
STATE REGIONAL NATURAL PARK

*Abdikasym A.A., Ospanova G.S., Bozshataeva G.T., Turabaeva G.K.* ..... 13

**ARTICLE**

PIGMENT BIOSYNTHESIS IN *DUNALIELLA SALINA* IPPAS D-294 CELLS MODIFIED  
BY IONOL UNDER UV-B IRRADIATION

*Ali-Zade G.I., Dzhililova A.R., Magerramova Kh.Kh., Aliev I.I., Gasanova G.A.* ..... 18

**ARTICLE**

THE CLASS TRUE FERNS (*POLYPODIOPSIDA*) IN THE COLLECTION  
OF THE CONSERVATORY OF THE SAMARA UNIVERSITY BOTANICAL GARDEN

*Rabbonaeva V.I., Roguleva N.O.* ..... 24

**REVIEW**

ORCHIDS IN VERKHOVAZHSKIY DISTRICT (VOLOGDA REGION, RUSSIA):  
STATE OF KNOWLEDGE AND CONSERVATION ISSUES

*Levashov A.N., Zhukova N.N., Czhabadze A.B., Philippov D.A.* ..... 30

**ARTICLE**

SPECIES DIVERSITY OF MICROMYCETES IN THE TALAS VALLEY OF KYRGYZSTAN

*Bavlankulova K.D., Mosolova S.N., Korchubekova T.A.* ..... 38

**ARTICLE**

EXPOSURE TO AMBIENT TEMPERATURE IN BEES AND PLANTS

*Brovarskiy V.D., Turdaliev A.T., Mirzakhmedova G.I.* ..... 43

**ARTICLE**

CHANGE OF SOIL PROPERTIES IN IRRIGATED AGRICULTURE

*Kuziev R.K., Sobitov U.T., Abdurakhmonov N.Yu., Mirsodikov M.M.* ..... 49

**ARTICLE**

INTESTINAL CARBOHYDRATE DIGESTION IN RAT ALLOXAN DIABETES

*Kuchkarova L.S., Rokhimova Sh.O.* ..... 56

**ARTICLE**

SOILS OF THE MODERATE SUBBOREAL SUBZONE THE DESERT  
OF UZBEKISTANE AND POSSIBILITY OF THEY USE

*Razakov A.M., Gafurova L.A.* ..... 61

**REVIEW**

POSSIBILITIES OF USING VALLISNERIA SPIRALIS IN THE PROCESS  
OF PHYTOREMEDIATION WASTE WATER

*Raimbekov K.T., Iliyazov Zh.I.* ..... 68

**ARTICLE**

TRUNK ROT IN PINE – THAT MARKER OF PATHOGENIC ZONES

*Rogozin M.V.* ..... 73

**ARTICLE**

GENETIC BASES FORMATION OF EVAPORATIVE PEDOGEOCHEMICAL BARRIER  
IN CENTRAL FERGANA

*Yuldashev G.Kh., Rakhimov A.Kh.* ..... 78

**ARTICLE**

CHARACTERISTICS OF THE BIRIKCHULSKY COLONY OF SWALLOWS  
(SOUTH SIBERIA, VALLEY OF ASKIZ RIVER)

*Asochakov A.A.* ..... 84

**ARTICLE**

GROWTH FORM STRUCTURE IN LICHEN COMMUNITIES  
ON BARK AND ROCK OUTCROPS

*Rodnikova I.M.* ..... 89

**ARTICLE**

ANALYSIS OF POPULATION DYNAMICS OF THE CENTRAL ASIAN BUGS  
ON AGRICULTURAL CROPS IN THE TERRITORY OF THE LOWER  
AMUDARYA RIVER (*HETEROPTERA*, *PENTATOMIDAE*, *EURYDEMA*)

*Gandzhaeva L.A., Abdullaev I.I., Abdullaeva S.I.* ..... 94

**ARTICLE**

THE MAIN CHEMICAL PROPERTIES OF HYDROMORPHIC SOILS OF THE BELT OF TYPICAL  
SEROZEMS AND THEIR CHANGES WHEN USED IN IRRIGATED AGRICULTURE

*Karabekov O.G., Tashkuziev M.M.* ..... 101

**ARTICLE**

COMPARATIVE EVALUATION OF VARIABILITY SIZES ASSIMILATION CELLS  
OF THE NEEDLES INSIDE THE *PINUS SYLVESTRIS* L. CLONES  
IN FOREST SEED PLANTATIONS OF THE ALTAI REGION

*Tumanik N.V., Zvereva G.K.* ..... 108

СТАТЬЯ

УДК 574.24:612.133

**ВЛИЯНИЕ СМЕНЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ  
НА СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ  
У СТУДЕНТОВ В ДИНАМИКЕ ОБУЧЕНИЯ**

**Тупиневич Г.С., Шамратова В.Г.**

*ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»,  
Уфа, e-mail: gali-tu@mail.ru*

Изучено влияние смены экологических условий и времени проживания в городе с развитой нефтехимической промышленностью на состояние системы кровообращения у студентов, прибывших на учебу из мест с различной экологической обстановкой, в динамике четырехлетнего обучения. Исследовались показатели артериального давления, частоты сердечных сокращений, минутный и систолический объемы кровообращения, общее периферическое сопротивление сосудов, вегетативный индекс Кердо, адаптационный потенциал, коэффициент выносливости и коэффициент экономичности кровообращения. В результате исследования были обнаружены гендерные особенности реакции сердечно-сосудистой системы на экологический фактор. Наиболее существенные изменения происходили в организме девушек. Было установлено, что учетные факторы достоверно ( $p < 0,05$ ) влияли на величину адаптационного потенциала и пульсового давления. Выявлено, что у девушек, проживавших все годы в промышленных районах с развитой нефтехимической и добывающей промышленностью, показатель адаптационного потенциала (АП) находился на более низком уровне по сравнению с другими группами. Самый высокий уровень АП был у девушек, прибывших из деревенской местности с благоприятной экологической обстановкой. Изучение динамики изменения пульсового давления (ПД) среди девушек, прибывших из районов с различной экологической обстановкой, показало, что у городских студенток резкое снижение ПД наблюдалось на 2-м курсе, в группе деревенских студенток падение показателя происходило на 4-м курсе. У юношей выявлено снижение систолического объема кровообращения (СОК) на старших курсах, причем у студентов, прибывших на учебу из деревень, показатель СОК к концу обучения был достоверно ниже, чем у городских студентов, что может расцениваться как начальный признак нарушения регуляции гемодинамики.

**Ключевые слова:** студенты, экологический фактор, время проживания, показатели гемодинамики, адаптационный потенциал

**INFLUENCE OF CHANGE OF ECOLOGICAL SITUATION ON THE STATE  
OF THE CIRCULATORY SYSTEM IN STUDENTS IN THE DYNAMICS OF EDUCATION**

**Tupinevich G.S., Shamratova V.G.**

*Bashkir State Medical University, Ufa, e-mail: gali-tu@mail.ru*

The influence of changes in the environmental conditions and residence time in a city with a developed petrochemical industry on the state of the circulatory system of students who arrived from places with different environmental conditions in the dynamics of four-year education was studied. We studied indicators of blood pressure, heart rate, minute and systolic blood circulation, total peripheral vascular resistance, vegetative Kerdo index, adaptive potential, endurance coefficient and the coefficient of profitability of blood circulation. As a result of the study, gender characteristics of the reaction of the cardiovascular system to the environmental factor were discovered. The most significant changes occurred in the body of the girls. It was found that these factors significantly ( $p < 0.05$ ) influenced the value of the adaptive potential and pulse pressure. It was revealed that among girls who lived all the years in industrial areas with developed petrochemical and extractive industries, the AP indicator was at a lower level compared to other groups. The highest level of adaptive potential (AP) was among girls who arrived from rural areas with favorable environmental conditions. A study of the dynamics of changes in pulse pressure (PP) among girls who came from areas with different environmental conditions showed that urban students showed a sharp decrease in PP in the 2nd year, in the group of village students the drop in the rate was in the 4th year. Young men showed a decrease in systolic blood circulation (SBC) in older years, and for students who arrived to study from villages, the SBC was significantly lower by the end of education than for urban students, which can be regarded as the initial sign of a violation of hemodynamic regulation.

**Keywords:** students, environmental factor, residence time, hemodynamic indicators, adaptive potential

Как известно, благополучие общества определяется состоянием здоровья населения, и в частности здоровьем молодежи [1]. При этом здоровье студенческой молодежи во время обучения в вузе зависит от множества факторов, которые условно можно разделить на две группы. Первая группа – это объективные факторы, непосредственно связанные с учебным процессом (продолжительность учебного дня, учебная нагрузка

ка, перерывы между занятиями и т.д.). Вторая группа факторов – это субъективные, личностные характеристики (режим питания, двигательная активность, наличие или отсутствие вредных привычек). Поскольку обучение студентов происходит, как правило, в крупных индустриальных городах с сильным техногенным загрязнением среды обитания, смена места с благоприятной экологической обстановкой на неблагопри-

ятные условия проживания также влияет на характер приспособительных компенсаторных механизмов в организме. Поэтому одной из актуальных проблем на сегодня остается выявление у студентов диапазона пластичности функциональных систем организма и их адаптационной перестройки по отношению к неблагоприятным факторам окружающей среды на фоне повседневной учебной деятельности.

Цель нашего исследования заключалась в изучении влияния смены экологической обстановки и времени проживания в городе с развитой нефтехимической промышленностью на состояние системы кровообращения у студентов, прибывших из мест с различной экологической обстановкой, в динамике четырехлетнего обучения.

### Материалы и методы исследования

Было обследовано 227 студентов обоего пола в возрасте от 17 до 22 лет (138 девушек и 89 юношей), клинически здоровых по результатам ежегодного диспансерного осмотра. Студенты были разделены на 3 группы в зависимости от места их проживания до начала учебы. Первую группу (городские) составили студенты, проживающие в столице или прибывшие из других крупных городов Республики Башкортостан с развитой нефтехимической, химической и добывающей промышленностью. Во вторую группу (сельские) вошли студенты, приехавшие из малых городов или сел, на территории которых расположены небольшие предприятия и заводы, не связанные с вредным производством. Третья группа (деревенские) состояла из студентов, приехавших из деревень с благоприятной экологической обстановкой. Данные группы распределялись в соответствии с экологической картой Республики Башкортостан.

У каждого студента определяли артериальное давление (АД), частоту сердечных сокращений (ЧСС), по показателям которых рассчитывался минутный (МОК) и систолический объем (СОК) кровообращения, общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС), вегетативный индекс Кердо (ВИК), адаптационный потенциал (АП), коэффициент выносливости (КВ) и коэффициент экономичности кровообращения (КЭК). Расчет показателей регуляции и резервных возможностей сердечно-сосудистой системы вычисляли общепринятыми методиками.

Величину СОК определяли по формуле Старра:

$$\text{СОК} = 90,97 + 0,54 \cdot \text{ПД} - 0,57 \cdot \text{ДАД} - 0,61 \cdot \text{В},$$

где СОК – систолический объем крови (мл), ПД – пульсовое давление, мм рт. ст.; ДАД –

диастолическое давление, мм рт. ст.; В – возраст, годы.

Минутный объем кровотока (МОК) – показатель насосной функции сердца, определяли по формуле  $\text{МОК} = \text{СОК} \cdot \text{ЧСС}$ .

Вегетативный индекс Кердо рассчитывали по формуле:

$$\text{ВИК} = (1 - \text{ДАД} / \text{ЧП}) \cdot 100\%,$$

где ДАД – диастолическое давление, мм рт. ст., ЧП – частота пульса, уд./мин.

Для оценки адаптационного потенциала (АП) использовали формулу:

$$\begin{aligned} \text{АП} = & 0,011 \cdot (\text{ЧП}) + 0,014 \cdot (\text{САД}) + \\ & + 0,008 \cdot (\text{ДАД}) + 0,014 \cdot (\text{В}) + \\ & + 0,009 \cdot (\text{М}) - 0,009 \cdot (\text{Р}) - 0,27; \end{aligned}$$

где АП – адаптационный потенциал системы кровообращения, в баллах; ЧП – частота пульса (уд./мин.); САД и ДАД – систолическое и диастолическое артериальное давление (мм рт. ст.); Р – рост (см); МТ – масса тела (кг); В – возраст (лет).

При  $\text{АП} < 2,1$  адаптация организма оценивается как удовлетворительная; АП от 2,11 до 3,2 указывает на напряжение механизмов адаптации; АП от 3,21 до 4,3 – адаптация оценивается как неудовлетворительная;  $\text{АП} > 4,3$  – указывает на срыв адаптации организма.

Коэффициент выносливости (КВ) определяли для анализа состояния ССС по формуле Кваса:

$$\text{КВ} = \text{ЧСС} \cdot 10 / \text{ПД},$$

где ЧСС – частота сердечных сокращений, уд./мин.; ПД – пульсовое давление, мм рт. ст. КВ равное 16 соответствует норме. Повышение КВ свидетельствует об ослаблении деятельности ССС, понижение КВ – об ее усилении.

Коэффициент экономизации кровообращения (КЭК) характеризует состояние функции ССС. КЭК определяли по формуле:

$$\text{КЭК} = (\text{САД} - \text{ДАД}) \cdot \text{ЧСС};$$

где САД – систолическое артериальное давление, мм рт. ст.; ДАД – диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.; ЧСС – частота пульса за 1 мин., уд./мин.

При хорошем состоянии здоровья КЭК составляет 2500–2600.

Общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС) рассчитывали по формуле:

$$\text{ОПСС} = (\text{АДср} \cdot 1333 \cdot 60) / \text{МОК};$$

где АДср. – среднее артериальное давление, мм рт. ст.; МОК – минутный объем кровообращения, мл/мин.



С помощью двухфакторного дисперсионного анализа определялось воздействие фактора времени проживания в индустриальном городе (4 градации, соответствующие году обучения) и экологического фактора (3 градации, соответствующие экологическим условиям местности проживания до начала учебы), а также их совместное влияние на показатели системы кровообращения. Для определения достоверности различий между сравниваемыми группами использовали t-критерий Стьюдента.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Проведенный анализ гемодинамических параметров и показателей резервных возможностей сердечно-сосудистой системы позволил установить у девушек достоверное ( $p < 0,05$ ) влияние факторов экологии и времени проживания в индустриальном городе на величину адаптационного потенциала. Совместное влияние двух факторов определяло пульсовое давление гемодинамики. У юношей было выявлено только достоверное влияние времени проживания на систолический объем крови.

На рис. 1 представлено варьирование показателей адаптационного потенциала (АП) у девушек в течение 4 лет проживания в индустриальном городе. Из рисунка видно, что хотя адаптационный потенциал находится в пределах нормы, но с начала учебной деятельности до 3-го курса происходил заметный рост величины АП. На наш взгляд, это связано с тем, что организм студентов адаптируется к двум стрессо-

вым факторам среды: к учебному процессу и к неблагоприятным воздействиям окружающей среды.

При оценке изменений данного показателя у студенток, прибывших на учебу из мест с различной экологической обстановкой, было выявлено, что у девушек, проживавших все годы в промышленных районах с развитой нефтехимической и добывающей промышленностью, показатель АП находился на более низком уровне по сравнению с другими группами. Самый высокий уровень АП наблюдался у девушек, прибывших из деревенской местности с благоприятной экологической обстановкой. Более детальный анализ динамики АП у девушек, прибывших из местностей с различной экологической обстановкой, представлен на гистограмме 1 (рис. 2).

Сравнение средних групповых значений показало, что влияние времени обучения значимо сказывалось на показателях АП во всех 3 группах обучающихся. Но если у деревенских девушек АП начинал достоверно увеличиваться уже на 2-м курсе, и к концу обучения он не изменился, то в группах городских (по сравнению с 1-м и 2-м курсом) ( $p < 0,05$ ) и сельских девушек (по сравнению со 2-м курсом) ( $p < 0,05$ ) эти изменения происходили на протяжении всего времени обучения, существенно изменяясь на 4-м курсе. Следовательно, адаптация сердечно-сосудистой системы к учебному процессу на фоне влияния экологических факторов у деревенских девушек начинала происходить раньше, чем у сельских и городских девушек.

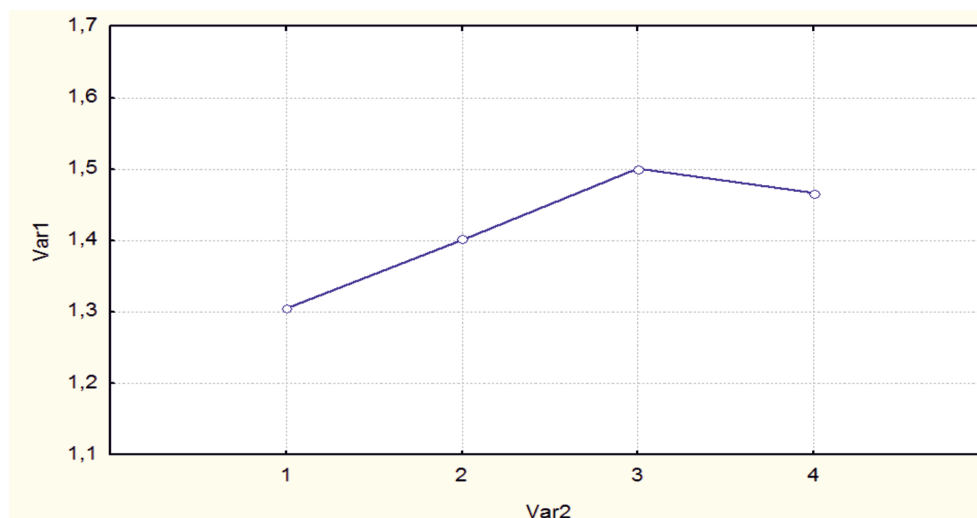


Рис. 1. Влияние времени проживания на АП девушек: Var1 – величины АП, Var2 – время проживания в индустриальном городе

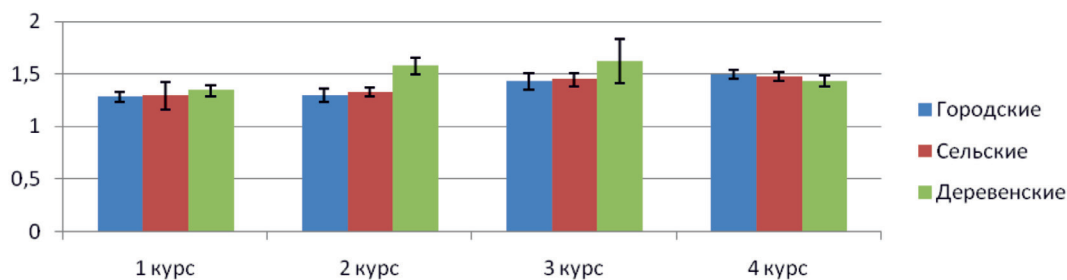


Рис. 2. Четырехлетняя динамика АП у девушек, прибывших на учебу из местностей с различной экологической обстановкой

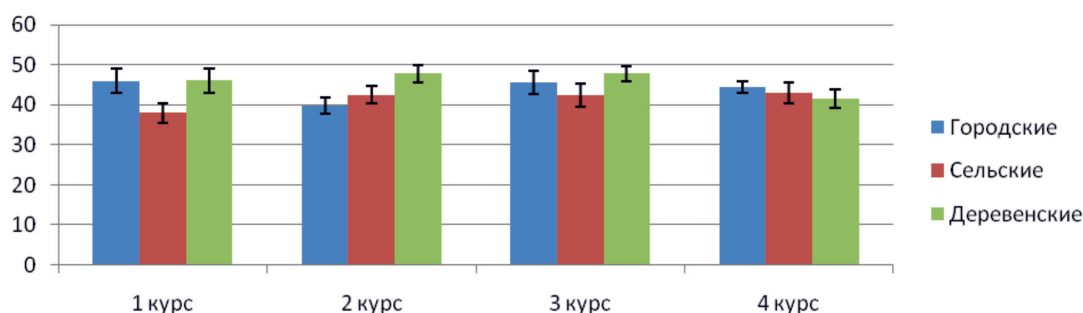


Рис. 3. Четырехлетняя динамика ПД у девушек, прибывших на учебу из местностей с различной экологической обстановкой

Изучение динамики изменения пульсового давления (ПД) среди девушек, прибывших из районов с различной экологической обстановкой, в течение 4 лет проживания в индустриальном городе показало противоположную направленность сдвигов в городских и деревенских группах. У городских студенток ПД резко снижалось на 2-м курсе и только затем наблюдался процесс нормализации данного показателя гемодинамики. В группе деревенских студенток падение показателя происходило на 4-м курсе.

Более детальный анализ динамики ПД у девушек, прибывших из местностей с различной экологической обстановкой, представлен на гистограмме 2 (рис. 3). Как видно из рисунка, у городских девушек показатель ПД претерпевает значительные колебания по сравнению с другими группами. Известно, что люди, родившиеся и постоянно проживающие на экологически неблагополучных территориях, по состоянию своего организма находятся ближе к нижнему пределу адаптационной нормы популяции, чем те, кто проживает на экологически благополучных территориях [2].

При сравнении динамики среднегрупповых значений обнаружилось, что у деревенских девушек показатель ПД на 2-м курсе достоверно выше, чем на 4-м. Колебания ПД у студенток 1–3-го курсов, прибывших из разных экологических местностей, являются существенными, однако на 4-м курсе наблюдается стабилизация показателя ПД у городских, сельских и деревенских студентов, что, возможно, отражает завершение процесса адаптации ССС к условиям промышленного города.

На рис. 4 представлено варьирование показателей систолического объема крови (СОК) у юношей, проживающих в течение 4 лет в индустриальном городе.

Из рисунка видно, что в период с 1-го по 2-й курсы величина СОК повышалась, что, по-видимому, связано с занятиями физической культурой в университете, которые вызывают повышение резервных возможностей сердечно-сосудистой системы. На 3-м курсе величина СОК значительно понизилась и в дальнейшем сохранялась на постоянном уровне, что может свидетельствовать об отсутствии физических и увеличении эмоционально-стрессовых нагрузок, ведущих к перенапряжению системы кровообращения.

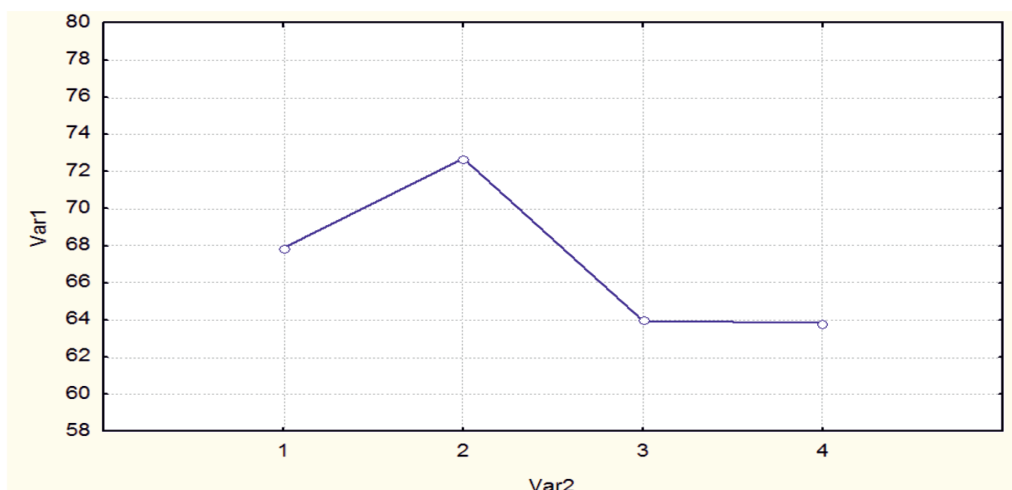


Рис. 4. Вариации СОК у юношей в разные годы:  
Var1 – величины СОК, Var2 – время проживания в индустриальном городе

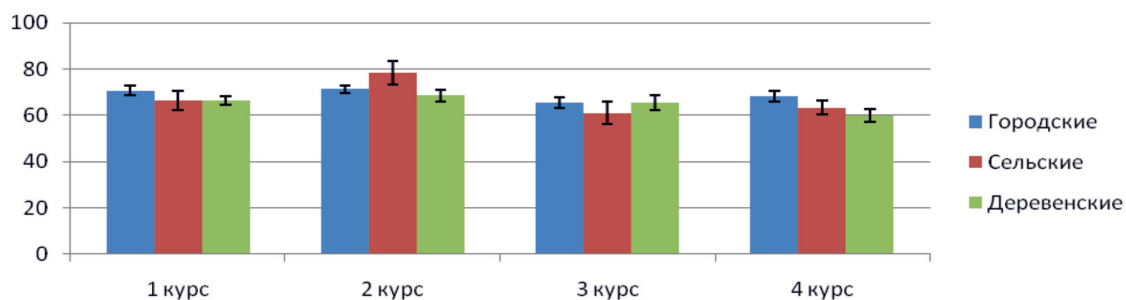


Рис. 5. Четырехлетняя динамика СОК у юношей, прибывших на учебу из местностей с различной экологической обстановкой

Более детальный анализ динамики СОК у юношей, прибывших на учебу из разных экологических местностей, показал, что наиболее высокие показатели СОК характерны для студентов 2-го курса, однако на 3-м курсе происходит спад показателя, и затем он стабилизируется на одном уровне. При учете экологической обстановки проживания студентов до поступления в вуз выяснилось, что только на 4-м курсе выявляются значимые отличия СОК: у студентов, прибывших на учебу из деревень, показатель СОК ниже, чем у городских студентов (рис. 5).

### Заклучение

Общепризнанно, что от состояния физического развития, функционирования органов и систем студентов зависит способность их организма сохранять устойчивость к экзогенным факторам и адаптироваться к меняющимся условиям внешней среды [3; 4]. Известно, что сердечно-сосуди-

стая система одной из первых подвергается нагрузке при воздействии любых стрессорных факторов, будь то негативное влияние окружающей среды, физические или психоэмоциональные нагрузки [5]. Изменение параметров кровеносной системы может расширять или же, наоборот, лимитировать адаптационные возможности организма, так как энергетический механизм занимает главное место в процессах адаптации [6]. Именно показатели гемодинамики являются универсальными индикаторами адаптационных процессов в организме, по которым можно прогнозировать не только его функциональное состояние, но и дальнейшее развитие его основных функциональных систем. В ходе проведенного исследования нами обнаружены гендерные особенности реакции сердечно-сосудистой системы на экологический фактор в зависимости от времени проживания в индустриальном городе. Более существенные изменения при воздействии этих факторов

происходили в организме девушек. Причем у девушек, проживавших все годы в промышленных районах с развитой нефтехимической и добывающей промышленностью, показатель АП находился на более низком, а у студенток, прибывших из деревенской местности с благоприятной экологической обстановкой, – высоким уровне. Изучение динамики пульсового давления показало снижение ПД у городских студентов на 2-м курсе, а в группе деревенских студенток – только на 4-м курсе. В отличие от девушек, у юношей было выявлено снижение СОК на старших курсах, причем у студентов, прибывших на учебу из деревень, данный показатель к концу обучения был ниже, чем у городских студентов, что может расцениваться как начальный признак нарушения регуляции гемодинамики.

#### Список литературы

1. Волкова М.А. Здоровье студентов как параметр качества образовательного процесса // Вестник ЮУрГУ. 2010. № 3. С. 70–78.
2. Суханов А.А. Теоретическое обоснование особенностей психологической адаптации населения экологически неблагоприятного региона // Ученые записки ЗабГУ. 2013. № 5 (52). С. 96–102.
3. Чеснокова В.Н., Мосягин И.Г. Сезонные изменения сердечного ритма у студентов с различными типами вегетативной регуляции в условиях Европейского Севера // Экология человека. 2010. № 3. С. 12–17.
4. Тупиневич Г.С., Шамратова В.Г. Адренореактивность эритроцитов как показатель физической выносливости организма // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/article/view?id=28261> (дата обращения: 25.08.2020).
5. Якунина Е.Н., Капилевич Л.В. Влияние занятий парным коллективным танцем на функциональное состояние системы кровообращения // Вестник Томского государственного университета. 2012. № 357. С. 179–181.
6. Анфиногенова О.И. Особенности адаптации студентов-первокурсников к условиям обучения в университете // Новые исследования. 2011. № 1 (26). С. 55–59.

СТАТЬЯ

УДК 595

**ФАУНА ТАМНОБИОНТНЫХ И ХОРТОБИОНТНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ СЫРДАРЬЯ-ТУРКЕСТАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА**

**Абдикасым А.А., Оспанова Г.С., Бозшатаева Г.Т., Турабаева Г.К.**

*Южно-Казахстанский государственный университет имени М. Ауэзова,*

*Шымкент, e-mail: ogsospan@mail.ru, bozshataeva69@mail.ru*

Представлен таксономический состав семейств жесткокрылых, а также данные по встречаемости тамнобионтных и хортобионтных видов в Сырдарья-Туркестанском государственном региональном природном парке. Так из выявленных 61 вида полужесткокрылых из 11 семейств, 56 видов из 10 семейств относятся к тамнобионтным и хортобионтным. Данные анализа встречаемости тамнобионтов и хортобионтов, обитающих в Сырдарья-Туркестанском ГРПП (в процентном соотношении), показали, что по численности видов на первом месте семейство Coccinellidae, представленное 19 видами (33%), на втором месте – семейство Chrysomelidae – 9 видами (16%), затем семейство Curculionidae – 8 видами (14%), и по порядку – семейство Meloidae – 6 видами (11%), семейство Tenebrionidae – 5 видами (9%), семейства Buprestidae и Scarabaeidae – каждое 3 видами (5%), а остальные 3 семейства представлены 1–2 видами. Пищевая специализация тамнобионтных и хортобионтных жесткокрылых, отловленных в Сырдарья-Туркестанском ГРПП, представлена следующим образом: к зоофагам относятся 19 видов, что составляет 31%, полифагам – 25 видов, соответственно 41%, широким олигофитофагам – 10 видов или 16%, узким олигофитофагам – 6 видов или 10% и монофагам – 1 вид, т.е. 2%. Установлено, что из кокцинеллид-энтомофагов к афидафагам относятся большинство – 14 видов (73,7%), тогда к кокцидофагам – 3 вида: *Exochomus flavipes* (Thunberg), *Chilocorus inornatis* (Weise), *Chilocorus renipustulatus* (L.G. Scrib), к полифагам соответственно 1 вид – *Coccinella septempunctata* (L.) и акарифагам также 1 вид – *Stethorus punctillum* (Weise).

**Ключевые слова:** тамнобионты, хортобионты, жесткокрылые, региональный природный парк, фауна

**FAUNA OF COLEOPTERA AND TIMEBOTH CHORTOBIONT SYRDARYA-TURKESTAN STATE REGIONAL NATURAL PARK**

**Abdikasym A.A., Ospanova G.S., Bozshataeva G.T., Turabaeva G.K.**

*M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent,*

*e-mail: ogsospan@mail.ru, bozshataeva69@mail.ru*

The taxonomic composition of Coleoptera families is presented, as well as data on the occurrence of tamnobiонт and hortobiont species in the Syrdarya-Turkestan state regional nature Park. Thus, out of the identified 61 species of Hemiptera, 11 families, 56 species from 10 families belong to tamnobiонт and hortobiont. Data analysis occurrence of cannabiol and hortobionts living in the Syrdarya-Turkestan GRP ( in %) showed that the number of species in the first place the family Coccinellidae, is represented by 19 species (33%), in second place – the family Chrysomelidae – 9 species (16%), followed by the Curculionidae family – 8 species (14%), and order – the family Meloidae – 6 species (11%), family Tenebrionidae – 5 species (9%), family Buprestidae and Scarabaeidae –each 3 species (5%), and the remaining 3 families are represented by 1-2 species. Food specialization timebooth and hortobiont beetles caught in Syrdarya-Turkestan GRP as follows: to sootaga include 19 kinds,accounting for 31%, polititian – 25 species, respectively 41%, wide oligothiophen 10 or 16%, narrow oligothiophen – 6 types or 10% and monofin – 1, i.e. 2%. It was found that the majority of coccinellidentomophages belong to afidaphages-14 species (73.7%), while coccidophages – 3 species: *Exochomus flavipes* (Thunberg), *Chilocorus inornatis* (Weise), *Chilocorus renipustulatus* (L.G. Scriba) to polyphages, respectively, 1 species – *Coccinellaseptempunctata* (L.) and acari-phages also 1 species – *stethoruspunctillum* (Weise).

**Keywords:** tamnobiонт, hortobiont, Coleoptera, Regional Natural Park, fauna

Основная цель Сырдарья-Туркестанского государственного регионального природного парка, состоящего из трех филиалов, – сохранение ландшафтов и биоразнообразия двух берегов реки Сырдарья и реки Арысь, хребта Боралдай. Вдоль реки Сырдарья встречаются хорошо сохранившиеся туранговые леса, занесенные в Красную книгу Казахстана.

В юго-западной части Туркестанской области, куда входят пустынные зоны, вдоль р. Сырдарья (Туркестанский филиал) выращивают бухарских оленей, подаренных главой государства в честь 1500-летия города

Туркестан. Природные условия расположенного в северной части области горного хребта Боралдай комфортны по всем показателям, богаты животными и растениями [1].

Тамнобионтные и хортобионтные жесткокрылые живут в разных биотопах регионального парка и играют важную роль в биологических процессах, происходящих в биогеоценозах. Среди определенных жесткокрылых много хищных и растительных видов.

Массовые скопления растительных видов могут вредить лесным насаждениям и сельскому хозяйству. Тогда как

хищные виды приносят пользу, регулируя количество вредителей в лесном и сельском хозяйстве [2].

Наши исследования проводились в районах Сырдарьинского, Туркестанского и Боралдайского филиалов Сырдарья-Туркестанского государственного регионального природного парка, Байыркумского лесного хозяйства, туранговых рощей, саксауловых лесов.

Цель исследования: определение видового состава тамнобионтных и хортобионтных жесткокрылых Сырдарья-Туркестанского государственного регионального парка.

Задачи: определение видового состава тамнобионтных и хортобионтных жесткокрылых, обитающих в Сырдарья-Туркестанском ГРПП; анализ результатов исследования с выводами.

Анализ сборов жесткокрылых за 2018–2019 гг. показал, что на территории Сырдарья-Туркестанского государственного регионального парка, обитает 61 вид из 11 семейств, из них 56 видов относятся к тамнобионтам и хортобионтам.

### Материалы и методы исследования

Материалом послужили сборы жуков в 2018–2019 гг. Обследование проводилось маршрутным методом. Во время сбора жесткокрылых использовались такие методы сбора, как кошение, ручной сбор, обтряхивание. Собраный материал определялся в лабораторных условиях [3, 4].

Видовое определение состава жуков, собранных на территории Сырдарья-Туркестанского государственного регионального природного парка, подтверждено ведущим специалистом отдела энтомологии института зоологии АН РК, к.б.н. П.А. Есенбековой.

### Результаты исследования и их обсуждение

Двухлетними исследованиями определен предварительный видовой состав тамнобионтных и хортобионтных жесткокрылых, населяющих Сырдарья-Туркестанский ГРПП. В табл. 1 отражены данные по таксономическому составу тамнобионтных и хортобионтных жесткокрылых.

**Таблица 1**  
Таксономический состав тамнобионтных и хортобионтных жесткокрылых Сырдарья-Туркестанского ГРПП

Семейство	Вид	Число видов
Buprestidae	<i>Julodis variolaris</i> (Pallas, 1773)	3
	<i>Agrilus ribesi</i> (Schaeffer, 1946)	
	<i>Acmaeoderella flavofasciata tschitscherini</i> (Semenov, 1895)	
Chrysomelidae	<i>Cassida nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	12
	<i>Entomoscelis adonidis</i> (Pallas, 1771)	
	<i>Cryptocephalus husericeus</i> (Linnaeus, 1758)	
	<i>Galerucatanaceti</i> (Linnaeus, 1758)	
	<i>Ischyronota elevata</i> (Reitter, 1890)	
	<i>Labidostomis lepida</i> (Lefevre, 1872)	
	<i>Chysolina herbacea</i> (Duftschmid, 1825)	
	<i>Chysolinapolita</i> (Linnaeus, 1758)	
	<i>Labidostomis beckeri</i> (Weise, 1881)	
	<i>Coptocephala unifasciata</i> (Scopoli, 1763)	
	<i>Chysolina fastuosa</i> (Scopoli, 1763)	
	<i>Clytra quadripunctata</i> (Linnaeus, 1758)	
Curculionidae	<i>Lixus ascanii</i> (Linnaeus, 1767)	8
	<i>Lixus cardui</i> (Olivier, 1807)	
	<i>Cionus olivieri</i> (Rosenschoeld, 1830)	
	<i>Cyphocleonus dealbatus</i> (Gmelin, 1790)	
	<i>Eusomus beckeri</i> (Tournier, 1874)	
	<i>Larinus syriacus</i> (Gyllenhal, 1836)	
	<i>Megamecus argentatus</i> (Gyllenhal, 1840)	
<i>Ceutorhynchus erysimi</i> (Fabricius, 1787)		
Tenebrionidae	<i>Tentyria nomas</i> (Pallas, 1781)	5
	<i>Gonocephalum pusillum</i> (Fabricius, 1791)	
	<i>Blaps halophila</i> (Fischer von Waldheim, 1822)	
	<i>Blaps rugosa</i> (Gebler, 1825)	
	<i>Blaps gigas</i> (Linnaeus, 1767)	

Окончание табл. 1		
Семейство	Вид	Число видов
Cerambycidae	<i>Echinocerus floralis</i> (Pallas, 1773)	2
	<i>Aegosomas cabricorne</i> (Scopoli, 1763)	
Melyridae	<i>Malachius aeneus</i> (Linnaeus, 1758)	1
Alleculidae	<i>Omophlus deserticola</i> (Kirsch, 1869)	1
Meloidae	<i>Euzonitis sexmaculata</i> (Oliver, 1789)	6
	<i>Mylabris quadripunctata</i> (Linnaeus, 1767)	
	<i>Epicauta erythrocephala</i> (Pallas, 1776)	
	<i>Mylabris calida</i> (Pallas, 1782)	
	<i>Mylabris crocata</i> (Pallas, 1782)	
	<i>Mylabris schrenki</i> (Gebler, 1841)	
Scarabaeidae	<i>Cetonia aurata</i> (Linnaeus, 1758)	3
	<i>Protaetia marginicollis</i> (Ballion, 1870)	
	<i>Oxythyrea cinctella</i> (Schaum, 1841)	
Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	19
	<i>Adonia variegata</i> (Goeze, 1777)	
	<i>Hippodamia undecimnotata</i> (Linnaeus, 1758)	
	<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	
	<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773)	
	<i>Exochomus flavipes</i> (Thunberg 1781)	
	<i>Adalia decempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	
	<i>Pullus subvillosus</i> (Goeze, 1777)	
	<i>Pullus suturalis</i> (Thunberg, 1795)	
	<i>Pullus testaceus</i> (Motschulsky, 1837)	
	<i>Scymnus nigrinus</i> (Kugelann, 1794)	
	<i>Chilocorus inornatis</i> (Weise, 1887)	
	<i>Chilocorus renipustulatus</i> (L.G. Scriba, 1791)	
	<i>Stethorus punctillum</i> (Weise, 1891)	
	<i>Propylaea quatuordecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)	
	<i>Coccidularufa</i> (Herbst, 1783)	
<i>Coccidula scutellata</i> (Herbst, 1783)		
<i>Hippodamia tredecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)		
<i>Anisosticta novemdecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)		
Bruchidae	<i>Bruchidius unicolor</i> (Olivier, 1775)	1
Всего:	11	61

Результаты изучения встречаемости тамнобионтных и хортобионтных видов жуков в Сырдарья-Туркестанском ГРПП приведены в табл. 2.

**Таблица 2**

Встречаемость видов тамнобионтов и хортобионтов Сырдарья-Туркестанского ГРПП в процентном соотношении

Семейство	Число видов	%
Vuprestidae	3	5
Chrysomelidae	9	16
Curculionidae	8	14
Tenebrionidae	5	9
Cerambycidae	2	3
Melyridae	1	2
Alleculidae	1	2
Meloidae	6	11
Scarabaeidae	3	5
Coccinellidae	18	33
Всего:	10	56

Данные по пищевой специализации тамнобионтных и хортобионтных видов жесткокрылых показаны в табл. 3. Среди них относятся к зоофагам – 19 видов (31%), полифитофагам – 25 видов (41%), широким олигофитофагам – 10 видов (16%), узким олигофитофагам – 6 видов (10%), монофагам – 1 вид (2%).

**Таблица 3**

Пищевая специализация тамнобионтных и хортобионтных видов жесткокрылых Сырдарья-Туркестанского ГРПП в процентном соотношении

Пищевая специализация	Число видов	%
Зоофаги	19	31
Полифитофаги	25	41
Широкие олигофитофаги	10	16
Узкие олигофитофаги	6	10
Монофитофаги	1	2
Всего	61	100

Как видно из табл. 1, доминирующим по видовому составу оказалось семейство Coccinellidae, представленное 19 видами. Известно, что кокцинеллиды относятся к наиболее эффективным энтомофагам многих вредителей лесного и сельского хозяйства, они уничтожают насекомых-вредителей на разных стадиях их развития, что важно, т.е. естественным образом регулируют их численность.

Долголетнее и неконтролируемое применение инсектицидов привело к ряду экологических проблем в окружающей среде и способствовало развитию биологического метода борьбы с вредителями.

Опыт использования хищных кокцинелл в биологической борьбе дал хорошие и обнадеживающие результаты в регуляции численности насекомых-вредителей, что способствовало развитию исследований в этом направлении. Так, подробному изучению видового состава и биологических особенностей кокцинелл, обитающих в юго-восточной части Казахстана, посвящены исследования Г.И. Савойской, ею были определены 133 вида по личинкам и 180 видов имаго коровок.

Г.И. Савойская установила, что *Coccinella septempunctata* L. питается более чем 13 видами тлей, уничтожая при этом ещё личинки цикад, листоблошек, трипсов, яйца и личинки некоторых чешуекрылых и жуков. У небольшого числа афидофагов кормовая специализация выражена достаточно хорошо. Так, *Adaliaa ciatopunctata* Fald. поедает лишь вязовых тлей (*Tinocallis saltans* Nev.), а *Brumus acobsoni* Var. – обитателей галлов зайсанского саксаула [5].

По литературным данным отмечается особая прожорливость кокцинелл. Так, имаго *Coccinella septempunctata* L. съедает за сутки от 125 до 175 личинок тлей разных видов, а личинка четвертого возраста – от 105 до 186 личинок тлей разных видов. Коровки *Adonia variegata* Goeze и *Adaliabi punctata* L. поедают в сутки от 120 до 150 и от 90 до 170 личинок тлей соответственно. При этом личинка четвертого возраста *Adonia variegata* Goeze уничтожает в течение суток от 85 до 160 личинок тлей, а личинка четвертого возраста *Adalia bipunctata* L. соответственно от 70 до 85 тлей [6].

Поэтому, в дальнейшем, изучение биологии, экологии и хозяйственная оценка кокцинелл, обитающих на территории Сырдарья-Туркестанского ГРПП, имеет большие перспективы для разработки биологического метода борьбы.

Кокцинелл, обитающих на территории данного природного парка, по при-

уроченности к разной растительности, можно разделить на следующие четыре экологические группы – дендро-гамнобионты, дендро-хортобионты, хортобионты, эврибионты. Так, в дендро-гамнобионтную экологическую группу можно отнести 4 вида кокцинелл, что составило 21,0% от 19 видов, отловленных на территории природного парка. К ним относятся – *Adalia bipunctata* (Linnaeus, 1758), *Adalia decempunctata* (Linnaeus, 1758), *Exochomus flavipes* (Thunberg 1781), *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773).

В дендро-хортобионтную экологическую группу входят 7 видов, т.е. 37% от всей фауны кокцинелл. К ним относятся: *Pullus subvillosus* (Goeze, 1777), *Pullus testaceus* (Motschulsky, 1837), *Pullus suturalis* (Thunberg, 1795), *Chilocorus renipustulatus* (L.G. Scriba, 1791.), *Scymnus nigrinus* (Kugelann, 1794), *Chilocorus inornatis* (Weise, 1887), *Stethorus punctillum* (Weise, 1891).

Хортобионтная экологическая группа включает 6 видов коровок, это составило 32,0% от исследуемой фауны кокцинелл. К ним можно отнести *Hippodamia undecimnotata* (Linnaeus, 1758), *Hippodamia tredecimpunctata* (Linnaeus, 1758), *Adonia variegata* (Goeze, 1777), *Coccidu larufa* (Herbs, 1783), *Coccidulas cutellata* (Herbst, 1783), *Anisostictano vemdecimpunctata* (Linnaeus, 1758).

В эврибионтную экологическую группу *Coccinella septempunctata* (Linnaeus, 1758) и *Propylaea quatuordecimpunctata* (Linnaeus, 1758), которые составили 10,0% от общей фауны кокцинелл, отмеченной на территории природного парка.

**Таблица 4**

Пищевая специализация кокцинелл-энтомофагов Сырдарья-Туркестанского ГРПП в процентном соотношении

Пищевая специализация	Число видов	%
Афидофаги	14	73,7
Кокцидофаги	3	15,8
Полифаги	1	5,25
Акарифаги	1	5,25
Всего	19	100

Кокцинелл-энтомофагов можно разделять на афидофагов, питающихся тлями; кокцидофагов, питающихся кокцидами, акарифагов, питающихся растительными паутиными клещами, и полифагов, питающихся другими различными насекомыми. Как показано в табл. 4, из 19 видов кокцинелл к афидофагам от-



носятся большинство – 14 видов (73,7%), тогда как к кокцидофагам – только 3 вида (*Exochomus flavipes* Thunberg, *Chilocorus inornatis* Weise, *Chilocorus renipustulatus* L.G. Scriba), к полифагам – 1 вид (*Coccinella septempunctata* L.) и акарифагам 1 вид – (*Stethorus punctillum* Weise).

### Выводы

Результаты исследований показали, что из выявленного 61 вида полужесткокрылых из 11 семейств, обитающих на территории Сырдарья-Туркестанского государственного регионального парка, 56 видов из 10 семейств относятся к тамнобионтным и хортобионтным. Данные анализа встречаемости тамнобионтов и хортобионтов, обитающих в Сырдарья-Туркестанском ГРПП (в процентном соотношении), показали, что по численности видов на первом месте семейство Coccinellidae, представленное 19 видами (33%), на втором месте – семейство Chrysomelidae – 9 видами (16%), затем семейство Curculionidae – 8 видами (14%), и по порядку – семейство Meloidae – 6 видами (11%), семейство Tenebrionidae – 5 видами – (9%), семейства Vuprestidae и Scarabaeidae – каждое представлено 3 видами (5%), а остальные 3 семейства представлены 1–2 видами.

Среди них относятся к зоофагам – 19 видов (31%), полифитофагам – 25 видов

(41%), широким олигофитофагам – 10 видов (16%), узким олигофитофагам – 6 видов (10%), монофагам – 1 вид (2%).

Из кокцинеллид-энтомофагов к афидафагам относятся большинство – 14 видов (73,7%), тогда как к кокцидофагам – только 3 вида: *Exochomus flavipes* (Thunberg), *Chilocorus inornatis* (Weise), *Chilocorus renipustulatus* (L.G. Scriba) – к полифагам соответственно 1 вид – *Coccinella septempunctata* L.) и акарифагам также 1 вид – *Stethorus punctillum* (Weise).

### Список литературы

1. Есенбекова П.А., Баймуратов Б.А. Краткий справочник видов беспозвоночных, встречающихся в дельте рек Сырдарья, Арысь, Боралдай природного парка Сырдарья-Туркестан. Шымкент. 2017. 107 с. (казахский).
2. Есенбекова П.А. Эколого-фаунистический обзор полужесткокрылых (Heteroptera) Казахстана // Tethys Entomological Research. 2010. Vol. XIX. С. 79–85.
3. Палий В.Ф. Методика изучения фауны и фенологии насекомых. Воронеж. 1970. 192 с.
4. Голуб В.Б., Цуриков М.Н., Прокин А.А. Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 339 с.
5. Абдикасым А.А., Оспанова Г.С., Бозшатаева Г.Т. Жизненные формы жуков-кокцинеллидов (Coleoptera, Coccinellidae) коммунального государственного учреждения Сырдарья-Туркестанского государственного регионального природного парка // Вестник науки Южного Казахстана. Шымкент, 2018. № 2. С. 259–261.
6. Тюмасева З.И. Кокцинеллиды Урала и сопредельных территорий. Челябинск: Челяб. гос. пед. ун-т, 2013. 210 с.

## СТАТЬЯ

УДК 576.3

**БИОСИНТЕЗ ПИГМЕНТОВ В КЛЕТКАХ *DUNALIELLA SALINA IPPAS D-294*, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ИОНОЛОМ ПРИ УФ-В ОБЛУЧЕНИИ****Али-Заде Г.И., Джалилова А.Р., Магеррамова Х.Х., Алиев И.И., Гасанова Г.А.***Бакинский государственный университет, Баку, e-mail: cayimhu@mail.ru*

В результате проведенных исследований представлена динамика роста популяции клеток *Dunaliella salina IPPAS D-294*, при различных хронических дозах ( $8,9 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup> –  $18 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup>) УФ-В облучения. Показано, что различные хронические дозы УФ-В излучения при интенсивно накопительном режиме культивирования в течение 24 часов значительно подавляют биопродуктивность водорослей – на 78–46%. Хронические дозы УФ-В излучения влияют на биосинтез пигментов в клетках, так, при дозах  $8,9 \cdot 10^3$  и  $11,8 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup> наблюдается повышение содержания хлорофилла *a* на 26% и 16% соответственно, и подавляется до уровня 66% при дозе  $18 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup>. В этих условиях в основном подавляется хлорофилл *b*, биосинтез суммы каротиноидов при этом увеличивается на 23% и 10% соответственно. Исследованы различные спиртовые растворы ионола и экспериментально установлено, что концентрации ионола 25 и 50 мкМ существенно не влияют на ростовые процессы популяции. Выявлено, что исследованный синтетический антиоксидант ионол (2,6 ди-*tert*-бутил крезол) является эффективным и перспективным препаратом для защиты популяции клеток *Dunaliella salina IPPAS D-294* от хронических доз УФ-В излучения. Ионол в концентрациях 25 и 50 мкМ проявляет защитную функцию (восстанавливает жизнеспособность и биопродуктивность водорослей), стимулирует биосинтез пигментов при выращивании клеток *Dunaliella salina IPPAS D-294* в условиях хронических доз УФ-В излучения. Несмотря на восстановление биопродуктивности в присутствии ионола, функциональная активность клеток, по показателям Хл*a*+Хл*b* / Кар, подавляется по отношению к контрольным клеткам.

**Ключевые слова:** зеленая микроводоросль *Dunaliella*, УФ-В излучение, биосинтез пигментов, биопродуктивность, синтетический антиоксидант ионол

**PIGMENT BIOSYNTHESIS IN *DUNALIELLA SALINA IPPAS D-294* CELLS MODIFIED BY IONOL UNDER UV-B IRRADIATION****Ali-Zade G.I., Dzhaliilova A.R., Magerramova Kh.Kh., Aliev I.I., Gasanova G.A.***Baku State University, Baku, e-mail: cayimhu@mail.ru*

As a result of the studies, the growth dynamics of the *Dunaliella salina IPPAS D-294* cell population is presented, at various chronic doses ( $8,9 \cdot 10^3$  Erg / mm<sup>2</sup> –  $18 \cdot 10^3$  Erg / mm<sup>2</sup>) of UV-B irradiation. It has been shown that various chronic doses of UV-B radiation in the intensively accumulative regime of cultivation for 24 hours significantly suppress the bio-productivity of algae 78-46%. Chromatic doses of UV-B radiation affect the biosynthesis of pigments in cells, for example, at doses of  $8,9 \cdot 10^3$  Erg / mm<sup>2</sup> and  $11,8 \cdot 10^3$  Erg / mm<sup>2</sup>, an increase in the chlorophyll content is observed by 26% and 16%, respectively, and is suppressed to 66% at a dose of  $18 \cdot 10^3$  Erg / mm<sup>2</sup>. Under these conditions, chlorophyll B is mainly suppressed, while the biosynthesis of the sum of carotenoids in this case increases by 23% and 10%, respectively. Various alcohol solutions of ionol were studied and it was experimentally established that ionol concentrations of 25 mkM and 50 mkM did not significantly affect the population growth processes. It was revealed that the studied synthetic antioxidant ionol (2.6 di-*tert*-butyl cresol) is an effective and promising drug for protecting the *Dunaliella salina IPPAS D-294* cell population from chronic doses of UV-B radiation. Ionol, at concentrations of 25 mkM and 50 mkM, exhibits a protective function (restores the viability and bio-productivity of algae) and stimulates the biosynthesis of pigments when growing *Dunaliella salina IPPAS D-294* cells under conditions of chronic doses of UV-B radiation. Despite the restoration of bioproductivity in the presence of ionol, the functional activity of cells, in terms of chl*a* + chl*b* / car, is suppressed in relation to control cells.

**Keywords:** *Dunaliella* green microalgae, UV-B radiation, pigment biosynthesis, bio-productivity, synthetic antioxidant ionol

Под воздействием экстремальных условий у различных представителей рода *Dunaliella* абсолютное содержание всех пигментов в клетках при увеличении концентрации осмотически действующих солей, недостатке биогенных элементов, повышении и понижении температуры, как правило, увеличивается [1–3]. В экстремальных условиях существования в клетках всех видов *Dunaliella* наблюдается тенденция уменьшения абсолютного содержания хлорофиллов *a* и *b* и их суммы.

Стражалка К. и др. (2003) экспериментально доказали, что количество и соотно-

шение пигментов в биомассе изменяется в процессе роста культуры. При этом в период интенсивного роста микроводорослей синтезируется максимальное количество всех пигментов [4]. По данным Alizadeh G.I. et al. (2019) и Ejaz A. et al. (2017), абсолютное содержание каротинов в клетках *Dunaliella salina* уменьшается во время логарифмической фазы роста культуры [5; 6]. В своих исследованиях Масюк Н.П. (1973) накопление каротинов обнаружил лишь при переходе культуры в стационарную фазу [1]. Поэтому мы эксперименты проводили в течение 24 часов в интенсивно накопительном ре-

жиме культивирования, где только достигается стационарная фаза роста.

Группой исследователей было показано, что растения обычно обладают высоким уровнем антиокислительной активности и, как правило, содержат большое количество антиоксидантов различной химической природы [7–9], нам хотелось также исследовать в какой степени ионол (классический синтетический антиоксидант) минеральной среды выращивания может влиять на биосинтез каротиноидов и хлорофиллов в клетках *Dunaliella salina* в условиях хронических доз УФ-В облучения [10–12].

Цель исследования: изучение влияния различных хронических доз УФ-В на рост и биосинтез пигментов в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, а также модифицированных ионолом в интенсивно накопительном режиме культивирования.

#### Материалы и методы исследования

Объектом исследования служила галофильная зеленая микроводоросль *Dunaliella salina* IPPAS D-294, выделенная из соленого озера Масазыр, находящегося на северо-западе территории города Баку.

В условиях хронических доз УФ-В излучения водоросли выращивали при 27 °С в фотореакторах (250 мл), из обычного (контрольные суспензии) и кварцевого (опытные суспензии) стекла, на установке типа УВКВ (установка для выращивания культур одноклеточных водорослей). Источником УФ-В излучения служила ртутная лампа СВД-120. Хроническое УФ-В облучение клеток проводили круглосуточно, с помощью часового механизма. Минеральная среда содержала (г/л): NaCl – 87,5 (1,5 М); KNO<sub>3</sub> – 5,0; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 1,25; MgSO<sub>4</sub> – 50; FeSO<sub>4</sub> – 0,009 раствор микроэлементов (мг/л) – Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>•H<sub>2</sub>O – 735; H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> – 735; ZnSO<sub>4</sub>•7H<sub>2</sub>O – 615; (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> – 100; MnCl<sub>2</sub>•4H<sub>2</sub>O – 180. Суспензию клеток в фотореакторах в течение 24 часов освещали белым светом (16 Вт/м<sup>2</sup>) и непрерывно продували смесью (воздух + 1,0% CO<sub>2</sub>) с температурой 25 °С. Клетки выращивали в течение 24 часов в интенсивно накопительном режиме культивирования и освещали круглосуточно. Рост культуры определяли периодическим подсчетом числа клеток в камере Горяева под микроскопом или нефелометрически, измерением оптической плотности суспензии на фотозлектроколориметре.

Для определения пигментов брали 10 мл (с точно определенной оптической плотностью) суспензии, центрифугировали при 6000 об/мин в течение 4–5 минут. Осадок ресуспендировали в 5 мл 100% ацетона,

вытяжка была прозрачной, а на дне пробирки выпадал белый осадок. Определение концентрации хлорофиллов *a* и *b* и суммы каротиноидов в общей смеси пигментов проводили на спектрофотометре.

Содержание пигментов в клеточных экстрактах (100% ацетон) измеряли на спектрофотометре и рассчитывали на основании коэффициентов Ветштейна [12].

В работе был использован синтетический антиоксидант 2,6 ди-*трет*-бутил крезол (ионол) в концентрациях 25 и 50 мкМ.

Ионол (М.в. 220,35 г/моль) в чистом виде порошок белого цвета, хорошо растворим в этиловом спирте. В суспензию клеток добавляли синтетический антиоксидант с фиксированной концентрацией (25 мкМ; 50 мкМ) и выращивали в течение 24 часов.

#### Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 представлены результаты динамики роста популяции клеток *Dunaliella salina* IPPAS D-294, выращенных в интенсивной культуре при различных хронических дозах (8,9\*10<sup>3</sup> – 18\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup>) УФ-В облучения. Как видно из рисунка, хронические дозы 8,9\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В излучения подавляют рост культуры до 78% от контрольных суспензий. Увеличение хронической дозы УФ-В излучения до 11,8\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup> снижает показатели роста и конечной биопродуктивности до 71%. Хронические дозы УФ-В излучения 18\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup> приводят к резкому снижению 46% роста культуры водорослей. На основании полученных результатов установлено, что различные хронические дозы УФ-В излучения при интенсивно накопительном режиме культивирования в течение 24 часов значительно подавляют биопродуктивность водорослей в исследованных условиях.

Интересно было установить количественные показатели биосинтеза пигментов клетками *Dunaliella* в этих условиях выращивания. На рис. 2 представлены показатели биосинтеза пигментов в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, выращенных при различных хронических дозах УФ-В облучения.

Как видно из рис. 2, УФ-В излучение влияет на биосинтез пигментов в клетках, так, при хронических дозах 8,9\*10<sup>3</sup> и 11,8\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup> наблюдается повышение содержания хлорофилла *a* на 26% и 16% соответственно, и подавляется до уровня 66% при дозе 18\*10<sup>3</sup> Эрг/мм<sup>2</sup>. В этих условиях в основном подавляется хлорофилл *b*, биосинтез суммы каротиноидов при этом увеличивается на 23% и 10% соответственно. Показатели биосинтеза суммы

каротиноидов согласуются с нашими ранее полученными данными [2]. Параметр, характеризующий энергизацию фотосинтетических мембран [13]  $X_{ла} + X_{лв} / K_{ар}$  при увеличении дозы хронического УФ-В излучения уменьшается. Уменьшение этого параметра свидетельствует о подавлении фотосинтетической активности водорослей при действии хронического УФ-В излучения. Защита популяции клеток *Dunaliella* от хронических доз УФ-В излучения различными синтетическими антиоксидантами и их участие в резистентности популяции является актуальной. Для выявления пригодности синтетического антиоксиданта ионола для защиты популяции клеток от хронических доз УФ-В излучения были проведены следующие предварительные экспериментальные работы. Исследованы различные спиртовые растворы ионола, которые не влияли на темп роста и биопродуктивность культуры в интенсивно накопительном режиме. Экспериментально установлено, что концентрации ионола 25 и 50 мкМ существенно не влияют на ростовые процессы популяции. В присутствии каждой 25 мкМ и 50 мкМ в отдельности концентрации синтетического антиоксиданта в минеральной среде проведены исследования по выращиванию водорослей в течение 24 часов при хронической дозе  $8,9 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup> (рис. 3).

Как видно из рис. 3, динамика роста культуры при хронической дозе УФ-В из-

лучения ( $8,9 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup>) подавляется до 78% (К). В присутствии ионола (25 мкМ) рост популяции через 24 часа устанавливается на уровне 97% (19%-ное увеличение биопродуктивности). Увеличение концентрации синтетического антиоксиданта (50 мкМ) сохраняет биопродуктивность на уровне 87% (9%-ное увеличение биопродуктивности). Таким образом, исследованный синтетический антиоксидант ионол (2,6 ди-*m*-*tert*-бутил крезол) является эффективным и перспективным препаратом для защиты популяции клеток *Dunaliella salina* IPPAS D-294 от хронических доз УФ-В излучения. Интересным было выявление количественных показателей биосинтеза пигментов клетками в присутствии синтетических антиоксидантов в минеральной среде.

На рис. 4 представлены результаты показателей биосинтеза пигментов в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, выращенных при различных хронических дозах УФ-В облучения в присутствии 25 мкМ ионола. Как видно из рисунка, в присутствии синтетического антиоксиданта хлорофилл *a* в клетках остается на высоком уровне по отношению к клеткам, выращенным в отсутствие ионола (рис. 2). Хлорофилл *b* в этих условиях увеличивается с повышением хронической дозы УФ-В излучения. Без синтетического антиоксиданта в клетках подавляется синтез хлорофилла *b* (рис. 2).

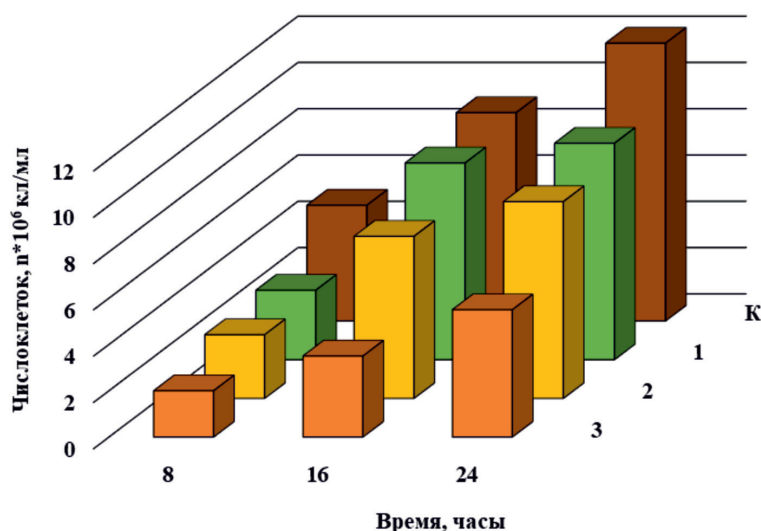


Рис. 1. Динамика роста популяции клеток *Dunaliella salina* IPPAS D-294 при различных хронических дозах УФ-В облучения:

1.  $8,9 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В излучения.
2.  $11,8 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В излучения.
3.  $18 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В излучения.

Температура 27 °С, интенсивность света 16 Вт/м<sup>2</sup>

Сумма каротиноидов также увеличиваются во всех экспериментах с хроническими дозами УФ-В излучения и в присутствии ионола. Параметр, характеризующий энер-

гизацию фотосинтетических мембран Хла + Хлв / Кар, подавляется при увеличении хронической дозы УФ-В излучения в присутствии ионола.

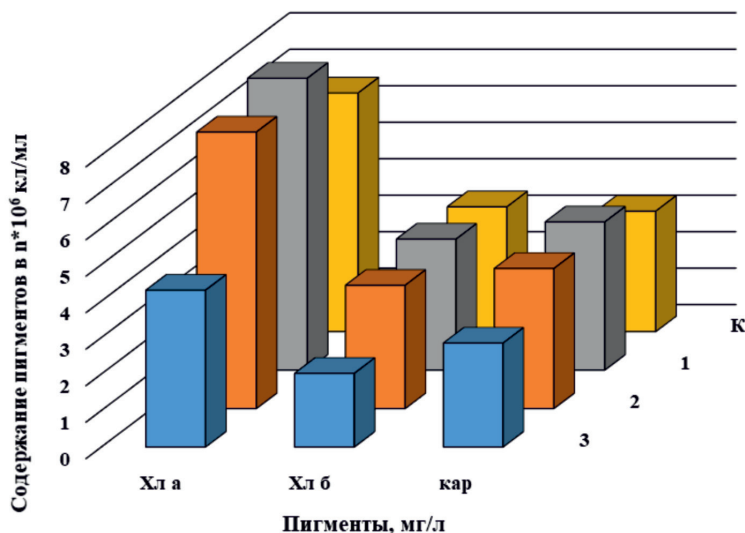


Рис. 2. Содержание пигментов в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, выращенных при различных хронических дозах УФ-В облучения:

1.  $8,9 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В излучения.
2.  $11,8 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В излучения.
3.  $18 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В излучения.

Температура 27°C, интенсивность света 16 Вт/м<sup>2</sup>

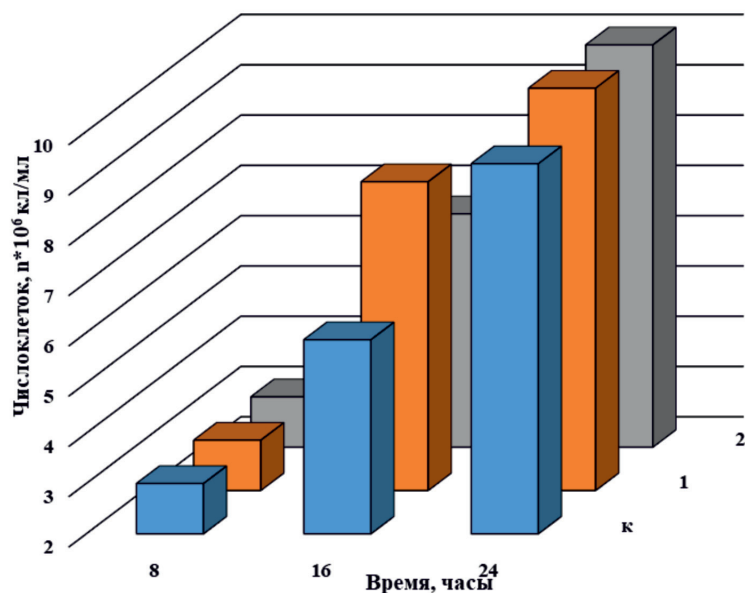


Рис. 3. Динамика роста популяции клеток *Dunaliella salina* IPPAS D-294 при хронической дозе  $8,9 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В облучения и в присутствии различных концентраций синтетического антиоксиданта ионола:

1. 25 мкМ ионола.
2. 50 мкМ ионола.

Температура 27°C, интенсивность света 16 Вт/м<sup>2</sup>

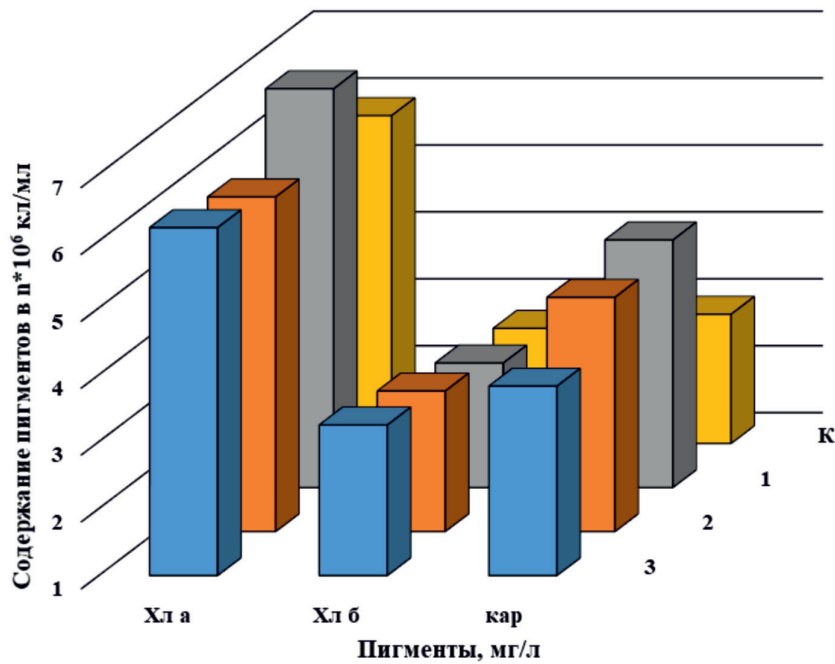


Рис. 4. Содержание пигментов в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, выращенных при различных хронических дозах УФ-В облучения в присутствии 25 мкМ ионола:

1.  $8,9 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В излучения.
2.  $11,8 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В излучения.
3.  $18 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В излучения.

Температура 27°C, интенсивность света 16 Вт/м<sup>2</sup>

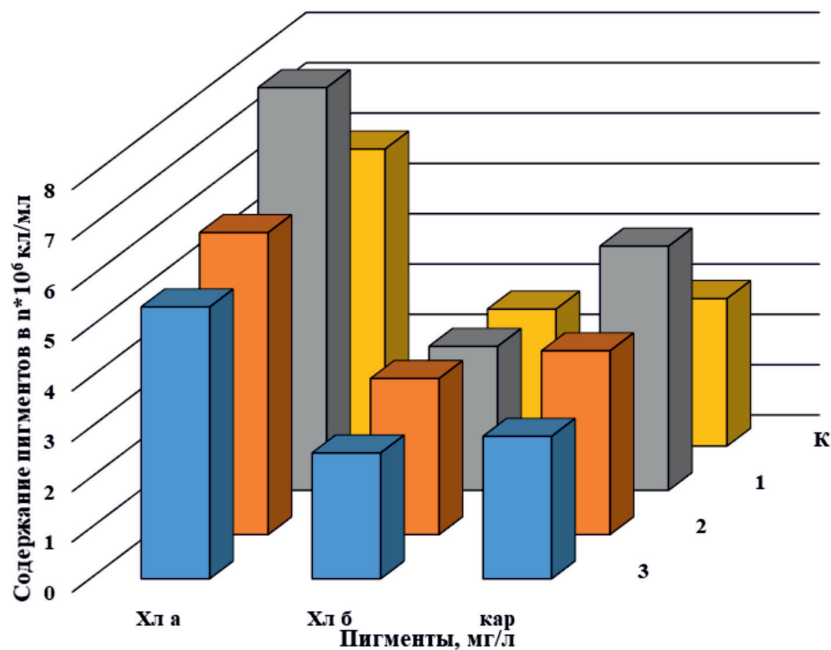


Рис. 5. Содержание пигментов в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, выращенных при различных хронических дозах УФ-В облучения в присутствии 50 мкМ ионола:

1.  $8,9 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В.
2.  $11,8 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В.
3.  $18 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В.

Температура 27°C, интенсивность света 16 Вт/м<sup>2</sup>

Данные содержания пигментов в клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, выращенных при различных хронических дозах УФ-В облучения в присутствии 50 мкМ ионола, представлены на рис. 5. Как видно из рисунка, увеличение концентрации синтетического антиоксиданта заметно проявляет защитную функцию популяции клеток от хронического действия УФ-В излучения при дозах  $8,9 \cdot 10^3$  –  $11,8 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup> УФ-В излучения, при высокой ( $18 \cdot 10^3$  Эрг/мм<sup>2</sup>) хронической дозе УФ-В излучения биосинтез пигментов подавляется.

Таким образом, синтетический антиоксидант ионол, в концентрациях 25 и 50 мкМ, проявляет защитную функцию (восстанавливает жизнеспособность и биопродуктивность водорослей), стимулирует биосинтез пигментов при выращивании клеток *Dunaliella salina* IPPAS D-294 в условиях хронических доз УФ-В излучения. Несмотря на восстановление биопродуктивности в присутствии ионола, функциональная активность клеток, по показателям Хла + Хлв / Кар, подавляется по отношению к контрольным клеткам.

#### Список литературы

1. Масюк Н.П. Морфология, систематика, экология географическое распространение рода *Dunaliella* Teod. // Киев: Наукова думка, 1973. 244 с.
2. Али-заде Г.И., Зейналова Н.М. Алиев И.И. Магеррамова Х.Х. Адаптивная реакция клеток *Dunaliella* на действие стрессоров разной природы // Известия НАНА, серия биологическая. 2014. № 69 (1). С. 128–133.
3. Сарбаева Е.В., Воскресенская О.Л. Некоторые аспекты устойчивости туи западной в городских экосистемах. 2008. [Электронный ресурс]. URL: <https://marsu.ru/science/libr/resours/thuja/g15.html> (дата обращения 22.05.2020).
4. Стражалка К., Костецка-Гугула А., Латовски Д. Каротиноиды растений и стрессовое воздействие окружающей среды: роль модуляции физических свойств мембран каротиноидами // Физиология растений. 2003. Т. 50. № 2. С. 188–193.
5. Alizadeh G.I., Suleymanova Z.M., Jalilova A.R., Aliev I.I., Kh.Kh. Magerramova. The stability of functional activity in *Dunaliella Salina* IPPAS-294 cells modified by synthetic antioxidants in conditions of low temperature stress and high salinity. European Journal of Biotechnology and Bioscience. 2019. Vol 7. Issue 5. P. 16–20.
6. Ejaz A., Arshad M., Zakriyya Khan M., Shoaib Amjad M., Mehreen Sadaf H., Riaz I., Sabir S., Ahmad N., Sabaon «Secondary metabolites and their multidimensional prospective in plant life». Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2017. Vol. 6. № 2. P. 205–214.
7. Saha S.K., Kazipet N., Murray P. The Carotenogenic *Dunaliella salina* CCAP 19/20 Produces Enhanced Levels of Carotenoid under Specific Nutrients Limitation. BioMed Research International. Volume 2018. Article ID 7532897. 11 p.
8. Hamid S., Sibi G. Antioxidant System Response in Green Microalga *Chlorococcopsis minuta* Against Nutrient Stress in Growth Media. Asian Journal of Biological Sciences. 2018. Vol. 11 (4). P. 210–216.
9. Andrea L. White, Leland S. Jahnke. Contrasting Effects of UV-A and UV-B on Photosynthesis and Photoprotection of  $\beta$ -carotene in two *Dunaliella* spp. Plant and Cell Physiology. 2002. Vol. 43. Issue 8. P. 877–884. DOI: 10.1093/pcp/pcf105.
10. Алинкина Е.С., Мишарина Т.А., Фаткулина Л.Д., Бурлакова Е.Б. Сравнение антирадикальной активности ионола, компонентов свежего имбиря и его экстрактов // Прикладная биохимия и микробиология. 2012. Т. 48. № 5. С. 564–569.
11. Kirst H., Gabilly S.T., Niyogi K.K., Lemaux P.G., Melis A. Photosynthetic antenna engineering to improve crop yields. Planta. 2017. № 245. P. 1009–1020. DOI: 10.1007/s00425-017-2659-y.
12. Kolupaev Yu.E., Gorelova E.Y., Hawk T.A. Bulletin of Kharkiv national agrarian University series biology. Mechanisms of plant adaptation to hypothermia: the role of the antioxidant system. 2018. vol. 1 (43). P. 6–33.
13. Fox G.E., Stackebrandt E., Hespell R.B. et al. The phylogeny of prokaryotes. Science. 1980. № 309. P. 457–463.

## СТАТЬЯ

УДК 58:006

**ПРЕДСТАВИТЕЛИ КЛАССА НАСТОЯЩИЕ ПАПОРОТНИКИ  
(POLYPODIOPSIDA) В КОЛЛЕКЦИИ ОРАНЖЕРЕИ  
БОТАНИЧЕСКОГО САДА САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Раббонаева В.И., Рогулева Н.О.**

*Ботанический сад ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Ботанический сад Самарского университета),  
Самара, e-mail: strona@yandex.ru*

Класс *Polypodiopsida* Cronquist, Takht. & W. Zimm – это процветающий и широко распространённый класс сосудистых растений, большинство представителей которого обитают во влажных тропических и субтропических лесах. Папоротники занимают значительное место в коллекциях закрытого грунта ботанических садов по всему миру и в оранжерее Ботанического сада Самарского университета. В статье содержатся данные об инвентаризации коллекции папоротников, проведённой сотрудниками оранжереи в 2018–2019 гг. Приводится общая характеристика класса *Polypodiopsida*. Даются сведения по использованию папоротников в медицине, фитодизайне и кулинарии. Статья содержит краткое описание 56 таксонов из 10 семейств и 21 рода, с указанием номенклатуры по международным принятым стандартам с использованием баз данных The Plant List и U.S. National Plant Germplasm System. Приводятся сведения о природных местах обитания и жизненных формах коллекционных растений, по данным Catalogue of Life и World Ferns. Обсуждаются проблемы вегетативного и генеративного размножения теплолюбивых папоротников в условиях оранжереи. Приводятся сведения по спороношению коллекционных видов в условиях оранжереи Ботанического сада Самарского университета.

**Ключевые слова:** класс *Polypodiopsida*, коллекция оранжерей Ботанического сада Самарского университета, жизненные формы, природные места обитания, размножение

**THE CLASS TRUE FERNS (POLYPODIOPSIDA) IN THE COLLECTION  
OF THE CONSERVATORY OF THE SAMARA UNIVERSITY BOTANICAL GARDEN**

**Rabbonaeva V.I., Roguleva N.O.**

*Samara National Research University, Botanical Garden, Samara, e-mail: strona@yandex.ru*

The class *Polypodiopsida* Cronquist, Takht. & W. Zimm is a thriving and widespread class of vascular plants, most of which live in tropical and subtropical rain forests. Ferns are abundantly represented in the indoor collections of Botanical gardens around the world and in the greenhouses of the Botanical Garden of Samara University. The article contains data on the inventory of the collection of ferns conducted by employees of the greenhouse in the years of 2018-2019. The general characteristic of the class *Polypodiopsida* is given. Information about the use of ferns in medicine, phytodesign and cooking is given. The article contains a brief description of 56 taxa from 10 families and 21 genera, indicating the nomenclature according to internationally accepted standards based on The Plant List and the U.S. National Plant Germplasm System. Information about natural habitats and life forms of collection plants, according to the Catalog of Life and World Ferns is provided. The problems of vegetative and generative reproduction of thermophilic ferns in a greenhouse are discussed. The article provides information on spore-bearing collection species in the greenhouse of the Botanical Garden of Samara University.

**Keywords:** class *Polypodiopsida*, collection of greenhouses of the Botanical garden of Samara national research university, fern, growth forms, habitat, reproduction

Растения большого отдела *Polypodiophyta* являются одними из древнейших растений на Земле. Первые папоротники появились 400 млн лет назад в девонский период палеозойской эры. В наше время это процветающий и широко распространённый отдел сосудистых растений, 75% видов которого обитает во влажных тропических и субтропических лесах. Отдел Папоротники включает в себя несколько классов, и самым многочисленным из них является класс *Polypodiopsida* Cronquist, Takht. & W. Zimm. [1].

Изучению класса *Polypodiopsida* было посвящено множество исследований, в которых были показаны полезные свойства этих растений. Лекарственные свойства

папоротников были известны врачам уже в античную эпоху и Средневековье. Папоротники использовали повсеместно, они были широко известны в тибетской, китайской, латвийской медицине, их использовали целители Кавказа и Восточных Гималаев. Например, корневище *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott используется как глистогонное средство [2].

Зелень и корневища *Adiantum capillus-veneris* L. обладают способностью снимать симптомы алкогольного и химического отравления. Измельченные до состояния однородной массы листья использовались как мазь при опухолях, отвар облегчал желудочные и кишечные боли. Сегодня большая часть способов применения растения



полностью или частично одобрена официальной медициной. Экстракт, полученный из растения адиантума *Adiantum capillus-veneris*, проявляет противомикробную активность в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий [2].

Папоротники рода *Nephrolepis* Schott используются в народной медицине как противокашлевое средство. Растение известно своими фунгицидными и бактериостатическими свойствами [3].

Многие эпифитные папоротники также обладают лекарственными свойствами. Например, некоторые папоротники рода *Asplenium* L. помогают при лечении лихорадки, слабоумия и астмы. Они также могут использоваться и как противовоспалительное средство. Папоротники рода *Platyserium* Desv. помогают при лечении лихорадки и болезни селезенки. Могут использоваться как противоопухолевое средство [3].

Папоротник *Lygodium* Sw. хорошо помогает при лечении дерматозов, лихорадки, экземы, стригущего лишая, заболеваний мочеполовой системы, дизентерии, катехисии, желтухи, плеврита, ревматизма, чесотки и оспы [3].

Во всем мире папоротники используют для приготовления различных диетических блюд. Некоторые виды папоротников действительно съедобны, например: *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (орляк обыкновенный), *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod (страусник обыкновенный) и *Osmundastrum cinnamomeum* (L.) C. Presl. (Осмунда азиатская (коричная)).

Выращивание папоротников в комнатных условиях вошло в моду в Викторианскую эпоху. Они красовались в элегантных английских салонах и стали украшением элитных гостиниц и знатных домов. Для самых нежных видов были придуманы

«папоротниковые витрины», в которых поддерживалась необходимая влажность воздуха и грунта. Получались прообразы столь популярных современных флорариумов. Многие папоротники ценятся не только за красивый внешний вид, но и за благоприятное воздействие на микроклимат жилых и производственных помещений. Так, например, некоторые нефролеписы поглощают формальдегиды, толуол, папоротники родов *Nephrolepis* и *Adiantum* обладают фитонцидными и антибактериальными свойствами.

Цель исследования: задокументировать коллекцию растений класса *Polypodiopsida* в Ботаническом саду Самарского университета.

### Материалы и методы исследования

Ботанический сад Самарского университета был основан в 1932 г. На его территории расположилась крупнейшая в Поволжье оранжерея, площадь которой составляет 1200 м<sup>2</sup>. Состоит оранжерея из двух больших залов: тропического и субтропического, и четырех пристроенных теплиц. В коллекции насчитывается более 1250 таксонов, класс Настоящие папоротники составляет более 4% от общего числа коллекционных растений закрытого грунта.

### Результаты исследования и их обсуждение

Согласно проведенной инвентаризации на 2020 г. в оранжерее сформирована коллекция растений класса *Polypodiopsida* из 42 видов (56 таксонов), относящихся к 21 роду и 10 семействам (табл. 1) из тропических и субтропических областей пяти континентов. Актуальные названия таксонов были уточнены по базам данных The Plant List and the U.S. National Plant Germplasm System [4; 5].

Таблица 1  
Перечень семейств *Polypodiopsida* с указанием количества таксонов и родов, содержащихся в коллекции

№	Название семейства	Количество родов	Количество таксонов
1	<i>Aspleniaceae</i> Newman	1	5
2	<i>Blechnaceae</i> Newman	3	4
3	<i>Davalliaceae</i> M.R.Schomb.	1	2
4	<i>Dryopteridaceae</i> Herter.	2	7
5	<i>Lygodiaceae</i> M. Roem.	1	1
6	<i>Marsileaceae</i> Mirb.	1	1
7	<i>Nephrolepidaceae</i> Pic.Serm.	1	8
8	<i>Polypodiaceae</i> J.Presl & C.Presl	8	11
9	<i>Pteridaceae</i> E.D.M.Kirchn.	2	15
10	<i>Salviniaceae</i> Martinov	1	1

Благодаря завидной способности приспособляться к самой разной среде обитания и жизненным условиям папоротники могут расти и в туманном лесу, и на неплодородных известняковых почвах, и в солончаках, и даже на негостеприимных вулканах. Большая часть папоротников нашей коллекции в природе произрастают во влажных тропических и субтропических лесах. Все места произрастания в есте-

ственной среде обитания были взяты из баз данных Catalogue of Life и World Ferns [6; 7]. Коллекционный список, сведения о местах произрастания и жизненные формы указаны в табл. 2.

В нашей коллекции представлены папоротники с разными жизненными формами и из разных сред обитания, что даёт нам возможность говорить о большой экологической пластичности этих растений.

Таблица 2

## Список таксонов

№	Название, семейство	Место произрастания в естественной среде	Жизненная форма	Спороношение
	ASPLENIACEAE Newman			
1	<i>Asplenium antiquum</i> Makino.	Китай, Тайвань, Южная Корея, Япония, о-в Рюкю	Эпифит	+
2	<i>Asplenium antiquum</i> Makino 'Crispa'	Китай, Тайвань, Южная Корея, Япония, о-в Рюкю	Эпифит	–
3	<i>Asplenium bulbiferum</i> G. Forst.	Австралия, Нов. Зеландия, Северная Индия	Травянистое растение	+
4	<i>Asplenium nidus</i> L.	Юго-Восточная Азия, Полинезия, тропическая Австралия, Океания	Эпифит	++
5	<i>Asplenium viviparum</i> (L. f.) C. Presl	Мадагаскар, Маврикий, Реюньон	Травянистое растение	–
	BLECHNACEAE Newman			
6	<i>Blechnum gibbum</i> Mett.	О-ва Новая Каледония и Новые Гебриды	Древовидный папоротник	+
7	<i>Blechnum occidentale</i> L.	Америка	Травянистое растение	+
8	<i>Doodia</i> sp.	Австралия, Новая Зеландия, Гавайские о-ва	Травянистое растение	+
9	<i>Woodwardia radicans</i> (L.) Sm.*	Китай, Южная Европа	Травянистое растение	–
	DAVALLIACEAE M.R.Schomb.			
10	<i>Davallia bullata</i> Hook.	Китай, Япония, тропическая Азия	Эпифит	+
11	<i>Davallia canariensis</i> (L.) Sm.	Канарские о-ва, Пиренейский п-ов, Сев. Африка	Эпифит, литофит	++
	DRYOPTERIDACEAE Herter.			
12	<i>Cyrtomium caryotideum</i> (Wall. ex Hook. & Grev.) C. Presl	Китай, Тайвань, Тибет, Япония, Южная Корея, Гавайи, Индия, Вьетнам, Непал, Бутан, Пакистан, Кашмир	Травянистое растение	++
13	<i>Cyrtomium falcatum</i> (L. f.) C. Presl	Китай, Япония, Сев. Индия, Шри Ланка, Полинезия, Южная Африка	Травянистое растение	+++
14	<i>Cyrtomium falcatum</i> (L. f.) C. Presl. 'Rochfordianum'	Китай, Тайвань, Вьетнам, Северная Корея, Южная Корея, Северо-Восточная Индия, Бутан	Травянистое растение	+++
15	<i>Cyrtomium fortunei</i> J. Sm.	Китай, Тайвань, Вьетнам, Северная Корея, Южная Корея, Северо-Восточная Индия, Бутан	Травянистое растение	–
16	<i>Cyrtomium macrophyllum</i> (Makino) Tagawa	Китай, Тайвань, Тибет, Япония, Индия, Непал, Бутан, Пакистан, Кашмир	Травянистое растение	+
17	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	Широко распространен по всему Северному полушарию	Травянистое растение	+++
18	<i>Dryopteris vivipara</i> Kuntze	Куба	Травянистое растение	+++
	LYGODIACEAE M.Roem.			

<b>Продолжение табл. 2</b>				
№	Название, семейство	Место произрастания в естественной среде	Жизненная форма	Спороношение
19	<i>Lygodium japonicum</i> (Thunb.) Sw.*	Китай, Япония, тропические районы Австралии	Лиана	–
	MARSILEACEAE Mirb.			
20	<i>Marsilea quadrifolia</i> L.	Западная и Южная Европа, Индокитай, Бангладеш, Камбоджа, Лаос, Малайзия, Шри-Ланка, США	Водное растение	–
	NEPHROLEPIDACEAE Pic. Serm.			
21	<i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C. Presl	Реюньон, Маврикий, Сейшельские о-ва, Мадагаскар, Китай, Тайвань, Япония, Южная Корея, Мьянма, Малые Зондские острова. Вьетнам, Бангладеш, Камбоджа, Малайзия, Таиланд, Лаос, Шри-Ланка, Филиппины, Непал, Бутан, Австралия	Травянистое наземное растение	+
22	<i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C. Presl 'Duffii'	Сортовое растение	Травянистое наземное растение	–
23	<i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C. Presl 'Plumosa'	Сортовое растение	Травянистое наземное растение	+
24	<i>Nephrolepis exaltata</i> (L.) Schott	Юго-Восточная Азия.	Травянистое наземное растение, или эпифит	+++
25	<i>Nephrolepis exaltata</i> (L.) Schott 'Elegantissima Compacta'	Сортовое растение	Травянистое наземное растение	–
26	<i>Nephrolepis exaltata</i> (L.) Schott 'Corditasi'	Сортовое растение	Травянистое наземное растение	–
27	<i>Nephrolepis exaltata</i> (L.) Schott 'Greenlady'	Сортовое растение	Травянистое наземное растение	–
28	<i>Nephrolepis exaltata</i> (L.) Schott 'Smithii'	Сортовое растение	Травянистое наземное растение	–
	POLYPODIACEAE J. Presl & C. Presl			
29	<i>Aglaomorpha meyeniana</i> Schott	Тайвань	Эпифит	–
30	<i>Campyloneurum phyllitidis</i> (L.) C. Presl	Встречается в Северной, Центральной и Южной Америке: от Флориды, Карибского бассейна и Юго-Восточной Мексики на севере; до тропического Перу и Бразилии и Парагвая на юге; распространен на острове Барро-Колорадо в Панаме	Эпифит	+
31	<i>Colysis elliptica</i> (Thunb.) Ching	Тайвань	Травянистое растение	+
32	<i>Microgramma nitida</i> (J. Sm.) A.R. Sm.*	Мексика и Центральная Америка	Эпифит	–
33	<i>Microsorium punctatum</i> (L.) Copel.	Африка, Мадагаскар, Сейшельские о-ва, Новая Каледония, Реюньон, Китай, Индия, Бангладеш, острова Тихого океана	Эпифит, литофит	++
34	<i>Microsorium punctatum</i> (L.) Copel. 'Ramo-Cristatum'	Сортовое растение	Эпифит	++
35	<i>Phlebodium aureum</i> (L.) J. Sm.	Америка (от Флориды до Аргентины)	Эпифит	+++
36	<i>Platyserium bifurcatum</i> (Cav.) C. Chr.	Восточная Австралия, о-ва Новая Гвинея и Новая Каледония	Эпифит	–
37	<i>Platyserium grande</i> J. Sm.	Тропическая Азия, тропическая Австралия, Филиппинские о-ва	Эпифит	–
38	<i>Platyserium hillii</i> T. Moore	Австралия	Эпифит	–

Окончание табл. 2				
№	Название, семейство	Место произрастания в естественной среде	Жизненная форма	Спороношение
39	<i>Phymatosorus scolopendria</i> (Burm. f.) Pic. Serm.*	Америка (от Флориды до Аргентины)	Эпифит, литофит	–
	PTERIDACEAE E.D.M. Kirchn.			
40	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	Обл. распр.: субтропики и тропики обоих полушарий	Травянистое растение, литофит	+++
41	<i>Adiantum caudatum</i> L.	Бангладеш, Бирма, Индия, Непал, Филиппины, Таиланд, Китай	Травянистое растение	++
42	<i>Adiantum hispidulum</i> Sw.	Австралия, Новая Зеландия, Новая Каледония, Мадагаскар, о-ва Тихого океана	Травянистое растение, литофит	+++
43	<i>Adiantum macrophyllum</i> Sw.	Обитает в тропических влажных лесах Америки	Травянистое растение	++
44	<i>Adiantum raddianum</i> C. Presl	Южная Америка	Травянистое растение, эпифит	++
45	<i>Adiantum raddianum</i> C. Presl 'Trump'	Сортовое растение	Травянистое растение	+
46	<i>Adiantum polyphyllum</i> Willd.*	Эндемичный вид для Колумбии, Венесуэлы и Тринидада и Тобаго	Травянистое растение	–
47	<i>Adiantum tenerum</i> Sw.	Большие и Малые Антильские о-ва, тропическая Америка	Травянистое растение	++
48	<i>Pteris cretica</i> L.	Произрастают на склонах сухих холмов в Средиземноморье, Закавказье, Крыму, Китае, Японии, Африке, на о. Мадагаскар	Литофит	+++
49	<i>Pteris cretica</i> L. 'Wimsettii'	Сортовое растение	Травянистое растение	+++
50	<i>Pteris cretica</i> L. var. <i>albolineata</i>	Сортовое растение	Травянистое растение	+++
51	<i>Pteris cretica</i> var. <i>nervosa</i> (Thunb.) Ching & S.H. Wu	Сортовое растение	Травянистое растение	–
52	<i>Pteris ensiformis</i> Burm. f.	Тропическая Азия, Австралия, Полинезия	Травянистое растение	+
53	<i>Pteris grandifolia</i> L.	Мексика, США, Центральная Америка	Литофит	+++
54	<i>Pteris longifolia</i> L.	США (Флорида), Мексика, Вест-Индия, Багамские о-ва	Литофит	+++
	SALVINIACEAE Martinov			
56	<i>Salvinia auriculata</i> Aubl.	Тропики и субтропики Американского континента	Водное растение	

Примечание. «+++» – хорошо размножаются самосевом, «++» – споры всходят при посеве, «+» – образуют споры, «-» – не образуют споры; «\*» – включены в коллекцию в 2019 г.

Основным способом размножения папоротников является развитие из спор – более 60% папоротников в коллекции оранжереи образуют споры и хорошо размножаются самосевом. Некоторые виды папоротников настолько активно размножаются, что нуждаются в постоянной прополке, среди них можно отметить: *Dryopteris filix-mas*, *Dryopteris vivipara* *Adiantum capillus-veneris*, *Pteris cretica* и *Pteris longifolia* L. Треть папоротников, не образующих споры, являются сортовыми растениями или появились в коллекции совсем недавно (в 2019 г.) и еще не успели достаточно вырасти. Вегетатив-

ным способом размножаются в условиях нашей оранжереи *Nephrolepis exaltata* (L.) Schott. и *Adiantum caudatum*, образуя отпрыски на побегах. Однако, на наш взгляд, самым необычным способом размножением папоротников является «живорождение». В нашей коллекции *Asplenium bulbiferum* G. Forst., *Asplenium viviparum* (L. f.) C. Presl и *Woodwardia radicans* (L.) Sm. образуют выводковые почки на побегах.

Увеличение систематического разнообразия коллекции *Polypodiopsida* происходит путем обмена видами растений между ботаническими садами России и всего

мира. Ежегодно сотрудниками оранжереи высевается до 40 видов спор папоротников, полученных по делектусам. Прорастает в условиях нашей оранжереи из них не более 15%, а вырастает до возможности быть включенными в коллекцию лишь 1–2% от посеянных новых таксонов. Поэтому основным источником пополнения нашей коллекции является обмен взрослыми растениями или делёнками с другими ботаническими садами России и любителями.

### Заключение

По итогам инвентаризации был сформирован актуальный список растений класса *Polypodiopsida*, растущих в оранжерее Ботанического сада Самарского университета. В настоящее время коллекция является базой для научных исследований студентов-биологов.

### Список литературы

1. Тахтаджян А.Л. Высшие растения. Мхи. Плауны. Хвощи. Папоротники. Голосемянные растения. М.: Изд-во «Просвещение», 1987. Т. 4. 447 с.
2. Яковлев Г.П. Большой энциклопедический словарь лекарственных растений: учебное пособие. СПб.: СпецЛит, 2015. 759 с.
3. Головкин Б.Н., Золкин С.Ю., Трофимова И.А. Медицинская ботаника. М.: ГЕОС, 2019. 326 с.
4. The Plant List. A working list of all known plant species. Version 1.1 [Electronic resource]. URL: <http://www.theplantlist.org/> (date of access: 22.05.2020).
5. U.S. National Plant Germplasm System. [Electronic resource]. URL: <https://npgsweb.ars-grin.gov/> (date of access: 22.05.2020).
6. Catalogue of Life: April 2020 Monthly Checklist. [Electronic resource]. URL: <https://www.catalogueoflife.org/> (date of access: 22.05.2020).
7. World ferns. Checklist of Ferns and Lycophytes of the World //M. Hassler and B. Schmitt Version 8.30. April 2020. [Electronic resource]. URL: <http://worldplants.webarchiv.kit.edu/ferns> (date of access: 22.05.2020).

## ОБЗОР

УДК 581.9(470.12)

**ОРХИДНЫЕ ВЕРХОВАЖСКОГО РАЙОНА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ:  
СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ И ВОПРОСЫ ОХРАНЫ**<sup>1</sup>Левашов А.Н., <sup>2</sup>Жукова Н.Н., <sup>1</sup>Чхобадзе А.Б., <sup>3</sup>Филиппов Д.А.<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда,  
e-mail: and-levashov@mail.ru, flora35region@yandex.ru;<sup>2</sup>МБОУ «Нижнекулойская средняя школа», Урусовская, e-mail: nadezda-58@bk.ru;<sup>3</sup>ФГБУН «Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина  
Российской академии наук», Борок, e-mail: philippov\_d@mail.ru

Данный обзор является одним из этапов работы по ведению региональной Красной книги и служит шагом на пути создания «Флоры Вологодской области». История изучения орхидных Верховажского района началась в первой трети XX века и связана с именами И.А. Перфильева, А.П. Шенникова и А.А. Лескова. Реконструктивными исследованиями ими было зафиксировано 7 видов. Наиболее активные исследования проводились в 1980-е гг. (зарегистрировано 14 видов, из них 8 – впервые для района), 2000-е гг. (16, 4) и в 2010-е гг. (21, 4). К настоящему времени на территории района выявленное разнообразие Orchidaceae составляет 23 вида. Видовое богатство орхидных в районе можно объяснить наличием широкого спектра специфических местообитаний (ключевые болота, разнообразные луговые и лесные сообщества, участки с близким выходом карбонатных пород), а также относительно слабой антропогенной нагрузкой (за исключением вырубки леса). Орхидные предпочитают болотные (15 видов), лесные (13) и луговые (11) биотопы, а в антропогенно нарушенных местообитаниях обнаружено 9 видов. Для четырёх видов (*Calypso bulbosa*, *Corallorhiza trifida*, *Cypripedium calceolus*, *Listera cordata*) выполнены популяционные исследования. Численность популяций на территории района сильно варьирует у разных видов, причём больше половины видов не формируют ценопопуляций более нескольких десятков особей. Все представители орхидных в районе попадают под охрану, в том числе региональную (13 охраняемых видов и 8 видов биоконтроля), федеральную (5), международную (23). В границах действующих особо охраняемых природных территорий отмечено лишь 10 видов, поэтому для усиления охраны представителей данной группы необходимо создание нескольких новых охраняемых природных территорий в местах их наибольшей концентрации.

**Ключевые слова:** Orchidaceae, видовое богатство, география находок, флора, особо охраняемые природные территории, проблемы охраны, Красная книга, река Вага

**ORCHIDS IN VERKHOVAZHSKIY DISTRICT (VOLOGDA REGION, RUSSIA):  
STATE OF KNOWLEDGE AND CONSERVATION ISSUES**<sup>1</sup>Levashov A.N., <sup>2</sup>Zhukova N.N., <sup>1</sup>Czhobadze A.B., <sup>3</sup>Philippov D.A.<sup>1</sup>Vologda State University, Vologda, e-mail: and-levashov@mail.ru, flora35region@yandex.ru;<sup>2</sup>Nizhnekuloyevskaya Secondary School, Urusovskaya, e-mail: nadezda-58@bk.ru;<sup>3</sup>Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences,  
Borok, e-mail: philippov\_d@mail.ru

This review is one of the stages in maintaining the regional Red Data Book and serves as a step towards compiling the «Flora of the Vologda Region». The history of orchid studies in Verkhovazhskiy district began in the first third of the 20<sup>th</sup> century and is associated with the names of I.A. Perflyev, A.P. Shennikov, and A.A. Leskov. By reconnaissance studies, they recorded seven orchid species. The most fruitful studies were performed in the 1980s (14 species found, 8 of which were new for the region), the 2000s (16 and 4 species, respectively), and the 2010s (21 and 4 species). To date, 23 species of orchids are registered in the region. The species richness of orchids in the area can be explained by the presence of a wide range of specific habitats (spring bogs, diverse meadow and forest communities, and areas with carbonate outcrops), as well as a relatively weak anthropogenic load (except for deforestation). Orchid species prefer mire (15 species), forest (13 species) and meadow (11 species) biotopes; nine species were found in anthropogenically disturbed habitats. For four species (*Calypso bulbosa*, *Corallorhiza trifida*, *Cypripedium calceolus*, *Listera cordata*), population studies were performed. The number of populations in the region varies significantly among different species, and more than half of the species do not form coenopopulations of more than a few dozen individuals. All orchid species in the region are under protection, regional (13 protected species and 8 biological control required species), federal (5 species), and international (23 species). Within boundaries of the protected areas, only ten species were registered; therefore, to strengthen the conservation efforts of orchids it is necessary to create several new protected areas in places with their highest concentration.

**Keywords:** Orchidaceae, species richness, geography of records, flora, protected areas, conservation issues, Red Data Book, Vaga River

Семейство Orchidaceae Juss. (орхидные или ятрышниковые) является наиболее уязвимой систематической группой покрытосеменных растений. Сокращение видового богатства и численности популяций орхидных происходит повсеместно

и обусловлено комплексным влиянием природных и антропогенных факторов. По этой причине данной группе, как объекту охраны и специального исследования, уделяется особое внимание [1; 2]. Для разработки мероприятий по сохранению видового раз-

нообразия орхидных необходимы изучение биологических, экологических и фитоценологических особенностей, мониторинг состояния популяций, выяснение закономерностей распространения.

Цель работы: анализ состояния изученности и охраны орхидных на территории Верховажского р-на Вологодской обл., как относительно крупного (4,26 тыс. км<sup>2</sup>), но достаточно слабо и фрагментарно изученного в ботаническом плане района.

#### Материалы и методы исследования

Работа проводится в рамках ведения региональной Красной книги, а также смежных проектов. Полевые исследования на территории Верховажского р-на проводятся авторами настоящей статьи с 1983 г., однако наиболее активно – с 2015 г. К работе привлекаются студенты Института математики, естественных и компьютерных наук Вологодского государственного университета (ВоГУ) (ранее – естественно-географического факультета Вологодского государственного педагогического института/университета, ВГПИ/ВГПУ), а также школьники Нижнекулойской средней школы (руководители А.Н. Левашов и Н.Н. Жукова). Маршрутным способом изучались лесные, луговые, болотные, прибрежно-водные, антропогенные и другие биотопы, проводилась гербаризация высших растений, фотосъёмка, составлялись флористические списки, проводился подсчёт численности редких растений в ценопопуляциях. За счётную единицу принималась «условная особь» – парциальный побег, под численностью популяции понималось общее число побегов на всей площади исследования [3]. Просмотрен и критически проанализирован гербарий ВоГУ, выполнена ревизия литературных источников и анализ ретроспективных данных [4].

#### Результаты исследования и их обсуждение

##### Видовой состав

Верховажский р-н Вологодской обл. – один из наименее изученных в ботаническом плане [4; 5], а в краткой сводке по орхидным области для него указывается всего лишь 8 видов (*Calypso bulbosa* (L.) Oakes, *Coeloglossum viride* (L.) C. Hartm., *Corallorhiza trifida* Chatel., *Cypripedium calceolus* L., *Dactylorhiza traunsteineri* (Saut.) Soo s. l., *Listera cordata* (L.) R.Br., *Malaxis monophyllos* (L.) Sw., *Orchis militaris* L. [6].

Первой научной публикацией о растениях района следует считать работу И.А. Перфильева «Материалы к флоре Вельско-

го у., Вологодской губернии», вышедшую в 1908 г. [7]. Статья написана на основе путевых заметок, сделанных в 1907 г. во время командировки от Вологодского губернского земства на оценочно-статистические исследования в Вельский уезд. В пределах современных административных границ маршрут исследования проходил в том числе и по северной части Верховажского р-на. В списке флоры присутствовало 6 видов орхидей: *Calypso bulbosa* (окрестности г. Вельск), *Corallorhiza trifida*, *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Listera ovata* (L.) R.Br., *Malaxis monophyllos*.

В 1926 г. на территории района работала экспедиция Отдела прикладной ботаники Северной областной сельскохозяйственной опытной станции. Геоботанические исследования проводились под руководством А.П. Шенникова, среди участников были А.А. Корчагин, О.Ф. Газе, А.И. Лесков [8]. Образцы собранных ими растений хранятся в гербариях БИН РАН (LE), СПбГУ (LECB) и естественно-научной коллекции Вологодского государственного историко-архитектурного музея-заповедника. Наибольший интерес представляет сбор *Orchis militaris*: «село Верховажье, 22.07.1926, Шенников, Лесков» (LE № 225). В последующие годы вид в районе более не отмечался. В 1927 г. был собран *Dactylorhiza traunsteineri*, который повторно был обнаружен только спустя 60 лет.

Далее последовал более чем полувековой период затишья. В 1980 г. в окрестностях дд. Фомина и Матвеевская проводил сборы гербария студент ВГПИ С.Н. Истомин. Материалы были оформлены в виде курсовой работы (руководитель В.И. Антонова) и не были опубликованы, но сохранилось несколько гербарных образцов 5 видов орхидных, из которых 4 – новые для района (*Dactylorhiza maculata* (L.) Soo, *Epipactis palustris* (L.) Crantz, *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br., *Platanthera bifolia* (L.) Rich.).

С 1983 г. начинаются активные флористические исследования Верховажского р-на. Это стало возможным благодаря проведению выездных полевых практик у студентов ВГПИ/ВГПУ/ВоГУ. Руководителями практик в разные годы (1983–1989, 2000–2018 гг.) выступали преподаватели кафедры ботаники (в настоящее время – биологии и экологии): Р.В. Бобровский, В.И. Антонова, Т.А. Сулова, А.Н. Левашов. В основном они проходили в с. Чушевицы и д. Урусовская, однако ежегодно совершались выезды и внутри Верховажского р-на. Так, по результатам 1983 г., состав орхидных района пополнился 2 новыми видами (*Coeloglossum viride* и *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo), а в 1986 г. – ещё одним (*Goodyera repens* (L.)

Р. Вг.). Также в 1986 г. на территории района проходила ресурсоисследовательская экспедиция ВГПИ, в которой принимали участие сотрудники кафедры ботаники (В.И. Антонова, Т.А. Сулова, А.В. Паланов) и студенты, в частности А.Н. Левашов и А.Б. Чхобадзе. Вместе с оценкой запасов лекарственных растений проводились флористические изыскания, в ходе которых был собран гербарий, содержащий и представителей орхидных (*Epipactis helleborine*, *Malaxis monophyllos*, *Platanthera bifolia* – ранее уже отмечались в районе).

В 1990-е гг. на территории района исследований не проводилось, однако начиная с 2000 г. верховажские полевые практики были возобновлены. В первый же год был повторно обнаружен *Listera cordata*, который ранее указывался для территории заказника «Лиственничный бор» [9]. В 2004 г. О.А. Лапиной были впервые собраны *Dactylorhiza russowii* (Klinge) Holub и *Gymnadenia densiflora* (Wahl.) A. Dietr., а в 2005 г. А.Н. Левашовым были впервые для района обнаружены *Cypripedium calceolus* и *Dactylorhiza cruenta* (O.F. Mull.) Soo (близ урочища Пихтеник). В 2006 г. В.И. Антонова и А.Н. Левашов проводили ботанические изыскания природного заказника «Лиственничный бор» (обнаружено 6 ранее известных для района видов).

Имеющиеся материалы были частично представлены в первом издании региональной Красной книги [10], а также легли в основу выпускных квалификационных работ флористической тематики, выполнявшихся на кафедре ботаники ВГПУ и успешно защищённых: в 2002 г. Н.В. Мироновой «Флора Верховажского района и её анализ» (руководитель А.Н. Левашов), в 2006 г. О.А. Лапиной «Флора долины р. Пежмы с прилегающим участком водораздела (Верховажский район)» (руководитель А.Н. Левашов), в 2011 г. К.С. Моховой «Биоэкологический анализ растений Красной книги Вологодской области» (руководитель Т.А. Сулова).

С 2015 г. в работу по изучению орхидных Верховажского р-на включилась Н.Н. Жукова. Основные работы проводились близ д. Урусовская, а также в окрестностях п. Пежма и в долине р. Вага. Ею же в этом же мае 2015 г. впервые для района обнаружен *Calypso bulbosa*. В этом же году А.Н. Левашовым и А.Ю. Романовским были проведены флористические изыскания в долине р. Вага на участке между устьями её притоков – рр. Режа и Терменьга (от с. Шелота до с. Верховажье). Было собрано 12 видов орхидных, в том числе *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Bess. (окрестностях д. Плёсо) – первый сбор вида

для флоры района [11]. В 2015 и 2016 гг. Н.Н. Жуковой, А.Н. Левашовым и А.А. Шабуновым выполнялись исследования оз. Гагарье и прилегающих к нему участков с целью обоснования необходимости создания ООПТ [12] и было зафиксировано 9 видов орхидных, из которых *Dactylorhiza baltica* (Klinge) Orlova и *D. curvifolia* (Nyl.) Czer. обнаружены впервые. В эти же годы проведены исследования флоры нескольких ключевых болот, на которых было обнаружено 10 видов орхидей [13]. В 2019 г. Д.А. Филипповым и А.С. Комаровой изучалась флора окрестностей с. Шелота, было обнаружено 5 ранее уже известных для района видов орхидных. В 2019 г. А.Н. Левашовым с коллегами была опубликована статья [14], обобщающая флористические находки 2015–2019 гг., выполненные в вологодской части бассейна р. Вага, в том числе 19 видов орхидных, обнаруженных в 118 локалитетах.

За всё время исследования биоразнообразия на территории Верховажского р-на было отмечено 23 вида орхидных, относящихся к 12 родам (табл. 1). С определённой долей вероятности можно также ожидать нахождение ещё 4 видов (*Cypripedium guttatum* Sw., *Epipogium aphyllum* (F.W. Schmidt) Sw., *Hammarbya paludosa* (L.) O. Kuntze, *Neottia nidus-avis* (L.) Rich.).

Отдельно необходимо отметить, что Н.Н. Жукова и сотрудники лаборатории биоразнообразия ВоГУ приняли участие в международном проекте «Генетическое разнообразие башмачка обыкновенного в Евразии», собрав для анализа биологический материал *Cypripedium calceolus* из окрестностей п. Пежма [15; 16].

#### Биотопы

Параллельно с изучением видового состава проводились и исследования местообитаний орхидных. Они обнаружены в 8 основных группах биотопов (табл. 1). Наибольшее количество видов (15) зарегистрировано на болотах, причём с большим отрывом (13 видов) лидируют низинные болота, на переходных и верховых болотах богатство ограничено 5 видами орхидных. Это объясняется тем, что многие представители данной группы требовательны к определённым условиям влажности и богатству почв. Только на болотах можно встретить *Dactylorhiza cruenta*, *D. traunsteineri*, *Epipactis palustris*. На втором месте располагаются леса разных типов (включая опушки и поляны) (13 видов), причём подавляющая их часть (12) зафиксирована в хвойных лесах и вдвое меньше (6) – в мелколиственных лесах.



Таблица 1

Разнообразие и биотопическая характеристика орхидных Верховажского р-на

Виды	Периоды исследований					Биотопы							
	1907	1926–1927	1980–1989	2000–2009	2010–2019	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Calypso bulbosa</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Coeloglossum viride</i>	.	.	+	+	+	+	.	+	+	.	.	.	.
<i>Corallorhiza trifida</i>	+	.	+	+	+	+	.	.	.	+	+	.	.
<i>Cypripedium calceolus</i>	.	.	.	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.
<i>Dactylorhiza baltica</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Dactylorhiza cruenta</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Dactylorhiza curvifolia</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	+	.	+	+	+	.	.	+	+	+	.	.	+
<i>Dactylorhiza maculata</i>	.	.	+	+	+	.	+	.	.	+	+	.	+
<i>Dactylorhiza russowii</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Dactylorhiza traunsteineri s.str.</i>	.	+	+	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Epipactis atrorubens</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Epipactis helleborine</i>	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+
<i>Epipactis palustris</i>	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Goodyera repens</i>	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gymnadenia conopsea</i>	.	.	+	+	+	.	.	+	+	+	.	.	+
<i>Gymnadenia densiflora</i>	.	.	.	+	+	.	.	+	.	+	.	.	.
<i>Listera cordata</i>	.	.	?	+	+	+	.	.	.	.	+	.	.
<i>Listera ovata</i>	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	+
<i>Malaxis monophyllos</i>	+	.	+	+	+	+	+	+	.	+	.	.	+
<i>Orchis militaris</i>	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Platanthera bifolia</i>	.	.	+	+	+	+	+	.	.	+	.	.	+
Итого видов:	5	2	13(14)	16	21	12	6	7	6	13	5	1	9

Примечание. Биотопы: I – хвойные леса, II – мелколиственные леса, III – материковые луга, IV – пойменные луга, V – низинные болота, VI – переходные и верховые болота, VII – склоны и осыпи, VIII – антропогенные.

Только в лесах произрастают калипсо и гудайера. На лугах обнаружено 11 видов орхидей, из которых исключительно в луговых биотопах встречается ятрышник. На береговых склонах и осыпях обнаружен лишь один вид (*Epipactis atrorubens*). Несмотря на то что многие орхидеи относятся к группе антропофобов (состояние популяций которых резко ухудшается при любом антропогенном воздействии), в районе девять видов (39% флоры) могут поселяться в нарушенных местообитаниях (лесные дороги, тропы, обочины грунтовых дорог, карьеры, канавы), однако их обилие в антропогенных биотопах незначительно. Для таких луговых орхидей, как *Orchis militaris* и *Coeloglossum viride*, основные угрозы связаны со снижением сельскохозяйственной нагрузки на луговые биотопы и следующую за ней естественную трансформацию сообществ (включающую, прежде всего, изменения почвенно-растительных условий и гидрологического режима).

### Популяции

На территории Верховажского р-на популяционные исследования проведены только для четырёх видов орхидных. В 1983 г. В.И. Антоновой изучалась популяция *Corallorhiza trifida* на низинном болоте в окрестностях с. Шелота. Было установлено, что общая продолжительность жизненного цикла ладьяна в этих условиях составляет 22–23 года, а на 7–12-й год он зацветает. Данная популяция является устойчивой с высокой долей генеративных (42–63%) особей, участие виргинильных – 15–20%, имматурных – 7–19% [17].

В 2015–2018 гг. изучение популяций проводилось школьниками Нижнекулойской школы под руководством Н.Н. Жуковой. В 2015 г. Д.А. Кузнецовой изучалась популяция *Calypso bulbosa* в ельнике травяно-зеленомошном в окрестностях п. Пезма [18]. Она насчитывала около 200 особей.

Средняя плотность небольшая – 0,14 особи/м<sup>2</sup>. Особи распределяются малыми группами, образуя скопления моноцентрического типа (до 12 особей/м<sup>2</sup>). Возрастной спектр характеризуется преобладанием генеративных (42%) и виргинильных (25%) растений. Участие ювенильных растений невелико – 14%, доля иматурных несколько выше – 19%. По спектру возрастного состава ценопопуляция – зрелая нормальная.

В 2015 г. Н.А. Киселевой изучались две популяции *Cypripedium calceolus* близ п. Пезма [19]. Ценопопуляция башмачка в микропониме «Сороковой» насчитала 300 парциальных побегов на площади ~0,5 га; обнаружено 77 групп и одиночных побегов; характер горизонтального распределения – контактный. Ценопопуляция в микропониме «За Борисовкой» небольшая (~50 цветущих побегов); одиночные особи почти не встречаются, в куртинах до 5–7 и более побегов; имеет правосторонний возрастной спектр с максимумом на группе взрослых вегетативных или генеративных особей.

В 2018 г. А.А. Даниловой изучалась ценопопуляция *Listera cordata* в сосняке бруснично-чернично-зеленомошном в окрестностях д. Урусовская. На площади 400 м<sup>2</sup> обнаружено 262 парциальных побега (средняя плотность небольшая – 0,66 особи/м<sup>2</sup>), имеющих контактное распределение (17 групп, в каждой по 2–135 парциальных побегов). Ценопопуляция растущая, имеет левосторонний возрастной спектр с максимумом на группе молодых особей. Виталитет ценопопуляции низкий (преобладают особи, имеющие малые размеры).

#### Распространение и численность

На территории Верховажского р-на виды сем. Orchidaceae распространены неравномерно [14]. Так, в Верховажском р-не 6 видов (*Calypso bulbosa*, *Dactylorhiza curvifolia*, *D. russowii*, *D. traunsteineri*, *Epipactis atrorubens*, *Orchis militaris*) встречаются очень редко (1 местонахождение), ещё 4 вида (*Dactylorhiza baltica*, *D. cruenta*, *Gymnadenia densiflora*, *Listera cordata*) имеют по 2–3 локалитета. Перечисленные виды следует считать наиболее уязвимыми и требующими особого внимания. Для шести видов (*Coeloglossum viride*, *Corallorhiza trifida*, *Cypripedium calceolus*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Epipactis helleborine*, *E. palustris*) выявлено по 4–9 местонахождений. К широко распространённым в районе видам относятся *Dactylorhiza incarnata*, *D. maculata*, *Goodyera repens*, *Gymnadenia conopsea*, *Listera ovata*, *Malaxis monophyllos*,

*Platanthera bifolia*, которые имеют от 10 до 23 местонахождений.

Численность популяций орхидных на территории района сильно варьирует у разных видов. Наиболее малочисленные популяции (по несколько экз.) отмечены для 4 видов (*Dactylorhiza baltica*, *D. curvifolia*, *D. russowii*, *Goodyera repens*). Если перечисленные пальчатокоренники и в других частях области встречаются одиночными особями, то для гудайеры это не совсем характерно, что, возможно, связано с наметившейся общерегиональной тенденцией к сокращению распространения вида. Для 8 видов орхидей (*Coeloglossum viride*, *Dactylorhiza cruenta*, *D. fuchsii*, *D. incarnata*, *D. traunsteineri* s.str., *Epipactis helleborine*, *Gymnadenia densiflora*, *Malaxis monophyllos*) характерны ценопопуляции с несколькими десятками особей (больших скоплений не образуют). У следующей группы видов (*Calypso bulbosa*, *Corallorhiza trifida*, *Cypripedium calceolus*, *Epipactis atrorubens*, *Listera cordata*, *Listera ovata*, *Platanthera bifolia*) ценопопуляции могут насчитывать до нескольких сотен экземпляров. Так, популяция *Epipactis atrorubens* в окрестностях д. Плесо в 2017 г. насчитывает 320 особей на площади ~0,8 га. Наиболее многочисленные популяции с высоким проективным покрытием отмечены всего у трёх видов (*Dactylorhiza maculata*, *Epipactis palustris*, *Gymnadenia conopsea*). Так, в окрестностях д. Урусовской у подошвы коренного берега р. Кулой на ключевом болоте дремлик болотный является фоновым видом с проективным покрытием в сообществах от 20 до 60%. Такое же обилие в долине р. Пезма на ключевых болотах имеет пальчатокоренник пятнистый. Крупные популяции на суходольных лугах в окрестностях д. Мокиевская, д. Рогачиха, п. Пезма образует кокушник рогатый. Для последнего, помимо типовой формы, в районе встречена var. *angustifolia*, а также белоцветковые экземпляры (альбиносы).

Снижение численности орхидных может быть связано как с особенностями их биологии, так и с разными формами антропогенного воздействия (вырубка лесов, осушение и разработка торфяных болот, пожары, сбор растений, повышенное рекреационное воздействие в виде вытаптывания и воздействия транспорта и пр.). Причём наибольший урон данной группе сосудистых растений приносит сведение лесов. Устойчивая тенденция по уменьшению лесопокрытой территории бассейна р. Вага наблюдается в последние 30 лет [20]. В особенности отрицательно реагируют на любые рубки леса типичные таёжные/лесные виды (например, *Calypso bulbosa*

и *Listera cordata*). Ряд видов, обладающих высокими декоративными свойствами, массово уничтожается населением во время цветения. Так, в ходе интервьюирования жителей п. Пежма участниками экологического лагеря «Аква-2015» выяснилось, что *Cypripedium calceolus* ранее встречался в целом ряде локалитетов в долине р. Пежма. Здесь, по словам местных жителей, несколько десятков лет назад этот вид был массовым и поэтому растения собирали в огромные букеты (дарили, например, учителям во время выпускных вечеров), выкапывали и высаживали на своих огородах. Современная ревизия распространения вида в районе показала, что он сохранился только в двух локалитетах, насчитывающих всего несколько сотен экземпляров.

*Вопросы охраны*

Все виды орхидей Верховажского р-на попадают под региональную, федеральную или международную охрану (табл. 2). В Красную книгу области включено 13 охраняемых видов и 8 видов биоконтроля [21; 22]; 5 видов охраняются на территории России [23]; 2 вида из редакций Приложения I Бернской конвенции [24]. Все виды относятся к Приложению II CITES [25; 26].

В пределах 4 ООПТ (все – регионального значения) на начало 2020 г. было зарегистрировано только 10 видов орхидей (табл. 2). На отдельных ООПТ зафиксировано от 3 до 8 видов. Ни один вид Красной книги РФ [23] не был обнаружен в границах действующих ООПТ. Это означает, что для сохранения видового разнообразия этой систематической группы в районе необходимо

не только провести дополнительные исследования на имеющихся ООПТ, но и создать серию новых региональных и местных ООПТ в местах компактного произрастания орхидных, например в окрестностях п. Пежма и по долине р. Вага.

**Заключение**

История изучения орхидных Верховажского р-на Вологодской обл. ведется с начала XX века. К настоящему времени на территории района выявленное разнообразие Orchidaceae составляет 23 вида, а потенциально флору могут пополнить ещё 4 вида (*Cypripedium guttatum*, *Epipogium aphyllum*, *Hammarbya paludosa*, *Neottia nidus-avis*). Видовое богатство этой таксономической группы в районе можно объяснить наличием специфических местообитаний (ключевых болот, разнообразных луговых и лесных сообществ, участков с близким выходом карбонатных пород) и относительно слабой антропогенной нагрузкой (за исключением рубки леса). В районе в границах действующих ООПТ отмечено лишь 10 видов орхидных, поэтому к необходимым мероприятиям следует отнести создание нескольких новых ООПТ, которые будут включать участки компактного произрастания орхидных. Перспективными направлениями исследований представителей семейства Orchidaceae следует признать мониторинг известных и поиск новых популяций, сеточное картирование видов, изучение популяций. Данные работы позволят разработать систему мероприятий, направленную на действенную систему охраны представителей орхидных.

**Таблица 2**

Созологическая характеристика представителей Orchidaceae Верховажского р-на и их встречаемость на региональных особо охраняемых природных территориях

Виды	Статусы						ООПТ			
	IUCN	BERN	EUHD	EUWTR	EE (C/U)	РФ/ВО	ЛБ	ВЛ	ИБ	ПД
<i>Calypso bulbosa</i>	NT/VU	I	II IV	B	1/2	3/1(EN)	–	–	–	–
<i>Coeloglossum viride</i>	LC/LC	–	–	B	1/2	–/2(VU)	–	–	–	–
<i>Corallorhiza trifida</i>	LC/NA	–	–	B	1/2	–/3(NT)	+	–	–	–
<i>Cypripedium calceolus</i>	NT/NT	I	II IV	A	1/2	3/3(LC)	–	–	–	–
<i>Dactylorhiza baltica</i>	–	–	–	B	1/2	3/3(NT)	–	–	–	–
<i>Dactylorhiza cruenta</i>	–	–	–	B	1/2	–/2(VU)	–	–	–	–
<i>Dactylorhiza curvifolia</i>	–	–	–	B	1/2	–/Бк	–	–	–	–
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	LC/LC	–	–	B	1/2	–/Бк	+	–	+	–
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	LC/LC	–	–	B	1/2	–/Бк	+	+	+	–
<i>Dactylorhiza maculata</i>	LC/LC	–	–	B	1/2	–/–	+	+	+	+
<i>Dactylorhiza russowii</i>	LC/LC	–	–	B	1/2	–/Бк	–	–	–	–
<i>Dactylorhiza traunsteineri s.str.</i>	LC/LC	–	–	B	1/2	3/3(LC)	–	–	–	–
<i>Epipactis atrorubens</i>	LC/LC	–	–	B	1/2	–/2(VU)	–	–	–	–
<i>Epipactis helleborine</i>	LC/LC	–	–	B	1/2	–/Бк	–	–	–	–

Окончание табл. 2

Виды	Статусы						ООПТ			
	IUCN	BERN	EUHD	EUWTR	ЕЕ (С/У)	РФ/ВО	ЛБ	ВЛ	ИБ	ПД
<i>Epipactis palustris</i>	LC/LC	–	–	В	1/2	–/Бк	–	–	–	–
<i>Goodyera repens</i>	LC/LC	–	–	В	1/2	–/3(LC)	+	+	–	–
<i>Gymnadenia conopsea</i>	LC/LC	–	–	В	1/2	–/Бк	–	+	–	–
<i>Gymnadenia densiflora</i>	–	–	–	В	1/2	–/4(DD)	–	–	–	–
<i>Listera cordata</i>	–	–	–	В	1/2	–/2(VU)	+	–	+	–
<i>Listera ovata</i>	–	–	–	В	1/2	–/–	+	+	+	+
<i>Malaxis monophyllos</i>	NT/NT	–	–	В	1/2	–/3(LC)	–	–	+	–
<i>Orchis militaris</i>	LC/LC	–	–	В	1/2	3/1(CR)	–	–	–	–
<i>Platanthera bifolia</i>	LC/LC	–	–	В	1/2	–/Бк	+	+	+	+
Итого видов:	17	2	2	23	23	21	8	6	7	3

Примечание. IUCN – статусы редкости вида для всей территории Европы (первая аббревиатура) и территории европейских стран, т.н. EU27 (вторая) согласно справочным материалам и официальной базе данных [27–30].

BERN – наличие вида в редакциях приложения I Бернской конвенции [31; 32].

EUHD – наличие вида в приложениях I–V Директив по охране природных местообитаний и дикой фауны и флоры [33–35].

EUWTR – наличие вида в приложениях A–D Директивы по защите видов дикой фауны и флоры путем регулирования торговли ими [36–38].

ЕЕ(С/У) – наличие вида в приложении 1 нормативного правового акта нетарифного регулирования ввоза/вывоза с таможенной территории Евразийского экономического сообщества [39] и приложении 2 нормативного правового акта нетарифного регулирования ввоза/вывоза с таможенной территории Евразийского экономического союза [40].

РФ/ВО – виды флоры Вологодской обл., присутствующие (статус) или отсутствующие (прочерк) в федеральной [23] и региональной [22] Красных книгах.

Международные статусы [41]: EX – Extinct / исчезнувшие, EW – Extinct in the Wild / исчезнувшие в дикой природе, CR – Critically Endangered / находящиеся на грани полного исчезновения, EN – Endangered / исчезающие, VU – Vulnerable / уязвимые, NT – Near Threatened / находящиеся в состоянии, близком к угрожаемому, LC – Least Concern / вызывающие наименьшие опасения, DD – Data Deficient / недостаток данных, NE – Not Evaluated / не оцененные. Российские статусы [23]: 0 – вероятно исчезнувшие, 1 – находящиеся под угрозой исчезновения, 2 – сокращающиеся в численности, 3 – редкие, 4 – неопределённые по статусу, Бк – биоконтроль. Региональные статусы [10; 22] соответствуют национальным и международным категориям редкости.

Особо охраняемые природные территории (ООПТ): ЛБ – Лиственничный бор, ВЛ – Верховажский лес, ИБ – Ивонинский бор, ПД – Парк Дудорова.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИБВВ РАН (тема № АААА-А18-118012690099-2). Авторы благодарят всех студентов, школьников и коллег, принимавших участие в полевых работах разных лет, а также В.В. Юрченко (ИБВВ РАН) за помощь с переводом.

#### Список литературы

- Ефимов П.Г. Сохранение орхидных (Orchidaceae Juss.) как одна из задач охраны биоразнообразия // Биосфера. 2010. Т. 2. № 1. С. 5–58.
- Вахрамеева М.Г., Варлыгина Т.И., Татаренко И.В. Орхидные России (биология, экология и охрана). М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2014. 475 с.
- Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. Казань: Изд-во Казанского университета, 1989. 146 с.
- Филиппов Д.А. Растительный покров, почвы и животный мир Вологодской области (ретроспективный библиографический указатель). Вологда: Изд-во «Сад-Огород», 2010. 217 с.
- Орлова Н.И. Конспект флоры Вологодской области. Высшие растения // Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей. 1993. Т. 77. Вып. 3. С. 1–262.

6. Сулова Т.А. Семейство Орхидных (Orchidaceae) Вологодской области и его охрана // Организмы, популяции, экосистемы: проблемы и пути сохранения биоразнообразия: материалы Всероссийской конференции с международным участием. Вологда: Вологодский государственный педагогический университет, 2008. С. 250–253.

7. Перфильев И.А. Материалы к флоре Вельского у., Вологодской губернии // Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей. Отделение ботаники. 1908. Т. 37. Вып. 3. С. 53–88.

8. Шенников А.П. Геоботанические районы Северного края и их значение в развитии производительных сил // Материалы II Конференции по изучению производительных сил Северного края. Т. II. Растительный мир и почвы. Архангельск: Северное краевое изд-во, 1933. С. 10–96.

9. Бобровский Р.В., Воробьев Г.А., Комиссаров В.В., Уханов В.П., Шевелев Н.Н. Ландшафтные (комплексные) заказники // Особо охраняемые природные территории, растения и животные Вологодской области. Вологда: Изд-во «Русь», 1993. С. 44–105.

10. Красная книга Вологодской области. Т. 2. Растения и грибы. Вологда: Изд-во «Русь», 2004. 359 с.

11. Левашов А.Н., Романовский А.Ю. Флора долинного комплекса р. Ваги (Вологодская область) // Биологические ресурсы: изучение, использование, охрана: материалы межрегиональной научно-практической конференции (г. Вологда, 26–27 февраля 2016 г.). Вологда: Вологодский государственный университет, 2016. С. 68–74.

12. Жукова Н.Н., Левашов А.Н., Шабунов А.А. Оценка биологического разнообразия озера Гагарьего и его окрестностей (Верховажский район) с целью организации особо охраняемой природной территории // Сетевое взаимодействие учреждений образования Вологодской области: направления и результаты естественнонаучных исследований. Вологда: Древности Севера, 2016. С. 88–108.
13. Левашов А.Н., Жукова Н.Н. Евтрофные напорного грунтового питания болота Верховажского района как места локализации популяций редких растений // Сетевое взаимодействие учреждений образования Вологодской области: направления и результаты естественнонаучных исследований. Вологда: Древности Севера, 2016. С. 44–50.
14. Левашов А.Н., Жукова Н.Н., Романовский А.Ю., Комарова А.С., Филиппов Д.А. Находки редких и охраняемых сосудистых растений в вологодской части бассейна реки Вага // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2019. Т. 13. № 3. С. 253–275. DOI: 10.24411/2072-8816-2019-10052
15. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2015 году. Вологда: Изд-во «Сад-Огород», 2016. 232 с.
16. Железная Е.Л., Гарджуло Р., Фэй М.Ф. Популяционно-генетические особенности *Cyripedium calceolus* L. в России // Биоразнообразие: подходы к изучению и сохранению: материалы Международной научной конференции, посвящённой 100-летию кафедры ботаники ТвГУ (г. Тверь, 8–11 ноября 2017 г.). Тверь: Тверской государственный университет, 2017. С. 97–100.
17. Антонова В.И. Ладьян трёхнадрезный – *Corallorhiza trifida* Chatel. // Красная книга Вологодской области. Т. 2. Растения и грибы. Вологда: Изд-во «Русь», 2004. С. 157.
18. Кузнецова Д.А. Оценка состояния ценопопуляции калипсо луковичной *Calypso bulbosa* L. в посёлке Пежма Верховажского района Вологодской области // Геоэкологические проблемы Европейского Севера и Арктики: Материалы межрегиональной молодёжной научно-исследовательской конференции (Архангельск, 15–16 февраля 2019 г.). Вологда: Вологодская областная универсальная научная библиотека, 2019. С. 43–49.
19. Киселева Н.А. Оценка состояния ценопопуляции венерина башмачка настоящего (*Cyripedium calceolus* L.) в посёлке Пежма Верховажского района Вологодской области // Геоэкологические проблемы Европейского Севера и Арктики: Материалы межрегиональной молодёжной научно-исследовательской конференции (Архангельск, 15–16 февраля 2019 г.). Вологда: Вологодская областная универсальная научная библиотека, 2019. С. 32–38.
20. Комарова А.С. Оценка изменений лесопокрытой площади водосбора реки Вага методами геоинформационного анализа // XIII Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых учёных: материалы межрегиональной научной конференции (Вологда, 18–22 ноября 2019 г.). Т. 1: Естественно-техническое направление. Вологда: Вологодский государственный университет, 2019. С. 549–552.
21. Сулова Т.А., Чхобадзе А.Б., Филиппов Д.А., Ширяева О.С., Левашов А.Н. Второе издание Красной книги Вологодской области: изменения в списках охраняемых и требующих биологического контроля видов растений и грибов // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2013. Т. 7. № 3. С. 93–104. DOI: 10.24411/2072-8816-2013-10022.
22. Постановление правительства Вологодской области от 24.02.2015 № 125 «Об утверждении перечня (списка) редких и исчезающих видов (внутривидовых таксонов) растений и грибов, занесенных в Красную книгу Вологодской области». [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.entd.ru/document/424039139> (дата обращения: 02.02.2020).
23. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.
24. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (with appendices). Concluded at Berne on 19 September 1979. Treaties and international agreements registered or filed and recorded with the Secretariat of the United Nations. 1991. vol. 1284. no. 21159. P. 209–246.
25. Convention on International Trade in endangered species of wild fauna and flora (with appendices and Final Act of 2 March 1973). Opened for signature at Washington on 3 March 1973. Treaties and international agreements registered or filed and recorded with the Secretariat of the United Nations. 1983. vol. 993. no. 14537. P. 243–438.
26. Appendices I, II and III: valid from 10.03.2016. Convention of International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. CITES–UNEP, [2016]. P. 1–46. [Electronic resource]. URL: <http://cites.org/sites/default/files/eng/app/2016/E-Appendices-2016-03-10.pdf> (date of access: 10.04.2020).
27. Bilz M., Kell S.P., Maxted N., Lansdown R.V. European Red List of vascular plants. Luxembourg: Publications office of the European Union, 2011. 130 p.
28. Allen D., Bilz M., Leaman D.J., Miller R.M., Timoshyna A., Window J. European Red List of medicinal plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014. 73 p.
29. European Environment Agency: The European Red List of species (mammals, birds, reptiles, amphibians, freshwater and marine fishes, butterflies, dragonflies, freshwater molluscs, selected groups of plants, terrestrial molluscs, vascular plants including medicinal plants and bees), according to IUCN regional Red Listing guidelines applied to the EU27 and to the Pan-European level. Version 5 [2015]. [Electronic resource]. URL: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/european-red-lists-4> (date of access: 10.04.2020).
30. IUCN Red List of Threatened Species [2016]. [Electronic resource]. URL: <http://www.iucnredlist.org> (date of access: 10.04.2020).
31. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (with appendices). Appendices with status from since 01.03.2002. European Treaty Series. 2002. no. 104. [Electronic resource]. URL: <https://rm.coe.int/1680304355> (date of access: 10.04.2020).
32. Resolution № 6: Listing the species requiring specific habitat conservation measures (Adopted by the Standing Committee on 4 December 1998) and Revised Annex I on species requiring specific habitat conservation measures (Adopted by the Standing Committee on 2 December 2011) [1998–2011]. [Electronic resource]. URL: <http://wcd.coe.int/ViewDoc.jsp?id=1475233> (date of access: 10.04.2020).
33. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Official Journal of the European Communities. 1992. no. L206. P. 7–50.
34. Council Directive 97/62/EC of 27 October 1997 adapting to technical and scientific progress Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Official Journal of the European Communities. 1997. no. L305. P. 42–65.
35. Council Directive 2006/105/EC of 20 November 2006 adapting Directives 73/239/EEC, 74/557/EEC and 2002/83/EC in the field of environment, by reason of the accession of Bulgaria and Romania. Official Journal of the European Communities. 2006. no. L363. P. 368–408.
36. Council Regulation (EC) № 338/97 of 9 December 1996 on the protection of species of wild fauna and flora by regulating trade therein. Official Journal of the European Communities. 1997. no. L61. P. 1–69.
37. Commission Regulation (EU) № 101/2012 of 6 February 2012 amending Council Regulation (EC) № 338/97 on the protection of species of wild fauna and flora by regulating trade therein. Official Journal of the European Communities. 2012. no. L39. P. 133–200.
38. Commission Regulation (EU) № 1320/2014 of 1 December 2014 amending Council Regulation (EC) № 338/97 on the protection of species of wild fauna and flora by regulating trade therein. Official Journal of the European Communities. 2014. no. L361. P. 1–93.
39. Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 16.08.2012 № 134 «О нормативных правовых актах в области нетарифного регулирования». Приложение 1: Единый перечень товаров, к которым применяются запреты или ограничения на ввоз или вывоз. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_134286](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_134286) (дата обращения: 10.04.2020).
40. Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 21.04.2015 № 30 «О мерах нетарифного регулирования». Приложение 2: Перечень товаров, в отношении которых установлен разрешительный порядок. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_178556](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_178556) (дата обращения: 10.04.2020).
41. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. 2nd edition. Gland & Cambridge: IUCN, 2012. IV. 32 p.

## СТАТЬЯ

УДК 582(575.2)

**ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МИКРОМИЦЕТОВ  
ТАЛАССКОЙ ДОЛИНЫ КЫРГЫЗСТАНА****Бавланкулова К.Д., Мосолова С.Н., Корчубекова Т.А.***Институт биологии Национальной академии наук Кыргызской Республики, Бишкек,  
e-mail: bavlankulova.k@gmail.com*

Таласская долина расположена в северо-западной части Кыргызской Республики и является весьма обособленным географическим районом, так как представляет одну из типичных крупных межгорных впадин Тянь-Шаня полузамкнутого типа. Микологические исследования на территории долины проводятся впервые. В статье представлены результаты изучения видového разнообразия микромицетов Таласской долины Кыргызстана за 2015–2017 гг. Исследованиями были охвачены долина и крупные урочища. На сегодня выявлено 245 видов грибов и грибоподобных организмов из 83 родов 41 семейства, из которых 64,08% – аскомицеты, 32,2% – базидиомицеты, 3,6% – оомицеты. Впервые в республике отмечены 23 вида микромицетов: *Aecidium allii-ursini*, *Aplosporella salicicola*, *Ascochyta davidiana*, *Asteromella scabiosae*, *Camarosporium karstenii*, *Diplodina delphinii*, *Rosellinia etrusca*, *Leptosphaeria lonicerina*, *Leptothyrium gentianicola*, *Melanomma bubakii*, *Montagnula phragmospora*, *Phoma schischkiniana*, *Pleospora ambigua*, *Pleurophomella sorbina*, *Puccinia kupreviczii*, *Ramularia alii*, *R. jaapii*, *R. primulae*, *Septoria erysimi*, *S. eremostachydis*, *S. delphinella*, *Stagonospora ajacis*, *Uromyces chesneyae*. В статье представлен аннотированный список с данными о субстрате и местобитании. Микромицеты зарегистрированы на 167 видах растений из 119 родов, 42 семейств. На видах семейств Rosaceae, Umbelliferae, Leguminosae, Asteraceae, Labiatae, Poaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae, Caprifoliaceae зарегистрировано наибольшее количество грибов.

**Ключевые слова:** аскомицеты, базидиомицеты, вид, грибы, порядок, род, семейство**SPECIES DIVERSITY OF MICROMYCETES  
IN THE TALAS VALLEY OF KYRGYZSTAN****Bavlankulova K.D., Mosolova S.N., Korchubekova T.A.***Institute of Biology National Academy of Science, Kyrgyz Republik, Bishkek,  
e-mail: bavlankulova.k@gmail.com*

The Talas Valley is located in the northwestern part of the Kyrgyz Republic and is a very isolated geographical area as it represents one of the typical large intermountain depressions of the Tien Shan of a semi-enclosed type. Mycological research in the valley is being conducted for the first time. The article presented the results of the study of micromycete species diversity in the Talas Valley of Kyrgyzstan for the period 2015-2017. The research covered the valley and large gorges. To date, 245 species of fungi from 83 genera of 41 families have been identified 64.08% of which are ascomycetes, 32.2% – basidiomycetes, 3.6% – oomycetes. For the first time for the republic 23 kinds of micromycetes were marked: *Aecidium allii-ursini*, *Aplosporella salicicola*, *Ascochyta davidiana*, *Asteromella scabiosae*, *Camarosporium karstenii*, *Diplodina delphinii*, *Rosellinia etrusca*, *Leptosphaeria lonicerina*, *Leptothyrium gentianicola*, *Melanomma bubakii*, *Montagnula phragmospora*, *Phoma schischkiniana*, *Pleospora ambigua*, *Pleurophomella sorbina*, *Puccinia kupreviczii*, *Ramularia alii*, *R. jaapii*, *R. primulae*, *Septoria erysimi*, *S. eremostachydis*, *S. delphinella*, *Stagonospora ajacis*, *Uromyces chesneyae*. The article presents an annotated list with substrate and habitat data. Micromycetes are registered on 167 plant species from 119 genera, 42 families. Rosaceae, Umbelliferae, Leguminosae, Asteraceae, Labiatae, Poaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae, Caprifoliaceae families have the largest number of mushrooms registered.

**Keywords:** ascomycetes, basidiomycetes, fungi, genus, family, order, species

Таласская долина расположена в самой западной части Северной Киргизии и ограничена на северо-востоке Киргизским, на юге Таласским хребтами. Она является весьма обособленным географическим районом, так как представляет одну из типичных крупных межгорных впадин Тянь-Шаня полузамкнутого типа. Длина долины около 180 км, ширина колеблется от 15–20 км в более расширенной западной ее части до 4–5 км на востоке, в верховьях реки Талас. Общая площадь долины составляет 1371,5 тыс. га. Таласская долина относится к зоне умеренно жаркого климата [1].

Растительный покров долины, как и всего Кыргызстана, подчинен закону вертикальной поясности. Собственно долина (900–1100 м над ур. м.) находится в поясе полынно-эфемерово́й полупустыни с преобладанием полыни и доминированием весной эфемеров и эфемероидов, в настоящее время освоена посевами и садами. Затем следует пояс предгорных злаковых степей (1100–2200 м) с преобладанием караганового чия, ковыля, типчака, ферганского молочая в комплексе с южными степями с сарындызом и ворсянкой. В некоторых местах широко распространены закустаренные вы-

сокотравные луговые степи (ущ. Урмарал, Беш-Таш). Пояс арчевых, пихтовых, еловых лесов и редколесий в ущельях Беш-Таш, Урмарал, Калба на высоте 2200–3000 м. Луговая растительность образует небольшие массивы в ущельях Беш-Таш, Кюмюштак, Нылды, Уч-Кошой. Субальпийские луговые степи, гераниевые луга, мелкодерновинные злаковые степи и арчевые стланики встречаются на абсолютных высотах 3000–3500 м. Альпийские луга находятся в пределах высоты 3300–3800 м [2].

В настоящее время уделяется значительное внимание сохранению биоразнообразия. Одним из компонентов биоразнообразия являются грибы.

Цель наших исследований: изучение микромицетов Таласской долины Кыргызстана.

#### Материалы и методы исследования

Объектами исследования явились микромицеты, собранные в Таласской долине Кыргызстана в 2015–2017 гг. Сбор гербарного материала проводился маршрутным методом. Материал обрабатывался общепринятыми в микологии методами микроскопирования и при необходимости с использованием метода «влажной камеры». Для идентификации грибов использовались определители [3–5] и справочная литература [6–8]. Для грибов, впервые зарегистрированных на территории Республики, составлен аннотированный список с указанием субстрата точного местонахождения и даты сбора.

Названия микромицетов и имена авторов представлены согласно международной базе данных Index fungorum [9]. Названия растений приведены по Кадастру флоры Кыргызстана [10]. Гербарный материал хранится в фонде лаборатории микологии и фитопатологии Института биологии НАН КР.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Выявлено 245 видов грибов и грибоподобных организмов из 83 родов 41 семейства. Отдел Ascomycota (64,08%) представлен классами Dothideomycetes, Leotiomycetes, Sordariomycetes, Taphrinomycetes, куда входит 157 видов из 63 родов, 28 семейств и 11 порядков. Класс Dothideomycetes является самым многочисленным по видовому составу – 95 видов из 5 порядков. Из порядка Botryosphaeriales отмечено 7 видов из 3 семейств, из которых крупное Phyllostictaceae с 5 видами рода *Phyllosticta*, в том числе *P. westendorpii* Thüm. на видах *Berberis*. По числу представителей выделяется порядок Carnodiales с 57 видами из 13 родов. Наибольшее количество видов

и широкое распространение получили роды *Septoria* (22) и *Ramularia* (21) из семейства Mycosphaerellaceae, такие как: *Septoria abeliae* Byzova на *Abelia corymbosa* Regel et Schmalh., *S. convolvuli* Desm. на *Convolvulus arvensis* L., *S. geranii* Roberge ex Desm. на *Geranium* sp., *S. gentianae* Thüm. на *Gentiana olivieri* Griseb., *S. ligulariae* Murashk. на *Ligularia macrophylla* (Leddb.) DC., *S. lepidii* Desm. на *Lepidium latifolium* L., *S. salvia-pratensis* Pass. на *Salvia deserta* Schangin и *Ramularia rubella* (Bonord.) Nannf. на *Rumex* sp., *R. rufomaculans* Peck на *Polygonum niten* (Fisch. et C.A. Mey.) V. Petrov ex Kom., *R. taraxaci* Karst. на *Taraxacum* sp., *R. vaccarii* Ferraris на *Geum urbanum* L. и др. Порядок Pleosporales (30 видов из 18 родов) состоит из 13 семейств, представленных в основном одним-двумя видами.

Из класса Leotiomycetes зарегистрированы представители трех порядков: Erysiphales, Helotiales и Rhytismatales. Порядок Erysiphales представляет одно семейство Erysiphaceae с 28 видами из восьми родов. Более многочисленные по видовому составу роды *Erysiphe* с 8 видами, *Podosphaera* – 6, *Golovinomyces* – 5, *Leveillula* – 3. По 1–2 вида отмечено для родов *Blumeria*, *Sawadeae*, *Neoerysiphe*, *Phyllactinia*. В долине и предгорьях распространены все виды рода *Leveillula*: *L. lactucarum* Durr. et Rost. на *Artemisia dracunculus* L. и видах *Chondrilla*, *L. taurica* Arnaud. на *Astragalus* sp. и *Leonurus turcestanicus* V. Krecz. et Kuprian., *L. duriaei* (Lev.) U. Braun на *Marrubium anisodon* C. Koch., *Peganum harmala* L. Более влаголюбивые виды рода *Podosphaera* отмечены в лесо-луговом поясе: *P. macularis* на (Wallr.) U. Braun & S. Takam. *Alchemilla retropilosa* Juz., *A. sibirica* Zam., *P. aphanis* (Wallr.) U. Braun & S. Takam. на *Potentilla* sp., *P. fusca* (Fr.) U. Braun et Shishkoff на *Taraxacum* sp. Разнообразны и обильны виды рода *Erysiphe*: *E. polygوني* DC. на *Polygonum aviculare* L. и *Rumex* sp., *E. urticae* (Wallr.) Blum на *Urtica dioica* L., *E. aquilegia* DC. на видах *Aconitum* и *Thalictrum*. Виды рода *Golovinomyces* отмечены: *G. cicoracearum* (DC) Gel. на *Inula* и *Ligularia*, *G. cynoglossi* (Wallr.) V.P. Heluta на видах семейства *Boraginaceae*, *G. biocellatus* на видах семейства *Labiatae*. *Blumeria graminis* (DC.) Speer, зарегистрирована в долине на представителях пяти родов злаковых: *Agropyron*, *Bromus*, *Dactylis*, *Hordeum*, *Poa* распространена повсеместно в культурных и дикорастущих ценозах.

Порядок Helotiales включает 2 семейства *Dermataceae* и *Helotiaceae*. Из первого семейства отмечены виды из четырех родов, в том числе *Diplocarpon* на розах

и кизильниках, *Drepanopeziza* на тополе, *Pseudopeziza* на люцерне. Второе семейство представляют 4 вида из четырех родов, из которых широко распространены *Leptotrochila campanulae* (DC.) Rossman. Из порядка *Rhytismatales* с одним семейством выявлено 4 вида, из которых широко распространены и часто встречаются *Melasmia lonicerae* Jacz на жимолости, *Rhytisma salicinum* (Pers.) Fr. на иве, *Leptostroma poljakovii* Kravtzev на барбарисе и *Pseudorhytisma bistortae* (DC.) Juel. на горце в высокогорье.

Из класса Sordariomycetes в изучаемом районе отмечены представители 3 порядков: Diarthales, Нурореальные, Хилариальные. Из первого порядка отмечены 3 вида из родов: *Diplodina* и *Asteroma*. Остальные представлены по одному виду: *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr. из семейства *Hypocreaceae*, *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. из семейства *Glavicipitaceae* и *Rosellinia etrusca* Fabre из семейства *Xylariaceae*.

Класс *Taphrinomycetes* представлен одним видом *Taphrina populina* Fr. из семейства *Taphrinaceae*.

Отдел *Basidiomycota* (32,2%) представляют 79 вид из 16 родов, 11 семейств, 6 порядков, 3 классов. Класс *Exsobasidiomycetes* включает 3 порядка: порядок *Entylomatales* с одним семейством *Entylomataceae* и двумя видами рода *Entyloma*, *Georgefischeriales* с семейством *Georgefischeriaceae* с одним видом *Jamesdicksonia dactylidis* (Pass.) R. Bauer и *Tilletiales* с тремя видами из рода *Tilletia*.

Класс *Pucciniomycetes* представлен порядком *Pucciniales* с пятью семействами. Из семейства *Coleosporaceae* на ели Шренка часто встречается *Chrysomyxa deformans* (Dietel) Jacz. Из семейства *Melampsoraceae* распространены *Melampsora populnea* (Pers.) P. Karst. на *Populus alba* L. и *P. italica* Kom., *M. euphorbiae* (Ficinus & C. Schub.) Castagne на молочае. Представители семейства *Phragmidiaceae* также широко распространены и обильны в изучаемом районе. Это виды рода *Phragmidium*: *P. bulbosum* (Fr.) Schldtl. на ежевике, *P. devastatrix* Sorokin и *P. tuberculatum* (Pers.) Schldtl. на розах, *P. potentillae* (Pers.) P. Karst. на лапчатке, а также *Trachyspora alchemillae* (Pers.) Fuckel на манжетке и только *Phragmidium circumvallatum* Magnus на *Orthurus kokanicus* (Regel et Schmalh.) Juz. отмечена единично. Из семейства *Pucciniaceae* зарегистрирован один вид *Melampsorium betulinum* (Pers.) Kleb. на березе.

Семейство *Pucciniaceae* представляют 55 видов из 3 родов: *Gymnosporangium* – 3, *Uromyces* – 9, *Puccinia* – 43. Виды рода *Gymnosporangium*, связанные с древесно-

кустарниковой растительностью, часто встречаются в поясе лесов: *Gymnosporangium confusum* Plowg. на боярышнике, *G. fusisporum* E. Fisch. на видах кизильника, *G. turkestanicum* Tranzschel на рябине Тяньшанской. Все представители рода *Uromyces* обнаружены на травянистой растительности, одни из них обильны и широко распространены: *U. polygoni-avicularis* (Pers.) G.H. Oth на горце птичьим, *U. fallens* (Arthur) Barthol. на видах клевера, *U. glycyrrhysae* (Rabenh.) Magnus на солодке, другие – *U. chesneyae* Tranzschel & Erem. на чезнее тройчатой отмечен единично. На выращиваемой фасоли зарегистрирован *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Link. Один из самых многочисленных в изучаемом районе род *Puccinia*, многие виды которого распространены широко: *P. caricis* DC., *P. conii* (F. Strauss) Fuckel, *P. graminis* Pers., *P. longirostris* Kom., *P. menthae* Pers., *P. recondita* Roberge ex Desm, *P. taraxaci* Plowg., другие единично – *P. aulacospermi* Gamalitzk.

Из класса *Ustilaginomycetes* зарегистрировано 5 видов микромицетов, представляющих порядок *Urocystidales* с двумя семействами: *Anthracoideaceae* (с видами *Anthracoidea caryophylleae* Kukkonen, *A. el-eocharidis* Kukkonen) и *Ustilaginaceae* (*Tranzscheliella hypodytes* (Schldtl.) Vánky & McKenzie, *Ustilago cynodontis* (Pass.) Henn., *Ustilago hordei* (Pers.) Lagerh.).

Из отдела *Oomycota* (3,6%) отмечено 9 видов грибоподобных организмов из порядка *Peronosporales*, представленного двумя семействами: *Albuginaceae* и *Peronosporaceae*. Из первого семейства известен один гриб *Albugo candida* (Pers. ex J.F. Gmel.) Roussel, широко распространенный в изучаемом районе на видах семейства крестоцветных: *Capsella bursa pastoris* L., *Megacarpaea orbiculata* V. Fedtsch., *Sisymbrium loeselii* L. Из второго семейства зарегистрированы по 2 вида из рода *Plasmopara*, 4 – *Peronospora*, 1 – *Hyaloperonospora*. Обильны и часто встречаются *Plasmopara pusilla* (de Bary) J. Schrot., *Peronospora aestivalis* Syd.

Впервые для республики зарегистрировано 23 вида микромицетов:

*Aecidium allii-ursini* Pers. – на *Allium* sp., ущ. Беш-Таш, 1576 м над ур. м., 42°23'00.10" с.ш., 72°16'48.26" в.д., 15.06.2015.

*Aplosporella salicicola* (Pass.) Petr. & Syd. – на *Salix* sp., ущ. Беш-Таш, 1652 м над ур. м., 42°21'56.14" с.ш., 72°17'03.62" в.д., 23.06.2015.

*Ascochyta davidianae* Kabát & Bubák – на *Clematis songorica* Bunge, ущ. Беш-Таш, 1658 м над ур. м., 42°21'51.84" с.ш. 72°17'13.26" в.д., 27.08.2016.



*Asteromella scabiosae* Vanev & Aa – на *Scabiosa soongarica* Schrenk, ущ. Беш-Таш, 1706 м над ур. м., 42°21'37.76" с.ш., 72°18'00.38" в.д., 215.08.2016.

*Camarosporium karstenii* Sacc. & P. Syd. – на *Ulmus pumilla* L., ущ. Беш-Таш, 1561 м над ур. м., 42°23'01.11" с.ш., 72°16'46.61" в.д., 25.06.15.

*Diplodina delphinii* Laskaris – на *Delphinium* sp., ущ. Кара-Коюн, 2284 м над ур. м., 42°14'34.82" с.ш., 72°16'21.38" в.д., 06.08.2017.

*Rosellinia etrusca* Fabre – на *Lonicera microphylla* Willd. ex Schult., ущ. Беш-Таш, м над ур. м., 42°21'20.48" с.ш., 72°18'27.97" в.д., 20.07.2016.

*Leptosphaeria lonicerina* (P. Karst.) L. Holm – на *Lonicera stenanta* Pojark., ущ. Кара-Коюн, 2289 м над ур. м., 42°14'50.29" с.ш., 72°16'06.62" в.д., 06.08.2017.

*Leptothyrium gentianicola* (DC.) Bäumler – на *Gentiana* sp., ущ. Кара-Коюн, 2638 м над ур. м., 42°14'13.29" с.ш., 72°14'46/18" в.д., 15.08.2017.

*Melanomma bubakii* Rehm. – на *Campanula glomerata* L., ущ. Кара-Коюн, 2240 м над ур. м., 42°15'00.13" с.ш., 72°15'29.63" в.д., 10.08.2017.

*Phoma schischkiniana* Gucevič – на *Minuartia* sp., уроч. Беш-Таш, 1715 м над ур. м., 42°21'08.53" с.ш., 72°84'48/51" в.д., 20.07.2016.

*Pleospora ambigua* (Berl. & Bres.) Wehm. – на *Clematis songorica* Bunge, ущ. Беш-Таш, 1704 м над ур. м., 42°21'15.89" с.ш., 72°18'37.12" в.д., 21.07.2017.

*Pleurophomella sorbina* (P. Karst.) Höhn. – на *Sorbus tianschanica* Rupr., ущ. Беш-Таш, 2363 м над ур. м., 42°16'16.51" с.ш., 72°21'32/01" в.д., 22.07.2016.

*Puccinia kupreviczii* Golovin – на *Scutellaria* sp., ущ. Кара-Коюн, 2242 м над ур. м., 42°14'59.72" с.ш., 72°15'30.28" в.д., 17.08.2016.

*Ramularia alii* Vyzova – на *Allium* sp., ущ. Беш-Таш, 2038 м над ур. м., 42°18'10.55" с.ш., 72°20'17.24" в.д., 12.06.2015.

*Ramularia jaapii* Trotter – на *Scabiosa soongorica* Schrenck., ущ. Беш-Таш, 1623 м над ур. м., 42°20'10.42" с.ш., 72°16'28'89" в.д., 12.06.2015.

*Ramularia primulae* Thüm. – на *Primula algida* Adams., Таласский хр. южн. склон перевала Отмок, 3021 м над ур. м., 42°17'5725" с.ш., 73°0702 68" в.д., 16.06.2017.

*Septoria erysimi* Niessl – на *Erysimum diffusum* Ehrh., ущ. Беш-Таш, 2115 м над ур. м., 42°17'85 59" с.ш., 72°20'4307" в.д. 21.06.2017.

*Septoria eremostachydis* M.N. Kusnezova & Vyzova – на *Eremostachys isochila* Pazij et Vved., ущ. Беш-Таш, 2222 м над ур. м., 42°16'24 01" с.ш., 72°21'45 80" в.д., 15.07.2016.

*Septoria delphinella* Sacc. – на *Delphinium* sp., уроч. Кара-Коюн, м над ур. м., 42°14'19,97" с.ш., 72°16'54,90" в.д., 22.07.2016.

*Stagonospora ajacis* (Thüm.) Aveskamp – на *Delphinium* sp., ущ. Беш-Таш, м над ур. м., 42°18'03,54" с.ш., 72°20'21,92" в.д., 23.07.2016.

*Uromyces chesneyae* Tranzschel & Erem. – на *Chesneya ternata* (Korsch.) Popov, ущ. Урмарал м над ур. м., 42°29'15,97" с.ш., 71°95'09,28" в.д., 10.08.2017.

*Montagnula phragmospora* (Durieu & Mont.) Crivelli – на *Ephedra equisetina* Bunge, ущ. Беш-Таш, м над ур. м., 42°22'13 03" с.ш., 72°16'26 32" в.д., 11.07.2016.

Грибы и грибоподобные организмы отмечены на 167 видах растений из 119 родов, 42 семейств (таблица).

Анализ количественного распределения микромицетов по семействам питающих растений показал, что наиболее поражаемыми являются представители семейств Rosaceae – 23 вида грибов, Umbelliferae – 19, Leguminosae – 18, Asteraceae – 17, Labiatae – 12, Poaceae – 14, Ranunculaceae – 10, Polygonaceae – 9, Carifoliaceae – 6, Cruciferae – 6. По 1–5 видов отмечено на растениях из остальных семейств (таблица). Многие из зарегистрированных грибов являются паразитами сельскохозяйственных культур и дикорастущих растений.

Количественное распределение грибов по семействам питающих растений

Питающие растения			Грибы	Питающие растения			Грибы
Семейство	Количество		видов	Семейство	Количество		видов
	родов	видов			родов	видов	
Aceraceae	1	2	1	Iridaceae	1	1	1
Asteraceae	12	16	17	Labiatae	9	12	12
Balsaminaceae	1	1	2	Leguminosae	9	14	18
Berberidaceae	1	3	5	Liliaceae	2	3	2
Boraginaceae	3	3	1	Onagraceae	1	1	3
Campanulaceae	2	2	2	Pinaceae	1	1	2

Окончание таблицы							
Питающие растения			Грибы	Питающие растения			Грибы
Семейство	Количество			Семейство	Количество		
	родов	видов	видов		родов	видов	видов
Caprifoliaceae	2	7	6	Plantaginaceae	1	1	1
Caryophyllaceae	1	1	1	Poaceae	10	13	14
Chenopodiaceae	1	1	1	Polygonaceae	4	9	9
Convolvulaceae	1	2	1	Primulaceae	1	1	1
Cruciferae	4	6	6	Ranunculaceae	7	8	10
Cupressaceae	1	2	2	Rosaceae	13	19	23
Сyperaceae	1	1	3	Rubiaceae	1	2	1
Dipsacaceae	1	2	2	Salixaceae	2	4	4
Elaeagnaceae	1	1	1	Saxifragaceae	1	1	1
Equisetacea	1	1	1	Ulmaceae	1	1	1
Ephedraceae	1	2	1	Umbelliferae	12	14	19
Euphorbiaceae	1	1	1	Urticaceae	1	1	1
Gentianaceae	1	2	2	Valerianaceae	1	1	1
Geraniaceae	1	1	2	Violaceae	1	1	1
Hypericaceae	1	1	3	Zygophyllaceae	1	1	1

### Выводы

Таким образом, в результате проведенных микологических исследований в Таласской долине за 2015–2017 гг. зарегистрировано 245 видов грибов и грибоподобных организмов из 3 отделов, 83 родов, 41 семейства на 167 видах высших растений. Сумчатых грибов зарегистрировано 157 видов, базидиальных грибов 79 видов, оомицетов отмечено 9 видов. Выявлено 23 новых вида микромицетов для Кыргызстана: *Aecidium allii-ursini*, *Aplosporella salicicola*, *Ascochyta davidiana*, *Asteromella scabiosae*, *Camarosporium karstenii*, *Diplodina delphinii*, *Rosellinia etrusca*, *Leptosphaeria lonicerina*, *Leptothyrium gentianicola*, *Melanomma bubakii*, *Montagnula phragmospora*, *Phoma schischkiniana*, *Pleospora ambigua*, *Pleurophomella sorbina*, *Puccinia kupreviczii*, *Ramularia alii*, *R. jaapii*, *R. primulae*, *Septoria erysimi*, *S. eremostachydis*, *S. delphinella*, *Stagonospora ajacis*, *Uromyces chesneyae*.

### Список литературы

1. Упенев А.Ш., Гэн Ц. Сохранение плодородия почв Таласской долины при повторном возделывании фасоли и изменении климата // Вестник КНАУ им. Скрябина. 2014. № 3. С. 150–154.
2. Ройченко Г.И. Почвенно-географический очерк Таласской долины // Известия АН КиргССР. Серия: Биологические науки. 1960. Т. 2. № 1. С. 27–63.
3. Беломесяцева Д.Б., Шабашова Т.Г. Флора Беларуси. Грибы. Том 2. Кн. 1. Минск: «Белорусская наука», 2015. 160 с.
4. Азбукина С.М. Определитель грибов России. Порядок ржавчинные. Владивосток: Дальнаука, 2015. 281 с.
5. Braun U. Taxonomic manual of the Erysiphales (powdery mildews). Utrecht, The Netherlands: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2012. 707 p.
6. Рахимова Е.В., Нам Г.А., Ермакова Б.Д., Абиев С.А., Джетигенова У.К., Есенгулова Б.Ж. Ключ для определения ржавчинных грибов Казахстана // Turczaninowia 2015. Т. 18. № 3. С. 5–65. DOI: 10.14258/turczaninowia.18.3.1.
7. Мусаев Ф.А., Захарова О.А., Морозова Н.И. Грибы. Класс аскомицеты. Рязань: Из-во РГГУ, 2014. 267 с.
8. Ребриев Ю.А., Русанов В.А., Булгаков Т.С. Микобиота аридных территорий юго-запада России. Ростов н/Д: ЮФУ, 2012. 86 с.
9. Index Fungorum. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp> (дата обращения: 30.05.2020).
10. Лазыков Г.А., Султанова Б.А. Кадастр флоры Кыргызстана. Сосудистые растения. Бишкек: Алтын принт, 2014. 125 с.

СТАТЬЯ

УДК 638.145.5

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
НА ПЧЕЛ И РАСТЕНИЯ**

**<sup>1</sup>Броварский В.Д., <sup>2</sup>Турдалиев А.Т., <sup>2</sup>Мирзахмедова Г.И.**

*<sup>1</sup>Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,  
Киев, e-mail: v.brovarskiy@ukr.net;*

*<sup>2</sup>Ферганский государственный университет, Фергана, e-mail: avazbek1002@mail.ru*

В статье проанализировано воздействие высоких температур окружающей среды на энтомофильные растения и медоносных пчел. Установлено, что применительно к условиям Ферганской области Узбекистана наиболее подвержены воздействию высоких температур медоносные растения и пчелы во второй половине лета. Обнаружено что, в некоторых регионах Узбекистана во второй половине лета 2019 г. температура воздуха в отдельные дни превышала +47 °С, а в Ферганской долине даже достигала отметки +56 °С, в г. Фергана наиболее высокая температура была в июле и первой декаде августа. А в Украине за последние годы летом также очень часто бывают жаркие дни, когда температура достигает отметки в +40 и более градусов, что является более опасным для живых организмов. Определены последствия влияния жары на летную деятельность пчел и их поведение. Учитывая негативное воздействие глобального потепления на флору и фауну, важность пчел как составляющей биоценоза живой природы возрастает вероятность исчезновения на земле многих видов растений и животных. Сделан вывод о необходимости улучшения экологии, углубления исследований, связанных с вопросами влияния высоких температур на пчел и растения.

**Ключевые слова:** температура, воздействия, медоносные растения, медоносные пчелы, опыление

**EXPOSURE TO AMBIENT TEMPERATURE IN BEES AND PLANTS**

**<sup>1</sup>Brovarskiy V.D., <sup>2</sup>Turdaliev A.T., <sup>2</sup>Mirzakhmedova G.I.**

*<sup>1</sup>National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, e-mail: v.brovarskiy@ukr.net;*

*<sup>2</sup>Fergana State University, Fergana, e-mail: avazbek1002@mail.ru*

It was analyzed the effect of high ambient temperatures on entomophilous plants and honey bees. It was established that in relation to the conditions of the Ferghana region of Uzbekistan, honey plants and bees are most exposed to high temperatures during the second half of summer. It was found that in some regions of Uzbekistan in the second half of summer 2019 the air temperature on certain days exceeded 47 °C, and in Fergana Valley even exceeded 56 °C, the city of Fergana the highest temperature was in July and the first decade of August. And in Ukraine in recent years in summer there are also very often hot days when the temperature reaches the mark of 40 or more degrees, which is more dangerous for living organisms. There are determined the effects of heat on the flight activity of bees and their behavior. Considering the negative impact of global warming on flora and fauna, the importance of bees as a component of the biocenosis of wildlife, increases the probability of disappearance of many species of plants and animals on earth. It was concluded about the need to improve the environment, to deepen research related to the influence of high temperatures on bees and plants.

**Keywords:** temperature, impacts, honey plants, honey bees, pollinations

В настоящее время в мире происходят глобальные изменения климата, которые негативно воздействуют на биогеоценозы и экосистемы. Примером такого отрицательного влияния является гибель медоносных пчел и ухудшение условий их обитания.

Пчелы погибали и раньше от болезней и вредителей, нарушений и несоблюдения технологии их содержания, недостатка или плохого качества кормов, погодных катаклизмов и тому подобное [1]. Нынче особенно актуальными проблемами являются экология, агроэкология и в первую очередь отравление пчел пестицидами, уменьшение площадей и видового состава медоносных растений, глобальное потепление, электромагнитные поля, пожары и многое другое. Во многих странах численность пчелиных семей сократилась в разы. Что является

причиной вымирания пчел, до конца не установлено и поэтому существует много различных предположений. Вполне вероятно, что глобальное потепление также может быть одним из решающих факторов негативного воздействия на пчел и их гибель.

Цель исследований: определить максимальную температуру окружающей среды в зонах содержания пчелиных семей и осуществить анализ воздействия высоких температур на состояние пчелиных колоний и медоносные растения.

**Материалы и методы исследования**

Исследования и анализ полученного материала проводили в Ферганской области Узбекистана, отдельные опыты были сделаны на Голосеевской учебно-опытной пасеке Национального университета био-

ресурсов и природопользования Украины в 2019 г. В работе использовали информацию из литературных источников и собственных наблюдений относительно влияния температуры окружающей среды на энтомофильные растения и медоносных пчел. Динамику температуры окружающей среды в зонах содержания пчелиных семей анализировали на основании данных Узгидромета, сроки цветения растений определяли, используя общепринятую методику [2]. Воздействие различных температур окружающей среды на семьи осуществляли путем наблюдения за летной активностью и поведением пчел, как на сотах гнезда, так и в пространстве возле летка улья [3].

### Результаты исследования и их обсуждение

Без опыления насекомыми на Земле могут исчезнуть около 87% всех видов растений. Многие виды насекомых-опылителей человек уже уничтожил либо «внес» их в Красную книгу. Основное время в опылении нынче лежит на пчелах. Совершенно очевидным становится тот факт, что вымирание пчел – это весьма серьезная проблема для человечества.

Медоносные пчелы на протяжении 40–100 млн лет адаптировались к различным природно-климатическим и медосборным условиям, выработали ряд условных и безусловных рефлексов направленных на выживание социума [4]. К сожалению, благодаря активной эксплуатации природных ресурсов человек существенно влияет на окружающую среду. Нерациональное использование земельных угодий, внедрение интенсивных технологий производства и переработки продукции, применение генетически модифицированных организмов, биологически активных и гормональных препаратов, химических веществ и другие факторы существенно ухудшили условия существования медоносных пчел. За последние несколько десятков лет во всем мире, помимо резкого сокращения численности пчелиных семей, происходит снижение их продуктивности и резистентности к болезням.

Многие симптомы негативного воздействия глобального потепления уже отражаются на изменениях, происходящих в природе. Например, уже многие годы в зимний период стало меньше выпадать осадков, а температура существенно приблизилась к нулевой отметке. При таких условиях почва промерзает лишь незначительно. Поэтому, ранней весной начало вегетации растений с различной глубиной залегания корневой системы начинается практически

одновременно. Некоторые виды растений могут зацвести даже несколько раз на протяжении теплого периода года, например яблоня, каштан конский, белая акация.

Во всех регионах Украины пчеловоды сетуют, что еще в конце цветения плодовых зацветает белая акация и немножко позже разные виды лип. Смещение цветения основных медоносов в более ранние сроки приводит к тому, что в первой половине лета пчелы не имеют источников для пополнения запасов углеводного корма. Без наличия достаточных запасов кормов пчелы сокращают или вообще приостанавливают строительство сотов, выращивание расплода, снижается их летная активность. Приостановив все работы, они выгоняют трутней, а затем постепенно умирают сами от голода. Что бы как-то обеспечить пчел кормами или иметь дополнительное количество товарного меда, пчеловоды вынуждены искать источники медосбора и подвозить к этим массивам растений семьи. Воплотить это в жизнь сложно. После упразднения планового ведения сельского хозяйства нынче на пахотных землях из медоносов выращивают рапс и подсолнух. Первый медонос цветет весной, а второй – во второй половине лета. Найти хотя бы незначительные площади под посевами таких ранее распространенных культур, как клевер, гречиха, эспарцет, кориандр, фацелия, проблематично.

Следующая и, наверное, наименее изученная проблема – влияние высоких температур на растения и пчел. Нынче в научной литературе можно найти множество материалов, которые касаются влияния низких температур на состояние пчел в период зимовки, устойчивость растений. Но вопросы воздействия на пчел и растения высоких температур освещены очень скудно.

Развитие энтомофильных растений, жизнедеятельность медоносных пчел и взаимосвязь между ними возможна только в определенном, т.е. комфортном диапазоне температур. Большинство видов медоносных растений цветут, а соответственно, и выделяют нектар в интервале температур от 18 до 28°C. Этот диапазон температур является наиболее комфортным и для медоносных пчел. Однако есть немногочисленные виды растений, которые цветут при значительно низких температурах: подснежник, фиалка, сон-трава, мать и мачеха, крокус; и более теплолюбивые, то есть теплоустойчивые: барбарис, вьюнок полевой, ваточник, василек, коровяк, шалфей, вероника, эхинацея, люпин, хлопчатник, верблюдья колючка и другие.

В основе устойчивости растений и пчел к действию высоких температур лежит особое свойство структуры белковых молекул – сочетание прочности и гибкости, позволяющее им поддерживать структуру и функциональную активность в крайних условиях. Но не будем углубляться в физиологию этих процессов, а попросту проанализируем влияние высокой температуры на пчел и растения.

Как пример приведем данные Узгидромета, которые свидетельствуют, что в некоторых регионах Узбекистана во второй половине лета 2019 г. температура воздуха в отдельные дни превышала +47 °С, а в Ферганской долине столбик термометра даже доходил до отметки +56 °С. В самом городе Фергана наиболее высокая температура была в июле и первой декаде августа (табл. 1).

В Украине за последние годы летом также очень часто бывают жаркие дни, когда температура достигает отметки в +40 и более градусов. Обычно такая температура устанавливается не на короткий промежуток времени (1–2 часа), а воздействует на протяжении длительного периода, что является более опасным для живых организмов.

Изменения в молекулах некоторых белков происходят уже при +40 °С, хотя денатурация для большинства белков начинается при температуре от +50 °С. В жаркую погоду растения теряют много воды, у них происходят нарушения обмена веществ и фотосинтеза. Из-за высоких температур растения сокращают или приостанавливают выделение нектара. Если растение и продуцирует нектар, то он быстро теряет влагу и становится слишком густым. В нем увеличивается концентрация сахарозы.

Обычно пчелы собирают нектар, где концентрация сахаров составляет 50–55%. Концентрация сахаров менее 17% или, наоборот, повышение их количества более 60% приводит к сокращению летной активности пчел или даже к прекращению сбора нектара. Высокая температура, низкая влажность воздуха, отсутствие опыления существенно сказываются на формировании завязи растений, всхожести семян, сохранению видов в экосистемах и другое.

Многие растения в Ферганской долине Узбекистана цветут именно в период, когда температура окружающей среды может негативно воздействовать на процессы продуцирования нектара и, как следствие, опыление (табл. 2) [5].

Распределение растений и продолжительность периода цветения зависит, прежде всего, от климатических условий местности, типов почв и их агрохимического состава. Например, в пустынной зоне Узбекистана распространены преимущественно малогумусовые песчано-пустынные, такырные, луговые почвы, которые засолены в разной степени: в Центральной Фергане при средней степени минерализации и слабого стока минерализованных грунтовых вод в пустынных условиях в засоленных почвах с низким содержанием гумуса при соотношении C:N 5,2–7,9 формировались луговые сазовые педолитные почвы [6–8]. В зоне предгорья распространены светлые и типичные сероземные почвы на каменисто-гравийных отложениях, которые неблагоприятны для роста и развития растений [9]. Климатические условия и химический состав почв всех указанных зон несколько отличаются друг от друга. Это влияет на рост и развитие растений, на периоды цветения и качество нектара.

**Таблица 1**  
Максимальная температура воздуха в Фергане в летний период 2019 г., °С  
(данные Узгидромет, г. Фергана)

День	Месяц, °С			День	Месяц, °С			День	Месяц, °С		
	июнь	июль	август		июнь	июль	август		июнь	июль	август
1	31	39	38	11	26	38	36	21	35	40	33
2	28	29	37	12	28	39	37	22	34	39	35
3	29	33	38	13	31	40	33	23	33	39	34
4	30	35	37	14	34	40	32	24	35	38	32
5	30	36	39	15	32	40	30	25	35	37	34
6	26	37	39	16	34	40	30	26	36	36	35
7	31	37	40	17	34	40	30	27	34	35	35
8	28	32	37	18	34	39	30	28	34	37	35
9	33	35	33	19	33	41	32	29	35	39	36
10	19	38	35	20	33	39	33	30	33	36	32
								31	–	38	30

Таблица 2

Некоторые медоносные растения различных зон Ферганской долины  
и периоды их цветения

Название растения	Период цветения	
	начало	завершение
Зона предгорья		
Лютик ползучий ( <i>Ranunculus repens</i> )	1 декада мая	2 декада июня
Эремурус мощный ( <i>Eremurus robustus</i> )	1 декада мая	2 декада июня
Колочелистник высокий ( <i>Acanthophyllum elatius</i> )	с 3 декады мая	3 декада июня
Капуста полевая ( <i>Brassica campestris</i> )	с 3 декады мая	до 3 декады июня
Люцерна хмелевидная ( <i>Medicago lupulina</i> )	с начала мая	начало июля
Гулявник исфаринский ( <i>Sisymbrium isfareense</i> )	конец 1 декады мая	2 декада июня
Каперсы колючие ( <i>Capparis spinosa</i> )	с начала мая	конец августа
Оносма бальджуанская ( <i>Onosma baldshuanica</i> )	1 декада мая	1 декада июня
Клёвер репёйниковый ( <i>Trifolium lappaceum</i> )	с начала мая	1 декада июля
Клёвер земляничный ( <i>Trifolium fragiferum</i> )	с начала мая	1 декада июля
Псоралея косточковая ( <i>Psoralea drupacea</i> )	с начала мая	1 декада июля
Истод гибридный ( <i>Polygala hybrida</i> )	конец мая	июнь
Алтей лекарственный ( <i>Althaea officinalis</i> )	конец мая	середина июля
Алтей коноплевый ( <i>Althaea cannabina</i> )	конец мая	1 декада августа
Синеголовник крупночашечковый ( <i>Eryngium macrocalyx</i> )	начало июля	конец августа
Кузиния смолистая ( <i>Cousinia resinosa</i> )	начало июня	конец августа
Скабиоза джунгарская ( <i>Scabiosa songorica</i> Schrenk.)	начало июня	конец июня
Василёк растопыренный ( <i>Centaurea squarrosa</i> )	середина июня	середина августа
Верблюжья колючка ( <i>Alhagi pseudoalhari</i> )	середина июня	середина августа
Зона пустыни		
Колочелистник колючий ( <i>Acanthophyllum pungens</i> )	начало июня	конец 2 декады августа
Подорожничкоцвет тонкоколосый ( <i>Psylliostachys leptostachyus</i> )	начало 3 декады мая	конец 2 декады июня
Вьюнок пустыни ( <i>Convolvulus hamadae</i> )	начало 1 декады мая	конец июня
Чингиль серебристый ( <i>Halimodendron halodendron</i> )	1 декада мая	конец июля
Карелиния каспийская ( <i>Karelinia caspia</i> )	начало июня	конец июля
Верблюжья колючка персидская ( <i>Alhagi persarum</i> )	начало июня	конец июля

К сожалению, в литературе по пчеловодству вопросу о воздействии низких и высоких температур на продуцирование нектара ученые не уделяют внимания. Очевидно, что не менее пагубно влияет жаркая погода и на пчел. В летний период медоносные пчелы поддерживают в своих гнездах максимальную температуру лишь в зоне сосредоточения расплода (центральная или расплодная часть гнезда). На этих сотах температура колеблется в пределах 33–35 °С. То есть даже незначительное снижение или повышение температуры в этой части гнезда может приводить к нарушению процессов развития расплода или его гибели. На крайних или так называемых кормовых сотах температура ниже и обычно составляет от 28 °С и менее. В жаркие дни она будет выше и даже может достигать критических отметок, то есть практически соответствовать температуре окружающей среды. Пчелы в этой зоне менее щепетильны в регуляции температуры. Обычно температура плавления воска составляет 62–65 °С. При

повышении температуры в гнезде вязкость воска снижается, он становится тягучим, а при наличии в ячейках корма или расплода соты существенно деформируются. Из-за повышения температуры воздуха вязкость меда в сотах снижается, он становится менее тягучим.

Если жара воздействует на пчелиные семьи длительный период, то в их гнездах может не только погибать расплод и пчелы, деформироваться соты, но и происходить биохимические и физические изменения в продуктах, вырабатываемых ими.

Пчелиные семьи реагируют на повышение температуры окружающей среды по-разному. Максимальную температуру, которую кратковременно выдерживают пчелы, – это 47–48 °С. Именно в этом диапазоне температур обрабатывают пчел от клещей с использованием термокамер [10]. Но в природе у пчел имеется возможность противодействовать жаре. В жару пчелы могут вентилировать гнездо, приносить и испарять в улье воду.



*Пчелы активно вентилируют гнездо*

Кроме того, чтобы избежать перегрева сотов, часть пчел может покидать гнездо. Те, что остаются на сотах, как правило, снижают активность, чем способствуют уменьшению продуцирования тепла. Если в гнездах семей на период начала жары имеется большое количество нектара, то пчелам несколько дней легче противодействовать повышению температуры воздуха. За счет испарения воды и усиления вентиляции они могут снижать температуру внутри гнезда. В безвзяточный период пчелы для понижения температуры активизируют принос воды.

На повышение температуры окружающей среды пчелы реагируют следующим образом. Из-за того, что растения не выделяют нектара, пчелы сокращают, а затем и вовсе прекращают полеты. Это обычно становится заметным, когда температура поднимается выше 35 °С. Количество летных пчел от общего числа в семье составляет примерно 70%. В жару на это количество увеличивается численность особей в гнезде. Жара и отсутствие медосбора усиливают агрессивность у пчел.

Чтобы стабилизировать температуру в гнезде, пчелы сначала активизируют вентиляцию, а потом дополнительно испаряют принесенную воду. Но вентилировать гнездо пчелы могут и в период медосбора, когда удаляют с гнезда лишнюю влагу, перерабатывая нектар в мед. В жару, если такие усилия пчел не дают необходимого результата, большая часть их покидает соты. Они выходят наружу улья, где сосредотачиваются в зоне летка, чаще на прилетной доске или под днищем улья (рисунок).

В улье остаются пчелы, которые ухаживают за расплодом и вентилируют гнездо. Такое поведение пчел оправдывает себя. Когда часть пчел оставляет улей, то в промежутках сотов (улочках) высвобождается пространство, что способствует лучшей вентиляции гнезда. Если ульи имеют плохую вентиляцию, расположены на открытой местности, а не в тени, пчелиная семья не всегда в состоянии противодействовать высокой температуре. При таких условиях пчелы чаще всего погибают. Напротив, несущественное воздействие тепла на пчел часто провоцирует роение.

#### **Заключение**

Природа весьма чувствительна к воздействию любых негативных факторов. Растения и медоносные пчелы приспособились к определенным условиям, они на протяжении многих лет выработали защитные функции к действию негативных факторов. К сожалению, своей деятельностью человек негативно влияет на экологию, растительный и животный мир. При таких условиях медоносные пчелы и дальше будут находиться под действием этих факторов, будет уменьшаться ареал их распространения, численность и снижаться продуктивность семей.

Глобальное потепление, ухудшение экологии и агроэкологии, уменьшение площадей земельных угодий, занятых энтомофильными растениями, и другие факторы угрожают вымиранию медоносной пчелы. Учитывая важность пчел как составляющей биоценоза живой природы, возрастает вероятность исчезновения на земле многих видов растений и животных. Улучшая эко-

логию, углубляя исследования, связанные с вопросами влияния негативных факторов на пчел и растения, можно предупредить существующие угрозы.

#### Список литературы

1. Hussein M.H. Beekeeping in Arab Countries. Assiut University, Assiut, Egypt. 2012. 628 p.
2. Полищук И.П., Гайдар В.А., Корбут А.В. Пасека. К.: ТОВ ВПК «ОБНОВА», 2012. С. 96–110 (in Ukrainian).
3. Методология и организация научных исследований в животноводстве / Под ред. И.И. Ибатуллина, А.Н. Жуковский. К.: «Аграрна наука» НААН. 2017. 328 с. (in Ukrainian).
4. Таранов Г.Ф. Биология пчелиной семьи. М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1961. 332 с.
5. Хамидов Г.Х. Медоносные растения Узбекистана и пути их рационального использования. ФАН. 1987. 127 с.
6. Турдалиев А.Т., Аскарлов К.А., Жалилова Ш.А., Гуломов З.А., Мусаев И.И. Физико-химические, геохимические особенности и их влияние на почвенно-экологическое состояние гидроморфных почв // Научное обозрение. Биологические науки. 2019. № 4. С. 44–49.
7. Turdaliev A.T., Yuldashev G. Morphological features of pedolytical soils in Central Ferghana. European science review. Austria, 2016. № 5–6. P. 14–15. DOI: 10.20534/esr-16-5.6-14-15.
8. Исаков В.Ю., Мирзаев У.Б., Юсупова М.А. Особенности характеристики почв песчаных массивов Ферганской долины // Научное обозрение. Биологические науки. 2020. № 1. С. 15–19.
9. Эшпулатов Ш.Я. Влияние оросительных вод на плодородие светлых сероземов // Актуальные вопросы современной науки. 2014. № 2. С. 25–28.
10. Жаров В.Г. Нюансы термообработки: ноябрь // Пчеловодство. 2014. № 9. [Электронный ресурс]. URL: <https://beejournal.ru/inventar/1079-nyuansy-termoobrabotki> (дата обращения: 11.06.2020).



## СТАТЬЯ

УДК 631.4

**ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ****Кузиев Р.К., Собитов У.Т., Абдурахмонов Н.Ю., Мирсодиков М.М.***Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ташкент,**e-mail: ulmasbek.sobitov@gmail.com*

В статье подробно изложены новые данные о современном состоянии и таких свойствах почв, как механический состав, содержание гумуса и питательных элементов, а также степени засоления староорошаемых сероземно-луговых и луговых почв Мирзачуля, определенных в результате комплексных исследований. Отмечены изменения, протекающие в них в результате орошаемого земледелия. Преобладание физической глины в механическом составе гидроморфных почв относительно полугидроморфных, еще раз доказывает накопление илистых частиц в почвенном профиле в результате длительного орошения. На староорошаемых луговых почвах мощность гумусного горизонта равна мощности агроирригационного горизонта, и на основе полевых исследований отмечено, что мощность новоорошаемых луговых почв меньше, а на новоосвоенных почвах она равна пахотному горизонту. Отмечено, что агроирригационный горизонт староорошаемых почв Мирзачульского оазиса темно-бурый, зернистый, среднеуплотненный, в некоторых случаях наблюдается обильное накопление корней. Кроме того, в статье отмечено, что общефизические, водно-физические, физико-химические, агрохимические, биологические и другие свойства староорошаемых луговых почв тесно связаны с ее механическим составом. Также с механическим составом связаны тепловой режим почвы, ее температурный режим, физико-механические свойства почвы, их агрономическая оценка, технологии обработки, миграция, накопление солей и процессы вторичного засоления.

**Ключевые слова:** Голодная степь, оазис, сероземно-луговые и луговые почвы, механический состав, гумус, питательные элементы, засоление, гипс, карбонаты, грунтовые воды, эволюция, агроирригационный горизонт, гидроморфизм, плодородие

**CHANGE OF SOIL PROPERTIES IN IRRIGATED AGRICULTURE****Kuziev R.K., Sobitov U.T., Abdurakhmonov N.Yu., Mirsodikov M.M.***Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Tashkent, e-mail: ulmasbek.sobitov@gmail.com*

The article presents in detail new data on the current state and soil properties such as the mechanical composition, humus and nutrient content, as well as the degree of salinization of the old irrigated serozem-meadow and meadow soils of Mirzachul, determined as a result of complex studies. The changes occurring in them as a result of irrigated agriculture are noted. The prevalence of physical clay in the mechanical composition of hydromorphic soils is relatively semi-hydromorphic, once again proves the accumulation of silty particles in the soil profile as a result of prolonged irrigation. On old irrigated meadow soils, the thickness of the humus horizon is equal to the thickness of the agro-irrigation horizon, and based on field studies, it was noted that the thickness of newly irrigated meadow soils is less, and on newly developed soils, it is equal to the arable horizon. It was noted that the agro-irrigation horizon of the old irrigated soils of the Mirzachul oasis is dark brown, granular, medium-compacted, in some cases abundant root accumulation is observed. In addition, the article notes that the general physical, water-physical, physico-chemical, agrochemical, biological and other properties of old irrigated meadow soils are closely related to its mechanical composition. The thermal composition of the soil, its temperature regime, physical-mechanical properties of the soil, their agronomical assessment, processing technologies, migration, salt accumulation and secondary salinization processes are also associated with the mechanical composition.

**Keywords:** Hungry steppe, oasis, serozem-meadow and meadow soils, mechanical composition, humus, salinity, groundwater, evolution, agro-irrigation horizon, fertility

Роль почвы в жизни человека чрезвычайно важна и незаменима. Почва является биокосным элементом, и она формируется в результате взаимодействия почвообразующих факторов в определенном естественно-географическом пространстве. Её возникновение, распространение и формирование плодородия не случайный процесс, а происходит по природным закономерностям. Изучение данных закономерностей, оптимизация почвенных свойств, определение факторов, лимитирующих плодородие почв, и, в частности, организация рационального и эффективного использования почвенных ресурсов имеют большое значение.

Количество поливной воды в современном орошаемом земледелии, которое влияет на процесс почвообразования и меняет основные свойства почв, в несколько раз превышает количество естественных осадков. В результате происходит поднятие уровня грунтовых вод в районах с затрудненным естественным стоком. По имеющимся данным, в настоящее время на большинстве орошаемых площадей уровень грунтовых вод достигает 2–3 м и оказывает влияние на развитие почв. Что стало причиной перехода почв из автоморфного режима в полугидроморфные и гидроморфные условия и привело к поднятию солей минерализо-

ванных грунтовых вод до верхних почвенных горизонтов.

Цель исследования: изучение изменений в свойствах орошаемых сероземно-луговых и луговых почв, протекающих под влиянием орошаемого земледелия, на основе комплексных исследований почв Мирзачульского оазиса.

#### **Материалы и методы исследования**

Объектом исследования служили сероземно-луговые и луговые почвы, типичные для области по природным и антропогенно-хозяйственным условиям, культуре земледелия, уровню землепользования, почвенным свойствам и современному состоянию их плодородия, урожайности культур, распространенные на различных геоморфологических районах Мирзачульского оазиса.

Основу методов исследований составили сравнительно-географический анализ данных изученных регионов, лабораторно-аналитические работы выполнены на основе общепринятых методов [1, 2].

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Средняя высота Мирзачульской равнины составляет 250–310 м над уровнем моря, а самая высокая ее часть приходится на юго-восток, к головной части оросительных каналов, с высотой 350 м. Самая низкая часть впадин и солончаков данного направления расположена в 230 м над уровнем моря. Мирзачульская равнина снижается на север и северо-запад.

Относительная влажность воздуха сравнительно низкая, самая низкая относительная влажность наблюдается в июне-августе, со среднегодовой влажностью воздуха около 31–48%. Повышение температуры воздуха в летние месяцы приводит к более интенсивному испарению влаги, что значительно выше среднегодового количества осадков. Данный климат приводит к засолению почв и увеличению потребности сельскохозяйственных культур в воде [3].

Орошаемые сероземно-луговые почвы по своему происхождению образуют ряд промежуточных «переходных» почв. Эти почвы с умеренным влиянием грунтовых вод (2–3 м) наиболее широко распространены в Сырдарьинской области. Они сформированы в результате нарушения баланса и повторного поднятия уровня грунтовых вод на Центральной Мирзачульской равнине пояса светлых сероземов. За счет постоянного поднятия уровня подземных вод, сероземно-луговые почвы капиллярно увлажняются до верхних слоев, а на нижних горизонтах образуются тускло-зеленые

пятна с серым оттенком. Подземные воды залегают на глубине 2–3 м и периодически поднимаются до верхних слоев. Эти почвы подвержены быстрому засолению, в различной степени засолены, тип засоления хлоридно-сульфатный и сульфатно-хлоридный, слабо, иногда средне гипсированы. На орошаемых сероземно-луговых почвах южных предгорных массивов наблюдается процесс слабой ирригационной эрозии, юго-восточные территории подвержены ветровой эрозии. Здесь продолжается эволюционное развитие от сероземно-луговых к луговым почвам [4].

*Орошаемые луговые почвы* сформированы в условиях с уровнем залегания подземных вод на глубине 1–2 м. Они широко распространены на II–I террасах Сырдарьи, на низменностях и впадинах, делювиально-пролювиальных, лессовидных и озерно-аллювиальных отложениях Центрального Мирзачула, в основном встречаются в районах с сероземно-луговыми и лугово-сероземными почвами. Эти почвы сформированы в условиях постоянной влажности почвенного профиля, в результате чего автоморфные сероземы, постоянно меняясь, перешли в промежуточные сероземно-луговые и в итоге в гидроморфные луговые почвы. Со временем сформировались внешние морфологические признаки луговых почв и образовалась флора, типичная для данного типа почв. Кроме того, в условиях переувлажнения постоянного гидроморфизма возникли анаэробные условия и образовались оксиды и соединения железа, алюминия, марганца. Нижние участки почвы имеют коричневатый-серый тусклый оттенок, близкое залегание подземных вод привело к вторичному засолению. Поэтому для эффективного использования луговых почв необходимо обеспечить должную работу коллекторно-дренажной системы [4].

Пахотный горизонт изученных орошаемых луговых почв имеет светло-бурый цвет, на лугово-аллювиальных почвах бурый, слабо уплотненный, обильно встречаются остатки растительности. Подпахотный горизонт средне и сильно уплотненный и имеет комковатую структуру. Встречаются корни и корешки, иногда солевые пятна.

В верхнем (60–70 см) слое староосвоенных и орошаемых луговых почв вблизи Сырдарьи сформирован агроирригационный слой, они имеют одинаковый цвет и механический состав, нижние слои состоят из слоев с различным механическим составом. Также можно наблюдать накопление большого количества признаков гидроморфизма в нижних слоях – коричневых и бледных пятен, кристаллов солей и гипса.

На староорошаемых луговых почвах мощность гумусового горизонта равна толщине агроирригационного слоя, тогда как на новоорошаемых луговых почвах мощность гумусового горизонта меньше (40–50 см), а на новоосвоенных ограничивается пахотным слоем. В агроирригационном слое почв Мирзачуля темно-коричневые, зернистые, умеренно уплотненные упакованные, в некоторых случаях наблюдается обильное накопление корней растительности.

Общефизические, водно-физические, физико-химические, агрохимические, биологические и другие свойства почвы тесно связаны с ее механическим составом. Кроме того, тепловой режим почвы, ее температурный режим, такие физико-механические свойства, как удельное сопротивление при обработке, сроки зрелости почвы и другие свойства почвы, их агрономическая оценка, технологии обработки почвы, миграция солевых растворов в почвенных горизонтах, накопление солей и виды процессов вторичного засоления, водно-солевые режимы и баланс, влажности почвы и содержание питательных веществ, необходимых для растений, также связаны с механическим составом почв [5, 6].

Механический состав староорошаемых сероземно-луговых почв в основном среднесуглинистый, в некоторых случаях в нижних горизонтах сменяется легкими суглинками. Количество физической глины (размер частиц менее <0,01 мм) составляет 20,0–44,4%, характерно преобладание крупных частиц пыли (0,05–0,01 мм), в почвенных горизонтах они составляют 36,4–51,3%, частицы средней пыли (0,01–0,005 мм) составляют 2,3–22,0%, частицы мелкой пыли (0,005–0,001 мм) – 2,8–17,9%, частицы мелкого песка (0,1–0,05 мм) составляют 4,8–21,9%, а количество илестых частиц составляет 8,2–16,6% (табл. 1).

Орошаемые луговые почвы распространены во всех геоморфологических районах Сырдарьинской области. Согласно механическому составу, в староосвоенных северо-восточных районах региона распространены средние и тяжелые суглинки, а в новоосвоенных юго-западных и западных частях региона преобладают легкосуглинистые почвы.

Механический состав староорошаемых луговых почв исследуемой территории в основном тяжелосуглинистый, а нижние слои – средне и легкосуглинистые, количество частиц физической глины (менее < 0,01 мм) колеблется в пределах 45,6–80,7%, количество частиц крупной пыли (0,05–0,01 мм) в почвенном профиле

составляет 18,1–48,4%, а частицы средней пыли (0,01–0,0000 мм) варьируют в широких пределах и составляют 11,3–33,4%, частицы мелкой пыли (0,005–0,001 мм) наблюдаются в диапазоне 17,3–36,6%, содержание илестых частиц составляет 13,2–17,4%, а в нижних слоях – 20,0–22,5%.

Утяжеление механического состава луговых почв по сравнению с сероземно-луговыми почвами обусловлено накоплением илестых частиц в почвенном профиле в результате длительного орошения.

Орошение оказывает большое влияние на содержание и запасы гумуса и питательных веществ в почве. Этот процесс, с одной стороны, связан с системным удобрением почв гумусом и выращиванием культурных растений, которые оставляют в почве большое количество корневых остатков, что может привести к накоплению органических веществ в почве. Но, с другой стороны, обработка почвы и орошение ускоряют биологические процессы, особенно разложение органических веществ. В первые годы освоения территории сероземного пояса Центрально-Азиатского региона орошение и возделывание в некоторых случаях стали причиной уменьшения гумуса и других органических веществ. Однако в результате последующих применений агромероприятий, с целью повышения плодородия орошаемых почв, начинают увеличиваться запасы гумуса. По мнению ряда исследователей, вспашки и орошение целинных сероземов ускоряют процессы разложения и минерализации органического вещества. В первые 3–4 года освоения целинных почв разлагаются 40–50% всего органического вещества новоорошаемых сероземов, на вновь орошаемых песчаных почвах, впоследствии этот процесс стабилизируется [7].

Количество гумуса в почвах исследуемых территорий является основным фактором, управляющим рядом свойств почв, в зависимости от условий гумусообразования, механического состава профиля, периода орошения, культуры земледелия, мощности агроирригационного горизонта и степени засоления. Содержание гумуса в верхнем слое пахотного горизонта в количестве 0,80–1,02%, в подпахотном горизонте – 0,56–1,04%, а к нижним горизонтам наблюдается снижение его содержания до 0,27–0,48%. По содержанию гумуса эти почвы относятся к низко (0,5–1%) и средне (1–1,5%) гумусированным группам, содержание общего азота составляет 0,052–0,071%, а в нижних горизонтах его содержание колеблется в пределах 0,024–0,042%.

**Таблица 1**  
Механический состав староорошаемых почв

Номер разреза	Глубина горизонта, см	Размер частиц в мм, количество в процентах							Физическая глина	Название почвы по механическому составу
		Песок		Пыль			ил			
		>0,25	0,25–0,1	0,1–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005		0,005–0,001		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Орошаемые сероземно-луговые почвы										
1	0–28	4,0	0,5	17,2	44,0	6,6	15,6	12,1	34,3	Средний суглинок
	28–45	3,0	0,1	15,7	44,4	2,3	17,9	16,6	36,8	Средний суглинок
	45–80	18,0	1,5	19,2	41,3	5,3	1,9	12,8	20,0	Легкий суглинок
	80–130	14,0	0,5	21,9	36,4	13,1	2,8	11,3	27,2	Легкий суглинок
2	0–33	1,5	0,1	13,8	51,3	5,4	13,1	14,8	33,3	Средний суглинок
	33–48	1,0	0,1	15,1	44,5	22	9,1	8,2	39,3	Средний суглинок
	48–87	2,5	0,1	18,7	47,4	8,3	12,8	10,2	31,3	Средний суглинок
	87–149	12,0	1,0	4,8	46,2	10,1	14,7	11,2	36	Средний суглинок
3	0–35	1,5	0,1	33,5	35,3	6,6	13,5	10	30,1	Средний суглинок
	35–53	2	0,2	33,1	32,9	6	13,4	12,4	31,8	Средний суглинок
	53–90	3	0,1	31,4	21,1	14,4	15,4	14,6	44,4	Средний суглинок
	90–150	1,5	0,2	26	35,1	7,7	14,8	15,3	37,8	Средний суглинок
	0–35	1,5	0,1	33,5	35,3	6,6	13,5	10	30,1	Средний суглинок
Орошаемые луговые почвы										
4	0–27	2,5	1	15,9	35	12,9	18,4	14,3	45,6	Тяжелый суглинок
	27–42	0,1	0,1	4,2	48,3	16,7	17,3	13,3	47,3	Тяжелый суглинок
	42–88	0,5	0,1	0,6	18,1	33,4	30,2	17,1	80,7	Средняя глина
	88–125	0,1	0,1	9,2	40,9	15,7	23,7	10,3	49,7	Тяжелый суглинок
5	0–29	0,5	0,2	0,1	30,5	21	30,3	17,4	68,8	Легкая глина
	29–43	0,1	0,1	0,7	22,7	19,6	36,6	20,2	76,6	Средняя глина
	43–70	0,1	0,1	1,6	42,1	11,3	17,9	19,9	46,1	Тяжелый суглинок
	70–130	0,1	0,1	1	30	12,6	38,7	17,5	68,8	Легкая глина
6	0–28	1,5	0,1	3,2	47,9	14,6	19,5	13,2	47,3	Тяжелый суглинок
	28–40	0,5	0,1	0,4	48,4	11,6	17,8	21,1	50,5	Тяжелый суглинок
	40–96	1	0,1	0,2	30,7	14,1	31,4	22,5	68	Легкая глина
	96–122	0,1	0,1	0,2	31,7	17,4	30,5	20	67,9	Легкая глина

Таблица 2

Содержание гумуса и питательных элементов в староорошаемых почвах

Номер разреза	Глубина горизонта, см	Гумус, %	Общий азот %	C:N	Питательные элементы			
					валовые, %		подвижные, мг/кг	
					фосфор	калий	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Орошаемые сероземно-луговые почвы								
1	0–28	1,02	0,071	8,3	0,131	0,885	7,33	155
	28–45	1,04	0,075	8,0	0,137	0,845	4,67	130
	45–80	0,45	0,035	7,5	0,063	0,712	1,33	47
	80–130	0,48	0,042	6,6	0,080	0,733	2,0	15
2	0–33	0,90	0,052	10,0	0,125	0,852	14,93	131
	33–48	0,78	0,043	10,5	0,128	0,860	6,0	93
	48–87	0,36	0,029	7,2	0,115	0,639	3,33	15
	87–149	0,35	0,031	6,5	0,082	0,758	2,67	15
3	0–35	0,80	0,058	8,0	0,145	0,850	18,93	130
	35–53	0,56	0,044	7,4	0,140	0,700	9,43	131
	53–90	0,33	0,029	6,6	0,142	0,550	3,33	123
	90–150	0,27	0,024	6,5	0,125	0,420	2,00	118
Орошаемые луговые почвы								
4	0–27	1,05	0,070	8,70	0,185	1,04	42,0	108
	27–42	0,98	0,065	8,74	0,145	0,89	17,6	95
	42–88	0,68	0,050	7,89	0,155	0,78	8,2	55
	88–125	0,50	0,044	6,89	0,106	0,99	7,9	48
5	0–29	1,26	0,090	8,12	0,165	1,00	18,6	130
	29–43	0,91	0,750	7,04	0,182	0,89	10,8	118
	43–70	0,89	0,079	6,53	0,123	0,82	12,6	115
	70–130	0,83	0,074	6,51	0,136	0,70	8,0	100
6	0–28	1,76	0,122	8,37	0,172	0,85	11,47	131
	28–40	1,43	0,105	7,90	0,146	0,55	9,47	118
	40–96	1,08	0,086	7,28	0,150	0,68	8,0	88
	96–122	0,60	0,053	6,57	0,128	0,49	8,0	95

Содержание общих форм фосфора в пахотном и подпахотном горизонтах почв составляет 0,125–0,145%, а количество подвижного фосфора равно 4,67–18,93 мг/кг, и отмечено снижение его содержания вниз по профилю. Содержание общего калия в верхних слоях почв составляет 0,850–0,855%, а количество обменного калия в пахотном горизонте составляет 131–155 мг/кг, и наблюдается уменьшение его количества в нижних горизонтах. Исследованные почвы по уровню обеспеченности подвижным фосфором относятся к очень низкообеспеченным, а по содержанию обменного калия – к низкообеспеченным группам (табл. 2).

Отмечено, что содержание гумуса в пахотном горизонте луговых почв составляет 1,05–1,76%, в подпахотном горизонте – 0,91–1,43% и уменьшается до 0,50–1,08% в нижних слоях почвенного профиля. Содержание общего азота в пахотном горизонте составляет 0,070–0,122%, а в подпахотном и нижних горизонтах его содержание равно 0,044–0,105%.

Общее содержание фосфора в пахотном и подпахотном горизонтах почв составляет 0,155–0,182%, а количество подвижного фосфора составляет 9,47–42,0 мг/кг, и его содержание снижается вниз по профилю. В верхних слоях почвенного покрова общее содержание калия составляет 0,550–1,040%, а количество обменного калия в пахотном горизонте исследованных почв составляет 95–131 мг/кг, и наблюдается уменьшение его содержания в нижних слоях почв. По уровню обеспеченности подвижным фосфором почвы относятся к очень низко и средне обеспеченным группам, а по содержанию калия – к очень низко и низко обеспеченным группам (табл. 2). Установлено, что на староорошаемых луговых почвах эти показатели выше, по сравнению с сероземно-луговыми.

До освоения Мирзачульской степи почвы преимущественно были незасоленными и слабозасоленными и характеризовались глубиной залегающих грунтовых вод на уровне 15–20 м. Освоение этих территорий велось без дренажных сооружений.

Таблица 3

Состав водной вытяжки, содержание гипса и CO<sub>2</sub> карбонатов староорошаемых почв (в % относительно абс. сухой почве)

Номер разреза	Мощность горизонта, см	Сухой остаток	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	CO <sub>2</sub> карбонаты	SO <sub>4</sub> гипс
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Орошаемые сероземно-луговые почвы										
1	0–28	0,174	0,025	0,007	0,044	0,018	0,004	0,007	8,8	0,518
	28–45	0,190	0,023	0,004	0,057	0,024	0,005	0,001	9,2	0,317
	45–80	0,966	0,013	0,007	0,515	0,186	0,019	0,006	10,1	0,689
	80–130	0,872	0,014	0,008	0,475	0,168	0,019	0,009	8,7	0,765
2	0–33	0,124	0,025	0,013	0,038	0,016	0,004	0,01	8,2	0,662
	33–48	0,186	0,023	0,020	0,052	0,018	0,006	0,014	8,9	0,518
	48–87	0,372	0,019	0,029	0,166	0,042	0,016	0,027	9,5	0,346
	87–149	0,714	0,014	0,014	0,385	0,110	0,024	0,027	10,3	0,490
3	0–35	0,461	0,021	0,039	0,202	0,036	0,035	5,633	8,12	0,195
	35–53	0,440	0,027	0,035	0,218	0,036	0,045	5,978	8,14	0,260
	53–90	0,816	0,024	0,035	0,473	0,080	0,049	11,24	10,15	0,332
	90–150	1,019	0,027	0,067	0,576	0,106	0,084	14,32	9,01	3,665
Орошаемые луговые почвы										
4	0–27	0,484	0,017	0,027	0,239	0,056	0,017	6,01	6,38	0,58
	27–42	0,122	0,025	0,008	0,042	0,012	0,002	1,50	9,72	0,62
	42–88	0,242	0,024	0,014	0,126	0,022	0,007	3,40	9,89	4,21
	88–125	0,056	0,018	0,006	0,020	0,006	0,001	0,88	10,53	1,07
5	0–29	0,348	0,031	0,052	0,106	0,052	0,005	4,190	9,64	0,16
	29–43	0,148	0,021	0,024	0,042	0,007	0,006	1,914	10,10	0,21
	43–70	0,168	0,027	0,017	0,029	0,068	0,007	1,543	10,10	3,76
	70–130	0,256	0,031	0,024	0,082	0,009	0,007	2,904	9,64	1,11
6	0–28	0,260	0,027	0,042	0,082	0,009	0,007	3,57	7,96	0,16
	28–40	0,166	0,027	0,014	0,062	0,006	0,007	2,124	8,68	0,21
	40–96	0,204	0,024	0,025	0,070	0,007	0,005	2,821	9,62	0,76
	96–90	0,166	0,030	0,017	0,063	0,006	0,006	2,313	10,85	1,02

В результате под влиянием орошения поднялся «критический» уровень грунтовых вод. В процессе формирования почвы начали переходить в гидроморфную форму и активировалась миграция первичных солей, что в результате привело к различной степени засоления почв.

Согласно анализу водной вытяжки староорошаемых сероземно-луговых почв, содержание сухого остатка в пахотном горизонте составляет 0,174–0,461%, в подпахотном горизонте – 0,186–0,440% и 0,372–1,019% в нижних слоях почвенного профиля (табл. 3).

В этих почвах тип засоления в основном хлоридно-сульфатный и сульфатный, по степени засоления верхние слои (0–50 см) почв незасоленные, слабозасоленные.

Общее количество солей в пахотном горизонте луговых почв, по сухому остатку, составляет 0,260–0,484%, а на подпахотном и нижних горизонтах – 0,056–0,256%, тип засоления в основном хлоридно-сульфатный и сульфатный, по степени засоления данные почвы в большинстве случаев относятся к незасоленным, слабозасоленным,

а в некоторых случаях к средnezасоленным группам. Содержание гипса в этих почвах не превышает 0,8–1,0%, но в отдельных горизонтах почвенного профиля достигает 3–4% (табл. 3). Содержание SO<sub>2</sub> карбонатов в профиле сероземно-луговых и луговых почв распространено практически равномерно и колеблется в пределах от 7 до 9%, а в нижних слоях его содержание достигает 10–12%.

### Заключение

Механический состав изученных почв, в зависимости от характера материнской породы, состоит в основном из средних, легких и тяжелых суглинков. Во всех случаях преобладают частицы крупной пыли (0,05–0,01 мм).

1. Количество гумуса в пахотном слое колеблется в пределах 0,80–1,76%, по содержанию подвижного фосфора в профиле почвы относятся к очень низко и низко обеспеченным, а по содержанию обменного калия – к низко и средне обеспеченным группам.

2. Небольшое увеличение количества  $\text{CO}_2$  карбонатов в нижних горизонтах почвенного профиля свидетельствует о вымывании и накоплении карбонатов в нижних горизонтах в результате длительного орошения.

#### Список литературы

1. Инструкция проведения почвенных исследований и составления почвенных карт для ведения Государственного земельного кадастра. Нормативные документы по землепользованию, землеустройству и земельному кадастру. Ташкент, 2009. 51 с.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1962. 491 с.
3. Ахмедов А.У., Баиров А.Ж., Парпиев Г.Т. Опыт почвенно-экологического и мелиоративного мониторинга на ключевых участках Голодной степи // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей Международной на-

учно-практической конференции. Барнаул: Изд. АГАУ, 2016. Кн. 1. С. 59–62.

4. Собитов У.Т., Абдурахмонов Н.Ю. Характеристика и степень плодородия орошаемых почв Мирзачульского оазиса // Научное обозрение. Биологические науки. 2018. № 1. С. 23–27.

5. Курвантоев Р., Абдуллаев С., Аликулов Б. Водные свойства орошаемых сероземно-луговых почв Голодностепского оазиса // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей Международной научно-практической конференции. Барнаул: Изд. АГАУ, 2016. Кн. 1. С. 126–128.

6. Курвантоев Р., Абдуллаев С., Турсунов Л., Абдушкурова З. Современное состояние плодородия орошаемых почв Республики Узбекистан и проблема их повышения // Аграрная наука сельскому хозяйству: II Международная научно-практическая конференция. Барнаул, 2017. С. 54–56.

7. Ташкузиев М.М., Шадиева Н.И. Закономерности распространения гумуса и процессы гумусообразования в условиях почв предгорий Северного Туркестана // Вестник Каракалпакского отделения Академии Наук Республики Узбекистан. 2010. № 3 (216). С. 25–28.

## СТАТЬЯ

УДК 616.379-008.64:612.332.2

**КИШЕЧНОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ УГЛЕВОДОВ  
ПРИ АЛЛОКСАНОВОМ ДИАБЕТЕ КРЫС****<sup>1</sup>Кучкарова Л.С., <sup>2</sup>Рохимова Ш.О.**<sup>1</sup>*Национальный университет Узбекистана, Ташкент, e-mail: Lyuba.kuchkarova@mail.ru;*<sup>2</sup>*Ургенчский филиал Ташкентской медицинской академии, Ургенч, e-mail: Shirin2111@mail.ru*

В опытах на беспородных белых крысах было выявлено влияние аллоксан-индуцированного диабета на массу тела, тонкой кишки, гистоструктуру кишечника, а также на заключительную стадию гидролиза углеводов в тонкой кишке. Диабет был вызван однократной внутрибрюшинной инъекцией аллоксана моногидрата (170 мг/кг). Исследовали только тех аллоксанобработанных крыс, у которых уровень глюкозы в крови был в 3 раза больше, чем в контроле. Оказалось, что у крыс с аллоксан-индуцированным диабетом имело место уменьшение массы тела (на 23,1 %) и массы тонкой кишки (на 23,6 %). При этом нарушение гистологической структуры проявлялось как в мукозе, так и в серозе тонкой кишки. Это выражалось в уменьшении плотности миоцитов и эпителиоцитов стенки тонкой кишки, наличии эдемы слизистой, кровенаполнении капилляров, десквамации эпителиоцитов. Кроме того, у крыс с аллоксан-индуцированным диабетом на 10-й день после введения аллоксана моногидрата имело место увеличение активности кишечных мембраносвязанных дисахаридаз. Активность мальтазы, сахаразы и лактазы у крыс с аллоксан-индуцированным диабетом была соответственно на 25,6; 47,2 и 84,6% больше по сравнению с крысами контрольной группы. Следовательно, аллоксан-индуцированный диабет приводит к уменьшению массы тела и тонкого кишечника крыс, нарушению гистоструктуры стенки тонкой кишки, а также увеличению специфической активности кишечных мальтазы, сахаразы и лактазы.

**Ключевые слова:** аллоксан-индуцированный диабет, глюкоза, инсулин, С-пептид, гистоструктура тонкой кишки, активность энтеральных олигосахаридаз

**INTESTINAL CARBOHYDRATE DIGESTION IN RAT ALLOXAN DIABETES****<sup>1</sup>Kuchkarova L.S., <sup>2</sup>Rokhimova Sh.O.**<sup>1</sup>*National University of Uzbekistan, Tashkent, e-mail: Lyuba.kuchkarova@mail.ru;*<sup>2</sup>*Urgench branch of the Tashkent Medical Academy, Urgench, e-mail: Shirin2111@mail.ru*

In experiments on outbred white rats, the effect of alloxan-induced diabetes on the weight of the body and small intestine, intestinal histostucture and on the final stage of carbohydrate hydrolysis of in the small intestine was revealed. Diabetes was caused by a single intraperitoneal injection of alloxan monohydrate (170 mg / kg). Only alloxan-treated rats with the level of glucose in the blood 3 times higher than in the control group were studied. It turned out that in rats with alloxan-induced diabetes, there was a decrease in body mass (by 23.1 %) and small intestine mass (by 23.6%). In this case, a violation of the histological structure was manifested both in mucosa and in serosa of the small intestine wall. It was expressed in a decrease in the density of cells in intestinal muscle, submucosal and mucous layers cells. Alloxan-induced diabetes also caused mucosal edema, blood capillary filling, and desquamation of epithelial cells. In addition, on the 10<sup>th</sup> day after administration of alloxan monohydrate, there was an increase in the activity of intestinal membrane-bound disaccharidases in alloxan-induced diabetic rats. The activity of maltase, sucrase, and lactase in rats with alloxan-induced diabetes was 25.6 %, 47.2 %, and 84.6 % higher, respectively, in comparison with rats of the control group. Therefore, alloxan-induced diabetes leads to a decrease in the body and small intestine mass of rats, a violation of the histostucture of the small intestine wall as well as an increase in the specific activity of intestinal maltase, sucrase and lactase.

**Keywords:** alloxan-induced diabetes, glucose, insulin, C-peptide, histological structure of the small intestine, activity of enteric oligosaccharidases

В настоящее время внимание исследователей и практиков стала привлекать взаимосвязь между сахарным диабетом и патологией желудочно-кишечного тракта. Это связано с тем, что имеется патогенетическая связь сахарного диабета с практически всеми органами желудочно-кишечного тракта, от пищевода до толстой кишки. Так, при диабете отмечены кандидоз, пародонтоз, кариес в полости рта, снижение секреции ферментов и соляной кислоты в желудке, ослабление рефлекторных реакций пищевода, жировая инфильтрация и дискинезия желчного пузыря, а также ослабление мото-

рики желудочно-кишечного тракта. В тонкой кишке также при сахарном диабете зарегистрированы атрофические процессы в слизистой оболочке, изменения кишечной микрофлоры, нарушение кишечного всасывания и т.д. [1, 2].

Несмотря на то, что кишечная энтеропатия встречается у многих пациентов с диабетом [1, 2], научно обоснованных сведений для понимания этиопатогенеза заболеваний тонкой кишки и целевой терапии для противодействия вредного влияния сахарного диабета на морфофункциональное состояние тонкой кишки недостаточно, что



требует более широких экспериментальных подходов. Исследование сдвигов кишечного пищеварения углеводов в тонкой кишке важно и потому, что кишечник играет весьма существенную роль в гомеостазе глюкозы, уровень которой при сахарном диабете в крови резко увеличивается [3]. Трудность понимания этиопатогенеза развития энтеральных патологий при диабете усугубляется и тем, что симптомы кишечной диабетической энтеропатии совпадают с другими симптомами кишечных нарушений или могут быть спутаны с побочными эффектами лекарств при лечении диабета [4]. Поэтому исследования гистоструктуры и особенностей гидролиза углеводов в тонкой кишке помогут пролить свет на развитие патологии кишечника, поспособствуют выбору адекватной комплексной терапии и предотвращению дальнейшего развития осложнений структурно-функциональных сдвигов тонкой кишки при сахарном диабете.

Цель исследования: изучить гистоструктуру тонкой кишки и активность энтеральных ферментов при аллоксан-индуцированном диабете крыс.

#### Материалы и методы исследования

В опытах были использованы белые беспородные крысы-самцы, массой 180–200 г. Животных содержали на стандартном рационе вивария, при комнатной температуре, естественном световом режиме и неограниченном доступе к воде и пище. Содержание, питание и уход за животными проводились согласно Европейской конвенции об охране позвоночных животных, используемых для экспериментов и в других научных целях [5].

Индукцию сахарного диабета вызывали внутривентральным введением аллоксана моногидрата (DIAEM, ООО, Москва) в дозе 170 мг/кг массы тела животного. В экспериментальные наблюдения включали только крыс с устойчивой гипергликемией, т.е. тех животных, у которых уровень глюкозы в крови после введения аллоксана моногидрата был более чем в 3 раза больше контрольных величин. Крыс контрольной группы инъецировали тем же способом и в то же время эквивалентным объемом физиологического раствора.

Забой животных проводили всегда в одно и то же время между 9.00 и 10.00 утра. При декапитации животных кровь собирали в парафиновые центрифужные пробирки и отстраивали при комнатной температуре в течение 30 мин. Затем пробы крови центрифугировали со скоростью 5000 об/мин в течение 15 мин. Супернатант осторожно отсасывали для определения в нем уровня глюкозы.

Для гистологического исследования извлеченную из брюшной полости крыс тонкую кишку очищали от жировой ткани и промывали 10 мл холодного раствора Рингера (рН = 7,4). Затем из медиальной части тонкой кишки вырезали отрезок длиной в 1 см, который фиксировали в 10% растворе формалина в течение не менее чем трех суток. Далее образцы для гистологического исследования тонкой кишки высушивали путем стандартной проводки по растворам с возрастающей концентрацией этилового спирта (70, 80, 96 и 100%) и заливали парафином. Из парафиновых блоков готовили срезы толщиной 5–6 мкм, которые окрашивали гематоксилином-эозином. Препараты были сфотографированы световым цифровым микроскопом фирмы Лейка (DN-300M) (Германия).

Оставшиеся после взятия на анализ гистоструктуры части кишечника высушивали фильтровальной бумагой, взвешивали, разрезали вдоль органа и пластмассовым шпателем осторожно отделяли мукозу (слизистая и подслизистая оболочки) от серозы (соединительнотканый и мышечный слой). Мукозу тонкой кишки заливали раствором Рингера в отношении 1:9 и далее гомогенизировали тefлоновым пестиком при скорости 300 г в течение минуты. Все операции проводили на холоде.

В супернатанте тонкой кишки при соответствующих разведениях определяли активность щеточнокаёмных мальтазы (КФ 3.2.1.20), сахаразы (КФ.2.4.1.100) и лактазы (КФ 3.2.1.23). Определение активностей кишечных дисахаридаз, уровня глюкозы в сыворотке крови проводили глюкозооксидазным методом с использованием специальных наборов реактивов фирмы Human (Германия).

Полученные результаты были обработаны с определением коэффициента Стьюдента-t и показателя достоверности – P. В работе данные представлены как средняя ± ошибка средней (M ± m). При P < 0,05 различия в показателях между опытной и контрольной группами принимались за достоверные.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Оказалось, что у крыс с аллоксан-индуцированным диабетом содержание глюкозы в сыворотке крови, как и ожидалось, увеличивалось. Увеличение концентрации глюкозы у крыс опытной группы в крови было в 3,3 раза больше на 5-й день и в 3,7 раз больше на 10-й день наблюдения по сравнению с крысами контрольной группы (рис. 1).

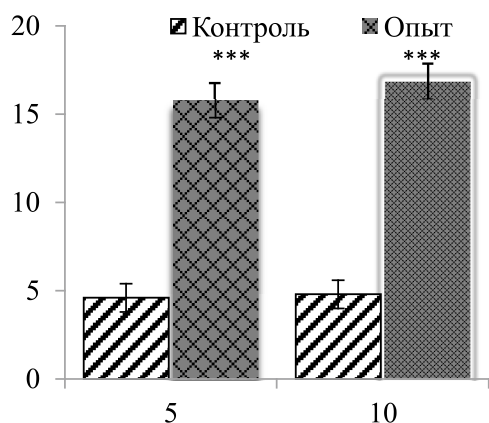


Рис. 1. Уровень глюкозы (Ммоль/л) в крови при аллоксан-индуцированном диабете крыс-самцов ( $M \pm m$ ; при  $n = 6$ ). По оси абсцисс – дни опыта; по оси ординат – концентрация глюкозы (Ммоль/л). \*\*\* –  $<0,001$

Аллоксан-индуцированный диабет оказывал заметное влияние и на массу тела, и на массу тонкой кишки крыс-самцов (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что масса тела и тонкой кишки у крыс контрольной группы на протяжении опыта регистрировалась на од-

ном уровне. Однако у крыс с аллоксан-индуцированным диабетом масса тела уменьшалась на 20,0 и 23,1% на 5-й и 10-й дни опыта соответственно по сравнению с контрольными величинами. Уменьшение было отмечено и в массе тонкой кишки. У крыс с аллоксан-индуцированным диабетом масса тонкой кишки на 5-й день наблюдения уменьшалась на 12,5%, а на 10-й день опытов – на 23,6% по сравнению с крысами контрольной группы.

Аллоксан-индуцированный диабет оказывал неоднозначное влияние и на уменьшение массы мукозы и серозы тонкой кишки крыс (табл. 2).

Так, масса мукозы на 5-й день эксперимента уменьшалась на 23,4%, а на 10-й день наблюдений на 26,1%. Масса серозы кишечника также уменьшалась, но это уменьшение было достоверным только на 10-й день наблюдения и составляло 19,8%. Следовательно, при аллоксан-индуцированном диабете уменьшение массы мукозы более выражено, чем уменьшение массы серозы тонкой кишки.

Изменение массы мукозы сопровождалось и сдвигами в гистоструктуре стенки тонкой кишки у аллоксан-индуцированных диабетических крыс (рис. 2).

Таблица 1

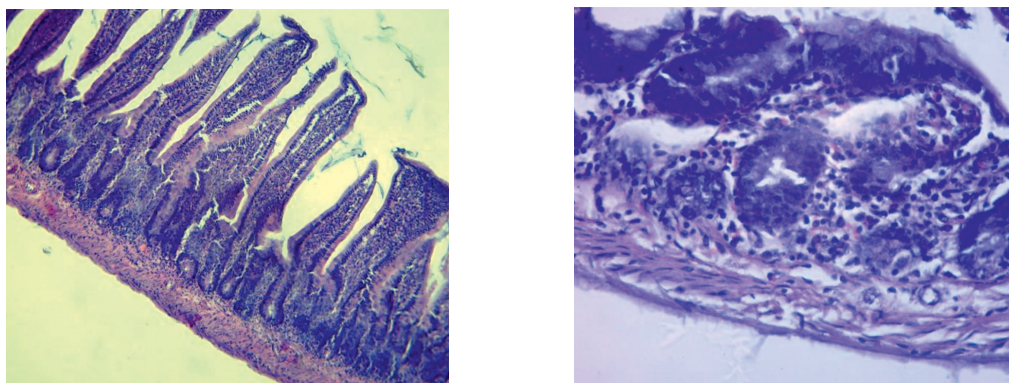
Масса тела (г) и масса тонкой кишки (г) при аллоксан-индуцированном диабете крыс-самцов ( $M \pm m$ ;  $n = 6$ )

Группы животных	Дни опыта					
	5-й			10-й		
	$M \pm m$	%	P	$M \pm m$	%	P
Контроль Опыт	Масса тела, г					
	$215,6 \pm 12,0$	100,0	–	$218,5 \pm 14,5$	100,0	–
	$172,6 \pm 8,5$	80,0	$<0,01$	$168,2 \pm 12,4$	76,9	$<0,02$
Контроль Опыт	Масса тонкой кишки, г					
	$6,4 \pm 0,3$	100,0	–	$7,2 \pm 0,4$	100,0	–
	$5,6 \pm 0,1$	87,5	$<0,02$	$5,5 \pm 0,1$	76,4	$<0,001$

Таблица 2

Масса серозы (г) и мукозы тонкой кишки (г) при аллоксан-индуцированном диабете крыс-самцов ( $M \pm m$ ;  $n = 6$ )

Группы животных	Дни опыта					
	5-й			10-й		
	$M \pm m$	%	P	$M \pm m$	%	P
Контроль Опыт	Масса серозы					
	$3,98 \pm 0,09$	100,0	–	$4,42 \pm 0,04$	100,0	–
	$3,05 \pm 0,12$	76,6	$<0,001$	$3,27 \pm 0,07$	73,9	$<0,001$
Контроль Опыт	Масса мукозы					
	$2,42 \pm 0,03$	100,0	–	$2,78 \pm 0,02$	100,0	–
	$2,35 \pm 0,02$	97,1	$>0,05$	$2,43 \pm 0,02$	80,2	$<0,001$



Контроль

Опыт

Рис. 2. Гистоструктура тонкой кишки при аллоксан-индуцированном диабете у крыс-самцов (x 200, окраска – гематоксилин-эозин)

Таблица 3

Специфическая активность энтеральных дисахаридаз (мкмоль/мин/г ткани) при аллоксан-индуцированном диабете у крыс-самцов (M ± m; n = 6)

Группы животных	Дни опыта					
	5-й			10-й		
	M ± m	%	P	M ± m	%	P
Мальтаза						
Контроль	72,6 ± 5,2	100,0	–	75,4 ± 6,4	100,0	–
Опыт	89,8 ± 6,8	123,7	>0,05	94,7 ± 7,3	125,6	>0,1
Сахараза						
Контроль	6,9 ± 0,6	100,0	–	7,2 ± 0,9	100,0	–
Опыт	9,5 ± 0,8	137,7	<0,02	10,6 ± 0,7	147,2	<0,01
Лактаза						
Контроль	1,1 ± 0,06	100,0	–	1,3 ± 0,05	100,0	–
Опыт	1,9 ± 0,04	172,7	<0,001	2,4 ± 0,09	184,6	<0,001

Из рис. 2 видно, что в контрольной группе крыс ворсинки расположены параллельно, крипто-ворсиночные структуры четко дифференцируются, мышечные клетки плотно прилегают друг к другу и соединительной ткани. У крыс опытной группы явно проявляется «разрыхленность» мышечного, подслизистого и слизистого слоёв стенки тонкой кишки. Кроме того, у крыс с аллоксан-индуцированным диабетом отмечается значительный отёк слизистой, десквамация кишечного эпителия, полнокровие капилляров собственной пластинки слизистой оболочки и подслизистой основы (рис. 2).

Как видно из табл. 3, на 5-й день опыта у крыс с аллоксан-индуцированным диабетом по сравнению с крысами контрольной группы активность мальтазы увеличивалась на 23,7%, активность сахаразы – на 37,7%, а лактазы – на 72,7%. На 10-й день наблюдений у крыс с аллоксан-индуцированным диабетом активность мальтазы, сахаразы и лактазы возрастала соответственно на 25,6; 47,2 и 84,6% по сравнению с крысами,

получавшими физиологический раствор, т.е. активность всех кишечных мембраносвязанных дисахаридаз при аллоксановом диабете возрастала (табл. 3).

Таким образом, результаты исследований показывают, что аллоксан-индуцированный диабет вызывает серьёзные нарушения как в структуре, так и в функции тонкой кишки. Это проявляется в сдвигах гистоструктуры (отсутствие упорядоченности в расположении ворсинок и миоцитов, эдема слизистой, десквамация эпителия, наполнение капилляров) стенки тонкой кишки и индукции активности мембраносвязанных дисахаридаз.

Считают, что уменьшение массы тела и органов может быть связано с увеличением интенсивности процессов липолиза, протеолиза и гликогенолиза при сахарном диабете [6, 7]. Разрушающее действие аллоксан-индуцированного диабета и гипергликемии на структуры и ткани, в том числе и на гистоструктуру тонкой кишки, возможно, обусловлено усилением перекисного окисления липидов, в связи с увеличением активных

форм кислорода при сахарном диабете [8]. Тотальное нарушение упорядоченности гистоструктуры мукозы и серозы кишечника наряду с уменьшением массы кишечника, возможно, также является одной из причин уменьшения массы тела у крыс с аллоксан-индуцированным диабетом, так как структурная целостность слизистой кишечника, участвующей в ассимиляции пластического и энергетического материала нарушается. Уменьшение же массы мукозы тонкой кишки приводит к сокращению общей гидролитической и транспортной поверхности тонкой кишки – основного органа, участвующего в гидролизе и всасывании нутриентов.

Было показано, что морфофенотип эпителиальных клеток ворсинок (объем ядра, количество, площадь и объем клеток) у крыс со стрептозотоцин-индуцированным диабетом мало изменяется [9]. Однако в наших исследованиях влияние экспериментального диабета на гистоструктуру тонкой кишки проявлялось в весьма значимой деструкции мышечной и слизистой оболочки кишечника (рис. 2). Возможно, что это связано с тем, что опытах была использована другая линия крыс и в рассматриваемой работе был вызван не стрептозотоциновый, а аллоксановый диабет, обладающий большей токсичностью и повреждающим действием на другие ткани [10].

Влияние аллоксан-индуцированного диабета кроме нарушения гистологической структуры тонкого кишечника отразилось также в изменении специфической активности пищеварительных дисахаридаз, что проявлялось в заметном увеличении активности мембраносвязанных мальтазы, сахаразы и лактазы тонкой кишки. Увеличение активности энтеральных дисахаридаз было отмечено также И. Мукарами и Т. Икеда при стрептозотоцин-индуцированном диабете и гипергликемии крыс. Однако при этом авторы не описали возможные механизмы индукции активности энтеральных дисахаридаз при сахарном диабете или гипергликемии [11].

Считаем, что, возможно, этот феномен обусловлен дефицитом содержания глюкозы в тканях. Несмотря на увеличенное содержание глюкозы в крови, ее уровень в тканях из-за подавления утилизации глюкозы при диабете понижен [3]. По принципу обратной связи «глюкозный голод» основной массы клеток организма, возможно, и приводит к повышению активностей кишечных дисахаридаз. Однако такое предположение нуждается в дополнительных экспериментальных доказательствах.

Экспериментальный аллоксан-индуцированный диабет, будучи диабетом 1-го

типа, известно, вызывает существенные сдвиги в структуре и функции  $\beta$ -клеток поджелудочной железы. Возникшие дефицит инсулина и гипергликемия, в свою очередь, являются причиной и/или поводом для дисфункции органов желудочно-кишечного тракта и других функциональных систем [2, 10]. В данной работе выявлена деструкция гистоструктуры стенки тонкой кишки и индукции гидролитической способности энтероцитов, которая выражена в повышении активности кишечных энтеральных мембраносвязанных олигосахаридаз. Это обстоятельство говорит о том, что при выявлении этногенеза и лечении сахарного диабета 1-го типа, который в экспериментах индуцируется введением аллоксана, следует учитывать сопутствующие морфофункциональные сдвиги в тонкой кишке.

### Выводы

1. Аллоксан-индуцированный диабет вызывает уменьшение массы тела и тонкого кишечника крыс, нарушение гистоструктуры стенки тонкой кишки.

2. При аллоксан-индуцированном диабете имеет место увеличение специфической активности кишечных мальтазы, сахаразы и лактазы.

### Список литературы

1. Полунина Т.Е. Патология желудочно-кишечного тракта при сахарном диабете // Эффективная фармакотерапия. Гастроэнтерология. 2011. № 5. С. 12–18.
2. Krishnan B., Babu S., Walker J., Walker A.B., Pappachan J.M. Gastrointestinal complications of diabetes mellitus. *World journal of diabetes*. 2013. V. 4. No. 3. P. 51–63.
3. Holst J.J., Gribble F., Horowitz M., Rayner C.K. Roles of the gut in glucose homeostasis *diabetes care*. 2016. V. 39. P. 884–892.
4. Krishnasamy S., Abell T.L. Diabetic gastroparesis: principles and current trends in management. *Diabetes therapy*. 2018. V. 9. № 1. P. 1–42.
5. Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETS N 123) 31.08.2005. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901909691> (дата обращения: 29.06.2020).
6. Ewenighi C., Dimkpa U., Onyeansi J., Onoh L., Onoh G., Ezeugwu U. Estimation of glucose level and body weight in alloxan induced diabetic rat treated with aqueous extract of *Garcinia kola* seed. *Ulutas medical journal*. 2015. V. 1. No. 2. P. 26–30.
7. Mottalib A., Kasetty M., Jessica Y., Mar J.Y., Elseady T., Ashrafzadeh S., Hamdy O. Weight management in patients with type 1 diabetes and obesity. *Current diabetes reports*. 2017. V. 10. P. 92.
8. Ullah A., Khan A., Khan I. Diabetes mellitus and oxidative stress A concise review. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 2016. V. 24. P. 547–553.
9. Zoubi S.A., Mayhew T.M., Sparrow R.A. The small intestine in experimental diabetes: cellular adaptation in crypts and villi at different longitudinal sites. *Virchows archiv*. 1995. V. 426. No. 5. P. 501–507.
10. Ярмолинская М.И., Андреева Н.Ю., Абахова Е.И., Мишарина Е.В. Экспериментальные модели сахарного диабета 1-го типа // Журнал акушерства и женских болезней. 2019. Т. 68. № 2. С. 109–118.
11. Murakami I., Ikeda T. Effects of diabetes and hyperglycemia on disaccharidase activities in the rat. *Scandinavian journal of gastroenterology*. 1998. V. 33. № 10. P. 1069–1073.

## СТАТЬЯ

УДК 631.48(575.1)

**ПОЧВЫ УМЕРЕННОЙ СУББОРЕАЛЬНОЙ ПОДЗОНЫ ПУСТЫНИ  
УЗБЕКИСТАНА И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ****Разаков А.М., Гафурова Л.А.***Национальный университет Узбекистана имени М. Улугбека, Ташкент,  
e-mail: glazizakhon@yandex.ru*

На основе биоклиматических и зонально-географических условий приводятся морфогенетические, химические свойства, содержание органического вещества почв умеренной суббореальной подзоны пустыни, куда относится северная часть Каракалпакского Устюрта. В зависимости от зонально-климатических, геоморфологических условий, мезо- и микро рельефа в совокупности с растительностью выделены серо-бурые северные, как основной генетический тип, и светло-бурые почвы, образующие двух-, трех-, четырёх- и пятичленную биопочвенную комплексность. Профиль почв, на фоне слабой дифференциации, отличается высокой биологической активностью, гумусированностью, оструктуренностью и проработанностью при сравнительно мощном мелкоземистом слое. Гетерогенность сложения профиля почв указывает на цикличность осадконакопления в условиях карстово-западного и аккумулятивно-денудационного рельефа в более влажные периоды почвообразования. Для каждого периода осадконакопления характерен свой процесс почвообразования, реликтовые признаки которого сохраняются до настоящего времени. Изученные свойства почв, а именно, особенности гумусонакопления, содержание водорастворимых солей, карбонатообразование в связи с растительностью и запасами их корневой массы, позволяют констатировать пустынно-степное почвообразование исследованной территории. Из всей площади 3713 тыс. га умеренной суббореальной подзоны пустыни Устюрта 3500 тыс. га являются пастбищепригодными. Северную часть Каракалпакского Устюрта предлагается использовать для отгонного животноводства и развития мелкоозисного орошения. Учитывая опыт геоботанических и почвенных исследований, считаем, что на территории северной части Устюрта имеется возможность создания культурных пастбищ и формирования более продуктивных биоценозов.

**Ключевые слова:** климат, зона, Устюрт, растительность, комплексы, почва, серо-бурая, светло-бурая, пастбища**SOILS OF THE MODERATE SUBBOREAL SUBZONE THE DESERT  
OF UZBEKISTANE AND POSSIBILITY OF THEY USE****Razakov A.M., Gafurova L.A.***National University of Uzbekistan named after M. Ulugbek, Tashkent, e-mail: glazizakhon@yandex.ru*

On the basis of bio-climatic, zonal-geographical conditions, morpho-genetic, chemical properties, soil organic matter of the temperate subboreal desert subzone to which the northern part of the Karakalpak Ustyurt belongs are given. Depending on geomorphological conditions, meso – and microrelief, in combination with vegetation, gray-brown northern and light-brown soils form bio-soil complexness. The studied soil properties in connection with vegetation allow us to state the desert-steppe soil formation of the studied territory. It is proposed to use the northern part of the Karakalpak Ustyurt for livestock breeding and development of small-oasis irrigation. Zonal climatic features of the desert zone, expressed in the difference in the hydrothermal regime of these territories, caused differences in morphogenetic, chemical properties, and organic matter content. Depending on the zonal-climatic conditions in the temperate subboreal desert, light-brown, gray-brown northern soils are formed that form bio-soil complexity, and on the southern-warm subtropical desert subzone and typical gray-brown, underdeveloped gray-brown soils of different altitude levels form combinations. Of the total area of 3,713 thousand hectares of temperate subboreal subzone of the Ustyurt desert, 3,500 thousand hectares are pasture-suitable. The experience of geobotanical and soil studies in the northern part of Ustyurt has the opportunity to create cultural pastures and the formation of more productive biocenoses.

**Keywords:** climate, zone, Ustyurt, vegetation, complexes, soil, gray-brown, light brown, pastures

Одной из актуальных задач развития сельскохозяйственного производства Республики Узбекистан является рациональное и эффективное использование земель, определенное в Стратегии действий по приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан на 2017–2021 гг. Это означает «...динамичное развитие сельскохозяйственного производства, дальнейшее укрепление продовольственной безопасности страны, улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель, расширение производства экологически чистой продукции, значительное повышение экспортного по-

тенциала аграрного сектора» [1], что определено одной из важнейших задач. В связи с этим особое внимание должно быть уделено социально-экономическому развитию перспективных и в то же время экологически неблагоприятных территорий, каковым является Приаральский регион, где широко масштабно ведутся работы по восстановлению и окультуриванию ландшафтов осушенной части дна Аральского моря. Помимо этого, улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель и развитие пастбищного животноводства в этом регионе имеет немаловажное значение в обеспе-

чении продовольственной продукцией населения. Решение этих задач возможно при условии изучения отдельным направлением состояния почвенного покрова, особенностей почв, их эколого-мелиоративного состояния, эволюции, развития и перспектив использования. С этой точки зрения в настоящее время немалый интерес представляет северная часть Каракалпакского Устюрта, относимая к умеренной суббореальной пустыне Узбекистана и являющаяся перспективной для развития пастбищного животноводства. В отношении изученности плато Устюрт было обследовано в свое время многими исследователями: географами, геологами, гидрогеологами, почвоведом, ботаниками и другими учеными. Однако морфогенетические особенности почв в связи с условиями почвообразования и их эволюционная направленность в естественных условиях заслуживают в настоящее время особого рассмотрения.

Целенаправленное изучение территории Устюрта в недавнем прошлом было проведено сотрудниками Института почвоведения и агрохимии, а также ботаниками Комплексного института естественных наук Каракалпакского филиала АН Узбекистана. В задачи этих исследований входили характеристики современного состояния растительного покрова, характер почвенного покрова и их свойства, испытаны методы фитомелиорации и определены данные по урожайности пастбищной растительности [2]. Одной из последних работ, проведенных в Узбекистане по изучению почв пастбищ в различных ландшафтах с учетом их почвенных и геоботанических условий, биопродуктивности, влияния опустынивания на почвообразование, а также повышения их продуктивности, является работа З.Ш. Шамсутдинова [3]. В работах В.Г. Попова и др. [4] дана характеристика почвенного покрова Каракалпакского Устюрта, рассмотрены перспективы развития отгонного животноводства и мелкооазисного земледелия и т.д. Выделение северной части плато Устюрт как самобытного района, относящегося к Центрально-Казахстанской суббореальной подзоне пустыни, нашло отражение в почвенно-географическом районировании Узбекистана [5]. В связи с этим рассмотрение морфогенетических свойств почв, взаимосвязанности их с произрастающими на них растительными сообществами и условиями формирования представляет собой немалый интерес. Помимо всего этого, раскрывая эволюционную сторону развития почв плато Устюрт, следует отметить, что этот момент мало затрагивается в настоящее время. Не умаляя значимость работ по-

следних лет, следует отметить, что большее внимание в настоящее время уделено развитию почв под воздействием антропогенного фактора под влиянием орошения [6–8].

#### **Материалы и методы исследования**

Северная часть плато Устюрт, как самобытный район, был выделен при полевых обследованиях в составлении среднемасштабной почвенной карты, которая легла в основу дальнейших картографических работ и почвенно-географического районирования по Узбекистану. Установка границы, отделяющей северный Устюрт от южного, была проведена с учетом генетических особенностей почв в связи с растительностью и структурой почвенного покрова в интерпретации климатических условий. Полевые почвенные исследования проводились сравнительно-географическим методом с профилльно-ключевым заложением почвенных разрезов.

Территория северного Устюрта расположена в пределах  $56^{\circ}$  и  $58^{\circ}31'$  восточной долготы и  $41^{\circ}22'$  –  $43^{\circ}45'$  северной широты и административно относится к Кунградскому району Республики Каракалпакстан. Южная граница, установленная в процессе полевых работ, проходит по плато севернее мыса Урга, далее между котловинами Агыин и Барсакельмес, огибает северо-западный борт последней, затем южнее колодца Байчагыр продолжается в западном направлении по северным шлейфам возвышенности Карабаур к такыру Баймен. Западная граница совпадает с меридианом  $56^{\circ}$  восточной долготы и является границей между Узбекистаном и Казахстаном. С севера также граничит с Казахстаном. В характеристике климата северного Устюрта были использованы данные метеостанций, расположенных непосредственно на плато – Косбулак, Чурук, Ак-Тумсык, а также данные метеостанций сопредельных территорий: в Казахстане – Сам, Дукен, Аяк-Кум, Тургай, Челкар, Аяккум, Актумсук, с Туркменской территории – Чагыл, Екедже, Куня-Ургенч. С территории Каракалпакстана использовались также данные метеостанции Кунград.

#### **Результаты исследований и их обсуждение**

В климатическом отношении [4] для северной половины Устюрта характерно довольно существенное проникновение на юг холодных масс воздуха северного сибирского антициклона в зимнее время и влияние масс сухого континентального тропического воздуха, которые формируются над пустынями Средней Азии в лет-

ний период. В северной части Устюрта среднегодовая температура воздуха составляет 8,4–9,6 °С, в то время как для южной половины характерна температура от 9,8 до 14,6 °С. В Казахстанской части, в зоне полупустынных бурых почв, среднегодовая температура опускается ещё ниже и составляет 4,1–7,8 °С. Сумма эффективных температур выше 10 градусов на северной части Устюрта составляет 3500–3900 градусов, в зоне бурых почв – 3000–3600 градусов, а в южной подзоне колеблется от 3700 до 4700 градусов.

По количеству выпадающих осадков в региональном плане также вскрываются особые различия. Если в северной части Устюрта их выпадает от 102 до 140 мм в год, то в южной части их выпадает менее 100 мм в год. В полупустынной зоне бурых почв среднегодовое количество осадков составляет 133–202 мм в год. В годовом распределении осадков в северной подзоне, так же как и в зоне бурых почв, большая их часть выпадает в весенне-летний период, а в южной подзоне большая их часть приходится на зимне-весенние месяцы. При всем этом коэффициент увлажнения в бурой полупустынной зоне составляет 10–18, а в северной подзоне пустыни он колеблется в пределах 7–11, приобретая минимальные, 5–8, значения в южной подзоне пустыни. Все это является подтверждением отнесения северной половины Устюрта к умеренной (суббореальной) подзоне пустыни. Этим и обуславливается видовой состав растительности северной части Устюрта, придающей ландшафтам полупустынно-степной облик. Исследованиями геоботаников определено всего 406 видов растений, относящихся к 208 родам и входящих в 46 семейств. Основным ландшафтообразующим растением здесь является боялыч – *Salsola Arbuscula*, крупный кустарник с хорошо развитой надземной массой и мощной корневой системой, проникающей вглубь почвы до 50–70 см, а по бокам корневая система разветвляется до двух метров. По своей природе боялыч относится к реликтовому типу. Как показывают исследования геоботаников, а также и наши, в северной части Устюрта в сообществе с боялычем ассоциируются биюргун – *Anabasis salsa*, полынь белоземельная – *Artemisia terraealbae*, а по микро- и мезозападинам к ним примешиваются злаковые группировки. Кроме того, к ним примешиваются итсигек – *Anabasis aphylla*, ревень – *Rheum tataricum*, пустынный ковыль – *Stiparichtheria*, кокек или лебеда серая – *Atriplex cana*.

Исследованиями выявлено, что в северной части плато Устюрт вскрываются

зависимости между растительностью и почвами, что было учтено при составлении среднемасштабной почвенной карты. По своей природе, как указывают авторы, боялыч и кейреук свойственны слабозасоленным почвам. Сравнительно большая надземная часть боялыча и кейреука, а также и полыни, затеняя почву, замедляют снеготаяние, что приводит к промывке почв от водорастворимых солей. Полынь и кейреук имеют стержневой корень, достигающий глубины 50–80 см. Максимальное количество их корней приурочено к глубине 30–40 см. Наиболее солеустойчивыми растениями являются тетьыр – *Salsola gemmascens* и в меньшей мере биюргун – *Anabasis salsa*, корни которых находятся в пределах 10–30 см, обогащающие почву хлоридами и бикарбонатами натрия.

Одними из важных показателей связи между растительностью и почвами, определивших их генетическую принадлежность, явились запасы корневой массы растений. Запасы корневой массы в интерпретации с содержанием гумуса и его фракционно-групповым составом позволили установить особенности гумусообразования и различия исследуемых почв [9]. Особые гидро-термические условия в почвах, созданные климатическим фактором и мезорельефом на северном Устюрте, как отмечалось выше, определили различия в корневой массе растительности. Так, в серо-бурой северной почве под биюргуном запасы корневой массы в слое 0–50 см составили 21–27 т/га, в светло-бурой под боялычем запасы корней также высокие – 27–28 т/га. Под злаковым разнотравьем, произрастающим в карстовых мезозападинах, запасы корневой массы составили 43 т/га, что подтверждает интразональную природу светло-бурых почв, и это сказывается на почвообразовании и усилении степных черт.

В геоморфологическом отношении для плато Устюрт характерно чередование и сочетание повышений и понижений, впадин и котловин. В связи с этим северная часть Устюрта представлена следующими геоморфологическими районами: 1) северо-восточным причинковым повышением; 2) североустюртским повышенным плато; 3) центрально-устюртским пониженным плато; 4) волнистой слабонаклонной равниной; 5) ступенчато-волнистой равниной; 6) эрозионно-денудационной равниной; 7) североустюртским понижением. Впадины представлены Чурукской и Тумрюк-Картпайкумской. К Барсакельмесской котловине относится территория шора Барсакельмес. Котловина Барсакельмес является базисом эрозии для при-

легающих к ней слабонаклонных равнин, на которых и происходило формирование рельефа. Почвообразующими породами на большей части равнинных территорий являются гипсоносные элювиальные, элювиально-делювиальные, делювиальные слабоскелетные и мелкоземистые отложения, подстилаемые плитой известняка. В пониженных элементах рельефа, а также на склонах почвы подстилаются также элювиально-делювиальными гипсоносными отложениями. В мезопонижениях и микрозападинах мелкоземистая часть почв зачастую промыта от гипсовых отложений.

Таким образом, разнообразные геоморфологические условия, разнохарактерный состав почвообразующих пород в совокупности с рельефом, который сформировался в результате карстово-суффозионных и эрозионных процессов, создавшие определенные растительные группировки под воздействием климатических факторов, определили своеобразный почвенный покров, состоящий из комбинаций почв, различающихся как литолого-морфологическими условиями, так и их генетической принадлежностью. Основным ландшафтообразующим генетическим типом в северной части Устюрта являются серо-бурые почвы, развивающиеся под биюргуновой, боялычевой и полынной растительностью и образующие в зависимости от условий двух-, трех-, четырех- и пятичленные комплексы [9]. Из-за примитивности почвенного профиля, в котором отсутствует дифференциация по цвету, а также оглинённости в средней части, присущей типичным серо-бурым, описываемые почвы отнесены к подтипу серо-бурых северных. В солончаковых и солончаковатых почвах отмечается оглинение в средней части профиля при повышенном накоплении илестой фракции и при большей мощности оглиненного горизонта, достигающего 40–50 см. Ориентированность глинистого вещества в серо-бурых почвах указывает на пустынные условия почвообразования [10]. На уровне рода среди серо-бурых северных почв выделены: а) серо-бурые солончаковатые (под боялычем); б) серо-бурые солончаковые (под биюргуном); в) серо-бурые такырно-солонцеватые. Несмотря на то что профиль этих почв мало чем отличается друг от друга, для них характерно некоторое отличие в солевом режиме, обусловленное характером произрастающей на них растительности, а также в содержании органического вещества. Если содержание гумуса в серо-бурых почвах под биюргуном (разрез 351) составляет 0,61–0,96% (таблица)

в гумусово-аккумулятивном слое, то в почвах под боялычем (разрез 352) его содержание составляет 0,74–1,62% при уже более растянутом гумусовом профиле, что несколько выше, чем в почвах других регионов, таких как равнина Маликчүль субтропической подзоны пустыни [11]. В почве под биюргуном максимум  $\text{CO}_2$  карбонатов сосредоточен в верхнем корковом горизонте, составляя 10,0–10,6%. С глубиной карбонатность уменьшается, достигая минимальных значений в надгипсовом слое, а гипсированность увеличивается ближе к подстилающей породе, достигая величины 19,0–46,7%. Причем в почвах под биюргуном гипсовые аккумуляции в большем количестве 39,5%, приближены к поверхности –55–73 см (таблица).

В отношении содержания легкорастворимых солей в почвах, следует отметить, что под боялычем наблюдается большая их промытость, чем под биюргуном, как по плотному остатку, так и по хлор-иону. По анионам засоление преимущественно хлоридно-сульфатное, в непромытой части – сульфатно-хлоридное и хлоридное, в гипсоносной части – сульфатное. В катионной части засоление в основном кальциево-натриевое, реже натриево-кальциевое. В условиях равнинно-повышенного и равнинно-западного рельефа, где растительный покров представлен из двух и более компонентов, создающих растительную комплексность, формируются светло-бурые почвы. Эти почвы развиваются под густой, по-видимому, реликтовой полынно-боялычевой формацией (разрез 377). Основная их часть развивается в более увлажняемых карстовых микрозападинах (разрез 324 под полынью), мезодепрессиях (разрез 326 под злаками) и в крупных карстово-эрозионных понижениях на двух- и трехчленных делювиальных наносах, подстилаемых с 1,5–2,0 м плитой известняка. В процессе образования карстовых депрессий от воронкообразных микропонижений до крупных западин имело место несколько циклов осадконакопления и почвообразования в более влажных условиях. Следует отметить, что для каждого периода осадконакопления был характерен свой процесс почвообразования, реликтовые признаки которого сохраняются до настоящего времени. Их консервация обязана аридной природной обстановке. Об этом свидетельствуют в светло-бурых почвах погребённые горизонты, общая мощность которых достигает 1,8–2,0 м. Погребённые горизонты по своим морфогенетическим признакам не отвечают существующим условиям почвообразования. И поэтому вся совокупность генетических горизонтов



светло-бурых почв не образует единой взаимосвязанной системы ABC зональных серо-бурых почв. В связи с этим светло-бурые почвы, отличаясь своеобразным морфологическим профилем, обладают, вероятнее всего, свойствами не пустынных, а, скорее всего, полупустынных. Лишь хорошо выраженная в них полигональная трещиноватость поверхности и мощная сверху прочная корка указывает на их принадлежность к почвам пустыни [9].

Светло-бурые почвы под боялычем отличаются от серо-бурых хорошей проработанностью в верхней и средней части профиля – до 70–80 см, с хорошо развитой корневой системой. Отмечается высокая биологическая активность, гу-

мусированность, оструктуренность и проработанность. Интенсивная проработанность землероями создает своеобразную дырчатость профиля. Почвы преимущественно тяжелосуглинистые и глинистые, иногда с поверхности облегченные (таблица). Во фракционном составе преобладают частицы крупной пыли. В горизонте В и ниже отмечается довольно высокое содержание илистых частиц – 24–30%, что указывает на протекающий процесс не только иллювирирования, но и оглинения в большей части профиля. Профиль светло-бурых почв под боялычем промыт от воднорастворимых солей до глубины 70–120 см. Ниже содержание солей составляет 0,2–0,3% по плотному остатку.

Химический и механический состав почв

Глубина горизонта, см	Гумус, %	CO <sub>2</sub> карбонатов, %	SO <sub>4</sub> гипса, %	Механический состав, %		Водная вытяжка, %		
				Физическая глина < 0,01 мм	в т.ч. ил < 0,001 мм	Плотный остаток	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
Разрез 351. Серо-бурая северная солончаковая почва – биюргун								
0–5	0,96	10,4	0,3	45,9	11,2	0,196	0,028	0,052
5–10	0,76	10,6	0,3	35,3	13,0	0,204	0,048	0,031
10–37	0,61	7,3	0,2	52,7	21,5	0,585	0,288	0,037
37–55	0,43	7,5	2,5	46,7	22,0	1,785	0,255	0,954
55–73	0,18	3,3	39,5	18,6	11,5	1,470	0,098	0,919
73–90	0,10	1,0	46,7	17,1	12,4	1,540	0,133	0,946
Разрез 352. Серо-бурая северная солончаковая почва – боялыч								
0–4	1,62	9,6	0,1	39,1	8,4	0,110	0,004	0,036
4–12	0,77	9,3	0,2	34,0	14,2	0,082	0,003	0,023
12–27	0,78	9,0	0,3	50,9	21,8	0,062	0,004	0,010
27–42	0,74	7,6	0,5	52,2	20,1	0,350	0,007	0,206
42–70	0,24	3,9	4,4	22,0	13,2	1,190	0,014	0,765
70–110	0,22	4,9	19,9	34,7	22,9	1,450	0,063	0,782
Разрез 377. Светло-бурая солончаковая почва – боялыч								
0–6	1,1	9,6	0,4	41,6	10,5	0,11	0,05	0,003
6–14	1,0	8,3	0,2	48,9	13,6	0,10	0,06	0,003
14–25	1,2	3,7	0,2	53,1	18,5	0,13	0,04	0,010
25–50	0,9	6,9	0,2	67,1	28,5	0,28	0,03	0,060
50–70	0,5	4,6	0,2	65,6	29,9	0,33	0,03	0,090
70–90	0,4	5,7	0,2	47,8	26,5	0,24	0,03	0,070
90–100	0,2	3,4	11,4	18,9	10,3	1,16	0,01	0,020
Разрез 324. Светло-бурая почва, мезозападина – польнь								
0–3	2,0	9,2	0,2	57,4	15,6	0,08	0,007	0,016
3–9	1,7	9,0	не опр.	60,9	19,8	0,06	0,007	0,014
9–19	1,3	10,0	не опр.	60,3	17,2	0,08	0,007	0,018
19–35	1,1	9,3	не опр.	68,3	26,7	0,07	0,007	0,016
35–65	0,7	7,1	не опр.	57,1	27,2	0,07	0,007	0,013
65–95	0,5	7,7	0,1	52,1	24,6	0,07	0,007	0,019
95–120	0,3	8,0	0,3	50,7	28,0	0,07	0,003	0,025
120–150	0,3	6,1	0,4	56,4	33,8	0,08	0,003	0,025
Разрез 326. Светло-бурая почва, мезозападина – злаковое разногравье								
0–7	4,4	8,7	0,4	60,3	18,7	0,19	0,006	0,062
7–18	2,5	9,3	не опр.	65,6	24,3	0,08	0,003	0,019
18–40	1,2	9,0	не опр.	59,7	26,6	0,08	0,003	0,021
40–67	0,5	7,1	не опр.	58,8	28,6	0,08	0,003	0,023
67–90	0,4	7,3	не опр.	51,6	24,9	0,06	0,003	0,012
90–100	0,4	7,8	1,0	38,4	20,6	0,05	0,003	0,015
100–120	0,4	7,1	1,1	29,3	17,5	0,06	0,003	0,016

В промытой части профиля преобладают сульфаты, а в нижней засоленной – хлориды. Общая щелочность этих почв по сравнению с серо-бурыми почвами значительно ниже и составляет 0,029–0,040 %.

Гипсированность верхних горизонтов светло-бурых почв очень низкая – 0,2–0,6 %. Часто от гипсов промыта метровая толща профиля. Светло-бурые почвы под боялычем средне- и высококарбонатны – 8,8–15,5 %  $\text{CO}_2$  карбонатов, что объясняется их биогенным накоплением растительностью. В составе карбонатов доминируют карбонаты кальция.

Гумусированность светло-бурых почв под боялычем сравнительно высокая – в верхнем 25–47-см слое гумуса содержится 1,0–1,4 %. При всем этом особого внимания заслуживают серо-бурые почвы, развивающиеся в западинах под полыньей с иным типом морфологического профиля.

Светло-бурые почвы под полыньей в западинах отличаются очень мощным мелкоземистым профилем, окрашенным в основном в светлые тона. Наблюдается проработанность землероями на всю глубину до почвообразующей породы. Максимум земляных коконов обнаруживается даже на глубине 65–75 см. Часто встречаются живые нимфы цикад, что говорит о современной проработанности этих почв. Рассмотрение солевого и гипсового профиля у светло-бурых почв под боялычем и полыньей свидетельствует о значительной промытости мелкоземистого слоя вплоть до подстилающей породы, чего не наблюдается даже у орошаемых серо-бурых почв субтропической подзоны пустыни [12–14].

В карстовых западинах под злаковой растительностью (разрез 326), образующей очень густой растительный покров, формируются почвы, ничем не напоминающие пустынные варианты, они, скорее всего, степные [9]. Профиль этих почв высокобиогенный, но не столько из-за проработанности землероями, сколько из-за обилия корней. На поверхности образуется корково-дерновый горизонт мощностью 7–8 см, а сами корни достигают 15–40 см глубины. По механическому составу почвы тяжело-суглинистые и глинистые. Характеризуются промытостью от воднорастворимых солей по всему профилю почвы. Содержание солей находится в пределах 0,06–0,08 % по плотному остатку (таблица). Тип засоления преимущественно хлоридно-сульфатный, реже сульфатно-хлоридный. По катионному составу тип засоления по всему профилю переменный от магниевый- и натриево-кальциевый до кальциево-натриевого. Гуму-

сированность светло-бурых почв западин очень высокая: под полыньей в слое 35 см содержание гумуса составляет 1,1–2,0 %, а под злаками в 40-см слое – 1,2–4,4 %. В связи с этим по гумусированности светло-бурые почвы в западинах совершенно отличаются от пустынных вариантов почв. Карбонатность почв находится в пределах 7,1–10,0 %, имея тенденцию постепенного уменьшения книзу профиля.

### Заключение

В зависимости от зонально-климатических условий и геоморфологического строения в совокупности с растительностью выделены серо-бурые северные как основной генетический тип и светло-бурые почвы, образующие биопочвенную комплексность с пустынно-степными чертами почвообразования. Приведенный анализ почвенного покрова умеренной суббореальной подзоны пустыни, куда относится территория северной части плато Устюрт, дает основание считать, что на охарактеризованной территории почвенные и климатические условия благоприятны для произрастания растительности, и поэтому пастбища здесь отличаются своей продуктивностью. Из всей площади 3713 тыс. га умеренной суббореальной подзоны пустыни Устюрта 3500 тыс. га являются пастбищепригодными. Помимо этого, как показывает опыт геоботанических и почвенных исследований, на территории северной части Устюрта имеется возможность создания культурных пастбищ и формирования более продуктивных биоценозов. Помимо этого, для создания кормовой базы животноводства и выращивания овоще-бахчевых культур, декоративных и плодовых деревьев, следует учитывать опыт мелкоозасного орошения почв пресными и слабоминерализованными подземными водами, который был накоплен предыдущими исследованиями на Устюртской пустынной станции Института естественных наук Каракалпакского филиала Академии наук Узбекистана.

### Список литературы

1. Указ Президента Республики Узбекистан УП – 4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан». [Электронный ресурс]. URL: [https://nrm.uz/contentf?doc=491424\\_ukaz\\_prezidenta\\_respubliki\\_uzbekistan\\_ot\\_07\\_02\\_2017\\_g\\_n\\_up\\_4947\\_o\\_strategii\\_deystviy\\_po\\_dalneyshemu\\_razvitiyu\\_respubliki\\_uzbekistan](https://nrm.uz/contentf?doc=491424_ukaz_prezidenta_respubliki_uzbekistan_ot_07_02_2017_g_n_up_4947_o_strategii_deystviy_po_dalneyshemu_razvitiyu_respubliki_uzbekistan) (дата обращения: 28.06.2020).
2. Алланиязов А., Сарыбаев Б. Эколого-геоботанические особенности пастбищ Каракалпакской части Устюрта. Ташент: Изд. «ФАН», 1983. 120 с.
3. Шамсутдинов З.Ш. Долголетние пастбищные агрофитоценозы в аридной зоне Узбекистана. Ташент: Изд. «ФАН», 2012. 167 с.

4. Попов В.Г., Сектименко В.Е., Попова Т.П., Разаков А.М., Гринберг М.М. Почвы Каракалпакского Устюрта // Сборник научных трудов. Пушино, 1984. С. 33–57.
5. Кузиев Р.К., Сектименко В.Е., Исманов А.Ж. Атлас почвенного покрова Республики Узбекистан. Ташкент, 2010. 44 с.
6. Кузиев Р.К. Основы эффективного использования орошаемых почв. Ташкент, 2011. 175 с.
7. Кузиев Р.К. Эволюция и плодородие орошаемых почв. Ташкент, 2015. 212 с.
8. Тешаев Ш.Ж., Кузиев Р.К., Ахмедов А.У., Абдурахмонов Н.Ю. Мелиоративное состояние и улучшение орошаемых земель // Управление земельными ресурсами в условиях изменения климата: сборник статей Республиканского научно-практического семинара. Ташкент, 2017. С. 14–19.
9. Разаков А.М., Гафурова Л.А., Сектименко В.Е., Набиева Г.М., Мадримов Р.М. Эволюционно-генетические аспекты почвообразования серо-бурых почв пустынной зоны Узбекистана и возможности их использования // Почвоведение и агрохимия. 2019. № 4. С. 45–57.
10. Турсунов Х.Х. Изменение микроморфологического строения серо-бурых почв под влиянием орошения // Вопросы охраны и рационального использования земельных ресурсов в условиях изменения окружающей среды: научно-практический семинар. Ташкент, 2016. С. 481–483.
11. Ахмедов А.У., Номозов Х.К., Амонов О.С., Бобонов Б.Б. О серо-бурых солонцеватых почвах, сформированных на пролювиальных отложениях // Узбекистон замини. 2019. № 3. С. 29–33.
12. Мадримов Р.М., Набиева Г.М. Почвенно-земельные ресурсы Питнякского оазиса для целей оптимизации землепользования // Современные тенденции в научном обеспечении АПК Верхневолжского региона: коллективная монография. Т. 1. Владимир, 2018. С. 58–64.
13. Мадримов Р.М. Эколого-генетические аспекты, эволюция и оценка плодородия почв Ташсакинского плато: автореф. дис. ... докт. философии (PhD) по биологическим наукам. Ташкент, 2019. 43 с.
14. Артикова Х.Т. Эволюция, экологическое состояние и плодородие почв Бухарского оазиса: автореф. дис. ... докт. наук (DSc) по биологическим наукам. Ташкент, 2019. 72 с.

## ОБЗОР

УДК 58:628.3

**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВАЛЛИСНЕРИИ  
СПИРАЛЬНОЙ (VALLISNERIA SPIRALIS) В ПРОЦЕССЕ  
ФИТОРЕМЕДИАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД****Раимбеков К.Т., Илиязов Ж.И.***Ошский гуманитарно-педагогический институт имени А.С. Мырсабекова, Ош,  
e-mail: turgunovich67@bk.ru, joodarbek05@mail.ru*

Влияние человека на окружающую среду и отрицательное действие загрязнения на природные воды выходят за пределы локального воздействия, т.е. приобретают региональный и постепенно даже глобальный характер. Не исчезающая угроза для биосферы заключается в загрязнении водоемов различными сточными водами. Органические вещества синтетического происхождения, тяжелые металлы отрицательно влияют на репродуктивные органы водных макрофитов. Все загрязняющие вещества, поступающие в природные воды, вызывают в них различные качественные изменения, которые могут проявляться в изменении химического состава воды, в частности в появлении в ней вредных веществ. При нарушении предельно допустимой нормы создается угроза нарушения экологического равновесия в биосфере, опасность которого трудно переоценить. На современном этапе развития перед человечеством встает важная задача охраны гидросферы. В данной статье собраны результаты научных работ ведущих ученых и проведен комплексный анализ возможности использования валлиснерии спиральной для очистки производственных, коммунально-бытовых и сельскохозяйственных сточных вод с целью дальнейшего использования их в практике биоремедиации различных видов загрязненных вод. Обзор литературных источников показывает, что выращиваемая валлиснерия спиральная в сточной воде эффективно очищает от ионов тяжелых металлов (железо, медь, цинк) и дает лучший результат аккумуляции. Очищенные воды соответствуют нормативным требованиям, предъявляемым для сбрасывания в открытые водоемы. Анализ лабораторных исследований показывает, что при использовании валлиснерии спиральной в процессе фитогидроремедиации эффективность очистки улучшается в несколько раз.

**Ключевые слова:** фиторемедиация, биоплато, фитомасса, сточная вода, аккумуляция, фитоочистка

**POSSIBILITIES OF USING VALLISNERIA SPIRALIS IN THE PROCESS  
OF PHYTOREMEDIATION WASTE WATER****Raimbekov K.T., Iliyazov Zh.I.***A.S. Myrsabekov Kyrgyz humanitarian and pedagogical Institute, Osh,  
e-mail: turgunovich67@bk.ru, joodarbek05@mail.ru*

The human impact on the environment and the negative impact of pollution on natural waters go beyond the local impact, i.e. they become regional and gradually even global. A continuing threat to the biosphere is the contamination of reservoirs with various waste waters. Organic substances of synthetic origin, heavy metals negatively affect the reproductive organs of aquatic macrophytes. All pollutants entering natural waters cause various qualitative changes in them, which can manifest in changes in the chemical composition of water, in particular the appearance of harmful substances in it. If the maximum permissible norm is violated, there is a threat of violation of the ecological balance in the biosphere, the danger of which is difficult to overestimate. At the present stage of development, humanity faces an important task of protecting the hydrosphere. This article contains the results of scientific works of leading scientists, and a comprehensive analysis of the possibility of using spiral wallisneria for the treatment of industrial, municipal and agricultural waste water for further use in the practice of bioremediation of various types of polluted water. A review of literature sources shows that when growing spiral wallisneria in waste water, it is effectively cleared of heavy metal ions (iron, copper, zinc) and gives a better accumulation result. The treated water meets the regulatory requirements for discharge into open reservoirs. Analysis of laboratory studies shows that when using helical wallisneria in the process of phyto-hydroremediation, the cleaning efficiency improves several times.

**Keywords:** bioremediation, bio plateau, phytomass, waste water, accumulation, phytocide

Одним из перспективных направлений защиты и рационального применения водных ресурсов считается проектирование новых, современных технологических систем очистки загрязненных вод различного происхождения. Такие научно обоснованные системы позволяют в несколько раз сократить загрязнение водоемов. В последнее время активно ведутся научные исследования по очистке различных промышленных сточных вод с использованием высших во-

дных растений. В высших водных растениях не происходит активное накопление вредного для организма количества веществ. Сравнительно более дешевым и более эффективным способом очистки загрязненных вод с использованием высших водных растений является фиторемедиация [1–3].

Научное название «фиторемедиация» получили совокупные методы очистки грунтов, атмосферного воздуха и загрязненных вод с применением зеленых растений. Одно

из основных направлений комплексного метода биоремедиации – это фиторемедиация. Поля орошения и поля фильтрации были основаны на использовании водных растений и являются одним из первых методов очистки загрязненных вод, которые легко применяются в Израиле. В пятидесяти годах двадцатого века были проведены первые научные исследования по использованию водных растений в биологической очистке сточных вод. Но только в восьмидесятых годах двадцатого века началось более активное развитие данной методики. Одна из положительных сторон данного метода заключается в биологической очистке сточных вод от радионуклидов, различных ядов, моющих веществ, ионов тяжелых металлов, органических соединений. При данном методе в результате биосинтеза вода несколько раз обогащается кислородом, полученным в биомассе, и в воде уничтожаются патогенные бактерии. Расщепляются на составные химические элементы большинство токсичных для живых организмов веществ. Одним из наиболее важных результатов, проведенных Л.М. Журавлевой, является систематический анализ экономической эффективности применения методов биотехнологии для доочистки загрязненных вод ОАО «КНПЗ» города Самары. В качестве основного фильтра в процессе фиторемедиации были применены: рдест курчавый и валлиснерия спиральная. Из общедоступной научной литературы следует, что в ОАО «КНПЗ» города Самары целесообразно соорудить фитоочистку загрязненных вод проектировать в третичном отстойнике. Проведенные исследования дали один из наиболее важных результатов: использование высших водных растений в доочистке сточных вод предприятия обеспечивает их соответствие предельно допустимым нормам, которые утверждены для сбрасываемых стоков. Примерно за два года окупаются средства, затраченные на фитоочистку загрязненных вод [4].

Цель исследования: изучить, систематизировать и обобщить научные литературные материалы по возможности использования валлиснерии спиральной в процессе фиторемедиации сточных вод.

Представленными водно-воздушными растениями биоплато возможно решение современных проблем водопользования на малых и крупных промышленных предприятиях. Обычно применение данного способа происходит на участках, находящихся в непосредственной близости от населенных пунктов, на мелких водосборах, очень часто в зоне потопления рек или водохранилищ. Однако необходимо отметить, что не полностью очищенные загрязненные воды часто

сбрасываются на окраинах городов в водоемы, в русловые участки природных рек и загрязняют их. Данная проблема может быть решена с помощью биогидроботанического метода с использованием погруженных видов высших водных растений. Известно, что часто характеризуются сточные воды различного происхождения повышенной кислотностью и наиболее сложным химическим составом. Этим обусловлена актуальность выбора видов водных растений. Для проведения таких многопараметровых комплексных исследований требуется подбор видов высших водных растений, более эффективных в очищении в различных экологических условиях от токсических веществ, способных устойчиво выдерживать повышенную щелочность загрязненных вод на химических и других предприятиях [5].

Следует отметить, что экспериментальный анализ биомассы валлиснерии спиральной доказывает фильтрацию ионов тяжелых металлов. В лабораторных условиях при отдельном культивировании спиральной валлиснерии у железа сравнительно более высокий показатель. Научные исследования показали, что высокий результат очистки от ионов тяжелых металлов (цинк, медь, железо) в сточных водах до предельно допустимых концентраций достигается при культивировании валлиснерии спиральной. В данном случае в биомассе водных растений происходит фильтрация ионов вышеуказанных металлов. Таким образом, более эффективную защиту биосферы от экотоксикантов, доочистку сбрасываемых в открытые водоемы загрязненных вод обеспечит использование водных макрофитов [5].

Практически все исследования показали эффективные, аккумуляционные способности валлиснерии спиральной. Было проведено сравнительное исследование эффективности водных макрофитов – пистии телорезовидной, ряски малой, валлиснерии спиральной – с целью дальнейшего использования их в доочистке канализационных сточных вод.

Нельзя не заметить, что лабораторный анализ на содержание металлов при доочистке загрязненных вод водными макрофитами доказал наиболее активную аккумуляционную способность валлиснерии спиральной по отношению к Fe и Zn. Это объясняется видовым отличием вышеотмеченного растения по способности эффективно аккумулировать токсичные вещества [6].

Согласно [7] спроектированной биоинженерной биотехнологии очистки коммунально-бытовых сточных вод представителями высшей водной растительности с применением адсорбента научные экс-

перименты для выявления оптимального сочетания адсорбента (опоки, керамзита и вермикулита) + валлиснерии спиральной показали эффективность ее применения с опоками. Качественный состав воды, очищенной экспериментально подтвержденным устройством, отвечает всем требованиям, предъявляемым к качеству воды рыбохозяйственных водоемов.

Необходимо отметить, что данные растения относятся к погруженным в воду, оптимальный для их жизнедеятельности температурный режим от +14 до +25 °С. Данный жизненный режим обеспечит эффективность в их круглогодичном использовании. Регулярность поступления на биологическую очистку сточных вод ОАО «КНПЗ» имеет постоянную температуру от +12 до +26 °С. Вышеназванные экологические факторы: в зимний период водные растения предотвращаются от массового вымерзания. Для культивирования высших водных растений, таким образом, необходимо строительство специальных сооружений оранжерейного типа. Нужно отметить, что преимущество культивирования в устройстве данного типа водных растений – в сравнительно легком контроле и обслуживании биомассы растений. Очень важна для эффективности и стабильности работы устройства регулярность контроля расхода сточных вод и биомассы водного макрофита. При увеличении биомассы используемых растений свыше 14 г/дм<sup>3</sup> необходимо излишки удалять регулярно и сырую биомассу компостировать на промышленной площадке. Наконец, в дальнейшем можно полученный компост применять для озеленения и облагораживания производственных площадок. В зимний период нет необходимости устройство убирать из отстойника, потому что постоянные загрязнённые тёплые воды обеспечивают в достаточной мере температурный режим, необходимый для жизнедеятельности водных растений [8].

Научная статья Е.Д. Тухватуллина [9] посвящена актуальной экологической проблеме загрязнения малых природных рек ионами тяжелых металлов. В качестве решения данной проблемы автор предлагает рассматривать биологический метод очистки, основанный на аккумуляционной способности тяжелых металлов представителей высших водных растений валлиснерии спиральной и кладофоры шаровидной.

Исследователи разных стран проводили исследования по изучению аккумуляционной способности высших водных растений и делали сравнительный анализ эффективности кладофоры шаровидной, урути во-

дной, ряски малой, валлиснерии спиральной, эйхорнии отличной для доочистки нефтесодержащих сточных вод. Итогом этих исследований стало то, что у валлиснерии спиральной были отмечены сравнительно более эффективные показатели доочистки загрязненных вод. Эксперименты показали, что валлиснерия спиральная уменьшает содержание сульфатов на 60%, железа на 100%, фосфата иона на 96% [10].

И.С. Егоров [11] проводил научное исследование по изучению процесса фиторемедиации коммунально-бытовых загрязненных вод валлиснерией спиральной с использованием разных адсорбентов. Доказано, что для снижения загрязнения естественных водоемов коммунально-бытовыми загрязненными водами целесообразно применять в биосорберах водных макрофитов в сочетании с адсорбентами.

Исследования по изучению влияния на урожайность *vallisneria spiralis*, *elodea canadensis*, *azolla caroliniana*, *potamogeton crispus*, *eichhornia crassipes* сроков сбора биомассы проводились на опытном участке Ошского гуманитарно-педагогического института с целью определения наиболее оптимального варианта. Практически все исследования показали, что при ежедневном сборе средний прирост биомассы в течение суток заметно замедляется. Следует отметить, что суточный прирост биомассы вышеотмеченных видов водных растений снижается также при отсутствии систематического сбора биомассы. Нельзя не заметить, что одним из главных факторов, действующих на замедление суточного прироста изученных видов водных растений, считается быстрое увеличение их плотности. Результаты комплексных исследований показали, что наиболее эффективный рост и накопление биомассы отмечается при регулярном сборе биомассы через каждые 3 суток [12].

Согласно [13] в Пермском государственном техническом университете проведены аналитические экспериментальные исследования по оценке возможности вероятности применения высших водных растений для аккумуляции различных биогенных элементов в процессе фиторемедиации городских сточных вод.

В лабораторных условиях сотрудниками Иркутского государственного технического университета были проведены исследования особенностей сравнительно сложных процессов элиминирования фосфора и солей азота из модельных растворов, в которые были погружены водные макрофиты. Большинство используемых водных макрофитов является частью флоры Сиби-

ри. Для научных экспериментов использовались нижеследующие виды макрофитов: элодея густолиственная, элодея канадская, валлиснерия спиральная, пистия телорезовидная, рдест пронзеннолистный и гребенчатый, уруть колосистая, роголистник темно-зелёный, ряска трёхдольная и малая, многокоренник, нителла хараломкая, драпарнальдия байкальская и песчаная. Эффективность элиминирования биофильных элементов из их растворов, несомненно, зависит от вида высших водных растений и их биомассы, концентрации загрязнителя, температуры. Это доказано на основании научных экспериментов с модельными растворами солей азота и фосфора. Также были выявлены наиболее ценные факторы, эффективно влияющие на скорость гидрофиторемедиации, и экспериментально доказаны их пределы. Из используемых высших водных растений рдест, уруть и нителла сравнительно более эффективно удаляли биофильные элементы [14].

Разработан оптимальный способ очистки сбрасываемых вод от солей аммония, нитритов и нитратов. Метод основан на использовании водных макрофитов на доочистке сточных вод. Фиторемедиация воды осуществляется в аэротенках и во вторичных отстойниках. В качестве фильтрата применяют валлиснерию спиральную. Сырая биомасса имела первоначальную плотность: от 7 до 14 кг в 1 м<sup>3</sup> объёма воды. Нужно отметить, что при расходе сточной воды 11 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> бассейна 1000 г биомассы растения аккумулирует в среднем около 2,71 г азотистых веществ в сутки. Таким образом, разработанный метод позволяет в несколько раз повысить эффективность очистки от солей аммония, нитритов и нитратов. Разработанный метод гидрофиторемедиации может быть применен на малых и крупных очистительных сооружениях. Невозможность использования в холодное время года считается недостатком данного метода [15].

В некоторых работах отмечено, что в основном с оптимизацией производственной деятельности нефтеперерабатывающей и нефтедобывающей промышленности в последние годы связано экономическое развитие Астраханской области. Сбрасывание значительного количества сточных вод, которые загрязнены нефтесодержащими отходами – нефтешламами, характерно для таких предприятий. На территории Астраханской области в настоящее время построено более 15 накопителей-резервуаров. Около 350 тысяч тонн высокотоксичных мазуто- и нефтесодержащих сточных вод содержится в резервуаре. В городах области, несмотря на это, в недостаточном

количестве имеются специализированные организации, которые занимаются непосредственной утилизацией высокотоксичных сточных вод. Проведенные экспериментальные исследования по моделированию систем фиторемедиации замазученных сточных вод с применением валлиснерии спиральной, ряски малой, элодея канадской считаются основой для проектирования системы биоремедиации и рекультивации водоемов и транспортировки в Астраханской области [16].

Проведены многопараметровые и комплексные экспериментальные исследования для определения воздействия одновременных дополнений додецилсульфата натрия и ПАВ-содержащего смесового препарата «Аист» на рост и развитие валлиснерии спиральной. Также в условиях периодических повторяющихся добавок исследованы предельно допустимые нагрузки валлиснерии спиральной на смесовой препарат «Аист» и додецилсульфат натрия. Валлиснерия спиральная оказалась сравнительно более восприимчивой к действию додецилсульфата натрия и при концентрации 450; 650; 850 и 1000 мг/л. Следует отметить, что при таких концентрациях гибель более 50% растений была зафиксирована через 17, 14, 8 и 6 суток. При добавлении смесового препарата «Аист» в концентрации 200, 250 и 350 мг/л валлиснерия спиральная начала умирать. С целью исследования стабильности роста валлиснерии спиральной при систематическом действии додецилсульфата натрия был осуществлен второй этап лабораторного эксперимента. Таким образом, установлено, что действие додецилсульфата натрия более благоприятно для валлиснерии спиральной при одноразовой добавке 0,7–1,9 мг/л. При концентрации одноразовых добавок выше 50 мг/л время инкубации продолжалось 1–4 недели. Если одноразовая доза составляет 1,9–8,3 мг/л, продолжительность инкубационного периода увеличивается до 30 дней [17].

Были исследованы способности аккумуляции и проведено сравнительное исследование эффективности валлиснерии спиральной, ряски малой, эйхорнии отличной для очистки вод, загрязненных нефтепродуктами. Были определены для очистки сточных вод ОАО «Газпромнефт ОНПЗ» перспективные виды макрофитов [18].

Согласно [19] у некоторых представителей высших водных растений в процессе эволюции выработалась систематичность в фазе развития и роста. Результаты эксперимента по исследованию действия срока сбора биомассы на продуктивность валлиснерии спиральной в условиях города Ош

показали, что при сборе биомассы через каждые три дня фиксировался оптимальный рост. Нужно отметить, что резко замедляется прирост биомассы при каждодневном сборе, потому что растения механически повреждаются при каждодневном сборе. Отсутствие системного сбора прироста отрицательно влияет на прирост биомассы.

В разной фазе на развитие водных растений влияет целый комплекс абиотических и биотических экологических факторов. Водоёмы ТЭС и АЭС отличаются от природных водоёмов и имеют сложную природно-техногенную систему. Систематический сброс теплых вод считается основным фактором, воздействующим на рост и развитие макрофитов. Валлиснерия спиральная в истоке сбросного канала образует только моновидовые сообщества. В летние месяцы в зоне сильного подогрева водные макрофиты не могут конкурировать с валлиснерией спиральной. Валлиснерия спиральная на участках умеренного подогрева выступает уже как сопутствующий вид [20].

Согласно [21] в Беловодском водохранилище валлиснерия спиральная встречается в зонах сильного и умеренного подогрева. Морфология валлиснерии спиральной в этих зонах заметно различается. Длина листа в зоне сильного подогревания превышала 20–25 см при ширине 0,4 см; в умеренной зоне – 65–70 и 1,5 см. Это объясняется тем, что сбросной канал в зимний период не замерзает. Vegetация валлиснерии спиральной здесь круглогодичная, и два раза в год происходит цветение.

### Заключение

1. В доступных источниках научной литературы не удалось обнаружить сведений о проведении комплексных и многопараметровых исследований по определению возможности использования валлиснерии спиральной в процессе фиторемедиации различных сточных вод.

2. Возможности использования валлиснерии спиральной для доочистки загрязнённых вод ограничены их вегетационным периодом и климатическими условиями местности.

### Список литературы

1. Калайда М.Л., Борисова С.Д. Доочистка производственных сточных вод с помощью высших водных растений // Экология и промышленность России. 2010. № 3. С. 33–35.
2. Раимбеков К.Т., Момбеков С.Т. Анализ основных методов биологической очистки как основа интенсификации работы сооружений // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 2. С. 45–49.
3. Раимбеков К.Т. Разработка методов массового культивирования *Azolla caroliniana* в условиях Юга Кыргызстана // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 3. С. 12–16.

4. Журавлева Л.М. Совершенствование фитотехнологии доочистки сточных вод ОАО «КНПЗ» г. Самары // Альманах современной науки и образования. 2011. № 11 (54). С. 60–61.

5. Зайнутдинова Э.М., Ягафарова Г.Г. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с использованием водных растений // Башкирский химический журнал. 2013. Т. 20. № 3. С. 150–152.

6. Чачина С.Б., Гостева А.Н. Использование высших водных растений для доочистки канализационных сточных вод ОАО «ОМСК водоканал» // Омский научный вестник. 2012. № 2. С. 203–207.

7. Егоров И.С., Золотокопова В.И., Егорова В.И. Биоинженерная технология уменьшения загрязнения рыбохозяйственных водоёмов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2014. № 4. С. 45–48.

8. Курицын В.Н., Панкратова Н.А., Кравченко И.Б., Мешерякова Н.В. Поверхностное пластическое деформирование микрошариками – технологический деформирование повышения выносимости деталей с концентраторами напряжений // Альманах современной науки и образования. 2011. № 11. С. 61–64.

9. Тухватуллина Е.Д. Биологические методы очистки малых рек от экотоксикантов // Проблемы современной науки в исследованиях молодых ученых: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Уфа, 30 марта 2017 года). Уфа: Изд. Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2017. С. 363–365.

10. Чачина С.Б., Таранникова О.А. Использование биотехнологических методов доочистки нефтесодержащих сточных вод промышленных предприятий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 8 (3). С. 23–27.

11. Егоров И.С. Уменьшение загрязнения водоёмов бытовыми сточными водами // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2015. № 3 (13). С. 13–16.

12. Раимбеков К.Т. Влияние срока сбора биомассы на урожайность высших водных растений // Научное обозрение. Биологические науки. 2020. № 1. С. 40–41.

13. Калинина Е.В. Снижение содержания биогенных элементов в процессе биологической очистки городских сточных вод высшими водными растениями: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Пермь, 2007. 21 с.

14. Храмова Т.Г., Жданова Г.О. Элиминирование макрофитами биогенов из модельных растворов // Известия Иркутского государственного университета. 2015. № 12. С. 73–79.

15. Вайсман Я.И., Рудакова Л.В., Калинина Е.В. Способ очистки сточных вод от аммонийных солей, нитритов и нитратов // Патент РФ № 2322399. Патентообладатель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный технический университет». 2008. Бюл. № 11.

16. Гальперина А.Р. Разработка приемов биоремедиации замасленных сточных вод: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2012. 24 с.

17. Раимбеков К.Т. Определение предельно возможных нагрузок веществ, загрязняющих биосистему с высшими водными растениями // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 5. С. 45–51.

18. Чачина С.Б. Использование высших водных растений: эйхорнии, ряски малой и валлиснерии спиральной для доочистки сточных вод ОАО «Газпромнефть – ОНПЗ» // Омский научный вестник. 2011. № 1 (104). С. 196–200.

19. Раимбеков К.Т. Влияние срока сбора прироста биомассы на урожайность высших водных растений // Научные обозрения. Биологические науки. 2020. № 1. С. 40–44.

20. Зарубина Е.Ю., Соколова М.И. Влияние подогревых сбросных вод на состав, структуру и продуктивность высшей водной растительности водоема-охладителя Беловодской ГРЭС (Юг Западной Сибири) // Факторы устойчивости растений в экстремальных природных условиях и техногенной среде: материалы Всероссийской научной конференции (Иркутск, 10–13 июня 2013 г.). М.: Изд. «Директ-Медиа», 2015. С. 115–120.

21. Зарубина Е.Ю., Соколова М.И. Многолетние изменения популяции *Vallisneria spiralis* L. в водоеме-охладителе Беловодской ГРЭС (юг Западной Сибири) // Российский журнал биологических инвазий. 2010. № 4. С. 10–18.



СТАТЬЯ

УДК 582.47:551.24:630\*5:630\*165:630\*182

**ГНИЛЬ СТВОЛА У СОСНЫ – МАРКЕР ПАТОГЕННЫХ ЗОН**

**Рогозин М.В.**

*Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь,  
e-mail: rog-mikhail@yandex.ru*

Среди окружающих г. Пермь лесов зелёной зоны был выбран наилучший и самый старый массив соснового леса. В нём заложили две соседствующие пробные площади размером по 1,1 га на супесчаной почве, близкие по продуктивности. В 2017 г. они имели средний возраст 184 года, состав 10С ед.Е, высоту и диаметр 32,1 м и 41,4 см, полноту 0,93, запас 620 м<sup>3</sup>/га. В 2019 г. здесь были поражены гнилями 11,2% деревьев, вызываемых в 98% случаев грибом сосновая губка (*Phellinus pini* Brot.: Fr.). На план с деревьями (735 живых, 342 отпавших и 54 вываленных ветром) нанесли 8 типов малых геоактивных зон с привязкой к периметру и центру ствола деревьев с точностью ± 1,0 см. Выяснено, что образование гнилей ствола в 100% случаев происходило на патогенных зонах Хартмана и Курри, располагавшихся вплотную к дереву. При этом деревья с гнилями были с размерами от минимального до максимального. Они оставались живыми до 187-летнего возраста, по причине их нахождения в 88% случаев также и на благоприятных зонах четырёх типов, с размерами от 1,0 до 16,0 м, которые повышали их виталитет. У каждого четвертого из поврежденных гнилью деревьев есть дополнительный маркер, точно указывающий на центр патогенной зоны – это ниша 5–7 см в комле ствола, которая огибает центр зоны. В этой нише, по-видимому, клетки камбия локально прекращают свой рост при расстоянии от камбия до центра зоны 5,3 ± 0,25 см. То есть ниша в основании ствола дерева и наличие на дереве плодовых тел гриба сосновая губка маркируют точное место патогенной зоны.

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, древостой, санитарное состояние, геоактивные зоны

**TRUNK ROT IN PINE – THAT MARKER OF PATHOGENIC ZONES**

**Rogozin M.V.**

*Perm State National Research University, Perm, e-mail: rog-mikhail@yandex.ru*

Among the green zone forests surrounding Perm, the best and oldest pine forest array was selected. In this forest laid two adjacent trial areas of 1.1 ha each on sandy loam soil, similar in productivity. In 2017, they had an average age of 184 years, the composition of 10C, height and diameter 32.1 m and 41.4 cm, fullness 0.93, stock 620 m<sup>3</sup>/ha. In 2019, 11.2% of the trees were affected by rot, caused in 98% of cases by the pine sponge fungus (*Phellinus pini* Brot.: Fr.). On the plan with placed trees (735 live, 342 fallen and 54 blown out by the wind), we mapped 8 types of small geo-active zones with reference to the perimeter and center of the tree trunk with an accuracy of ± 1.0 cm. It was found that the formation of trunk rot in 100% of cases occurred in the pathogenic zones of Hartman and Kurri, located close to the tree. At the same time, the trees with rot were from the minimum to the maximum size. They remained alive until the age of 187, due to their presence in 88% of cases also on favorable zones of four types, with sizes from 1.0 to 16.0 m, which increased their vitality. Every fourth tree damaged by rot has an additional marker that accurately points to the center of the pathogenic zone – this is a niche 5-7 cm at the base of the trunk that wraps around the center of the zone. In this niche, apparently, cambium cells locally stop their growth at a distance from the cambium to the center of the zone of 5.3 ± 0.25 cm. That is, the niche at the base of the tree trunk and the presence of fruit bodies of the pine sponge fungus on the tree mark the exact location of the pathogenic zone.

**Keywords:** common pine, stand, sanitary condition, geo-active zones

Ранее мы показали [1, 2], что структура насаждений и размеры деревьев формируются при мощном воздействии фактора малых геоактивных зон (МГА-зон), имеющих пояса комфорта, депрессии и ингибирования роста. В поясах комфорта, занимающих 1,44% площади, сосна достоверно повышала средний диаметр на 17%, а её выживаемость на них в 120–170 лет была в 29–42 раза выше. Некоторые из них, относимые к патогенным зонам Хартмана, объективно зафиксированы на поверхности с помощью фотоматериалов [3], а для благоприятных зон хорошим фитоиндикатором служат деревья-лидеры [4]. В целом есть основания считать, что такие зоны могут быть местами выхода энергий Земли, проявляющих

себя в том числе через неотектонические разломы разного генезиса, которые изучают с помощью линеаментно-геодинамического анализа территорий [5, 6]. Влияние этих малых геоактивных зон на фитоценозы изучают уже более 20 лет, однако по-прежнему остаётся немало вопросов по методике их биоиндикации [7, 8]. На зонах патогенного типа, известных как зоны Хартмана и Курри, рост деревьев в культурах ели финской был достоверно снижен [2], и в данной статье предстояло выяснить, как на них будет реагировать сосна обыкновенная.

Цель исследования: в спелом насаждении сосны составить карту малых геоактивных зон и выяснить их влияние на образование гнилей ствола у деревьев сосны.

### Материалы и методы исследования

Объект работ – массив сосны обыкновенной в лесах г. Пермь, в кв. 61 Нижне-Курьинского участкового лесничества, который был выбран как наилучший и самый старый среди лесов зелёной зоны [1]. В нём в 2017 г. на площади 2,2 га заложили две соседствующие пробные площади размером по 1,1 га, названные участок «Северный» и «Южный». Они располагались на пологой супесчаной дюне с перепадом высот 1–2 м на надпойменной террасе р. Кама, были близки по продуктивности и в целом имели следующие таксационные показатели: состав 10С ед.Е, возраст 184 года, средняя высота 32,1 м, средний диаметр 41,4 см, тип леса сосняк кисличниковый с преобладанием в кустарничковом ярусе черники и брусники, класс бонитета 1, полнота 0,93, запас 620 м<sup>3</sup>/га. В 2003 г. в насаждении прошёл ветровал, и было вывалено 7,0% деревьев, и если их учесть, то древостой имел бы полноту 1,0. По уточненным в 2019 г. данным, по внешним признакам здесь из 735 деревьев сосны были поражены гнилями ствола 11,2%.

У каждого из деревьев измеряли окружность ствола на высоте 1,3 м и расчетным путём определяли диаметр с округлением до 0,1 см и далее наносили на план в масштабе 1:100. Затем, используя биолокационный метод, с помощью маятника и угловых засечек на план наносили центры благоприятных и патогенных МГА-зон (всего

8 типов) с точностью  $\pm 1,0$  см с геопривязкой к центрам оснований стволов ближних 1–3 деревьев. Детально методику картирования деревьев и геоактивных зон мы описали в монографии [4].

Составленные планы оцифровали в программе «ArcMap-ArcView». При обработке результатов определяли показатели корреляции и тренды линейных и полиномиальных связей, обычно используемых в лесоведении [9, 10].

### Результаты исследования и их обсуждение

Мы рассмотрели гнили ствола, хорошо опознаваемые по плодовым телам гриба сосновая губка (*Phellinus pini* Brot.: Fr.), а также комлевые гнили, ясно видимые как обнажения загнивающей древесины и обнаженные у двух деревьев. После уточнения в 2019 г. общее число повреждённых деревьев составило 82 шт. (таблица).

По отношению к числу деревьев патогенных зон вблизи них было больше (106,1%), так как у некоторых располагалось по 2 зоны. Большая часть повреждённых деревьев находится на участке Северный с несколько лучшими условиями увлажнения (рис. 1).

По данным таблицы, вблизи деревьев с гнилями патогенных зон обычного типа было подавляющее большинство – 89,1% и они располагались в непосредственной близости к деревьям, на расстояниях в основном до 5–6 см (рис. 2).

Деревья сосны с гнилями ствола в 187-летнем насаждении на площади 2,2 га и малые геоактивные зоны вблизи них

Показатели	Количество	
	шт.	%
Деревья, поврежденные гнилями	82	100,0
Среди них деревья с расположенными вблизи патогенными зонами, всего:	82	100,0
В том числе типы патогенных зон:		
Хартмана усиленные 0,55 м	9	11,0
Хартмана обычные 0,33 м	34	41,5
Курри усиленные 1,0 и 2,0 м	5	6,1
Курри обычные 0,30 м	39	47,6
Всего патогенных зон	87	106,1
Ствол образует нишу у основания ствола глубиной до 5–7 см	20	24,4
Те же деревья, с расположенными вблизи них благоприятными зонами, всего:	72	87,8
В том числе типы благоприятных зон и мест:		
Зоны 1,0 и 3,0 м	50	61,0
Цепи (полосы) из зон 1,0 м	15	18,3
Зоны 8,0 м	5	6,1
Зоны 16,0 м	2	2,4
Нет благоприятных зон	10	12,2

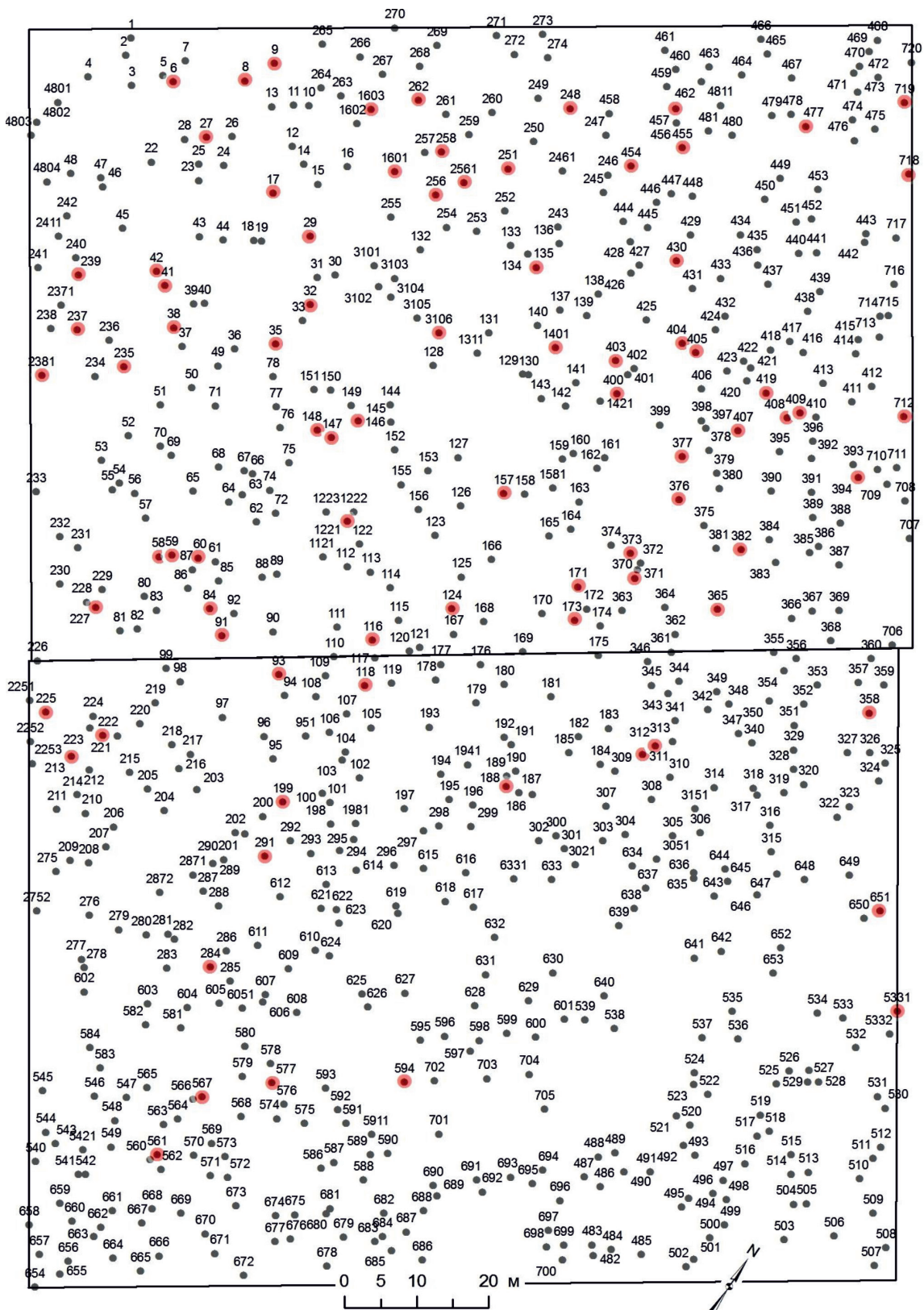


Рис. 1. Деревья сосны с гнилями ствола (красные точки) в 187-летнем насаждении на площади 2,2 га



Рис. 2. Влияние расстояния от периметра ствола на высоте 0,35 м до центра патогенной зоны на диаметр поврежденного гнилью дерева

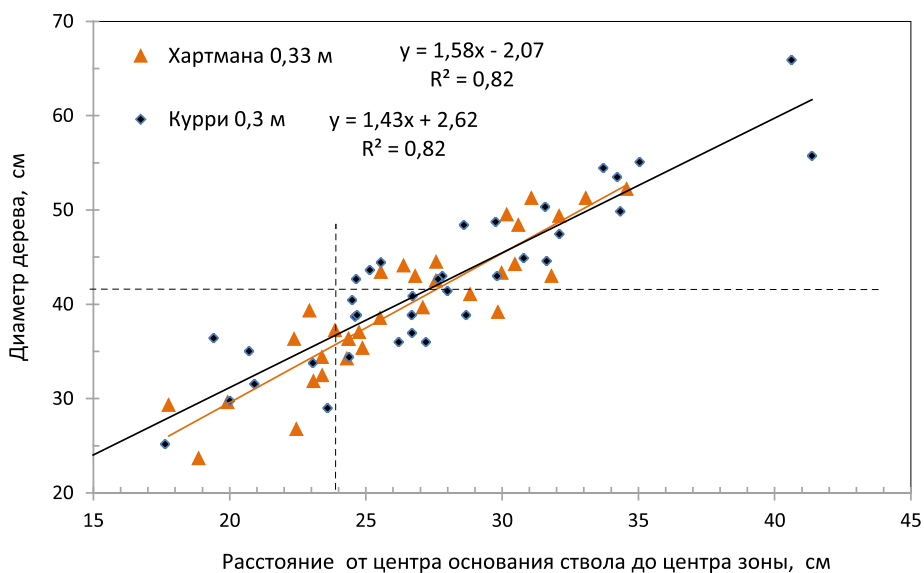


Рис. 3. Влияние расстояния от центра ствола на высоте 0,35 м и до центра патогенной зоны на диаметр поврежденного гнилями дерева

На рис. 2 это расстояние в связи с диаметром дерева никак не проявило себя ( $R^2 = 0,01$  и  $R^2 = 0,05$ ), но если взять другое расстояние, а именно, расстояние до центра ствола, то влияние становится очень сильным, с показателем аппроксимации  $R^2 = 0,82$  (рис. 3).

Столь сильное влияние патогенной зоны на диаметр дерева можно объяснить только одним, а именно тем, что её влияние на определенном расстоянии приводит к торможению роста клеток камбия и рост дерева замедляется. После объединения данных по этим двум зонам, показанным на рис. 1, и исключения из совокупной выборки двух отклоняющихся расстояний (14 и 15 см),

была получена выборка, где среднее расстояние до ствола равно  $3,3 \pm 0,25$  см. Если считать толщину коры равной 2,0 см, то ингибирование роста клеток камбия происходит на расстоянии  $5,3 \pm 0,25$  см от центра этих патогенных зон.

Однако не всё так просто в этих расчётах. В таблице указано, что 24,4% деревьев образуют у основания ствола нишу. Ниша начинается с высоты 60–90 см и ближе к земле буквально огибает (!) центр зоны, и расстояние от хорды ниши и до периметра ствола на высоте 35 см часто было равным 0 и даже 2,0 см (рис. 2). Глубина ниши при этом на высоте 15–20 см от поверхности земли достигала 5–7 см (рис. 4).



Рис. 4. Ниша у основания ствола, огибающая центр зоны Хартмана. Дерево выжило благодаря благоприятной зоне размером 1,0 м, находящейся слева за деревом

Внешний вид патогенных ниш совсем не похож на так называемые «ройки» в стволе сосны после пожара, когда клетки камбия получают огневую травму и отмирают на части периметра ствола. Через десятки лет рана зарастает по бокам и место повреждения похоже на вертикальный рубец.

Описанные ниши такого рубца на коре не имеют. У них ствол вдавлен внутрь, и у земли ниша в плане представляет собой полукруг с мелкой корой, под которой часто видна мертвая древесина. Некоторые деревья имеют характерное изменение формы ствола, который с высоты 0,6–0,9 м и ниже постепенно как бы «заваливается» внутрь и не имеет сбega там, где локализована патогенная зона (рис. 5).



Рис. 5. Сосна с диаметром ствола 48 см на комбинации благоприятной зоны размером 1,0 м (находится за деревом) с патогенной зоной Курри размером 0,3 м, вокруг которой у основания ствола образовалась ниша глубиной 7 см

## Выводы

1. Гниль ствола сосны обыкновенной в возрасте 187 лет в 100% случаев была связана с наличием вблизи дерева патогенных зон Хартмана и Курри, усиленных и обычных, определяемых биолокацией, с размерами от 0,3 м до 2,0 м. При этом деревья остаются живыми по причине их нахождения в 88% случаев также и на благоприятных зонах четырех типов размером от 1,0 до 16,0 м, повышающих выживаемость деревьев.

2. У каждого четвертого дерева с гнилью есть дополнительный маркер, точно указывающий на патогенную зону – это ниша глубиной до 5–7 см в комле ствола, огибающая центр зоны. В этой нише, по видимому, клетки камбия древесины локально прекращают свой рост при расстоянии от камбия до центра зоны в среднем  $5,3 \pm 0,25$  см.

3. Эти выводы позволяют утверждать, что для биолокационного метода имеется стопроцентная верификация патогенных зон Хартмана и Курри при их фитоиндикации старыми деревьями сосны обыкновенной. В случае, если на сосне есть плодовые тела гриба сосновая губка (*Phellinus pini* Brot.: Fr.), то ниша в комле дерева дополнительно маркирует точное место центра патогенной зоны.

## Список литературы

1. Rogozin M.V. Влияние малых геоактивных зон на рост сосны // Успехи современного естествознания. 2020. № 2. С. 19–24. DOI.17513/use.37326.
2. Rogozin M.V., Михалев В.В., Рыбальченко А.Я., Копылов И.С. Оценка влияния неотектоники на лесные экосистемы и на ориентацию сетей из малых геоактивных зон // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2019. № 2 (39). С. 23–31.
3. Агбалян Ю.Г. Глобальная энергетическая сеть Хартмана. Мифы и реальность // Сознание и физическая реальность. 2009. № 12. С. 14–20.
4. Rogozin M.V. Лесные экосистемы и геобиологические сети. Пермь: ПГНИУ, 2016. 171 с.
5. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=4745> (дата обращения: 16.06.2020).
6. Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=7570> (дата обращения: 16.06.2020).
7. Марченко И.С. Биополе лесных экосистем. Брянск: БГИТА, 1995. 188 с.
8. Горелов А.М. Эколого-морфологические основы концепции фитогенного поля: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Киев, 2014. 39 с.
9. Демаков Ю.П. Структура и закономерности развития лесов республики Марий Эл. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. 432 с.
10. Усольцев В.А. Продукционные показатели и конкурентные отношения деревьев. Исследование зависимостей. Екатеринбург: УГЛТУ, 2013. 556 с.

## СТАТЬЯ

УДК 631.4

**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ПЕДОГЕОХИМИЧЕСКОГО БАРЬЕРА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ФЕРГАНЕ****<sup>1</sup>Юлдашев Г.Х., <sup>2</sup>Рахимов А.Х.**<sup>1</sup>*Ферганский государственный университет, Фергана, e-mail: gylam48@mail.ru;*<sup>2</sup>*Наманганский государственный университет, Наманган, e-mail: Abror\_raximov@bk.ru*

Пустынные ландшафты имеют широкое распространение в Центральной Фергане Ферганской долины Узбекистана. Для солончаков, формирующихся в этих условиях, характерно присутствие сульфатных солей кальция и магния, натрия, а также их карбонатов, особенно в испарительных, кислородных педогеохимических барьерах. Количество токсичных и нетоксичных солей в двух автономных элементарных относительно аккумулятивных ландшафтах со среднесуглинистыми и легкосуглинистыми солончаками практически однообразно. В солончаках Язьяванского района наряду с хлоридами натрия встречаются довольно много сульфатов магния, кальция и натрия, редко карбонат натрия, генезис которых, вероятно, связан с палеогидроморфизмом, что подтверждается озерным генезисом этих солончаков. Испарительные барьеры наиболее распространены в почвах пустынь, где при интенсивной миграции элемента формируется такой вид барьера, на котором происходит осаждение водорастворимых солей, в результате которого образуется луговые сазовые солончаки, солончаковые почвы. В солончаках в процессе формирования испарительного педогеохимического барьера повышенная концентрация, точнее кларк концентрации элементов больше единицы в верхнем соленосном горизонте связаны с поглощением элементов Co, Br, Zn, As растениями и поступлением их в солевой горизонт с отмирающими органами растений солончаковой формации, а также выносом их с капиллярным током влаги с минерализованных грунтовых вод неглубокого залегания.

**Ключевые слова:** концентрация, кларк, солончак, генезис, гидроморфизм, барьер, миграция, капиллярный, токсичные, нетоксичные, минерализованные, соли, гумус, гуминовые кислоты, микроэлементы

**GENETIC BASES FORMATION OF EVAPORATIVE PEDOGEOCHEMICAL BARRIER IN CENTRAL FERGANA****<sup>1</sup>Yuldashev G.Kh., <sup>2</sup>Rakhimov A.Kh.**<sup>1</sup>*Fergana State University, Fergana, e-mail: gylam48@mail.ru;*<sup>2</sup>*Namangan State University, Namangan, e-mail: Abror\_raximov@bk.ru*

Desert landscapes are widespread in Central Fergana of the Fergana Valley of Uzbekistan. Solonchaks formed under these conditions are characterized by sulfate salts of calcium and magnesium, sodium, as well as their carbonates, especially in evaporation, oxygen and pedogeochemical barriers. The amount of toxic and non-toxic salts in two autonomous elementary relatively accumulative landscapes with medium loam and light loam solonchaks is almost uniform. In the salt marshes of the Yazyavan region, along with a number of sodium chlorides, quite a lot of magnesium sulfates, calcium and sodium are found, rarely sodium carbonate, the genesis of which is probably associated with paleohydromorphism, which is confirmed by the lake genesis of these solonchaks. Evaporative barriers, the most common in desert soils, where during the intensive migration of an element, this type of barrier is formed on which precipitation of water-soluble salts occurs, which results in the formation of meadow common salt marshes, solonchak soils. In salt marshes during the formation of an evaporative pedogeochemical barrier an increased concentration, more precisely, a Clark of element concentrations greater than unity in the upper saline horizon, is associated with the absorption of elements. Co, Br, Zn, As plants and their entry into the salt horizon with the dying organs of the plant of the solonchak formation, as well as their removal by capillary current to moisture from mineralized shallow groundwater.

**Keywords:** concentration, Clark, salt marsh, genesis, hydromorphism, barrier, migration, capillary, toxic, non-toxic, mineralized, salts, humus, humic acids, trace elements

Климатические условия и минерализованные грунтовые воды со слабым почвенным оттоком сильно влияют на почвообразовательный процесс пустынной почвенно-климатической зоны. Климатические условия пустынь обуславливают распространение засоленных и солончаковых почв с разной биомассой и продуктивностью. При этом все более отчетливо выявляется роль минерализованных грунтовых вод как одного из источников химических элементов и соединений, которые поступают в наземные биогеохимические системы. Важное теоретическое

и практическое значение имеет не только непосредственное поступление катионов и анионов водорастворимых солей на поверхность почвы, но их аккумуляция в почвенных горизонтах, биогеохимических барьерах и в растительной массе. По этой причине биогеохимические процессы массообмена и энергообмена в солончаках обладают специфическими особенностями. В условиях избыточного засоления почв развиваются галофильная растительность. Эти почвы распространены в условиях сильно недостаточного атмосферного увлажнения.

По уровню засоленности почв их разделяют на солончаки, солонцы и др. К природным факторам, определяющим развитие засоления почв или солончакового процесса, что сопровождается образованием мощного испарительного педогеохимического барьера, относятся: рельеф, климат, дренажность территории, засоленность почвообразующих и подстилающих пород, наличие минерализованных грунтовых вод, механический состав почв, уровень залегания минерализованных грунтовых вод и их слабый отток и др. Солончаки непригодны для сельскохозяйственного использования без предварительных промывок их от токсичных солей [1; 2]. Соли на этих почвах губительно действуют на сельскохозяйственные растения. Они располагаются в испарительном педогеохимическом барьере. Это положение определяет актуальность исследований.

#### Материалы и методы исследования

Основными объектами исследований служили солончаковый участок Ферганского филиала Научно-исследовательского института хлопководства в Кувинском районе, а также солончаковый массив в Центральной Фергане в Язъяванском районе Ферганской области Узбекистана.

Профильный метод, разработанный Докучаевым, лежит в основе наших почвенно-геохимических исследований. Почвы изучены на всю глубину до уровня грунтовых вод, последовательно по генетическим горизонтам, включая материнские породы. Также использован ландшафтно-геохимический метод Б.Б. Польшова, М.А. Глазвской, А.И. Перельмана. Водорастворимые соли определены по методике, приведенной в пособии «Руководство по химическому анализу почв» Е.В. Аринушкиной. Элементный состав почв определен нейтронно-активационным методом.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Согласно существующей классификации исследованные нами солончаки Центральной Ферганы и филиала относятся к солончаковым, где максимальное содержание водорастворимых солей находится на поверхности, в горизонте 0–30 см. В этих почвах степень токсичности солей возрастает от сульфатного к содовому типу засоления. Менее токсичны сернокислые соли натрия и магния. Считается, что сернокислый кальций безвреден для растений, но он одновременно является спутником других солей, таких как  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$  и др. Поэтому большое

содержание их и поглощенного магния служит показателем низкого плодородия почв, особенно орошаемых [3; 4]. В условиях пустынь в малоплодородных почвах довольно много сульфатных солей, часто формируются солончаки, когда поступление легкорастворимых солей в поверхностный горизонт почвы превышает их вынос. В зависимости от вида поверхности солончаков они различаются, в отдельных случаях сернокислые соли магния и натрия, кристаллизуясь, погашают большое количество – 7–10 молекул воды, по этой причине увеличиваются в объеме. При этом образуются пухлые солончаки. Надо отметить, что в значительном количестве водорастворимые соли присутствуют по всему профилю солончаковых почв, одновременно с аккумуляцией солей в нижних слоях происходит оглеение. Профиль исследованных солончаков слабо дифференцирован на почвенно-генетические горизонты. В нем выделяются гумусовый горизонт А, иногда его называют солевым горизонтом, переходный В и материнская порода С. По всему профилю солончаков заметны выцветы солей, особенно в сухом состоянии почв.

Практически по всему профилю наблюдаются признаки оглеения, которые выражаются наличием ржаво-охристых и сизых пятен, вкраплений. Наблюдается равномерное распределение илестых частиц и полуторных окислов. Почвообразование зависит от его сочетания с другими факторами [5; 6]. В исследованных нами солончаках присутствует  $\text{H}_2\text{S}$  (сероводород) в глубинных горизонтах, который определяется по запаху.

В почвах практически существует постоянно восходящий ток влаги, за исключением зимнего периода. Почвы имеют нейтральную, слабощелочную реакцию. На территории Ферганской долины солончаки в основном находятся, как правило, в центральной части долины. Миграция водорастворимых солей в латеральных направлениях сопровождается группированием солей в соответствии с их подвижностью, при этом появляется педогеохимическая зональность в зависимости от содержания водорастворимых и других солей, а также окислов (рис. 1).

При этом происходит последовательное, закономерное выпадение легкорастворимых, слабо-растворимых, а также нерастворимых солей, которые образуются в результате испарения воды из почвенных растворов солончаков в процессе взаимодействия анионов и катионов в генетических горизонтах почв.

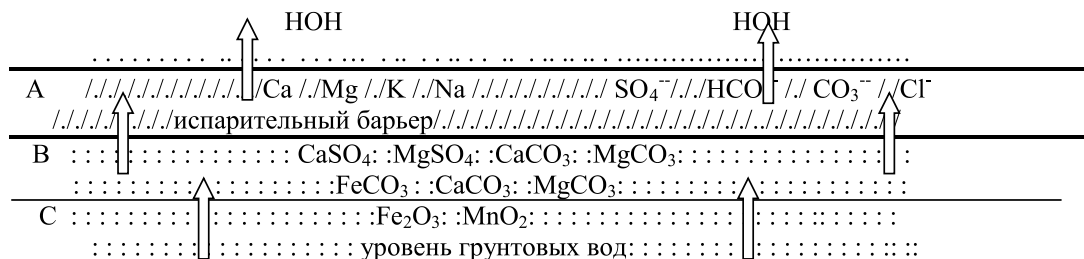


Рис. 1. Схематическое выпадение солей и окислов в испарительных педогеохимических барьерах солончаков Центральной Ферганы

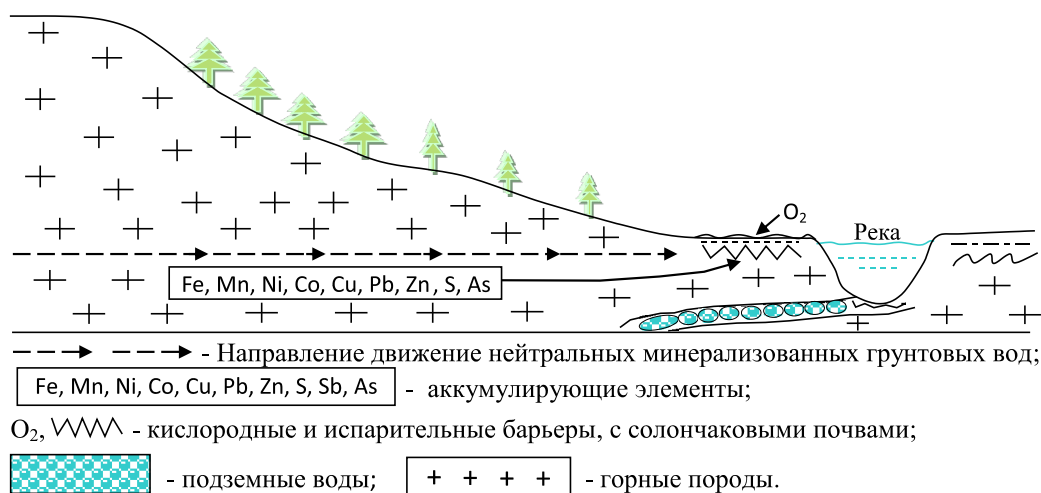


Рис. 2. Формирование испарительного педогеохимического барьера в геохимических ландшафтах

Исследованные нами почвы относятся к гидроморфным солончакам пустынной зоны, где развиты испарительные педогеохимические барьеры (рис. 2). Для них также характерен выпотный водный режим, где избыток влаги проявляется при поднятия капиллярной каймы. Капиллярная кайма, достигая поверхностных горизонтов, способствуют испарению влаги на испарительных педогеохимических барьерах, приводит к формированию луговых солончаков в субаквальных элементарных ландшафтах.

При этом одновременно на этих элементарных ландшафтах формируются испарительные и кислородные педогеохимические барьеры.

В условиях пустынь за последние годы в связи с подъемом уровня минерализованных грунтовых вод роль испарительного педогеохимического барьера растет, даже на территориях староорошаемых земель. В результате местами появляются засоленные пятна различной степени и качества. Возникают испарительные барьеры не только в местах орошения, но и на прилегающих

территориях некоторых водохранилищ, где уровень грунтовых вод поднимается выше, чем их уровень капиллярного поднятия, иногда достигает дневной поверхности. При этом чем выше минерализация грунтовой воды и температура атмосферы, тем меньше движение грунтовых вод и тяжелее механический состав почвы, мощнее будет зона испарительного барьера, и тем сильнее отрицательное влияние на ряд свойств почв. Каждая группа педогеохимических барьеров обладает способностью концентрировать лишь определенную группу мигрирующих веществ [7; 8]. К примеру, можно назвать карбонатно-геохимический барьер, где теряют подвижность Ba, Sr, Ca, S, Sb и др., а на испарительном из металлов Li, Na, Ca, Mg, U и др., из числа металлоидов S, Cl, As, Sb и др. Педогеохимические барьеры выполняют роль природных и природно-антропогенных фильтров [9; 10], где сильно снижается подвижность ряда химических элементов и соединений. В литературе имеются данные, что геохимические барьеры биосферы разделяются на два ос-



новых типа: природные и техногенные. Оба типа педогеохимических барьеров подразделяются на три класса: физико-химические, биогеохимические, механические. В настоящее время к основным типам геохимических барьеров можно добавить природно-антропогенные геохимические барьеры, под влиянием антропогенных факторов в природных условиях природные барьеры видоизменяются и переходят в тип природно-антропогенных.

Такие барьеры наиболее распространены в засушливых регионах, но в зависимости от почвенно-климатических условий встречаются и в других регионах. Кроме пустынь, испарительные барьеры могут работать временно или постоянно в других районах. В дождливый период аномально высокие концентрации химических элементов, находящиеся в испарительном барьере, могут полностью исчезнуть из почвенного горизонта или из тела испарительного барьера. Испарительные педогеохимические барьеры, как и другие, имеют сложный физико-химический характер, они могут образоваться в различных окислительно-восстановительных условиях. В почвах пустынь, в частности солончаках Центральной Ферганы, наблюдается глеевые горизонты, с которыми связан генезис глеевого засоления. В них наблюдается гидротроилитовый ( $FeS \cdot nH_2O$ ) горизонт, который характеризуется сероводородным запахом, и обнаруживается восстановительное сероводородное засоление. Испарительным барьерам характерна также кислородная окислительная обстановка. Они практически в условиях пустынь работают комплексно. Испарительные барьеры в пустынных ландшафтах наносят большой ущерб сельскому хозяйству. Так, например,

на таких барьерах на слабозасоленных почвах до 20%, на средnezасоленных до 40%, на сильнозасоленных почвах до 80% теряется урожай хлопчатника. Испарительные барьеры наиболее распространены в почвах пустынь, где при интенсивной миграции элемента формируется такой вид барьера, на котором происходит осаждение водорастворимых солей, в результате чего образуются луговые сазовые солончаки, солончаковые почвы. В солончаках процесс формирования испарительного педогеохимического барьера сопровождается осаждением из почвенного раствора сернокислых и углекислых солей кальция и магния, натрия, а также хлористых солей натрия. В результате происходит повышение их концентрации на небольшом участке, например на среднесуглинистых солончаках (рис. 3). Содержание суммы водорастворимых солей варьирует в пределах 2,24–3,33%, при этом в 0–10-см слое составляет 2,45%, а в горизонте 50–70 см 3,33%.

Такое колебание количества солей в основном связано с токсичными солями, их содержание варьирует в интервале 1,60–2,56%, а содержание нетоксичных солей составляет 0,51–0,85%. Как видно из рисунка, сумма как токсичных, как и нетоксичных солей по почвенному профилю дифференцирования практически равномерна, что связано с временем взятия образцов почв, которые были отобраны весной после выпадения осадков зимнего периода.

Относительно высокая концентрация сульфатных солей на глубине 50–70 см связана с карбонатно-гипсовым двусторонним барьером. На легкосуглинистых солончаках характер распределения солей практически повторяет их дифференциацию на среднесуглинистых солончаках (рис. 4).

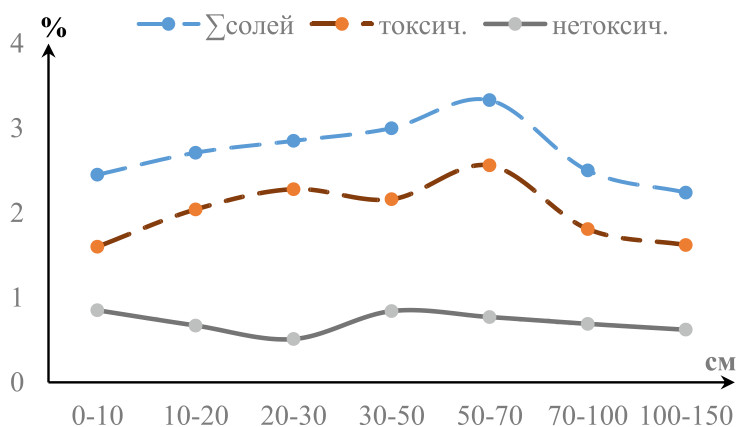


Рис. 3. Изменение содержания токсичных и нетоксичных солей в профиле среднесуглинистых солончаков на испарительном педогеохимическом барьере

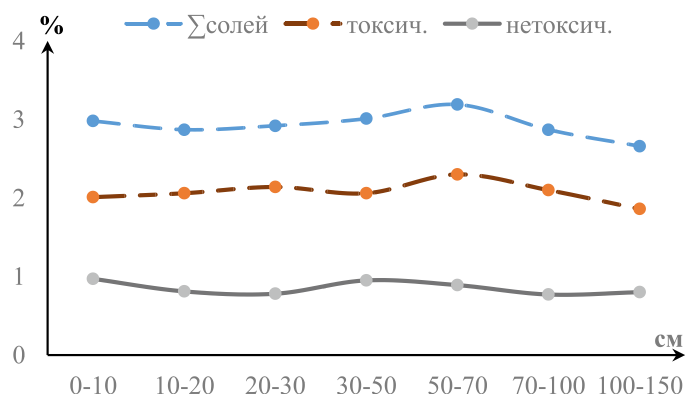


Рис. 4. Изменение содержания токсичных и нетоксичных солей в профиле легкосуглинистых солончаков

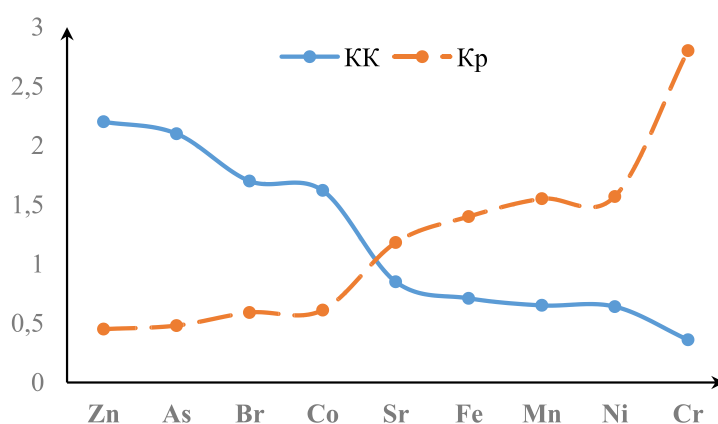


Рис. 5. Геохимические спектры химических элементов в испарительном педогеохимическом барьере

Что касается содержания по сумме токсичных солей, то в этих почвах их содержание более высокое по сравнению со среднесуглинистыми солончаками. На формирование этих солончаков в пустынных ландшафтах наряду с климатом и рельефом сильно влияют минерализованные грунтовые воды с минерализацией 30,5–74,5 г/л хлорид сульфатного типа. Именно по этой причине в изученных педогеохимических барьерах содержание сульфатных солей составляет основу солончакового образовательного процесса с хлоридно-сульфатным качеством засоления.

Химически элементный состав солончаков на испарительном геохимическом барьере неоднороден. Относительное содержание железа и ряда микроэлементов в солончаках, особенно на его поверхности (0–10 см), в разных регионах и почвах отличается в сотни и тысячи раз, но в солончаках Центральной Ферганы и Ферганского филиала Узбекского научно-исследователь-

ского института хлопководства отличие ряда указанных элементов незначительное, располагается в следующем геохимическом спектре (рис. 5), которое имеет фундаментальное значение для биогеохимии испарительных барьеров.

Приведенные и рассчитанные на основе кларка Виноградова [11] кларк концентрации и кларк рассеяния микроэлементов характерны для изученных солончаков, которые формировались на испарительном геохимическом барьере. В геохимическом спектре элементов показаны среднеарифметические значения кларка концентрации и кларка рассеяния химических элементов, рассчитанные для большого количество проб. Повышенная концентрация, точнее кларк концентрации элементов больше единицы в верхнем соленосном горизонте связаны с поглощением элементов Co, Br, Zn, As растениями и поступлением их в солевой горизонт с отмирающими органами растений солончаковой формации, а также вы-

носом их с капиллярным током влаги с минерализованных грунтовых вод неглубокого залегания. В целом можно заключить, что наибольшие рассеяния элементов характерны для Cr, Ni, Mn, Fe, Sr; основными источниками изученных химических элементов которыми питаются живые организмы, являются материнские породы и минерализованные грунтовые воды испарительных педогеохимических барьеров. Пустынные ландшафты имеют широкое распространение в Центральной Фергане Ферганской долины Узбекистана. Для почв, формирующихся в испарительных, кислородных и карбонатно-гипсовых двухсторонних геохимических барьерах, характерна аккумуляция сульфатных солей кальция и магния, а также натрия. В формировании испарительного педогеохимического барьера в условиях пустынь основную роль играют климат, рельеф, механический состав почв и почвообразующих пород, уровень залегания минерализованных грунтовых вод с хлорид-сульфатным типом минерализации.

#### Список литературы

1. Абдуллаев С.А., Намозов Х. Мелиорация засоленных почв // Гидрология и мелиорация почв. 2018. 366 с.
2. Кузиев Р.К. Современное состояние орошаемых почв и приоритеты в научном обеспечении сохранения и повышения их плодородия // Управление земельными ресурсами и их оценка: новые подходы и инновационные решения: материалы Российско-Узбекской научно-практической конференции. Ташкент, 2019. С. 18–23.
3. Ямнова И.А., Панкова Е.И. Гипсовые новообразования и формирующие их элементарные почвообразовательные процессы // Почвоведение. 2013. № 12. С. 1423–1436.
4. Юлдашев Г., Исагалиев М.Т., Безуглова О.С., Изменение состава поглощенных оснований почв пустынь как индикатор их эволюции // Живые и биокосные системы. 2018. № 26. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-26/article-3> (дата обращения: 27.06.2020).
5. Мамихин С.В., Монахов Д.В., Щеглов А.И., Цветнов Е.В. Некоторые аспекты оценки роли почв как среды, экранирующей ионизирующие излучения // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2017. № 2. С. 24–31.
6. Гагарина Э.И., Абакумов Е.В. Почвообразующие породы с элементами четвертичной геологии. СПб., 2012. 130 с.
7. Касымов Н.С., Власов Д.В., Кошелева Н.Е., Никофорова Е.М. Сезонная динамика распределения солей в профиле почв // Геохимия ландшафтов Восточной Москвы: монография. М.: АПР, 2016. С. 171–174.
8. Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А. Геохимические барьеры и охрана окружающей среды. Пермь: Изд-во Пермского государственного университета, 2011. 248 с.
9. Богданова М.Д., Герасимова М.И. Ландшафтно-геохимическое и почвенно-географическое картографирование истоки и современное состояние // Геохимия ландшафтов. М., 2017. С. 51–66.
10. Kabata-Pendias A. Trace Elements in soils and plants N-Y. CRC Press. 2011. 505 p.
11. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. М., 1957. 238 с.

## СТАТЬЯ

УДК 598.284(571.51)

**ХАРАКТЕРИСТИКА БИРИКЧУЛЬСКОЙ КОЛОНИИ ЛАСТОЧЕК  
(ЮЖНАЯ СИБИРЬ, ДОЛИНА РЕКИ АСКИЗ)****Асочаков А.А.***ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова», Зоологический музей  
Института естественных наук и математики, Абакан, e-mail: asochakov@mail.ru*

В Бирикчულской колонии ласточек на 11 ноября 2018 г. насчитывалось порядка 580 нор. Из них 305 (53%) являлись целым. Характеризуемая колония расположена в песчаном карьере близ автомагистрали Абакан – Вершина Теи в 3 км к юго-востоку от п. Бирикчуль. Географические координаты месторасположения колонии следующие: 53°17'44.7"N 89°56'24.6"E. Линейное расстояние между крайними границами колонии составило 140 м. Суммарная протяжённость пяти отдельных «норных» участков равнялась 80 м. Самая высокая плотность размещения нор – 2,5 шт/м<sup>2</sup> была установлена на участке Остроугольный, а самая низкая – 0,5 шт/м<sup>2</sup> – на участке Линейный-3. На Линейном-1, Линейном-2 и Извилистом она составила: 1,4; 1,4 и 1,6 шт/м<sup>2</sup> соответственно. Наибольшее количество летков ласточек, 446 (77%), было ориентировано на северо-восток, на север – 89 (15%), на юго-восток – 40 (7%) и на восток 5 (1%) от их общего количества во всей колонии. Полученные результаты не подтвердили тех тенденций, что были описаны ранее для 27 колоний ласточек, расположенных по берегам р. Абакан.

**Ключевые слова:** Aves, Hirundinidae, береговые ласточки, колония, Южная Сибирь**CHARACTERISTICS OF THE BIRIKCHULSKY COLONY OF SWALLOWS  
(SOUTH SIBERIA, VALLEY OF ASKIZ RIVER)****Asochakov A.A.***Khakass State University, Zoological museum of Institute of Natural Sciences and Mathematics,  
Abakan, e-mail: asochakov@mail.ru*

In the Birikchul colony of swallows there were about 580 holes on November 11, 2018. The 305 (53%) of them were intact. The characterized colony is located in a sand quarry near the Abakan – Vershina Tei, 3 km southeast of Birikchul. The geographical coordinates of its location are as follows: 53°17'44.7"N 89°56'24.6"E. The linear distance between the extreme borders of the colony was 140 m. The total length of five separate «burrow» sections was 80 m. The highest density of burrows – 2.5 pcs / m<sup>2</sup>, was established on the Acute-angled site, and the lowest – 0.5 pcs / m<sup>2</sup> on the Linear-3 site. On Linear-1, Linear-2 and Twist, it amounted to: 1.4, 1.4 and 1.6 pcs / m<sup>2</sup>. The largest number of summers of swallows 446 (77%) was oriented to the northeast, to the north – 89 (15%), to the southeast – 40 (7%) and to the east 5 (1%) of the total number in the entire colony. The results did not confirm the trends that were previously described for 27 colonies of swallows nesting along the banks of the river. Abakan.

**Keywords:** Aves, Hirundinidae, swallow, colony, South Siberia

Результаты изучения гнездовой биологии ласточковых птиц имеют особый научный интерес и важное практическое значение. Эти преимущества объясняются тем, что береговые ласточки являются удобными модельными видами, в том числе для изучения особенностей таксономического состава и функционирования природных экосистем. В свою очередь, причинами тому являются их широкое географическое распространение [1–3], высокая локальная численность в периоды гнездования, а также относительная доступность взрослых птиц, их потомства и гнездового материала для изучения.

Целью исследования явилось описание колонии ласточковых птиц, расположенной в долине р. Аскиз (Южная Сибирь).

**Материалы и методы исследования**

Сбор данных о колонии *Riparia sp.* проводил в период с 2014 по 2019 г. в долине

р. Аскиз, левом притоке второго порядка р. Енисей (рис. 1). Все наблюдения явились частью ежегодных экспедиционных исследований, проводимых сотрудниками и студентами Хакасского государственного университета непосредственно в русле р. Аскиз, так и в её долине. Для подготовки данного сообщения были использованы результаты наблюдений, выполненные автором 11 ноября 2018 г.

Для описания колонии ласточек был проведён традиционный учёт количества нор [4–6], в том числе выполнено фотографирование как всего поселения, так и его отдельных участков. Общий вид на колонию представлен на рис. 2. В настоящее время все полученные с 2014 по 2019 г. фотоизображения колонии в целом и её отдельных участков в виде электронных документов хранятся в фондах Зоологического музея Хакасского государственного университета (г. Абакан, Республика Хакасия). Для описания отдельных параметров колонии

ласточек был использован метод масштабирования фотоизображений. Для этого были использованы такие измерительные инструменты, как мерная линейка длиной 1 м, гидрологический лотлинь и лазерный дальномер.

### Результаты исследования и их обсуждение

Характеризуемая колония была впервые обнаружена 05 июля 2014 г. Она оказалась расположенной в песчаном карьере близ автомагистрали Абакан – Вершина Тёи в 3 км к юго-востоку от п. Бирикчуль (рис. 1). Вероятнее всего, данный карьер был сооружён местными жителями с целью добычи и использования в хозяйственных нуждах песчаного и песчано-глинистого грунтов. Расстояние от места, где находится колония, до р. Аскиз составляет порядка 450–500 м. Здесь же, но уже вдоль правого берега реки,

проложена железнодорожная магистраль Абакан – Новокузнецк.

Колонии было дано имя Бирикчульская согласно названию населённого пункта – пос. Бирикчуль, где во второй половине XX в. находился Аскизский леспромхоз треста «Хакаслес». Географические координаты месторасположения колонии следующие: 53°17'44.7"N 89°56'24.6"E или 53.295762, 89.940154.

Для более детального описания Бирикчульская колония была разделена на отдельные участки. Основными критериями для их выделения послужили отдельные относительно крупные скопления нор, расположенные на некотором удалении друг от друга, а также форма вертикальной проекции стенки карьера, на котором располагалось то или иное скопление. В результате чего внутри колонии было выделено пять отдельных участков (рис. 2).

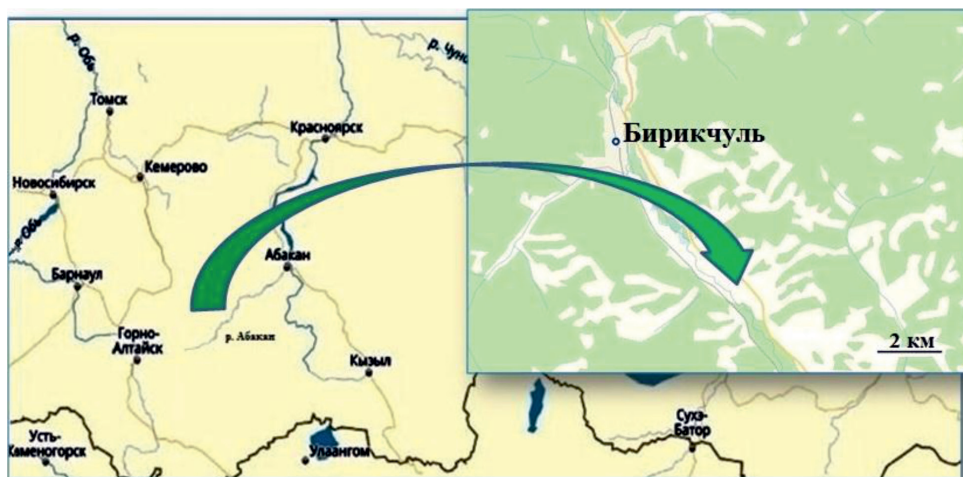


Рис. 1. Карта-схема месторасположения Бирикчульской колонии ласточки *Riparia sp.*



Рис. 2. Общий вид на Бирикчульскую колонию ласточки *Riparia sp.* и расположение её отдельных участков (1–5) по состоянию на 11 ноября 2018 г. (фото автора, комментарии в тексте)

Первый из них получил название Линейный-1. Он был расположен на относительно прямолинейном обрыве, если смотреть на край стенки карьера сверху (рис. 2). Протяжённость этого участка составила порядка 20, а высота до 4 м. Здесь было обнаружено 115 нор ласточек, из которых к целым можно было отнести порядка 70 летков или чуть более 60% от их общего количества внутри участка. Средняя плотность размещения нор без учёта степени их сохранности составила 1,4 шт/м<sup>2</sup>. Выходы из нор относительно сторон света были ориентированы на северо-восток. Местами норы в стенке карьера образовывали несколько уровней или «этажей». Количество этих уровней могло достигать шести. Расстояние от нижней границы или основания стенки карьера, где был расположен участок Линейный-1, до первого снизу ряда гнёзд составило порядка 1,8 м, а минимальное расстояние от верхней границы обрыва до ближайших к нему нор – 0,1 м.

Второй участок оказался протяжённостью порядка 12 м и высотой до 4,5 м. Ему было присвоено название Извилистый по причине нелинейности стенки обрыва, где были вырыты норы ласточек. В границах этого участка оказалось 73 норы, из которых относительно целыми можно было назвать 39 или 53%. Средняя плотность размещения нор составила 1,4 шт/м<sup>2</sup>. Основная часть выходов из нор (90%) была ориентирована на север. Этажность их размещения достигала 6 уровней. Расстояние от нижней границы или основания стенки карьера до первого уровня нор составило порядка 2,3 м, а от верхней границы обрыва до самых высоко расположенных гнёзд – 0,1 м.

Третий участок или Линейный-2 имел протяжённость 14 м и был в высоту до 9 м. Здесь ласточками было вырыто 205 нор, из которых целыми оказались 110 или 54%. Средняя плотность размещения нор в этой части Бирикчурской колонии составила 1,6 шт/м<sup>2</sup>. Выходы из нор на этом участке относительно сторон света были ориентированы на северо-восток. Этажность составила 14 уровней. При этом дистанция между нижней границей или основанием стенки карьера до верхней границы обрыва оказалась равной 6 м, а минимальное расстояние от верхней границы обрыва до гнёзд, расположенных выше всех, составило 0,1 м.

Четвёртый участок Бирикчурской колонии, получивший название Линейный-3, имел протяжённость порядка 12 м и высоту 3,8 м. На этом участке была зафиксирована самая низкая плотность размещения нор во всей колонии – всего 0,5 шт/м<sup>2</sup>. Всего здесь

было выявлено наличие 21 норы, из которых целыми оказались 12 или 57%. Выходы нор относительно сторон света оказались ориентированными на север. Этажей удалось насчитать 9. От нижней границы или основания стенки карьера до первого снизу ряда гнёзд расстояние было равным 0,8 м, а минимальное расстояние от верхней границы обрыва до самых высоко расположенных гнёзд составило 0,3 м.

Пятый участок из числа других внутри Бирикчурской колонии оказался для выделения самым сложным. Дело в том, что внутри карьера он занял остроконечный выступ и норы в нём были вырыты ласточками на противоположных относительно друг друга стенках. Соответственно, и летки были ориентированы в разные стороны, и по этой же причине локальные условия для выведения потомства у ласточек на этом участке, вероятнее всего, сильно отличались. Дело в том, что к абиотическим факторам, формирующим условия для выживания птиц-норников, можно отнести: степень ежесуточного прогрева нор за счёт инсоляции, направление и интенсивность ветровой нагрузки, влияния количества осадков и уровня влажности атмосферного воздуха, а также другие факторы и их различные сочетания. В то же время между норами на юго-восточной и северо-восточной стенках карьера какое-либо значительное расстояние отсутствовало. Именно это обстоятельство явилось основной причиной для объединения двух скоплений нор в одну группу. С учётом особенностей стенок карьера участок получил название Остроугольный. Его общая протяжённость составила 22 м, а наибольшая высота обрыва 3 м. В границах этого участка было обнаружено 166 нор, из которых целыми явились 74 или 45%. Средняя плотность их размещения составила 2,5 шт/м<sup>2</sup>. Этажность оказалась равной 9. Расстояние от нижней границы или основания стенки карьера до самого низко расположенного гнезда – порядка 0,8 м, а минимальное расстояние от верхней границы обрыва до самых высоко расположенных гнёзд составило 0,1 м.

На первый взгляд, перечисленные значения плотности размещения нор в колонии могут показаться сильно заниженными. Причиной тому является принятый в данном сообщении подход к оценке площади самих участков. В случае если для расчётов использовать лишь ту площадь стенки обрыва, где непосредственно размещались норы, то показатели плотности могут увеличиться в несколько раз. Однако для проведения регулярных мониторинговых мероприятий за динамикой показате-

ля, характеризующего количество нор, все же лучше будет оценивать эту площадь не только как пространство, занятое норами птиц в настоящий момент, но также пригодное для их рытья в будущем.

Долевое соотношение выходов из нор ласточек относительно сторон света распределилось, как это показано на рис. 3. Хорошо видно, что наибольшее количество летков или выходов из нор ласточек 446 (77%) было ориентировано на северо-восток. В границах Бирикчульской колонии назвать это направление случайным невозможно. Так, на втором месте с намного более низким показателем от уже названного оказалось северное направление 89 (15%). На юго-восток имели выход 40 нор или 7% и на восток всего 5 нор (1%) от их общего количества во всей Бирикчульской колонии. Эти результаты не подтверждают тех тенденций, что были описаны на примере 27 колоний ласточек, расположенных по берегам р. Абакан [7].

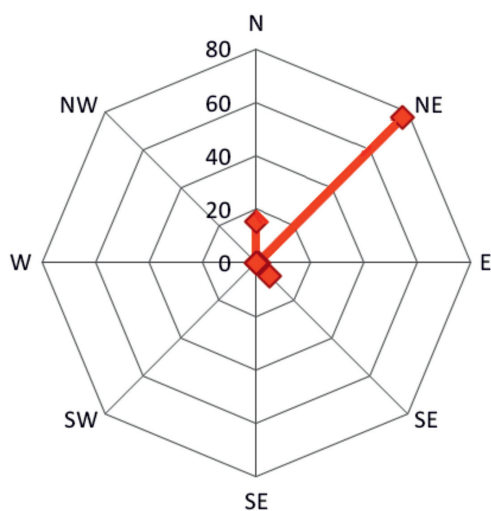


Рис. 3. Долевое (%) соотношение выходов из нор ласточек относительно сторон света в Бирикчульской колонии по состоянию на 11 ноября 2018 г.

Приведённые здесь данные можно также сравнить с таковыми, что были описаны Н.Н. Березовиковым. Он дал характеристику колонии бледной ласточки *R. diluta* у оз. Алаколь (Казахстан). Согласно мнению этого автора колония бледной береговушки была расположена на берегу озера, где «преобладала восточная и северо-восточная экспозиция стены обрыва» [4, с. 2203].

В связи с тем, что исследования проводились уже после окончания гнездового периода в жизни ласточек и их отлёта на зи-

мовку, долю жилых гнёзд от их общей численности в колонии установить не удалось. По этой же причине назвать, какому именно или каким видам ласточек принадлежит описанная колония, не представилось возможным. Согласно мнению А.Н. Евтиховой и А.П. Савченко [8, 9], на юге Центральной Сибири гнездятся два вида ласточковых птиц: *R. riparia* и *R. diluta*. Этими же исследователями было выяснено, что данные виды способны к совместному гнездованию или формированию смешанных колоний. Однако, исходя из того, что *R. riparia* является доминирующим видом, в том числе в смешанных колониях, присутствие в описанной колонии птиц именно данного вида весьма вероятно.

### Выводы

Таким образом, в результате исследований, выполненных с целью изучения и описания параметров Бирикчульской колонии ласточек из долины р. Аскиз, были получены данные, на основе которых были сформулированы выводы, предлагаемые ниже.

1. По состоянию на период 11 ноября 2018 г. в колонии насчитывалось порядка 580 нор. Из них 305 (53%) являлись целым. Однако, учитывая использованные методы сбора и описания полевых наблюдений, до проведения всех последующих видов анализа данных, описывающих количество нор в границах каждого отдельного участка, рекомендуется выполнять их округление до десятков.

2. Линейное расстояние между крайними границами колонии оказалось равным 140 м. Суммарная протяжённость всех выделенных пяти участков близка к 80 м. Вертикальная проекция минимального расстояния от нижнего ряда гнёзд в колонии до основания стенок карьера составила 0,8 м на таких участках, как Линейный-3 и Остроугольный. Наибольшее значение данного расстояния (5,8 м) было установлено для участка Линейный-2. Значения аналогичных параметров, что характеризуют расстояние от верхнего ряда гнёзд до верхней кромки карьера, явились равными 0,1 м на всех участках, кроме Линейного-3. На последнем оно оказалось равным 0,3 м.

3. Ширина диапазона горизонтальной полосы или зоны с норами ласточек в стенке карьера варьировала от 1,2 на участке Остроугольный и до 3,2 м. на Линейном-2. В границах этих зон насчитывалось от 1 до 14 этажей или рядов гнёзд, расположенных горизонтально.

4. Самая высокая плотность размещения нор в колонии была выявлена на участке Остроугольный. Здесь её показатель соста-

вил 2,5 шт/м<sup>2</sup>. Это значение оказалось в пять раз выше, чем на участке Линейный-3, где показатель плотности равнялся 0,5 шт/м<sup>2</sup>. На остальных трёх участках: Линейный-1, Извилистый и Линейный-2 – показатели плотности были близки к 1,5 шт/м<sup>2</sup> или 1,4; 1,4 и 1,6 шт/м<sup>2</sup> соответственно.

Автор выражает свою искреннюю признательность С.В. Драгану за многолетнее сотрудничество в организации и проведении гидробиологических экспедиционных исследований на р. Аскиз, а также Т.В. Злотниковой и Е.В. Сазанакловой за содействие в приобретении прибора, необходимого для проведения наблюдений, результаты которых были представлены в данном сообщении.

### Список литературы

1. Колоярцев М.В. Ласточки. Серия: Жизнь наших птиц и зверей. Ленинград: Изд. Ленинградского университета, 1989. Вып. 10. 248 с.
2. Check-list of North American birds. The Species of Birds of North America from the Arctic through Panama, Including the West Indies and Hawaiian Islands. Seventh edition. Washington, DC.: American Ornithologists' Union. 1998. 829 p.
3. Степанян Л.С. Конспект орнитологической фауны России и сопредельных территорий (в границах СССР как исторической области). М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. 808 с.
4. Березовиков Н.Н. Описание колонии бледной ласточки *Riparia diluta* на южном побережье озера Алаколь // Русский орнитологический журнал. 2012. Т. 21. Вып. 793. С. 2200–2205.
5. Спиридонов С.Н., Гришуткин Г.Ф. Динамика численности и размещения береговушки, золотистой шурки и зимородка в среднем течении р. Алатырь (Республика Мордовия) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 4 (5). С. 897–900.
6. Беляченко А.В. Особенности гнездования птиц береговых обрывов и оврагов Приволжских венцов // Русский орнитологический журнал. 2016. Т. 25. Вып. 1354. С. 4046–4059.
7. Асочаков А.А., Папинен А.Е. «Учитывают» ли ласточки-береговушки пространственную ориентацию участков берега р. Абакан при выборе места для строительства своих гнёзд? // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 2–1. С. 5–7. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10521.
8. Евтихова А.Н., Савченко А.П. К биологии береговой (*Riparia riparia* L., 1758) и бледной (*Riparia diluta* Sharpe et Wyatt, 1893) ласточек островных лесостепей Центральной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2012. № 10. С. 101–105.
9. Грязнова (Евтихова) А.Н., Савченко А.П. Особенности распространения береговой (*Riparia riparia* Linnaeus 1758) и бледной береговой (*Riparia diluta* Sharpe et Wyatt 1893) ласточек (*Passeriformes*, *Hirundinidae*) в области симпатрии на юге Центральной Сибири // Зоологический журнал. 2017. Т. 96 (3). С. 312–319. DOI: 10.78668/S0044513417010111.



## СТАТЬЯ

УДК 574.2: 582.29 (571.63)

**СТРУКТУРА ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ В СООБЩЕСТВАХ ЛИШАЙНИКОВ  
НА ДРЕВЕСНОМ И КАМЕНИСТОМ СУБСТРАТАХ****Родникова И.М.***ФГБУН «Тихоокеанский институт географии ДВО РАН», Владивосток,  
e-mail: rodnikova\_ilona@mail.ru*

Состав жизненных форм лишайников напрямую зависит от влияния факторов среды. В настоящем исследовании проведён сравнительный анализ структуры жизненных форм лишайников, обитающих на скальном и древесном субстратах, для выявления влияния параметров среды и субстратных особенностей на морфологические характеристики лишайников. Исследования были выполнены в 2015–2018 гг. на островах и побережье Приморского края. Район расположен в зоне смешанных хвойно-широколиственных лесов и характеризуется муссонным климатом. Сообщества лишайников были изучены на коре деревьев и на скалах в лесных сообществах, а также на приморских скалах. Определено 198 видов лишайников, относящихся к 17 группам жизненных форм. Наибольшее количество видов было выявлено на приморских скалах, наименьшее на скалах в лесу. Максимальное количество жизненных форм обнаружено на приморских скалах – 15, на коре и скалах в лесу по 12. Высокое разнообразие жизненных форм отражает разнообразие экологических условий. На скалах в лесу лишайники развиваются в разнообразных микроусловиях: обнажённые скалы, мхи и почва поверх скал. Различия между субстратами проявляются в присутствии ареолированных, умбиликатно-листных и шило-сцифовидных жизненных форм на каменистом субстрате и в отсутствие их на коре деревьев, но в то же время структура морфотипов на коре и скалах в лесу имеет и сходные черты: около 60% составляют узколопастные и зернисто-бородавчатые жизненные формы, а на приморских скалах эти группы составляют около 40%. Структура жизненных форм лишайников формируется одновременно в результате действия как климатических факторов местообитания (влажность, доступность света), так и особенностей субстрата, на котором развиваются виды. В структуре морфотипов лишайников на скалах в лесу прослеживается сходство с лишайниками приморских скал и в то же время с сообществами на коре деревьев в лесу.

**Ключевые слова:** лишайники, хвойно-широколиственные леса, морфологическая адаптация, юг Дальнего Востока России

**GROWTH FORM STRUCTURE IN LICHEN COMMUNITIES  
ON BARK AND ROCK OUTCROPS****Rodnikova I.M.***Pacific geographical institute FEB RAS, Vladivostok, e-mail: rodnikova\_ilona@mail.ru*

Variation in growth forms of lichens directly depends on environmental conditions. In order to identify interactions of environment parameters and substrate patterns on morphological traits of lichen assemblages the comparative analysis of the growth form structure of lichens growing on tree bark and rock outcrops was performed. The study was carried out in 2015–2018 on islands of Primorsky Krai. The study area is located in a mixed coniferous broad-leaved forest zone and characterized by a monsoon climate. Lichen communities were studied on the tree bark and rock outcrops in forests and on coastal rocks. We found 198 lichen species, they were classified into 17 growth forms. The highest taxonomic diversity was revealed in coastal rock communities, the lowest taxonomic diversity – in forest rock communities. The highest number of growth forms was recorded on coastal rocks – 15, tree bark and rocks in forests included 12 groups of growth forms each. A high variety of growth forms reflects high environmental variety. Rock outcrops in forests provide different environmental conditions for lichens: they can grow on bare rock, on moss, and primary soil above the rock. The differences between the substrates are shown in the presence of areolated, umbilicate-foliose and awl-scyphoid growth forms on both rock types, and their absence on tree bark, but both tree bark and rock communities in forests have some common traits: narrow-lobed, and crustose granular verrucose make up about 60% in bark and rock communities in forests, and about 40% in coastal rock communities. The structure of lichen growth forms are shaped, on the one hand, by climatic parameters of the habitat (humidity, light availability), and, on the other hand, by substrate characteristics. The structure of growth forms of forest rocks has patterns of coastal rock communities and of forest tree bark communities.

**Keywords:** lichens, coniferous broad-leaved forests, morphological adaptation, the south of the Russian Far East

Морфологические особенности организмов обусловлены адаптацией к определённым условиям среды. В сообществах лишайников морфотипы играют важную роль, так как эти организмы очень чувствительны к факторам среды и их изменениям. Поскольку морфологические особенности

напрямую определяются факторами среды, они имеют большой потенциал для сравнительных исследований разных экосистем и даже регионов [1; 2]. К настоящему времени проведены исследования, касающиеся взаимосвязи жизненных форм эпифитных лишайников и изменения параметров сре-

ды, таких как условия влажности и доступность света, структура лесных сообществ, влияние деятельности человека [3–5], а также жизненных форм других субстратных групп и некоторых параметров среды [6; 7]. В то же время многие вопросы взаимодействия морфологических особенностей лишайников и среды их обитания остаются мало изученными. В литературе имеется очень мало сравнительных данных о структуре жизненных форм лишайников на разных субстратах. Цель настоящего исследования – провести сравнительный анализ структуры жизненных форм лишайников, обитающих на скальном и древесном субстратах для выявления влияния параметров среды и субстратных особенностей.

#### Материалы и методы исследования

Исследования были проведены в 2015–2018 гг. на островах и побережье Приморского края, который находится на юге Российского Дальнего Востока. Для этой территории характерен муссонный климат. Среднегодовое количество осадков составляет 800 мм, большая часть выпадает в летний период. Частые туманы способствуют повышенной влажности воздуха. Среднегодовая температура составляет 4°C [8]. На островах распространены хвойно-широколиственные и широколиственные леса.

В основе классификации жизненных форм была использована система, разработанная Н.С. Голубковой на основе морфоло-

гического строения слоевища [9], при этом был внесен ряд дополнений, учитывающих современные методы классификации жизненных форм [2; 4]. Крупная группа узколопастных видов была разделена на группы в зависимости от окраски (связана с адаптацией к воздействию солнечного света) и способности к водопоглощению. В настоящем исследовании выделено 17 жизненных форм (таблица).

Для выявления закономерностей распределения жизненных форм на скальном и древесном субстратах были исследованы сообщества лишайников на коре деревьев и на скалах в лесных сообществах, а также сообщества лишайников на приморских скалах. Сообщества в лесу находятся в условиях повышенной влажности и средней степени затенения. Лишайники на выходах скал развиваются на обнажённом скальном субстрате, мхах и слабо развитой почве поверх скал. На приморских скалах создаются более разнообразные условия: открытые скальные поверхности подвергаются сильному иссушению в солнечную погоду, у подножья скал и в расщелинах условия довольно влажные, с наносами почвы и мхами. Было заложено 132 временных пробных участка размером 20×20 м. Видовой состав лишайников учитывался на площадках 20×20 см на коре деревьев и скалах. Образцы лишайников хранятся в гербарии Тихоокеанского института географии ДВО РАН (VGEO).

Список жизненных форм изученных лишайников (с примерами)

Жизненная форма	Пример вида
Накипные зернисто-бородавчатые	<i>Ochrolechia trochophora</i> (Vain.) Oshio
Накипные плотнокорковые	<i>Caloplaca cerina</i> (Ehrh. ex Hedw.) Th.Fr.
Накипные лепрозные	<i>Chrisothrix candelaris</i> (L.) J.R. Laundon
Ареолированные	<i>Aspicilia caesiocinerea</i> (Nyl. ex Malbr.) Arnold
Диморфные радиальные	<i>Varicellaria velata</i> (Turner) Schmitt et Lumbsch
Диморфные розеточные	<i>Dimelaena oreina</i> (Ach.) Norman
Чешуйчатые	<i>Rinodina xanthophaea</i> (Nyl.) Zahlbr.
Умбиликатно-листовые	<i>Dermatocarpon miniatum</i> (L.) W. Mann
Вздутолопастные неризоидальные	<i>Menegazzia terebrata</i> (Hoffm.) A.Massal.
Узколопастные ризоидальные	<i>Myelochroa aurulenta</i> (Tuck.) Elix et Hale
Узколопастные ризоидальные желтоокрашенные	<i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) Stein
Узколопастные ризоидальные желатинозные	<i>Leptogium saturninum</i> (Dicks.) Nyl.
Узколопастные ризоидальные тёмноокрашенные	<i>Melanelixia huei</i> (Asahina) O.Blanco et al.
Широколопастные	<i>Lobaria spathulata</i> Yoshim.
Кустистые плосколопастные	<i>Ramalina roesleri</i> (Hochst. ex Schaer.) Hue
Кустистые радиальнолопастные	<i>Usnea rubicunda</i> Stirt.
Шило-сцифовидные	<i>Cladonia cariosa</i> (Ach.) Spreng.

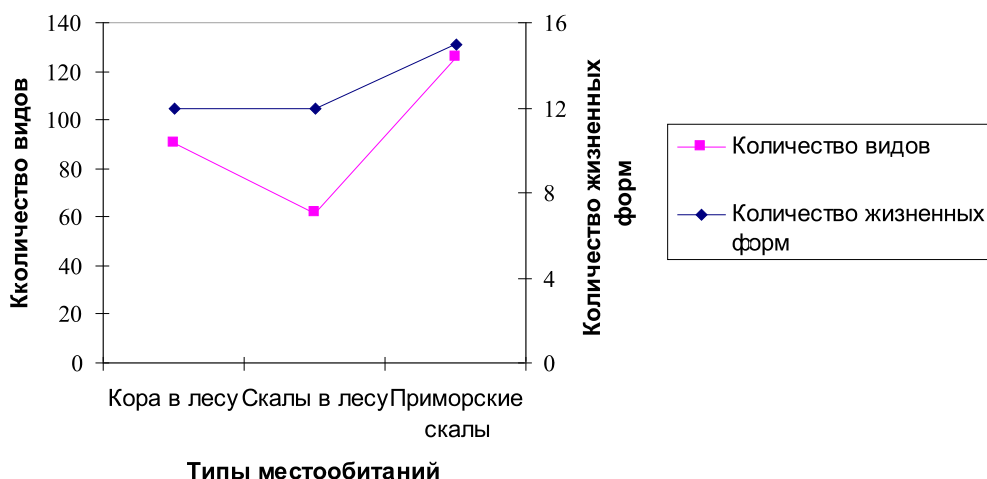


Рис. 1. Соотношение количества видов и количества жизненных форм лишайников в разных типах местообитаний

### Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследования было выявлено 198 видов лишайников, которые относятся к 17 группам жизненных форм. По количеству видов рассматриваемые типы местообитаний распределяются следующим образом: приморские скалы насчитывают 126 видов, кора деревьев в лесу – 90 видов, скалы в лесу – 62 вида. Наибольшее разнообразие жизненных форм зафиксировано на приморских скалах – 15, на коре и скалах в лесах отмечено по 12 групп жизненных форм. Высокое разнообразие жизненных форм отражает разнообразие экологических условий в изученных местообитаниях (рис. 1).

Снижение таксономического разнообразия на скальном субстрате в лесу, скорее всего, связано с меньшей площадью скал по сравнению с корой деревьев в лесу. В то же время меньшее видовое разнообразие компенсируется большим относительным разнообразием морфотипов. Скальные выходы в лесу предоставляют разнообразные микроэкотопы для заселения лишайников: от обнаженной скальной поверхности, на которой развиваются типичные эпилитные виды, такие как *Porpidia albocaerulescens* (Wulfen) Hertel & Knoph, *Xanthoparmelia conspersa* (Ehrh. Ex Ach.) Hale, мхи поверх скал, заселённые эпибриофитами *Pertusaria muscicola* Gorbach, мелкозём в трещинах скал с эпигейными видами *Cladonia chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Sprengel, *Cladonia ramulosa* (With.) J.R. Laundon. Кроме того, на скалах под кронами деревьев встречаются виды, характерные для сообществ на коре деревьев *Coccocarpia*

*palmicola* (Sprengel) Arv. & D.J. Galloway, *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale, *Heterodermia hypoleuca* (Muhl.) Trevisan. Разнообразие микроусловий способствует поддержанию разнообразия жизненных форм.

Среди жизненных форм лишайников во всех местообитаниях преобладают узколистовые (рис. 2). Это эвритопные виды с широкой экологической амплитудой, которые могут выдерживать даже высокую степень антропогенной нагрузки [2; 3; 9]. На коре и скалах в лесу эти виды составляют почти 50% от всех жизненных форм, в то время как на приморских скалах их доля составляет только 31%. Второй по размеру группой на скалах и коре в лесу является группа зернисто-бородавчатых видов – эти виды также являются эвритопными, приспособленными к широкому диапазону влажности [9]. На приморских скалах второе место занимает ареолированная жизненная форма, которая является исключительно ксеротической [9]. Эти виды поселяются на обнаженной поверхности скал на открытых участках, которые сильно высыхают в солнечную погоду. Третьей по величине группой на коре в лесу являются плотнокорковые, которые также можно отнести к эвритопным видам [9]. На скалах в лесу это место принадлежит ксерофитной ареолированной жизненной форме. На приморских скалах на третьем месте находятся накипные зернисто-бородавчатые и плотнокорковые эвритопные жизненные формы. На четвертом месте на коре деревьев в лесу находятся кустистые плоскостчатые, являющиеся обитателями влажных местообитаний [2; 9]. На скалах в лесу на этом месте располагаются мезофитные морфотипы: желатинозные,

широколопастные и шило-сцифовидные, а на приморских скалах – мезофитные кустистые плосколопастные и две ксерофитные группы: чешуйчатые и диморфные розеточные. Остальные группы жизненных форм составляют менее 5% каждая, но среди них также наблюдается разница в отношении к факторам среды. На коре деревьев это мезоморфные группы: кустистые радиальнолопастные, широколопастные, вздутолопастные, лепрозные, а также предпочитающие ксероморфные местообитания – чешуйчатые и диморфные радиальные. Кроме них, здесь развиваются лопастные тёмноокрашенные и лопастные жёлтоокрашенные, приспособленные выдерживать высокую инсоляцию. На скалах в лесу это мезоморфные – лепрозные и вздуто-лопастные, эвритопные плотнокорковые, ксероморфные умбиликатно-лиственные и желтоокрашенные. На приморских скалах меньшинство составляют мезоморфные шило-сцифовидные, желатинозные, вздуто-лопастные и лепрозные, ксероморфные умбиликатно-лиственные и диморфные радиальные, а также виды открытых инсолированных местообитаний – жёлтоокрашенные и тёмноокрашенные.

Различия между субстратами проявляются в присутствии ареолированных, умбиликатно-лиственных и шило-сцифовидных жизненных форм на каменистом субстрате и в отсутствие их на коре деревьев, но в то же время структура жизненных форм на коре и скалах в лесу имеет и сходные черты: около 60% составляют узколопастные и зернисто-бородавчатые жизненные формы, тогда как на приморских скалах эти группы составляют около 40%.

Анализ распределения жизненных форм по отношению к фактору увлажнения в рассматриваемых типах местообитаний выявил снижение доли эвритопных видов, наиболее устойчивых к колебанию влажности местообитания, в ряду: кора деревьев в лесу → скалы в лесу → приморские скалы, и в то же время увеличение доли видов, предпочитающих сухие экотопы в этом же ряду (рис. 3). Доля мезофитных видов, наиболее требовательных к условиям увлажнения, немного снижается на приморских скалах (рис. 3). Условия влажности на скалах под кронами деревьев более стабильны, чем на приморских скалах, что и создаёт благоприятные условия для развития морфотипов, которые не приспособлены к засушливым условиям.

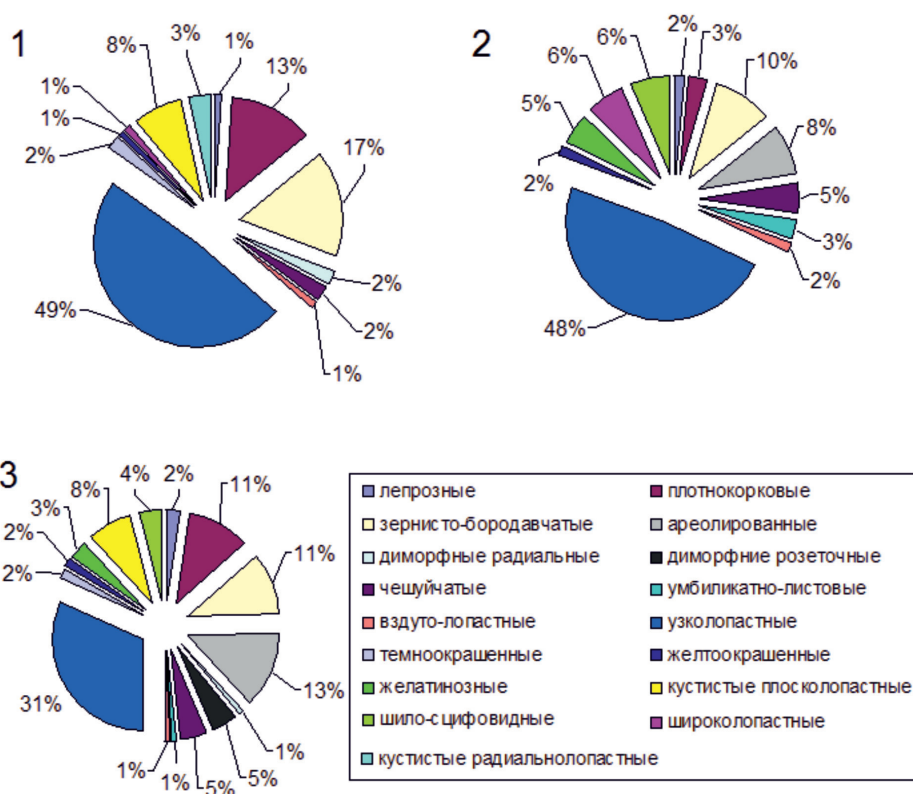


Рис. 2. Соотношение жизненных форм лишайников на коре деревьев в лесных сообществах (1), на скалах в лесных сообществах (2) и на приморских скалах (3)

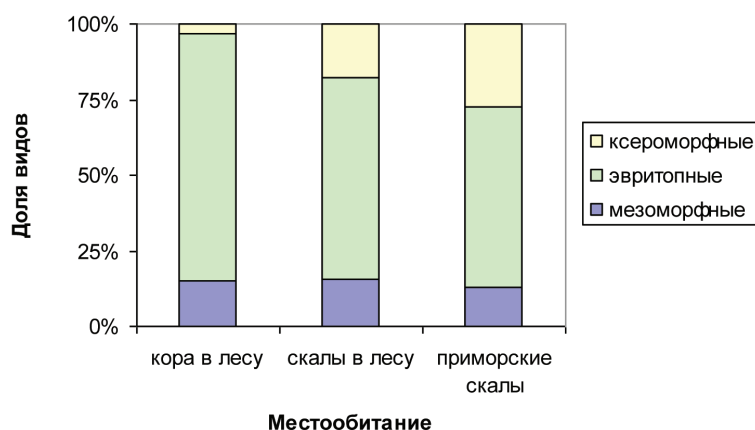


Рис. 3. Распределение жизненных форм с разными требованиями по отношению к фактору увлажнения в разных типах местообитаний

Приморские скалы находятся в условиях большого диапазона колебания влажности: открытые участки в солнечную погоду подвергаются сильному высушиванию. Более благоприятные условия для видов, предпочитающих влажные условия, складываются в расщелинах и у подножья скал. В результате этого структура жизненных форм лишайников на скалах в лесу представляет собой промежуточный вариант между структурой на коре деревьев и на приморских скалах.

### Закключение

Результаты настоящего исследования показывают, что структура и спектр жизненных форм лишайников формируется одновременно в результате действия как климатических факторов местообитания (влажность, доступность света), так и особенностей субстрата, на котором развиваются виды. В структуре морфотипов лишайников на скалах в лесу прослеживается сходство с лишайниками приморских скал и в то же время сообществ на коре деревьев в лесу. Более разнообразные условия среды способствуют большему разнообразию жизненных форм. Высокое разнообразие жизненных форм может в некоторой степени компенсировать снижение таксономического разнообразия и способствовать устойчивому функционированию сообщества.

### Список литературы

1. Giordani P., Brunialti G., Bacaro G., Nascimbene J. Functional traits of epiphytic lichens as potential indicators of environmental conditions in forest ecosystems. *Ecological indicators*. 2012. vol. 18. P. 413–420. DOI: 10.1016/j.ecolind.2011.12.006.
2. Koch N.M., Matos P., Branquinho C., Pinho P., Lucheta F., de Azevedo Martins S.M., Vargas V.M.F. Selecting lichen functional traits as ecological indicators of the effects of urban environment. *Science of total environment*. 2019. vol. 654. P. 705–713. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.107.
3. Ellis C.J., Coppins B.J. Contrasting functional traits maintain lichen epiphyte diversity in response to climate and autogenic succession. *Journal of biogeography*. 2006. vol. 33. P. 1643–1656. DOI: 10.1111/j.1365-2699.2006.01522.x.
4. Aragón G., Martínez I., Hurtado P., Benítez Á., Rodríguez C., Prieto M. Using growth forms to predict epiphytic lichen abundance in a wide variety of forest types. *Diversity*. 2019. vol. 11. no. 4. P. 51. DOI: 10.3390/d11040051.
5. Криворотов С.Б., Манилова О.Ю. Жизненные формы и географическое распространение лишайников урбоэкосистемы г. Тимашевска Краснодарского края // *Вестник НВГУ*. 2020. № 1. С. 10–14.
6. Giordani P., Rizzi G., Caselli A., Modenesi P., Malaspina P., Mariotti M.G. Fire affects the functional diversity of epilithic lichen communities. *Fungal Ecology*. 2016. vol. 20. P. 49–55. DOI: 10.1016/j.funeco.2015.11.005.
7. Родникова И.М. Влияние природных условий на морфологические, экологические и географические особенности лишайников в приморских местообитаниях // *Экология*. 2012. № 2. С. 92–95.
8. Физическая география Приморского края: учебное пособие / Отв. ред. Г.В. Свиныхов. Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета, 1990. 208 с.
9. Голубкова Н.С. Анализ флоры лишайников Монголии. Л.: Наука, 1983. 247 с.

## СТАТЬЯ

УДК 565.754:574.34

**АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ  
СРЕДНЕАЗИАТСКИХ КЛОПОВ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
КУЛЬТУРАХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕКИ НИЖНЕЙ АМУДАРЬИ  
(HETEROPTERA, PENTATOMIDAE, EURYDEMA)**

**<sup>1</sup>Ганджаева Л.А., <sup>1</sup>Абдуллаев И.И., <sup>2</sup>Абдуллаева С.И.**

<sup>1</sup>Хорезмская академия Маъмуна, Хива, e-mail: tulipa\_83@mail.ru;

<sup>2</sup>Ургенчский государственный университет, Ургенч, e-mail: sarvinoz\_2238@mail.ru

Нынешняя исследовательская работа была проведена с целью изучения характера сезонной динамики численности среднеазиатских клопов на территории реки Нижней Амударьи. Изучение динамики численности крестоцветных клопов нами проводилось в лабораторных и полевых условиях и были исследованы среднеазиатские виды: *Eurydema maracandica* Osh. и *Eurydema wilkinsi* Dist. Учет клопов проводился в конце марта по ноябрь, т.е. со дня пробуждения до ухода на зимовку. На основании анализа данных наблюдений динамики численности на *Lepidium draba* L. установлено, что вспышка максимального развития у *E. maracandica* Osh. падает на третью декаду мая. Наблюдение на сорных крестоцветных растениях *E. maracandica* Osh. имел один пик развития – в конце мая, а *E. wilkinsi* Dist. два пика развития: в конце мая. Исследование динамики численности крестоцветных клопов на капусте показывает, что максимальное развитие *E. maracandica* Osh. в конце июня и начале июля, а у вида *E. wilkinsi* Dist. началось в июле и достигло максимума во второй декаде июля. По результатам показано, сельскохозяйственные культуры влияют на количество клопов на разных полях.

**Ключевые слова:** динамика численности, крестоцветные клопы, *E. maracandica* Osh., *E. wilkinsi* Dist., река Амударья

**ANALYSIS OF POPULATION DYNAMICS OF THE CENTRAL ASIAN BUGS  
ON AGRICULTURAL CROPS IN THE TERRITORY OF THE LOWER  
AMUDARYA RIVER (HETEROPTERA, PENTATOMIDAE, EURYDEMA)**

**<sup>1</sup>Gandzhaeva L.A., <sup>1</sup>Abdullaev I.I., <sup>2</sup>Abdullaeva S.I.**

<sup>1</sup>Khorezm Mamun Academy, Khiva, e-mail: tulipa\_83@mail.ru;

<sup>2</sup>Urgench State University, Urgench, e-mail: sarvinoz\_2238@mail.ru

The current research work was conducted to investigate the character of the seasonal population dynamics of Central Asian bugs in the territory of the Amu Darya River. The studying of population dynamics of Cruciferae bugs were carried out in the laboratory and field observations by us and were selected the Central Asian species: *Eurydema maracandica* Oshanin, 1871 and *Eurydema wilkinsi* Distant, 1879. Counting of Cruciferae bug was carried out from the end of March to November, i.e. from the hatching period until they left for overwintering. Based on the analysis of observed abundances on *Lepidium draba* L., it was established that the maximum development of *E. maracandica* Osh. occurs in the third week of May. Concerning the observations on weedy cruciferous plants, *E. maracandica* Osh. had one peak of development at the end of May, and *E. wilkinsi* Dist. had two developmental peaks: at the end of May. The study of the dynamics of the number of cruciferous bugs on cabbage showed that the maximum development of *E. maracandica* Osh. occurred in late June and early July, and in the species *E. wilkinsi* Dist., it began in July and reached a maximum point in the second week of July. According to the results, it was shown that agricultural crops affect the number of bugs in different fields.

**Keywords:** population dynamic, Cruciferae bugs, *E. maracandica* Osh., *E. wilkinsi* Dist., the Amu Darya River

Определяя влияние погодных факторов на популяционную динамику насекомых, было установлено, что, если температура снижается в результате более прохладного климата, а также увеличения относительной влажности (%), динамика популяций насекомых снижается [1]. Анализируя предоставленную литературу, мы можем сказать, что изменение климата оказывает значительное влияние на численность и динамику популяций насекомых [2–4], адаптацию [5–7]. А также на эмбриональное развитие, инкубационный период, скорость развития и другие жизненные циклы

насекомых [8]. Поэтому важно изучить сезонную динамику популяций насекомых в течение сезона выращивания сельскохозяйственных культур и создать ориентир, который мог бы быть использован производителями сельскохозяйственных культур, экологами, экономистами в области сельского хозяйства, учеными и консультантами для эффективной и продуктивной борьбы с вредителями [9, 10]. Первое исследование о *E. maracandica* Osh. и *E. wilkinsi* Dist. виды рода *Eurydema* Lap. в Средней Азии было опубликовано в работах В.И. Плотникова (1926) и В.В. Яхонтова (1953). Однако

в литературе представлены лишь скудные данные о наличии этих видов, большинство из которых были зарегистрированы только в некоторых районах Узбекистана.

Целью данного исследования является изучение влияния разных температур и влажности на динамику численности популяций видов Центральной Азии: *Eurydema maracandica* Osh. и *Eurydema wilkinsi* Dist., в соответствии с сезонами годового цикла на территории Нижняя Амударья.

#### Материалы и методы исследования

*Характеристика места и условия проведения исследования.* Территория Нижней Амударьи состоит из двух провинций: Хорезмская область и Республика Каракалпакстан. Хорезмская область расположена в старой дельте реки Нижней Амударьи, примерно в 100 м над уровнем моря. Республика Каракалпакстан расположена на северо-западе Хорезмской области и делится пополам р. Амударья [11].

*Анализ динамики численности популяций на сельскохозяйственных культурах.* Исследования выполнялись в течение 2017–2019 гг. в регионе Хорезма и Каракалпакстана, расположенных на территории р. Амударья. Сборы крестоцветных клопов осуществляли на полях в фермерском хозяйстве «Одилбек», расположенном на территории Ургенского района в Хорезме и в фермерском хозяйстве «Зарипбой» в Элликалинском районе Республики Каракалпакстан. Изучение динамики численности крестоцветных клопов нами проводилось в лабораторных и полевых условиях. Лабораторные работы проводились в Хорезмском академии Маъмуна. Изучение динамики численности крестоцветных клопов на культурных крестоцветных растениях проводились путем периодического еженедельного осмотра 100 крестоцветных растений, осмотр культурных растений проводился по диагонали полей. Учет клопов проводился с конца марта по ноябрь, т.е. со дня пробуждения и ухода на зимовку. В этом исследовании некоторые материалы были собраны с марлевым изолятором, а некоторые насекомые были собраны вручную, что включает в себя тщательное расчесывание сельскохозяйственных растений и поверхности почвы на полях. Динамика численности крестоцветных клопов вычислялась по формуле Фасулати (1971):

$$P = 100n/N,$$

где  $n$  – пробы, в которых вид обнаружен,  $N$  – общее число обследованных проб.

В лабораторных условиях определяли влияние температуры на скорость развития крестоцветного клопа [12–14]. Для этого

помещали яйца клопа и личинок в термостаты, имеющие различные температуры. На основании полученных данных можно вывести гиперболу развития крестоцветного клопа. Порог развития вычислялся по формуле И.В. Кожанчикова (1961):

$$C = \frac{t_1 T_1 - t_2 T_2}{t_1 - t_2},$$

где  $C$  – порог развития;  
 $t$  – число для развития;  
 $T$  – температура, при которой совершалось развитие насекомого.

Тепловая постоянная и сумма эффективных температур вычислялась по формуле

$$t_1(T_1 - C) = X,$$

где  $X$  – тепловая постоянная;  
 $C$  – сумма эффективных температур;  
 $t$  – число дней развития;  
 $T$  – температура, при которой развитие завершалось.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Выяснение характера сезонной динамики численности крестоцветных клопов на культурных овощных и диких крестоцветных растениях имеет большое практическое значение, так как оно позволяет наиболее рационально и своевременно организовать борьбу с этими вредителями. Изучение динамики численности крестоцветных клопов проводилось нами в 2017–2019 гг. с момента пробуждения и до полного исчезновения в природе осенью.

Динамика развития крестоцветных клопов на *Lepidium draba* L. в течение 2017–2019 гг. представлена в рис. 1, где ясно видно три волны нарастания количества клопов с конца марта по октябрь. Из рис. 1 видно, что *E. wilkinsi* Dist. является преобладающим видом на клоповнике, причем этот вид составляет по питомнику от 53 до 65%. Учет динамики численности крестоцветных клопов на питомнике «опытного поля» показал, что максимум развития *E. maracandica* Osh. падает на третью декаду мая, при температуре +20,5 °С и относительной влажности 35%. Максимальное количество *E. wilkinsi* Dist. в первой декаде июня (845 экз.) на 100 растений при температуре +22,4 °С и влажности 35% (рис. 1).

Затем кривая динамики численности обоих видов клопов спускается и делает второй подъем в конце июля и к началу августа. Колебания средненедельной температуры в третьей декаде июля +25,3 °С и в первой декаде августа +24,1 °С и отно-

сительной влажности, равной в эти периоды соответственно 38 и 48%. Сравнительно небольшой и весьма кратковременный подъем кривой численности крестоцветных клопов наблюдался в конце августа при среднедегельной температуре +21,1°C и среднедегельной относительной влажности воздуха 40%. Взрослые *E. maracandica* Osh. после появления культурных овощных или посадки капусты в грунт в течение одной или двух недель составляют дикие крестоцветные и перелетают на соседние культурные растения. Из рис. 2 видно, что *E. maracandica* Osh. на сорных крестоцветных растениях

в опытном поле Ургенчского района имел один пик развития – в конце мая, а *E. wilkinsi* Dist. два пика развития: первый, наибольший подъем – в конце мая при температуре +20,5°C и относительной влажности 35% и второй, небольшой подъем – во второй декаде августа при температуре +23,8°C и влажности 46%. В отдельные годы в некоторых хозяйствах с ранними посадками культурных крестоцветных наблюдается резкое уменьшение численности клопов на диких крестоцветных и, наоборот, более быстрое нарастание численности на культурных (рис. 2 и 3).

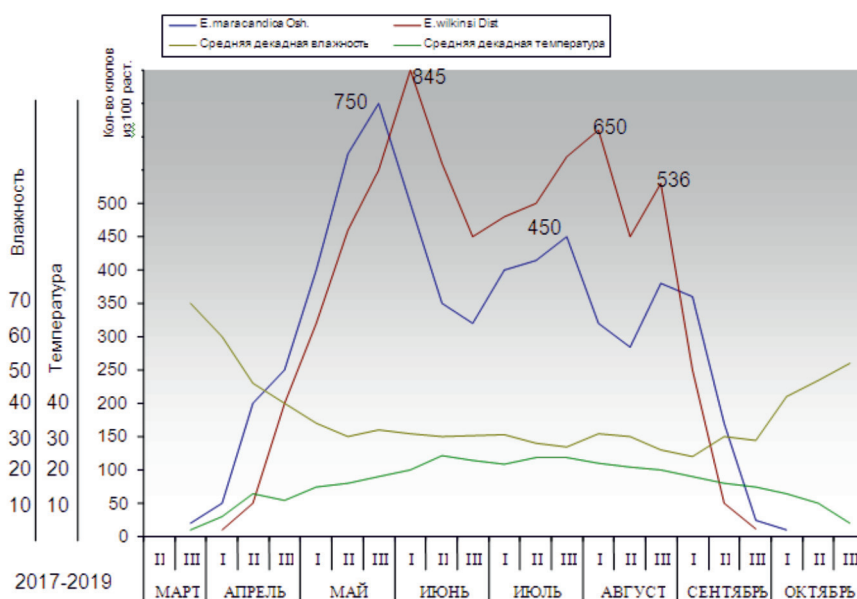


Рис. 1. Динамика численности крестоцветных клопов *L. araba* L. в среднем за 3 года питомник опытного поля

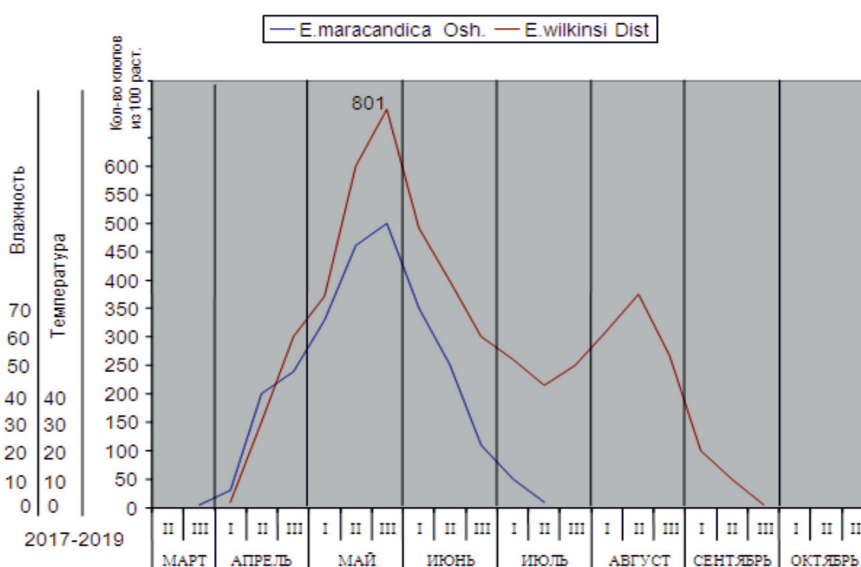


Рис. 2. Динамика численности клопов на сорных крестоцветных растениях в среднем за 3 года



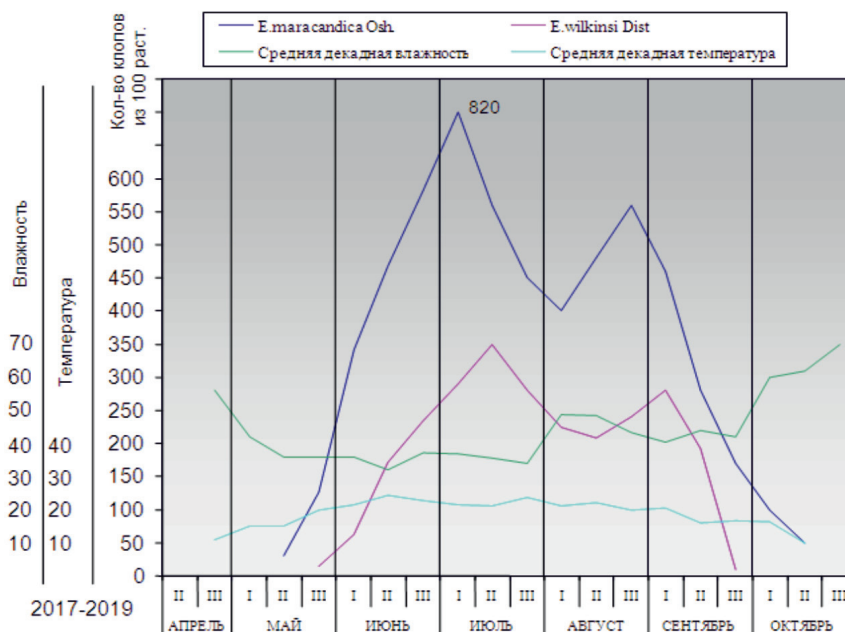


Рис. 3. Динамика численности клопов на капусте в среднем за 3 года

На рис. 3 приводится динамика численности крестоцветных клопов на капусте в опытном поле в 2017–2019 гг. Из рис. 3 видно, что *E. wilkinsi* Dist. не является преобладающим видом клопа на капусте. А преобладающим является *E. maracandica* Osh. до 66%. Соотношение разных видов клопов указывает на то, что ответственность за снижение урожая товарного кочана капусты в основном падает на *E. maracandica* Osh.

Развитие крестоцветных клопов на капусте в опытном поле Ургенчского района характеризовалось максимумом численности *E. maracandica* Osh. в конце июня и начале июля.

Интенсивное нарастание численности *E. wilkinsi* Dist. началось в июле и достигло максимума во второй декаде июля при среднедекадной температуре +24 °С и влажности 39%.

Снижение количества клопов на капусте после максимума, происходило более постепенно, чем на сорных крестоцветных растениях (рис. 3).

После некоторого снижения начинается резкий подъем численности клопов (рис. 3), достигающей максимума в конце августа, последняя вершина кривой не достигает уровня, наблюдавшегося в июле. Развитие крестоцветных клопов в 2017 г. на капусте фермерского хозяйства «Зарипбой» характеризовалось одним летним и одним осенним максимумом.

Начиная с июля, количество крестоцветных клопов постепенно увеличивалось.

Максимальное количество *E. maracandica* Osh. наблюдалось в конце первой декады июля и *E. wilkinsi* Dist. в середине июля (рис. 4). Во второй декаде июля происходило падение численности клопов в огороде. Небольшие колебания численности в начале августа были связаны с уборкой урожая ранней капусты. В дальнейшем динамика развития крестоцветных клопов протекала на поздней капусте. Количество клопов на отдельных растениях огорода фермерского хозяйства «Зарипбой» колебалось от 55 до 125 (в среднем 90 экз. на 1 растении).

Развитие крестоцветных клопов в 2018 г. также имело два максимума: первый во второй половине июля (температура второй декады +25 °С, относительная влажность 29%) и второй, небольшой подъем в первой половине сентября (температура первой декады +19,6 °С и влажность 45%) (рис. 5). Как видно из рис. 4, летнее интенсивное нарастание численности клопов наблюдаются с конца июня. Нарастание численности *E. maracandica* Osh. идет до второй декады июля, а *E. wilkinsi* Dist. до 26 июля.

Резкое снижение численности клопов на этом участке происходило с конца июля до второй половины августа. Затем в первой половине сентября происходил подъем численности за счет развития осенних поколений клопов.

В 2019 г. нарастание численности крестоцветных клопов на капусте в фермерском хозяйстве «Зарипбой» начинается в конце июня, образуя в первой декаде наи-

большую вершину; затем, после некоторого снижения начинается постепенный подъем численности *E. wilkinsi* Dist. с начала августа, *E. maracandica* Osh. с конца августа, достигающие максимума в начале сентября. Снижение количества клопов после второго максимума происходило при среднесуточной температуре от +3,7 до +16,6°C и среднесуточной относительной влажности от 53 до 68%. Длительность подготовительного периода к зимовке колеблется в зависимости от условий погоды и от характера кормовых растений. На капустных плантациях, где уборка урожая производится с оставлением кочерыг с нижними листьями, или пропуском кочанов, создаются благоприятные условия для клопов. Немаловажное значение имеет также состояние капустных плантаций. С погибших от засухи или сильно поврежденных капустных полей крестоцветные клопы сами уходят в массу, независимо от уборки урожая.

Личинки передвигались по дорогам, переползали канавы, отделяющие семенные участки от кочанной капусты и в большом количестве мигрировали на семенную капусту. Длительность подготовительного периода к зимовке гораздо быстрее происходит у клопов, питающихся генеративными органами крестоцветных растений, чем у питающихся на вегетативных их частях. Недостаток солнечного света, прохладная и дождливая погода задерживают процесс

подготовки молодого поколения к зимнему сезону. При ранних заморозках личинки, не успевшие перелинять на имаго, погибают полностью.

Согласно литературным данным, подавляющее большинство (почти 70%) зимует на стадии имаго.

Значительно меньше видов (19,0%) зимует на стадии яйца и лишь 4,3% – на стадии личинки. После массового окрыления клопы третьего поколения усиленно питаются, накапливая жировые запасы для зимовки [15]. Крестоцветные клопы зимуют в фазе взрослого насекомого. Уход клопов на зиму происходит растянуто: первые диапаузирующие имаго у *E. maracandica* Osh. появляются с конца октября, а у *E. wilkinsi* Dist. – с середины сентября до второй декады октября, в зависимости от температурных условий осеннего сезона. Первые клопы, ушедшие на зимовку, *E. maracandica* Osh., были обнаружены в 2017, 2018 гг. и в конце сентября, а в 2019 г. в начале октября, *E. Wilkinsi* во второй декаде сентября. Оба вида клопа развиваются в трех поколениях. Зимовавшее (третье) поколение *E. maracandica* Osh. живет от 95 до 105 дней, а *E. wilkinsi* Dist. от 85 до 100 дней. Клопы на зиму мигрируют в сады, в тугаи, в заросли кустарников, где они забираются на зимовку под сухие листья. Сырые места ими избегаются, очевидно в основном поэтому клопы непосредственно на капустных плантациях не остаются.

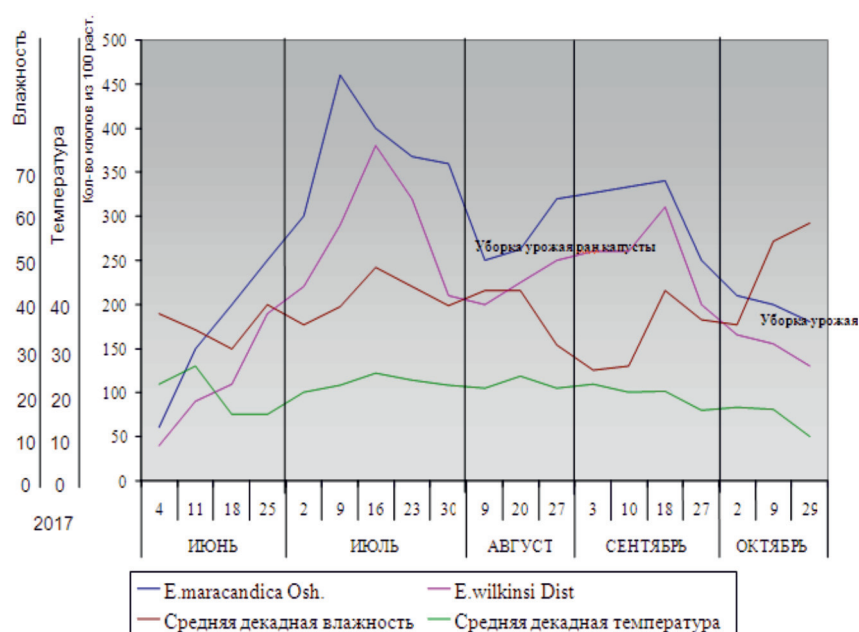


Рис. 4. Динамика численности крестоцветных клопов на капусте в фермерском хозяйстве «Зарипбай»

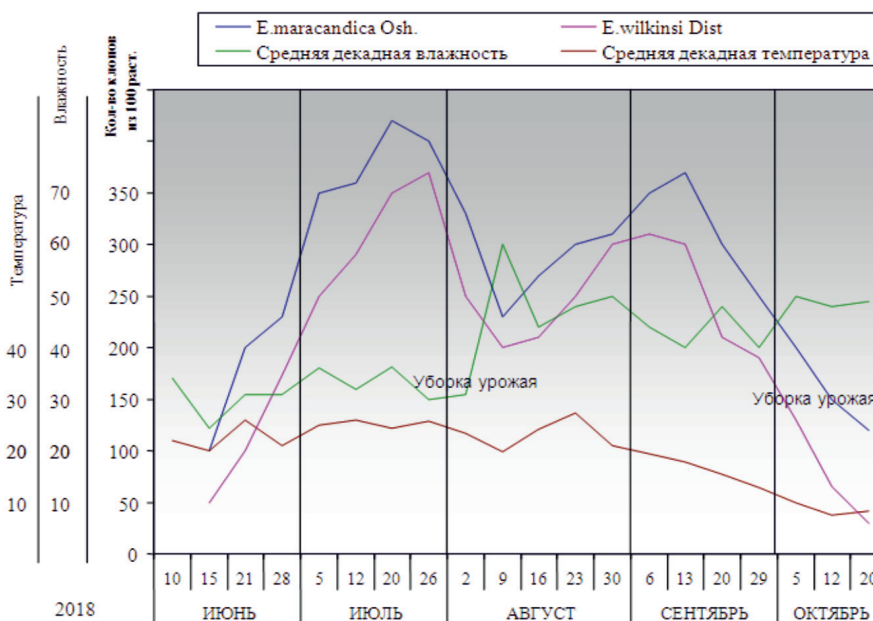


Рис. 5. Динамика численности крестоцветных клопов на капусте в фермерском хозяйстве «Зарипбай»

### Выводы

Наше исследование показало, что существуют различия в сезонной динамике популяций видов клопов. Несмотря на многолетние энтомологические исследования, проблема динамики численности крестоцветных клопов не нашла точного и окончательного решения. Это было первое исследование, в котором была представлена информация, свидетельствующая о динамике численности клопов на территории реки Нижней Амударьи.

Работа проводилась с момента появления клопов с мест зимовки до ухода на зимовку. Информация о динамике численности клопов при изучении в течение трех лет может дать представление о периодах, когда популяции определенного числа достигают максимума и падают.

Пробуждение клопов в Ургенчском районе Хорезмской области в 2017–2019 гг., по нашим наблюдениям начинается первое появление клопов *E. maracandica* Osh. в сроки от 20 до 25 марта при среднесуточной температуре +10,9 – +16,9°C, а массовое появление с 6 марта до 3 апреля при среднесуточной температуре +11,4 – +17,1°C, а у вида *E. wilkinsi* Dist. первое появление клопов начиналось с 1 апреля до 6 апреля при среднесуточной температуре +11,4 – +17,1°C, а массовое появление с 9 апреля до 12 апреля при среднесуточной температуре +14,5 – +20,0°C. Перелеты на

полях крестоцветных культур проходят при среднесуточной температуре от +16,5 до +18,0°C, максимально от +20,5 до +22,4°C.

На основании анализа данных наблюдений динамики численности на *Lepidium draba* L. установлено, что вспышка максимального развития у *E. maracandica* Osh. падает на третью декаду мая, при температуре +20,5°C и влажности 35%, а у вида *E. wilkinsi* Dist. в первой декаде при температуре +22,4°C и влажности 35% (рис. 3).

Наблюдение на сорных крестоцветных растениях *E. maracandica* Osh. имел один пик развития – в конце мая, а *E. wilkinsi* Dist. два пика развития: в конце мая при температуре +20,5°C и влажности 35% и во второй декаде августа при температуре +23,8°C и влажности 46% (рис. 2).

Исследование динамика численности крестоцветных клопов на капусте показывают, что максимальная развития *E. maracandica* Osh. в конце июня и начале июля, а у вида *E. wilkinsi* Dist. началось в июле и достигло максимума во второй декаде июля при средне недельной температуре +24°C и влажности 39%.

Наиболее бурное нарастание численности началось при колебании среднесуточной температуры от +23°C до +29,5°C и среднесуточной влажности воздуха от 24 до 59%. Осенний максимум численности крестоцветных клопов наблюдался 18 сентября (рис. 4).

Высокая относительная влажность воздуха от 51 до 76% и колебания средне недельной температуры от +3 до +11,2°C доводят снижение численности клопов до полного исчезновения в конце октября.

Если сравнить численность в динамике у *E. maracandica* Osh. на капустных полях в фермерском хозяйстве «Зарипбой» с численностью и динамикой *E. wilkinsi* Dist. на тех же участках, то мы видим, что среди крестоцветных клопов явно преобладающим видом был все время *E. maracandica* Osh., причем динамика обоих видов клопов протекала примерно одновременно. Это до некоторой степени может характеризовать и в комплексе всех крестоцветных клопов рода *Eurydema* Lap.

Согласно нашим исследованиям, проведенным в 2017–2019 гг. на территории реки Нижней Амударьи, наибольшая продолжительность жизни клопов отмечалась на третьем поколении у самок *E. maracandica* Osh. (колеблется от 95 до 105 дней), а у самок *E. wilkinsi* Dist. меньше (колеблется от 85 до 100 дней) чем *E. maracandica* Osh.

#### Список литературы

1. Embaby E.S.M., Lotfy D.E.S. Ecological studies on Cabbage pests. International Journal of Agricultural Technology. 2015. V. 11. № 5. P. 1145–1160.
2. Khan M.M.H., Talukder S. Influence of weather factors on the abundance and population dynamics of *Spodoptera litura* F. and *Pieris brassicae* on cabbage. SAARC J. Agri. 2017. V. 15. № 1. P. 13–21.
3. Samra S., Ghanim M., Protasov A., Mendel Z. Development, reproduction, host range and geographical distribution of the variegated caper bug *Stenozygum coloratum* (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae). EJE. 2015. V. 112. № 2. P. 362–372.
4. Sangle P.M., Satpute S.B., Khan F.S., Rode S.N. Impact of climate change on Insects. Trends in Bioscience. 2015. V. 8. № 14. P. 3579–3582.
5. Саулич А.Х., Мусолин Д.Л. Сезонные циклы щитников (Heteroptera, Pentatomidae) умеренного пояса: разнообразие и регуляция // Энтомологическое обозрение. 2014. № 93 (2). С. 263–302.
6. Саулич А.Х., Мусолин Д.Л. Сезонное развитие клопов-слепняков (Heteroptera, Miridae): Подсем. Bryoscorinae // Энтомологическое обозрение. 2019. № 98 (2). С. 281–301.
7. Саулич А.Х., Мусолин Д.Л. Сезонное развитие клопов-слепняков (Heteroptera, Miridae): подсем. Mirinae, триба Mirini // Энтомологическое обозрение. 2020. № 99 (1). С. 7–38.
8. Abdullayev I., Matyakubov Z., Doschanova M., Abdullayev I. The study of population and colony interrelation of *Anacanthotermes Turkestanicus* (Isoptera: Hodotermitidae) In Khorezm oasis. Journal of Critical Reviews. 2020. V. 7. № 2. P. 387–390.
9. Djaman K., Higgins Ch., O'Neill M., Begay Sh., Kou-dahe K., Allen S. Population dynamics of six major insect pests during multiple crop growing seasons in Northwestern New Mexico. Insects. 2019. V. 10. № 11. P. 1–16.
10. Johnson K.P., Dietricha Ch.H., Friedrich F., Beutel R.G., Wipfler B., Peters R.S., Allen J.M., Petersen M., Donath A., Walden K.K.O., Kozlov A.M., Podsiadlowski L., Mayer Ch., Meusemann K., Vasilikopoulos A., Waterhouse R.M., Cameron S.L., Weirauch Ch., Swanson D.R., Percy D.M., Hardy N.B., Terry I., Lius Sh., Zhou X., Miso B., Robertson H.M., Yoshizawa K. Phylogenomics and the evolution of Hemipteroid insects. Proc. Natl. Acad. Sci. 2018. V. 115. № 50. P. 12775–12780.
11. Khamraev A.Sh. Soil organisms and entomocomplexes in Khorezm and Karakalpakstan (Uzbekistan). Tashkent. ZEF Work Papers for Sustainable Development in Central Asia. 2003. № 6. 67 p.
12. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. М.: Высш. шк., 1971. 424 с.
13. Плотников В.И. Насекомые, вредящие хозяйственным растениям Средней Азии. Ташкент: Изд. Узбекск. ст. заш. раст, 1926. 292 с.
14. Яхонтов В.В. Вредители сельскохозяйственных растений и продуктов Средней Азии и борьба с ними. Ташкент: Госиздат УзССР, 1953. 574 с.
15. Tajima J., Miyahara R., Terao M., Shintani Y. Environmental control of the seasonal life of Zoophytophagous Mirid, *Adelphocoris Triannulatus* (Hemiptera; Miridae). Applied Entomology and Zoology. 2018. V. 53. № 3. P. 333–341.

## СТАТЬЯ

УДК 631.431:631.417.2

**ОСНОВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ ПОЯСА ТИПИЧНЫХ СЕРОЗЕМОВ И ИЗМЕНЕНИЯ ИХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ****Карабеков О.Г., Ташкузиев М.М.***Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ташкент,  
e-mail: otash.zn@inbox.ru, maruf41@rambler.ru*

В статье изложены результаты, выявляющие различия химических свойств, механического состава гидроморфных почв, сформированных в поясе типичных сероземов бассейна р. Чирчик-Ангрен с учетом геоморфологии, типовых различий, давности освоения и изменения их под влиянием орошения при сельскохозяйственном использовании. В результате сопоставления данных по основным химическим свойствам рассматриваемых почв по материалам исследований прошлых лет, получены новые сведения по изменению механического состава, содержания, запаса, гумуса и азота в зависимости от места расположения почвы, русла рек, а также изменения их при длительном орошении. Выявлена тенденция снижения или увеличения содержания, запаса гумуса и азота в зависимости от типовых различий почв, давности орошения и длительности использования в сельскохозяйственном производстве, что позволяет делать прогноз по изменению органического вещества в рассматриваемых почвах. В староорошаемых лугово-аллювиальных и новоорошаемых болотно-луговых почвах запасы гумуса в 0–100 см слое по предложенной градации относятся к высокому (160–240 т/га) уровню содержания. Запасы гумуса в 0–50 см слое староорошаемых почв составляют 67–71 % от общего его запаса в 1 м слое, в нижних – 23–29%. А в новоорошаемой болотно-луговой почве эти показатели составляют 75 и 25% соответственно. При длительном орошении уменьшение или увеличение содержания гумуса происходит в основном в верхних пахотных и подпахотных горизонтах почвы, а в средней и нижней частях несколько стабилизируется за счет разложения корневых остатков, применяемой агротехники, улучшения процесса гумусообразования и гидроморфизма.

**Ключевые слова:** почва луговая, тугайно-лугово-аллювиальная, болотно-луговая, ново- и староорошаемая лугово-аллювиальная, гумус, азот, карбонаты, запасы гумуса

**THE MAIN CHEMICAL PROPERTIES OF HYDROMORPHIC SOILS OF THE BELT OF TYPICAL SEROZEMS AND THEIR CHANGES WHEN USED IN IRRIGATED AGRICULTURE****Karabekov O.G., Tashkuziev M.M.***Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Tashkent,  
e-mail: otash.zn@inbox.ru, maruf41@rambler.ru*

The article presents the results that reveal differences in the chemical properties and mechanical composition of hydromorphic soils formed in the belt of typical serozems of the Chirchik-Angren river basin, taking into account geomorphology, typical differences, the age of development and their changes under the influence of irrigation for agricultural use. The comparison of the data on the main chemical properties of the soil based on studies of previous years, new information on changes in mechanical composition, content of the stock of humus and nitrogen, depending on location, soil, rivers, and also changes them with long-term irrigation is received. There is a tendency to decrease or increase the content, stock of humus and nitrogen depending on the typical differences of soils, the duration of irrigation and the duration of use in agricultural production, which allows us to make a forecast for changes in organic matter in the soils under consideration. In old-irrigated meadow-alluvial and newly-irrigated bog-meadow soils, humus reserves in the 0-100 cm layer according to the proposed gradation refer to a high (160-240 t / ha) level of content. The humus reserves in the 0-50 cm layer of the old-irrigated soils make up 67-71 % of the total humus reserve in the 1 m layer, in the lower -23-29%. And in the newly irrigated bog-meadow soil, these indicators are 75 and 25%, respectively. With prolonged irrigation, a decrease or increase in the humus content occurs mainly in the upper arable and sub-soil horizons of the soil, in the middle and lower parts, it is somewhat stabilized due to the decomposition of root residues, the applied agrotechnology, improvement of the process of humus formation and hydromorphism.

**Keywords:** meadow soil, tugai-meadow-alluvial, bog-meadow, newly and old irrigated meadow alluvial, humus, nitrogen, carbonates, humus reserves

В современном земледелии актуальным является установление состояния плодородия почвы с учетом основных химических свойств в сочетании с их генезисом, литологии, типовых различий и влияния на эти показатели орошения и ее давности в орошаемом земледелии. При этом необходимо знать

изменения физических, химических, физико-химических и других свойств почв при их длительном использовании в сельскохозяйственном производстве. Результаты этих исследований с точки зрения химического состояния, плодородия почвы позволяют установить изменения их свойств и полу-

чить информацию о содержании гумуса, основных элементов плодородия почвы при использовании земель в сельскохозяйственном производстве [1, 2].

Решению вопросов сохранения, восстановления и прогнозирования плодородия почв в определенном промежутке времени и изменению их при орошении применительно автоморфных почв посвящен ряд работ [3, 4]. Однако в этом отношении недостаточно исследований применительно к гидроморфным почвам сероземного пояса [5, 6].

По имеющимся многочисленным исследованиям в этом направлении в улучшении или снижении плодородия почвы основным фактором являются органические соединения почвы и процессы формирования гумусовых веществ [4, 6, 7].

Цель исследования: на основе генетико-географических методов исследований, с учетом литологии и геоморфологии территории, на основных типах и подтипах гидроморфных почв изучить химические свойства, содержания и запасы гумуса и изменения их при орошении.

#### **Материалы и методы исследования**

Объектами исследования явились орошаемые разной давности тугайно-луговые аллювиальные, лугово-болотные, лугово-аллювиальные гидроморфные почвы, сформированные в поясе типичных сероземов бассейна р. Чирчик-Ангрен на различных аллювиальных отложениях. В исследованиях использованы общепринятые генетико-географические, литолого-геоморфологические, профилно-геохимические, химико-аналитические методы. Показатели гумусного состояния почвы устанавливались по методическому указанию [2]. При сравнении изменения содержания, запаса гумуса и азота в рассматриваемых почвах использованы данные прошлых лет исследований, проведенных В. Валиевым [4].

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Механический состав и содержание гумуса являются одним из основных показателей плодородия почвы. Исследованные почвы в зависимости от их месторасположения, состава материнской породы, механического состава различаются между собой. Так, тугайно-лугово-аллювиальные почвы в верхних горизонтах легкосуглинистые, в средней части – среднесуглинистые, нижней части – супесчаные. Болотно-луговые почвы – в верхней и средней частях тяжело-суглинистые, нижней части – среднесуглинистые, материнская порода – супесчаные.

Новоорошаемые луговые аллювиальные почвы в верхней части среднесуглинистые, средней части песчаные и супесчаные, нижние – среднесуглинистые. Староорошаемые луговые аллювиальные почвы в основном средне- и тяжелосуглинистые.

В исследованных тугайно-лугово-аллювиальных почвах (разрез 16) по результатам анализа химического состава, содержание гумуса в пахотном и подпахотном горизонтах составляет 2,33 и 1,23% соответственно, и по градации [2] относится к и среднему уровню и уровню выше среднего, а в материнской породе – 0,96%, относится к низкому уровню.

Достаточно высокое содержание гумуса в верхних горизонтах этой почвы положительно сказалось на содержании азота, а также фосфора и калия. Так, в этих горизонтах содержится азота в количестве 0,230 и 0,093%, фосфора – 0,220 и 0,200%, калия – 1,253%, а в материнской породе эти показатели заметно ниже и составляют 0,96; 0,071; 0,185 и 0,791% соответственно. Отношение C:N в пахотном горизонте составляет 5,9 и книзу уменьшается до 7,7–7,8, и по этому показателю относится к высокому уровню (5–8), что указывает на высокую обогащенность гумуса азотом. Количество CO<sub>2</sub> карбонатов по почвенному профилю составляет 6,28–5,70%, почвы относятся к среднекарбонатным (табл. 1).

В новоорошаемой болотно-луговой почве (разрез 15) количество гумуса в пахотном и подпахотном горизонтах составляет 2,80 и 2,02%, по уровню признака (характеру) относится к среднему (1,0–1,5%), а в породе снижается до 0,67% и относится к низкому уровню (0,5–1,0%) [2].

В соответствии с распределением гумуса, количество общего азота в верхних пахотном и подпахотном горизонтах составляет 0,145 и 0,133%, средней части 0,091–0,089%, материнской породе – 0,072%. По этим показателям в верхних горизонтах этой почвы отношение C:N составляет 11,2–8,8, книзу уменьшается и составляет 8,0–5,4, что указывает на среднюю обогащенность гумуса азотом (8–11) верхних горизонтов и высокую обогащенность нижних (5–8). В этих горизонтах количество фосфора составляет 0,215–0,210%; 0,170–0,190% и в породе – 0,534% соответственно. Показатели калия составляют 1,253–1,125%; 1,012–0,662% и в породе – 0,534%. По фосфору почвенные горизонты содержат достаточное его количество, а по калию – недостаточное количество. Количество CO<sub>2</sub> – карбонатов по почвенному профилю составляет 6,78–8,24% и почвы относятся к среднекарбонатным.

Таблица 1

Химические свойства и запасы гумуса в гидроморфных почвах сероземного пояса, %

№ разреза	Глубина, см	Гумус	N	*Запасы гумуса в слое, 30 см 100 см, т/га	C:N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> карбонатов
Тугайно-луговая аллювиальная почва								
16	0–23	2,33	0,230	87,85 115,4	5,9	0,220	1,253	6,28
	23–34	1,23	0,093		7,7	0,200	1,253	6,02
	34–64	0,96	0,071		7,8	0,185	0,791	5,70
Новоорошаемая болотно-луговая почва								
15	0–27	2,80	0,145	109,82 217,37	11,2	0,215	1,253	6,76
	27–46	2,03	0,133		8,8	0,210	1,125	7,81
	46–56	1,26	0,091		8,0	0,170	1,012	8,24
	56–71	1,06	0,089		6,9	0,190	0,662	7,29
	71–107	0,67	0,072		5,4	0,142	0,534	6,97
Новоорошаемая лугово-аллювиальная почва								
12	0–29	1,24	0,072	47,08 123,35	9,9	0,300	1,325	7,50
	29–44	1,18	0,069		9,9	0,210	1,253	7,76
	44–65	0,84	0,053		9,2	0,250	0,884	9,45
	65–87	0,72	0,046		9,0	0,190	0,803	7,81
	87–127	0,57	0,037		8,9	0,185	0,803	9,40
	127–160	0,42	0,029		8,3	0,105	0,512	7,66
Староорошаемая лугово-аллювиальная почва								
19	0–26	2,18	0,117	78,15 178,19	10,8	0,275	1,618	6,65
	26–45	1,60	0,109		8,5	0,260	1,411	7,18
	45–69	1,08	0,075		8,4	0,210	1,253	6,54
	69–87	0,71	0,072		5,7	0,175	1,044	7,23
	87–121	0,56	0,050		6,5	0,170	0,791	7,29
	121–146	0,38	0,031		7,1	0,155	0,750	6,76
13	0–32	1,26	0,109	51,03 106,14	6,7	0,180	1,012	–
	32–47	0,99	0,075		7,7	0,170	0,803	–
	47–78	0,46	0,032		8,2	0,170	0,692	–
	78–110	0,42	0,037		6,5	0,130	0,582	–
	110–150	0,40	0,031		7,5	0,100	0,582	–

Примечание: \* в числителе – в слое 0–30 см; в знаменателе – в слое 0–100 см.

В новоорошаемой лугово-аллювиальной почве (разрез 12) количество гумуса в пахотном и подпахотном горизонтах составляет 1,24 и 1,18%, средней части – 0,84–0,57% и породе – 0,42%. По уровню признака эти слои относятся к среднему (1,0–1,5%), низкому (0,5–1,0%) и очень низкому (<0,5%) соответственно. Количество общего азота в этих горизонтах этой почвы составляет 0,072–0,069%; 0,053–0,037% и 0,029%, что считается низким.

По всему профилю отношение C:N составляет 9,9–8,3, что по показателям обогащенности гумуса азотом – средняя (8–11). В указанных горизонтах этой почвы количество общего фосфора 0,300–0,210%; 0,250–0,185% и 0,105%, а общего калия содержится 1,325–1,253%; 0,884–0,803% и 0,512%. Почвенные горизонты содержат достаточное количество фосфора и недостаточное количество калия. Количество CO<sub>2</sub> карбонатов по почвенному профилю составляет

7,50–9,45%, отмечается увеличение его содержания в средней и нижней части. Эти почвы относятся к высококарбонатным.

В староорошаемых лугово-аллювиальных почвах (разрез 19 и 13) количество гумуса в пахотном и подпахотном горизонтах составляет 2,18–1,60% и 1,26–0,99%, в средней части 1,08–0,56% и 0,46–0,42%, в породе 0,38–0,40%. По уровню признака почвы, характеризуемые разрезом 19, верхние горизонты относятся к высокому (2–3%) и выше среднего (1,5–2,0%), средняя часть – среднему (1,0–1,5%), материнская порода – к очень низкому (<0,5%) уровню. А почвы, характеризующиеся разрезом 13 в верхних горизонтах, относятся к среднему (1,0–1,5%) уровню, средняя часть и порода – к очень низкому (<0,5%). Количество общего азота в этих почвах в верхних горизонтах составляет 0,117–0,109% и 0,109–0,075%, средней части 0,075–0,050% и 0,032–0,037%, в породе

де – 0,031%, что считается низким содержанием. Отношение C:N показывает, кроме верхнего горизонта разреза 19, где его величина 10,8 (относится к средней обогащенности гумуса азотом), по всему профилю этих почв это отношение составляет 8,5–5,7 и характеризуется как среднее (8–11) и высокое (5–8).

В пахотном и подпахотном горизонтах староорошаемых почв разреза 19 и 13 количество общего фосфора составляет 0,275–0,260% и 0,180–0,170%; средней части – 0,210–0,170% и 0,170–0,130%, в породе 0,155 и 0,100%. В этих горизонтах количество калия составляет в разрезе 19 порядка 1,618–1,411%; 1,253–0,791%; 0,692–0,582% и 0,750–0,582%. По этим показателям, в верхних горизонтах староорошаемых почв содержание фосфора высокое и достаточное, калия – достаточное и низкое. Количество CO<sub>2</sub> карбонатов по всему профилю этой почвы составляет 6,54–7,29% и относится к среднекарбонатным.

Наряду с приведенными выше материалами по химической характеристике исследованных почв, по данным табл. 1 наибольшие запасы гумуса в 0–30 и 0–100 см слоях почвы отмечены в новоорошаемой болотно-луговой почве, соответственно равные 109,82 и 217,37 т/га, что относится высокому уровню (80–120 т/га и 160–240 т/га) по характеру признака [2]. Наименьшими запасами гумуса в этих слоях характеризуются новоорошаемая лугово-аллювиальная почва (разрез 12) и староорошаемая луговая аллювиальная почва (разрез 13). Так, в первой почве запасы гумуса в 0–30 и 0–100 см, слоях составляют 47,08 и 123,35 т/га, а во второй – соответственно 51,03 и 106,14 т/га, что относится к среднему уровню (40–60 и 80–120 т/га). Промежуточное положение занимают тугайно-луговая аллювиальная почва (разрез 16) и староорошаемая луговая почва (разрез 19), в которых в 0–30 см слое содержится 87,85 и 78,15 т/га гумуса, что относится к высокому уровню (80–120 т/га). В староорошаемой почве в 0–100 см слое запасы гумуса составляют 178,19 т/га, а тугайной гидроморфной почве в 0–64 см слое составляет 115,4 т/га, и они по запасам гумуса относятся к высокому уровню (160–240 т/га).

Полученные результаты по содержанию и запасам гумуса выявляют, что рассматриваемые гидроморфные почвы по этим показателям заметно различаются между собой, что связано наряду с механическим составом и типовыми различиями, также и с признаками гидроморфизма.

*Изменение содержания и запаса гумуса.* В основных орошаемых почвах республики

содержание гумуса и его запасы могут увеличиться или уменьшиться, а также оставаться без изменений, что зависит от уровня использования земель в хозяйстве [2].

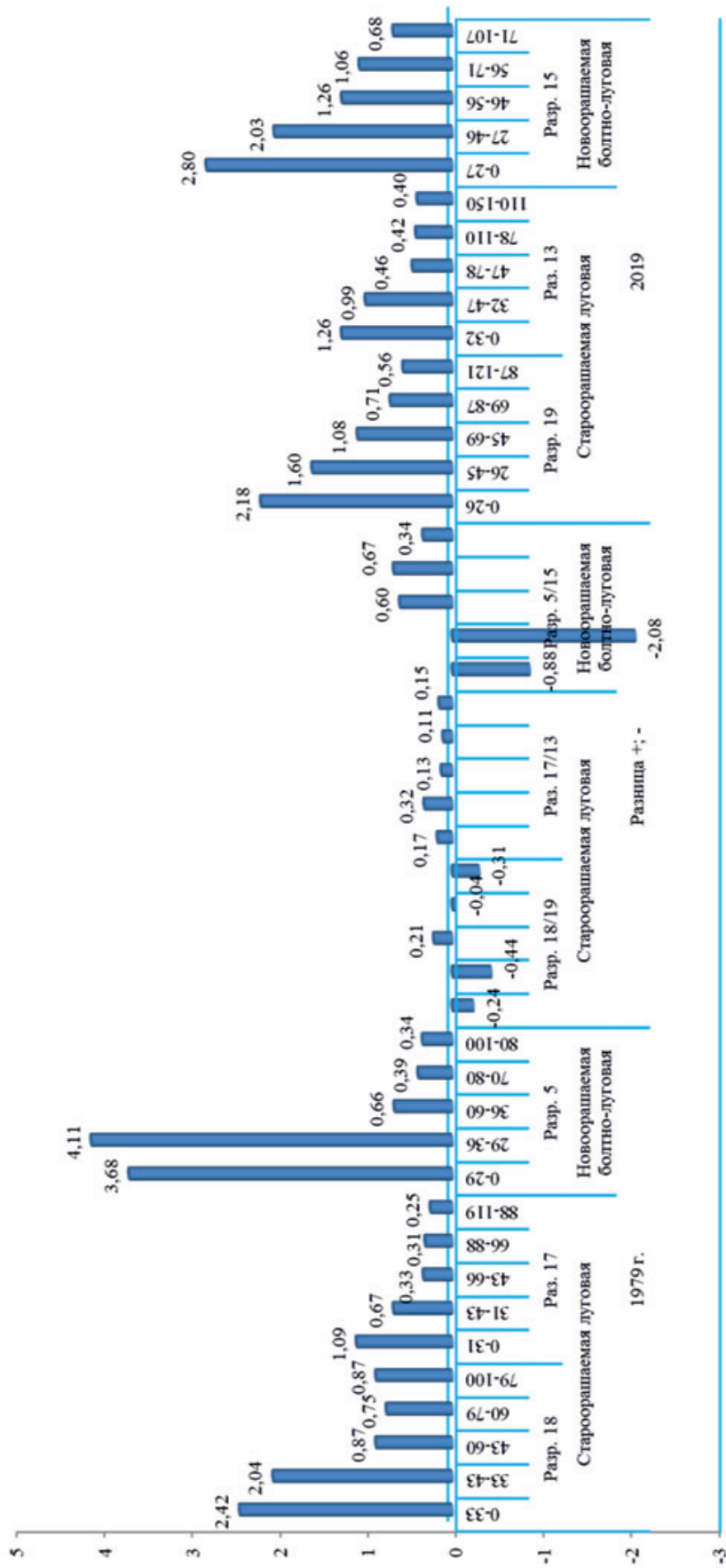
При этом считается важным фактор времени. На проводимых нами исследованиях на гидроморфных почвах разной давности орошения, различных условий гумусообразования, сравнивали изменения в содержании, составе гумуса, результатами 40-летней давности аналогичными исследованиями, проведенными В. Валиевым (1979 г.), и попытались установить изменения, происходящие во времени и пространстве.

При сравнении изменения содержания гумуса в староорошаемых луговых аллювиальных почвах предыдущих лет (разрез 18) с полученными данными последних лет (разрез 19) выявляется: по данным [4] при содержании гумуса в верхних пахотных и подпахотных горизонтах 2,42 и 2,04%, в средней части 0,87–0,75%, нижней части (породе) 0,87%, в настоящее время (разрез 19) эти показатели по горизонтам и слоям почвы составили 2,18 и 1,60%; 1,08 и 0,71% и 0,56% соответственно. За истекший 40-летний период содержание гумуса уменьшилось в пахотном и подпахотном горизонтах на 0,24 и 0,44%, в нижних горизонтах – на 0,04–0,31%, однако в средней части увеличилось на 0,21% (рисунок).

Увеличение содержания гумуса в средней части профиля можно объяснить усилением процесса гидроморфизма за длительный период орошения, а также происходящих процессов внутрипочвенного выветривания *in situ*, за счет увеличения пылеватых частиц в механическом составе этих почв.

Однако на другой староорошаемой лугово-аллювиальной почве прошлых лет исследований (разрез 17), содержание гумуса в пахотном и подпахотном горизонтах составляет 1,09 и 0,67%, в средней части 0,33–0,31%, в нижней части 0,25%. В настоящее время (разрез 13) эти показатели составили соответственно 1,26 и 0,99%; 0,46–0,42% и 0,40%. При этом отмечается увеличение содержания гумуса в этой почве в верхних горизонтах на 0,17 и 0,32%, средней и нижней части на 0,11–0,15%. На новоорошаемой болотно-луговой почве прошлых лет исследований (разрез 5) в пахотном и подпахотном горизонтах содержание гумуса составляет 3,68 и 4,11%, средней части 0,66–0,39%, нижней части – 0,34%. В настоящее время (разрез 15) эти показатели составили 2,80 и 2,03%; 1,26–1,06% и нижней части 0,68%. При этом в настоящее время отмечается уменьшение содержания гумуса в верхних горизонтах на 0,88 и 2,08% и увеличение в нижних слоях на 0,60–0,34%.





Изменение содержания гумуса в гидроморфных почвах, %

Таблица 2

Изменение запаса гумуса в гидроморфных почвах при длительном орошении и использовании в сельскохозяйственном производстве, т/га

Глубина, см	1979 г.	2019 г.	Изменение за 40 лет 1 год	
			т/га	%
Староорошаемая луговая				
	Разр. 18	Разр. 19		
0–30	101,64	78,15	<u>-23,49</u> -0,59	<u>-23,1</u> -0,016
0–50	148,89	119,69	<u>-29,20</u> -0,73	<u>-19,6</u> -0,010
0–100	206,6	178,19	<u>-28,41</u> -0,71	<u>-13,7</u> -0,005
	Разр. 17	Разр. 13		
0–30	45,78	51,03	<u>+5,25</u> +0,13	<u>+11,5</u> +0,003
0–50	62,26	75,54	<u>+13,28</u> +0,33	<u>+21,3</u> +0,005
0–100	82,94	106,14	<u>+23,20</u> +0,58	<u>+28,0</u> +0,004
Новоорошаемая болотно-луговая				
	Разр. 5	Разр. 15		
0–30	154,56	109,82	<u>-44,74</u> -1,12	<u>-28,9</u> -0,028
0–50	202,94	162,17	<u>-40,77</u> -1,02	<u>-20,1</u> -0,015
0–100	231,81	217,37	<u>-14,44</u> -0,36	<u>-6,2</u> -0,003

В рассматриваемых почвах, в соответствии содержанию гумуса в их профиле, сделаны расчеты, выявляющие изменения их запаса за истекший период для отдельных 0–30, 30–50 и 50–100 см слоев почвы. Это позволяет в некоторой степени установить влияние сельскохозяйственного использования этих почв на их плодородие, в отношении гумусированности (табл. 2).

Данные табл. 2 выявляют, что в староорошаемой лугово-аллювиальной почве (разрез 19) за истекший 40-летний период в 0–30 см слое произошло уменьшение содержания гумуса на 23,49 т/га или 23,1%, в 0–50 см слое – на 29,20 т/га или 19,6%, а в метровом слое – на 28,41 т/га или 13,7%. По этим показателям уменьшение содержания гумуса в этих слоях почвы за один год составляет 0,59 т/га или 0,16%; 0,73 т/га или 0,010% и 0,71 т/га или 0,005%.

Следует отметить, что уменьшение запаса гумуса в метровом слое почвы, в сравнении с полуметровым слоем на 0,79 т/га, объясняется тем, что за счет применяемой агротехники, корневых остатков растений, вымывания из верхних горизонтов органи-

ческих веществ за длительный период использования почв в сельскохозяйственном производстве, оказало положительное влияние на процессы гумусообразования в средней и нижней частях почвы.

На другой староорошаемой почве (разрез 13) отмечено увеличение запаса гумуса в этих слоях в сравнении с запасами 40-летней давности. На этой почве в 0–30 см слое запасы гумуса увеличены на 5,25 т/га или 11,5%, в слое 0–50 см на 13,28 т/га или 21,3% и в метровом слое – на 23,20 т/га или 28,0%. А за один год увеличение запаса гумуса составляет 0,13 т/га; 0,33 т/га и 0,58 т/га. По-видимому, это связано с лучшим уровнем культуры земледелия, агротехники, внесением в достаточном количестве минеральных, органических удобрений.

В новоорошаемой болотно-луговой почве (разрез 15) за истекший период в указанных слоях запасы гумуса снизились соответственно на 44,74 т/га или 28,9%; 40,77 т/га или 20,1% и 14,44 т/га или 6,2%. За год уменьшение запаса гумуса в этой почве по слоям составило 1,12 т/га или 0,028%; 1,02 т/га или 0,015% и 0,36 т/га

или 0,003 %. Такое уменьшение содержания и запаса гумуса в почве связано, как отмечено выше, неправильным размещением сельскохозяйственных культур, применяемой агротехники, недостаточного внесения органических удобрений.

Из приведенных данных выявляется, во всех рассматриваемых гидроморфных почвах сероземного пояса, при длительном орошении уменьшение или увеличение содержания гумуса происходит в основном в верхних пахотных и подпахотных горизонтах почвы, а в средней и нижней частях несколько стабилизируется за счет разложения корневых остатков, применяемой агротехники, улучшения процесса гумусообразования и гидроморфизма.

Также полученные данные выявляют, в рассматриваемых староорошаемых луговых аллювиальных и новоорошаемых болотно-луговых почвах запасы гумуса в 0–30 см и 0–100 см слоях по предложенной градации [2] относятся соответственно к высокому (80–120 т/га) и (160–240 т/га) уровню содержания. Запасы гумуса в 0–50 см слое староорошаемых почвах составляют 67–71% от общего его запаса в 1 м слое, в нижних – 23–29%. А в новоорошаемой болотно-луговой почве эти показатели составляют 75% и 25% соответственно.

### Заключение

Рассматриваемые почвы в зависимости от типа, давности орошения, места расположения по террасам рек различаются между собой по химическому составу, показателям гумуса и гумусного состояния. Тугайно-аллювиальные почвы относятся к уровню выше среднего, в породе – к низкому уровню, по отношению С:N – к высокому уровню, среднекарбонатные. Новоорошаемые болотно-луговые почвы по содержанию гумуса в почвенном профиле относятся к высокому и среднему уровням, в породе – к нижнему; по отношению С:N – к среднему и высокому уровню, среднекарбонатные. Новоорошаемые луговые аллювиальные почвы по содержанию гумуса в верхней и средней частях относятся к среднему и низкому, в породе – к очень низкому уровню; по отношению С:N – к среднему, среднекарбонатные. Старорошаемые лугово-аллювиальные почвы по содержанию гумуса в верхних горизонтах относятся к высокому и среднему, средней

части – к низкому, в породе – очень низкому уровню; по отношению С:N – высокому, средне-карбонатные.

В староорошаемых лугово-аллювиальных почвах отмечены уменьшение или повышение запаса гумуса на отдельных горизонтах первого метрового слоя. Так, в отдельных аналогичных почвах в 0–30 см, 0–50 см и 0–100 см слое запасы гумуса составляют 78,15; 119,69 и 178,19 т/га; эти показатели ниже на 23,1; 19,60 и 13,7% соответственно в сравнении с исследованиями 40-летней давности. А за 1 год уменьшение запаса гумуса составило 0,59; 0,73 и 0,71 т/га. А на другой староорошаемой почве эти показатели увеличены на 5,25; 13,28 и 23,20 т/га за 40 лет, а за 1 год – 0,13; 0,33 т/га и 0,58 т/га соответственно.

В новоорошаемой болотно-луговой почве в указанных выше слоях запасы гумуса составили 109,82; 162,17 и 217,37 т/га соответственно. При сравнении с исследованиями 40-летней давности эти показатели ниже на 28,9; 20,1 и 6,2%, а за 1 год уменьшение запаса гумуса по этим слоям составило 1,12; 1,02 и 0,32 т/га соответственно. Выявлено, что основные запасы гумуса содержатся также в 0–50 см слое почвы от общего запаса в 1 м слое.

### Список литературы

1. Ташкузиев М.М. Вопросы и проблемы восстановления, сохранения и повышения плодородия почвы // Современные проблемы почвоведения и земледелия: сборник материалов республиканской научной конференции (Фергана, 16 октября 2019 г.). Фергана: Ферганский государственный университет, 2019. С. 56–59.
2. Ташкузиев М.М. Методические указания по использованию содержания в почве общего гумуса и подвижных гумусовых веществ, как показателей их плодородия. Ташкент, 2006. 47 с.
3. Турсунов Ш.Т., Исманов А.Ж., Каримов Х.Н., Мирсодиков М.М., Турсунова Г.Х. Плодородие орошаемых типичных сероземов бассейна реки Касансой (Северная часть Ферганской долины) // Научное обозрение. Биологические науки. 2018. № 3. С. 28–33.
4. Валиев В. Органическое вещество гидроморфных почв сероземного пояса // Почвоведение. Химия почв. 1979. № 12. С. 41–49.
5. Турсунов Л., Анарбаев И., Мингбоев Ш. Аллювиальные почвы: монография. Ташкент, 2011. 90 с.
6. Исманов А.Ж., Абдурахманов Н.Ю., Каримов Х.Н., Каландаров Н.Н., Турсунов Ш.Т. Почвы центральной Ферганы и их изменение при орошении // Научное обозрение. Биологические науки. 2018. № 3. С. 12–17.
7. Шадиёва Н.И. Гумусное состояние и физико-химические свойства гуминовых кислот горных почв Туркестанского хребта // Вестник аграрной науки Узбекистана. 2017. № 3 (69). С. 12–17.

## СТАТЬЯ

УДК 582.4/9

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЧИВОСТИ РАЗМЕРОВ АССИМИЛЯЦИОННЫХ КЛЕТОК ХВОИ ВНУТРИ КЛОНОВ *PINUS SYLVESTRIS* L. В ЛЕСОСЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ****Туманик Н.В., Зверева Г.К.***Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск,  
e-mail: natali.damka@mail.ru, labsp@ngs.ru*

Изучена изменчивость размеров ассимиляционных клеток хвои *Pinus sylvestris* из клоновых лесосеменных плантаций, созданных в лесостепной зоне Алтайского края в 1988 г. Выборка составляла по три раметы от каждого из трех клонов. На поперечных сечениях средней части хвои были рассмотрены высота и ширина клеток хлоренхимы субгиподермального слоя и первого ряда от эндодермы. На продольных срезах рассматривалась толщина клеток хлоренхимы, обращенных к эндодерме и гиподерме. Все исследуемые показатели имеют среднюю изменчивость. Среди них были выделены наиболее и наименее переменные признаки. Высота клеток первого ряда от эндодермы отличается самым низким уровнем изменчивости. Самый высокий уровень изменчивости отмечен по признаку размеры ассимиляционных клеток субгиподермального слоя. Внутри всех исследуемых клонов были выявлены различия с разным уровнем достоверности. В большинстве случаев внутри клона одно дерево имело достоверные отличия от двух других. Реже внутри клонов обнаруживаются достоверные отличия только между одной парой рамет. Единоразы, по высоте клеток первого ряда хлоренхимы, обращенных к эндодерме, отмечены достоверные различия между всеми раметами.

**Ключевые слова:** *Pinus sylvestris*, клоны, хвоя, внутриклоновая изменчивость, раметы, хлоренхима

**COMPARATIVE EVALUATION OF VARIABILITY SIZES ASSIMILATION CELLS OF THE NEEDLES INSIDE THE *PINUS SYLVESTRIS* L. CLONES IN FOREST SEED PLANTATIONS OF THE ALTAI REGION****Tumanik N.V., Zvereva G.K.***Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, e-mail: natali.damka@mail.ru, labsp@ngs.ru*

We studied the size variability of assimilation cells of *Pinus sylvestris* needles from clonal forest seed plantations created in the forest-steppe zone of Altai Territory in 1988. The sample was 3 ramets from each of 3 clones. On the cross sections of the middle part of the needles, the height and width of the chlorenchyma cells of the subhypodermal layer the first row from the endoderm were examined. On longitudinal sections, the thickness of chlorenchyma cells facing the endoderm and hypodermis was examined. All studied indicators have average variability. Among them, the most and least variable indicators were identified. The height of the first row cells from the endoderm is characterized by the lowest level of variability. The highest level of variability was noted on the indicators of the size of the assimilation cells of the subhypodermal layer. Within all the studied clones, differences with different levels of confidence were revealed. In most cases, within a clone, one tree had significant differences from the other two. Less often, within the clones, significant differences are found between only one pair of ramets. Once, in the height of the cells of the first row of chlorenchyma facing the endoderm, significant differences were noted between all ramets.

**Keywords:** *Pinus sylvestris*, clones, needles, intraclonal variability, ramets, chlorenchyma

*Pinus sylvestris* L. широко распространена в нашей стране. Морфолого-анатомическое строение листьев представителей рода *Pinus* исследовано достаточно подробно [1, 2]. В клетках хлоренхимы содержатся многочисленные хлоропласты, которые располагаются одним слоем вдоль стенок, не затемняя друг друга [3].

Ассимиляционная ткань растений рода *Pinus* представлена складчатой паренхимой. Оболочки этих клеток образуют многочисленные выпячивания, складки и выступы для увеличения площади ассимилирующей поверхности [4]. Среди складчатых клеток у *Pinus* выделяются субгиподермальные, которые имеют по 2 или 3 палисадообразных выступа, обращенных к гиподерме. Длина палисадообразных выступов клеток

первого ряда от гиподермы в среднем превышает ширину клеток хлоренхимы [5]. Размеры клеток, находящихся в срединных слоях между гиподермой и эндодермой, значительно превышают размеры клеток, обращенных к гиподерме, но отличаются менее глубокими выступами. Клетки, расположенные у эндодермы, имеют разнообразную форму. В процентном соотношении глубина рассечения ассимиляционных клеток субгиподермального слоя больше, чем клеток первого ряда от эндодермы [6].

*Pinus sylvestris* обладает наиболее высоким уровнем индивидуальной изменчивости среди видов семейства *Pinaceae*, произрастающих на территории России [7–9]. Работы, посвященные клоновой изменчивости внутренней структуры хвои, имеют

большое значение, так как данные исследования вносят свой вклад в развитие методов для изучения биологического разнообразия, создают основу для построения программ о пользовании лесными ресурсами [10–12]. На сегодняшний день сравнительно мало исследований посвящено данному направлению. В связи с этим целью настоящей работы было рассмотрение изменчивости размеров ассимиляционных клеток хвои *Pinus sylvestris* внутри одного клона.

### Материалы и методы исследования

Изменчивость размеров клеток мезофилла оценивалась на укороченных побегах *Pinus sylvestris*, собранных в клоновых лесосеменных плантациях, созданных в лесостепной зоне Алтайского края в 1988 г., 53°40' с.ш. 83°45' в.д., 175 м над уровнем моря. Выборка составляла по три раметы от каждого из трех клонов (№ 502, № 357, № 48) [13].

Изучение анатомического строения хвои *Pinus sylvestris* проводилось в средней части на поперечных и продольных (парадермальный, радиальный) срезах, фиксированных в смеси Гаммалунда листьев. Оценивались такие показатели, как длина, ширина и толщина клеток мезофилла, расположенных у эндодермы и гиподермы. Высота и ширина измерялись на поперечных срезах, толщина – на продольных (радиальных) срезах. Средние значения признаков выводили из 35–40 измерений.

Полученные количественные данные обработаны с помощью программных комплексов STATISTICA 10 и SNEDECOR.

Сравнение показателей осуществлялось с помощью критерия Стьюдента. Для оценки уровня изменчивости использовалась шкала С.А. Мамаева: очень низкий (CV < 7%), низкий (CV = 8–12%), средний (CV = 13–20%), повышенный (CV = 21–30%), высокий (CV = 31–40%), очень высокий (CV > 40%) [14].

### Результаты исследования и их обсуждение

Размеры клеток хлоренхимы первого ряда от эндодермы и гиподермы имеют средний уровень изменчивости, среди них были выделены более и менее вариабельные (таблица). К более вариабельным показателям относятся ширина ассимиляционных клеток, опирающихся как на эндодерму, так и на гиподерму, а также толщина клеток субгиподермального слоя. Эти признаки задействованы в адаптации деревьев к условиям среды. Наименее изменчивы такие характеристики, как высота клеток хлоренхимы у гиподермы, высота и толщина клеток у эндодермы, что указывает на стабильность этих признаков для сосен Алтайского края.

Обращалось также внимание на наличие достоверных различий между раметами внутри каждого клона. Например, были выявлены различия по высоте клеток хлоренхимы первого ряда от эндодермы (рис. 1). Внутри клона № 48 отличия с разным уровнем достоверности обнаружены между всеми раметами. Внутри клонов № 502 и № 48 найдены различия между двумя парами рамет.

Коэффициенты вариации количественно-анатомических признаков хвои *Pinus sylvestris* внутри клона, %

№ клона $\bar{x}$	Размеры клеток хлоренхимы первого ряда от эндодермы			Размеры клеток хлоренхимы первого ряда от гиподермы		
	Высота	Ширина	Толщина	Высота	Ширина	Толщина
502 по клону	13,96 ± 1,25	19,30 ± 1,25	14,64 ± 1,10	13,82 ± 1,13	16,88 ± 1,15	17,09 ± 1,21
502 1-я рамета	13,91 ± 1,21	16,91 ± 1,26	11,66 ± 1,04	14,64 ± 1,18	16,97 ± 1,25	16,54 ± 1,41
502 2-я рамета	12,65 ± 1,00	18,72 ± 1,14	9,94 ± 1,04	12,58 ± 1,11	16,37 ± 1,13	10,15 ± 1,09
502 3-я рамета	12,90 ± 1,10	17,89 ± 1,24	13,60 ± 1,15	13,36 ± 1,10	15,32 ± 1,20	13,60 ± 1,15
357 по клону	12,28 ± 1,06	14,24 ± 0,98	14,58 ± 1,25	12,66 ± 1,00	14,58 ± 0,98	16,72 ± 1,41
357 1-я рамета	13,84 ± 1,15	14,89 ± 1,03	13,17 ± 1,23	12,09 ± 1,01	14,26 ± 1,01	14,16 ± 1,41
357 2-я рамета	11,16 ± 1,01	12,67 ± 0,99	15,25 ± 1,29	13,55 ± 1,04	14,91 ± 0,95	15,33 ± 1,28
357 3-я рамета	10,77 ± 0,92	12,79 ± 0,92	12,89 ± 1,26	10,13 ± 0,87	11,25 ± 0,83	16,36 ± 1,57
48 по клону	14,13 ± 1,10	15,35 ± 0,95	13,77 ± 1,20	15,19 ± 1,10	17,30 ± 1,15	15,85 ± 1,33
48 1-я рамета	14,00 ± 1,15	14,89 ± 0,98	12,60 ± 1,17	15,84 ± 1,17	17,19 ± 1,06	12,60 ± 1,17
48 2-я рамета	14,91 ± 1,13	17,12 ± 1,03	11,86 ± 1,23	14,01 ± 1,18	17,15 ± 1,21	16,88 ± 1,53
48 3-я рамета	10,30 ± 0,90	12,59 ± 0,85	13,36 ± 1,20	13,67 ± 1,09	14,71 ± 0,92	10,80 ± 1,17

Примечание. Высота и ширина измерялись на поперечных срезах, толщина – на радиальных срезах.

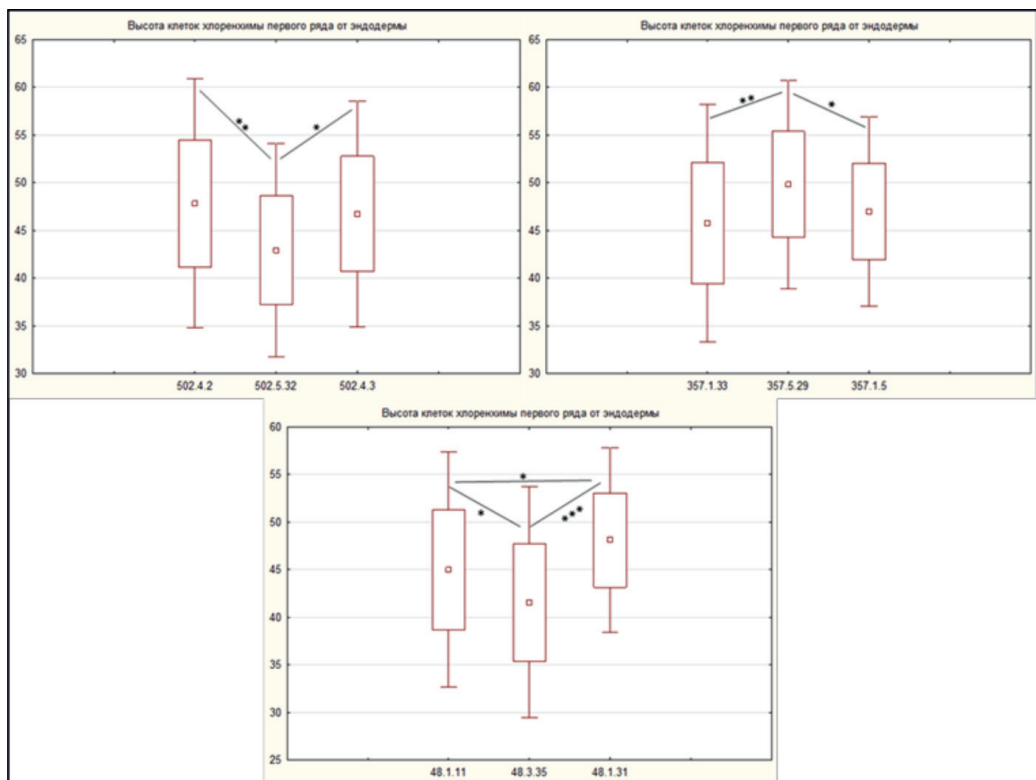


Рис. 1. Высота ассимиляционных клеток, расположенных у эндодермы, в хвое *Pinus sylvestris* из клоновых лесосеменных плантаций (\* –  $p > 0,05$ , \*\* –  $p > 0,01$ , \*\*\* –  $p > 0,001$ )

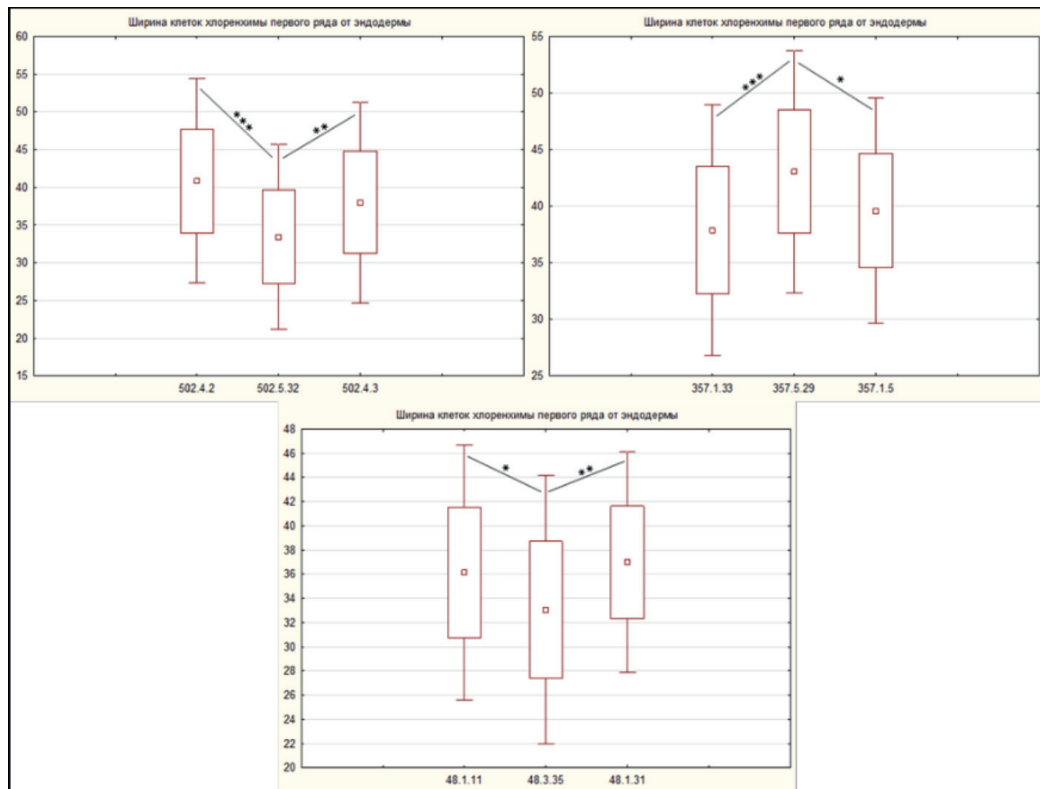


Рис. 2. Ширина ассимиляционных клеток, расположенных у эндодермы, в хвое *Pinus sylvestris* из клоновых лесосеменных плантаций (обозначения см. рис. 1)

По ширине клеток хлоренхимы первого ряда от эндодермы отмечено меньше достоверных различий. Внутри всех исследуемых клонов найдены отличия между двумя парами деревьев (рис. 2).

Статистически значимые отличия по толщине клеток мезофилла первого ряда от эндодермы показаны между двумя парами рамет внутри клонов № 502 и № 48. Между деревьями внутри клона № 357 достоверные различия обнаружены только между одной парой деревьев (рис. 3).

Внутри всех рассмотренных клонов по высоте (рис. 4) и ширине клеток первого ряда хлоренхимы от эпидермы имеются различия с разным уровнем достоверности (рис. 5). Внутри клонов № 357 и № 48 обнаружены отличия между двумя парами рамет. Между одной парой деревьев отмечены различия у клона № 502.

По толщине клеток хлоренхимы первого ряда от эпидермы, внутри всех исследуемых клонов обнаружены различия между двумя парами деревьев (рис. 6).

Исходя из рассмотренных показателей хвои *Pinus sylvestris*, можно отметить, что различия между раментами внутри клона № 48 наблюдались чуть чаще, чем внутри других исследуемых клонов. У клона

№ 48 зафиксированы достоверные различия между всеми исследуемыми деревьями по высоте клеток первого ряда хлоренхимы от эндодермы. Стоит отметить, что этот признак ранее был выделен как наименее вариабельный.

### Заключение

Рассмотрена изменчивость количественно-анатомических признаков клеток мезофилла хвои *Pinus sylvestris* внутри клонов. Показано, что размеры ассимиляционных клеток имеют средний уровень изменчивости. Среди них были выделены более и менее вариабельные признаки. К первым относятся: ширина клеток хлоренхимы первого ряда от эндодермы, а также ширина и толщина клеток первого ряда хлоренхимы от эпидермы. К наименее вариабельным относятся: высота клеток хлоренхимы первого ряда от эпидермы, высота и толщина клеток первого ряда от эндодермы. Высота клеток первого ряда хлоренхимы от эндодермы отмечена как признак, имеющий самый низкий уровень изменчивости среди рассмотренных. Наиболее вариабельными оказались размеры ассимиляционных клеток субгиподермального слоя, что может быть связано с влиянием внешних факторов.

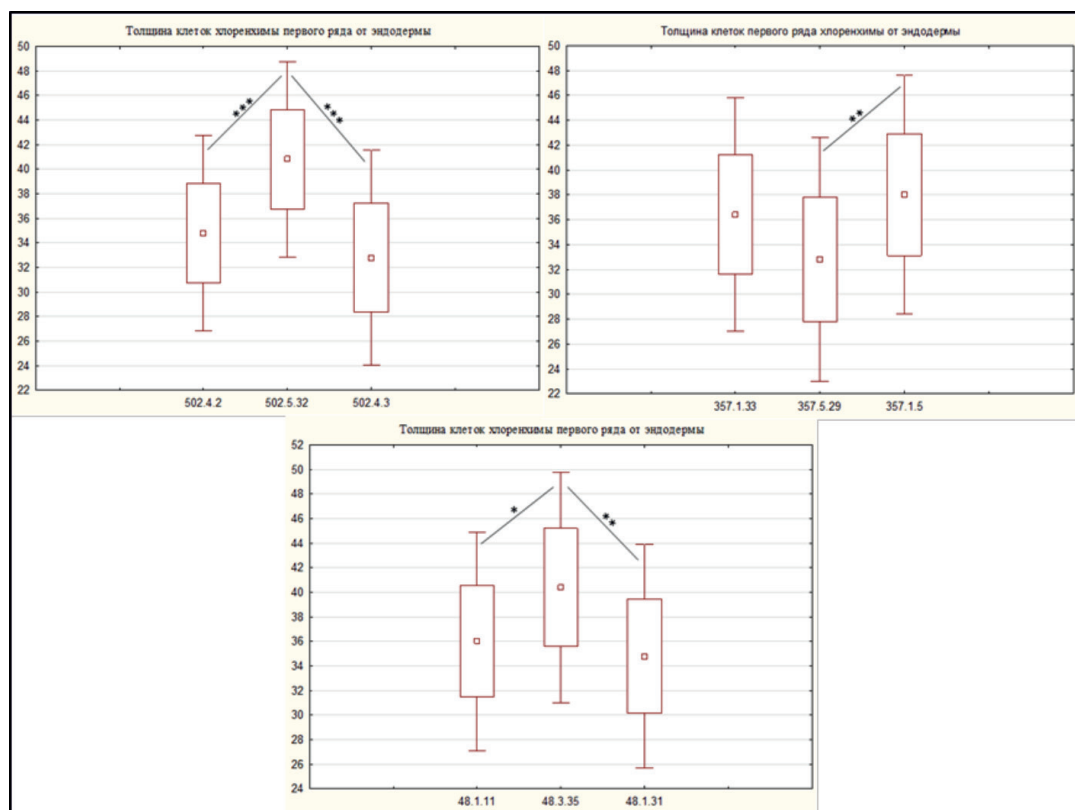


Рис. 3. Толщина ассимиляционных клеток у эндодермы в хвое *Pinus sylvestris* из клоновых лесосеменных плантаций (обозначения см. рис. 1)

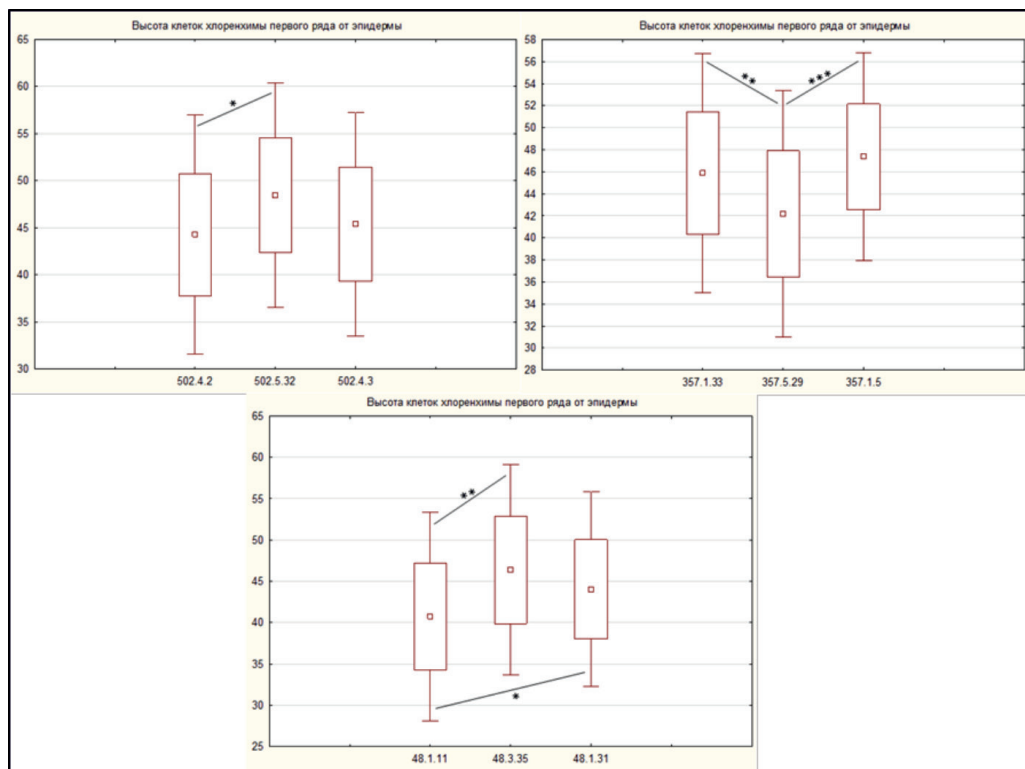


Рис. 4. Высота клеток субгиподермального слоя хлоренхимы в хвое *Pinus sylvestris* из клоновых лесосеменных плантаций (обозначения см. рис. 1)

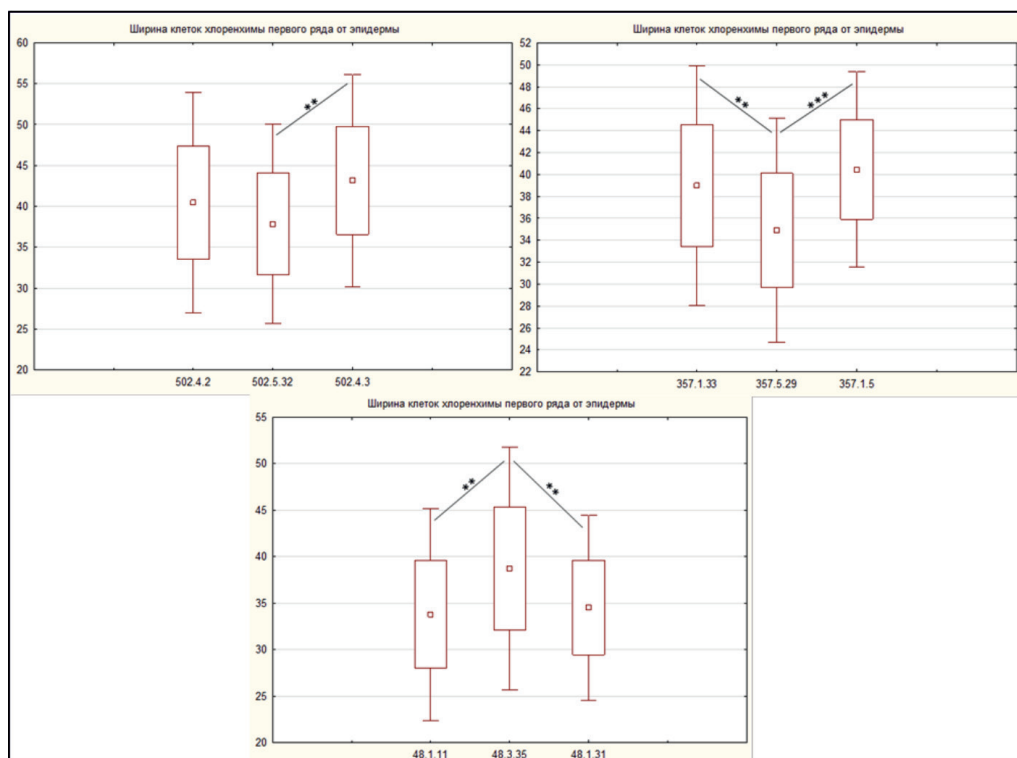


Рис. 5. Ширина ассимиляционных клеток субгиподермального слоя в хвое *Pinus sylvestris* из клоновых лесосеменных плантаций (обозначения см. рис. 1)



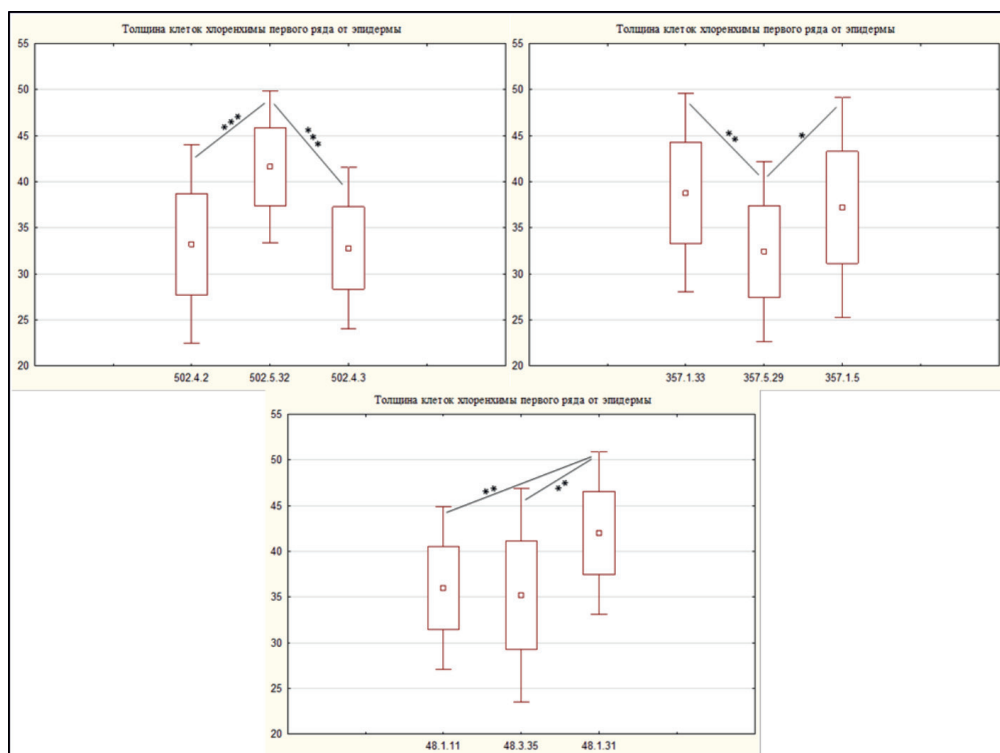


Рис. 6. Толщина ассимиляционных клеток субгиподермального слоя в хвое *Pinus sylvestris* из клоновых лесосеменных плантаций (обозначения см. рис. 1)

В ходе сравнительного анализа размеров анатомических признаков были выявлены достоверные различия по всем исследуемым признакам. В большинстве случаев внутри клона одно дерево имело достоверные отличия от двух других. Реже внутри клонов обнаруживаются достоверные отличия только между одной парой рамет. Единоразы, по высоте клеток первого ряда хлоренхимы от эндодермы отмечены достоверные различия между всеми раментами. В целом можно отметить тенденцию к изменчивости размеров клеток мезофилла хвои *Pinus sylvestris* внутри всех рассмотренных клонов.

#### Список литературы

1. Нестерович Н.Д., Дерюгина Т.Ф., Лучков А.И. Структурные особенности листьев хвойных. Минск: Наука и техника, 1986. 143 с.
2. Цандекова О.Л. Анатомо-морфологические особенности хвои *Pinus sylvestris* L. в условиях Кедровского угольного разреза // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=9202> (дата обращения: 06.08.2020).
3. Ceusters J., Londers E., Brijs K., Delcour J.A., Maurice P. De Proft. Glucuronarabinoxylan structure in the walls of *Aechmea* leaf chlorenchymacells is related to wall strength. *Phytochemistry*. 2008. V. 69(12). P. 2307–2311.
4. Зверева Г.К. Структурные адаптации хлорофиллозной паренхимы хвои (*Pinus sylvestris* L.) на юге Западной Сибири // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2017. № 16. С. 192–196.
5. Тихонова Н.А., Тихонова И.В. Индивидуальная изменчивость сосны обыкновенной по признакам засухо-

стойчивости в лесостепных борах Южной Сибири // Сибирский лесной журнал. 2016. № 5. С. 114–124.

6. Зверева Г.К., Урман С.А. Пространственная организация мезофилла в листьях некоторых хвойных (*Pinaceae*) // Вестник Томского государственного университета. 2010. № 333. С. 164–168.

7. Кальченко Л.И. Анализ изменчивости клонов плюсовых деревьев и естественных насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Алтайском крае с использованием методов фенетики: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Йошкар-Ола, 2013. 207 с.

8. Милотин Л.И., Новикова Т.Н., Тараканов В.В., Тихонова И.В. Сосна степных и лесостепных боров Сибири. Новосибирск: Гео, 2013. 127 с.

9. Туманик Н.В., Зверева Г.К. Сравнительная оценка внутриклональной изменчивости количественно-анатомических признаков хвои *Pinus sylvestris* L. в лесосеменных плантациях Алтайского края // *European Journal of Natural History*. 2020. № 1. С. 32–36.

10. Мишуков Н.П. Изменчивость сосны обыкновенной в Приобских борах Новосибирской области и ее значение для семеноводства: автореф. дис. ... канд. биол. Свердловск, 1966. 26 с.

11. Лебедев А.Г. Анализ изменчивости количественных признаков хвои в популяциях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2014. Т. 16. № 5. С. 205–209.

12. Туманик Н.В. Сравнительная оценка воздействия условий городской среды на хвою (*Pinus sylvestris* L.) в разных районах г. Новосибирска // *Фундаментальные и прикладные научные исследования: инноватика в современном мире*. 2019. № 3. С. 54–60.

13. Зацепина К.Г., Экарт А.К., Тараканов В.В. Генотипирование деревьев на клоновых плантациях хвойных лесобразующих видов в Западной Сибири // *Хвойные боральные зоны*. 2012. Т. 30. № 1–2. С. 67–71.

14. Мамаев С.А., Махнев А.К. Проблемы биологического разнообразия и его поддержания в лесных экосистемах // *Лесоведение*. 1996. № 5. С. 3–10.