НАУЧНО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»

SCIENTIFIC PUBLISHING CENTER «ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ • БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

No 4

SCIENTIFIC REVIEW • BIOLOGICAL SCIENCES

2021

Журнал «Научное обозрение. Биологические науки» зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № ФС77-57454 ISSN 2500-3399

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,366 Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,262

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

Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47 Адрес редакции и издателя: 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 and publisher address: 410056, Saratov region, Saratov, Chapaev V.I. street, 56

Подписано в печать 30.12.2021 Дата выхода номера 31.01.2022 Формат 60×90 1/8

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

Signed in print 30.12.2021 Release date 31.01.2022 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 2021/4 © 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 (М.М. 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

HAУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ • БИОЛОГИЧЕСКИЕ HAУКИ SCIENTIFIC REVIEW • BIOLOGICAL SCIENCES

www.science-education.ru

2021 z.



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. (Пущино), 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. Брилль Г.Е. (Саратов), д.б.н., проф. Буданцев А.Ю. (Пущино), 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. (Ростовна-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.б.н., доцент Хацаева Р.М. (Москва), д.б.н., доцент Хацаева Р.М. (Москва), д.б.н., проф. Юров И.Ю. (Москва)

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

БИОЛОГИЧЕСКИЕ HAYKИ / BIOLOGICAL SCIENCES (03.01.00, 03.02.00, 03.03.00)

CTATЬИ / ARTICLES	
ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МХОВ-БИОМОНИТОРОВ В УСЛОВИИ РАЗНОЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ	
Каманина И.З., Каплина С.П., Виноградов И.И., Чигоева Д.Н.	5
STUDY OF THE SURFACE OF MOSS-BIOMONITORS UNDER DIFFERENT TECHNOGENIC LOADS	
Kamanina I.Z., Kaplina S.P., Vinogradov I.I., Chigoeva D.N.	5
ОЦЕНКА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ В ПРОЦЕССЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДЕТСКОГО ТУРИЗМА	
Бавыкина Е.Н., Попова О.В., Гребенников О.Р., Важов С.В., Штехман А.И., Важов В.М	13
ASSESSMENT OF THE PLANT WORLD OF AN INDUSTRIAL CITY AND ITS SURROUNDINGS IN THE PROCESS OF IMPLEMENTATION OF CHILDREN'S TOURISM	
Bavykina E.N., Popova O.V., Grebennikov O.R., Vazhov S.V., Shtekhman A.I., Vazhov V.M.	. 13
ВЛИЯНИЕ НЕЙРОСПЕЦИФИЧНОГО ДИГИДРОПИРИМИДИНАЗА-ПОДОБНОГО БЕЛКА-2 (DPYL2) НА ПИЩЕВУЮ МОТИВАЦИЮ МОЛОДИ СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ CARASSIUS AURATUS	
Гарина Д.В., Смирнова Е.С., Мехтиев А.А.	18
INFLUENCE OF NEURO-SPECIFIC DIHYDROPYRIMIDINASE-RELATED PROTEIN 2 (DPYLZ ON FEEDING MOTIVATION OF JUVENILE GOLDFISH <i>CARASSIUS AURATUS</i>	2)
Garina D.V., Smirnova E.S., Mekhtiev A.A.	18
ВЛИЯНИЕ ПОЛИВОВ МИНЕРАЛИЗОВАННЫМИ ВОДАМИ НА АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ	
Дармонов Е.Д., Юлдашев Г., Турдалиев А.Т.	23
INFLUENCE OF IRRIGATION WITH MINERALIZED WATER ON AGROBIOLOGICAL FEATURES AND WHEAT YIELD	
Darmonov E.D., Yuldashev G., Turdaliev A.T.	23
ФЛОРА ООПТ ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ «ГОРЕЛОВСКИЙ СОСНОВЫЙ БОР» (БРЕЙТОВСКИЙ РАЙОН ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ)	
Гарин Э.В., Крылова Е.Г.	28
FLORA PROTECTED AREAS NATURAL MONUMENT «GORELOVSKY SOSNOVY BOR» (BREITOVSKY DISTRICT, YAROSLAVL REGION)	
Garin E.V., Krylova E.G.	28
ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ	
Арзымбетов А.Ж., Раупова Н.Б.	33
ECOLOGICAL-RECLAMATION STATE OF SOILS IN SOUTH PRIARALIE	
Arzymbetov A.Zh., Raupova N.B.	33
АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОРОШАЕМЫХ СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ, ПОТЕРПЕВШИХ ПРИРОДНУЮ КАТАСТРОФУ	
Бобоноров Б.Б., Бобомуродов Ш.М., Турсунов Ш.Т., Исмонов А.Ж.	39
AGROCHEMICAL PROPERTIES OF IRRIGATED GRAPHY MEADOW SOILS AFFECTED BY A NATURAL CATASTROPHE	
Bobonorov B.B., Bobomurodov Sh.M., Tursunov Sh.T., Ismonov A.Zh.	39

ВЛИЯЕТ ЛИ ЕСТЕСТВЕННОЕ ИЗРЕЖИВАНИЕ В КУЛЬТУРАХ СОСНЫ НА РАЗМЕР ДЕРЕВЬЕВ?	
Рогозин М.В.	44
DOES NATURAL THINNING IN PINE FOREST CROPS AFFECT THE SIZE OF TREES?	
Rogozin M.V.	44
АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ ТЕСТИРОВАНИЯ	
Муслов С.А., Маслак А.А., Арутюнов С.Д., Грачев Д.И., Чижмаков Е.А.	50
ANALYSIS OF THE PARAMETERS OF THE QUALITY OF LIFE OF DENTAL PATIENTS WITH THE HELP OF MODERN TESTING THEORY	
Muslov S.A., Maslak A.A., Arutyunov S.D., Grachev D.I., Chizhmakov E.A.	50
СВЯЗЬ МЕЖДУ СИНТЕЗОМ БЕЛКОВ И ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ, ПРОИСХОДЯЩИМИ В ЛИСТЬЯХ ХЛОПЧАТНИКА	
Пирахунова Ф.Н.	67
THE RELATIONSHIP BETWEEN PROTEIN SYNTHESIS AND OXIDATION-REDUCTION PROCESSES OCCURRING IN COTTON LEAVES	
Pirakhunova F.N.	67
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РИБОФЛАВИНА И ПИРИДОКСИНА НА НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОПУЛЯЦИИ <i>DROSOPHILA MELANOGASTER</i>	
Сидорская В.А., Опарина С.А., Кончина Т.А.	72
STUDY OF THE EFFECT OF RIBOFLAVIN AND PYRIDOXIN ON SOME BIOLOGICAL INDICATORS OF THE <i>DROSOPHILA MELANOGASTER</i> POPULATION	
Sidorskaya V.A., Oparina S.A., Konchina T.A.	72
О БИОМИКРОЭЛЕМЕНТНОМ СОСТАВЕ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ И РАСТЕНИЙ	
Холдаров Д.М., Собиров А.О.	78
ON THE BIOMICROELEMENT COMPOSITION OF SALTED SOIL AND PLANTS	
Kholdarov D.M., Sobirov A.O.	78
СОДЕРЖАНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ И ТОКСИЧНЫХ СОЛЕЙ В ТИПИЧНЫХ ОРОШАЕМЫХ СЕРОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ И ЗАСОЛЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ КАРШИНСКОЙ СТЕПИ УЗБЕКИСТАНА	
Ахмедов А.У., Каримов Х.Н., Узаков З.З., Бурханова Н.Х.	83
CONTENT OF WATER-SOLUBLE AND TOXIC SALTS IN TYPICAL IRRIGATED SEROZEM SOILS AND SALINIZATION OF THE TERRITORY OF THE KARSHI STEPPE OF UZBEKISTAN	3
Akhmedov A.U., Karimov Kh.N., Uzakov Z.Z., Burkhanova N.Kh.	83
БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СВЕТЛЫХ СЕРОЗЕМОВ И ЦЕНОПОПУЛЯЦИЯ <i>CAPPARIS SPINOSA</i> L.	
Исагалиев М.Т., Обидов М.В.	89
BIOGEOCHEMICAL FEATURES OF LIGHT SIEROZEMS AND CENOPOPULATION <i>CAPPARIS SPINOSA</i> L.	
Isagaliev M.T., Obidov M.V.	89
СТЕРЕОУЛЬТРАСТРУКТУРНАЯ И ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИКРОНОЖНОЙ МЫШЦЫ СОБАК В ПЕРИОДЕ РАННЕГО ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗА	
Филимонова Г.Н.	94
STEREO-ULTRASTRUCTURAL AND HISTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CANINE GASTROCNEMIUS MUSCLE IN THE PERIOD OF EARLY POSTNATAL ONTOGENESIS	
Filimonova G.N.	94

СТАТЬИ

УДК 504.064.3

ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МХОВ-БИОМОНИТОРОВ В УСЛОВИИ РАЗНОЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

^{1,2}Каманина И.З., ^{1,2}Каплина С.П., ^{1,2}Виноградов И.И., ³Чигоева Д.Н.

¹Государственный университет «Дубна», Дубна, e-mail: kamanina@uni-dubna.ru; ²Объединенный институт ядерных исследований, Дубна; ³ОАО «Русатом Гринвэй», Москва

В работе изучено микростроение поверхности мхов-биомониторов *Hylocomium splendens* и *Pleurosium schreberi*, собранных в условиях разной техногенной нагрузки на территории республики Северная Осетия – Алания (РСО-Алания). Изучение мхов и аэрогенных образований на их поверхности проводили с помощью растрового электронного микроскопа (РЭМ), оснащенного рентгеновским спектрометром. Наземные части мхов-биомониторов на территориях с низким уровнем техногенной нагрузки содержат единичные аэрогенные тонкодисперсные образования. Минимальный набор элементов в составе атмогенных частиц отмечается в районе с. Дур-Дур, что позволяет рекомендовать данную территорию в качестве фоновой. Микростроение поверхности мхов, собранных в зоне влияния Унальского хвостохранилища и в г. Владикавказе, а также химический состав тонкодисперсных частиц на их поверхности свидетельствует о высокой аэротехногенной нагрузке со стороны объектов горно-перерабатывающей промышленности РСО-Алания. Частицы содержат С, N, O, Na, Mg, Si, K, Ca, Mn, Fe, Cu, Rb, Pb, Ti и др. В состав аэрогенных частиц на поверхности мхов во всех опробованных участках присутствует Рb, что указывает на необходимость контроля его содержания в атмосферном воздухе на территории РСО-Алания.

Ключевые слова: биомониторинг, загрязнение, мхи, растровая электронная микроскопия, республика Северная Осетия

STUDY OF THE SURFACE OF MOSS-BIOMONITORS UNDER DIFFERENT TECHNOGENIC LOADS

^{1,2}Kamanina I.Z., ^{1,2}Kaplina S.P., ^{1,2}Vinogradov I.I., ³Chigoeva D.N.

¹Dubna State University, Dubna, e-mail: kamanina@uni-dubna.ru; ²Joint Institute for Nuclear Research, Dubna; ³Rusatom Greenway, Moscow

In this work, the microstructure of the surface of biomonitor moss Hylocomium splendens and Pleurosium schreberi that was collected under the territory with different technogenic load in the Republic of North Ossetia-Alania (North Ossetia-Alania), has been studied. The investigation of the mosses and aerogenic formations on their surface has been using with scanning electron microscope (SEM equipped with an X-ray spectrometer). The studies have shown that the ground parts of biomonitor moss in the territories with a low level of anthropogenic load contain single aerogenic finely dispersed formations. The minimum set of elements in the composition of atmospheric particles was registered near the village Dur Dur, this fact is allow recommended this territory as a background. The microstructure of the surface of mosses that was collected in the area of the influence the Unalsky tailing dump and in the city Vladikavkaz and the chemical composition finely particles on their surface, indicates a high aerotechnogenic load from the mining facilities in North Ossetia-Alania. The particles contain C, N, O, Na, Mg, Si, K, Ca, Mn, Fe, Cu, Rb, Pb, Ti and etc. Plumbum was discovered in the composition of aerogenic particles on the surface of mosses in all areas, so need organize the control its content in the atmospheric air in the territory of the Republic of North Ossetia-Alania.

Keywords: biomonitoring, pollution, mosses, scanning electron microscopy, Republic of North Ossetia - Alania

Биомониторы широко применяются в экологических исследованиях. Для оценки состояния атмосферного воздуха часто используют методы биомониторинга с использованием мхов. Мхи являются наиболее информативными видами растений, свидетельствующими о состоянии окружающей среды [1–3]. Строение покровных тканей мхов обеспечивает проникновение химических элементов в клетки мхов, где они участвуют в процессах метаболизма. Накопление химических элементов во мхах может количественно отражать интенсивность аэротехногенного потока. Изучение

элементного состава мхов-биомониторов позволяет получить информацию о содержании загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, в том числе токсичных, выявить участки повышенной экологической опасности и оптимальные для жизнедеятельности человека. В экологических исследованиях широко применяется метод пассивного мониторинга, когда для оценки загрязнения атмосферного воздуха собирают мох в местах его произрастания [3–5]. В качестве активного биомониторинга в последние годы успешно применяется техника «мох в мешках». Для этого истеменно подметать последние годы успешно применяется техника «мох в мешках». Для этого ис-

пользуется мох, собранный в экологически чистых условиях, который затем экспонируется на изучаемой территории. Особенно эффективно применение такого активного мониторинга там, где трудно найти растущий в естественных условиях мох, например в условиях города, на промышленных площадках и др. [6-9]. Наиболее часто для исследования атмосферных выпадений тяжелых металлов в качестве биомониторов используют мхи Hylocomium splendens, Pleurosium schreberi, Hypnum *cupressiforme* [4, 5]. Для активного биомониторинга с помощью техники «мох в мешках» хорошо показал себя мох *Sphagnum* girgensohnii [6, 7].

Высокая разрешающая способность растровой электронной микроскопии (РЭМ) дает возможность изучить характер аэрогенных выпадений на поверхности мховбиомониторов. Изучение микростроения аэрогенных частиц на поверхности мхов с помощью РЭМ позволяет изучить характер кристаллических и биогенных образований, глинистых частиц, солевых накоплений и др., оценить размеры и форму частиц.

Цель настоящей работы — изучить поверхность мхов-биомониторов, произрастающих в условиях разной техногенной нагрузки.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования были взяты образцы мха, собранные в условиях с разной аэротехногенной нагрузкой на территории республики Северная Осетия – Алания (таблица). Образцы 1 и 2 собраны на чистых горных участках, в окрестностях с. Дур-Дур и Гизель. Образцы 3–5 собраны на участках, испытывающих техногенное загрязнение: 3 – в районе с. Верхний Унал в зоне влияния Унальского хвостохранилища, образцы 4 и 5 – в г. Владикавказе. Следует отметить, что образцы мха были собраны в 2017 г. до проведения работ по рекультивации Унальского хвостохранилища. Мхи отбирали в соот-

ветствии с общепринятой методикой [10]. Для анализа использовали *Hylocomium* splendens и *Pleurosium schreberi*.

Морфологию поверхности мха изучали при помощи растрового электронного микроскопа (РЭМ) Hitachi S-3400N, оснащенного рентгеновским энерго-дисперсионным спектрометром (EDS Oxford Instruments Aztec). Микрофотографии поверхности были получены в режиме вторичных электронов при ускоряющем напряжении в 12 кВ. Энергодисперсионные спектры образцов были получены при ускоряющем напряжении в 12 кВ.

Препараты мха для изучения с помощью РЭМ изготавливались из воздушно-сухих образцов исследуемых мхов. Для изготовления ненарушенных препаратов заранее отобранные небольшие фрагменты мха (до 1 см) крепились на столике-держателе с помощью проводящего углеродного скотча. Для снятия заряда и экранирования падающего пучка от накопленного в объёме материала заряда на поверхность мха, методом магнетронного напыления, наносился тонкий проводящий слой (~5 нм) золота-палладия (80:20). Свежие (влагоудерживающие) образцы мхов во время процедуры напыления в вакууме могут сильно деформироваться.

Результаты исследования и их обсуждение

Изучение поверхности мха с помощью растрового электронного микроскопа позволило выявить характерные особенности, связанные с накоплением атмосферных выпадений мхами-биомониторами.

Наземные части мхов имеют сильно шероховатую (хорошо развитую) поверхность (рис. 1, а). Клетки эпидермиса за счет выростов образуют ячеистые структуры, которые обеспечивают осаждение и захват твердых и жидких атмосферных осадков. Это позволяет использовать мхи в качестве своего рода природных аэрозольных фильтров (рис. 2).

Точки отбора проб мхов-биомониторов

Номер	Место отбора образцов	Координаты	точки отбора
образца		Широта	Долгота
1	С. Дур-Дур	43.11901	44.04400
2	С. Гизель	43.028546	44.562243
3	360 м на ЮЗ от Унальского хвостохранилища	42.867108	44.154969
4	Парк Дендрарий, г. Владикавказ	42.982696	44.672347
5	Центральный парк культуры и отдыха им. К.Л. Хетагурова, г. Владикавказ	43.025495	44.679122

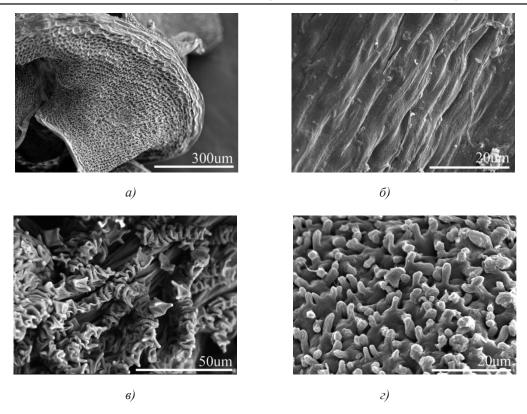


Рис. 1. Поверхность наземной части мхов в окрестностях с. Дур-Дур (а, б) и с. Гизель (в, г)

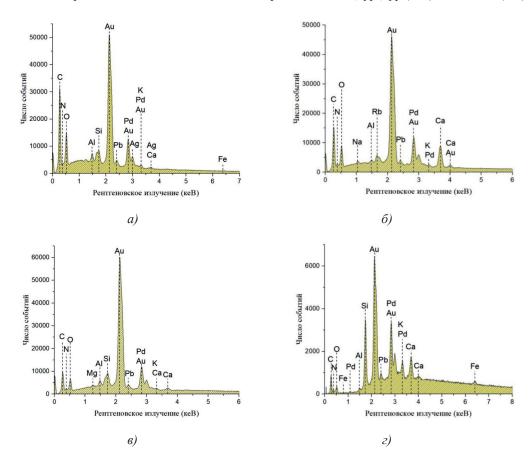


Рис. 2. Спектр поверхности мха в районе с. Дур-Дур (а), спектр аэрозольных частиц на поверхности мха: в районе с. Дур-Дур (б, в); в районе с. Гизель (г)

Ha поверхности собранного mxa, в окрестностях сел Дур-Дур и Гизель, встречаются единичные скопления тонкодисперсных частиц, раковины корненожек, пыльцевые зерна и гифы грибов (рис. 1). Поверхность наземной части мхов чистая, с хорошо выраженной структурой. Тонкодисперсные осаждения на поверхности мха, собранного в окрестностях с. Дур-Дур, преимущественно карбонатные. В качестве примесей содержат К, Na, Al, Si, Mg, Rb (рис. 2). В составе как чистой поверхности мха, так и в пылеватых частицах на поверхности мха присутствует свинец. Пики Au и Pd на спектрах (рис. 2 и др.) связаны с проводящим слоем, полученным в результате напыления образцов.

Тонкодисперсные осаждения на поверхности мха в районе с. Гизель кроме K, Na, Al, Si, Mg, Rb в заметных количествах со-

держат также Fe (рис. 2). Свинец фиксируется в составе в большинстве исследованных аэрогенных частиц.

Изучение с помощью РЭМ образцов мха, собранных в зоне влияния Унальского хвостохранилища, выявило значительно более высокое содержание аэрогенных частиц по сравнению с образцами из окрестностей сел Дур-Дур и Гизель. Тонкодисперсные выпадения представлены как отдельными микрочастицами с преобладающим размером до 2 мкм, так и конгломератами разного размера (рис. 3, а, б, в). В составе частиц присутствуют Si, Al, K, Ca, Na, Mg, Fe, Rb, Pb. Встречаются частицы, в состав которых входят Ті и Ві. Свинец, как в составе поверхности мха, так и в составе тонкодисперсных частиц фиксируется на том же уровне, что и в предыдущих образцах (рис. 3, д, е, г).

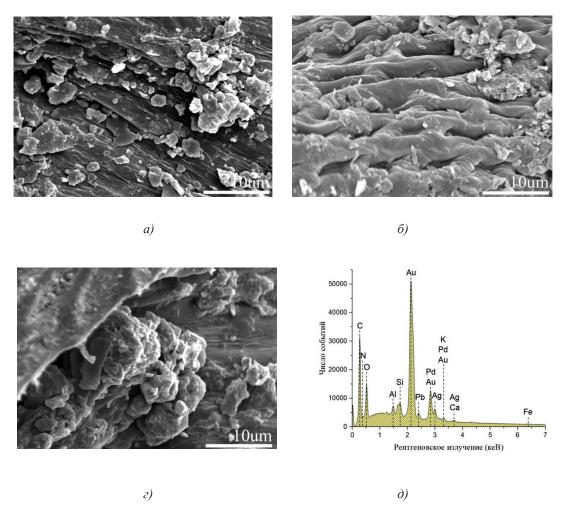


Рис. 3. Поверхность наземной части мхов в зоне влияния Унальского хвостохранилища (а, б, в). Спектры тонкодисперсных частиц на поверхности мха в зоне влияния Унальского хвостохранилища (д, е, ж) (начало рисунка)

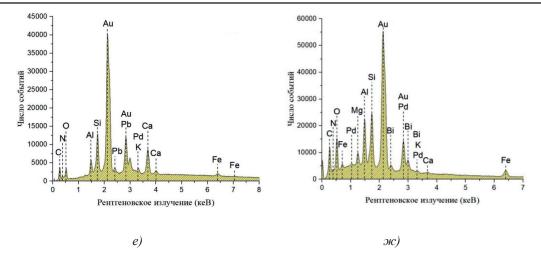


Рис. 3. Поверхность наземной части мхов в зоне влияния Унальского хвостохранилища (а, б, в). Спектры тонкодисперсных частиц на поверхности мха в зоне влияния Унальского хвостохранилища (д, е, ж) (окончание рисунка)

Анализ образцов мха, собранного в Центральном парке культуры и отдыха им. К.Л. Хетагурова, выявил высокий уровень аэротехногенной нагрузки. Поверхность мха имеет хорошо развитую ячеистую структуру. При этом частицы пыли плотно покрывают всю поверхность мха, практически скрывая микростроение поверхности (рис. 4). Даже на внутренних поверхностях листовых пластин отмечаются тонкодисперсные частицы, вероятно захваченные по мере роста последних. Тонкодисперсный материал на поверхности мха представлен скоплениями аморфного материала, а также частицами, имеющими хорошо выраженное кристаллическое строение. В составе аэрогенных частиц аморфного строения присутствуют: C, N, O, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Mn, Cu, Ag, Rb, Pb. В составе частиц, имеющих кристаллическое строение, определяются C, O, Al, K, Ca, Cl, Ti, Rb.

На поверхности образцов мха, собранных в парке Дендрарий (г. Владикавказ), наряду с тонкодисперсным материалом хорошо видна нанопроволока, в составе которой содержатся Ag, Pb, Fe, C, O, Al (рис. 5, a, б). Такого рода образования на поверхности биомониторов авторами встречаются впервые. Скопления аморфных частиц размером 0.5-5 мкм отмечаются в значительно меньших количествах, чем в Центральном парке культуры и отдыха им. К.Л. Хетагурова (рис. 5). В обеих точках опробования выявлен близкий химический состав аморфных аэротехногенных частиц. Частицы содержат C, N, O, Na, Mg, Si, K, Ca, Mn, Fe, Cu, Rb, Pb, Ti.

Таким образом, изучение поверхности мхов-биомониторов с помощью РЭМ, оснащенного рентгеновским спектрометром, позволило выявить различия в морфологии поверхности мхов на территориях с разным уровнем техногенной нагрузки. Наземные части мхов можно рассматривать как аналоги атмосферных фильтров, так как они обладают хорошо развитой поверхностью, захватывающей и удерживающей атмосферные выпадения. Морфология и химический состав частиц позволяют судить об источнике их происхождения.

Заключение

- 1. На поверхности мха, собранного в окрестностях населенных пунктов Дур-Дур и Гизель, несмотря на хорошо развитую ячеистую поверхность, эрогенные частицы встречаются крайне редко. Тонкодисперсные образования на поверхности мхов в районе с. Дур-Дур содержат минимальный набор примесей, что позволяет рекомендовать данную территорию в качестве фоновой для биомониторинга.
- 2. Микростроение поверхности мхов в зоне влияния Унальского хвостохранилища и в г. Владикавказе свидетельствует о высокой аэротехногенной нагрузке со стороны объектов горно-перерабатывающей промышленности республики Северная Осетия Алания. Особую опасность представляют пылеватые частицы размером до 10 мкм, содержащие свинец и другие токсичные элементы.

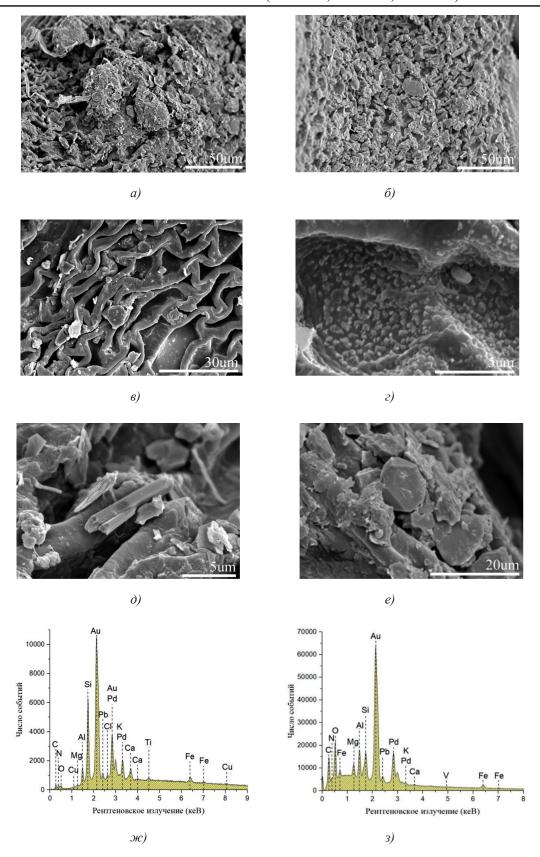


Рис. 4. Поверхность наземной части мхов в Центральном парке культуры и отдыха им. К.Л. Хетагурова, г. Владикавказ: внешние поверхности листовых пластин (а, б); внутренние поверхности (в, г); микрочастицы кристаллического строения (д, е), спектры аэрогенных частиц на поверхности мха (ж, з)

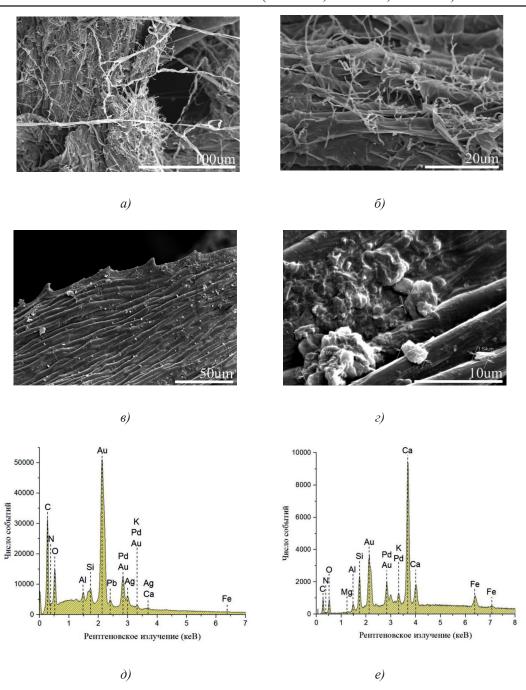


Рис. 5. Поверхность наземной части мхов в парке Дендрарий (г. Владикавказ): нанопроволока (а, б); тонкодисперсные частицы на поверхности мха (в, г). Спектры нанопроволоки (д); тонкодисперсного материала на поверхности мха в парке Дендрарий (г. Владикавказ) (е)

3. Изучение химического состава аэрогенных частиц на поверхности мхов выявило присутствие свинца в составе тонкодисперсных частиц как на территориях с высоким уровнем техногенной нагрузки, так и в условно чистых районах. Это свидетельствует о присутствии этого элемента в составе атмосферного воздуха на террито-

рии РСО-Алания, и необходимости контроля его содержания на постах Росгидромета.

Список литературы

1. Матяшенко Г.В., Чупарина Е.В., Финкельштейн А.Л. Мхи *Hylocomium splendens (HEDW.) В.S.G.* и *Pleurosium schreberi (BRID.) МІТТ.* как индикаторы атмосферного загрязнения побережья южного Байкала // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2012. № 11. С. 135–138.

- 2. Рыжакова Н.К., Борисенко А.Л., Меркулов В.Г., Рогова Н.С. Контроль состояния атмосферы с помощью мховбиоиндикаторов // Оптика атмосферы и океана. 2009. Т. 22. № 1. С. 101-104.
- 3. Шабатура А.В., Блюм О.Б., Тютюнник Ю.Г. Региональные атмогеохимические поля в центральной части северной Украины по данным биогеохимической индикации // Биосфера. 2018. Т. 10. № 1. С. 23–35.
- 4. Вергель К.Н., Фронтасьева М.В., Каманина И.З., Павлов С.С. Биомониторинг выпадения тяжелых металлов на северо-востоке Московской области с помощью метода мхов-биомониторов // Экология урбанизированных территорий. 2009. № 3. С. 88–95.
- 5. Chaligava O., Shetekauri, S., Badawy W.M., Frontasyeva, M.V., Zinicovscaia I., Shetekauri T., Kvlividze A., Vergel K., Yushin N. Trace elements in atmospheric deposition studied by moss biomonitoring using neutron activation analysis and atomic absorption spectrometry in Georgia: Characteristics and impacts. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 2020. Arch Environ Contam Toxicol. DOI: 10.1007/s00244-020-00788-x.
- 6. Shvetsova M.S., Kamanina I.Z., Frontasyeva M.V., Madadzada A.I., Zinicovscaia I.I., Pavlov S.S., Vergel K.N., Yushin N.S. Active moss biomonitoring using the «moss bag technique» in the park of Moscow. Physics of Particles and Nuclei Letters. 2019. № 16 (6). P. 994–1003.

- 7. Швецова М.С., Каманина И.З., Мададзада А.И., Нехорошков П.С., Юшин Н.С., Зиньковская И.И., Павлов С.С., Фронтасьева М.В. Определение следовых элементов (СU, SB, PB, V, ZN) на территории рекреационных зон Москвы с помощью техники «мох в мешках» // Успехи современного естествознания. 2020. № 8. С. 74–82.
- 8. Madadzada A.I., Badawy W.M., Hajiyeva S.R., Veliyeva Z.T., Hajiyev O.B., Shvetsova M.S., Frontasyeva M.V. Assessment of atmospheric deposition of major and trace elements using neutron activation analysis and GIS technology. Baku Azerbaijan Microchemical Journal. 2019. Vol. 147. P. 605–614.
- 9. Zinicovscaia I., Aničić Urošević M., Vergel K., Vieru E., Frontasyeva M., Povar I., Duca G., Active moss biomonitoring of trace elements air pollution in Chisinau, Republic of Moldova. Ecological Chemistry and Engineering. 2018. Vol. 25 (3) P. 361–372. DOI: 10.1515/eces-2018-0024.
- 10. Мониторинг атмосферных выпадений тяжелых металлов, азота и стойких органических загрязнителей в Европе с использованием мохообразных. Пособие по мониторингу // Международная кооперативная программа по воздействию воздушных загрязнений на естественую и сельскохозяйственную растительность. Европейская экономическая комиссия ООН в рамках конвенции о трансграничном переносе на большие расстояния. 2018. 32 с.

УДК 502/504:338.48(571.150)

ОЦЕНКА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ В ПРОЦЕССЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДЕТСКОГО ТУРИЗМА

Бавыкина Е.Н., Попова О.В., Гребенников О.Р., Важов С.В., Штехман А.И., Важов В.М.

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени В.М. Шукшина», Бийск, e-mail: vazhov49@mail.ru

Возрастающее значение детского туризма в школьном образовательном процессе обусловлено необходимостью повышения качества обучения и его связью с пониманием экологического приоритета в хозяйственной деятельности человека, особенно в промышленно развитых центрах, каким является наукоград Бийск и где сосредоточено значительное количество источников загрязняющих веществ. Поэтому важно оценить растительный мир города и его окрестностей, так как растения очищают атмосферу, способствуют оздоровлению населения. Учащимися совместно с педагогами в результате краеведческой деятельности в турпоходах и путешествиях по Бийску и окрестностям выяснено, что древесные лиственные насаждения представлены в основном березняком, тополями, ивами, включающими кустарниковый и травяно-кустарничковый ярусы с многочисленными видами высших споровых и цветковых растений. Ведущими семействами по числу видов являются Астровые, Мятликовые, Бобовые, Лютиковые, Розоцветные, Осоковые, Капустные и др. К особенностям флоры Бийска и окрестностей относится присутствие эндемиков: анемоноидеса голубого, прострела желтеющего, кандыка сибирского и др. - а также реликтов: овсяницы гигантской, щитовника мужского, фиалки удивительной, сальвинии плавающей и др. В Красные книги разных уровней внесён 21 вид. Растения жилой зоны города представлены в основном сорными и рудеральными видами, есть и ядовитые – дурман обыкновенный, белена черная, чемерица Лобеля и др. Краеведческий подход на основе оценки растительного мира промышленного города несёт большую познавательную нагрузку и не требует специальной спортивнотуристской подготовки участников. Ознакомление ребят с состоянием растительного покрова позволило им осознать, что хозяйственная, а также бессистемная туристско-рекреационная деятельность являются основными факторами, лимитирующими популяции редких и исчезающих видов в городской черте и за её пределами. Включение детского туризма и краеведческого подхода в образовательный процесс учащихся является одним из значимых направлений в воспитании любви к родному краю и Отчизне.

Ключевые слова: Алтайский край, наукоград Бийск, детский туризм, краеведение, растительный мир

ASSESSMENT OF THE PLANT WORLD OF AN INDUSTRIAL CITY AND ITS SURROUNDINGS IN THE PROCESS OF IMPLEMENTATION OF CHILDREN'S TOURISM

Bavykina E.N., Popova O.V., Grebennikov O.R., Vazhov S.V., Shtekhman A.I., Vazhov V.M.

Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk, e-mail: vazhov49@mail.ru

The increasing importance of children's tourism in the school educational process is due to the need to improve the quality of education and its connection with understanding the environmental priority in human economic activity, especially in industrialized centers such as the science city of Biysk and where a significant number of sources of pollutants are concentrated. Therefore, it is important to appreciate the flora of the city and its environs, as plants purify the atmosphere, contribute to the health of the population. Students together with teachers, as a result of local history activities in hiking and traveling around Biysk and the environs, found out that tree deciduous plantations are represented mainly by birch forests, poplars, willows, including shrub and grass-shrub layers with numerous species of higher spore and flowering plants. The leading families in terms of the number of species are Aster, Bluegrass, Legumes, Buttercup, Rosaceae, Sedge, Cabbage, etc. The peculiarities of the flora of Biysk and the surrounding area include the presence of endemics - blue anemonoids, yellowing lumbago, Siberian kandyk, etc., as well as relics - giant fescue, male shrimp, amazing violet, swimming salvinia, etc. 21 species are included in the Red Data Books of different levels. Plants of the residential area of the city are mainly represented by weedy and ruderal species, there are also poisonous ones - common dope, black henbane, Lobel's hellebore, etc. The local lore approach based on an assessment of the flora of an industrial city carries a great cognitive load and does not require special sports and tourist training of participants. Familiarizing the children with the state of the vegetation cover allowed them to realize that economic, as well as unsystematic tourist and recreational activities are the main factors limiting the populations of rare and endangered species in the city and beyond. The inclusion of children's tourism and local history approach in the educational process of students is one of the most important directions in fostering love for their native land and Fatherland.

Keywords: Altai Krai, Biysk science city, children's tourism, local history, flora

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации № 240 от 29.05.2017 г. 2018–2027 гг. объявлены Десятилетием дет-

ства. В рамках десятилетия предусмотрены плановые мероприятия, направленные на популяризацию детского туризма с тем,

чтобы увеличить на 300 тыс. количество детей, участвующих в турпоходах и экскурсиях, по сравнению с 2017 г. [1].

Географическое краеведение – важный аспект экологического, нравственного и эстетического воспитания учащихся, занимает важное место в образовательной системе, так как способствует патриотизму личности, подготовке образованного человека, умеющего адаптироваться в быстро меняющейся социально-экономической среде, имеющего активную жизненную позицию; приобщает к творческой деятельности, а в туристско-рекреационном аспекте позволяет ещё и оценить ресурсные возможности своего региона. Это предусматривает повышение профессионального уровня педагога, обусловливает рост требований к его компетентности и личностным качествам.

Возрастающее значение детского туризма в школьном образовательном процессе, ориентация на личность школьника обусловлены необходимостью повышения качества обучения, совершенствования трудового и нравственного воспитания, укрепления связи обучения с пониманием необходимости экологического приоритета в хозяйственной деятельности человека, особенно в промышленно и научно развитых центрах Алтайского края, каким является наукоград Бийск.

Мы считаем необходимым выделить некоторые аспекты, требующие воспитательных и образовательных педагогических взаимодействий с организаторами детского туризма и его участниками.

Для проведения безопасного путешествия в природных условиях, где вполне вероятны непредвиденные ситуации природного, техногенного или социального характера, участники похода должны быть дисциплинированными и внимательными друг к другу, должны обладать слаженностью в процессе разных видов деятельности, а при необходимости — быть готовыми к взаимовыручке и взаимопомощи.

Юные туристы в походах, путешествиях, экскурсиях проводят простейшие краеведческие наблюдения, собирают коллекционный материал, учитывают погодные явления, учатся ориентироваться на незнакомой местности, адаптируются к пешим переходам с грузом и учатся приёмам первой доврачебной помощи, осваивают правила постановки палатки, разведения костра и приготовления пищи.

Приобщение школьников к туризму является актуальным, так как способствует сплочению детского коллектива, готового решать поставленные задачи на основе вза-

имоуважения и взаимопомощи, находить правильные решения в сложных ситуациях, воспитывает бережное отношение к природе, развивает экологическое мышление, воспитывает чувство ответственности и сопричастности к охране природы своего родного края.

Цель исследования — раскрыть особенности растительного мира в процессе реализации детского туризма на основе объединения педагогов и школьников в крупном промышленном и научном центре, а также в его окрестностях (г. Бийск), познакомить учащихся с основами ботанических исследований и факторами, ограничивающими рост и развитие редких и исчезающих видов.

Материалы и методы исследования

В основе статьи находится материал, собранный в 2018–2021 гг. в границах Бийска и на сопредельных территориях. Краеведческие объекты на примере лесной и травянистой растительности отмечались в ходе исследований на пеших маршрутах. Для составления представления о видовом разнообразии проанализированы научные сведения из открытых публикаций. Обобщение фактов осуществлялось на теоретическом уровне. Проанализированы полевые материалы, собранные в ходе путешествий (полевые дневники, фотоматериалы, информация с GPS-навигаторов, гербарий).

Результаты исследования и их обсуждение

Реализация детского туризма с использованием элементов географического краеведения осуществляется нами с 2018 г., когда на базе муниципального бюджетного учреждения дополнительного образования «Детский эколого-туристический центр» (ДЭТЦ) в городе Бийске Алтайского края было создано объединение учащихся и педагогов «Юный турист» [2].

В объединение были приглашены школьники младших классов Бийской средней общеобразовательной школы № 1. В работе объединения принимали активное участие преподаватели Алтайского государственного гуманитарно-педагогического университета имени В.М. Шукшина. Теоретическую часть программы обучающиеся осваивали непосредственно в школе, что очень удобно, учитывая специфику возраста учеников. Практические занятия по совершенствованию основ краеведческих исследований, туристских навыков, техники туризма, ориентирования на местности учащиеся осуществляли в пос. Боровой, расположенном в окрестностях Бийска. Здесь создана база ДЭТЦ, действующая круглогодично, и имеются необходимые условия для реализации детского и юношеского туризма.

Развитие творчества учащихся вызывает интерес к занятиям в объединении «Юный турист». Примером творческой работы, практикуемой в объединении, является групповой отчёт о походе в виде «Боевого листка». Для его оформления педагог и учащиеся заранее подбирают наиболее интересные фотографии с похода, готовят текстовую часть на цветной бумаге с отражением цели и задач похода, места проведения мероприятия, списка участников и их должностей в команде. Как показывает практика, ребята с интересом и активно оформляют групповой отчёт о походе.

Другой творческий документ – «Дневник наблюдений юного туриста» – участники объединения заводят в виде общей тетради в начале года и заполняют его на занятиях кружка в школе и в ходе практической работы на местности. На оформление дневника следует обратить особое внимание, так как оно несет не только образовательную нагрузку, но и развивает творческие способности и эстетические чувства ребенка, а также воспитывает такие качества, как аккуратность.

Свой дневник ребята стремятся красиво оформить. При участии педагога они подбирают цветные иллюстрации согласно тематике занятия и вклеивают в свой дневник. Это могут быть рисунки, изображающие герб родного края и города, географическая карта местности, эмблема кружка, различные памятки по безопасному поведению детей на природе, схемы, таблицы и рисунки по топографии, технике и тактике пешеходного туризма, оказанию первой доврачебной помощи и др. Необходимо отметить, что учебно-методический материал для вклеивания в дневник должен быть красочным и несложным для лучшего усвоения младшими школьниками.

Начальным и обязательным документом, предваряющим первый поход выходного дня, служит информационное письмоприглашение для родителей юных туристов. Учитывая малый возраст участников похода, приглашение выдается каждому родителю. В нём мы предлагаем родителям принять участие в нашем походе, указываем место и время проведения, приводим примерный график движения группы, даём список необходимых продуктов и рекомендации по подготовке личного снаряжения и экипировки для похода. В зависимости от цели похода приводим и другую информацию. Например, при проведении зимнего похода к месту зимовки лебедей на незамерзающих участках р. Бии в окрестностях пос. Боровой, в письмо добавили советы по особенностям приготовления подкормки и её составу для зимующих птиц.

Город Бийск и его окрестности представляются в системе ландшафтов урбанизированной территорией, где сочетаются производственные и вспомогательные площади, автомобильные и железнодорожные магистрали, многочисленные застройки разного типа. В городе действуют 77 предприятий [3]. Всё это является источником большого спектра загрязняющих веществ. Пригородные леса и городские насаждения очищают атмосферу от пыли и различных химических соединений, насыщая ее активным кислородом, фитонцидами, способствуют подавлению болезнетворных микроорганизмов, тем самым способствуют оздоровлению населения.

Ниже приводятся обобщенные литературные данные [4, 5], а также сведения, полученные учащимися в современный период совместно с педагогами в результате краеведческой деятельности в турпоходах и путешествиях по Бийску и его окрестностям. Мы считаем их полезными для использования в образовательной и воспитательной деятельности, направленной на познание малой родины и воспитания патриотизма по отношению к Родине – России.

Безлесные пространства, значительная часть которых в настоящее время распахана, заняты разнотравно-злаковыми луговыми степями, остепнёнными и настоящими суходольными лугами, с преобладанием мятлика лугового (Poa pratensis L.), пырея ползучего (Elytrigia repens (L.) Nevski), ежи сборной (Dactylis glomerata L.), тимофеевки луговой (Phleum pratense L.). Разнотравье представлено тысячелистником обыкновенным (Achillea millefolium L.), лапчаткой распростёртой (Potentilla humifusa Willd. ex Schelecht.), одуванчиком лекарственным (Taraxacum officinale Wigg.) и др.

Леса в черте города широко используются населением в рекреационных целях. Их площадь составляет более 4 тыс. га. Большой популярностью у рекреантов пользуется бийский бор, где преобладает сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.).

Лиственные насаждения представлены березняком (берёза белая и повислая — *Betula alba* Roth., *B. pendula* Roth.), тополевыми насаждениями (тополь белый и черный — *Populus alba* L., *P. nigra* L.), ивами (ива белая, козья, трехтычинковая, пятитычинковая — *Salix alba* L., *S. caprea* L., *S. triandra* L., *S. pentandra* L.) и др.

Кустарниковый ярус составлен боярышником кроваво-красным (*Crataegus* sanguinea Pallas), малиной обыкновенной (Rubus idaeus L.), караганой древовидной (Caragana arborescens Lam.), шиповниками иглистым (Rosa acicularis Lindl.) и майским (R. Majalis Hterrm.), калиной обыкновенной (Viburnum opulus L.), черёмухой обыкновенной (Padus avium Viller) и др. В лесах города встречается привлекательное декоративное древесное растение — рябина сибирская (Sorbus sibirica Hedl.) и кустарник — бузина сибирская (Sambucus sibirica Nakai).

Травяно-кустарничковый ярус лесов включает многочисленные виды высших споровых и цветковых растений: хвощи зимующий (Equisetum hyemale L.) и лесной (E. sylvaticum L.), страусник чернокоренной (Matteuccia struthiopteris (L.) Tod.), кочедыжник женский (Athyrium filix-femina (L.) Roth), голокучник трёхраздельный (Gymnocarpium dryopteris (L.) Newm), борец вьющийся (Aconitum volubile Palas ex Koelle), чернику обыкновенную (Vaccinium myrtillus L.), бруснику обыкновенную (V. vitis – idaea L.), грушанку круглолистную (Pyrola rotundifolia L.), ортилию однобокую (Orthilia secunda House (L.), зимолюбку зонтичную (Chimaphila umbellata (L.). W Barton), синюху голубую (Polemonium caerule-ит L.), медуницу мягенькую (Pulmonaria mollis Wulfen ex Hornem), вероники колосистую, длиннолистную и седую (Veronica spicata L., V. longifolia L., V. spicata L.), лилию-саранку (Lilium pilosiusculum (Freyn) Mscz.), купену душистую (Polygonatum odoratum (Miller) Druce), касатик русский (Iris ruthenica Ker-Gaweleer), землянику лесную (Fragaria vesca L.), осоку стоповидную (Carex pediformis C.A. Meyer.), чину весеннюю (Lathyris vernus (L.) Bernh.), костянику (Rubus saxatilis L.), герань лесную (Gerani*um sylvaticum* L.) и др.

Моховой покров состоит в основном из зелёных мхов с преобладанием мха плевроциума Шребера (*Pleurozium Shreberi* (Brid.) Mitt.).

Своеобразие флоре степных ландшафтов придают полынь (Artemisia) и астрагал (Astragalus).

Разнообразие физико-географических условий территории обусловливает пёстрый экологический состав флоры, где обширную группу образуют мезофиты, составляющие ядро флоры лесов и лугов, ксерофиты и мезоксерофиты также образуют довольно объёмную группу, что связано с зональной приуроченностью района: ветреница лесная (Anemone sylvestris L.), прострелы желтеющий (Pulsatilla flavescens (Zuccar) Juz.) и многонадрезанный (P. multifida (G. Pritzel) Juz.), лабазник обыкновенный (Filipendula vulqaris Моеисh.), ортилия однобокая (Orthilia secunda (L.) House) и др.

Значительное число мезогигрофитов и гигрофитов (гравилат речной – Geum rivale L., дудник лесной – Angelica sylvestris L., вех ядовитый – Cicuta virosa L., калина обыкновенная – Viburnum opulus L., паслён сладко-горький – Solanum dulcamara L. и др.) говорит о хорошем развитии интразональной растительности на сырых и заболоченных участках.

К особенностям флоры Бийска и сопредельной территории относится присутствие эндемиков. Среди них — анемоноидес голубой (Anemonoides caeurlea (DC.) Holub), прострел желтеющий (Pulsatilla flavescens (Zuccar) Juz.), кандык сибирский (Erythronium sibiricum (Fisher et Meuer) Кгуlov) и др. Прострел желтеющий растёт в основном по колкам и в сосновом бору, размножается только семенами. Анемоноидес голубой встречается небольшими популяциями по лугам у пос. Боровой, в окрестном лесу. Кандык сибирский наблюдается очень редко в Бийском сосновом бору. Все они внесены в Красные книги разных уровней.

Территория и окрестности города характеризуются также присутствием реликтовых видов растений, таких как овсяница гигантская (Festuca gigantea (L.)Villar), щитовник мужской (Dryopteris filixmus (L.) Schotl), фиалка удивительная (Viola mirabilis L.) и др. Редкий вид сальвиния плавающая (Salvinia natans (L.) All) отмечен в старичных озёрах у пос. Боровой. Многие виды природной флоры бийской территории являются охраняемыми и внесены в Красные книги разных уровней: ковыль перистый (Stipa pennata L.), кандык сибирский (Erythronium sibiricum (Fisher et Meuer) Krylov), башмачки крупноцветковый и известняковый (Cypripedium macranthon SW., C. calceolus L.), гнездоцветка клобучковая (Neottianthe cuculata (L.) Schlechter), ятрышник шлемоносный (Orchis militaris L.), сальвиния плавающая (Salvinia natans (L.) All), красоднев жёлтый (Hemerocallis Lilio-asphodelus L.), башмачок капельный (Cypripedium guttatum SW), кувшинка чисто-белая (Nymphaea candida J. Presl.), липарис Лёзеля (Liparis Loeselii (L) Rich.), солодка уральская (Glycyrrhiza uralensis Fisch.), адонис весенний (Adonis лилия-саранка vernalis L.), (Lilium pilosiusculum (Freun) Miscz.), любка двулистная (*Platanthera bifolia* (*L*.) С.М. Rich.), ветреницы голубая и лесная (Anemonoides caeurlea (DC.) Holub), (A. sylvestris L.), купальница азиатская (Trollius asiaticus L.), прострелы желтеющий и многонадрезанный (Pulsatilla flavescens (Zuccar) Juz.), P. multifida (G.Pritzel) Juz.), дремлик болотный (*Epipactis* palustris (L.) Crantz.).

Растения жилой зоны города также представлены многообразием видов. Это в основном сорные и рудеральные растения. Несмотря на всю тяжесть жизни, они выполняют свою «космическую» роль — выделяют кислород и поглощают углекислый газ.

Чаще всего в пределах жилой зоны Бийска и пригородных посёлков встречаются дурнишники игольчатый и зобовидный (Xanthium spinosum L., X. strumarium L.), хамомилла ободранная (Chamomilla recutitata (L.) Raushert), лопух войлочный (Arctium tomentosum Mill.), крапивы двудомная и жгучая (Urtica dioica L., U. urens L.), чистотел большой (Chelidonium majus L.), ширица запрокинутая (Amaranthus retrofleus L.), лебеда садовая (Atriplex hortensis L.), марь белая (Chenopodium album L.), полынь обыкновенная (Artemisia vulgaris L.) и др.

Почти все сорные растения издавна используются человеком в качестве лекарственных средств, выручают пчеловодов. Например, «бум» популярности переживают одуванчик и пастушья сумка. Большое число видов дикорастущей флоры (более 250) имеют различные полезные свойства, из них лекарственными растениями являются синюха голубая, сосна обыкновенная, береза белая и повислая, боярышник кроваво-красный, черника обыкновенная, медуница мягенькая и др.

Многие виды являются кормовыми и пищевыми растениями, но есть и ядовитые, которые нужно уметь отличать от других — это вех ядовитый (Cicuta virosa L.), дурман обыкновенный (Datura strumonium L.), белена черная (Hyosyamus niger L.), чемерица Лобеля (Veratrum Lobelianum Beruh.), болиголов пятнистый (Conium maculatum L.), калужница болотная (Calta palustris L.) и др. Некоторые из них являются смертельно ядовитыми и в то же время пользуются популярностью в современной

народной медицине (вех ядовитый и болиголов крапчатый).

Заключение

Изучение путей реализации детского туризма показало, что для младших школьников приемлем краеведческий поход на основе оценки растительного мира промышленного города и его окрестностей. Он несёт большую познавательную нагрузку и не требует специальной спортивно-туристской подготовки участников. Ознакомление ребят с состоянием растительного покрова позволило им осознать, что хозяйственная, а также бессистемная туристско-рекреационная деятельность являются основными факторами, лимитирующими популяции редких и исчезающих видов в городской черте и за её пределами.

Считаем включение детского туризма и краеведческого подхода в образовательный процесс учащихся одним из значимых направлений в воспитании любви к родному краю и Отчизне. Данное направление вносит свой существенный вклад в формирование патриотизма младших школьников.

Список литературы

- 1. 2021 Год детского туризма [Электронный ресурс]. URL: https://kopilpremudrosti.ru/2021-god-chego-v-rossii.html#2021_Год_детского_туризма (дата обращения: 02 11 2021)
- 2. Детский эколого-туристический центр [Электронный ресурс]. URL: http://detc-biysk.ru/?page_id=57 (дата обращения: 20.11.2021).
- 3. Производственные предприятия Бийска [Электронный ресурс]. URL: https://fabricators.ru/zavody/biysk (дата обращения: 20.11.2021).
- 4. Важова Т.И., Важов В.М. Природная флора в пределах города Бийска // Геоэкология Алтае-Саянской горной страны: сб. науч. статей. Вып. 3. Горно-Алтайск, 2006. С. 222–226.
- 5. Черных О.А. Astragalus buchtormensis Pall. и Physochlaina physaloides (L.) G. Don. во флоре города Бийска Алтайского края // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: сб. науч. статей по материалам XII международной научно-практической конференции (г. Барнаул, 28–30 октября 2013 г.). Барнаул: ИП Колмогоров И.А., 2013. С. 211–213.

УДК 597.554.3

ВЛИЯНИЕ НЕЙРОСПЕЦИФИЧНОГО ДИГИДРОПИРИМИДИНАЗА-ПОДОБНОГО БЕЛКА-2 (DPYL2) НА ПИЩЕВУЮ МОТИВАЦИЮ МОЛОДИ СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ *CARASSIUS AURATUS*

¹Гарина Д.В., ¹Смирнова Е.С., ²Мехтиев А.А.

¹Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, e-mail: darina@ibiw.ru; ²Институт физиологии им. академика Абдуллы Караева НАН Азербайджана, Баку, e-mail: arifmekht@yahoo.com

Дигидропиримидиназа-подобный белок-2 (DPYL2) – нейроспецифичный белок массой 62 кДа, участвующий в развитии и поляризации нейронов, регуляции роста аксонов и клеточной миграции. Для исследования эффектов белка на процессы формирования долговременной памяти у животных используют различные модели их обучения, в том числе с пищевым подкреплением. Исследования влияния DPYL2 на пищевую мотивацию рыб до настоящей работы не проводились. В двух экспериментах исследовали влияние DPYL2, введённого в желудочек головного мозга, на пищевую мотивацию молоди серебряного карася Carassius auratus. В первом эксперименте исследовали влияние внутримозговой инъекции DPYL2 на индивидуальное потребление пищи карасями в лабиринте с пищевым подкреплением. Во втором эксперименте изучали влияние внутримозговых инъекций DPYL2 на групповое пищевое поведение карасей, питавшихся размещёнными в грунте личинками хирономид. В первом эксперименте наблюдалось достоверное постепенное увеличение потреблённого корма особями всех трёх групп (интактной, контрольной и опытной) по мере их обучения, однако при этом DPYL2 не снижал количество потребляемого корма у рыб опытной группы по сравнению с особями из группы активного контроля. Во втором эксперименте наблюдалось незначительное недостоверное снижение рационов рыб через сутки после инъекции в опыте и через двое – в контроле, однако достоверные отличия показателя у рыб двух групп отсутствуют. Полученные результаты позволяют сделать вывод об отсутствии негативного влияния DPYL2 на пищевую мотивацию рыб и, следовательно, об оправданности использования моделей обучения с пищевым подкреплением.

Ключевые слова: карась Carassius auratus, дигидропиримидиназа-подобный белок-2 (DPYL2), пищевая мотивация, обучение

INFLUENCE OF NEURO-SPECIFIC DIHYDROPYRIMIDINASE-RELATED PROTEIN 2 (DPYL2) ON FEEDING MOTIVATION OF JUVENILE GOLDFISH *CARASSIUS AURATUS*

¹Garina D.V., ¹Smirnova E.S., ²Mekhtiev A.A.

¹Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, Borok, e-mail: darina@ibiw.ru;

²Karaev Institute of Physiology of National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, e-mail: arifmekht@yahoo.com

Dihydropyrimidinase-like protein-2 (DPYL2) is a 62 kDa neuro-specific protein involved in development and polarization of neurons, regulation of axon growth and cell migration. To study the effects of protein on formation of long-term memory in animals, various models of learning, including those with food reinforcement, are used. The effect of DPYL2 on fish feeding motivation was not studied before this work. In two experiments, the effect of DPYL2 injected into the brain ventricle on the feeding motivation of juvenile goldfish Carassius auratus was investigated. In the first experiment, the effect of ICV injection of DPYL2 on the individual food consumption of goldfish in a maze with food reinforcement was studied. In the second experiment, the effect of ICV protein injection on the group fish feeding behavior feeding on chironomid larvae placed in the ground, was studied. In the first experiment significant gradual increase in food intake by individuals of all three groups (intact, control, experimental) was observed as they trained, however, DPYL2 did not reduce the amount of food consumed by fish of the experimental group compared to the individuals from the control group. In the second experiment, there was slight insignificant decrease in the ration one day after injection (experimental group) and two days later (control group), however, there were no significant differences in the parameter between two groups. The results suggest that there was no negative effect of DPYL2 on the feeding motivation in fish and, therefore, about the justification of using the learning models with food reinforcement.

Keywords: goldfish Carassius auratus, dihydropyrimidinase-like protein-2 (DPYL2), feeding motivation, training

В 1991 г. в коре головного мозга крыс был обнаружен белок, названный авторами «серотонин-модулируемый антиконсолидационный белок» (СМАБ), обладающий способностью негативно влиять на процессы обучения и формирование долговременной

памяти у животных (консолидацию следов памяти). В частности, при ежедневном введении белка в желудочек мозга за 40 мин до сеанса обучения у крыс нарушалось формирование следов памяти в многоразовой модели челночной камеры с электро-

болевым подкреплением [1], а также в условно-рефлекторной модели чередования побежек с пищевым подкреплением [2]. Было показано также негативное влияние белка на формирование долговременной памяти у костистых рыб (карпа *Cyprinus carpio* и серебряного карася *Carassius auratus*): его введение в 4-й желудочек мозга снижало способность рыб к обучению и нарушало формирование пространственной памяти у рыб в лабиринте с пищевым подкреплением [3].

Позднее применение электрофореза в денатурирующих условиях с последующей масс-спектрометрией MALDI-TOF позволило идентифицировать несколько белковых фракций, входящих в состав СМАБ. Поскольку все изученные фракции, кроме одной, оказались структурными белками, было предположено, что негативный эффект СМАБ на формирование памяти у животных вызывает фракция, идентифицированная как дигидропиримидиназаподобный белок-2 (dihydropyrimidinase-related protein 2, DPYL2, или CRMP2) [3]. Это внутриклеточный нейроспецифичный белок массой 62 кДа относится к небольшому семейству цитозольных белков, известных как медиаторы Sema3A сигналинга и нейрональной дифференциации. Биологическая функция DPYL2 – участие в развитии и поляризации нейронов, регуляции роста аксонов и клеточной миграции [4].

В опытах по обучению рыб условному рефлексу с пищевым подкреплением нами было визуально отмечено, что карпы опытной группы, которым вводили нативный DPYL2, несколько снижали пищевую активность по сравнению с особями из группы активного контроля, инъецированными инактивированным белком. В случае если бы такое влияние имело место, модели обучения рыб с пищевым подкреплением не могли бы рассматриваться как адекватные для исследования эффектов DPYL2 на формирование памяти либо должны применяться осмотрительно, с поправками на его побочные, неспецифические эффекты. Однако экспериментов, поставленных специально с целью изучения влияния DPYL2 на пищевую мотивацию у рыб, до настоящего времени поставлено не было.

Цель исследования: установить, оказывает ли DPYL2 влияние на пищевую активность молоди серебряного карася, в двух различных схемах экспериментов, моделирующих: 1) поиск и потребление корма отдельными особями в лабиринте и 2) поиск и потребление корма, расположенного в виде «кормовых пятен» в грунте, группой особей.

Материалы и методы исследования

Эксперимент 1 проводили в мае 2013 г. на молоди (0+) серебряного карася *Carassius* auratus массой 7,8-9,7 г. Эксперимент 2 проводили в феврале – марте 2020 г. на молоди (0+) серебряного карася Carassius auratus массой 7,1-10,6 г. Молодь рыб была получена из прудов экспериментальной прудовой базы ИБВВ РАН «Сунога» (п. Борок, Ярославская обл., Россия). Отловленные в сентябре особи содержались в течение осенне-зимнего периода в условиях аквариальной вплоть до начала экспериментов: в аквариуме объёмом 200 л с проточной водой, при естественном освещении, с кормлением один раз в сутки искусственным желированным кормом ad libitum. Перед началом первого эксперимента формировали 3 группы рыб: интактную, опытную и группу активного контроля, по 8 особей в каждой. Рыб помещали в индивидуальные контейнеры ёмкостью 4 л, с аэрируемой водой. Температура воды 18–19°C, освещение искусственное (10 ч «свет»: 14 ч «темнота»). Рыб в течение 7 сут акклимировали к данным условиям, кормили раз в сутки личинками Chironomus sp. ad libitum, после чего особей двух групп (опытной и контрольной) подвергали инъекции препаратов.

Инъекцию белка в 4-й желудочек головного мозга проводили микрошприцем Гамильтона под наркозом (раствор метансульфоната трикаина (MS-222), 130 мг/л воды). Рыбам опытной группы вводили нативный белок (3 и 2,7 мкг в первом и втором опытах соответственно), рыбам контрольной группы — то же количество белка, инактивированного нагреванием при 55°С в течение 40 мин. Карасям из интактной группы СМАБ не вводили. Обучение рыб в лабиринте (первый опыт) и исследование пищевого поведения рыб (второй опыт) начинали через 24 ч после инъекции.

Эксперимент 1

Схема лабиринта представлена на рис. 1. Корм (20 личинок хирономид) размещали в конце левого коридора. Рыбу помещали в стартовую камеру, затем открывали заслонку, преграждающую выход из камеры, и включали аналоговую видеокамеру Quadro-Hamy HOME (Китай), расположенную над аквариумом. Поведение особи регистрировали в течение 10 мин после открытия заслонки в стартовой камере, после чего видеорегистрацию заканчивали, особь изымали из установки, остатки корма подсчитывали, помещали следующую и т.д. В сутки проводили один сеанс обучения, всего провели 7 последовательных сеансов.

Рассчитывали среднее значение рациона для каждого временного интервала (n = 8) и всего периода наблюдения после инъекции (n = 56).

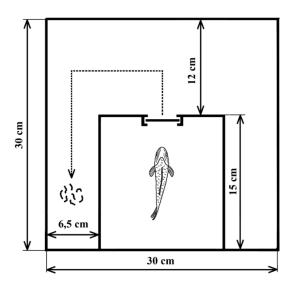


Рис. 1. Схема экспериментальной установки (вид сверху)

Эксперимент 2

Для второго эксперимента были сформированы две группы рыб, по три особи. Группы помещали в два одинаковых аквариума экспериментальной установки для адаптации к условиям эксперимента. Экспериментальная установка представляла собой два непроточных аквариума размером $116\times43\times23$ см, с укреплёнными над ними зеркалами. Около левой стороны аквариума размещалась стартовая камера размером $13\times13\times16$ см, изготовленная из дели, натянутой на каркас. На дне аквариумов грунт — речной песок слоем 2–3 см. Освещение обеспечивалось лампами дневного света. Режим освещения: 12 час «свет» — 12 час «темнота». Температура воды +21...+23°C.

После адаптации в течение двух недель рыбам обеих групп делали инъекцию препаратов по схеме, описанной выше. Через 1 ч после инъекции начинали эксперимент. Корм (40 личинок хирономид) размещали на пяти ситечках (8 см в диаметре), по 8 экз. на каждом. Перед началом эксперимента «кормовые пятна» закапывали в грунт. После окончания эксперимента подсчитывали количество несъеденных личинок хирономид на ситечках. Последующие опыты проводили через 24, 48, 72 и 96 ч после инъекции. Через неделю после первой инъекции делали повторную инъекцию и проводили опыт по той же схеме и т.д. в течение пяти недель. Число наблюдений для каждого временно́го интервала суммировалось и составило таким образом 5 значений. Рассчитывали среднее значение рациона для каждого временного интервала (n=5) и всего периода наблюдения (n=10 до инъекции и n=25 после инъекции).

Данные обрабатывали статистически с использованием приложения Excel программы MS Office 2016 и Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США). Статистическую значимость различий рационов рыб интактной, контрольной и опытной групп оценивали в первом эксперименте с помощью одно- и двухфакторного дисперсионного анализа ANOVA; контрольной и опытной групп во втором эксперименте – с помощью непараметрического критерия Манна – Уитни, при уровне значимости 0.05 ($p \le 0.05$).

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты первого эксперимента показывают, что на количество съеденного карасями корма в лабиринте инъекция DPYL2 не влияет. Так, средний рацион особи карася за 7 дней наблюдения составил $4,6\pm0,5,\ 4,6\pm0,7$ и $4,3\pm0,7$ экз. хирономид у интактных, контрольных и опытных рыб соответственно (F = 0.12, df = 2, p = 0.89). Авторы проанализировали также с помощью двухфакторного дисперсионного анализа средние рационы у рыб трёх групп по дням. Было установлено, что инъекция белка не оказывает значимого эффекта на показатель: F = 0.09, df = 2, p = 0.91. Однако наблюдается достоверная связь количества съеденного корма с интервалом наблюдения: F = 2,74, $d\bar{f} = 6$, p = 0,015. У рыб всех трёх групп наблюдается постепенное возрастание рационов (рис. 2).

Результаты второго экспериментакже свидетельствуют что DPYL2 не влияет на пищевую мотивацию рыб. Значения средних рационов у рыб интактных групп достоверно не различались: $24,1\pm 1,0$ и $25,1\pm 1,2$ экз. у первой и второй групп соответственно (p > 0.05). В то же время средний рацион рыб за весь период наблюдения составил $26,0\pm0,9$ и $27,4\pm0,9$ экз. в контроле и опыте соответственно (p > 0.05). Наименьшее значение показателя наблюдается через сутки после инъекции в опыте и через двое в контроле: 25.0 ± 2.7 и 23.8 ± 3.0 экз. соответственно (p > 0.05) (рис. 3).

Таким образом, авторы проанализировали эффект инъекции DPYL2 на пищевую мотивацию рыб в двух экспериментах с различными схемами и в обоих получили отрицательные результаты.



Рис. 2. Динамика изменения рационов у карасей различных групп в первом эксперименте

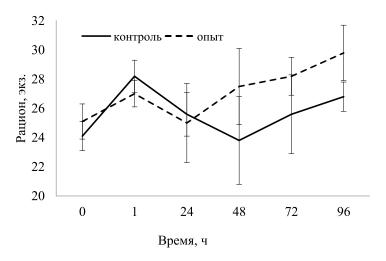


Рис. 3. Динамика изменения рационов у карасей различных групп во втором эксперименте

Влияние DPYL2 на формирование пространственной памяти у молоди серебряного карася было описано нами ранее. Было продемонстрировано, что на динамику выработки пространственного навыка у рыб – нахождение корма в определённом месте лабиринта, - инъекция белка оказывает выраженное негативное воздействие. Так, если среднее за всё время обучения число рыб, находивших корм в лабиринте, составило 53% и 42% в интактной и контрольной группах соответственно, то в опытной только 16% [3]. Исходя из этого, авторы предположили, что в первом эксперименте способность рыб к обучению и запоминанию маршрута к корму могла повлиять на количество съеденного карасями корма. Тем не менее динамика прироста среднего рациона у рыб контрольной и опытной групп в лабиринте по мере обучения свидетельствует о том, что существенных различий по этому показателю у особей двух групп нет. Возможно, некоторое снижение потребления пищи у рыб, визуально наблюдаемое в экспериментах по влиянию DPYL2 на обучение и долговременную память, было связано с самой процедурой инъекции, что авторы и проверили во втором эксперименте: у рыб опытной группы незначительное снижение рациона происходило на первые сутки, а у рыб контрольной группы — на вторые сутки, и это снижение было статистически недостоверным в обоих случаях.

В регуляции энергетического гомеостаза и потребления пищи у животных задействованы несколько популяций нейронов, локализованных преимущественно в структурах гипоталамуса. Существуют ориксигенные, возбуждающие аппетит, и анориксигенные,

снижающие потребление пищи и вес тела, нейропептиды. К первой группе относится агути-родственный пептид, AgRP, нейроны которого локализованы в аркуатном ядре гипоталамуса [5, 6]. Этими же нейронами синтезируется другой пептид, нейропептид Y (NPY), оказывающий стимулирующее действие на потребление пищи животным с помощью другого, отличного от AgRP механизма. Активность AgRPи NPY-нейронов ингибируется гормонами лептином, инсулином и РҮҮЗ-36 и стимулируется гормоном грелином [6]. Рядом с этими клетками находятся нейроны, которые экспрессируют проопиомеланокортин (POMC), предшественник полипептида, из которого синтезируются меланокортины, такие как α-меланоцит стимулирующий гормон (α-MSH). Активация меланокортиновых рецепторов приводит к ингибированию потребления пищи [7]. Список биологически активных веществ, участвующих в регуляции пищевого поведения животных, в последние десятилетия постоянно расширяется. Несмотря на эволюционную консервативность механизмов, регулирующих потребление пищи животными, нейроэндокринные регуляторные механизмы рыб имеют свою специфику [8]. К настоящему времени опубликовано уже достаточно много обзоров, в которых авторы обобщают сведения, касающиеся регуляции пищевого поведения и энергетического гомеостаза у костистых рыб [8-10]; в то же время экспериментальная работа по получению новых сведений продолжается.

В доступной им литературе авторы не нашли свидетельств того, что DPYL2 может прямо или косвенно влиять на пищевые реакции рыб. В опытах на крысах в условнорефлекторной модели чередования побежек с пищевым подкреплением, в эксперименте с регистрацией количества съеденных пищевых шариков также не было выявлено влияния DPYL2 на уровень пищевой мотивации [2]. Таким образом, корм как подкрепляющий стимул может быть использован без ограничений в опытах по исследованию влияния DPYL2 на обучение и формирование памяти у рыб. Использование различных подходов и схем поведенческих экспериментов на разных видах животных позволит получить более полные сведения относительно роли этого белка в механизмах формирования долговременной памяти.

Заключение

- 1. Введение белка DPYL2 в желудочек мозга серебряным карасям в дозе, вызывающей выраженное негативное воздействие на долговременную память, не влияет на их пищевую мотивацию.
- 2 Полученные результаты позволяют обоснованно использовать корм как стимул обучения для рыб в опытах по исследованию белка на формирование памяти.

Авторы выражают благодарность за техническую помощь в работе канд. биол. наук А.К. Смирнову.

Работа выполнена за счёт средств федерального бюджета на выполнение госзадания № AAAA-A19-119102890013-3.

Список литературы

- 1. Guseinov Sh.B., Mekhtiev A.A. Studies of the role of serotonin-modulating anticonsolidation protein in memory formation in rats in a shuttle box. Neuroscience and Behavioral Physiology. 2013. Vol. 43. No. 5. P. 551–556. DOI: 10.1007/s11055-013-9770-8.
- 2. Mekhtiev A.A., Panakhova E.N., Rashidova A.M., Guseynov Sh.B. Engagement of serotonin-modulating anticonsolidation protein in memory formation and suppression of drug addiction and epileptic seizures / Ming D. Li (ed). New developments in serotonin research. 2015. Nova Science Publishers, New York. P. 123–143.
- 3. Garina D.V., Bolshakov V.V., Toropygin I.Y., Mekhtiev A.A., Andreeva A.M. The role of neuro-specific dihydropyrimidinase-related protein 2 (dpyl2) in spatial memory formation in teleosts. Regulatory Mechanisms in Biosystems. 2018. Vol. 9. No. 1. P. 11–14. DOI: 10.15421/021802.
- 4. Schmidt E.F., Strittmatter S.M. The CRMP family of proteins and their role in Sema3A signaling. Advances in Experimental Medicine and Biology. 2007. Vol. 600. P. 1. DOI: 10.1007/978-0-387-70956-7.
- 5. Flier J.S. AgRP in energy balance: will the real AgRP please stand up? Cell Metabolism. 2006. Vol. 3. No. 2. P. 83–85. DOI: 10.1016/j.cmet.2006.01.003.
- 6. Morton G.J., Cummings D.E., Baskin D.G., Barsh G.S., Schwartz M.W. Central nervous system control of food intake and body weight. Nature. 2006. Vol. 443. No. 7109. P. 289–295. DOI: 10.1038/nature05026.
- 7. Zhan C. POMC neurons: feeding, energy metabolism, and beyond. In: Wu Q., Zheng R. (eds) Neural Regulation of Metabolism. Advances in Experimental Medicine and Biology. 2018. Vol. 1090. Springer, Singapore. DOI: 10.1007/978-981-13-1286-1_2.
- 8. Kuzmina V.V. The regulatory mechanisms of feeding behavior in fish. Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. 2019. Vol. 55. No. 1. P. 1–13. DOI: 10.1134/S0022093019010010.
- 9. Volkoff H. The neuroendocrine regulation of food intake in fish: a review of current knowledge. Frontiers in Neuroscience. 2016. Vol. 10. article 540. DOI: 10.3389/fnins.2016.00540.
- 10. Soengas J.L., Cerdá-Reverter J.M., Delgado M.J. Central regulation of food intake in fish: an evolutionary perspective. Journal of Molecular Endocrinology. 2018. Vol. 60, No. 4. P. 171–199. DOI: 10.1530/JME-17-0320.

УДК 631.452:633.11

ВЛИЯНИЕ ПОЛИВОВ МИНЕРАЛИЗОВАННЫМИ ВОДАМИ НА АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ

Дармонов Е.Д., Юлдашев Г., Турдалиев А.Т.

Ферганский государственный университет, Фергана, e-mail: avazbek1002@mail.ru

В статье приведено, что в условиях Ферганской долины обоснована возможность использования коллекторно-дренажных вод с минерализацией до 4,2 г/л хлорид-сульфатного типа для поливов пшеницы сорта «Половчанка» на орошаемых луговых сазовых почвах среднесуглинистого механического состава. Доказаны процессы влияния минерализованных вод, подаваемые на поливы пшеницы, на агробиологические особенности и урожайность пшеницы и других свойств орошаемых луговых сазовых почв и определены нормы полива и качества подаваемых вод типа хлорид-сульфатных, различно минерализованных коллекторно-дренажных для пшеницы сорта Половчанка. Почвы опытного участка в прошлом характеризовались как лугово-аллювиальные, а в настоящее время эти почвы перешли, то есть эволюционировали, в староорошаемые луговые сазовые, где обнаруживается напорность и хлоридно-сульфатный тип минерализации грунтовых вод. Кроме того, поливы минерализованными водами привели к некоторым изменениям в морфологии почв, а именно наличие элювиальных фрагментов физической глины в средней части профиля. Наличие ярких пятен карбонатной пропитки и гипсовых новообразований, где поливы даны только минерализованными водами, несмотря на это явных признаков солонцеватости не обнаружена. Но наблюдаются едва заметные признаки миграции органических веществ и илистых фракций.

Ключевые слова: луговые почвы, аккумуляция, почвенный раствор, урожайность, пшеница, минерализованные воды, полив, засоления, солонцеватость

INFLUENCE OF IRRIGATION WITH MINERALIZED WATER ON AGROBIOLOGICAL FEATURES AND WHEAT YIELD

Darmonov E.D., Yuldashev G., Turdaliev A.T.

Fergana State University, Fergana, e-mail: avazbek1002@mail.ru

The article shows that, under the conditions of the Fergana Valley, the possibility of using collector-drainage waters with a salinity of up to 4.2 g/l of chloride-sulphate type for irrigation of Polovchanka wheat on irrigated meadow saz soils of medium loamy texture is substantiated. The processes of the influence of saline waters supplied for irrigation of wheat, on the agrobiological characteristics and productivity of wheat and other properties of irrigated meadow saz soils have been proved, and the norms of irrigation and the quality of the supplied waters, such as chloride-sulfate, variously mineralized collector-drainage waters for wheat of the Polovchanka variety, have been determined. The soils of the experimental site in the past were characterized as meadow-alluvial, but now these soils have passed, that is, they have evolved into old-irrigated meadow saz, where the pressure head and chloride-sulfate type of groundwater mineralization are found. In addition, irrigation with saline waters led to some changes in soil morphology, namely, the presence of eluvial fragments of physical clay in the middle part of the profile. The presence of bright spots of carbonate impregnation and gypsum new formations, where irrigation was given only by mineralized waters, despite this, no clear signs of solonetzicity were found. But there are barely noticeable signs of migration of organic matter and silt fractions.

Keywords: meadow soils, accumulation, soil solution, yield, wheat, saline waters, irrigation, salinization, solonetziness

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на исследование образования и эволюции почв под влиянием коллекторно-дренажных вод, определение изменения плодородия в орошаемое земледелие, морфогенетическое строение, современное состояние плодородие и защита от отрицательных процессов, влияющих на них. В этом направлении влияние на засоление орошаемых почв под влиянием коллекторно-дренажных вод, определение миграции и аккумуляции, динамики солей, улучшение эколого-мелиоративное состояние, повышение плодородии и их охрана, получению качественного зерна уделяется особое внимание.

В Центральной Фергане при средней степени минерализации и слабого стока ми-

нерализованных 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 [1].

В поливных условиях содержание солей в поливных водах в количестве 1–1,5 г/л служит дополнительным источником аккумуляции солей в почвах. При этом нарушается солевое равновесие и качество. Ясно одно – простые соли в почвах, несмотря на их подчиненное положение, влияют на энергетику почв и почвообразования, на физические, химические и биогеохимические свойства. Так же сильно влияют на протекающие в почве различные процессы [2, 3].

Цель исследования: определить состояние коллекторно-дренажных, смешанных

вод различной минерализации и урожайность пшеницы под влиянием поливов минерализованными дренажными водами на орошаемых луговых сазовых среднесуглинистых почвах.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования выбраны орошаемые луговые сазовые среднесуглинистые почвы и коллекторно-дренажные воды Центральной Ферганы, а также пшеница сорта «Половчанка». Предметом исследований являются влияние поливов минерализованной водой на ионный состав и изменения сухого остатка, агрохимических и физико-химических свойств почв, на агробиологические свойства пшеницы, с учетом ее требования к качеству минерализованной воды.

Полевые и лабораторные исследования проведены по «Методике полевых вегетационных опытов», агрохимические и гидрохимические исследования по методике, методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах. Статистический анализ полученных данных выполнен в компьютерной программе «Microsoft Excel», а также дисперсионным методом Б.А. Доспехова.

Результаты исследования и их обсуждение

В наших почвах емкость катионного обмена составляет 9–10 мг-экв. на 100 г почвы. Поглощающий комплекс насыщен кальцием до 5–6 мг-экв., который при орошении минерализованными водами довольно легко вытесняется натрием и магнием. Под влиянием этого процесса вновь образуется сернокислая соль кальция, т.е. гипс.

Средняя минерализация как дренажных, так и коллекторно-дренажных и смешанных вод колеблется в интервале 2,85–4,80 г/л. (табл. 1), они опасные с точки зрения засоления почв, и они относятся к группе солоноватые, где их минерализация оценивается как ниже 5 г/л. Во все годы исследования нами проведены по 3 вегетационных полива, количество и качество их было близким с учетом этого положения, нами эти данные усреднены для каждого вегетационного периода по годам, из которых видно, что в этих водах отсутствует нормальная сода. В арычных водах показатели как анионов, так и катионов низкие по сравнению минерализованными водами. Например, гидрокарбонаты, содержание которых в арычных водах колеблется в интервале 0,0055-0,072 г/л, тогда как в минерализованных водах составляет 0,220-0,261 г/л. Аналогичная ситуация наблюдается по хлору, сульфатам, а также катионам. Ожидались высокие показатели, характерные для сульфатов, которые в минерализованных водах содержатся в пределах 1,30-1,72 г/л.

Следует отдельно подчеркнуть, что содержание магния близко с кальцием. Содержание магния варьирует в пределах 0,165-0,250 г/л, а кальция 0,258-0,320 г/л.

И все же под воздействием минерализованных вод постепенно происходит засоление почв, а отрицательное влияние засоления почв проявляется не только в виде токсического действия солей, но и в виде изменения физико-химических свойств почв, повышения щелочности и ухудшения водно-физических свойств, снижения урожайности некоторых сельскохозяйственных культур.

Таблица 1

Средний химический состав поливных вод, г/л

Воды	ПО#	GO "	1100 /	CII	GO. #	G #	3.6 #	17.⊥	>T ±		мг/л	
	"ПО"	CO ₃ "	HCO ₃ ′	Cl'	SO ₄ "	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K^+	Na ⁺	NH ₄ ⁺	NO ₃ ′	P_2O_5
2016 г.												
Арычные	0,925	нет	0,066	0,09	0,555	0,115	0,058	0,031	0,041	10	9	3,5
Дренажные	4,210	след.	0,252	0,220	1,550	0,275	0,240	0,090	0,141	15,1	14,1	4,9
Коллекторные	2,850	нет	0,220	0,120	1,305	0,258	0,165	0,071	0,131	10,20	8,15	2,5
Смешанные	3,501	нет	0,230	0,150	1,438	0,265	0,201	0,80	0,135	12,10	10,15	2,7
					2017	Γ.						
Арычные	1,105	нет	0,072	0,08	0,630	0,120	0,068	0,035	0,051	11,0	8,5	3,0
Дренажные	4,800	след.	0,261	0,230	1,624	0,285	0,250	0,085	0,162	14,1	19,1	4,0
Коллекторные	3,420	нет	0,240	0,180	1,458	0,310	0,170	0,070	0,184	11,2	9,1	2,8
Смешанные	2,810	нет	0,220	0,140	1,544	0,265	0,211	0,072	0,152	12,1	8,5	3,0
					2018	Γ.						
Арычные	0,845	нет	0,055	0,09	0,648	0,120	0,071	0,024	0,050	10,0	8,0	2,5
Дренажные	4,02	след.	0,240	0,235	1,718	0,280	0,245	0,084	0,172	13,1	19,0	3,5
Коллекторные	2,90	нет	0,230	0,200	1,444	0,320	0,180	0,061	0,155	10,2	10,0	3,0
Смешанные	3,25	нет	0,220	0,168	1,614	0,290	0,220	0,072	0,161	12,3	9,0	2,8

Поэтому, изучая возможности использования минерализованных вод для орошения, нельзя ограничиться только констатацией получения урожая при поливе почвы водами той или иной концентрации солей. Необходимо в каждом отдельном случае, на конкретных почвенно-климатических условиях изучать почвенные и агробиологические процессы, для этого следует создать и изучать цифровую карту [4].

В условиях близких к нашим, на суглинистых почвах, возможность применения для орошения минерализованных вод ограничивается рядом причин, таких как уровень залегания грунтовых вод, механический состав, химическое состояние почв, состав растений и другие.

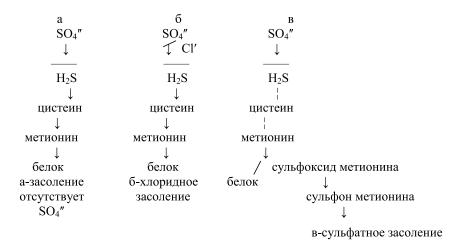
Несмотря на это, основная проблема при использовании минерализованных вод для орошения в этих районах предупреждение засоления орошаемых земель [5-7], где биогеохимические условия таковы, что они способствуют обогащению природных вод и почв солями кальция, в том числе гипсом, в результате которого исключается опасность осолонцевания почв. Для разных условий предельно допустимая концентрация солей минерализованных вод различена. С поднятием уровня залегания грунтовых вод возможность полива минерализованными водами снижается. В таком положении грунтовые воды служат источником засоления почв. При этом чем выше уровень грунтовых вод, тем выше засоление почв, но это положение не всегда оправдано тем, что засоление почв зависит так же и от концентрации грунтовых вод. Чем выше уровень грунтовых вод, тем меньше мощность почвенного слоя. Практика показывает, что при уровне грунтовых вод 1,5-3,0 м соли накапливаются в основном в слое почве мощностью до 60 см,

а при более глубоком залегании грунтовых вод – в слое мощностью 100 см.

В этих условиях вымытые соли во время полива, из пахотного слоя снова возвращаются капиллярными движениями от грунтовых вод. В полевых условиях, создание промывного режима связано с нормой орошения, где промывной режим орошения в вегетационный период не всегда оправдан. Это связано с вымыванием питательных элементов и воднорастворимого гумуса, которые все же приводят к некоторому, снижению урожая сельскохозяйственных культур, из-за нарушения питательного режима растений и физико-химических свойств почв.

В пользу использования минерализованных вод повышенной минерализации можно приводить данные зарубежных авторов, которые приведены [8], где сахарная кукуруза, лён, хлопчатник дали повышенный урожай при сульфатной минерализации. Тот же автор пишет, что роль серы в нормальном метаболизме общеизвестна.

Она имеет первостепенное значение в жизнедеятельности растений, является составной частью многих компонентов клетки, играет важную роль в свойствах и структурных превращениях белковой молекулы, в окислительно-восстановительные процессы и энергетическом обмене клетки. Метаболизм серы представляется в нижеследующем виде [8]. В целом растения нуждаются наряду с другими практически во всех ионах водной вытяжки в том или ином количестве. Эти ионы в растениях выполняют различные метаболические роли. Например, калий и натрий изменяют активность ферментов, а хлор участвует в фотосинтетической, деятельности, а также создании урожая. В присутствии высоких концентраций серы наблюдается снижение биосинтеза, серосодержащих аминокислот и включение серы в белки.



В клетках синтез осуществляется за счет прямого действия избытка сульфатов на активность соответствующих ферментов по принципу обратной связи. Очевидно, вновь образованная серная кислота вновь вернется в начальную стадию образования аминокислот и белков в группу а.

Эта схема работает в определенных интервалах содержания сульфатов в растворе, выше которого отрицательно действует на этот процесс. Но и недостаток серы тоже влияет на процесс образования серосодержащих аминокислот, в том числе белков. Исследованные нами воды, которые использовались, для полива пшеницы сорта «Половчанка», по общей минерализации относятся к группе слабоминерализованных, где содержание плотного остатка колеблется в интервале 2,8-4,8 г/л, а по анионному составу к типу сульфатной минерализации, где отношение $\tilde{\mathrm{Cl}}: \hat{\mathrm{SO}}_{\scriptscriptstyle{4}}$ колеблется в интервале 0,12-0,19. Полевые исследования проведены с 2016 по 2018 г. Ежегодно осенью были проведены посевы пшеницы сорта «Половчанка». Влияние поливов на фенологические показатели и урожайности пшеницы приведены в табл. 2.

Из представленных в таблице данных видно, что минерализованные воды различной степени засоления влияют на рост, развитие и урожайность пшеницы по-разному. Так, например наибольший рост растений характерен для четвертого варианта, где высота пшеницы в фазе зрелости достигает 110,4–114,3 см. Примерно такая же зако-

номерность наблюдается и в предыдущие фазы роста. На второе место по этим показателям выходит вариант, где поливы проведены только коллекторными водами. Во все годы исследования, проведены по три полива с вышеуказанными концентрациями поливных вод. Агротехника возделывания принята как в фермерском хозяйстве. Все же, на наш взгляд, обнаруживается интересный факт, то есть ожидали, что полив минерализованной водой определенно снижает урожай пшеницы, как в хлопчатнике ([9] и др.). Оказалось, что не все минерализованные воды отрицательно влияют на урожайность пшеницы. Нами обнаружено, что количество зерна пшеницы и соломы под влиянием смешанных коллекторно-дренажных и речных вод с минерализацией до 3,8 г/л не только не снижает урожай пшеницы сорта «Половчанка», но и увеличивает его по сравнению с контролем, где поливались только арычными (речными) водами с концентрацией воднорастворимых солей до 1,1 г/л. Можно предполагать, что при поливе минерализованной водой пшеницы повышается количество воднорастворимой серы в почве, которая в настоящее время включается в состав питательных элементов растений. Следовательно, улучшается питательный режим пшеницы в отношении серы. Кроме того, не исключено, что положительное влияние орошения минерализованной водой на рост и развитие, а также урожайность пшеницы сорта «Половчанка» объясняется относительной сбалансированностью ионов в поливных водах.

Таблица 2 Изменение роста, развитие и вес 1000 семян пшеницы под влиянием поливов минерализованными водами

7	- 1 1		Фазы разі	вития, см		
Варианты	Минерали- зация, г/л	Трубко- вание	Колосо- вание	Молочно- восковая спелость	Зрелость	Вес 1000
			2016 г.			
1.	0,92	81,0	35,0	97,5	100,1	42,8
2.	4,20	84,5	33,3	98,8	101,2	42,2
3.	2,80	90,5	103,0	105,3	110,4	42,1
4.	3,50	98,4	111,9	108,4	114,3	42,7
			2017 г.			
1.	1,10	79	90,0	92,5	98,1	41,8
2.	4,80	81,5	90,1	94,4	100,3	42,0
3.	3,42	90,1	95,8	99,4	101,4	42,1
4.	3,80	94,3	101,9	103,0	110,1	42,8
			2018 г.			
1.	0,85	96,3	110,7	107,4	110,4	42,6
2.	4,02	85,5	95,6	95,5	92,3	42,0
3.	2,90	93,3	96,5	98,4	102,3	42,8
4.	3,25	95,4	110,9	105,4	111,2	42,8

Таблица 3

Урожайность пшеницы, ц/га за 3 года

Варианты	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Средняя
1	$\frac{43.0^{x}}{58.2^{xx}}$	$\frac{41,0}{56,3}$	$\frac{45,3}{68,7}$	43,1 61,07
2	$\frac{40,8}{58,8}$	$\frac{36,5}{49,3}$	$\frac{36,3}{58,4}$	37,9 55,50
3	$\frac{42,2}{66,5}$	$\frac{41,6}{62,4}$	$\frac{39,6}{64,2}$	41,2 64,37
4	$\frac{44,9}{64,7}$	$\frac{44,2}{63,8}$	$\frac{44,3}{71,8}$	44,5 66,77

 $HCP = \pm 1.07 \text{ H/} \Gamma a$. х) зерно; хх) солома.

В целом за три года урожайность пшеницы (табл. 3) в варианте с поливами смешанной водой составила 44,5 ц/га, тогда как на контрольном, варианте составляет 43,1 ц/га. Следовательно, размещение сельскохозяйственных культур и урожайность определяет допустимость концентрации поливных вод [10], от которых зависит и качество пшеницы.

Но особо следует подчеркнуть, что в варианте с поливами только дренажной водой урожайность снижается и составляет 37.9 ц/га.

Математико-статистическая обработка полученных данных показывает, что при средней урожайности (в среднем за 3 года по опыту) 41,65 ц/га среднеквадратичное отклонение составляет ±2,8, коэффициент вариации составляет ±6,9, коэффициент корреляции с плотным остатком почвы (среднее в слое 0–100 см, за три года 1,21 %) составляет 0,58, то есть связь положительная средней тесноты.

Заключение

В результате поливов пшеницы сорта Половчанка с водами указанного состава и типа в среднем за три года получен урожай зерна порядка 37,9-44,5 ц/га, на варианте с поливами только речными водами 43,1 ц/га, а на втором варианте, где поливы были проведены только дренажными водами, урожай зерна составил 37,9 ц/га, то есть наблюдается явное отрицательное влияние минерализации и химического состава дренажных вод, где рентабельность тоже низкая и составляет 19,5%, в последующих вараинтах (3, 4) этот показатель варьирует в пределах 26,2-3,9%.

Динамика роста пшеницы также зависела от варианта поливов, высота растений снизилась с увеличением минерализации поливной воды, на формирование урожая зерна и соломы минерализация поливных вод оказали существенное влияние, особенно в варианте с поливами дренажной водой. Несмотря на это, результаты исследования подтвердили целесообразность полива минерализованной водой с минерализацией до 3,8 г/л на среднесуглинистых почвах в годы острого дефицита арычной воды, что позволило получение довольно высокого урожая зерна и порядка 44,5 ц/га.

Список литературы

- 1. Турдалиев А.Т., Юлдашев Г. Геохимия педолитных
- почв: монография. Т., 2015. С. 200. 2. Turdaliev A., Yuldashev G., Askarov K., Abakumov E. Chemical and Biogeochemical Features of Desert Soils of the Central Fergana. Agriculture (Pol'nohospodárstvo). Vol. 67 (Issue 1). P. 16–28. DOI: 10.2478/agri-2021-0002.
- 3. Воеводина Л.А. Влияние капельного орошения минерализованными водами на свойства черноземных почв // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2021. № 1 (01). C. 1–11.
- 4. Сухачева Е.Ю., Ревина Я.С. Цифровая почвенная карта Южного берега Крыма // Почвоведение. 2020. № 3. C. 389-397.
- 5. Эшпулатов Ш.Я. Влияние оросительных вод на плодородие светлых сероземов // Актуальные вопросы современной науки. 2014. N2 . С. 25–28.
- 6. Махкамова Д.Ю., Қурбонов М.М. Кузги дондуккакли экинларини тупрок унумдорлигига таъсири. М.Т. 2019. 412-415 б. (Махкамова Д.Ю., Курбанов М.М. Влияние озимых зерновых культур на плодородие почвы. М. Т. 2019, C. 412-415).
- 7. Askarov K., Musaev I. Geochemical barriers in irrigated soils and the impact of them on plants. European Journal of Molecular & Clinical Medicine. 2020. Vol. 7. P. 3082–3089.
- 8. Строганов Б.П., Кабанов В.В., Шевякова Н.И. Современное состояние проблемы солеустойчивости растений // Использование минерализованных вод для орошения. М., 1973. C. 46-66.
- 9. Юлдашев Г. Изменение свойств почв под влиянием поливов минерализованными водами: автореф. дис. ... канд. сельхоз. наук. Ташкент, 1978. 24 с.
- 10. Тешаев Ш., Халиков Б., Кузиев Р. и другие. Рекомендации по агротехнологиям размещения и выращивания сельскохозяйственных культур на малоплодородных почвах Андижанской, Наманганской и Ферганской областей. Ташкент, 2017. 71 с.

УДК 581.9:502.752(470.316)

ФЛОРА ООПТ ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ «ГОРЕЛОВСКИЙ СОСНОВЫЙ БОР» (БРЕЙТОВСКИЙ РАЙОН ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ)

Гарин Э.В., Крылова Е.Г.

ФГБУН «Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина» РАН, пос. Борок Некоузского р-на Ярославской обл., e-mail: GarinEV@mail.ru

В статье приводятся результаты инвентаризации и анализа флоры ООПТ памятник природы «Гореловский сосновый бор». В результате исследований было отмечено 202 вида сосудистых растений из 138 родов, относящихся к 57 семействам и 28 порядкам, список которых прилагается. Сосудистые растения приведены в таксономическом порядке с опорой на систему APG IV, по адаптированной для Ярославской области схеме. Ведущими семействами являются Роасеае, Asteraceae, Rosaceae, Polygonaceae и Lamiaceae. В списке флоры преобладают многолетние травянистые виды, доминирующей экогруппой являются мезофиты, по беретам реки и водохранилища, на низких лесных участках преобладают гигрофиты и гигромезофиты. Анализ жизненных форм показал ведущую роль гемикриптофитов, по географической структуре в зональном отношении преобладают бореальные виды, в региональном отношении доминируют голарктические и евроазитские. В список видов вошли также водоросли, грибы, печеночники и мохообразные. Представленный материал может быть использован для дальнейшего мониторинга состояния ООПТ, учитывая хозяйственную и рекреационную нагрузку, а также для сравнения списочного состава и состояния флоры других подобных ей по структуре ООПТ.

Ключевые слова: ООПТ, памятник природы, Ярославская область, флора, структура флоры

FLORA PROTECTED AREAS NATURAL MONUMENT «GORELOVSKY SOSNOVY BOR» (BREITOVSKY DISTRICT, YAROSLAVL REGION)

Garin E.V., Krylova E.G.

I.D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, Borok, Nekouz District, Yaroslavl region, e-mail: GarinEV@mail.ru

The article presents the results of the inventory and analysis of the flora of the protected areas of the natural monument «Gorelovsky sosnovy bor». As a result of the research, 202 species of vascular plants from 138 genera were noted, belonging to 57 families and 28 orders, the list of which is attached. Vascular plants are listed in taxonomic order based on the APG IV system, according to the scheme adapted for the Yaroslavl region. The leading families are: Poaceae, Asteraceae, Rosaceae, Polygonaceae, and Lamiaceae. Among the flora, perennial herbaceous species prevail, the dominant ecogroup is mesophytes, along the banks of the river and reservoir, hygrophytes and hygromesophytes prevail in low forest areas. The analysis of life forms showed the leading role of hemicryptophytes; in terms of geographic structure, boreal species predominate in zonal terms, Holarctic and Eurasian species predominate in regional terms. The list of species also includes algae, fungi, liverworts and bryophytes. The presented material can be used for further monitoring of the state of protected areas, taking into account the economic and recreational load, as well as for comparing the list composition and state of flora of other protected areas similar to it in structure.

Keywords: protected areas, natural monument, Yaroslavl region, flora, structure of flora

Сохранение природной среды – актуальная проблема современности. Наряду с другими природоохранными мерами важным является выделение особо охраняемых природных территорий (ООПТ). настоящее время создается система ООПТ, связанных между собой функционально и территориально по концепции «экологических сетей». Основными задачами её является сохранение биологического и ландшафтного разнообразия, а также сотрудничество с местным населением, анализ экономических и социальных выгод от ООПТ. Задачей памятников природы служит полная охрана уникальных, невосполнимых, ценных в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношениях природных комплексов.

Особо охраняемая природная территория (ООПТ) регионального значения памятник природы «Гореловский сосновый бор» была создана 27 мая 1993 г. в соответствии с Решением Малого совета народных депутатов Ярославской области двадцать первого созыва от 27.05.1993 № 118. Позднее охранный статус был подтверждён Постановлениями правительства Ярославской области от 01.07.2010 № 460-п, от 26.11.2013 № 1539-П и от 02.11.2017 № 823-п [1]. В настоящее время ООПТ в соответствии с международным статусом относится к ключевым орнитологическим территориям и занимает площадь 110,1 га. Северная граница проходит по береговой линии Рыбинского водохранилища, восточная - по мелиоративной канаве, расположенной северо-восточнее с. Горелово, южная — по полосе отвода дороги Шестихино — Брейтово до границы с. Горелово, по северной границе с. Горелово, совпадающей с южной границей 207 квартала Ситского участкового лесничества ГКУ ЯО «Брейтовское лесничество» (бывшее Лацковское лесничество).

Инвентаризации флоры на этой территории ранее не проводилось. Территория испытывает умеренную антропогенную нагрузку: ливневый сток с трассы Шестихино — Брейтово, сбор грибов и ягод, рекреационное использование береговой линии реки Чеснавы и Рыбинского водохранилища.

Цель исследования — инвентаризация и анализ флоры памятника природы «Гореловский сосновый бор».

Материалы и методы исследования

Изучение флоры ООПТ проводилось маршрутным методом в июле - сентябре 2017 и 2018 гг. Составлен список видов, произрастающих на территории ООПТ Памятник природы «Гореловский сосновый бор», где таксоны приводятся с опорой на современные таксономические обзоры [2-5] по адаптированной для Ярославской области схеме [6]. В список видов вошли водоросли, грибы, печёночники и мохообразные. Видовую принадлежность гербарных образцов определяли с помощью «Флоры Средней полосы Европейской части России» [7]. Анализ флоры проводили по классической схеме, используемой нами ранее [8].

Результаты исследования и их обсуждение

В составе флоры отмечено 202 вида сосудистых растений из 138 родов, относящихся к 57 семействам и 28 порядкам. Представлены отделы плаунообразные (Lycopodiophyta), папоротникообразные (Polypodiophyta) и семенные (Spermatophyta) (табл. 1).

Таблица 1 Таксономическая структура флоры ООПТ

Отдел	Видов	Класс	Видов
Lycopodiophyta	2	Lycopodiopsida	2
Polypodiophyta	13	Equisetopsida	5
		Polypodiopsida	8
Spermatophyta	187	Pinopsida	3
		Magnoliopsida	184

Водоросли: Trentepohlia sp. Грибы:

аскомицеты: Cetraria islandica (L.) Ach., Cladonia fimbriata (L.) Fr., Hypogymnia physodes (L.) Nyl., Parmelia sulcata Taylor,

Peltigera praetextata (Flörke ex Sommerf.) Zopf, Phlyctis argena (Spreng.) Flot., Xanthoria parietina (L.) Th. Fr;

базидиомицеты: Cantharellus cibarius Fr., Fomes fomentarius (L.) Fr., Fomitopsis betulina (Bull.) B.K. Cui, M.L. Han et Y.C. Dai, Fomitopsis pinicola (Sw.) P. Karst., Hapalopilus nidulans (Fr.) P. Karst., Lactarius ssp., Macrolepiota procera (Scop.) Singer, Oxyporus populinus (Schumach.) Donk, Rhodofomes roseus (Alb. et Schwein.) Vlasák, Russula ssp., Stereum complicatum (Fr.) Fr., Trichaptum abietinum (Dicks.) Ryvarden, Trichaptum biforme (Fr.) Ryvarden.

<u>Печёночники</u>: Blasia pusilla L., Lophocolea heterophylla (Schrad.) Dumort., Ptilidium pulcherrimum (Weber) Vain., Ricciocarpos natans (L.) Corda.

Abietinella **Мохообразные**: ahietina (Hedw.) M. Fleisch., Atrichum undulatum (Hedw.) P. Beauv., Aulacomnium palustre (Hedw.) Schwägr., Cirriphyllum piliferum (Hedw.) Grout, Climacium dendroides (Hedw.) F. Weber et D. Mohr, Dicranum montanum Hedw., D. polysetum Sw., D. scoparium Hedw., Hylocomium splendens (Hedw.) Bruch et al., Orthotrichum speciosum Nees, Plagiomnium sp., Plagiothecium laetum Bruch et al., Pleurozium schreberi (Brid.) Mitt., Polytrichum commune Hedw., P. juniperinum Hedw., P. piliferum Hedw., Ptilium crista-castrensis (Hedw.) De Not., Pylaisia polyantha (Hedw.) Bruch et al., Rhodobryum roseum (Hedw.) Limpr., Rhytidiadelphus subpinnatus (Lindb.) T. J. Kop., R. triquetrus (Hedw.) Warnst., Sanionia uncinata (Hedw.) Loeske, Sphagnum girgensohnii Russow, Stereodon pallescens (Hedw.) Mitt.

Сосудистые растения:

Отдел Lycopodiophyta

Класс Lycopodiopsida **Lycopodiaceae Beauv.:** Lycopodium annotinum L., L. clavatum L.

Отдел Polypodiophyta

Класс Equisetopsida

Equisetaceae Michx.: Equisetum arvense L., E. fluviatile L., E. hyemale L., E. pratense Ehrh., E. sylvaticum L.

Класс Polypodiopsida

Dennstaedtiaceae Lotsy: Pteridium aquilinum (L.) Kuhn

Cystopteridaceae (Payer) Schmakov: Gymnocarpium dryopteris (L.) Newman

Thelypteridaceae Pichi Sermolli: *Phegopteris connectilis* (Michx.) Watt

Athyriaceae Alst.: *Athyrium filix-femina* (L.) Roth

Onocleaceae Pichi Sermolli: *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod.

Dryopteridaceae Ching: Dryopteris carthusiana (Vill.) H. P. Fuchs, D. expansa (C. Presl) Fraser-Jenk. et Jermy, D. filix-mas (L.) Schott.

Отдел Spermatophyta

Класс Pinopsida

Pinaceae Spreng. ex F. Rudolphi: *Picea abies* (L.) H. Karst., *Pinus sylvestris* L.

Cupressaceae Gray: Juniperus communis L.

Класс Magnoliopsida

Hydrocharitaceae Juss.: Hydrocharis morsus-ranae L.

Butomaceae Mirb.: Butomus umbellatus L.

Alismataceae Vent.: Alisma plantagoaquatica L., Sagittaria sagittifolia L.

Araceae Juss.: *Lemna minor* L., *L. trisul-ca* L.

Melanthiaceae Batsch ex Borkh.: Paris quadrifolia L.

Iridaceae Juss.: *Iris pseudacorus* L.

Asparagaceae Juss.: Convallaria majalis L., Maianthemum bifolium (L.) F. W. Schmidt

Orchidaceae Juss.: *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó, *Goodyera repens* (L.) R. Br., *Platanthera bifolia* (L.) Rich.

Poaceae Barnhart: Agrostis capillaris L., A. stolonifera L., Anthoxanthum odoratum L., Bromus inermis Leyss., Calamagrostis arundinacea (L.) Roth, C. epigejos (L.) Roth, Dactylis glomerata L., Deschampsia cespitosa (L.) P. Beauv., Echinochloa crus-galli (L.) P. Beauv., Festuca rubra L., Glyceria fluitans (L.) R. Br., G. maxima (Hartm.) Holmb., Melica nutans L., Milium effusum L., Molinia caerulea (L.) Moench, Phalaris arundinacea L., Phleum pratense L., Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud., Poa annua L., P. nemoralis L., P. pratensis L.

Juncaceae Juss.: Juncus articulatus L., J. bufonius L., J. effusus L., J. tenuis Willd., Luzula pilosa (L.) Willd.

Cyperaceae Juss.: Carex acuta L., C. elongata L., C. leporina L., C. nigra (L.) Reichard, Eleocharis acicularis (L.) Roem. et Schult., E. palustris (L.) Roem. et Schult., Scirpus sylvaticus L.

Ranunculaceae Juss.: Ranunculus acris L., R. flammula L., R. repens L., R. sceleratus L., Trollius europaeus L.

Grossulariaceae DC.: Ribes nigrum L., R rubrum L.

Crassulaceae J. St.-Hil.: Sedum telephium L.

Fabaceae Lindl.: Trifolium medium L., T. pratense L., T. repens L., Vicia sepium L.

Rosaceae Juss.: Alchemilla micans Buser, Amelanchier spicata (Lam.) K. Koch, Aronia mitschurinii A. K. Skvortsov et Maitul., Comarum palustre L., Fragaria vesca L., Geum urbanum L., Malus sylvestris (L.) Mill., Potentilla anserina L., P. erecta (L.) Raeusch., Prunus padus L., Rosa majalis Herrm., Rubus idaeus L., R. saxatilis L., Sorbus aucuparia L.

Rhamnaceae Juss.: Frangula alnus Mill. Urticaceae Juss.: Urtica dioica L.

Betulaceae Gray: *Alnus incana* (L.) Moench, *Betula* × *aurata* Borkh., *B. pendula* Roth, *B. pubescens* Ehrh.

Fagaceae Dumort.: Quercus robur L.

Oxalidaceae R. Br.: Oxalis acetosella L., O. stricta L.

Violaceae Batsch: *Viola arvensis* Murray, *V. canina* L., *V. palustris* L., *V. selkirkii* Pursh ex Goldie

Salicaceae Mirb.: Populus tremula L., Salix aurita L., S. caprea L., S. cinerea L., S. pentandra L., S. triandra L.

Hypericaceae Juss.: *Hypericum maculatum* Crantz

Onagraceae Juss.: Epilobium adenocaulon Hausskn., E. angustifolium L., E. montanum L., E. palustre L.

Lythraceae J. St.-Hil.: *Lythrum portula* (L.) D. A. Webb, *L. salicaria* L.

Sapindaceae Juss.: Acer negundo L.

Brassicaceae Burnett: *Rorippa amphibia* (L.) Besser, *R. palustris* (L.) Besser

Polygonaceae Juss.: Fallopia convolvulus (L.) Á. Löve, Persicaria amphibia (L.) Delarbre, P. hydropiper (L.) Delarbre, P. lapathifolia (L.) Delarbre, P. minor (Huds.) Opiz, Polygonum arenastrum Boreau, P. aviculare L., P. calcatum Lindm., Rumex maritimus L., R. obtusifolius L.

Caryophyllaceae Juss.: Cerastium holosteoides Fr., Dianthus superbus L., Moehringia trinervia (L.) Clairv., Stellaria graminea L., S. media (L.) Vill.

Amaranthaceae Juss.: Chenopodium album L.

Ericaceae Juss.: Chimaphila umbellata (L.) Nutt., Moneses uniflora A. Gray, Orthilia secunda (L.) House, Pyrola minor L., Vaccinium myrtillus L., V. vitis-idaea L.

Balsaminaceae A. Rich.: *Impatiens parviflora* DC.

Primulaceae Batsch ex Borkh.: Androsace filiformis Retz., Lysimachia europaea (L.) U. Manns et Anderb., L. nummularia L., L. thyrsiflora L., L. vulgaris L.

Rubiaceae Juss.: Galium boreale L., G. mollugo L., G. palustre L.

Boraginaceae Juss.: Myosotis scorpioides L.

Convolvulaceae Juss.: Calystegia sepium (L.) R. Br.

Solanaceae Juss.: Lycopersicon esculentum Mill., Solanum tuberosum L.

Lentibulariaceae Rich.: Utricularia australis R. Br.

Lamiaceae Martinov: Ajuga reptans L., Clinopodium vulgare L., Galeopsis bifida Boenn., Glechoma hederacea L., Lycopus europaeus L., Mentha arvensis L., Prunella vulgaris L., Stachys palustris L.

Orobanchaceae Vent.: Euphrasia brevipila Burn. et Gremli, Melampyrum nemorosum L., M. pratense L.

Plantaginaceae Juss.: Callitriche palus-

tris L., Linaria vulgaris Mill., Plantago major L., Veronica chamaedrys L., V. officinalis L.

Asteraceae Bercht. et J. Presl: Achillea millefolium L., Antennaria dioica (L.) Gaertn., Artemisia vulgaris L., Bidens cernua L., B. frondosa L., B. radiata Thuill., B. tripartita L., Cirsium arvense (L.) Scop., Gnaphalium uliginosum L., Helianthus subcanescens (A. Gray) E. Watson, Hieracium jaccardii Zahn, H. umbellatum L., Pilosella vaillantii (Tausch) Soják, Solidago virgaurea L., Sonchus oleraceus (L.) L., Taraxacum officinale Wigg., Tussilago farfara L.

Campanulaceae Juss.: Campanula patula L., C. persicifolia L., C. rotundifolia L.

Adoxaceae E. Mey.: Viburnum opulus L. Caprifoliaceae Juss.: Knautia arvensis (L.) Coult., Linnaea borealis L., Lonicera xylosteum L.

Apiaceae Lindl.: Aegopodium podagraria L., Angelica sylvestris L., Anthriscus sylvestris (L.) Hoffm., Oenanthe aquatica (L.) Poir., Peucedanum palustre (L.) Moench, Pimpinella saxifraga L., Sium latifolium L.

Анализ флоры

Ведущие порядки во флоре ООПТ: Poales (33 вида, или 16,3% списка флоры сосудистых растений), Asterales (20; 9,9%), Lamiales (17; 8,4%), Caryophyllales и Rosales (по 16; по 7,9%). Наиболее крупными семействами являются: Роасеае (21; 10,4%), Asteraceae (17; 8,4%), Rosaceae (14; 6,9%), Polygonaceae (10; 5,0%), Lamiaceae (8; 4,0%). На долю 10 ведущих семейств приходится половина списка флоры – 101 вид, или 50,0%. Самые многочисленные по количеству видов рода: Equisetum и Salix (по 5; по 2,5%), Bidens, Carex, Epilobium, Juncus, Lysimachia, Persicaria, Ranunculus u Viola (по 4; по 2,0%). На долю этих 10 родов приходится 42 вида, или 20,8% списка флоры. Среди флоры преобладают многолетние травянистые виды, примерно в равных долях отмечены одно- или двулетники (16,8%) и деревья с кустарниками (13,3%) (табл. 2).

По отношению к обводнению доминирующей экогруппой являются мезофиты, по берегам реки и водохранилища, а также на низких лесных участках преобладают гигрофиты и гигромезофиты (табл. 3).

Анализ жизненных форм (по Раункиеру) показал ведущую роль гемикриптофитов, следующей группой по количеству видов являются криптофиты (табл. 4).

По географической структуре в зональном отношении во флоре «Гореловского соснового бора» преобладают бореальные виды (98 видов; 48,5%), меньше плюризональных (62; 30,7%) и бореально-неморальных (32; 15,8%) видов. В региональном отношении доминируют голарктические (68; 33,7%), евроазиатские (67; 33,2%) и в меньшей степени евросибирские (29; 14,4%) виды.

Таблица 2

Таблица 3

Биоморфологическая структура флоры ООПТ

Биоморфа	Количество видов	Доля от списка, %
Дерево	12	5,9
Кустарник	15	7,4
Кустарничек	3	1,5
Полукустарничек	1	0,5
Многолетнее травянистое	137	67,8
Одно- или двулетник	34	16,8

Спектр экологических групп флоры ООПТ

Экогруппа	Количество видов	Доля от списка, %
Ксеромезофиты	5	2,5
Мезофиты	119	58,9
Мезогигрофиты	8	4,0
Гигромезофиты	17	8,4
Гигрофиты	41	20,3
Гидрогигрофиты	8	4,0
Гилрофиты	4	2.0

Таблица 4

Жизненные формы флоры ООПТ по К. Раункиеру [9]

Жизненная форма	Количество видов	Доля от списка, %
Фанерофиты	27	13,4
Хамефиты	11	5,4
Гемикриптофиты	92	45,5
Криптофиты	44	21,8
Терофиты	28	13,9

Шесть из отмеченных на территории «Гореловского соснового бора» видов включены в основной список Красной книги Ярославской обл. [10]: Dactylorhiza fuchsii (охранный статус 3), D. maculata (3), Goodyera repens (2), Platanthera bifolia (2), Fragaria moschata (3), Chimaphila umbellata (3).

Заключение

В работе приведён список видов (флора) исследованной ООПТ и её экологический, географический и биоморфологический анализ. Представленный материал может быть использован для дальнейшего мониторинга состояния ООПТ, учитывая хозяйственную и рекреационную нагрузку, а также для сравнения списочного состава и состояния флоры других подобных ей по структуре ООПТ.

Список литературы

1. Гореловский сосновый бор. [Электронный ресурс]. URL: http://oopt.aari.ru/oopt/Гореловский-сосновый-бор (дата обращения: 05.09.2021).

- 2. Wijayawardene N.N., Hyde K.D., Al-Ani L.K.T. et al. Outline of Fungi and fungus-like taxa. Mycosphere. 2020. Vol. 11 (1). P. 1060–1456. DOI: 10.5943/mycosphere/11/1/8.
- 3. Mao-Qiang He, Rui-Lin Zhao, Kevin D. Hyde et al. Notes, outline and divergence times of Basidiomycota. Fungal Diversity. 2019. Vol. 99. P. 105–367. DOI: 10.1007/s13225-019-00435-4.
- 4. Christenhusz Maarten J.M., Chase Mark W. Trends and concepts in fern classification. Annals of Botany. 2014. Vol. 113. P. 571–594. DOI: 10.1093/aob/mct299.
- 5. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society. 2016. Vol. 181. P. 1–20. DOI: 10.1111/boj.12385.
- 6. Гарин Э.В. Структура флоры сосудистых растений Ярославской области // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 8–2. С. 188–193.
- 7. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 640 с.
- 8. Крылова Е.Г. Структура и сукцессии растительного покрова техногенно трансформированных пойменных водо-ёмов Верхней Волги: дис. ... канд. биол. наук // ИБВВ им. И.Д. Папанина РАН. Борок, 2001. 186 с.
- 9. Raunkiær Ch. 1937. Plant life forms/transl. from Danish by H. Gilbert-Carter. Oxford: Clarendon Press.
- 10. Красная книга Ярославской области. Ярославль: Академия 76, 2015. 472 с.

УДК 631.4:[631.6+502]

ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ

¹Арзымбетов А.Ж., ²Раупова Н.Б.

¹Нукусский филиал Ташкентского государственного аграрного университета, Нукус; ²Ташкентский государственный аграрный университет, Ташкент, e-mail: jamolbek1986@mail.ru

В статье приводятся материалы исследований по мелиоративному состоянию орошаемых почв Южного Приаралья. Изучен их водно-солевой режим, который зависит от ряда факторов, таких как параметры грунтовых вод, концентрация почвенного раствора, режим орошения, минерализация, химизм и качественный состав оросительной воды, механический состав почвенных грунтов, а также геоморфолого-литологическое строение и климатические условия местности. В последние годы почвенный покров Приаралья терпит некоторые негативные перемены, такие как опустынивание, засоление, ветровая эрозия. В регионе из-за снижения количества воды, приносимой р. Амударьей, год за годом ощущается нехватка поливной воды. В некоторых массивах каждый год всё больше повторяются долговременные засухи. Когда на одних территориях происходят нехватка поливной воды и засуха, то на других, близких к оросительным сетям и основному руслу реки, продолжаются процессы засоления, принимая во внимание тот факт, что данная территория имеет очень слабую естественную дренированность, а грунтовые воды в большинстве случаях расходуются на испарение. В последнее время в климате региона тоже ощущаются некоторые перемены, из-года в год уменьшается количество осадков, усиливается мощь зимнего холода и летной жары. По причине статусного характера параметров грунтовых вод в почвенно-образовательных процессах мониторинг грунтовых вод очень важен для данной территории, в почвах исследованных территорий параметры грунтовых вод определяют направление почвообразовательного процесса. Для устойчивого развития сельскохозяйственного производства в пустынной и полупустынных зонах очень важно контролировать степень и химизм засоления почвы в полевых условиях.

Ключевые слова: засоление почвы, минерализация, грунтовые воды, орошаемые почвы, тип минерализации, новоорошаемая лугово-аллювиальная почва, староорошаемая лугово-аллювиальная почва

ECOLOGICAL-RECLAMATION STATE OF SOILS IN SOUTH PRIARALIE

¹Arzymbetov A.Zh., ²Raupova N.B.

¹Nukus branch of Tashkent State Agrarian University, Nukus; ²Tashkent State Agrarian University, Tashkent, e-mail: jamolbek1986@mail.ru

The article provides research materials on the reclamation state of irrigated soils in the Southern Aral Sea region. Their water-salt regime was studied, which depend on a number of factors, such as parameters of groundwater, concentration of soil solution, irrigation regime, salinity, chemistry and qualitative composition of irrigation water, mechanical composition of soil, as well as geomorphological and lithological structure and climatic conditions of the area. In recent years, the soil cover of the Aral Sea region has undergone some negative changes, such as desertification, salinization, and wind erosion. Due to the decrease in the amount of water brought by the Amu Darya River, the region experiences a shortage of irrigation water year after year. In some massifs, long-term droughts are repeated more and more every year. When in some territories there is a shortage of irrigation water and drought, in others, close to the irrigation networks and the main river bed, the processes of salinization continue. Taking into account the fact that this area has a very weak natural drainage, and groundwater in most cases is consumed for evaporation. Recently, some changes have also been felt in the climate of the region, from year to year the amount of precipitation decreases, the power of winter cold and summer heat increases. Due to the status character of groundwater parameters in soil educational processes, groundwater monitoring is very important for a given territory; in soils, studied territories, groundwater parameters determine the direction of the soil-forming process. For the sustainable development of agricultural production in desert and semi-desert zones, it is very important to control the degree and chemistry of soil salinity in the field.

Keywords: soil salinization, mineralization, groundwater, irrigated soils, type of mineralization, newly irrigated meadow-alluvial soil, old-irrigated meadow-alluvial soil

В мире 50% сельскохозяйственных угодий подвергаются средней и сильной деградации, ежегодно из оборота выходит 12 млн га сельскохозяйственных земель. Земли, которые считаются источником средств к существованию миллионов людей, находятся под опасностью дальнейшего истощения, засоления, отчуждения, эрозии и других видов деградации. Почти

800 млн жителей страдают от хронического недоедания, что, в свою очередь, напрямую связано с резким увеличением масштабов деградации земель, снижением плодородия почв, чрезмерным использованием водных ресурсов, засухой и сокращением биоразнообразия земного шара. Согласно научным прогнозам, в результате усиления процессов деградации почв в течение

следующих 25 лет производство продуктов питания в мировом масштабе может сократиться на 12%, что может привести к росту цен на продовольственные товары на 30%. Мелиоративное состояние орошаемых почв, их водно-солевой режим зависят от ряда факторов, в том числе от параметров грунтовых вод, концентрации почвенного раствора, режима орошения, качества соленой и оросительной воды, механического состава почвенных грунтов, а также геоморфолого-литологического строения местности и климатических условий. Все факторы, влияющие на солевой режим определенных типов почв, тесно взаимосвязаны, изменение одного из них одновременно приводит к существенному изменению другого [1-3].

По данным Министерства сельского хозяйства Республики Каракалпакстан (2020 г.) общая площадь орошаемых земель в Тахиаташском районе составляет 7973 га, из которых 5786 га (75%) засолены в разной степени. Из общей площади орошаемых земель 2187 га (25%) составляют незасоленные почвы, 2528 га (30,0%) слабозасоленные, 3148 га (37%) среднезасоленные, 110 га (8%) сильнозасоленные почвы. В Ходжейлийском районе общая площадь орошаемых земель составляет 21524 га, из них 5836 га (27%) земель не засолены, а засоленные земли составляют 15688 га (73%), 9456 га (44%) слабо засолены, 5900 (27%) средне засолены и площадь сильно засоленных почв составляет 332 га (2%) орошаемой площади [4].

Материалы и методы исследования

Полевые и лабораторные исследования проведены по общепринятым в Республике Узбекистан (в почвоведении) методам. Был использован метод закладки почвенных разрезов, изучены морфолого-генетические свойства и отобраны почвенные образцы для анализа их химического и механического состава. В исследованиях также были использованы общепринятые в почвоведении методы изучения агрохимических и агрофизических свойств почв. Степени и химизм минерализации грунтовых вод были определены в соответствии модифицированной классификацией определения степени и химизма минерализации грунтовой воды О.К. Комилова, А.У. Ахмедова.

Результаты исследования и их обсуждение

Процессы засоления региона происходили под воздействием природных и антропогенных факторов. Основными причинами

засоления почв данного региона являются повышение уровня грунтовых вод минерализованных разной степени, что в свою очередь является результатом неэффективного и чрезмерного использования водных ресурсов бассейна р. Амударьи. Нужно отметить и тот немаловажный факт, что на сегодняшний день природные условия в регионе резко ухудшились, за последние годы увеличилось число ураганных ветров со стороны высохшего Аральского моря, которые приносят с собой солёно-пылевато-песочные аэрозоли, которые оседают на орошаемые земли, тем самым ещё ухудшая их эколого-мелиоративное состояние.

В настоящее время эколого-мелиоративное состояние почвенного покрова Приаралья привлекает внимание многих ученых. Исследователями ряда государств были проведены многочисленные научные исследования по изучению природных и климатических условий, растительного и почвенного покрова, геологии и геоморфологии региона Приаралья и нижнего течения р. Амударьи. Были разработаны комплексы мелиоративных мер, направленные на повышение плодородия этих почв [5–7].

Отсутствие севооборотов и фактическое исключение применения органических удобрений за долголетнее время оказало свои негативное влияние на орошаемые почвы исследованных районов. Ухудшилась структура почв, что в свою очередь повлияло на их агрофизические и водно-физические свойства. Интенсивное применение тяжёлой техники в сельском хозяйстве привело к уплотнению подпахотного слоя, что в свою очередь ухудшает эффективность промывных работ, а также развитие корней растений и аэрацию почв.

Местность исследованных районов расположена в современной (живой) дельте р. Амударьи и состоит в основном из равнинных агроландшафтов. Так как почвенный покров имеет очень низкую дренированность без искусственного дренирования, грунтовые воды расходуются только на испарение. В зависимости от расположения и удалённости от речных и ирригационных стоков и интенсивности орошения почвы региона имеют гидроморфный, полугидроморфный и автоморфный водные режимы. В почвах непосредственной близости к речным и другим водным источникам образовался гидроморфный водный режим. А в территориях, достаточно удалённых от основного русла реки и ирригационных сетей, образовался автоморфный водный режим.

В зависимости от почвообразующих условий в регионе можно разделить две основных направлении в деградации почв.

- 1. В некоторых районах из-за превышения критических уровней поверхности грунтовых вод развиваются соленакопительные процессы.
- 2. А в местностях, достаточно отдалённых от основного русла р. Амударьи и ирригационных сетей, из-за сухого климата и сокращения за последние годы объёма воды, поступающей из р. Амударьи, и частых засух в регионе развиваются процессы опустынивания и ветровой эрозии.

За последние 20–25 лет в регионе заметно сократились площади орошаемых земель. Причинами такого сокращения можно назвать или очень сильную степень засолённости, или то, что объёмы воды сократились, её стало недостаточно для поступления в некоторые площади.

В ходе наших исследований по изучению эколого-мелиоративного состояния почв были проанализированы степень и химизм засоления лугово-аллювиальных почв, причины возникновения засоления и его последствия, связь процессов засоления и рассоления с природно-климатическими условиями. По химизму засоления орошаемые почвы Республики в основном относятся к хлоридно-сульфатному и сульфатному типу.

В пахотном слое орошаемых лугово-аллювиальных почв Ходжайлийского и Тахиаташского районов Республики Каракалпакстан количество сухого остатка составило 0,498–2,037% и относятся к группам от слабо до сильно засоленных, в подпахотном слое этот показатель увеличивается в отдельных территориях до 4,518%, но в основном этот показатель уменьшается до 0,459%.

По направлению с поверхности к низу почвенного профиля сухой остаток колеблется в количестве от 4,518 до 0,210%. Химизм засоления большинства разрезов относится к хлоридно-сульфатному типу, но отдельные горизонты некоторых разрезов имеют сульфатно-хлоридный и хлоридный тип засоления (табл. 1). Содержание сухого остатка в орошаемых лугово-аллювиально-песчаных почвах колеблется в пределах 0,200-0,305 %, в орошаемых лугово-болотных почвах 0,190-0,301% и в солончаках имеет очень большой количественный показатель от 1,591 до 19,209 %, что указывает на их непригодность в сельском хозяйстве (табл. 1).

Содержание ионов хлора в орошаемых лугово-аллювиальных почвах колеблется от 0,050 до 0,497%, в лугово-аллювиально-песчаных почвах 0,035–0,043%, в орошаемых лугово-болотных почвах 0,028–0,050%

и в солончаках 0,177–2,307%. Количество сульфат-ионов в орошаемых лугово-аллювиальных почвах составляет 0,125–1,080%, в лугово-аллювиально-песчаных 0,053–0,115%, лугово-болотных 0,010–0,115% и в солончаках 0,792–11,16%.

Слабощелочной характер почвенного раствора объясняется прежде всего наличием в ней ионов бикарбоната, которые присутствуют в отдельных горизонтах орошаемых лугово-аллювиальных почв в количестве 0,022–0,122%, в лугово-аллювиально-песчаных 0,049–0,068%, в лугово-болотных 0,046–0,061% и в солончаках 0,085–0,610%. Из катионов в основном доминируют ионы натрия, ионы кальция и магния занимают последующие места.

Причиной засоления почвы в регионе в основном является превышение критического уровня грунтовых вод, имеющих высокую минерализацию, по этой причине мониторинг грунтовой воды очень важен для определения изменения параметров грунтовой воды, а также очень важно в сельском хозяйстве контролировать степень засоления почвы в полевых условиях.

Результаты многолетних данных Каракалпакской мелиоративной экспедиции показывают то, что по сравнению с неорошаемыми районами на орошаемых почвах степень минерализации грунтовой воды не является застойной по годам и сезонам.

Изученные материалы данных анализов грунтовых вод, проведённых исследований показывают, что грунтовые воды данных территорий в основном состоят из средне минерализованных (3–10 г/л) и слабо минерализованных вод (1–3 г/л) (табл. 2).

Согласно данным анализа грунтовых вод исследованных орошаемых почв территории Ходжайлийского и Тахиаташского районов Республики Каракалпакстан, грунтовых воды данного региона минерализованы в разной степени, минерализация колеблется в пределах 1,938–7,809 г\л.

Минимальное содержание растворимых солей было зафиксировано в массиве имени Айбек (разрез 1; 1,938 г\л) и самая высокая минерализация (разрез 15; 7,809 г\л) в массиве Кумбуз овул Ходжайлийского района. Химизм засоления в основном относится к хлоридно-сульфатному типу, но в некоторых случаях встречаются и воды с хлоридным типом засоления (табл. 2).

В большинстве случаев среди анионов преобладают ионы сульфата, но в некоторых грунтовых водах доминируют ионы бикарбоната (разрез 8). А из растворённых катионов доминируют ионы натрия, кальций и магний занимают последующие места (табл. 2).

Таблица 1

Количество водорастворимых солей, состав анионов и катионов, химизм и степени засоления орошаемых почв Ходжайлийского и Тахиаташского районов Республики Каракалпакстан

	Степень засоления			сильно засоленная	очень сильно засоленная	слабо засоленная	средне засоленная	слабо засоленная	слабо засоленная	средне засоленная	средне засоленная	слабо засоленная	средне засоленная	средне засоленная	слабо засоленная	слабо засоленная	слабо засоленная	слабо засоленная	средне засоленная	средне засоленная	сильно засоленная	сильно засоленная	средне засоленная							
	Тип			X-C	X-C	X-C	X-C	X-C	X-C	X-C	X-C	X-C	X-C	X-C	X-C	X-C	X-C	X	X	X-C	X-C	X-C	X-C	X-C	C-X	X-C	X-C	X-C	Х-С	х-с
-	Сумма компонен-	TOB, %		2,02	4,489	0,509	0,837	0,482	0,443	1,95	1,881	0,524	0,357	0,304	0,49	0,451	0,665	0,208	0,423	1,564	0,959	0,439	0,58	0,318	0,701	0,967	0,924	1,155	2,033	0,796
1	- %			0,322	0,221	0,109	0,210	0,115	0,112	0,384	0,386	0,105	0,078	0,070	0,085	0,048	0,254	0,004	0,084	0,294	0,146	0,082	0,128	0,066	0,125	0,147	0,141	0,191	0,393	0,133
,	Na ⁺ мг/экв		почвы	14,0	9,6	4,74	9,15	5,0	4,88	16,7	16,8	4,56	3,4	3,04	3,68	2,08	6,7	0,16	3,66	12,8	6,35	3,58	5,55	2,86	5,45	6,4	6,15	8,3	17,1	5,8
1	Анионы и катионы		Лугово-аллювиальные почвы	30,5	22,35	7,64	12,9	7,5	6,78	29,7	26,3	8,06	5,4	4,54	7,48	6,88	10,2	3,36	6,36	23,8	14,85	6,78	8,8	4,96	10,95	15,4	14,15	17,8	32,1	12,3
	Mg^{+2}		ово-алл	0,073	0,027	0,016	0,024	0,013	800,0	0,055	0,030	0,018	0,008	0,007	0,010	0,018	0,012	0,012	0,016	0,042	0,042	0,017	0,012	0,012	0,018	0,045	0,045	0,042	0,073	0,027
	Ca ⁺²		Луг	0,210	0,210	0,032	0,035	0,028	0,024	0,170	0,140	0,040	0,026	0,018	0,060	0,066	0,050	0,044	0,038	0,150	0,100	0,036	0,045	0,022	0,080	0,105	0,085	0,120	0,180	0,085
	SO ₄ -2			1,08	0,804	0,230	0,336	0,168	0,178	0,984	1,032	0,235	0,144	0,12	0,221	0,24	0,264	0,038	0,173	0,72	0,492	0,197	0,24	0,125	0,228	0,384	0,492	0,576	0,792	0,36
	Ċ			0,213	0,160	0,071	0,177	0,121	0,092	0,284	0,244	0,092	0,064	0,050	0,085	0,050	0,142	0,064	0,078	0,248	0,142	0,078	0,106	0,071	0,177	0,231	0,106	0,177	0,497	0,142
	HCO ₃ -			0,122	0,067	0,051	0,055	0,037	0,029	0,073	0,049	0,034	0,037	0,039	0,029	0,029	0,043	0,046	0,034	0,110	0,037	0,029	0,049	0,022	0,073	0,055	0,055	0,049	0,098	0,049
	Сухой остаток,	0%		2,037	4,518	0,514	0,843	0,490	0,448	1,961	1,898	0,531	0,361	0,309	0,498	0,459	0,671	0,210	0,427	1,575	0,965	0,443	0,590	0,321	0,707	0,975	0,931	1,164	2,052	0,802
	Глубина горизонта, см	`		0–25	25–33	33–50	50–92	92–157	157–200	0–24	24–30	30–60	88-09	88–130	0–24	24–30	30–54	54–87	87–130	0–23	23–33	33–69	69–100	100–160	0-20	20–28	28–80	80–92	92–155	155–200
	aspes ∫2	d											10 10 11							CI										

$\overline{}$
Ė
<u> 20</u>
æ
Ε
6
Ĭ
HI
F
Ξ
2
)K0
_

	_										_		1.5	1(1	1 (
Степень засоления		очень сильно засоленная	очень сильно засоленная	сильно засоленная	сильно засоленная	сильно засоленная		незасоленная	незасоленная	слабо засоленная		незасоленная	незасоленная	незасоленная	незасоленная
Тип засоления		X-C	X-C	X-C	X-C	X-C		X-C	X-C	X-C		X-C	Х-С	X-C	X-C
Сумма ком- понентов, %		19,107	4,581	1,996	2,189	1,575		0,198	0,251	3,303		0,24	1,88	0,135	0,298
%		2,242	0,661	0,205	0,281	0,200	ľ	0,039	0,051	0,061		0,041	0,034	0,020	0,070
MIT/3KB		5,76	28,75	8,9	12,2	8,7	ные почвы	1,7	2,22	2,64	IBbI	1,8	1,5	0,86	3,06
Анионы и катионы	олончак	307,5	72,5	30,9	33,2	23,7	льная-песча	2,9	3,62	4,44	олотные поч	3,6	2,7	1,96	4,36
Mg^{+2}	Ö	2,187	0,288	0,079	0,073	0,042	аплювиа	0,002	0,005	0,005	Лугово-б	0,005	0,002	0,003	0,002
Ca^{+2}		0,601	0,401	0,311	0,301	0,230	Лугово	0,020	0,020	0,028		0,028	0,020	0,016	0,022
SO_4^{-2}		11,16			1,152	0,792		0,053	0,072	0,115		0,067	0,043	0,010	0,115
C		2,307	0,799	0,284	0,248	0,177		0,035	0,035	0,043		0,050	0,028	0,028	0,043
HCO_3^-		0,61	0,152	0,085	0,134	0,134		0,049	0,068	0,051		0,049	0,061	0,058	0,046
остаток, %		19,209	4,615	2,011	2,211	1,591		0,200	0,255	0,305		0,244	0,190	0,137	0,301
1 лубина горизонта, см		0-2	2–25	25–55	55–88	88–130		0–22	22–68	68–120		0–16	16–21	21–45	45–130
Paspe M				12					13					<u>+</u>	
	остаток, $HCO_3^ CI^ SO_4^{-2}$ Ca^{+2} Mg^{+2} Mg^{+2} Mg^{+2} Mg^{+3} $Mr/3к$ $Mg/3$ M		Глубина горизонта, см HCO ₃ Cl- SO ₄ -2 Ca ⁺² Mg ⁺² Aнионы и катионы и катионы и катионы и катионы и катионы мг/экв % Понентов, % Засоления 0-2 19,209 0,61 2,307 11,16 0,601 2,187 307,5 97,5 2,242 19,107 X-C	Глубина горизонта, см HCO ₃ Cl- SO ₄ -2 Ca ⁺² Mg ⁺² Aнионы и катионы и катион	Глубина горизонта, см Остаток, остаток, остаток, остаток, остаток, обина горизонта, см См. горизонта, горизонта	Глубина горизонта, см. 2-3.00 горизонта, см. 2-25 HCO ₃ Cl - 2011 0,085 0,284 1,152 0,301 0,073 Cl - 2010 горизонта, см. 2-25 Анионы мисятионы мисятио	Глубина горизонта, см. горизонта,	Глубина горизонта, см остаток, горизонта, см остаток, веда горизонта, см остаток, горизонта, горизонт	Глубина горизонта, см воризонта, см воризонта, см воризонта, см воризонта, см воризонта, см востаток, веда в востаток, веда в востаток, веда в востаток в в в востаток в веда в востаток в веда в востаток в в в в в в востаток в в в в в в в в в в в в в в в в в в в	Глубина горизонта, см воризонта, см воризонта, см воризонта, см воризонта, см воризонта, см веда в востаток, веда в востаток, веда в востаток в в востаток в в востаток в в востаток в в в в в в в в в в в в в в в в в в в	Глубина горизонта, см мотаток, горизонта, горизонта, см мотаток, горизонта, го	Глубина порязонта, см дованта, см довата,	Глубина портажим сми воризонта, см довов поризонта, см довов поризон пориз	Плубина порязонта, см водета, статов, водета, водета, порязонта, см водета, во	Плубина ризонта, см. Ст. от. от. от. от. от. от. от. от. от. о

 Таблица 2

 Данные анализов параметров грунтовых вод исследованных территорий Ходжайлийского и Тахиаташского районов Республики Каракалпакстан
 Степень минерализации грунтовых вод Средне Средне Средне Средне Слабо Тип за-соления x-c x-c x-c x-c X-C × %% 0,805 1,275 Na⁺ по разности 0,45 0,07 98,0 9,0 MT/3KB 51,0 24,0 18,0 32,2 34,4 2,8 Анионы и катионы 63,4 29,0 57,0 33 27,5 9,5 9,5 83,2 51 51 33,8 33,8 12<u>1</u> 0,158 0,158 0,456 0,352 Mg_{\ddagger}^{\dagger} 13,0 22 0,280 0,321 0,651 32,5 0,441 0,401 Ca^{\ddagger} 4 13,5 0,144 1,968 0,648 58,0 41,0 1.968 65,0 SO₄-0,568 0,497 14,0 16 16 Ü 0,427 0,683 ,029 0,3900,244 16,8 0,671 HCO, 6,4 Плотный остаток, % 3,819 1,938 7,809 4,301 Уровень грунто-вых вод, см 170 120 120 120 120 Paspes № 15 10 14 ∞

Заключение

Исследованиями выявлено, что грунтовые воды территории в различной степени минерализованы. На исследованных территориях они залегают на глубине 120 и 200 см, имеют слабую и среднюю минерализацию и хлоридно-сульфатный химизм засоления. Данные химических анализов образцов почв показывают, что общее содержание воднорастворимых солей в отдельных горизонтах орошаемых лугово-аллювиальных почв составляет от 0,210-0,321 до 2,037-4,518%, в лугово-аллювиально-песчаных почвах 0,200-0,305%, в лугово-болотных почвах 0,190-0,301 % и в солончаках 1,591-19,209%. А химизм засоления почв в основном относится к хлоридно-сульфатному типу.

Список литературы

- 1. Abdurakhmonov N.Y., Kuziev R.K. Land use in the lower reaches of the Amu Darya measures mitigating the impact of climate change. Uzbek biological journal. Tashkent, 2017. No. 1. P 58–61
- 2. Arzimbetov A.J., Raupova N.B. The soil of the territory of the Aral Sea and its current ecological and reclamation status

- Book Abstracts. International Symposium on Ecological Restoration and Management of the Aral Sea. 24–25 November. 2020. P. 34.
- 3. Gafurova L.A., Razakov A.M., Mazirov M.M. Evolutionary-genetic aspects, classification, prospects for the use of soils in the Aral region of Uzbekistan. Book Abstracts. International Symposium on Ecological Restoration and Management of the Aral Sea. 24–25 November. 2020. P. 22.
- 4. Сводка о степени засолённости орошаемых земель Тахиаташского и Ходжейлийского районов / 3 приложение. Министерства Сельского хозяйства Республики Каракалпакстан, Нукус, 2020 г.
- 5. Хамзина Т.И., Мукимов Т.Х., Хасанханова Г.М., Абдуллаев У.В. Продвижение лучших практик устойчивого управления земельными ресурсами на затронутых засухой и засоленных землях Узбекистана. Управление земельными ресурсами и их оценка: новые подходы и инновационные решения: сборник статей Республиканской научно-практической конференции (22–24 апреля 2019 г.). М. – Ташкент, 2019. С. 71–74.
- 6. Шакиров Н. О проводимых работах по борьбе с деградацией пастбищ в Узбекистане. Управление земельными ресурсами и их оценка: новые подходы и инновационные решения: сборник статей Республиканской научно-практической конференции (22–24 апреля 2019 г.). М. Ташкент, 2019. С. 15–18.
- 7. Шеримбетов В.Х. Засуха как главный элемент аридизации земель при определении основных индикаторов процессов опустынивания // Научно-практический журнал. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. Новочеркасск, 2016. № 2 (62). С. 170–174.

УДК 634:631.12

АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОРОШАЕМЫХ СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ, ПОТЕРПЕВШИХ ПРИРОДНУЮ КАТАСТРОФУ

Бобоноров Б.Б., Бобомуродов Ш.М., Турсунов Ш.Т., Исмонов А.Ж.

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан, Ташкент, e-mail: bekzodbobonorov427@gmail.com, shuhrat bm@inbox.ru, tursunov.sodmon.1976@gmail.com, abduvahob60@mail.ru

Исследования проведены на орошаемых сероземно-луговых почвах в поясе светлых сероземов Голодной степи. Основными факторами, определяющими состояние почв, являются гидрогеологические условия, ирригационная эрозия и искусственное дренирование территории. Источником ирригационной эрозии почв являются стихийные бедствия, которые смывают верхние слои некоторых орошаемых почв Мирзачульской равнины. В исследованиях изучены и сравнены состав органических веществ, а также агрохимические свойства территорий, которые в различной степени пострадали от стихийных бедствий и в той или иной степени подверглись осаждению и эрозии. Сопоставление результатов последнего обследования орошаемых полугидроморфных почв позволило установить, что количество гумуса в этих почвах оказалось низким и очень низким. Определена большая разница в содержании гумуса (0,706 %-0,0565 %) и мощности гумусового слоя в почвах незатопленных и затопленных, сильно размытых участков. Также результаты анализа показали, что в пахотном слое почв, которые имеют слабощелочную реакцию, количество подвижного фосфора составляет 18,9 мг/кг и они входят в группу низкообеспеченных (16–30 мг/кг), а содержание обменного калия относительно в высоких количествах, по сравнению с другими разрезами, и составляет 369 мг/кг, эти почвы входят в группу высокообеспеченных (301-400). Карбонаты в слоях почв распределены почти равномерно, т.е. в пределах от 4,54% до 6,23%. При сравнении агрохимических почв можно отметить значительные изменения их в почвах затопленных и размытых в различной степени и незатопленных. По состоянию почвенного покрова за изученный период выявлено ухудшение некоторых показателей полугидроморфных (сероземно-луговых) почв. гле наблюдаются дегумификация и истошение почв по отношению к питательным элементам. Приведенные материалы по основным показателям плодородия почв позволяют раскрыть современное состояние орошаемых полугидроморфных почв Голодной степи.

Ключевые слова: сероземно-луговые почвы, плодородие, гумус, гипс, слабощелочная среда, ирригационная эрозия, подвижный фосфор, обменный калий, карбонаты

AGROCHEMICAL PROPERTIES OF IRRIGATED GRAPHY MEADOW SOILS AFFECTED BY A NATURAL CATASTROPHE

Bobonorov B.B., Bobomurodov Sh.M., Tursunov Sh.T., Ismonov A.Zh.

Research Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, e-mail: bekzodbobonorov427@gmail.com, shuhrat_bm@irbox.ru, tursunov.sodmon.1976@gmail.com, abduvahob60@mail.ru

The studies were carried out on irrigated serozem-meadow soils in the light serozemh belts of the Golodnaya Steppe. The main factors that determine the state of the soil are hydrogeological conditions, irrigation erosion and artificial drainage of the territory. The source of irrigation soil erosion is natural disasters that wash away the upper layers of some of the irrigated soils of the Mirzachul plain. The studies have studied and compared the composition of organic substances, as well as the agrochemical properties of territories that have suffered to varying degrees from natural disasters and, to varying degrees, have been subjected to deposition and erosion. Comparison of the results of the last survey of irrigated semi-hydromorphic soils made it possible to establish that the amount of humus in these soils was low and very low. A large difference was determined in the humus content (0.706%-0.0565%) and the thickness of the humus layer in the soils of non-flooded and flooded, highly eroded areas. Also, the results of the analysis showed that in the arable layer of soils, which have a slightly alkaline reaction, the amount of mobile phosphorus is 18.9 mg/ kg and they are included in the group of low-income (16-30 mg/kg), and the content of exchangeable potassium is relatively high in comparison with other sections and is 369 mg/kg and these soils are included in the group of highly secured (301-400). Carbonates in the soil layers are distributed almost evenly, i.e. ranging from 4.54% to 6.23%. When comparing agrochemical soils, one can note significant changes in them in soils that are flooded and eroded to varying degrees and not flooded. According to the state of the soil cover during the studied period, deterioration of some indicators of semi-hydromorphic (serozem-meadow) soils was revealed, where dehumification and depletion of soils in relation to nutrients are observed. The presented materials on the main indicators of soil fertility make it possible to reveal the current state of irrigated semi-hydromorphic soils of the Golodnaya Steppe.

Keywords: serozem-meadow soils, fertility, humus, gypsum, slightly alkaline environment, irrigation erosion, mobile phosphorus, exchangeable potassium, carbonates

По состоянию на 1 января 2020 г. 47% орошаемых земель в Республике Узбекистан засолены в разной степени, площади земель, подверженных водной эрозии, составляют 628,4 тыс. га, что составляет 14%

от общей площади орошаемых земель, из которых 4,5% средне и сильно эродированы. 700,0 тыс. га земель в той или иной степени подвержены ветровой эрозии [1]. В связи с этим необходимо изучить природно-кли-

матические, почвенные условия территорий, процессы деградации, где они широко распространены, и степень деградированности орошаемых почв Мирзачульского района, где произошло стихийное бедствие. Почвы делятся на группы в зависимости от степени деградации, и необходимо использовать современные агротехнологии для качественного восстановления и повышения их плодородия. Одним из наиболее актуальных вопросов является восстановление и сохранение плодородия почв, предотвращение эрозии, определение механизмов и закономерностей образования гумуса, а также плодородия почв. В настоящее время одной из наиболее актуальных проблем является изучение гумуса и гумусообразование в больших масштабах с учетом региональных условий, сравнение состояния почв в зоне бедствия под воздействием природных и антропогенных факторов.

Цель исследования — сравнить состояние и осветить агрохимические свойства почв, подверженных, а также не затронутых стихийными бедствиями территорий, которые были эродированы и размыты в разной степени.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования были выбраны орошаемые сероземно-луговые почвы в зоне светлых сероземов. Сырдарьинской области, не пострадавшая от стихийных бедствий и затопленных разной степени территорий: Мирзаабадского района, массивы имени Г. Юнусова и Кульбекова и массивы имени Т. Малик Сардобинского района. Были вскопаны разрезы почв в полевых условиях и изучены их морфогенетические характеристики. В исследованиях использовались генетико-географический, профильно-геохимический [2], стационарнополевой и химико-аналитический методы. Общий химический, физико-химический анализ почвы проводился по общепринятым методикам на основании методических указаний Е.В. Аринушкиной [3].

Степень изученности объектов исследования

Изучение плодородия почв и мелиорации Сырдарьинской области было проведено сотрудниками НИИ почвоведения и агрохимии [4–6]. По данным Сырдарьинского областного филиала института «Узгипрозем» на 06.05.2020 г., общее количество площадей, подверженных стихийному бедствию и наводнению в Узбекистане, составляет 50026 га, в Республике Казахстан — 7450 га. Эти изменения привели к значительным ухудшениям почвенного покрова

местности. В связи с этим были рассмотрены способы восстановления плодородия почв путем сравнения состояния почв, проведения глубокого анализа изменений его профиля и почвенного покрова, способы восстановления плодородия почв с учетом региональных условий почвообразования и гумусообразования в ней, что в целом необходимо для выявления и предотвращения негативных ситуаций, которые последовали после наводнения [7–9].

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе полевых исследований объекты исследования были разделены на площади, которые были «не затоплены и на затопленную территорию», которые были подвержены различной степени эрозии, были выкопаны почвенные разрезы и взяты образцы для химического анализа. Зона поражения расположена в районе светлых серозёмов, где в основном распространены орошаемые сероземно-луговые почвы, а уровень грунтовых вод расположен на глубине 2,5 м.

По данным Е.И. Панковой, И.П. Айдарова и других, процессы эрозии являются индикаторами, лимитирующими плодородие почв [10–12]. Данные показывают, что площади участков орошаемых почв, подверженных процессам эрозии до 25%, в Республике Узбекистан составляют 7,0% (291 тыс. га), 25-50% - 1,68% (70 тыс. га) и более 50% составляют 0,37% (15,4 тыс. га). Исследования показали, что в 78,5% орошаемых почв Сырдарьинской области содержание гумуса составляет до 1,0%, а на 21,5% площади земель содержание гумуса находится в пределах 1,1-2,0%. В Мирзаабадском районе орошаемые почвы, содержащие гумус до 1,0%, составляют 26628,5 тыс. га, от 1,1 до 2,0% – 8961,9 тыс. га. В Сардобинском районе почвы, содержащие гумус до 1,0%, составляют 29114 тыс. га и содержащие от 1,0 до 2,0% составляют 6718 тыс. га. В двух обследованных хозяйствах района, не подверженных стихийным бедствиям, содержание гумуса в пахотных слоях почв зоны составило 0,70%, которые входят в группу низко обеспеченных (0,410-0,800%), 0,38% в нижележащем подпахотном слое и 0,150-0,214% в последующем горизонте, что соответствует группе очень низко (до 0,4%) обеспеченных. Количество гумуса в верхних слоях почв области, которые были слабо осаждены и менее размыты в результате стихийного бедствия, составляет 0,567-0,599%, что соответствует невысокому показателю (0,410-0,800%). 0,257-0,278% в подпахотном и в последующих горизонтах, что входят в группу очень низко обеспеченных (до 0,4%). Содержание

гумуса в пахотных слоях почв области, сильно эродированных в результате стихийного бедствия, составляет 0,0565%, что соответствует очень низкому показателю (до 0,4%). 0,0322% в подпахотном и в последующих слоях и входят в группу очень низко обеспеченных (до 0,4%). Между почвенными профилями зоны бедствия со слабо осаженными и размытыми в разной степени и не подверженными к затоплению почвах можно увидеть значительную разницу в количестве содержания гумуса. Сравнивая разницу между слабо затопленными, мало осаждёнными, слабо эродированными и сильно размытыми территориями, можно увидеть, что есть ощутимая разница в показателях, если в незатопленных районах содержание гумуса в пахотном слое было 0,706%, что соответствует группе низко обеспеченных, то в сильно размытых площадях на поверхности открывшегося грунта их содержание вообще составляет 0,0565%, что позволяет их причислять к группе очень низко обеспеченных, и этот факт был зафиксирован и отмечен в научных наблюдениях. Наблюдения за процессами в почвах зоны бедствия показывают, что общая картина после наводнения весьма неутешительная, если взять к сведению тот факт, что на формирование одного сантиметрового слоя гумуса уходят многие годы.

Реакция среды почвенного раствора определяется соотношением в нем ионов водорода к гидроксильным ионам. Реакция среды почвенного раствора исчисляется в значениях рН – который равен обратному логарифму содержания в ней иона водорода. рН почвы зоны, не подверженной бедствию, соответствует к 7,59, а рН подпахотного и ниже расположенных слоёв колеблется в количестве 7,25-7,54, что соответствует к слабощелочным показателям. В пахотных горизонтах, слабо отложенных и слабо сильно эродированных почв значение рН колеблется от 7,40 до 7,78, что соответствует слабому щелочному показателю. Значение рН в подпахотном горизонте соответствуют показателям 7,43-7,66 и в последующих нижних слоях 7,34-7,75, которые также соответствуют слабощелочной среде. В нижнем слое разреза 2 (130-171 см) значение рН соответствует щелочной среде 8,29. Результаты химического анализа показывают, что во всех слоях почвенного профиля и всех разрезов образовалась слабощелочная среда.

Большая часть фосфора содержится в почве, в форме органических и минеральных соединении, не растворимых в воде. Органический фосфор тоже важен, так как он служит запасом для питания растений из почвы. Основная часть фосфора в почве находится в виде минеральных соединений.

Органический фосфор составляет 10-25% от общего фосфора в почве. Питание растений фосфором определяется количеством легко усваиваемого, подвижного фосфора. Фосфор в почве больше усваивается растениями в виде ортофосфорной кислоты, который выделяется в результате гидролиза органических веществ. Определение количества подвижного фосфора в почве играет важную роль при расчёте внесения норм фосфорных удобрений культурным растениям. Количество подвижного фосфора в верхних слоях почв зоны, не подверженных стихийному бедствию, составляет 9,9 мг/кг, в подпахотном горизонте составляет 9,6 мг/кг, а в нижних слоях -3.0–4,8 мг/кг, и они входят в группу очень низко обеспеченных. Количество подвижного фосфора в пахотных слоях слабо эродированных и осаженных почв в результате стихийного бедствия составляет 18,9 мг/кг, в подпахотном и последующих горизонтах 1,2-2,6 мг/кг, что причисляется к группе очень низко обеспеченных (до 15 мг/кг). Содержание подвижного фосфора в пахотном слое почв, подверженных наводнению, составляет 7,68 мг/кг, что соответствует показателю низкой обеспеченности (16–30 мг/кг). В подпахотном слое этих почв содержание подвижного фосфора было зафиксировано в количестве 3,2 мг/кг, они входят в группу очень мало обеспеченных (до 15 мг/кг).

Калий играет важную роль в развитии растений. Содержание калия выше в почвах с тяжёлыми механическими составами. Обменные и водорастворимые соли калия, содержащиеся в почве, являются его основным источником для растений [13]. Количество обменного калия в пахотных слоях почв не претерпевшие стихийных бедствий составляет 352 мг/кг, они входят в группу высоко обеспеченных (301–400 мг/ кг), в подпахотном и последующем горизонте его содержание колеблется в пределах 115-177 мг/кг и входят в группу средне обеспеченных (101-200 мг/кг), а в следующих двух слоях 88-93 мг/кг и соответствует очень низкому показателю (менее 100 мг/кг). Количество обменного калия в пахотных слоях почв слабо осаженных эродированных территорий в последствия стихийного бедствия, составляет 369 мг/кг, что соответствует группе высоко обеспеченных (301-400 мг/кг). В подпахотном и последующем слоях количество обменного калия составляет 112-127 мг/кг и соответствует низко обеспеченному показателю (101-200 мг/кг) и следующих двух слоях 74-76 мг/кг, что соответствует очень низкому показателю (менее 100 мг/кг). Количество обменного калия в пахотных слоях почв мало эродированной зоны составляет

208 мг/кг, что соответствует группе средней обеспеченности (201–300 мг/кг), в подпахотном и в последующих нижележащих слоях его содержание колеблется в пределах 69–84 мг/кг и соответствует очень низкому показателю (менее 100 мг/кг). Количество обменного калия в верхнем и подповерхностных слоях почв территорий, сильно пострадавших и эродированных от стихийных бедствий, очень низкое (менее 100 мг/кг) и составляет 53–72 мг/кг.

Среди водорастворимых солей орошаемых почв встречается и гипс. В особенности гипс содержится в солонцовых и солонцеватых почвах. Определение количества гипса и глубины залегания гипсового слоя играет важную роль при определении способов мелиорации солонцовых почв. В пахотных и подпахотных слоях почв зон, не пострадавших от стихийных бедствий, содержится 0,342-6,450% гипса, и по действующим классификациям соответствуют группе не гипсоносных (< 10%). В том же горизонте почв, подверженных наводнению, слабо осаженных и сильно эродированных территорий он составляет 10,33%, что соответствует показателю слабо гипсованных (10–20%). В подпахотном и последующих слоях составляет 1,165–9,202%, что также соответствовало не гипсоносному показателю (< 10%). В верхнем пахотном и подпахотном слоях почв, подверженных в процессе затопления сильной эрозии, содержатся 2,922–3,598% гипса и входят в группу негипсоносных.

В соответствии с почвообразующими факторами и по сроку использования почв в орошаемом земледелии количество карбонатов в профиле содержится в разном количестве. В целинных и новоосвоенных почвах количество карбонатов распределено равномерно, сверху вниз, в то время как на староорошаемых землях карбонаты смывались из верхних горизонтов и накапливались в горизонтах, расположенных за метрового слоя, образуя иллювиальный карбонатный слой. Результаты показывают, что содержания карбонатов в пахотном, подпахотном горизонтах и последующих слоях изученных почв почти одинаковы и колеблются в пределах 4,54-6,23 %. На таких почвах будут благоприятные условия для прорастания технических культур (хлопчатник, пшеница, кукуруза и др.) (таблица).

Агрохимические свойства орошаемых сероземно-луговых почв Мирзачульской равнины (Голодная степь)

Pa3pe3 №	Горизонт, см	Гумус, %	рН	Подвих мг/х Р ₂ О ₅	- ,	Карбонат, %	SO ₄ %		
	M	OCCUP INVOLU	ГЮп	2 3		 ского района			
	0–29			9,9	заооодо 352		0.242		
1000	29–44	0,706	7,59			4,54	0,342		
1Б.Б.Б.	_,	0,385	7,38	9,6	177	5,53	5,635		
Территория,	44–79	0,214	7,44	4,8	124	5,17	6,450		
не подверженная наводнению	79–109	0,193	7,38	4,1	115	5,28	4,061		
	109–136	0,171	7,25	3,8	93	5,88	5,194		
	136–160	0,150	7,54	3	88	5,63	3,060		
		Тассив имени							
	0–25	0,599	7,78	18,9	369	5,74	10,33		
2.Б.Б.Б.	25-40	0,278	7,66	2,9	127	5,98	6,497		
Территория, подверженная	40–74	0,268	7,26	2,7	120	6,13	9,202		
наводнению и слабой эрозии	74–106	0,246	7,38	2,3	112	6,13	3,205		
	106-130	0,193	7,55	2,2	76	5,91	1,732		
	130-171	0,171	8,29	2,1	74	5,77	1,165		
	Массив имени Кулбекова Мирзаободского района								
	0–23	0,567	7,40	3,5	208	6,23	6,016		
3Б.Б.Б.	23–34	0,257	7,43	2,6	84	5,91	5,647		
Территория, подверженная	34–80	0,257	7,34	2,4	81	5,80	2,027		
наводнению и слабой эрозии	80–115	0,193	7,71	2,1	81	5,59	0,072		
	115–144	0,182	7,75	1,9	79	5,17	0,315		
	144–180	0,075	7,74	1,2	69	4,61	0,236		
		Массив имен			обинск				
4аБ.Б.Б.	0–8	0,0565	7,40	7,68	72	5,24	3,598		
Территория, подверженная	8–43	0,0322	7,43	3,2	53	4,99	2,922		
наводнению и сильной эрозии		- ,	., -	- ,			J- '-		

Заключение

В ходе исследования были проведены закладки почвенных разрезов с участков территорий, которые не пострадали от стихийных бедствий и которые были затоплены и в той или иной степени подверглись процессу эрозии, и было проведено сравнение содержания в них органических веществ и агрохимических свойств. Было определено, что количество гумуса в почвенных пробах оказалось низким и очень низким. По сравнению количества гумуса и по толщине гумусового слоя в незатопленных и в затопленных слабо и сильно подверженных процессуэрозии почвах существенноразличается (0,706-0,0565%) и имеют значительную разницу. На самом деле количество гумуса в орошаемых светлых сероземах почвах не так велико. Количество подвижного фосфора в пахотных слоях слабо эродированных, вследствие стихийного бедствия почв составило 18,9 мг/кг, что соответствует низкому показателю (16-30 мг/кг), содержание обменного калия составляет 369 мг/кг, более высокий показатель чем у других (301–400) почв. В частности, резкая разница в количестве гумуса отмечена в почвах региона, где было и не было стихийных бедствий, наводнений и сильной эрозии. Исследования показывают, что исследуемые орошаемые сероземно-луговые почвы имеют незначительные изменения своих агрохимических свойств.

Список литературы

- 1. Рузметов М.И. Эффективное использование земельных ресурсов и их будущее / Семинар Научно-исследовательского института почвоведения и агрохимии на тему: Современные проблемы в почвоведении, инновационные технологии основы устойчивого управления почвенными ресурмами. Сборник докладов Республиканского научно-практического семинара (Ташкент, 3—4 декабря 2020 г.). Ташкент, 2020. С. 6—7.
- 2. Инструкция по ведению земельного кадастра, проведению почвенных изыскательских работ и составлению по-

- чвенных карт. Принято в производство 2005.29.11. 3-е изд. Ташкент: Изд-во «Extremum press», 2013. 52 с.
- 3. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почвы.М.,1970. С. 28–75.
- 4. Кузиев Р.Қ., Боиров А.Ж., Абдурахманов Н.Ю., Тошкузиев М.М., Ахмедов О.У., Исмонов А.Ж., Мирсодиков М.М. Современное состояние орошаемых почв и рекомендация по повышению и сохранению плодородия. Ташкент, 2016. С. 24–38.
- 5. Саттаров Ж., Сиддиков С. Теории о поглощения питательных элементов. Сборник материалов республиканской конференции «Современные проблемы почвоведения и земледелия» (г. Фергана, 16 октября 2019 г.). Фергана: Издательство Ферганского государственного университета им. М. Улугбека, 2019. С. 151–154.
- 6. Силке Шведес, Джулия Хеббрехт, Тобиас Гертрейтер. Модуль: Деградация земель против устойчивого управления земельными ресурсами. 2019. С. 4–21. https://fao.org, Антропогенные опустынивания. 2019. Доступна по адресу: www.eld-initiative.org.
- 7. Бобомурадов Ш.М., Максудов Б.Ю. Применение ГИС технологии при управление плодородия почв // Важнейшие вопросы повышения сельскохозяйственных продуктов и плодородия почвы: сборник докладов республиканской научно-практической конференции (Ташкент, 16–17 сентября 2014 г.). Ташкент, 2014. С. 176–179.
- 8. Ахмедов А.У., Парпиев Г.Т. Краткая характеристика результатов исследовании почвенно-мелиоративного мониторинга в Мирзачуле: материалы V съезда общества почвоведов и агрохимиков Узбекистана (Ташкент, 16–17 сентябрь 2010 г.). Ташкент, 2010. С. 110–114.
- 9. Фармонов Н., Аманкулова Х., Бахриев М. Агроэкологические особенности использования минеральных удобрений в почве // Республиканская научная конференция на тему: «Инновационные приемы охрана и управлении земельных ресурсов: проблемы и креативные решение» (г. Ташкент, 22–23 апреля 2019 г.). Ташкент: Издательство Ташкентского института ирригации и мелиорации сельского хозяйства, 2019. С. 214–216.
- 10. Панкова Е.И., Айдаров И.П. Соленакопление на равнинах Средней Азии и пути его регулирования // Журнал Почвоведение. 2007. № 6. С. 676–684.
- 11. Панкова Е.И., Айдаров И.П. и др. Природное и антропогенное засоление почв бассейина Аралского моря. М., 1995. 55 с.
- 12. Towards Sustainable Agriculture A Pilot Set of Indicators. Research. MAFF, UK. 2000. 73 p. [Electronic resource]. URL: http://www.defra.dov.uk/farm/sustain/pilotind.pdf (date of access: 23.11.2021).
- 13. Нургалиев Н.А. Деградированные почвы и пути их улучшения // Научный вестник НамГУ. 2019. № 10. С. 112—118.

УДК 581.9:630*232.1:630*165

ВЛИЯЕТ ЛИ ЕСТЕСТВЕННОЕ ИЗРЕЖИВАНИЕ В КУЛЬТУРАХ СОСНЫ НА РАЗМЕР ДЕРЕВЬЕВ?

Рогозин М.В.

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

Изучены культуры сосны в возрасте 55 лет 1Б класса бонитета полнотой 0,94. В массиве культур выделили 17 пробных площадей с текущей густотой 940-1620 шт/га со сплошным картированием деревьев. Вокруг 1623 живых, а также отпавших деревьев выстраивали полигоны питания для возраста 30-40 лет, а затем у части деревьев их выстроили для возраста 41-55 лет, так как они увеличились после отпада деревьев. Из полигонов с увеличением площади на 20% и более сформировали опытные выборки. Для контроля брали деревья с полигонами без изменений и близкими по площади к опытным полигонам. Установлено, что в опытной выборке из 300 деревьев с увеличением площади питания в 1,42 раза диаметр ствола увеличился недостоверно и лишь на 1,5% в сравнении с контролем, где площади питания не менялись (404 дерева). Таким образом, естественное изреживание и получение деревьями дополнительной площади питания в период от 30 до 40 лет, эта площаль на рост по диаметру оставшихся деревьев в течение 15-25 лет практически не повлияла. Здесь дело в том, что в насаждениях действует закон генетического гомеостаза частот правых и левых форм деревьев А.М. Голикова (2014), и, когда древостой достигает высокой полноты, в нём начинают преобладать толерантные к конкуренции деревья правой формы, и они мало нуждаются в дополнительной площади питания. Поэтому разработанные на основе только закона естественного изреживания «логические» модели ухода, имманентно содержащиеся в Правилах ухода за лесами, воздействуют в возрасте 30-55 лет лишь на малую часть процессов и работают как квазимодели. Они должны быть заменены на другие модели, где активное снижение густоты происходит в возрасте 10–25 лет.

Ключевые слова: древостой, густота, площадь питания, уход, конкуренция, кооперация

DOES NATURAL THINNING IN PINE FOREST CROPS AFFECT THE SIZE OF TREES?

Rogozin M.V.

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

Cultures aged 55 years with a completeness of 0.94 were studied. In the array of crops, 17 sample areas with a density of 940-1620 units/ha with continuous mapping of trees were identified. For 1623 living trees, as well as for fallen trees, food polygons were built for the age of 30-40 years. Since some trees have food polygons increased after the fall of trees, such polygons were built for the age of 41-55 years. Experimental food polygons were formed from polygons with an increase of 20%. For control, we took trees with polygons without changes and close in area to the experimental polygon. It was found that in a experimental sample of 300 trees with an increase in the area of feeding grounds by 1.42 times, the trunk diameter increased only by 1.5% compared to the control, where the feeding areas did not change (404 trees). Thus, the natural thinning and obtaining of additional feeding area by trees in the period from 30 to 40 years, this area practically did not affect the growth in diameter of the remaining trees for 15-25 years. Here the point is that the Law of genetic homeostasis of the frequencies of the right and left forms of trees A.M. Golikov (2014) operates in plantings, when the stand reaches a high completeness, trees of the right form that are tolerant to competition begin to prevail in it, and they need little additional area of nutrition. Therefore, the «logical» models of care developed on the basis of the Law of Natural Thinning, which are immanently contained in the current Rules of Forest Care, affect only a small part of the processes in microcenoses at the age of 30-55 years, and work as quasi-models. They should be replaced with other models in which an active decrease in density occurs at the age of 10-25 years.

Keywords: stand, density, feeding area, care, competition, cooperation

Естественное изреживание наиболее активно в возрасте 30–40 лет [1]. Принято считать, что слабые деревья отпадают и выживают самые крупные, которые используют освободившуюся территорию и увеличивают свои размеры за счет неё. Однако эти умозаключения, которые кажутся бесспорными, и разработанные на их основе Правила ухода за лесами [2] не подкреплены точными расчётами эффекта от их реализации, например в виде увеличения размеров остающихся деревьев спустя 10–20 лет после освобождения вблизи них территорий

в результате отпада, гибели (или удаления) отставших в росте деревьев. Выяснение характера влияния дополнительной площади питания на увеличение размера оставшихся деревьев поможет прояснить проблему верификации теорий, основанных на якобы безусловной правильности так называемых «логических» моделей ухода за лесом, вытекающих и основанных на действии закона естественного изреживания лесных насаждений [3]. Если проверять эти модели в прямом эксперименте, то это будет убедительно; такие опытные рубки были, но результат

получился совсем не тот, на который рассчитывали по крайней мере три поколения исследователей [4, 5]. Более того, расчеты конкурентного давления деревьев в молодняках сосны [6] и изучение площадей питания деревьев в спелых насаждениях показали, что на размер центрального дерева в микроценозе они влияют очень слабо — в пределах всего лишь от 0,2 до 11,0% [6, 7].

Цель исследования — выяснить влияние площади питания дерева при её увеличении в результате отпада соседей в микроценозе на фоне естественных колебаний текущей густоты.

Материалы и методы исследования

Для изучения выбрали лесные культуры сосны в возрасте 55 лет 1Б класса бонитета с относительной полнотой 0,94, где заложили серию из 24 пробных площадей с нумерацией и определением диаметра деревьев через окружность ствола с точностью \pm 0,1 см. В полевых условиях деревья наносили на абрис по прямоугольным засечкам с точностью \pm 3–5 см и далее составляли

карту их расположения в программе «Агс-Мар-АгсView». Для расчёта относительной полноты и запаса использовали «Стандартную таблицу полноты и запасов основных лесообразующих пород в Пермском крае» Г.С. Разина [7, с. 209]. Входом в неё служит так называемая «господствующая» высота [8], равная в среднем 28,4 м, и стандарт полноты для неё в наших таблицах [7] получается 45,7 м²/га, и стандарт запаса 578 м³/га. Полученные относительные полноты умножали на этот запас и получали запасы на 1 га на каждой пробе с округлением до десятков кубометров. Результаты приведены в табл. 1.

Для выстраивания полигонов питания выбрали 17 пробных площадей, имеющих высокую, среднюю и пониженную густоту. Число построенных полигонов питания вокруг живых деревьев составило 2219 шт., в том числе для возраста до 40 лет 1623 шт. и для возраста 41–55 лет 596 шт. полигонов. Возраст отпавших деревьев определяли по степени разложения пней и валежа, используемых для такой оценки их возраста [1, 8].

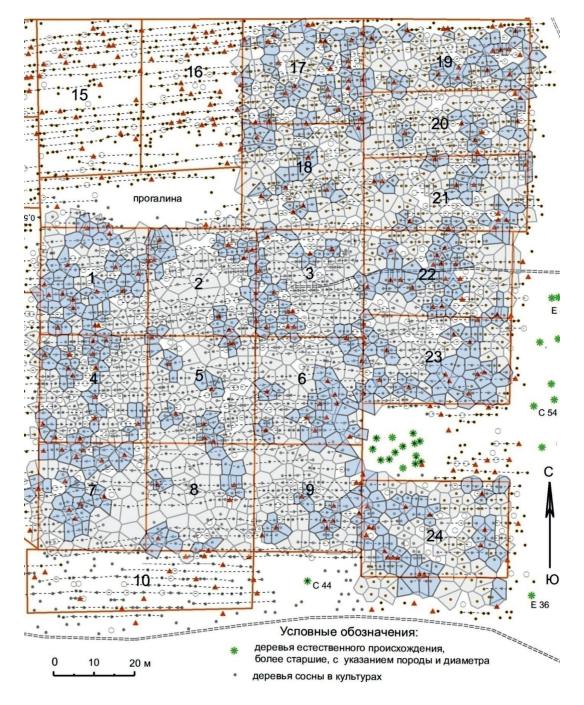
Таблица 1 Таксационные показатели культур сосны на пробных площадях (ПП)

<u>No</u>	Площадь,		ВЫХ		Средни	e	Пол	нота, м²/га	Полнота	Запас,
п/п	га		ев, шт.	_					относи-	м³/га
		на ПП	на 1 га	Д, см	Н _{ср} , м	H_{rocn} , м	на ПП	стандартная	тельная	
1	0,071	93	1310	20,8	27,5	28,4	39,9	45,7	0,87	500
2	0,071	106	1490	20,0	26,3	27,6	43,5	45,3	0,96	560
3	0,071	115	1620	19,0	26	27,3	44,0	45,2	0,97	560
4	0,071	109	1530	18,4	25,7	27,3	45,7	45,2	1,01	580
5	0,071	94	1320	18,8	25,8	27,3	42,3	45,2	0,94	540
6	0,071	90	1270	20,3	27,6	28,3	46,0	45,6	1,01	580
7	0,071	67	940	22,5	28	28,7	39,2	45,8	0,86	490
8	0,071	73	1030	23,1	28,1	28,7	46,5	45,8	1,02	590
9	0,071	79	1110	21,6	27,9	28,5	40,8	45,7	0,89	520
10	0,083	88	1060	21,5	27,8	28,2	38,4	45,6	0,84	490
11	0,087	98	1130	21,6	27,8	28,2	41,4	45,6	0,91	520
12	0,087	96	1100	22,0	27,9	28,3	42,1	45,6	0,92	530
13	0,081	98	1210	21,2	27,6	28,5	42,5	45,7	0,93	540
14	0,103	97	940	23,0	27,8	28,6	42,1	45,7	0,92	530
15	0,099	110	1110	22,0	27,7	28,5	42,1	45,7	0,92	530
16	0,093	110	1180	21,4	27,5	28,5	42,5	45,7	0,93	540
17	0,078	100	1400	20,2	27,3	28,3	44,9	45,6	0,98	570
18	0,0795	100	1260	20,7	27,4	28,5	43,3	45,7	0,95	550
19	0,073	109	1490	19,4	26,8	29	44,1	46	0,96	550
20	0,066	89	1350	20,4	27,3	29,1	44,4	46	0,97	560
21	0,075	93	1240	21,5	27,5	29,1	45,0	46	0,98	570
22	0,078	96	1230	20,6	27,4	29,1	41,1	46	0,89	520
23	0,079	99	1250	21,6	27,5	29,1	46,0	46	1,00	580
24	0,087	121	1390	20,5	27,5	29,1	46,1	46	1,00	580
Среднее	0,079	97	1248	20,9	27,3	28,4	43,0	45,7	0,943	545
Коле	бания	макс,	130	110	103	102	108	101	108	108
от сред	цнего, %	мин,	75	88	94	96	89	99	89	90

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ результатов показал, что текущая густота культур от среднего значения 1248 шт/га колеблется в пределах 75–130% с различием в 1,73 раза, и это открывает возможность разделения пробных площадей по этому фактору. Поэтому из 24 выбра-

ли затем 17 пробных площадей с высокой, средней и пониженной густотой, где провели картирование живых (1623 шт.) и отпавших деревьев с расчетами их площадей питания для двух состояний: для возраста 30–40 лет, ориентируясь на следы отпавших деревьев, и для возраста 41–55 лет. Старые и новые площади питания с их перекрытием показаны на рисунке.



Старые (в возрасте 30–40 лет) и новые (в 41–55 лет) площади питания деревьев после естественного отпада деревьев на 17 пробных площадях в культурах сосны в возрасте 55 лет. Треугольные маркеры – старые пни и их остатки, овалы – сухостойные деревья

В работе использовали следующие обозначения площадей питания:

 ${\bf S}_{_{0}}-$ площади питания, которые не менялись;

 S_1 — старые площади питания в возрасте до 30—40 лет;

 S_2 новые площади питания в возрасте 41–55 лет;

 S_{2-20} — новые площади питания, увеличенные на $20\,\%$ и более;

Для расчетов провели сепарацию новых площадей питания S_2 и выбрали только те, которые увеличились в сравнении с прежней площадью S_1 на $20\,\%$ и более, что наблюдалось обычно при отпаде одного соседа. Их назвали «опытной» парной выборкой. В ней рассчитали средние значения S_{2-20} , а также средние значения старых S_1 . Затем сформировали контрольную выборку; в неё подбирали деревья с неизменившейся площадью питания S_0 , но таким образом, чтобы среднее S_0 в ней равнялось среднему значению S_1 в опытной выборке.

После всех этих группировок можно было сравнивать средние диаметры стволов в контроле и в опыте. В теоретическом плане этот метод подбора данных для анализа сопоставим со слабыми рубками разреживания, но имеет преимущество в том, что не нужно ждать результатов с отсрочкой на 15–20 лет. В контрольные выборки подбирали деревья больше по их числу в густых местах в среднем на 44 % (в 1,25–1,53 раза), а в редких местах культур — на 27 % (в 1,06–1,43 раза). Результаты расчётов представлены в табл. 2.

В местах с высокой густотой на 9 пробных площадях сформировалась выборка из 162 деревьев, где площадь питания увеличилась от $S_1 = 4,67$ до $S_2 = 6,67$ м². Увеличение составило в среднем 1,43 раза, с колебаниями по пробам от 1,3 до 1,46 раза. Заметим, что вариация площади питания при этом несколько снизилась: от 32,8% у старых до 29,3% у новых площадей питания. После получения дополнительной площади питания деревья в этой опытной выборке сформировали стволы со средневзвешенным диаметром $19,77 \pm 0,36$ см. В контроле средневзвешенный диаметр оказался $19,45 \pm 0,27$ см. Наблюдаемое превышение в 1,7% недостоверно при $t = \hat{0},71 <$

< $t_{0.95} = 1,98$. В местах с низкой текущей густотой на 8 пробных площадях сформировали выборку из 138 деревьев, где площадь питания увеличилась от $S_1 = 5,50$ до $S_2 = 7,79$ м². Увеличение составило 1,42 раза, с колебаниями по пробам от 1,32 до 1,49 раза. Вариация площадей питания также снизилась незначительно: от 35,2% у старых и до 33,6%

у новых площадей. Деревья к 55 годам сформировали стволы со средневзвешенным диаметром $19,89\pm0,41$ см в опыте и $20,64\pm0,35$ см в контроле. Превышение составило 1,2% и также было недостоверно, причём если суммировать просто средние диаметры по пробам, то превышение вообще исчезает (табл. 2).

В целом во всей опытной выборке из 300 деревьев размер площади питания после естественного отпада деревьев увеличился от 5,06 до 7,2 м², или в 1.42 раза. В контрольной выборке из 404 деревьев отпада не было и площадь питания осталась равна в среднем 5,06 м². В сравнении с контролем спустя примерно 15–20 лет средний диаметр центрального дерева в «опытных» микроценозах увеличился лишь на 1,5%. Несмотря на большие выборки, это слабое превышение оказалось в итоге недостоверным.

Полученные результаты слишком серьёзны, чтобы оставить их без детального обсуждения. Во-первых, уже давно известно, что решающим фактором для успешного развития деревьев является не «регуляция густоты в период дифференциации», как это пишется в учебниках, а густота начальная, т.е. густота «на старте» в возрасте около 10 лет. В это время начинают функционировать ранговый закон роста деревьев в молодняках Е.Л. Маслакова (1984) [9] и одновременно с ним – закон развития одноярусных древостоев в зависимости от начальной густоты Г.С. Разина [3]. Фактор густоты на уровне насаждения действует на порядок сильнее, чем на индивидуальном уровне, где обычно используют обратную густоте величину - площадь питания. Затем вступает в действие «Закон генетического гомеостаза частот правых и левых форм деревьев» А.М. Голикова [10], по которому при достижении высокой полноты в насаждении начинают лидировать толерантные к конкуренции деревья правой формы, и они в малой степени нуждаются в дополнительной площади питания. При этом отмирают деревья левой формы, плохо переносящие высокую густоту [7, 10].

Неудивительно, что если не учитывать действие законов Маслакова, Разина и Голикова, первые два из которых известны уже более 30 лет, но до сих пор почему-то не используются, то применяемые для возраста 30–55 лет «логические» модели ухода за лесом, имманентно содержащиеся в Правилах ухода за лесами [2], разработанных на основе только одного закона естественного изреживания, воздействуют лишь на часть процессов и работают как квазимодели.

 Таблица 2

 Статистические показатели площадей питания и диаметров стволов сосны у опытных и контрольных деревьев

№ п/п	Густота шт/га		Опы	тные д	церевья с итания н	увели а 20%	чениег	м ee		Диа	аметр с	ствола		Отношение Ду/Ду
			лоща	дь пита	ания	ПЛОЦ	цадь пі	тания	в оп	ыте		контро.		$\mathcal{I}_{2}/\mathcal{I}_{0},$
				10 лет	(S_1)		–55 ле	т (S ₂)			при ср	редней	$S_0 = S_1$	
		N,	S_{I} ,	$\pm m$	CV,%	S_2 ,	$\pm m$	CV,%	\mathcal{A}_{2} ,	$\pm m$	N,	\mathcal{A}_{ϱ} ,	$\pm m$	
		ит.	\mathcal{M}^2			\mathcal{M}^2			СМ		шт	СМ		
	1.500	۱	4.00	0.26	2.2		устые		110 =	1.05	۱ ۵۵	10.5	0.60	100.0
3	1580	15	4,03	0,36	32	5,7	0,44	28	18,7	1,35	23	18,7	0,68	100,3
4	1530	17	4,05	0,28	26	5,9	0,40	26	19,8	1,17	26	18,1	0,65	109,7
2	1490	17	4,49	0,51	42	6,4	0,55	33	20,0	1,04	24	19,9	0,76	100,3
19	1490	19	4,55	0,47	42	6,7	0,55	34	20,5	1,18	28	18,4	0,62	111,3
17	1400	23	4,53	0,34	36	6,6	0,40	29	20,0	0,88	32	19,2	0,60	104,4
24	1390	20	5,46	0,42	33	7,9	0,57	30	19,8	0,86	25	20,26	0,8	97,7
20	1350	14	5,07	0,51	35	6,6	0,62	32	18,2	1,13	21	20,76	1,3	87,9
5	1320	13	4,06	0,28	23	5,8	0,42	24	18,4	1,03	20	18,5	0,83	99,9
1	1310	24	5,79	0,33	27	8,4	0,49	27	21,1	0,94	32	21,0	0,94	100,3
Число	1	162									231			
Средн	ee	18	4,67		32,8	6,67		29,3	19,61			19,42		101,0
Ср, вз	веш,			0,13			0,17		19,77	0,36		19,45	0,27	101,7
						F	едкие	места						
6	1270	23	5,3	0,7	46	7,5	1,1	42	21,7	1,1	28	21,6	0,9	100,5
18	1270	12	5,1	0,43	28	6,7	0,58	29	19,3	1,12	16	22,1	1,3	87,5
23	1250	25	6,1	0,38	31	8,5	0,56	33	22,3	0,89	33	19,9	0,74	111,8
21	1240	17	4,5	0,4	39	6,8	0,6	38	20,4	1,3	18	19,8	0,89	103,4
22	1230	23	5,0	0,3	29	7,1	0,4	26	18,3	0,7	30	19,6	0,7	93,4
9	1110	14	5,9	0,8	48	8,0	1,0	43	22,0	1,5	18	19,2	1,2	114,5
8	1030	7	6,3	0,8	33	8,9	1,0	27	20,4	1,6	10	23,2	0,9	88,1
7	940	17	5,84	0,4	29	8,84	0,7	32	22,1	0,9	20	21,7	1,2	101,9
Число)	138									173			
Средн	iee	17	5,50		35,2	7,79		33,6	20,81			20,89		99,7
Ср, вз			, -	0,20	,		0,27	,	20,89	0,41		20,64	0,35	101,2
Число		300									404			,
В цело	ом ср,		5,06		33,9	7,20		31,3	20,29			20,15		101,5

Примечание. Ср. взвеш. – средневзвешенное значение.

Поэтому их практические воплощения скомпрометировали и их идею, и сами Правила ухода за лесами. Эти устаревшие модели должны быть преодолены как не отвечающие современному развитию лесных наук. Они существуют в некотором смысле уже как фантомы теорий [11], но у сторонников коммерческих рубок ухода [12] постоянно возникают попытки как-то подтвердить их легитимность, используя некие новые идеи внутри старой идеологемы «борьбы видов за существование» Ч. Дарвина, упрощённо объяснявшей процесс естественного изреживания лесных насаждений [7].

Поэтому, если знать о том, что в насаждениях с высокой полнотой в возрасте 30–40 лет всегда начинают преобладать правые формы деревьев, толерантные к высокой конкуренции, то становится понятной очень слабая реакция таких деревьев на увеличение площади их питания к 55 годам, так как даже «редкие» места в изученном массиве культур имеют полноту выше 0,8. Ныне исследователи признают, что известных факторов уже недостаточно для математических описаний и моделирования пространственно-временной структуры древесных сообществ [13, 14]. В связи с этим настоятельно необходим поиск иных абиотических факторов, влияющих на развитие деревьев в микроценозах. Возможно, они будут связаны с действием пока малоизученных глубинных энергий Земли.

Заключение

- 1. Установлено, что в совокупной выборке из 300 деревьев с увеличением площади питания в 1,42 раза после естественного отпада деревьев вблизи них в возрасте примерно 30–40 лет диаметр ствола к возрасту 55 лет увеличился недостоверно и лишь на 1,5% в сравнении с контролем (404 дерева), где площади питания остались прежними.
- 2. Разделение совокупной выборки с увеличением площади питания центрального дерева на совокупность в густых (162 дерева) и в редких местах культур (138 деревьев) не выявило достоверных различий между ними по превышению диаметра ствола у дерева в центре полигона питания в сравнении с контрольными деревьями.
- 3. В связи с действием закона генетического гомеостаза частот правых и левых форм деревьев А.М. Голикова [10] и в процессе достижения насаждением высокой полноты в нём начинают преобладать толерантные к конкуренции деревья правой формы, и они в малой степени нуждаются в дополнительной площади питания. Поэтому естественное изреживание культур и получение деревьями дополнительной площади питания в период от 30 до 40 лет эта площадь, как результат изреживания, в течение 15-25 лет почти не повлияла на рост по диаметру оставшихся деревьев. В связи с этим интенсивные рубки разреживания в возрасте старше 30 лет практически бесполезны и должны быть заменены на модели с активной регуляцией густоты в возрасте 10-20 лет.

Список литературы

- 1. Чирков Г.В. Закономерности формирования древесного отпада в хвойных древостоях Ленинградской области: автореф. дис. ... сельхоз. наук: 06.03.02. Санкт-Петербург, 2004. 24 с.
- 2. Правила ухода за лесами. М.: МПР РФ. Приказ № 626 от 22.11.2017.
- 3. Рогозин М.В., Разин Г.С. Развитие древостоев. Модели, законы, гипотезы: монография / Под ред. М.В. Рогозина. Пермь: ПГНИУ, 2015. 277 с.
- 4. Сеннов С.Н. Уход за лесом: экологические основы. М.: Лесная промышленность, 1984. 127 с.
- 5. Чижов Б.Е., Горшкова В.В., Николаев А.И. Предложения в правила ухода за лесами // Вестник Московского государственного университета леса. 2015. № 2. С. 74–79.
- 6. Усольцев В.А. Продукционные показатели и конкурентные отношения деревьев. Исследование зависимостей. Екатеринбург: УГЛТУ, 2013. 556 с.
- 7. Рогозин М.В. Структура древостоев: конкуренция или партнерство? Пермь: ПГНИУ, 2019. 223 с.
- 8. Верхунов П.М., Черных В.Л. Таксация леса. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. 395 с.
- 9. Маслаков Е.Л. Формирование сосновых молодняков. М.: Лесная промышленность, 1984. 168 с.
- 10. Голиков А.М. Эколого-дисимметрический подход в генетике и селекции видов хвойных. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 162 с.
- 11. Рогозин М.В. Фантомы теорий рубок ухода // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2017. № 4 (17). С. 48–55.
- 12. Борисов А.Н., Иванов В.В., Екимов Е.В. Метод оценки пространственного распределения ресурса в экологической нише // Сибирский лесной журнал. 2014. № 5. С. 113–121.
- 13. Демаков Ю.П. Структура и закономерности развития лесов республики Марий Эл. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. 432 с
- 14. Суховольский В.Г., Захаров Ю.В., Ковалев А.В. Моделирование дефектов в горизонтальной структуре лесных насаждений // Хвойные бореальной зоны. 2016. Т. 34. № 3–4. С. 174–179.

УДК 61:004

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ ТЕСТИРОВАНИЯ

¹Муслов С.А., ²Маслак А.А., ¹Арутюнов С.Д., ¹Грачев Д.И., ¹Чижмаков Е.А.

¹ФГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова», Москва, e-mail: muslov@mail.ru;

 2 Филиал ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», Славянск-на-Кубани

Качество жизни (КЖ) стоматологических больных рассмотрено с точки зрения теории латентных переменных, в основе которой лежит метрическая модель Раша. Детальный анализ произведен с помощью диалоговой системы ИЛП — русскоязычного аналога программного обеспечения RUMM и Winsteps. В качестве объектов выступили пациенты с полным отсутствием зубов до протезирования, после адаптации и через 6 месяцев после протезирования. Получена описательная статистика результатов испытаний, выполнено исследование индикаторов (оценок, стандартного отклонения SD, статистики хи-квадрат, Р (хи-квадрат), характеристических кривых, соответствия экспериментальных данных теоретической модели, кривых распределения категорий и их порогов), а также объектов (баллов, оценок, стандартной ошибки среднего SEM), местоположения индикаторов и объектов и эволюции их констелляции в ходе лечения. Построены матрицы оценок ответов в представлении «категории» и «индикаторы». Сопоставлены «сырые» балльные показатели КЖ пациентов, полученные классическим аддитивным методом (суммированием баллов по пунктам опросника), и рассчитанные на основании теории латентных переменных с помощью модели Раша. Коэффициент корреляции Пирсона составил 0.994, 0.999 и 0.993 до протезирования, после адаптации через 6 месяцев после протезирования, соответственно. Латентные переменные интерпретируются с точки зрения концепции силового поля К. Левина.

Ключевые слова: качество жизни, латентные переменные, модель Раша, стоматологическое ортопедическое протезирование

ANALYSIS OF THE PARAMETERS OF THE QUALITY OF LIFE OF DENTAL PATIENTS WITH THE HELP OF MODERN TESTING THEORY

¹Muslov S.A., ²Maslak A.A., ¹Arutyunov S.D., ¹Grachev D.I., ¹Chizhmakov E.A.

¹Evdokimov Moscow State Medical Stomatological University, Moscow, e-mail: muslov@mail.ru; ²Kuban State University, branch, Slavyansk-on-Kuban

The quality of life (QoL) of dental patients is considered from the point of view of the theory of latent variables, which is based on the metric Rush model. The analysis was performed using the ILP dialog system (a Russian-language analogue of the RUMM and Winsteps software). The subjects were patients with complete absence of teeth before, after prosthetics and after 6 months of adaptation. In addition to the descriptive statistics of the test results, the study of indicators (estimates, standard deviation SD, chi-squared), P(chi-squared), characteristic curves, correspondence of experimental data to the theoretical model, curves of the distribution of categories and their thresholds), as well as objects (scores, estimates, standard error of the mean SEM), the location of indicators and objects and their evolution during treatment was performed. The response evaluation matrices in the «categories» and «indicators» view are constructed. The «raw» (unprocessed) score indicators QoL of patients obtained by the classical additive method (summing up the scores according to the questionnaire items) and calculated on the basis of the theory of latent variables in the Rush model are compared. The Pearson correlation coefficient was 0.994, 0.999 and 0.993 before, after prosthetics and the adaptation period, respectively. Latent variables are interpreted from the point of view of K. Lewin's force field concept.

Keywords: quality of life, latent variables, Rush model, dental orthopedic prosthetics

Понятие качества жизни (КЖ) возникло в научной литературе в 1960-х гг. как интегральная характеристика физического, психоэмоционального и социального функционирования здорового или больного человека, основанная на его субъективном восприятии [1]. Несмотря на то, что единых критериев и норм исследования КЖ не существует, основными инструментами для изучения КЖ служат стандартизированные опросники, нередко составленные без помощи психометрических методов. Понятие «качество жизни» в полной мере применимо и к стоматологии. В результате поиск и разработка методик определения

качества жизни пациентов с заболеваниями полости рта составляет актуальную проблему зарубежной и отечественной стоматологии [2].

Более двадцати пяти лет успешно используется опросник OHIP-49 (OHIP – Oral Health Impact Profile) [3, 4]. Опросник включает в себя 49 вопросов (или 14 вопросов в укороченном варианте OHIP-14), разделенных на 7 субшкал. Однако опросники ОНІР-49 и ОНІР-14 отражают общую тенденцию стоматологического здоровья, поэтому нами был составлен специальный опросник ОНІР-20 на базе опросника ОНІР-49 для целенаправленного выявле-

ния проблем стоматологического здоровья у пациентов с полной утратой зубов, получивших съемные пластиночные конструкции зубных протезов. О валидизации и автоматизации OHIP-20 DG сообщалось в публикации [5].

В отечественной медицинской литературе для анализа КЖ применяется, за редким исключением, классическая теория тестирования (КТТ), в зарубежной – преобладает современная теория тестирования Item Response Theory (IRT), представляющая собой часть более общей теории латентных переменных. В настоящей работе параметры качества жизни исследованы именно с помощью латентных переменных.

Как известно, многие переменные являются латентными, т.е. непосредственно не измеряемыми. Такие переменные задаются через набор индикаторов (заданий теста), которые можно непосредственно оценить или измерить [6]. Теория латентных переменных имеет вероятностный характер. Она предполагает, что существует одномерный континуум латентных переменных, на этом континууме происходит вероятностное распределение латентной переменной с определенной плотностью. Мировой опыт измерения и моделирования латентных величин рекомендует использование модели Раша [7], в которой распределение латентных переменных описывается логистической функцией и которая проходит период становления в России.

Материалы и методы исследования

Применяли отечественную диалоговую систему ИЛП (Измерение латентных переменных), альтернативную зарубежным аналогам RUMM (Австралия) и Winsteps (США). Данная система позволяет обрабатывать исходные матрицы как дихотомического (две категории 0, 1) так и политомического вида (число категорий более двух). Использовался вид анализа Partial Credit Model [8].

Опрос N = 50 пациентов (возраст 42–87 лет, 17 женщин и 33 мужчины) с полной утратой зубов после стоматологического ортопедического лечения посредством съемных пластиночных конструкций зубных протезов проводили с помощью опросника КЖ ОНІР-20 DG. Анкета заполнялась последовательно с 1 по 20 вопрос. Ответ на каждый вопрос варьировался в диапазоне от 0 до 4 баллов. На каждый вопрос теста мог быть дан только один ответ. Качество жизни пациентов изучалось до протезирования по сравнению с КЖ после адаптации к протезам и после 6 месяцев после протезирования (окончательными значениями).

Динамическая оценка качества жизни стоматологического пациента позволила оценить адекватность проводимого стоматологического лечения. Для проверки гипотезы о нормальности распределения латентных переменных с помощью критерия Колмогорова — Смирнова применяли пакет программ IBM SPSS 26.

Результаты исследования и их обсуждение

Общая статистика. Результаты описательной статистики качества представлены на рис. 1 и в табл. 1. Группы показателей: индикаторы, объекты, характеристики измерительного инструмента, показатели надёжности. Здесь и в дальнейшем используется терминология, принятая в современной теории тестирования. Под индикаторами понимаются пункты опросника, под объектами - пациенты. Из таблицы следует, что среднее значение логитов объектов увеличивается в ходе лечения от -0.739 до 0.922, при этом статистика хи-квадрат – от 64.897 до 83.330, a P (хи-квадрат) – от 0.377 до 0.890. Критерий согласия хи-квадрат больше 0.05. Вне сомнения, этот показатель считается более чем удовлетворительным и свидетельствует о высокой точности выполненной параметризации. Это означает, что полученные результаты опроса пациентов с помощью представленного в опроснике состава пунктов можно использовать как для измерения рассматриваемой латентной переменной, так и для измерения уровня КЖ.

Разработчики Winsteps индекс сепарабельности (англ. separation coefficient) определяют как отношение истинной дисперсии к наблюдаемой [9]. На сайте RUMM [10] его предлагают называть PSI (Person Separation Index) и измерять так: $\mathbf{r}_{yy} = (\sigma_{\hat{\beta}}^2 - \sigma_{\hat{\epsilon}}^2)/\sigma_{\hat{\beta}}^2$, где $\sigma_{\hat{\beta}}^2$ — дисперсия латентной переменной β_i местоположения объектов, $\sigma_{\hat{e}}^2$ – дисперсия стандартной ошибки измерения логитов объектов. В явном виде дисперсия в и дисперсия ошибки среднего β встречаются формуле $In_{sep} = D_g/$ D_в-D_е, в которой индекс сепарабельности больше 1 [11]. Как видно из табл. 1, индекс сепарабельности в процессе лечения изменялся от 0.748 до 0.818 (коэффициент вариации CV 0.085). Согласно [11] он характеризует, являются ли латентные измерения надежными. Считается, что качественный тест имеет надежность не менее 0.8. Таким образом, по полученным данным исследуемый конструкт OHIP-20 DG удовлетворяет условиям надежности с точки зрения его помехоустойчивости.

Индикаторы		Объекты	
Среднее значение:	0.000	Среднее значение:	0,017
Ср. квадр. отклонение:	0,282	Ср. квадр. отклонение:	0,601
Характеристики измерительного	инструмента		
Число индикаторов:	20	Статистика Хи-квадрат:	70,193
Число объектов:	50	Степени свободы:	80
Число подгрупп объектов:	5	Вероятность Хи-квадрат:	0,775
Показатели надежности			
Индекс сепарабельности объектов:	0,818		
Альфа Кронбаха:	0,780		

Рис. 1. Окно описательной статистики параметров КЖ пациентов после адаптации

 Таблица 1

 Сравнительная статистика латентных переменных в точках мониторинга КЖ

	Индика	горы, δ*	Объект	гы, β**		еристики эго инстру		Показатели надежности		
	Среднее значение (логит)***	Ошибка измерения (логит)	Среднее значение (логит)	Ошибка измерения (логит)	Статистика хи-квадраг	Число степеней свободы	Вероятность хи-квадраг	Индекс сепарабельности	Альфа Кронбаха	
До протезирования	0.000	0.233	-0.739	0.597	83.330	80	0.377	0.777	0.770	
После адаптации	0.000	0.282	0.017	0.601	70.193	80	0.775	0.818	0.780	
После 6 месяцев	0.000	0.265	0.922	0.596	64.897	80	0.890	0.748	0.764	

^{*} Число индикаторов: 20.

Коэффициент альфа Кронбаха является наиболее эффективным средством измерения надежности на основе согласованности показателей. Он представляет собой оценку разброса каждого вопроса с общим разбросом всей шкалы. Диапазон изменения коэффициента – от 0 до 1. В нашем случае коэффициент альфа Кронбаха лежит в диапазоне 0.764 до 0.780 (коэффициент вариации CV 0.020), что по определению отвечает достаточной самосогласованности пунктов опросника. При этом

изменчивость альфа Кронбаха меньше, чем у индекса сепарабельности, что соответствует их сравнительным характеристикам [10]. По величине альфа Кронбаха и индекс сепарабельности практически не отличаются друг от друга, что вполне объяснимо, поскольку потерянные данные отсутствуют, а число объектов в тесте больше 30.

Статистика индикаторов. Статистические показатели индикаторов после протезирования представлены в табл. 2.

^{**} Число объектов: 50.

^{***} В однопараметрической модели Раша имеет значение только разность переменных β и δ , а не их абсолютные значения, при этом средние уровни индикаторов принимаются равными 0.

Таблица 2 Результаты оценки индикаторов опросника

Индикатор	Число категорий	Оценка, б	Ст. ошибка	Хи-квадрат	Степени свободы	Р(хи-квадрат)
1	5	0.287856	0.177781	15.94207	4	0.003098
2	5	-0.35616	0.16128	2.019606	4	0.732153
3	5	-0.27079	0.176209	0.512453	4	0.972277
4	5	0.143688	0.155525	1.224968	4	0.873971
5	4	-0.59398	0.188907	2.176358	4	0.70336
6	5	0.280011	0.16877	1.271347	4	0.866218
7	5	-0.06622	0.146984	1.452619	4	0.835
8	5	-0.18033	0.160716	3.730804	4	0.443662
9	5	0.132001	0.171663	1.4746	4	0.831131
10	5	0.508197	0.149619	1.827001	4	0.767539
11	5	-0.14104	0.170514	4.228675	4	0.375942
12	5	-0.12915	0.169776	5.35038	4	0.253198
13	5	0.436892	0.157967	3.513599	4	0.475814
14	5	0.071516	0.163198	3.934076	4	0.415001
15	5	-0.05945	0.169433	4.772963	4	0.311396
16	5	0.043677	0.154555	0.969064	4	0.91445
17	5	0.365402	0.14919	4.475216	4	0.345496
18	5	0.094771	0.151342	3.690743	4	0.449474
19	5	-0.22742	0.145793	5.239797	4	0.263566
20	5	-0.33945	0.161668	2.386476	4	0.665073

За исключением 1-го индикатора значения Р (хи-квадрат) достаточно велики (> 0.05), что свидетельствует о высокой точности выполненного моделирования (нулевая гипотеза об отсутствии различий между экспериментальными данными и теоретической моделью на уровне значимости 0.05 подтверждена), а феномен ответов на 1-й вопрос опросника «Как часто Вы испытываете трудности при приеме пищи в связи с проблемами, связанными с полостью рта?» (домен КЖ «Ограничение функций») требует дополнительного анализа. Возможно, он связан с трудностями, которые испытывают пациенты при ответе на этот вопрос, связанными с различным пониманием респондентами категорий «постоянно», «очень часто», «часто», «крайне редко», «никогда», что в итоге привело к достаточно высоким значениям статистики хиквадрат (15.94207) и низким значениям статистической значимости (0.00309) критерия по 1-му индикатору. Отметим, что такая же ситуация с данным пунктом наблюдалась при мониторинге КЖ до протезирования (показатели 16.45767 и 0.00246) и после 6 месяцев (17.06966 и 0.00187 соответственно).

Качественный подход предполагает построение *характеристических кривых* (англ. expected value curves, EVC) (рис. 2). Число диаграмм соответствует числу индикаторов конструкта. В верхней части диаграмм

представлена информация по выбранному индикатору. Отрезками на шкале логитов отображены средние уровни латентной переменной подгрупп объектов, точками — средние фактических данных по указанным подгруппам объектов. Видно, что «паттерн» (форма и структура) графиков свидетельствуют об адекватности экспериментальных данных модели измерения. Опять же можно отметить только аномалии на рис. 2, а, соответствующие 1-му индикатору (точки на графике лежат достаточно удаленно от кривой), но дифференцирующая способность конструкта по данному пункту (угловой коэффициент линии тренда точек) высокая.

Весьма информативной характеристикой индикаторных переменных в метрической модели измерений Раша является распределение их категорий. Кривые рас-(вероятностные пределения категорий кривые, англ. item characteristic curve, ICC) КЖ после протезирования суммированы на рис. 3, а-ф. Количество диаграмм соответствует числу индикаторов - пунктов опросника КЖ. На графиках отображены теоретические на основе модели измерения кривые каждой категории данного индикатора. По оси ординат отложена вероятность события, по оси абсцисс – уровень латентной переменной в логитах. При построении кривых приложением ИЛП была использована общая формула для вероятности достижения случайной политомической величины x_{n_i} значения x в однопараметрической модели Раша:

$$P(x_{ni} = x) = \frac{e^{-\tau_{i1} - \tau_{i2} - \dots - \tau_{xi} + x(\beta_n - \delta_i)}}{\sum_{x=0}^{m_i} e^{-\tau_{i1} - \tau_{i2} - \dots - \tau_{xi} + x(\beta_n - \delta_i)}}, \quad (1)$$

где β_n — месторасположение n-го объекта на шкале латентной переменной, δ_i — месторасположение i-й индикаторной переменной, τ_{xi} — пороги индикаторных переменных, m_i — число категорий i-го индикатора соответственно. В случае политомической переменной x_{ni} = 0, 1, 2, 3, 4 уравнение (1) распадается на пять:

$$\begin{split} P(x_{ni} = 0) &= \frac{e^{0(\beta_n - \delta_i)}}{\gamma} \\ P(x_{ni} = 1) &= \frac{e^{-\tau_{1i} + 1(\beta_n - \delta_i)}}{\gamma} \\ P(x_{ni} = 2) &= \frac{e^{-\tau_{1i} - \tau_{2i} + 2(\beta_n - \delta_i)}}{\gamma} \\ P(x_{ni} = 3) &= \frac{e^{-\tau_{1i} - \tau_{2i} - \tau_{3i} + 3(\beta_n - \delta_i)}}{\gamma} \\ P(x_{ni} = 4) &= \frac{e^{-\tau_{1i} - \tau_{2i} - \tau_{3i} - \tau_{4i} + 4(\beta_n - \delta_i)}}{\gamma} \end{split} , \quad (2$$

где

$$\begin{split} \gamma &= e^{0(\beta_n - \delta_i)} + e^{-\tau_{li} + 1(\beta_n - \delta_i)} + e^{-\tau_{li} - \tau_{2i} + 2(\beta_n - \delta_i)} + \\ &+ e^{-\tau_{li} - \tau_{2i} - \tau_{3i} + 3(\beta_n - \delta_i)} + e^{-\tau_{li} - \tau_{2i} - \tau_{3i} - \tau_{4i} + 4(\beta_n - \delta_i)} \end{split}$$

И

$$P(x_{ni} = 0) + P(x_{ni} = 1) + P(x_{ni} = 2) +$$

$$+P(x_{ni} = 3) + P(x_{ni} = 4) = 1.$$
(3)

Численные значения порогов категорий (англ. thresholds) сведены в табл. 3. Они отделяют категории индикатора друг от друга и представляют собой точки на шкале латентной переменной, для которых вероятность выбора соседних категорий совпадает. Например, для первого индикатора первый порог равен -2.082, в этой точке пересекаются кривые категорий 0 и 1, второй порог равен -0.65, здесь пересекаются кривые категорий 1 и 2 и т.д. Другими словами, пороги категорий являются абсциссами точек пересечения соседних вероятностных кривых. Информативность такого представления в том, что из графиков следует, как и на каком интервале шкалы латентной переменной «работает» каждая категория. Более подробный анализ хода кривых и их численных значений дан в [12].

Обращает на себя внимание следующий установленный факт. Есть индикаторы, у которых не все категории имеют свой интервал измерения, где они «работают», в результате не все пороги расположены в порядке возрастания: $\tau_1 < \tau_2 < \tau_3 < \tau_4$. Речь идет об индикаторах 2, 19 и 20. Они соответствуют индикаторам теста: «Как часто при приеме пищи последняя застревает между естественными или искусственными зубами (протезами)?», «Испытываете ли Вы невозможность получать удовольствие от общения с друзьями в связи с проблемами полости рта?» и «Испытываете ли Вы неудовлетворенность жизнью в целом из-за проблем полости рта?». В | 12 | показано, что реверсные значения порогов (англ. reversed thresholds) и нарушения в порядке следования порогов могут быть обусловлены недостатком данных при исследовании в области соответствующих пороговых значений латентной переменной.

Стамистика объектов. В опросе о КЖ приняли участие 50 пациентов. Показатели статистики объектов сведены в табл. 4.

Наименьшая зарегистрированная сумма баллов пациентов после адаптации составила 19 баллов из 80, ей соответствовало значение латентной переменной β = -1.36639, также наименьшее из всей шкалы. Наибольшая сумма равнялась 60 баллам, ей соответствовало значение β = 1.37108, также наибольшее из всего множества этой переменной.

На графике (рис. 4) представлены «сырые» (необработанные) балльные показатели КЖ, полученные классическим аддитивным способом простым суммированием баллов по пунктам опросника и рассчитанные на основании теории Раша латентных переменных (в качестве примера для пациентов через 6 месяцев после протезирования). В соответствии с [13] считалось, что интегральный показатель качества жизни в рамках модели пропорционален значению латентной переменной β.

Видно, что результаты, полученные различными методами, достаточно хорошо согласуются друг с другом (коэффициент корреляции Пирсона составил 0.993). Таким образом, оценки, полученные по методу Раша, являются весьма адекватными, но в отличие от традиционного метода оценивания в рамках классической теории тестирования, эти оценки даны по линейной шкале и независимы от специфики составления заданий опросника и особенностей выборки пациентов. Следует также отметить: из диаграммы видно, что чувствительность методики оценки качества жизни путем применения модели Раша не ниже, чем традиционным аддитивным способом.

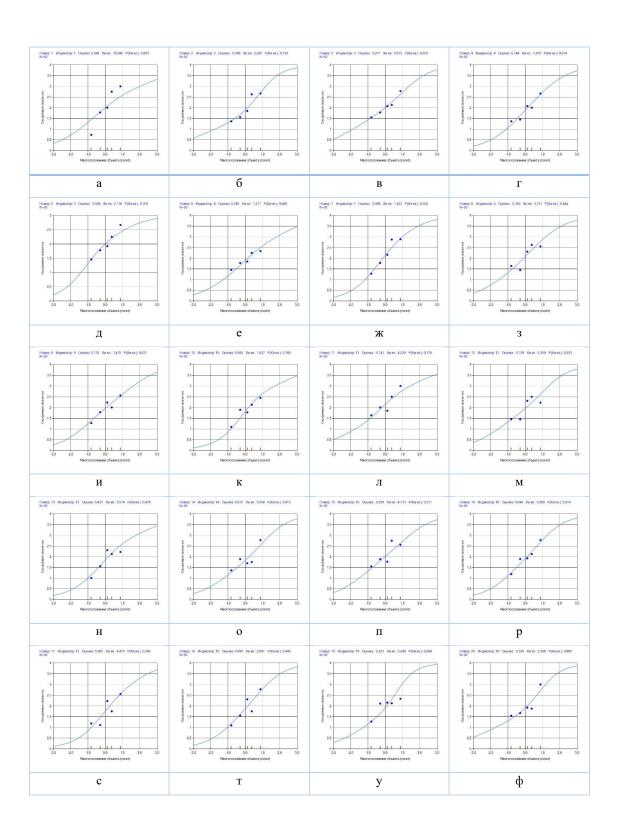


Рис. 2. Характеристические кривые индикаторов опросника КЖ после адаптации. Число подгрупп объектов: 5

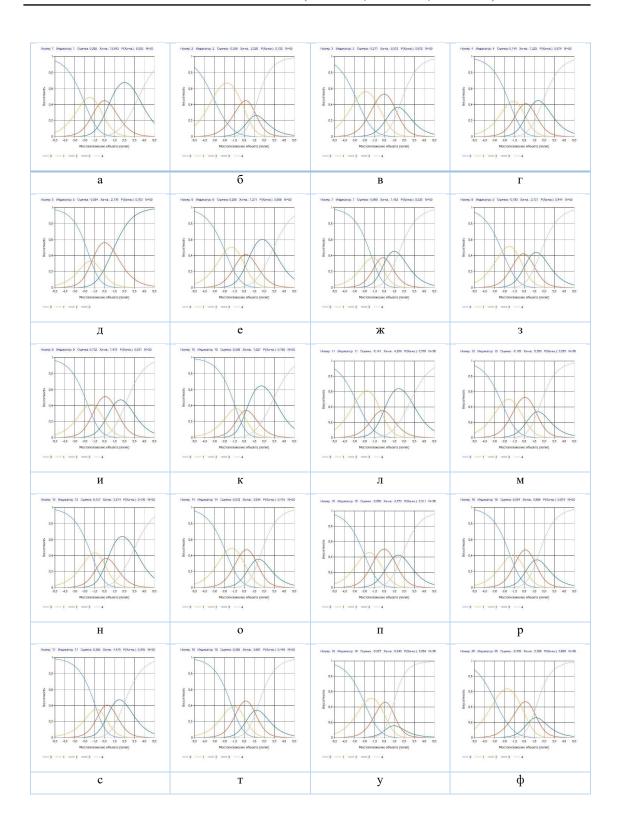


Рис. 3. Характеристические кривые категорий индикаторов опросника КЖ после адаптации. Категории ответов респондентов категорий «постоянно», «очень часто», «часто», «крайне редко», «никогда» соответствуют кривым 0, 1, 2, 3, 4

 Таблица 3

 Результаты расчета порогов кривых распределения категорий опросника

Индикатор	Оценка	Порог 1	Порог 2	Порог 3	Порог 4
1	0.287856	-2.08223	-0.64993	0.477723	3.405866
2	-0.35616	-3.11551	-0.26205	1.201407	0.751507
3	-0.27079	-2.78731	-0.83511	1.069916	1.469343
4	0.143688	-1.48633	-0.38088	0.641472	1.800491
5	-0.59398	-1.35487	-1.27766	0.850582	_
6	0.280011	-1.92732	-0.33705	0.526854	2.857551
7	-0.06622	-1.23924	-0.63311	0.19241	1.415045
8	-0.18033	-2.20419	-0.56936	0.488118	1.56409
9	0.132001	-1.66991	-0.86363	0.910966	2.150578
10	0.508197	-0.84635	-0.23913	0.185289	2.932984
11	-0.14104	-2.80509	-0.35403	-0.05029	2.645247
12	-0.12915	-2.231	-0.77357	1.167262	1.320717
13	0.436892	-1.34184	-0.21561	0.323888	2.981137
14	0.071516	-1.85339	-0.43265	1.114403	1.457709
15	-0.05945	-1.98665	-0.84508	0.853806	1.740104
16	0.043677	-1.40112	-0.6521	0.976878	1.251051
17	0.365402	-0.81553	-0.40268	0.677566	2.002251
18	0.094771	-1.23207	-0.58615	0.979335	1.217963
19	-0.22742	-1.98322	-0.41741	1.627469	-0.13654
20	-0.33945	-2.95362	-0.38009	1.243554	0.732348

Выделены значения порогов, для которых $\tau_{_{\! 4}}\!<\!\tau_{_{\! 3}}$

Таблица 4 Оценки объектов опросника (после адаптации)

Объект	Баллы	Макс. балл	Число индикаторов	Оценка, β	Ст. ошибка
1	34	80	20	-0.30072	0.253395
2	31	80	20	-0.49449	0.257178
3	42	80	20	0.198092	0.248876
4	31	80	20	-0.49449	0.257178
5	22	80	20	-1.12633	0.278956
6	42	80	20	0.198092	0.248876
7	44	80	20	0.320939	0.248848
8	41	80	20	0.136554	0.249068
9	60	80	20	1.371087	0.280139
10	58	80	20	1.222827	0.271215
11	48	80	20	0.567316	0.250482
12	47	80	20	0.505471	0.249832
13	38	80	20	-0.04908	0.250291
14	43	80	20	0.259537	0.2488
15	29	80	20	-0.62712	0.260454
16	40	80	20	0.074878	0.24937
17	27	80	20	-0.76337	0.264495
18	52	80	20	0.818727	0.255052
19	34	80	20	-0.30072	0.253395
20	30	80	20	-0.5604	0.258728
21	29	80	20	-0.62712	0.260454
22	28	80	20	-0.69474	0.262371
23	54	80	20	0.948505	0.258704
24	45	80	20	0.382355	0.249028

				Окон	чание табл. 4
Объект	Баллы	Макс. балл	Число индикаторов	Оценка, β	Ст. ошибка
25	41	80	20	0.136554	0.249068
26	45	80	20	0.382355	0.249028
27	31	80	20	-0.49449	0.257178
28	35	80	20	-0.23722	0.252456
29	54	80	20	0.948505	0.258704
30	48	80	20	0.567316	0.250482
31	19	80	20	-1.36639	0.291699
32	21	80	20	-1.20406	0.282797
33	42	80	20	0.198092	0.248876
34	26	80	20	-0.83312	0.266846
35	30	80	20	-0.5604	0.258728
36	49	80	20	0.629462	0.251315
37	44	80	20	0.320939	0.248848
38	39	80	20	0.013015	0.249778
39	42	80	20	0.198092	0.248876
40	30	80	20	-0.5604	0.258728
41	41	80	20	0.136554	0.249068
42	41	80	20	0.136554	0.249068
43	40	80	20	0.074878	0.24937
44	52	80	20	0.818727	0.255052
45	39	80	20	0.013015	0.249778
46	46	80	20	0.443843	0.249352
47	45	80	20	0.382355	0.249028
48	36	80	20	-0.17414	0.251628
49	37	80	20	-0.11145	0.250907
50	39	80	20	0.013015	0.249778



Рис. 4. Вариации интегрального показателя КЖ пациентов через 6 месяцев после протезирования, полученные разными методами

Взаимодействие множеств латентных переменных на единой шкале логит задает вероятность «успеха» в модели Раша по шкалам теста и в итоге характеризует многомерное интегральное восприятие качества жизни респондентов.

Местоположение латентных переменных и их эволюция по ходу лечения. На рис. 5—7 в верхней части диаграмм можно видеть расположение объектов, в нижней части представлено расположение индикаторных переменных. Высота столбцов соот-

ветствует числу объектов или индикаторных переменных с заданным местоположением на шкале латентной переменной. На левой оси ординат отображено абсолютное число объектов или индикаторных переменных, на правой – их проценты в выборке.

Хорошо видно, что по мере стоматологической помощи (до протезирования, после адаптации и через 6 месяцев) местоположение объектов постепенно смещается вдоль положительного направления оси латентных переменных, что соответствует увеличению латентной переменной β. При этом местоположение индикаторов не изменяется, поскольку изначально среднее значение переменной δ традиционно принимается равным 0. Те же выводы следуют из визуального анализа диаграмм «box and whiskers» (рис. 8). Поскольку вероятность «успеха» в однопараметрической модели Раша (RM) равна

$$P(x_{ni} = 1) = \frac{e^{\beta_n - \delta_i}}{1 + e^{\beta_n - \delta_i}},$$
 (4)

такая динамика в расположении переменных соответствует росту интегрального уровня качества жизни, поскольку из (4) следует, что частная производная от веро-

ятности «успеха»
$$\partial P / \partial \beta = \frac{e^{\beta_n - \delta_i}}{(1 + e^{\beta_n - \delta_i})^2} > 0$$
,

а сама вероятность $P \to 1$ при $\beta \to \infty$ (куда смещается медиана объектов на рис. 5–7).

Отметим, что зрительно диаграммы на рис. 5–7 соответствуют общим статистикам латентных переменных, отраженных в окне программы (рис. 1): среднее квадратичное отклонение переменной δ 0.282, переменной β – 0.601 логит, что почти в 3 раза выше. В соответствии с данной нами интерпретацией латентных переменных это свидетельствует о том, что спектр адаптационнокомпенсаторных возможностей организма до протезирования плюс комплексность ле-

чебных и реабилитационных мероприятий после протезирования и в период адаптации шире совокупности симптомов (симптомокомплекса) на шкале логитов.

Более подробный зрительный анализ гистограмм позволяет заключить, что распределение значений переменных β и δ близко к нормальному: относительно небольшое число пациентов с низким и высоким уровнем β или δ и относительно много со средним значением, что отвечает большинству случайных величин, встречающихся в биологии и медицине. Для удобства врачей-исследователей все полученные данные можно перенести в другие пользовательские программы. Например, действительно количественная проверка гипотезы о нормальности с помощью критерия Колмогорова – Смирнова (применяли пакет программ IBM SPSS 26) дает результат, что проверяемые распределения являются нормальными (табл. 5).

Мы исследовали также параметры распределений латентных переменных асимметрию и коэффициент эксцесса, характеризующие их геометрическую форму. Асимметрия — это показатель симметричности/скошенности кривой функции распределения, а эксцесс, как известно, определяет ее островершинность.

Как видно из полученных параметров, асимметрия распределения переменной β до протезирования умеренная (0.361), после адаптации — незначительная (-0.106), через 6 месяцев после протезирования существенная (-0.583), при этом его скошенность эволюционирует от слева до вправо, что соответствует согласно формуле (5) росту возможности «успеха» и увеличению уровня качества жизни пациентов и в рамках модели, и на основании экспериментальных данных. После адаптации кривые распределения β и δ становятся более островершинными, чем кривая Гаусса (коэффициенты эксцесса 0.015 > 0 и 0.181 > 0 соответственно).

Таблица 5 Статистика проверки гипотезы о нормальности распределения значений латентных переменных с помощью одновыборочного критерия Колмогорова — Смирнова (SPSS 26) и параметры распределений

Omorry Houseway	Латентные	Dringer	
Этапы лечения	Объекты, β	Индикаторы, б	Выводы
По имоториморомия	0.078 (0.2)	0.125 (0.2)	Проверяемое распределение
До протезирования	0.361 -0.393	0.031 -0.469	является нормальным
П	0.098 (0.2)	0.083 (0.2)	_ ii _
После адаптации	-0.106 -0.137	-0.05 -0.479	<u> </u>
Полем (0.115 (0.096)	0.153 (0.2)	_ ii _
После 6 месяцев	-0.583 0.015	-0.385 0.181	<u> </u>

В скобках – асимптот. знач. (двухсторонняя) с коррекцией знач. Лильефорса. Во 2-й строке – асимметрия и эксцесс.

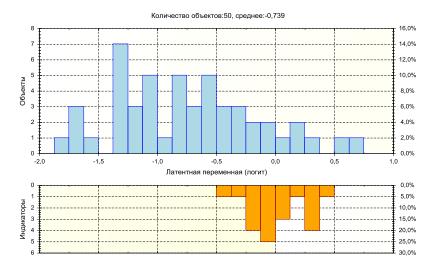


Рис. 5. Местоположение латентных переменных (до протезирования)

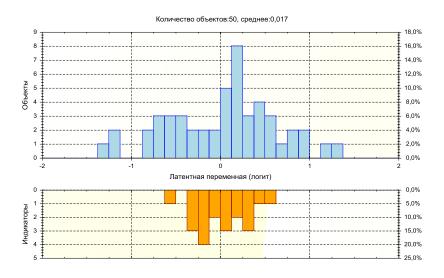


Рис. 6. Местоположение латентных переменных (после адаптации)

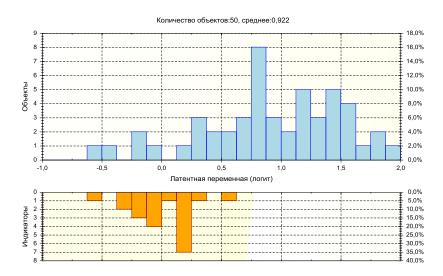
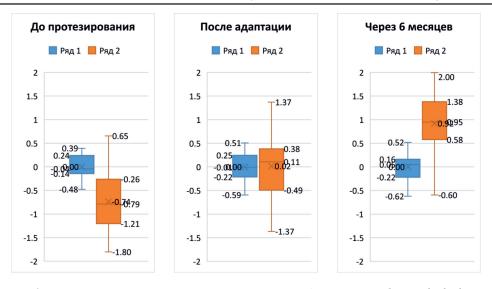


Рис. 7. Местоположение латентных переменных (через 6 месяцев)



Puc. 8. Местоположение латентных переменных на диаграммах «box and whiskers»

Матрицы оценок и вероятностей ответов. От приложения RUMM диалоговая система ИЛП отличается наличием опции построения матриц оценок и вероятностей ответов. Матрицы строятся на основании оценок объектов и индикаторных переменных [14].

В матрице оценок ответов (табл. 6) пациентов после протезирования выделены первая строка, содержащая оценки местоположения индикаторов, и первый столбец с оценками местоположения объектов. Элемент матрицы A_{ij} определяется следующим образом:

$$A_{ij} = 0 \cdot P(\beta_i, \delta j, 0) + 1 \cdot P(\beta_i, \delta j, 1) + (5)$$

$$+2 \cdot P(\beta_i, \delta j, 2) + 3 \cdot P(\beta_i, \delta j, 3) + 4 \cdot P(\beta_i, \delta j, 4),$$

где $P(\beta_i, \delta_j, k)$ – вероятность і-го объекта выбрать категорию k в j-м индикаторе.

Для примера рассчитаем значение 1-й ячейки матрицы $i=1,\ j=1,\ \beta_1=-0.300,\ \delta_1=0.287,\$ приведенные значения порогов $\tau_1=-2.08223-\delta_1,\ \tau_2=-0.64993-\delta_1,\ \tau_3=0.477723-\delta_1,\ \tau_4=0.477723-\delta_1.$ По формуле (4) определим $\gamma=19.303,\$ по формулам (3) $P(\beta_1,\ \delta_1,\ 0)=0.051,\ P(\beta_1,\ \delta_1,\ 1)=0.307,\ P(\beta_1,\ \delta_1,\ 2)=0.435,\ P(\beta_1,\ \delta_1,\ 3)=0.199,\ P(\beta_1,\ \delta_1,\ 4)=0.005.$ Отсюда на основании (5) $A_{11}=1.799,\$ что соответствует значению A_{11} в табл. 5.

¹¹ В матрице оценок цветом ячейки показано соответствие фактических значений в исходной матрице «сырых» данных и ожидаемых в результате расчета категорий (рис. 9). Это позволяет определить, насколько исходные данные отличаются от модели измерений.

Фактическое значение					
Ожидаемое значение	0	1	2	3	4

Рис. 9. Цветами обозначены категории, которые были выбраны объектами в исходной матрице ответов (к табл. 6)

Матрица вероятностей ответов представлена табл. 7. В данном случае элементом матрицы является вероятность $P(\beta_i, \delta_j, k)$, где k – категория, фактически выбранная объектом і в ј-й индикаторной переменной. Например, в ячейке A_{11} в табл. 6 (категория 2) $P(\beta_1, \delta_1, 2) = 0.435$, что соответствует значению 0.44 в таблице.

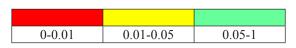
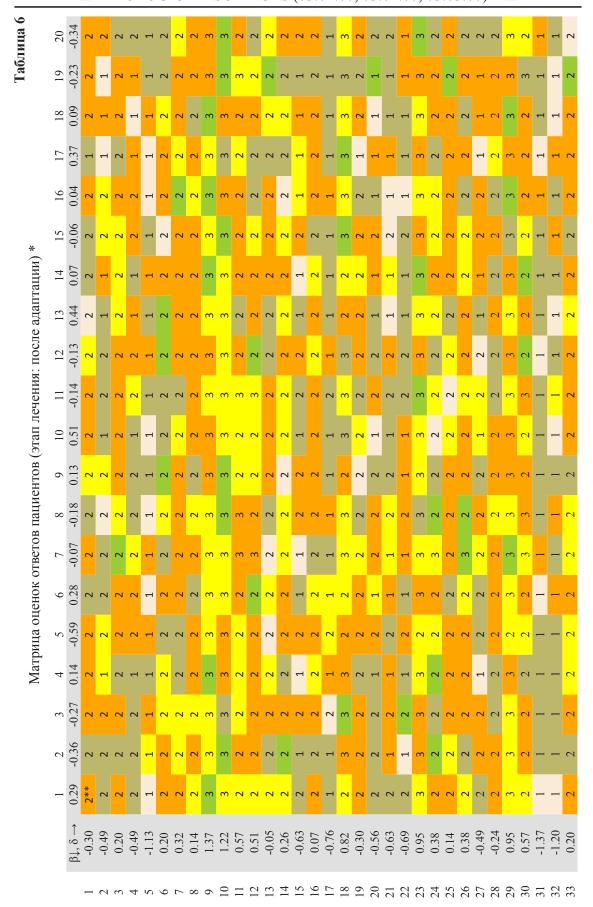
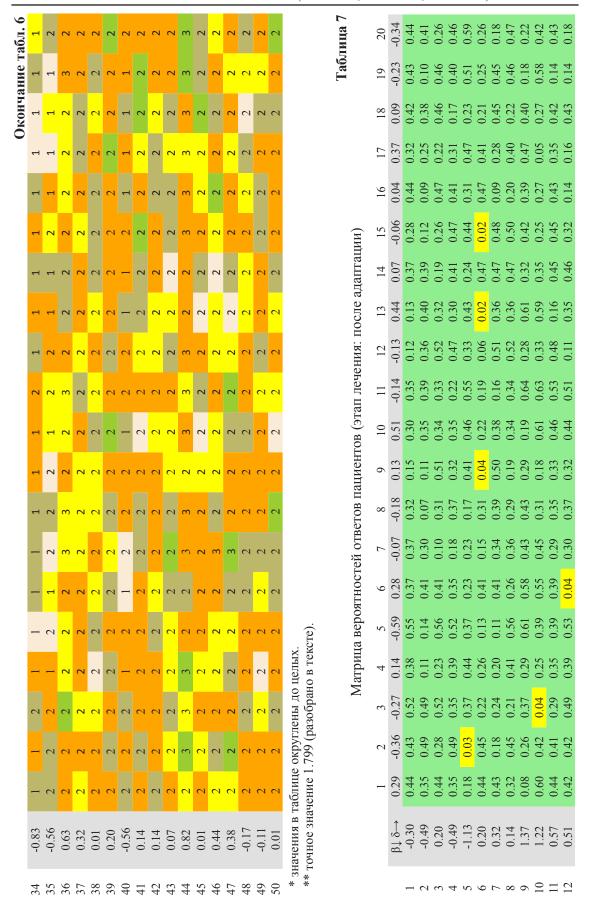
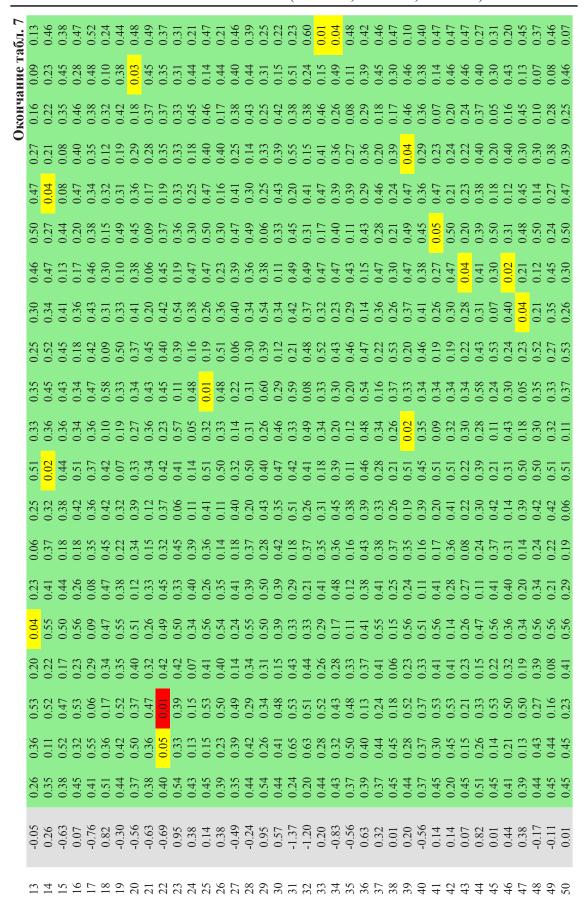


Рис. 10. Виджет программы ИЛП, иллюстрирующий степень соответствия наблюдаемых значений теоретическим (к табл. 7)

В матрице вероятностей (рис. 10) ответов цвет ячеек обозначает степень соответствия наблюдаемых значений теоретическим (уровень статистической значимости). В матрице видны несколько ячеек, в которых вероятность выбора категории к оказалась меньше 0.05. То есть объект с оценкой местоположения β, при ответе на индикатор с местоположением $\delta_{_{\parallel}}$ должен был выбрать другую категорию, а фактически выбранная категория оказалась маловероятной. Это обстоятельство является предметом дополнительного анализа измерительного инструмента, а также оценки исходных данных для применения процедуры измерения латентных переменных.







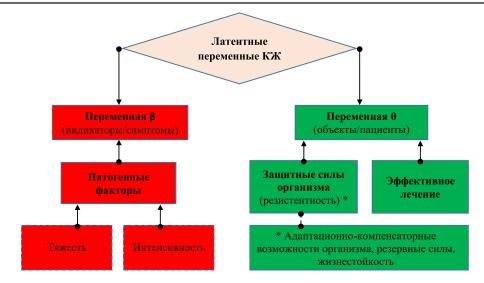


Рис. 11. Схема интерпретации латентных переменных при исследовании качества жизни

Интерпретация латентных пере*менных*. В данном сообщении изложены результаты изучения латентных параметров качества жизни стоматологических больных с помощью диалоговой системы ИЛП. Однако остался без ответа один вопрос. Он касается клинического смысла латентных параметров. Ни одна диалоговая система не в состоянии дать интерпретацию введенных для анализа хода лечения и сопутствующего ему изменения уровня качества жизни этих переменных. Мы придерживаемся концепции, вследствие которой латентные переменные в аспектах медицины рассматриваются с позиций психологической теории Курта Левина [15] силового взаимодействия, согласно которой успех в преодолении препятствия контролирует ослабление действия, либо усиление противодействия. С этой точки зрения (баланса двух противоположно направленных систем сил) латентную переменную б обуславливает влияние негативных патогенных факторов, а переменная в определяется адаптационно-компенсаторными возможностями организма (до лечения) плюс эффективность терапевтического или другого лечебного воздействия (после лечения и реабилитации) (рис. 11).

Под успехом, который К. Левин в широком смысле интерпретировал как достижение запланированного личностного результата, понимается достижение намеченной цели лечения.

Заключение

1. С помощью диалоговой системы ИЛП выполнен детальный анализ и измерены параметры латентных переменных

качества жизни пациентов с полным отсутствием зубов до и после стоматологического ортопедического лечения посредством съемных пластиночных конструкций зубных протезов.

- 2. Диалоговая система ИЛП обеспечивает высокую точность измерения латентных переменных и выполняемого моделирования. Нулевая гипотеза об отсутствии различий между экспериментальными данными и теоретической моделью Раша на уровне значимости 0.05 подтверждена до и на всех этапах протезирования и адаптации. Оценки, полученные альтернативными методами КТТ и IRT, хорошо согласуются друг с другом, коэффициент корреляции Пирсона составил 0.994, 0.999 и 0.993 до протезирования, после адаптации и через 6 месяцев после протезирования соответственно.
- 3. Выявлена эволюция латентной переменной β местоположения объектов по ходу ортопедического лечения в сторону повышения качества жизни с максимумом через 6 месяцев после протезирования.
- 4. Распределения значений переменных β и δ близки к нормальным на всех этапах лечения (статистика критерия Колмогорова Смирнова 0.078–0.153). Среднее квадратичное отклонение переменной δ 0.282, переменной β 0.601 логит, что больше чем в 2 раза выше. Это свидетельствует о том, что ширина спектра адаптационно-компенсаторных возможностей организма пациентов до протезирования плюс комплексность лечебных и реабилитационных мероприятий после протезирования и в период адаптации, учитывающее всё разнообразие факторов, спровоцировавших появление симптомов, негативно влияющих

- на качество жизни, больше чем ширина симптомокомплекса по шкале логитов больных.
- 5. Предложена интерпретация латентных переменных в исследованиях качества жизни, связанного со здоровьем, т.е. в медицине, с позиций теории силового поля К. Левина.
- 6. Полученные результаты опроса пациентов можно использовать как для измерения рассматриваемых латентных переменных, так и для исследования КЖ.

Список литературы

- 1. Новик А.А., Ионова Т.И., Кайнд П. Концепция исследования качества жизни в медицине. СПб.: Элби, 1999. $140\ {\rm c}.$
- 2. Гажва С.И., Гулуев Р.С., Гажва Ю. Качество жизни пациентов с заболеваниями полости рта (обзор литературы) // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 4. С. 7–9.
- 3. Балин К.Д., Борисова Э.Г., Федичкина М.К. Оценка уровня качества жизни пациентов после стоматологических вмешательств (обзор литературы) // Проблемы стоматологии. 2021. Т. 17. № 1. С. 5–11.
- 4. Гилева О.С., Халилаева Е.В., Либик Т.В., Подгорный Р.В., Халявина И.Н., Гилева Е.С. Многоступенчатая валидация международного опросника качества жизни «Профиль влияния стоматологического здоровья» ОНІР-49-RU // Уральский медицинский журнал. 2009. № 8 (62). С. 104—109.
- 5. Программа для ЭВМ: «ОНІР-20-DG». Номер регистрации (свидетельства): RU 2021613358. Дата регистрации: 05.03.2021. Номер и дата поступления заявки: 2021612179 19.02.2021. Дата публикации: 05.03.2021. Авторы: Арутюнов С.Д., Муслов С.А., Грачев Д.И., Перцов С.С., Мартыненко А.В., Стерликов П.Ф., Чижмаков Е.А., Багдасарян Г.Г., Арутюнов А.С., Мальгинов Н.Н.

- 6. Летова Л.В. Модель Раша как инструмент для объективного измерения уровня учебных достижений по математике // Инновации в образовании. 2014. № 2. С. 139–148.
- 7. Анисимова Т.С., Маслак А.А., Осипов С.А., Поздняков С.А. Исследование точности измерения латентной переменной в зависимости от числа градаций индикаторных переменных // Теория и практика измерения латентных переменных в образовании. Славянск-на-Кубани: Изд. Центр СГПИ, 2005. С. 12–21.
- 8. Летова Л.В. Объективные и точные измерения латентных переменных: монография. Москва Берлин, 2016. 193 с.
- 9. Reliability and separation of measures. [Electronic resource]. URL: https://www.winsteps.com/winman/reliability.htm (date of access: 23.11.2021).
- 10. Cronbach's α and the Person Separation Index (PSI). [Electronic resource]. URL: http://www.rummlab.com.au (date of access: 23.11.2021).
- 11. Летова Л.В. Квалиметрический подход в образовании. Объективные измерения и моделирование латентных величин в образовании // Образование и наука. 2013. № 8 (107). С. 75-87.
- 12. Муслов С.А., Маслак А.А., Арутюнов С.Д., Грачев Д.И., Чижмаков Е.А. Кривые распределения категорий в модели Раша и их применение для анализа качества жизни в медицине // Научное обозрение. Биологические науки. 2021. № 3. С. 32–39.
- 13. Баркалов С.А., Моисеев С.И., Требунцева Л.В. Модель интегральной оценки AQLQ, основанная на латентных переменных // Проектное управление в строительстве. 2019. № 4 (17). С. 91–96.
- 14. Осипов С.А., Маслак А.А. Оценивание параметров модели Раша методом парных сравнений // Теория и практика измерения компетенций и других латентных переменных в образовании: материалы XV (3–5 февраля 2011 года) и XVI (1–3 июля 2011 года) Всероссийских (с международным участием) научно-практических конференций. Изд. Центр СГПИ. 2011. С. 65–72.
- 15. Аванесов В.С. Три источника становления метрической системы Георга Раша (RM) // Педагогические измерения. 2004. № 1. С. 15–21.

УДК 581:633.51:631.8

СВЯЗЬ МЕЖДУ СИНТЕЗОМ БЕЛКОВ И ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ, ПРОИСХОДЯЩИМИ В ЛИСТЬЯХ ХЛОПЧАТНИКА

Пирахунова Ф.Н.

Филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» в Ташкентской области Республики Узбекистан, Ташкент, e-mail: Faridapirohunova@gmail.com

Работа посвящена изучению динамики запасных и конституционных белков в листьях растений и установлению взаимосвязи между обменом белковых веществ и окислительно-восстановительными процессами, происходящими в листьях хлопчатника. Исследования показывают, что большая часть растворимых белков в основном на ранних этапах развития хлопчатника, составляют альбумины, т.е. водорастворимая фракция белков. Со старением листьев наблюдается дальнейшее увеличение в них альбуминов и глютелинов. В свою очередь, ослабление синтеза конституционных белков, в данном случае нуклеопротеидов, в листьях хлопчатника связано с изменением окислительно-восстановительных процессов в данной фазе развития. В конце онтогенеза конституционные белки в листьях хлопчатника в окислительно- восстановительный режим смещается в сторону окисления. Из-за однозначности зарядов белков и нуклеиновых кислот синтез нуклеопротеидов прекращается. Таким образом, в клетках листьев хлопчатника в конце онтогенеза количество конституционных белков и нуклеопротеидов заметно падает и выявляется корреляция между содержанием различных форм белковых веществ и окислительно-восстановительным потенциалом клеточного сока листьев, которые могут служить одним из критериев в создании новых сортов и линий растений, которые могут играть важную роль в снижении опадения плодоэлементов, соответственно, и в повышении урожайности хлопчатника на 3–4 ц/га.

Ключевые слова: белок, окисление, восстановление, онтогенез, сорт, растение, плодоэлементы

THE RELATIONSHIP BETWEEN PROTEIN SYNTHESIS AND OXIDATION-REDUCTION PROCESSES OCCURRING IN COTTON LEAVES

Pirakhunova F.N.

Branch of Astrakhan State Technical University in the Tashkent region of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, e-mail: faridapirohunova@gmail.com

The work is devoted to the study of the dynamics of storage and constitutional proteins in plant leaves and the establishment of the relationship between the exchange of protein substances and redox processes in cotton leaves. Studies show that most of the soluble proteins, mainly in the early stages of cotton development, are albumin, i.e. water-soluble fraction of proteins. With aging of leaves, a further increase in albumins and glutelins is observed. In turn, the weakening of the synthesis of constitutional proteins, in this case nucleoproteins, in cotton leaves is associated with a change in redox processes in this phase of development. At the end of ontogeny, constitutional proteins in cotton leaves shift towards oxidation in the redox regime. Due to the uniqueness of the charges of proteins and nucleic acids, the synthesis of nucleoproteins becomes difficult, and possibly stops. Thus, in the cells of cotton leaves at the end of ontogeny, the amount of constitutional proteins and nucleoproteins decreases markedly, and a correlation is revealed between the content of various forms of protein substances and the redox potential of the cell sap of the leaves, which can serve as one of the criteria in the creation of new varieties and lines of plants that can play an important role in reducing the dropping of fruit elements, respectively, and in increasing the yield of cotton by 3-4 centners/ha.

Keywords: protein, oxidation, reduction, ontogeny, cultivar, plant, fruit elements

Известно, что основные органические вещества представлены в растениях белками и другими азотистыми соединениями, жирами, крахмалом, сахарами, клетчаткой, пектиновыми веществами [1, 2].

Накопление белка в листьях зависит также от многих других факторов: предшественника, срока сева и густоты стояния растений, влагообеспеченности кислотности и уровня плодородия почв. Применяются средства защиты растений, причем наибольшая эффективность последних проявляется при комплексном применении средств защиты растений и повышенных дозах азотных удобрений.

Наиболее важными условиями, которые оказывают значительное влияние на накопление белков в листьях хлопчатника, являются температура и влажность окружающей среды. Содержание основных запасных белков листьев в большей мере зависит от условий вегетационного периода. В связи в этим составная часть исследования заключалась в изучении динамики белковых веществ листьев хлопчатника в течение всей вегетации [3]. Высокобелковые сорта, как правило, обладают повышенной способностью к биосинтезу белковых веществ. Как более полный отток азота из вегетативных органов, пока не обнаружено

связи между способностью растений формировать урожай с повышенным содержанием белка и величиной реутилизации азота из вегетативных органов [4].

Исследователи выявили, что независимо от форм азотных удобрений с повышением обеспеченности почвы фосфором наблюдается усиление биосинтеза всех фракций как простых, так и сложных белковых веществ. Следует отметить, что под действием мочевины, по сравнению с другими формами азотных удобрений, происходит более интенсивный биосинтез белковых веществ [5].

Улучшением условий возделывания основным регулированием азотного питания растений можно существенно повысить белковый обмен тканей растений. Увеличение белковости плодоэлементов зависит также и от разной сортовой отзывчивости сельскохозяйственных растений, в том числе и хлопчатника. В связи с этим целью нашего исследования является изучение динамики белковых веществ листьев хлопчатника в течение всей вегетации.

Материалы и методы исследования

В целях изучения белкового обмена в листьях хлопчатника были заложены полевые опыты на опытных участках научно-исследовательских институтов хлопководства и селекции семеноводства Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан. Почвы опытного участка — типичные сероземы с глубоким залеганием грунтовых вод. Содержание общего азота 0,117, фосфора 0,243%, калия 2,17% и гумуса 1,202%. Агротехника опыта общепринятая и соответствует методике полевых опытов научно-

исследовательского института хлопководство. Полив осуществляли по схеме: 1–3–1. В качестве азотного удобрения использовали аммиачную селитру, фосфор в форме суперфосфата, а калий в форме КСІ в дозах $N_{200}P_{150}K_{100}$ кг/га. Фосфор полностью вносили осенью под зябь, азот $-30\,\%$ перед посевом, $35\,\%$ в фазе бутонизации и оставшейся $35\,\%$ азота в фазе цветения. Половину дозы калия вносили в бутонизации, а оставшуюся половину в период цветения.

Результаты исследования и их обсуждение

Содержание белка хлопчатника, как и других культур, изучено многими исследователями [6].

Исследователями было установлено, что для хлопчатника наиболее высокие величины интенсивности фотосинтеза, содержания водорастворимых белков и активности ферментов карбоксилирующей фазы фотосинтеза — рибозофосфатизомераза, фосфорибулокиназы характерны также для этих фаз развития растений [7].

Однако различия сортов хлопчатника по содержанию белка исследователями изучена еще недостаточно. Кроме того, в опытах исследованы лишь некоторые (2–3) сорта хлопчатника. В связи с этим нами были изучены сортовые особенности данной культуры по содержанию белка и его фракций. При рассмотрении этого вопроса нами учитывалось содержание водорастворимых (альбуминов), солерастворимых (глобулинов), спирторастворимых (проламинов) и щелочерастворимых (глютелинов) белков (табл. 1–4).

Таблица 1 Водорастворимые фракции белка (мг/г сухого вещества)

Сорта						
хлопчатника	3–4 настоящих	Бутонизация Цветение Формирование		Созревание	Среднее	
	листьев			коробочек		за вегетацию
Наманган-34	$18,27 \pm 0,62$	$28,76 \pm 0,72$	$31,43 \pm 0,60$	$19,28 \pm 0,63$	$12,75 \pm 0,65$	$15,81 \pm 0,64$
C-6524	$14,82 \pm 0,74$	$23,59 \pm 0,68$	$24,87 \pm 0,74$	$25,73 \pm 0,79$	$9,22 \pm 0,76$	$19,64 \pm 0,74$
Омад	$16,54 \pm 0,47$	$26,92 \pm 0,77$	$28,44 \pm 0,68$	$17,43 \pm 0,58$	$10,65 \pm 0,84$	$19,99 \pm 0,71$
Бухара-102	17.11 ± 0.64	$29,66 \pm 0,69$	29.52 ± 0.84	$18,19 \pm 0,64$	$13,82 \pm 0,65$	$21,66 \pm 0,69$

Таблица 2 Солерастворимые фракции белка (мг/г сухого вещества)

Сорта	Фазы развития					
хлопчатника	3–4 настоящих	3-4 настоящих Бутонизация Цветение Формирование Созревание				Среднее
	листьев			коробочек		за вегетацию
Наманган-34	$14,51 \pm 0,86$	$26,56 \pm 0,54$	$28,36 \pm 0,77$	$18,96 \pm 0,76$	$11,45 \pm 0,54$	$19,96 \pm 0,69$
C-6524	$10,14 \pm 0,75$	$21,84 \pm 0,61$	$19,59 \pm 0,70$	$13,08 \pm 0,67$	$8,34 \pm 0,60$	$14,59 \pm 0,66$
Омад	$12,40 \pm 0,61$	$25,72 \pm 0,81$	$26,16 \pm 0,68$	$16,91 \pm 0,71$	$13,63 \pm 0,73$	$18,96 \pm 0,70$
Бухара-102	$13,31 \pm 0,51$	$28,27 \pm 0,92$	$27,01 \pm 0,54$	$17,04 \pm 0,65$	$12,76 \pm 0,68$	$19,67 \pm 0,66$

Таблица 3 Щелочерастворимые фракции белка (мг/г сухого вещества)

Сорта	Фазы развития					
хлопчатника	3–4 настоящих	Бутонизация	Цветение	Формирование	Созревание	Среднее
	листьев	-		коробочек	_	за вегетацию
Наманган-34	$7,59 \pm 0,72$	$12,23 \pm 0,64$	$12,85 \pm 0,56$	$16,79 \pm 0,85$	$29,49 \pm 0,28$	$15,79 \pm 0,62$
C-6524	$5,32 \pm 0,53$	$18,88 \pm 0,72$	$23,91 \pm 0,79$	$22,97 \pm 0,67$	$29,35 \pm 0,31$	$20,09 \pm 0,87$
Омад	$4,44 \pm 0,57$	$18,69 \pm 0,67$	$32,11 \pm 0,54$	$22,23 \pm 0,72$	$26,59 \pm 0,35$	$20,61 \pm 0,67$
Бухара-102	$5,25 \pm 0,61$	$15,88 \pm 0,58$	$37,89 \pm 0,57$	$19,37 \pm 0,78$	$27,14 \pm 0,42$	$20,91 \pm 0,72$

Таблица 4 Спирторастворимые фракции белка (мг/г сухого вещества)

Сорта						
хлопчатника	3-4 настоящих	Бутонизация Цветение Формирование Созревание		Среднее		
	листьев			коробочек		за вегетацию
Наманган-34	1,54	1,63	0,84	1,98	2,58	1,41
C-6524	0,86	0,84	0,86	2,18	2,72	1,34
Омад	1,19	1,29	1,12	2,70	2,47	1,75
Бухара-102	1,45	1,52	1,02	1,51	3,04	1,71

Из приведенных табличных данных следует, что в листьях хлопчатника содержание как водорастворимых, солерастворимых, так и щелочерастворимых белков в фазе формирования коробочек по сравнению с периодом цветения уменьшается. Особенно водо- и щелочерастворимых белков, которые объясняются замедлением их синтеза и оттоком в другие органы в связи со старением листьев.

Установлено, что произрастание растений в различных условиях минерального питания оказывает значительное влияние на содержание пластидных пигментов в их листьях. Уменьшение обеспеченности почвы фосфором или исключение из питательной среды приводило к наиболее сильному понижению содержания фотосинтетических пигментов в листьях Artemizia leucoides Schrenk. Было выявлено, что из азотных удобрений сульфат аммония и аммиачная селитра способствуют более сильному биосинтезу пластидных пигментов Artemizia leucoides Schrenk. При старении листьев различные вещества, содержащиеся в них, передвигаются в более молодые, растущие органы. В данном случае, по-видимому, имел место отток этих веществ из листьев в корень, а возможно, и в молодые, формирующиеся листья [8]. По мере старения листьев, в конце вегетации, в них увеличивается содержание альбуминов и глютелинов (табл. 5).

Следовательно, запасные белки являются относительно более стабильными, менее изменчивыми. Конституционные белки ме-

нее стабильны, поэтому легко вовлекаются в обмен веществ.

Конституционные белки, как липоиды и другие вещества, играют важную роль в строении протоплазмы и в процессах обмена веществ. Поэтому интересно было выяснить динамику этого компонента в зависимости от фазы развития хлопчатника. Содержание конституционных белков в листьях хлопчатника изменяется в зависимости от возраста. В листьях хлопчатника в конце вегетации, по мере старения листьев, содержание конституционных белков по сравнению с фазами развития цветения и формирования коробочек уменьшается, что, по всей вероятности, объясняется тем, что в конце вегетации растений ослаблен синтез нуклеопротеидов [9]. Ослабление синтеза конституционных белков (например, нуклеопротеидов) в клетках листьев хлопчатника связано с изменением окислительно-восстановительных процессов в этот период онтогенеза растений. В тканях листьев хлопчатника в конце вегетации растений окислительно-восстановительный режим смещается в сторону окисления (табл. 6). В этих условиях белки ведут себя как анионы, имеют (преобладает) отрицательный заряд.

Нуклеиновые кислоты также обладают отрицательным зарядом. Вследствие однозначности зарядов белков и нуклеиновых кислот, синтез нуклеопротеидов прекращается. По этой причине в клетках листьев хлопчатника в конце вегетации содержание нуклеопротеидов и конституционных белков, в целом падает.

Таблица 5

Таблица 6

Содержание белка и его фракций (мг/г сухого вещества)

Показатели						
	3-4 настоя-	Бутонизация	Цветение	Формирование	Созрева-	Среднее
	щих листьев			коробочек	ние	за вегетацию
Сумма	56,54	83,31	155,75	149,55	81,36	105,05
Растворимые	40,01	50,20	57,59	50,53	58,12	51,29
Нерастворимые	16,53	33,11	98,16	99,02	23,24	54,01
Водорастворимый	20,58	24,51	21,88	18,23	22,07	21,45
Солерастворимый	12,52	9,76	10,08	9,22	9,72	10,26
Спирторастворимый	0,70	1,28	1,01	2,07	2,68	1,55
Щелочерастворимый	6,20	14,65	24,62	21,11	24,10	18,13

rH, клеточного сока листьев хлопчатника

Годы	Фазы развития							
	3-4 настоящих листьев	Бутонизация	Цветение	Формирование коробочек	Созревание			
	В абсолютных единицах							
2016	$16,51 \pm 1,3$	$17,11 \pm 1,5$	$14,99 \pm 1,7$	$14,99 \pm 1,1$	$16,47 \pm 1,7$			
2017	$19,05 \pm 1,4$	$20,13 \pm 1,2$	$19,85 \pm 1,1$	$19,52 \pm 1,3$	$21,28 \pm 1,8$			
	В относительных единицах							
2016	$96 \pm 3,5$	$100 \pm 4,7$	$88 \pm 2,7$	88 ± 3,1	$96 \pm 2,6$			
2017	$90 \pm 2,4$	95 ± 2.8	$93 \pm 3,1$	92 ± 2.8	100 ± 3.0			

Как известно, содержание нуклеопротеидов в молодых растениях выше, чем в старых и прекративших свой рост. Отсюда следует, что ростовые процессы тесно связаны с наличием нуклеопротеидов.

По мнению некоторых ученых [3, 7], ритмичность роста растений зависит от периодического изменения содержания нуклеопротеидов. Перед началом интенсивного роста растений наблюдается накопление нуклеопротеидов, которые в процессах роста расходуются, в результате чего их содержание в растении уменьшается. Из данных табл. 5 видно, что содержание конституционных белков в листьях периодически изменяется: в период интенсивного роста хлопчатника оно возрастает, а в конце вегетации, в период отсутствия видимого роста растений, снижается. Изменение соотношений белковых компонентов в листьях хлопчатника, очевидно, связано с общей перестройкой протеинового комплекса, физиологический смысл которого состоит в образования более подвижных и лабильных форм белковых соединений, способных в дальнейшем к ферментативному гидролизу.

Заключение

Таким образом, значительную часть общего количества растворимых белков,

особенно на ранних этапах развития растений, составляет водорастворимая фракция. По мере старения листьев в них увеличивается содержание альбуминов и глютелинов и происходит резкое уменьшение количества конституционных белков, а также содержание конституционных белков периодически изменяется: в период интенсивного роста хлопчатника оно возрастает, а в конце вегетации, в период отсутствия видимого роста, снижается. Наличие корреляционной связи между содержанием различных форм белковых веществ и окислительно-восстановительным потенциалом клеточного сока листьев, белковые вещества могут служить одним из критериев в создании новых сортов и линий растений и играть важную роль в снижении опадения плодоэлементов, а соответственно и в повышении урожайности хлопчатника на 3–4 ц/га. Однозначность зарядов белков и нуклеиновых кислот приводят к прекращению синтеза нуклеопротеидов. По этой причине в клетках листьев хлопчатника в конце вегетации содержание нуклеопротеидов и конституционных белков в целом снижается.

Список литературы

1. Гоман Н.В., Попова В.И., Бобренко И.А. Влияние микроудобрений на структуру урожая озимой пшеницы // Вестник Красноярского ГАУ. 2016. № 1. С. 114–117.

- 2. Ленточкин А.М. Биологические потребности основа технологии выращивания яровой пшеницы. Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. С. 436.
- 3. Пирахунова Ф.Н., Абзалов А.А., Тешабаев Б.М. Влияние температуры на содержание белка в листьях хлопчатника // Журнал «Естественные и технические науки». Издательство «Спутник +». 2020. № 8 (146). С. 41–50.
- 4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 6-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 2011. 352 с.
- 5. Костин В.И., Исайчев В.А., Ошкин В.А., Фёдорова И.Л. Внекорневая подкормка сахарной свёклы и качества корнеплодов // Сахарная свёкла. 2015. № 2. С. 28–31.
- 6. Пасынкова Е.Н. Агрохимические приемы регулирования урожайности качества зерна пшеницы: дис. ... докт. наук. Киров, 2013. С. 20–22.
- 7. Пасынков А.В. Исследование зависимостей натуры зерна озимой ржи от содержания белка, крахмала и массы зерновки / Агрохимия и экология: история и современность: материалы международной научно-практической конференции. Н. Новгород: Изд. ВВАГС, 2008. Т. 3. С. 282–285.
- 8. Эргашев А.Э., Абзалов А., Ахмедов У.А., Белолипов И.В., Исломов А. Влияние различных форм азотных удобрений и обеспеченности почвы фосфором на биосинтез фотосинтезирующих пигментов в листьях *Artemisim leucodes* Schrenk: материалы V съезда общества почвоведов и агрохимиков Узбекистана (16–17 сентября 2010 года). Ташкент, 2010. С. 55–59.
- 9. Абзалов А.А. Азотное питание хлопчатника и пути его улучшения. Рига: Изд. LAP LAMBERT, Academic Publishing, 2013. C. 219.

УДК 575.174.2

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РИБОФЛАВИНА И ПИРИДОКСИНА НА НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОПУЛЯЦИИ DROSOPHILA MELANOGASTER

Сидорская В.А., Опарина С.А., Кончина Т.А.

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Арзамасский филиал ННГУ, Арзамас, e-mail: sviola@yandex.ru

Одним из лучших модельных объектов для изучения влияния различных веществ на организм является *Drosophila melanogaster*, так как имеет сходные с млекопитающими метаболические системы. Поэтому можно осуществлять анализ различных эффектов препаратов на данном объекте, спрогнозировав результат на организмы других эукариот, к которым относится и человек. Изучено влияние различных концентраций витаминов В₂ и В₆ (0,05 %, 0,1 % и 0,5 %) на некоторые показатели популяции *Drosophila melanogaster*: численность, половой состав и куколочную гибель. Все препараты вносились в банановую среду, на которой выращивались мухи, эксперимент проводился в пяти повторностях. Соотношение полов – одна из важнейших характеристик раздельнополых популяций, благодаря которой можно судить о приспособленности популяции к условиям обитания. Показано, что высокие дозы препаратов негативно влияют на динамику популяции: снижают численность и вторичную половую пропорцию, увеличивают частоту доминантных леталей, что приводит к возрастанию куколочной гибели. Низкие дозы рибофлавина и пиридоксина оказывают позитивное действие на биологические показатели *Drosophila melanogaster*, что выражается в увеличении численности потомства, в ускорении его развития, росте вторичной половой пропорции.

Ключевые слова: Drosophila melanogaster, витамин B_2 , витамин B_6 , численность популяции, вторичная половая пропорция, куколочная гибель

STUDY OF THE EFFECT OF RIBOFLAVIN AND PYRIDOXIN ON SOME BIOLOGICAL INDICATORS OF THE *DROSOPHILA MELANOGASTER* POPULATION

Sidorskaya V.A., Oparina S.A., Konchina T.A.

National Research Nizhny Novgorod State University named after N.I. Lobachevsky, Arzamas branch of the UNN, Arzamas, e-mail: sviola@yandex.ru

One of the best model objects for studying the effect of various substances on the body is Drosophila melanogaster, since it has metabolic systems similar to mammals. Therefore, it is possible to analyze the various effects of drugs on this object, predicting the result on organisms of other eukaryotes, including humans. The sex ratio is one of the most important characteristics of segregated populations, thanks to which it is possible to judge the adaptability of the population to living conditions. The influence of different concentrations of vitamins B_2 and B_6 on some indicators of the Drosophila melanogaster population: number, sexual composition and pupal death was studied. All the preparations were introduced into the banana medium on which the flies were grown, the experiment was carried out in five repetitions. It has been shown that high doses of drugs negatively affect the dynamics of the population: they reduce the number and secondary sexual proportion, increase the frequency of dominant lethals, which leads to an increase in pupal death. Low doses of riboflavin and pyridoxine have a positive effect on the biological parameters of Drosophila melanogaster, which is expressed in an increase in the number of offspring, in the acceleration of its development, the growth of the secondary sexual proportion.

Keywords: Drosophila melanogaster, vitamin B₂, vitamin B₃, population size, secondary sex ratio, pupal death

Продолжительность жизни человека год от года увеличивается, ее качество улучшается. Но, несмотря на изобилие продовольственных товаров, пищевой рацион большинства людей сложно назвать сбалансированным. Поэтому люди все чаще вынуждены прибегать к различным добавкам к пище – дополнительным источникам витаминов. Часто применяется не один препарат, а сразу несколько, причем в некоторых случаях не соблюдаются рекомендуемый способ употребления, продолжительность приема и дозировка. Вопреки распространенному заблуждению, что витамины не могут быть лишними, они мо-

гут не только способствовать улучшению самочувствия, но и наносить урон нашему организму.

Одним из лучших модельных объектов для изучения влияния различных веществ на организм является *Drosophila melanogaster*, так как имеет сходные с млекопитающими метаболические системы. Поэтому мы можем осуществлять анализ различных токсичных эффектов (мутагенности, канцерогенности, тератогенности) препаратов на данном объекте, спрогнозировав результат на организмы других эукариот, к которым относится и человек [1, 2].

Тесты на дрозофиле отличаются своей экономичностью. *Drosophila melanogaster* достаточно просто содержать, она не требует сложных питательных сред, ее цикл развития составляет 10 дней при температуре 25°С. Дрозофила обладает хорошей плодовитостью, поэтому за короткий срок эксперимента можно получить статистически значимые peзультаты. Использование *Drosophila melanogaster* в различных исследованиях имеет более чем столетнюю историю и до сих пор является актуальным [3–5].

Целью нашего исследования было рассмотрение влияния витаминов B_2 и B_6 на некоторые экологические и генетические показатели популяции *Drosophila melanogaster*.

Материалы и методы исследования

В своем исследовании мы остановились на двух витаминах - B_{5} , и B_{6} , имеющих важное значение для организма. Витамин В₂ (рибофлавин) выполняет значимые функции в организме животных и человека: взаимодействует с АТФ, образуя коэнзимы флавинпротеинов – флавинмононуклеотид флавинадениндинуклеотид, входящие в состав флавиновых ферментов и принимающие участие в окислительно-восстановительных реакциях; в углеводном, белковом и жировом обменах; в тканевом дыхании [6]. Нами был использован препарат рибофлавин-мононуклеотид, содержащий 10 мг рибофлавина фосфат натрия на 1 мл ампульного раствора.

Витамин В (пиридоксин) является важным стимулятором в обмене веществ, особенно важен для работы центральной и периферической нервной системы. Без присутствия пиридоксина невозможен нормальный белковый, а также углеводный и жировой обмены. Пиридоксин используется в организме для синтеза коферментов: пиридоксальфосфата и пиридоксаминфосфата, наиболее значимая функция которых – перенос аминогрупп и карбоксильных групп в реакциях метаболизма аминокислот. Почти половина имеющегося в организме пиридоксина расходуется на выделение углеводов в кровь для равномерного снабжения клеток глюкозой [6]. Для исследования был использован препарат пиридоксина гидрохлорид, содержащий 50 мг активного вещества пиридоксина гидрохлорида на 1 мл ампульного раствора.

Соотношение полов — одна из важнейших характеристик раздельнополых популяций, благодаря которой можно судить о приспособленности популяции к условиям обитания [7–9]. Установлено, что неблагоприятные факторы обусловливают сдвиг половой пропорции в сторону мужских особей, так как они ответственны за разнообразие генотипов, т.е. за качество популяции, и приспосабливают ее к меняющимся условиям. Благоприятные факторы среды приводят к закономерному увеличению особей женского пола. От самок зависят количественные показатели популяции, в этом случае популяция стремится увеличить число отобранных в ходе полового отбора наилучших генотипов. Катастрофические факторы среды также сдвигают половую пропорцию в женскую сторону, обеспечивая выживание вида. Поэтому мы решили использовать вторичное соотношение полов (♂:♀) для оценки влияния некоторых витаминов группы В на популяцию Drosophila melanogaster.

При исследовании влияния дозы рибофлавина и пиридоксина на ряд экологических и генетических показателей популяции дрозофилы мы использовали три различные концентрации – 0,05%, 0,1% и 0,5%. Наш выбор был обусловлен предварительной серией экспериментов, которая показала, что большие концентрации препаратов оказывают губительное воздействие на мух, содержащихся на витаминизированных средах, - мухи погибали, не оставив потомства. Все препараты вносились в банановую среду, на которой выращивались мухи, эксперимент проводился в пяти повторностях. Генотоксичность препаратов рассматривалась по куколочной гибели, которая отражала действие доминантных леталей - результат серьезных повреждений хромосом (делеции, инверсии, транслокации и др.). После окончательного вылета имаго мы подсчитывали на стенках пробирок относительное количество темных пупариев (леталь).

Статистическую обработку результатов исследования проводили по оценке разности между выборочными долями генеральной совокупности с использованием t-критерия Стьюдента

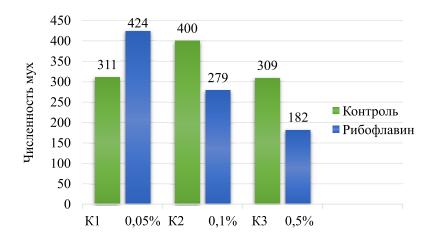
Результаты исследования и их обсуждение

Результаты изучения влияния различных концентраций рибофлавина на общую численность дочернего поколения Drosophila melanogaster представлены на рис. 1. При применении 0,05%-ной концентрации витамина B_2 наблюдается увеличение общей численности потомства по сравнению с контролем, а при 0,1%-ной и 0,5%-ной — статистически значимое снижение количества особей (р < 0,05%). Дозы витамина 0,1% и 0,5% создают фармакологический

стресс для дрозофил, и мухи реагируют на него как снижением общей плодовитости, так и гибелью потомства на стадии личинки и куколки. 0,5%-ная концентрация препарата оказалась хронически токсичной для дрозофилы. При данной дозе рибофлавина сами родители часто погибали, а те, кто выживал, оставляли крайне мало потомства по сравнению с другими концентрациями и с контролем. Это свидетельствует о том, что у витамина есть верхний порог дозировки и при его нарушении может развиться гипервитаминоз.

Использование среды с 0,05%-ным содержанием рибофлавина привело к статистически значимому увеличению количества потомков по сравнению с контролем. Это свидетельствует о положительном эффекте низких доз данного препарата, что согласуется с механизмом действия витаминов [6].

Данные исследования по изучению влияния различных концентраций рибофлавина на половую структуру дочернего поколения *Drosophila melanogaster* представлены на рис. 2.



Puc. 1. Влияние различных концентраций рибофлавина (%) на общую численность дочернего поколения Drosophila melanogaster

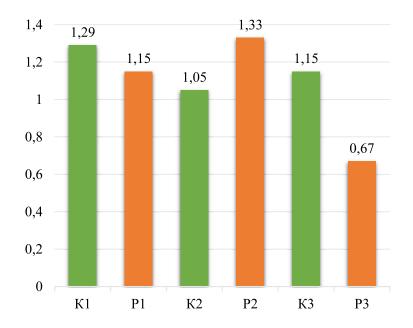
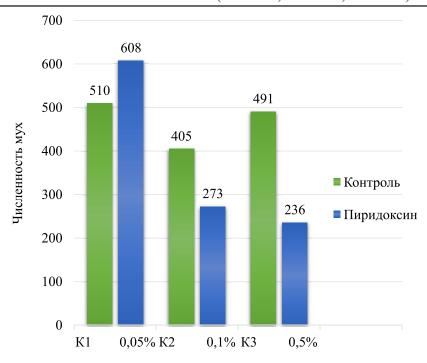


Рис. 2. Влияние различных концентраций рибофлавина на вторичную половую пропорцию популяции Drosophila melanogaster. Условные обозначения: K1 — контроль 1 (на рибофлавин 0,05%); K2 — контроль 2 (на рибофлавин 0,1%); K3 — контроль 3 (на рибофлавин 0,5%); P1 — рибофлавин 0,05%; P2 — рибофлавин 0,1%; P3 — рибофлавин 0,5%



Puc. 3. Влияние различной концентрации пиридоксина (%) на общую численность дочернего поколения Drosophila melanogaster

Анализ половой структуры дочернего поколения в контроле и при использовании различных концентраций рибофлавина показал зависимость половой структуры потомства от дозы препарата. Вторичная половая продукция, т.е. отношение количества самцов к числу самок, при 0,05%-ной концентрации – 1,15, что свидетельствует о благоприятном действии этой дозы, так как численность особей женского пола незначительно преобладает над количеством мух мужского пола. При 0,1%-ной концентрации вещества половая пропорция изменяется в сторону самцов, что, возможно, оценено популяцией как незначительное стрессовое воздействие, и самцы, являясь экспериментальным компонентом эволюционной системы, корректируют историческое развитие вида. Анализ половой пропорции в опыте с 0,5%-ной концентрацией рибофлавина выявил достоверное увеличение (р < 0,05) самок, что свидетельствует о мощном стрессовом факторе. Согласно исследованиям ученых, снижение половой пропорции говорит о крайне неблагоприятных, катастрофических условиях среды [8, 9].

Результаты исследования дозовой зависимости пиридоксина представлены на рис. 3.

Анализ данных по витамину B_6 выявил сходные с действием рибофлавина закономерности (рис. 3). При воздействии на по-

пуляцию дрозофилы низких доз препарата наблюдается увеличение численности потомства на 20%. При использовании высоких доз численность дочернего поколения резко уменьшается, причем, чем выше концентрация препарата, тем меньше потомков: при 0,1% рибофлавина снижение составляет 33%, при 0,5% рибофлавина – 52%.

Анализ половой структуры дочернего поколения в контроле и при использовании различных концентраций пиридоксина также показал зависимость соотношения 3:9 от дозы витамина (рис. 4).

Аналогично влиянию рибофлавина, изменения нормальной вторичной половой пропорции популяции дрозофилы при воздействии слабой (0,05%) и средней (0,1%) концентрациями пиридоксина не наблюдается. Несмотря на то что численность самцов несколько преобладает над количеством самок, этот половой дисбаланс несущественен. Данный факт еще раз свидетельствует о положительном влиянии низких доз пиридоксина на организм. Использование более высоких доз пиридоксина (0,5%) приводит к значительному снижению численности потомства по сравнению с контролем и изменению полового соотношения в сторону самок. Как выше уже отмечалось, такая диспропорция означает реакцию популяции на катастрофические условия окружающей среды, когда она стремится выжить за счет сверхпродукции мух женского пола. С помощью флуктуации полового состава популяция стремится приспособиться к меняющимся условиям среды. Эта корректировка осуществляется родительским поколением по мере оценки им качества среды.

Для изучения влияния витаминов B_2 и B_6 на некоторые генетические показатели

популяции *Drosophila melanogaster* была оценена куколочная гибель как показатель доминантных летальных мутаций. Данные исследования, представленные в таблице, наглядно демонстрируют явление «доза — эффект» витаминных препаратов: чем выше концентрация вещества, к тем более серьезным повреждениям генетического аппарата они приводят.

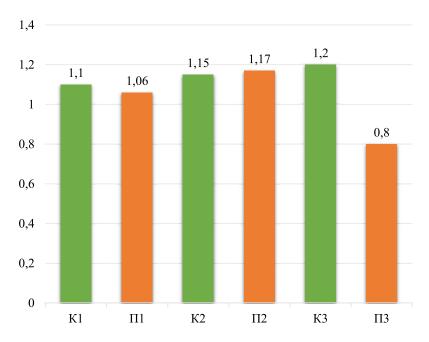


Рис. 4. Влияние различных концентраций пиридоксина на вторичную половую пропорцию nonyляции Drosophila melanogaster. Условные обозначения: K1 – контроль 1 (на пиридоксин 0,05%); K2 – контроль 2 (на пиридоксин 0,1%); K3 – контроль 3 (на пиридоксин 0,5%); $\Pi1$ – пиридоксин 0,05%; $\Pi2$ – пиридоксин 0,1%; $\Pi3$ – пиридоксин 0,5%

Влияние различных концентраций витаминов B_2 и B_6 на куколочную гибель *Drosophila melanogaster*

вариант		J	№ повторности	I	
опыта	1	2	3	4	5
	(B %)	(B %)	(B %)	(B %)	(B %)
Контроль 1	1,15	0,50	_	0,70	0,30
Рибофлавин 0,05%	-(+)	- (-)	- (-)	1,75 (-)	- (-)
Контроль 2	2,1	1,4	_	_	2,08
Рибофлавин 0,1 %	3,3 (-)	1,8 (-)	- (-)	- (-)	2,24 (-)
Контроль 3	_	_	1,59	_	_
Рибофлавин 0,5 %	6,0 (+++)	4,30 (++)	2,06 (-)	- (-)	3,28 (++)
Контроль 4	1,16	0,32	1,55	1,00	_
Пиридоксин 0,05%	-(+)	0,42 (-)	-(+)	1,06 (-)	- (-)
Контроль 5	0,66	_	_	_	_
Пиридоксин 0,1%	0,20 (-)	1,11(+)	3,2(++)	3 (+++)	- (-)
Контроль 6	1,52	_	_	1,0	2,1
Пиридоксин 0,5%	7,3(+++)	4.32(+++)	4,2(+++)	2,85 (++)	3,48 (+)

Условные обозначения: "++" — достоверные отличия при p < 0.001; "+" — при p < 0.01 "+" — при p < 0.05; "+" — достоверные отличия отсутствуют.

Проведенное исследование показало, что низкие дозы рибофлавина и пиридоксина оказывают позитивное действие на биологические показатели Drosophila melanogaster, что выражается в увеличении численности потомства, в ускорении его развития, росте вторичной половой пропорции. Высокие концентрации B_2 и B_6 являются стрессом для популяции дрозофилы: приводят к снижению численности потомства и вторичного соотношения полов, к накоплению летальных мутаций.

Список литературы

- 1. Жестков В.А., Сидорская В.А. Создание линии *Drosophila melanogaster* со сцепленными маркерами *уw* и изучение ее биологических особенностей // Научное обозрение. Биологические науки. 2017. № 1. С. 91–94.
- 2. Сидорская В.А., Марина А.В., Пичугина Н.А. Создание новых тест-систем Drosophila melanogaster и возмож-

- ности их использования в генетическом анализе // Биология в школе. 2019. $\ \ \, \ \,$ 3. C. 51–54.
- 3. Болоболова Е. У., Дорогова Н. В., Федорова С. А. Основные сценарии генетически регулируемой клеточной гибели в оогенезе *Drosophila melanogaster* // Генетика. 2020. Т. 56. № 6. С. 636–648.
- 4. Ступникова А.Н., Васильева Ю.В., Неретина Т.В., Кондрашов А.С. Искусственный отбор на снижение приспособленности в панмиктических популяциях *Drosophila melanogaster* // Генетика. 2019. Т. 55. № 4. С. 383–390.
- 5. Коромыслов Ю.А., Илинский Ю.Ю., Иванников А.В., Захаров И.К. Особенности мутационного процесса в X-хромосоме линии Z3314 *Drosophila melanogaster* из природной популяции Звенигородка (Украина) // Генетика. 2018. Т. 54. № 2. С. 167–177.
- 6. Биохимия / Под ред. Л.А. Даниловой. СПб.: Спец-Лит, 2020. 333 с.
- 7. Асланян М.М., Солдатова О.П. Генетика и происхождение пола. М.: Авторская академия, 2010. 113 с.
- 8. Геодакян В.А. Эволюционные хромосомы и эволюционный половой диморфизм // Изв. АН. Серия биологическая. 2000. № 2. С. 133–148.
- 9. Искрин В.И. Диалектика полов. СПб.: Б&K, 2001. 207 с.

УДК 504.53:631.47:631.445

О БИОМИКРОЭЛЕМЕНТНОМ СОСТАВЕ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ И РАСТЕНИЙ

¹Холдаров Д.М., ²Собиров А.О.

¹Ферганский государственный университет, Фергана;

 2 Ферганский политехнический институт, Фергана, e-mail: davronbek.xoldarov@yandex.ru

Эффективное использование орошаемых земель для обеспечения населения достаточным количеством сельхозпродукции — одна из актуальных проблем. Для этого важно изучить физико-механические, агрохимические и биогеохимические свойства этих почв на территориях с разной степенью засоления. Наличие достаточного количества белка, крахмала, жира, углеводов и витаминов в сельскохозяйственных продуктах выращиваемых на засоленных почвах, а также способность удовлетворять потребности человека зависят от содержания биомикроэлементов в почвах. Среднегодовое количество осадков в землях Центральной Ферганы, где мы проводили исследование, составляет 80–100 мм, испарение — 1200–1500 мм. Относительная влажность воздуха около 20–25 %, максимальный уровень минерализации грунтовых вод 350–400 г/л. Максимальное количество водорастворимых солей в почве составляет 20–25 %, а основные аккумулятивные соли — Na₂SO₄, CaSO₄, MgSO₄. Осадочные породы, минералы и их состав играют важную роль в засолении многих территорий, в том числе Центральной Ферганы. В течение мезоцена эти области находились под морем, которое оставило большое количество солей во время последующей регрессии отступления, что привело к образованию солевых отложений в периоды мела, палеогена и неогена, осадочных пород.

Ключевые слова: засоленные почвы, биомикроэлементы, миграционные процессы, плодородие почв, таблица Менделеева, норма, ферменты, хлоропласт, кларк, аккумуляция, провинция

ON THE BIOMICROELEMENT COMPOSITION OF SALTED SOIL AND PLANTS

¹Kholdarov D.M., ²Sobirov A.O.

¹Fergana State University, Fergana;

²Fergana Polytechnic Institute, Fergana, e-mail: davronbek.xoldarov@yandex.ru

The efficient use of irrigated land to provide the population with a sufficient amount of agricultural products is one of the urgent problems. For this, it is important to study the physicomechanical, agrochemical and biogeochemical properties of these soils in areas with various degrees of salinity. The presence of a sufficient amount of protein, starch, fat, carbohydrates and vitamins in agricultural products grown on saline soils, as well as the potential to the meet human needs, depend on the composition of biomicroelements in the soil. As mentioned above, the average annual precipitation in the lands of Central Fergana, where we conducted the study, is 80-100 mm. evaporation 1200–1500 mm. Relative air humidity is about 20–25 %, the maximum level of groundwater salinity is 350–400 g/l. The maximum amount of water-soluble salts in the soil is 20–25 %, and the main accumulative salts are Na₂SO₄, CaSO₄, MgSO₄. Sedimentary rocks, minerals and their composition play an important role in the salinization of many territories, including Central Fergana. During the Mesocene, these areas were under the sea, leaving a large amount of salt during the subsequent retreat regression, which led to the formation of salt deposits during the Cretaceous, Paleogene and Neogene, sedimentary rocks.

Keywords: saline soils, biomicroelements, migration processes, soil fertility, periodic table, norm, enzymes, chloroplast, clarke, accumulation, province

Полноценное питание населения Земли во многом обусловлено химическим составом потребляемой пищи. Следовательно, нормальное развитие и функционирование человека зависят от полноценного поступления питательных веществ, необходимых для правильного обмена веществ в организме, укрепления здоровья, предотвращения болезней, замедления процесса старения и продления жизни человека. Актуальность этих проблем заключается в знании содержания биомикроэлементов в почвах и растениях.

Цель исследования: изучение биомикроэлементного состава засоленных почв и растений Центральной Ферганы, а также их миграционной цепи.

Материалы и методы исследования

Полевые почвенные исследования проводились на основе морфологического ме-

тода Докучаева, сравнительно-географического метода исследования. Использован системный геохимический подход А.И. Перельмана (1975) и М.А. Глазовской (1976). Анализы выполнялись по общепринятым методам, описанным в руководствах Союз-НИХИ (1973), Е.В. Аринушкиной (1971). Использованы компьютерная техника последней версии электронных таблиц, графиков и программа EXCEL.

Результаты исследования и их обсуждение

В последние годы учеными Г. Юлдашевой, В.Ю. Исаковой, Д.М. Холдаровой, У.Б. Мирзаевой, Ш.Я. Эшпулатовой, М.Т. Исагалиевой, С.Х. Закировой, А.Т. Турдалиевой, Ш.С. Мансуровой были исследованы генезис, география, водно-физические, физико-химические, агрохимические, биогеохимические и другие свойства

почв, даны их характеристики, а также изучены мелиоративные и экологические условия почв Центральной Ферганы.

Пустыни Центральной Ферганы издавна служили местом сбора ряда рек, ручьев и паводков, стекающих со склонов гор. В результате накопление отложений длилось много веков. Механический состав отложений менялся в зависимости от скорости потока и периодов паводка. Глинистые породы, песок и водорастворимые соли накапливались из-за того, что вода, которая не могла вытекать с территории, почти испарялась из-за высокой температуры, а территория служила базой эрозии.

Уровень засоления указывает на общее количество легкорастворимых солей в токсичной воде почвы. Во многом необходимость мелиорации плохих земель в стране обусловлена засолением почв. Засоление почв происходит тогда, когда минерализованные грунтовые воды не имеют возможности просачиваться на поверхность или существует слабый сток.

Накопление солей в почвах Ферганской области обусловлено наличием Na_2SO_4 и гипса (CaSO₄). Чем суше климат, тем быстрее в почве накапливаются соли. По мере приближения грунтовых вод к поверхности накопление солей также увеличивается в областях с высокими испаряющими свойствами (особенно в пустынных регионах). В Центральной Фергане 1000—1500 мм над землей в год. В результате испарения слабоминерализованной воды образуется 1–1,5 т/га солей (около 0,5 г/л). Соль накапливается, т.е. остается в почве.

Засоление почвы резко снижает урожайность сельскохозяйственных культур. На сильно засоленных почвах растения совсем не растут и погибают. В результате нарушения метаболизма и обмена энергией между растениями и почвой минеральные трансплантаты оказывают большое влияние на передачу питательных веществ к растительным клеткам.

Количество гумуса колеблется в пределах от 0,461% до 0,154% в песках равнин, от 0,721% до 0,241% в засоленных песках впадин и от 0,510% до 0,317% в солончаках [1].

Почвообразовательный процесс в них протекает по-разному в зависимости от механического состава и степени влияния антропогенных и других факторов почвообразования. Пески и пустынно-песчаные почвы Ферганской долины Узбекистана обладают слабощелочной и нейтральной реакцией, рН = 7,5–8,0.

Содержание карбонатов кальция и магния в современных перевеянных песках

колеблется в интервале 0,3–1% в верных горизонтах. Вниз по профилю содержание карбонатов в песчаных горизонтах выше, чем в верхних слоях, и составляет 1–3%. В единичных случаях в погребенных карбонатных горизонтах содержание карбонатов достигает 10% и более [2].

В исследованиях, проведенных в 1983-2020 гг. в условиях пустынной зоны Центральной Ферганы с использованием каскадных ландшафтно-геохимических методов закрытого типа, исследованы миграция микроэлементов меди, цинка, марганца, молибдена, бора в почвах и растениях, определена высокая чувствительность почвенного покрова к антропогенному воздействию. В связи с этим химический состав микроэлементов почв можно рассматривать как индикатор техногенного давления на ландшафт. При этом различные содержания метаболитов микроэлементов могут характеризовать интенсивность техногенного процесса. В большинстве пустынных ландшафтов наблюдается процесс соленакопления в разных блоках геохимического ландшафта.

Диетологи всего мира рекомендуют, чтобы фрукты и овощи составляли не менее 50% пищи, которую потребляет человек. Эти продукты очень богаты полезными микронутриентами, и в древности Ибн Сина использовал фрукты и овощи для лечения различных заболеваний, потому что в те времена не было химических препаратов, пациенты лечились натуральными средствами. В первую очередь это овощи, фрукты, различные травы и растения.

В современных условиях необходимо изменить отношение людей к почве и растительному миру. Это связано с тем, что вещества, которые полезны или вредны для здоровья человека, проникают в растения через почву и мигрируют по цепочке: почва \rightarrow растение \rightarrow еда \rightarrow человеческий организм.

В.Й. Вернадский подчеркнул необходимость учета наиболее важных свойств земной коры при классификации элементов. Следует принимать во внимание такие параметры, как подвижность, минералообразование, радиоактивность [3].

А.А. Кист в своих работах разделил элементы на конституционные, незаменимые, малоизученные, неизученные. В этом случае незаменимыми микроэлементами считаются В, F, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Br, Mo, J.

Конечно, в почве, фауне, воде, атмосфере и растениях находится много элементов, содержащихся в периодической таблице Менделеева.

Бор (В) – незаменимый элемент для жизни и деятельности растений, животно-

го мира. Хотя микроэлемент бор не входит в состав ферментов, он улучшает их активность, избыток которой увеличивает скорость метаболизма. При избытке его соединения токсичны. При отравлении бором выделяется большое количество фосфора.

Общее количество бора в почве составляет $2 \times 10^{-3} - 1.6 \times 10^{-3}$ %, его подвижное содержание составляет $1.9 \times 10^{-5} - 1.1 \times 10^{-4}$ % [4]. Биогеохимические свойства бора описаны в работах А.Е. Ферсмана и В.И. Вернадского. В почве содержится ряд минералов, таких как турмалин, датолит, бура, ашарит, и бор в форме борной кислоты.

Количество молибдена (Мо) в почве также невелико, около 3×10^{-4} %. В почвах, богатых органическими веществами, часть Мо⁺⁶ переходит в Мо⁺², что приводит к переходу в слабо подвижную группу. Мо⁺⁶ относительно подвижен в почвах с нейтральной и слабощелочной средой и пригоден для усвоения растениями. Избыток Мп способствует дефициту молибдена, и наоборот (они вытесняют друг друга).

Мо особенно хорошо влияет на рост цветной капусты, сахарной свеклы, хлопка и бобовых, также он вызывает токсикоз животных. Токсичностью он обладает в соединении MoO_4^{2-} , содержащемся в больших количествах в щелочных, известковых почвах. В здоровых растения Мо содержится 3-4 мг/кг, у больных -33-38 мг/кг.

Марганец (Мп). По данным В.И. Вернадского, количество Мп в почвах составляет $8,5\times10^{-2\%}$ [3]. Мобильное количество этого элемента составляет 1-10% от общего количества. Поскольку в результате слабощелочной реакции образуется $Mn(OH)_2$, он почти не усваивается растениями. Симптомы дефицита у растений возникают изза превращения Мп в MnO_2 в слабощелочных и нейтральных средах.

Мп входит в состав ряда ферментов, при отсутствии которых листья растений поражаются некрозом, затем они погибают, а на злаках появляются серые зерна. Это явление наблюдается и в изученных нами засоленных почвах Центральной Ферганы. Хлороз встречается у фруктовых деревьев [5].

Медь (Ču). Общее количество в почве составляет 2×10^{-3} %, и только 1% находится в подвижном состоянии. Си является важным элементом для жизни растений и входит в состав фермента полифенолоксидазы. Фотосинтез связан с количеством меди через хлоропласты. М.А. Панковым доказана плохая усвояемость растениями в карбонатных почвах. Недостаток Си в организмах вызывает энзоотическую атаксию,

а ее избыток отмечается при таких заболеваниях, как анемия, гепатит.

Цинк (Zn). Среднее содержание этого элемента в почве составляет 5×10^{-3} %, в подвижных условиях только 1%, а в растениях — около 3×10^{-4} %. Цинк является частью ряда ферментов, и этот элемент требуется многим растениям, включая хлопок, кукурузу, яблоки, виноград и др.

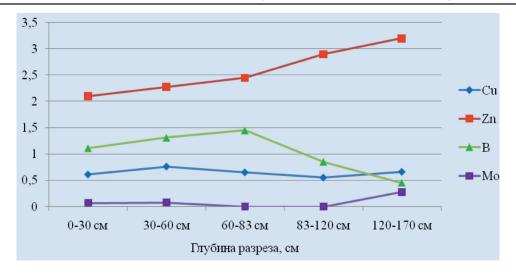
Вышеперечисленные микроэлементы широко используются в хлопководстве. Один из способов эффективного применения этих элементов основан на изучении их валовых и подвижных количеств в почве и цепочки их миграции.

Биомикроэлементный состав засоленных почв Центральной Ферганы, территории нашего исследования, представлен на рисунке. Содержание Сu, Zn, Mn, B, Мо распределяется по определенным законам в соответствии со свойствами элементов и свойствами почвы. Известно, что Сu свободно распространяется в природе в виде свободных Cu⁰ и Cu⁺, Cu⁺². В нашем примере это привод 120-170 (180) см. слоев. Концентрация Cu обусловлена его осадителями: CO_3^{-2} , PO_4^{-3} , SiO_2 , [6,7].

Си⁺² также слабо сорбируется гумусом и коллоидами, они ограничивают его движение. Си содержится в 198 соединениях. Наиболее распространены карбонатные, сульфатные, силикатные и фосфатные соединения.

Другой элемент халькофила — это цинк (Zn), который также используется в сельском хозяйстве в качестве микроэлемента. Кларк цинка 8,3×10⁻³%. По мнению А.И Перельмана, слюда замещает Fe и Mn в амфиболах [8]. Цинк содержится в 66 минералах и трудно усваивается всеми растениями в почвах со слабощелочной средой. К таким почвам относятся карбонатные, т.е. засоленные, почвы Центральной Ферганы, которые мы исследовали. В связи с этим многие растения Центральной Ферганы постоянно нуждаются в цинке.

Мп — еще один микроэлемент, который важен для фруктовых деревьев, а также при выращивании хлопка. 2-, 3-, 4-валентные соединения марганца широко распространены в земной коре. Это свойство, т.е. переменная валентность, отличает процесс движения. Следовательно, Мп участвует в окислительно-восстановительных процессах, в окислительных, испаряющих процессах с разной активностью, т.е. накапливается в разных формах и количествах. Мп⁺⁺ более подвижен, чем другие катионы, его чистота составляет 1×10^{-1%}, он содержится в 120 соединениях. Этот элемент в основном накапливается в камышах.



Содержание биомикроэлементов в засоленных почвах, мг/кг

Степень обеспеченности растений микроэлементами, (мг/кг)

Обеспеченность	Cu	Zn	Mn	В	Mox
Недостаточно	<0,4	<1,5	<80,0	<0,8	< 0,15
Норма	0,4-0,8	1,5–2,5	80–100	0,8-1,8	0,15-0,3
Высокая	0,8-1,0	>2,5	101-150	1,2-3,0	0,3-0,5
Насыщенная провинция	>1,0	_	>150	>3,0	>0,5

Мо^х – По А.С. Фатрянова, Л.М. Войкина, В.П. Маданова (1972).

В почвах Центральной Ферганы, являющейся объектом наших исследований, Мп является одним из самых слабых движущихся элементов, и плодовые растения часто испытывают потребность в этом элементе.

Одним из анионогенных литофильных элементов является бор (В). Этот элемент также важен для фруктовых деревьев, овощей и дынь. В⁺³ не проявляет металлических свойств, является одним из важнейших микроэлементов в неметаллах. Окисленное соединение этого элемента является обычным. Бораты кальция и магния нерастворимы в воде. Бор накапливается в испарительных барьерах в виде ВО, -3.

В почвах Центральной Ферганы основным препятствием на пути боратов является Са. Таким образом, хотя общее количество бора в этой области велико, существует значительная потребность в нем для роста и развития растений.

Элемент Мо, как и В, накапливается в почвах Центральной Ферганы, а также может находиться в анионном и катионном состояниях. По мере увеличения степени окультуренности почвы количество Мо уменьшается.

Подвижные количества этих элементов рассчитывались Е.К. Кругловой, М. Алиевой. Данные представлены в таблице.

По этим показателям состав почвенного и подпочвенного слоев исследованных нами почв Центральной Ферганы следующий: Cu, Zn, Mn, B — относительно нормальное количество, Мо — недостаточное количество.

Количество биомикроэлементов в почвах определяется их допустимыми концентрациями в почве. Если опираться на таблицу, то мы увидим следующую ситуацию. Нормальное количество микроэлементов Сu, Zn, B, Mo, Mn в почвах: 2–50, 10–300, 10–500, 1–5 мг/кг соответственно, поэтому подвижные количества этих микроэлементов в почвах Центральной Ферганы, где мы проводили наши исследования, намного ниже этих норм.

Однако на пастбищах Центральной Ферганы содержание Си высокое, Zn, Mn, B, Мо высокое и насыщение микроэлементами — на областном уровне [9]. Если мы рассмотрим выпас скота на пастбищах, то нам нужно заранее знать, что болезни, связанные с этими микронутриентами на этих территориях, будут проявляться у некоторых животных. В дальнейшем вместе с мясом, молоком и молочными продуктами животноводства эти микроэлементы попадают в организм человека и могут вызвать некоторые заболевания.

Анализ химических элементов в рационе человека показывает, что количество кальция в зимне-весенний период составляет 78,5 % у мужчин, 75,4 % у женщин, 65,6 % и 62,4 % летом и осенью соответственно. Содержание остальных микроэлементов выглядит так: фосфор 70,9–70,2 % и 66,9–65,4 %; магний 88,6–86,3 % и 77,8–79,2 %; железо 68,0–65,0 % и 74,0–73,0 % соответственно летом и осенью [10].

В заключение следует отметить: в результате изучения движения и накопления химических элементов в почве \rightarrow растении \rightarrow фауне \rightarrow продуктах питания \rightarrow человеческой цепи и других миграционных процессах мы сможем обеспечить население экологически чистой пищей и предотвратить развитие некоторых эндемических заболеваний.

Список литературы

1. Исаков В.Ю., Мирзаев У.Б., Юсупова М.А. Особенности характеристики почв песчаных массивов Ферганской долины // Научное обозрение. 2020. № 1. С. 15–19.

- 2. Закирова С.Х. Научные основы генезиса, агрофизических и агрохимических свойств, повышения производительной способности песков Центральной Ферганы: автореф. дис. . . . докт. с.-х. наук. Ташкент, 2017. 120 с.
- 3. Вернадский В.И. Очерки геохимии. М.: Наука, 1963. 415 с.
- 4. Виноградов А.П. Микроэлементы и задачи науки // Агрохимия. 1965. № 8. С. 20–25.
- 5. Холдаров Д.М., Шодиев Д.А., Райимбердиева Г.Г. Геохимия микроэлементов в элементарных ландшафтах пустынной зоны // Актуальные проблемы современной науки. 2018. № 3 (100). С. 77–81.
- 6. Холдаров Д.М., Исагалиев М.Т., Холдарова М.М., Турдалиев А.А., Сотиболдиева Г. Агрогеохимия бария в почвах пустынь // Аграрный вестник Урала. 2013. № 3 (109). С. 13–15.
- 7. Холдаров Д.М., Собиров А.О. Коэффициент биологической поглощаемости растений в засоленных почвах и солончаках // Universum: Химия и Биология. 2021. Часть 1. № 1 (79). С. 23-25.
- 8. Перельман А.И. Геохимия. М.: Высшая школа, 1989. 419 с.
- 9. Юлдашев Г., Исагалиев М.Т., Холдарова М.М., Турдалиев А.А., Сотиболдиева Г. Агрохимические свойства трудномелиорируемых почв // Аграрный вестник Урала. 2013. № 3 (109). С. 16–17.
- 10. Камалбаева Б.С., Отажонов И.О. Гигиенический анализ питательных веществ в пищевом рационе пожилых людей // Вестник Ассоциации врачей Узбекистана. 2016. № 3. С. 53–55.

УДК 631.4:631.6

СОДЕРЖАНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ И ТОКСИЧНЫХ СОЛЕЙ В ТИПИЧНЫХ ОРОШАЕМЫХ СЕРОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ И ЗАСОЛЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ КАРШИНСКОЙ СТЕПИ УЗБЕКИСТАНА

¹Ахмедов А.У., ¹Каримов Х.Н., ²Узаков З.З., ¹Бурханова Н.Х.

¹Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ташкент, e-mail: almon@mail.ru, xkarimovl976@mail.ru, nigoraburxanova8992@gmail.com; ²Каршинский государственный университет, Карши, e-mail: uzakov.zafar@mail.ru

В статье приведены материалы по изучению мелиоративных свойств типичных сероземов, широко развитых в подгорных равнинах Каршинской степи (Кашкадарьинская область). Выявлены основные причины и закономерности формирования, пространственного распространения засоления, некоторые особенности их изменения и направленности почвенно-мелиоративных процессов, связанных с рельефом местности, литолого-геоморфологическими, гидрогеологическими и почвенно-климатическими условиями территории. Установлены разнообразие в проявлении засоления как качественного и количественного состава солевых скоплений, так и интенсивности и общего направления процесса засоления почв в связи со сложными природными и ирригационно-хозяйственными условиями, и четкая зависимость соленакопления в связи с динамикой изменения глубины залегания и минерализации грунтовых вод. Получены новые более достоверные данные по основным параметрам грунтовых вод, механическому составу, по степени и типам засоления, содержанию и запасам водорастворимых и токсичных солей, которые позволят получить ясное представление о реальном состоянии орошаемых типичных сероземов и объективно оценить почвенно-мелиоративную обстановку обследованной территории (хозяйства). Результаты анализов состава типичных сероземов различных частей фермерского хозяйства «Ғузор оқ тулпори» Гузарского района Кашкадарьинской области показывают, что как целинные, так и орошаемые почвы, сформированные на пролювиальных лессовых отложениях, в пределах верхней двухметровой толщи практически слабозасолены и в отдельных горизонтах наблюдаются незасолённые разности, так как содержание солей по плотному остатку составляет 0,310-0,590 и 0,225-0,260%.

Ключевые слова: подгорная и предгорная равнина, типичные сероземы, засоление почв, водно-солевой режим, грунтовая вода, механический состав, водная вытяжка, степень и тип засоления, запас водорастворимых и токсичных солей, дренаж, планировка, промывка почв, мелиорация, плодородие

CONTENT OF WATER-SOLUBLE AND TOXIC SALTS IN TYPICAL IRRIGATED SEROZEM SOILS AND SALINIZATION OF THE TERRITORY OF THE KARSHI STEPPE OF UZBEKISTAN

¹Akhmedov A.U., ¹Karimov Kh.N., ²Uzakov Z.Z., ¹Burkhanova N.Kh.

¹Scientific Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Tashkent, e-mail: almon@mail.ru, xkarimovl976@mail.ru, nigoraburxanova8992@gmail.com; ²Karshi State University, Karshi, e-mail: uzakov.zafar@mail.ru

The article presents materials on the study of the ameliorative properties of typical gray soils, widely developed in the foothill plains of the Karshi steppe (Kashkadarya region). The main reasons and regularities of the formation, spatial distribution of salinization, some features of their change and the direction of soil-reclamation processes associated with the terrain, lithological-geomorphological hydrogeological and soil-climatic conditions of the territory are revealed. Diversity in the manifestation of salinization, both of the qualitative and quantitative composition of salt accumulations, and the intensity and general direction of the process of soil salinization in connection with complex natural and irrigation-economic conditions, and a clear dependence of salt accumulation in connection with the dynamics of changes in the depth of occurrence and mineralization of groundwater have been established. New more reliable data were obtained on the main parameters of groundwater, mechanical composition, the degree and types of salinity, the content and reserves of water-soluble and toxic salts, which will make it possible to get a clear idea of the real state of irrigated typical gray soils and objectively assess the soil-reclamation situation of the surveyed territory (farms). The results of analyzes of the composition of typical sierozem soils in various parts of the «Guzor oq tulpori» farm in the Guzar district of the Kashkadarya region show that both virgin and irrigated soils formed on proluvial loess deposits within the upper two-meter strata are practically slightly saline and in some horizons there are non-saline varieties as the salt content for the solid residue is 0,310–0,590 and 0,225–0,260%.

Keywords: piedmont and foothill plain, typical serozem, soil salinization, water-salt regime, ground water, mechanical composition, water extract, degree and type of salinity, water-soluble and toxic salts supply, drainage, leveling, soil leaching, reclamation, fertility

Общая площадь Узбекистана составляет 44892,4 тыс. га, из них 1/5 часть занята горными территориями. Общая площадь сельскохозяйственных угодий равна

20761,6 тыс. га, из которых на долю орошаемых земель приходится 4210,1 тыс. га [1].

Орошаемые почвы Узбекистана занимают около 60% от площади орошаемых

земель всего Среднеазиатского региона в целом. Наиболее значительные их массивы расположены в субтропической предгорной полупустынной и субтропической пустынной зонах (56,5 и 41,5% от площади орошаемых земель). Среди орошаемых почв преобладают почвы сероземного ряда, а также сероземно-луговые и луговые почвы аллювиальных и подгорных равнин. Значительные площади занимают неорошаемые светлые сероземы и лугово-сероземные почвы. Более 50% площади орошаемых земель засолено. На 60% площади уровень грунтовых вод находится выше 3 м. Господствует поверхностный способ полива. Оросительная сеть преимущественно в земляном русле. Плохое техническое состояние оросительных и коллекторно-дренажных систем и другие факторы определяют широкое развитие засоления на орошаемых землях Узбекистана. При этом и в настоящее время сохраняется угроза дальнейшего расширения площадей засоленных почв. Засолению подвержены почвы разных ландшафтов (как староорошаемые, так и новоорошаемые). Среди засоленных явно господствуют почвы нейтрального засоления – хлоридного и сульфатного, в том числе гипсоносные [2].

Автоморфные почвы предгорных и подгорных равнин Средней Азии в отличие от почв пустынной зоны характеризуются господством одного типа сероземов. Сероземы узкой полосой обрамляют горные массивы и формируются на абсолютных высотах от 200 до 700-900 м. Наиболее низкие отметки занимают сероземы светлые; на высотах 300-400 м формируются сероземы обыкновенные (типичные), выше в предгорьях – сероземы темные. Это явно связано с современной биоклиматической зональностью. Почвообразующими породами сероземов являются главным образом лессовидные суглинки и лессы - сильно пылеватые, пористые, микроагрегированные карбонатные отложения. Они часто засолены и гипсоносны. Сероземы формируются под травянистой растительностью с участием эфемеров. В отличие от автоморфных почв пустынь сероземы имеют четко выраженный гумусовый профиль с содержанием гумуса 1-1,5% в светлых, 1,5-2% в обыкновенных и 3-4% в темных подтипах. Характерная особенность сероземов – их сильная биогенная переработка, некоторая (слабая) оглиненность средней части профиля, четкая выраженность карбонатного горизонта. Гипсовые и солевые горизонты в светлых сероземах обнаруживаются в нижней части слоя 0-100 см, в обыкновенных - обычно в слое 100-200 см, в темных - на глубине 2–3 м, т.е. в почвообразующих породах [3].

По данным, полученным на основе анализа материалов космической съемки, около 60% площади орошаемых земель республики характеризуются неблагополучным и слабо удовлетворительным мелиоративным состоянием, главным показателем которого является широкое развитие засоления. Это подтверждается данными наземных исследований. Характеристике засоления орошаемых почв Узбекистана посвящено большое количество публикаций, содержащих подробную информацию о состоянии орошаемых земель в республике в целом и в отдельных её областях [2].

В последние 10–15 лет накоплено большое количество данных о засолении, водносолевом режиме, мелиорации, повышении плодородия и земельном фонде республики [4, 5].

Орошаемый фонд Узбекистана может быть разделен на три категории земель. Первая категория – земли, приуроченные к хорошо естественно дренированным территориям - Ташкентский, Самаркандский оазисы, частично Фергана. Это земли преимущественно старого освоения; они характеризуются относительно хорошим мелиоративным состоянием в связи с удовлетворительной естественной дренированностью. Засоление почв здесь практически не проявляется. Вторая категория земли древнего орошения, подверженные засолению в силу ландшафтных и мелиоративно-хозяйственных особенностей. Они переживают в настоящее время активизацию процессов засоления. Эти земли находятся в слабоудовлетворительном и неудовлетворительном мелиоративном состоянии. К числу таких массивов относятся Бухарский оазис, Хорезм, Каракалпакия, частично Ферганская долина и др. Засоленность почв этих регионов определяется слабой дренированностью, высоким уровнем грунтовых вод, ухудшением в последние годы качества поливной воды. Засоление почв этих территорий очень динамично. Оно может меняться из года в год. Для подержания относительно благополучной солевой обстановки (на уровне слабого и среднего засоления) необходимы большие оросительные нормы, значительно превышающие потребность в воде сельскохозяйственных культур. Однако это приводит к подъему уровня грунтовых вод и, следовательно, к вспышке засоления. Третья категория земель – новоорошаемые земли, которые характеризуются исходно сложными, очень разнообразными мелиоративными условиями: плохой дренированностью, высоким природным засолением, часто высокой гипсоносностью и другими

неблагоприятными свойствами. Мелиоративное освоение таких земель требует больших затрат еще до начала их сельскохозяйственного использования (строительство дренажа, капитальных промывок и т.д.) Освоение таких трудномелиорируемых почв часто бывает малоэффективным. В течение многих лет после начала их сельскохозяйственного использования они дают низкие урожаи. Причины могут быть разными. Но одной из причин обычно является недоучет их мелиоративных особенностей и ввод в сельскохозяйственное использование недомелиорированных почв. Такая картина наблюдалась на землях нового освоения в Голодной степи, а также на сазовых землях в Джизакской степи. Высокая засоленность почв и пятнистость полей сохранялись на этих землях в течение многих лет после начала их сельскохозяйственного использования. Здесь следует говорить о природном засолении, которое определяет мелиоративное состояние вновь освоенных земель. Каждая из трех категорий земель требует особого подхода для улучшения их мелиоративного состояния. Но при этом для второй и третьей категорий земель главной проблемой является засоление почв [2].

По геологическому строению, генезису, характеру поверхности и гипсометрии исследованная нами территория Кашкадарьинской области (Каршинской степи) подразделяются на подгорную и равнинную зоны, в пределах которых выделяются восемь геоморфологических районов. Каршинская степь — сложная с точки зрения проявления засоления и типов соленакопления территория [6].

В её пределах есть разновозрастные аллювиальные террасы, подгорные равнины, конусы выносов, современные и древние дельты, остонцовые плато и возвышенности, широкие депрессии равнин, резко различающиеся по условиям и типам соленакопления и характеру вторичного засоления в связи с орошением [7]. Между тем в почвенно-мелиоративном отношении она изучена мало.

В данной статье освещаются результаты исследований, выполняемые в рамках Государственного проекта № МУ-ФЗ-201906147 «Составление карты 3D посевных площадей сельскохозяйственных угодий, исходя из степени загрязнения токсичными веществами и разработка технологии выращивания экологически чистой продукции»

Результаты исследования и их обсуждение

Территория Каршинской степи делится на две крупные почвенные области: пояс

сероземов и зону пустынных почв. В элювиальных (автоморфных) условиях первой области развиты почвы типа сероземов, представленные двумя подтипами – типичными и светлыми сероземами [8].

В гидроморфных условиях в поясе сероземов развиты лугово-сероземные, сероземно-луговые и луговые почвы, отличающиеся друг от друга по генезису и общей направленности процессов засоления и рассоления, а также уровнем плодородия почв

Орошаемые типичные сероземы, суглинистые на пролювиальных лессовых отложениях, занимают обширную территорию в пределах подгорной и предгорной равнин с волнистым и волнисто-равнинным рельефом. Описываемые почвы сформированы на суглинистых пролювиально-делювиальных лессовых отложениях. Содержание гумуса в них составляет 0,8–2,2%. В целинных почвах (перегнойно-аккумулятивный горизонт) в зависимости от механического состава содержание гумуса обычно колеблется от 1,5 до 2,5%, а на территориях, используемых под богарное земледелие, в верхнем горизонте не превышает 1,15%.

Малогумусированность сероземов объясняется исключительно высокой биохилостью почвообразовательного процесса, особенно в мезотермическую фазу вегетационного периода [9].

Механический состав орошаемых типичных сероземов изученной территории представлен в основном легкими и средними суглинками, подстилаемыми иногда супесями с глубины 80–100 см (разр. 6). Количество фракций физической глины (<0,01 мм) колеблется от 22–24% до 31–33%, при содержании илистой фракции (<0,001 мм) в верхней метровой толще от 3,2–4,5 до 10–12%.

Для механического состава типичных сероземов Кашкадарьинской области (Каршинской степи) характерна обогащенность их крупнопылеватыми фракциями (частицы 0.05-0.01 мм). Их содержание за исключением верхнего пахотного слоя разрезов 1 и 6 колеблется в верхней двухметровой толще от 50-55 до 68-71% (табл. 1). Даже в более легких по механическому составу супесчаных слоях почвогрунтов наблюдается высокое содержание (65-71%) крупнопылеватых частиц (разр. 6). Второе место принадлежит фракции средней пыли (0,01-0,005 мм), которой содержится 13-30%, и третье – фракции мелкого песка (0,1-0.005 мм) от 60-10 до 21-23% (табл. 1).

Результаты анализов состава водной вытяжки типичных сероземов различных частей фермерского хозяйства «Ғузор оқ тулпори» Гузарского района Кашкадарынской

области показывают, что как целинные, так и орошаемые почвы, сформированные на пролювиальных лессовых отложениях (разрезы 1, 2, 5, 6, 8), в пределах верхней двухметровой толщи практически слабозасолены, и в отдельных горизонтах наблюдаются незасолённые разности, так как содержание солей по плотному остатку составляет 0,310–0,590 и 0,225–0,260% соответственно (табл. 2).

По засолению среди орошаемых типичных сероземов в зависимости от рельефных положений, литолого-геоморфологических и гидрогеологических условий можно выделить всевозможные варианты как по степени засоления, так и по положению солевого горизонта. Однако среди почв, находящихся под посевами, все же преобладают слабозасолённые и промытые (незасолённые) разновидности.

Приведённые в табл. 2 данные показывают, что содержание водорастворимых солей в слабозасоленных разностях составляет 0,310–0,462%, в отдельных горизонтах количество солей увеличивается, но в двухметровой толще не превышает 0,643% по плотному остатку (разр. 8). Количество хлора варьирует в широких пределах от 0,014–0,017% до 0,042–0,049%, максимальное содержание его обнаруживается как в верхних, так и нижних горизонтах с содержанием хлор-иона 0,052–0,078%.

По типу засоления рассматриваемые почвы преимущественно хлоридно-сульфатные и сульфатные. Содержание общей HCO₃, максимум которой приурочен как в верхних, так и в нижних горизонтах, колеблется от 0,031 до 0,043 %. Повышенное её содержание (0,051–0,061 %) было отмечено в почвах разрезов 1 и 8.

Таблица 1 Механический состав орошаемых типичных сероземов

		Размер частиц в мм, содержание в%								Поэролига измерт	
$N_{\underline{0}}$	Глубина,		Песок			Пыль		Иль	Физическая глина	Название почвы	
разреза	СМ	>0,25	0,25-	0,1-	0,05-	0,01-	0,005-	<0,001	(<0,001 мм)	по механическому составу	
		Ĺ	0,1	0,05	0,01	0,005	0,001		` ′ ′	Составу	
	0–30	0,8	0,2	21,8	43,5	15,5	5,7	12,5	33,7	Суглинок средний	
	30–50	2,0	0,5	7,0	61,2	61,2	16,1	5,7	25,1	Суглинок легкий	
1	50-80	0,4	0,1	23,0	50,6	50,6	15,6	5,5	25,9	Суглинок легкий	
1	80–100	1,2	0,3	9,3	57,5	57,5	15,4	10,7	31,7	Суглинок средний	
	100-150	1,2	0,3	10,4	55,4	55,4	15,9	8,8	32,7	Суглинок средний	
	150-200	0,8	0,2	6,4	63,1	63,1	15,2	6,8	29,5	Суглинок легкий	
	0–30	0,4	0,1	7,1	68,2	13,4	7,6	3,2	24,2	Суглинок легкий	
	30–50	4,0	1,0	3,3	66,8	15,6	5,8	3,5	22,9	Суглинок легкий	
2	50-80	3,2	0,8	7,8	58,3	15,9	7,8	6,2	29,9	Суглинок легкий	
	80–100	3,2	0,8	5,5	60,4	14,2	8,8	7,1	30,1	Суглинок средний	
	100-150	3,2	0,8	7,1	60,1	12,4	8,7	7,7	28,8	Суглинок легкий	
	150-200	3,2	0,8	10,0	61,4	10,4	7,5	6,7	24,6	Суглинок легкий	
	0–30	0,8	0,2	12,5	54,5	16,1	8,5	7,4	32,0	Суглинок средний	
	30–50	0,8	0,2	12,3	57,7	15,0	5,3	8,7	29,0	Суглинок легкий	
5	50-80	0,4	0,1	16,1	50,6	17,8	6,9	8,1	32,8	Суглинок средний	
3	80–100	0,8	0,2	8,8	62,2	12,4	5,4	10,2	28,0	Суглинок легкий	
	100-150	0,4	0,1	7,1	62,7	15,8	4,7	9,2	29,7	Суглинок легкий	
	150-200	1,2	0,3	13,0	60,2	13,0	4,8	6,5	25,3	Суглинок легкий	
	0-30	1,6	0,4	10,4	43,6	29,9	4,3	9,8	44,0	Суглинок средний	
	30–50	1,6	0,4	10,9	61,9	17,2	3,5	4,5	25,2	Суглинок легкий	
6	50-80	1,4	0,1	13,5	54,9	15,8	3,7	10,6	30,1	Суглинок средний	
0	80–100	0,4	0,1	13,3	68,2	7,8	202	8,0	18,0	Супесь	
	100-150	0,8	0,2	13,4	71,1	7,1	3,4	4,0	14,5	Супесь	
	150-200	1,6	0,4	16,8	64,9	3,9	7,9	4,5	14,3	Супесь	
	0-30	0,4	0,1	10,2	57,6	26,9	3,0	1,8	31,7	Суглинок средний	
	30–50	1,2	0,3	9,0	62,6	13,3	4,2	9,4	26,9	Суглинок легкий	
0	50-80	0,8	0,2	7,5	61,9	13,4	3,5	12,7	29,6	Суглинок легкий	
8	80–100	0,4	0,1	6,2	67,6	18,0	5,7	2,0	25,7	Суглинок легкий	
	100-150	0,4	0,1	14,4	57,3	17,4	8,9	1,5	27,8	Суглинок легкий	
	150-200	1,6	0,4	13,7	54,7	21,6	3,3	2,7	29,6	Суглинок легкий	

По величине pH солевой вытяжки выявляют обычно степень щелочности или кислотности почв. В зависимости от величины pH, т.е. концентрации водородных ионов, реакция может быть кислой (pH < 7), нейтральной (7–8) или щелочной (>8). В данном случае (табл. 2) pH солевой вытяжки изученных почв колеблется от 7,13 до 7,46, реакция почвы находится между нейтральной и слабощелочной, характерной для большинства почв Узбекистана.

Произведённые подсчёты запасов солей для разных слоев в т/га приводятся в табл. 3. Данные по запасам водорастворимых солей в орошаемых типичных сероземах

на примере фермерского хозяйства «Fyзор ок тулпори» показывают, что запасы солей в 2-метровой толще в почвах, развитых на пролювиальных лёссовых легко-средне суглинистых отложениях составляет 93,1—128,7 т/га, в том числе хлора 3,62—9,60 т/га, и сернокислых солей 43,4—64,0 т/га, а сумма токсичных солей колебется в переделах 62,6—85,0 т/га (табл. 3).

Избыточное засоление почв — это тот главный барьер, который на больших площадях не позволяет шагнуть от урожаев хлопка-сырца в 10–12 ц/га до нормальных величин 28–30 ц/га, от низкой окупаемости труда земледельцев к более высокой [7].

 Таблица 2

 Содержание водорастворимых солей и химизм засоления в типичных сероземах

№ разреза	Глубина,	Плотный остаток	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	3	Васоление	рН
		%%%							ТИП	степень	_
	0–30	0,423	0,032	0,017	0,232	0,018	0,025	0,066	С	Слабое	7,25
	30-50	0,410	0,031	0,017	0,224	0,025	0,021	0,062	С	Слабое	7,33
1	50-80	0,260	0,037	0,014	0,142	0,142	0,018	0,028	С	Незасоленные	7,35
1	80-100	0,255	0,030	0,014	0,134	0,134	0,010	0,033	С	Незасоленные	7,45
	100-150	0,345	0,061	0,014	0,169	0,169	0,025	0,056	С	Слабое	7,40
	150-200	0,610	0,030	0,014	0,352	0,352	0,025	0,126	С	Слабое	7,39
	0-30	0,310	0,030	0,022	0,162	0,032	0,022	0,025	С	Слабое	7,31
	30–50	0,462	0,028	0,031	0,239	0,028	0,014	0,086	С	Слабое	7,22
2	50-80	0,200	0,033	0,024	0,084	0,020	0,015	0,018	X-C	Слабое	7,33
2	80–100	0,225	0,039	0,014	0,123	0,025	0,012	0,021	С	Незасоленные	7,47
	100-150	0,430	0,027	0,017	0,246	0,055	0,027	0,025	С	Слабое	7,36
	150-200	0,615	0,021	0,014	0,374	0,100	0,030	0,025	С	Слабое	7,41
	0-30	0,580	0,033	0,012	0,370	0,038	0,076	0,010	С	Слабое	7,24
	30-50	0,180	0,035	0,012	0,080	0,025	0,012	0,008	X-C	Слабое	7,19
_	50-80	0,180	0,037	0,017	0,074	0,020	0,006	0,026	X-C	Слабое	7,39
5	80–100	0,135	0,030	0,014	0,041	0,021	0,006	0,006	X-C	Слабое	7,29
	100-150	0,590	0,024	0,010	0,286	0,024	0,067	0,067	С	Слабое	7,30
	150-200	0,525	0,037	0,014	0,302	0,024	0,025	0,025	С	Слабое	7,41
	0–30	0,423	0,027	0,012	0,236	0,083	0,005	0,026	С	Слабое	7,17
	30–50	0,382	0,026	0,014	0,178	0,055	0,011	0,020	С	Слабое	7,23
	50-80	0,595	0,030	0,059	0,289	0,055	0,006	0,112	X-C	Среднее	7,31
6	80–100	0,600	0,033	0,066	0,290	0,045	0,021	0,102	X-C	Среднее	7,45
	100-150	0,495	0,024	0,042	0,247	0,070	0,006	0,063	X-C	Среднее	7,25
	150-200	0,340	0,033	0,021	0,021	0,165	0,024	0,031	С	Слабое	7,31
	0–30	0,355	0,033	0,049	0,152	0,030	0,015	0,054	X-C	Среднее	7,25
	30–50	0,448	0,035	0,065	0,190	0,035	0,015	0,078	X-C	Среднее	7,31
7	50–80	0,360	0,030	0,035	0,171	0,050	0,006	0,047	X-C	Среднее	7,33
7	80–100	0,345	0,033	0,038	0,158	0,055	0,009	0,033	X-C	Среднее	7,45
	100-150	0,430	0,037	0,056	0,187	0,050	0,006	0,071	X-C	Среднее	7,38
	150-200	0,405	0,043	0,052	0,179	0,045	0,006	0,061	X-C	Среднее	7,44
	0–30	0,643	0,027	0,078	0,305	0,040	0,022	0,119	X-C	Среднее	7,37
	30–50	0,503	0,051	0,021	0,257	0,033	0,003	0,112	С	Слабое	7,34
	50-80	0,400	0,043	0,017	0,204	0,020	0,006	0,031	С	Слабое	7,46
8	80–100	0,385	0,037	0,052	0,165	0,025	0,015	0,070	X-C	Среднее	7,44
	100-150	0,180	0,037	0,014	0,076	0,020	0,006	0,025	X-C	Слабое	7,22
	150-200	0,170	0,040	0,014	0,070	0,025	0,009	0,012	X-C	Слабое	7,13

Таблица 3

Запас водорастворимых солей в типичных сероземах, т/га

№ разреза	Слой, см	Плотный остаток	CI	SO_4	Токсичные соли
	0-30	17,8	0,71	9,7	13,8
1	0-100	47,3	2,2	25,7	35,4
	0-200	114,2	4,1	62,2	85,0
	0-30	13,1	0,92	6,8	8,0
2	0-100	40,7	3,19	20,5	26,3
	0-200	113,8	5,36	63,9	62,9
	0-30	24,4	0,50	15,5	18,7
5	0-100	40,7	1,94	22,0	28,5
	0-200	118,8	3,62	63,2	65,5
	0-30	17,8	0,50	9,9	7,8
6	0-100	70,3	5,20	35,2	37,6
	0-200	128,7	9,60	64,0	68,1
	0-30	27,0	3,30	12,8	19,5
8	0-100	68,7	6,33	33,2	49,5
	0-200	93,1	8,29	43,4	62,6

Сравнительно небольшой запас солей в верхнем метровом слое имеют разрезы 2 и 5 (40,7 т/га), из них запас хлора 1,94—3,19 т/га, сульфатов 20,5—22,0 т/га, содержание суммы токсичных солей в пределах 26,3—28,5 т/га. Сравнительно большие запасы солей в том же слое отмечены в почвах разрезов 6 и 8 (68,7—70,3 т/га). Количество хлора не превышает 5,20—6,33 т/га (табл. 3).

Заключение

Наиболее объективная характеристика современной ситуации получена при оценке внутрихозяйственного засоления почв по фермерскому хозяйству «Гузор ок тулпори». Сравнительный анализ на уровне изученного хозяйства показывает, что большая пестрота засоления почвогрунтов свидетельствует о развивающихся процессах засоления и расселения почв.

Количество накопившихся в почвах водорастворимых солей пока ещё сравнительно невелико, но оно будет постепенно возрастать, если не принять срочные мелиоративные меры, так как анализ динамики засоления показывает быструю миграцию солей по профилю почв под влиянием орошения, испарения и других факторов.

Исследованы и охарактеризованы основные свойства почв, содержание и запасы водорастворимых солей изученных орошаемых типичных сероземов, определяющих характер мелиоративных и агротехниче-

ских приёмов, необходимых при орошении и освоении.

Список литературы

- 1. Национальный отчет о состоянии земельных ресурсов Республики Узбекистан. Ташкент, 2020. 418 с.
- 2. Панкова Е.И., Айдаров И.П., Ямнова И.А., Новикова А.Ф., Благоволин Н.С. Природное и антропогенное засоление почв бассейна Аральского моря (География, генезис, эволюция). М.: Почвенный институт имени В.В. Докучаева, 1996. 186 с.
- 3. Розанов Н.А. Сероземы Средней Азии. М.: Изд-во АН СССР, 1951. 459 с.
- 4. Исаков В.Ю. Засоленные почвы Ферганской долины // Вестник Туранской академии наук. 2016. № 4. С. 18-21.
- 5. Руководство по управлению засоленными почвами. План развитии Евразийского почвенного партнерства (Евразийский центр по продовольственной безопасности). Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наук. Рим, 2017, 143 с.
- 6. Ахмедов А.У., Абдурахманов Н.Ю., Рузметов М.И., Каримов Х.Н. Особенности формирования и направленности процесса засоления орошаемых почв низовьев Амударьи // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия. Сборник докладов международной научнопрактической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева» Курск: ФГБНУ ВНИИЗ и 3ПЗ, 2018. С. 35–39.
- 7. Ахмедов А.У., Каримов Х.Н., Артикова Х.Т., Парпиев Г.Т., Турдалиев Ж.М., Мырзамбетов А.Б. Почвенно-мелиоративные условия бассейна реки Зарафшан // Научное обозрение. Биологические науки. 2018. № 3. С. 5–11.
- 8. Хайриддинов А.Б., Худойкулов Ж.О., Холлиев Ш.Х. Почвы Каршинской степи // Символ науки. 2016. № 2–3. С. 17–19.
- 9. Макарычев С.В., Мазиров М.А. Агрофизическая характеристика сероземных почв западного Тянь-Шаня // Вестник АГАУ. 2016. № 11 (145). С. 38–43.

УДК 631.416: 631.452

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СВЕТЛЫХ СЕРОЗЕМОВ И ЦЕНОПОПУЛЯЦИЯ *CAPPARIS SPINOSA* L.

Исагалиев М.Т., Обидов М.В.

Ферганский государственный университет, Фергана, e-mail: murodjon-isa@mail.ru

В статье проведен анализ ценопопуляции и элементного состава лекарственного растения *Capparis spinosa* L., широко распространенного в светлых сероземах, сформированных на эродированных аллювиально-пролювиальных каменисто-галечниковых породах юга Ферганской долины. По подвижности микроэлементов в светлых сероземах в горизонте 0–10 см содержание Мп высокое, Zn умеренное, а Мо недостаточное. Наблюдается увеличение Мп и Мо книзу по профилю и по генетическим горизонтам почв, наоборот, уменьшение количества Zn и Co. В Арсифских адырах выявлено преобладание в ценопопуляции незрелых растений и определены количественные показатели микроэлементов в вегетативных и генеративных органах *Capparis spinosa* L. Изучение биоморфологических характеристик растений в период вегетации (апрель – октябрь 2019 г.) проводилось в популяции растений на обозначенных 10 ключевых участках. Согласно анализу ценопопуляции *Capparis spinosa* L., средние растения стадии травы (р) составляли 6,0, ювенильные (ј) 5,0, имматурные (іт) 10,8, виргинил (v) 5,5, генеративные (g) 3,5 и старческие (s) 2,3. Элементный анализ почвы и растений выполнен нейтронно-активационным методом. Образцы облучали потоком нейтронов 5·10¹³ нейтрон/см² с в ядерном реакторе, количество химических элементов определяли в соответствии с их периодом полураспада.

Ключевые слова: лекарственные растения, Capparis spinosa L., светлый серозем, микроэлемент, ценопопуляционный анализ, биогеохимия

BIOGEOCHEMICAL FEATURES OF LIGHT SIEROZEMS AND CENOPOPULATION *CAPPARIS SPINOSA* L.

Isagaliev M.T., Obidov M.V.

Fergana State University, Fergana, e-mail: murodjon-isa@mail.ru

The article provides an analysis of the cenopopulation and element composition of the medicinal *Capparis spinosa* L., which is widespread in light sierozems formed on eroded alluvial-proluvial stone-gravel rocks in the south of the Fergana Valley. According to the mobility of micronutrients in the 0-10 cm layer of calcisols, Mn is high, Zn is moderate, and Mo is insufficient. Mn and Mo were observed to increase towards the lower genetic layer and conversely to decrease in the amount of Zn and Co. In the Arsif hills, the predominance of immature plants in the cenopopulation was detected and quantitative indicators of micronutrients in the vegetative and generative organs of Capparis spinosa L. were determined. The study of bio-morphological characteristics of the plant during the growing season (April-October 2019 y.) was carried out in the plant population in the designated 10 observation-experimental sites. According to the cenopopulation analysis of *Capparis spinosa* L., the average grass (p) stage plants were 6.0, juvenile (j) 5.0, immature (im) 10.8, virginil (v) 5.5, generative (g) 3.5 and senile (s) 2.3. Elemental analysis of soil and plant was performed by the neutron-activation method. The samples were irradiated with 5*10¹³ neutrons/cm²sec neutron flux in a nuclear reactor, and the number of chemical elements was determined in accordance with their half-lives.

Keywords: medicinal plants, Capparis spinosa L., light sierozem, microelement, cenopopulation analysis, biogeochemistry

Одним из наиболее актуальных вопросов сегодняшнего дня является разработка технологии окультуривания и выращивания естественной флоры и видов лекарственных растений, относящихся к зарубежной флоре, целенаправленные исследования для получения экологически чистой продукции, внедренные в медицинскую практику. Представителем естественных видов лекарственных растений является растение каперсы колючие (Capparis spinosa L.). В научных источниках и зарубежных публикациях по происхождению Capparis spinosa L., его распространение на земном шаре, по ботанико-генетическим, лечебным свойствам, содержанию макро- и микроэлементов в них, агротехнике выращивания и возделывания, технологии производства

продуктов питания и данных об экономической рентабельности предостаточно освещены [1-4].

Многочисленные научные исследования были проведены по биоэкологическим и лечебным свойствам *Capparis spinosa* L., таже химическому составу элементов плодов, технологиям выращивания, ботаническим свойствам, освоению пустынных территорий, применению в биологической регенерации, воспроизводству, развитию биотехнологий [5, 6].

Свойства и характеристики почв Ферганской долины, где эти растительные ареалы широко распространены, изучались многими исследователями [7–9], но их биогеохимия в системе почва — лекарственные растения изучена недостаточно.

Ценопопуляционный анализ распространения вида каперсы колючие на адырах южной Ферганы, биогеохимических свойств растений и почв, то есть элементного состава почв и органов растений, а также определение запасов сырья проводились недостаточно. Кроме того, научные исследования не проводились в достаточной степени в изучении биоморфологических особенностей *Capparis spinosa* и ареалов распространения в светлых сероземах юга Ферганы, определения элементного состава вегетативных, генеративных органов и оценка естественного восстановления на основе ценопопуляционного анализа.

Растущий спрос на натуральные и экологически чистые продукты из Capparis spinosa L., глобальное увеличение его использования в пищевой промышленности, современной медицине, увеличение количества натуральных продуктов, изготовленных из него в фармацевтической и косметической промышленности, в свою очередь, усиливают давление на природные ресурсы этого вида. Это поставит под угрозу природные запасы Capparis spinosa L. в будущем. Таким образом, исследования по изучению растения Capparis spinosa L. показывают необходимость сосредоточить внимание на его окультуривании и интенсивном выращивании, анализ ценопопуляции и оценки имеющихся естественных природных ресурсов.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являются целинные светлые сероземы, образовавшиеся на эродированных слабоскелетных пролювиальных горных породах юга Ферганы и широко распространенное растение *Capparis spinosa* L.

Биоморфологические характеристики растения в онтогенезе изучали методами ценопопуляционного анализа [10]. Были использованы методы исследования сезонного развития растения, то есть образования травы в течение вегетационного периода, формирования настоящих листьев, роста веточек и стеблей, бутонизации, начало и конец цветения, образования и созревания плодов, конец вегетации [11]. Изучение продолжительности периода цветения проводилось на ключевых участках в выделенных 10 наблюдательных популяциях растений.

Результаты исследования и их обсуждение

Изучение онтогенетических и фенологических свойств растений – один из наиболее удобных и эффективных методов определения изменений разных фаз наблюдаемых

видов растений, их устойчивости к условиям среды, продуктивности, а также ритма жизненных процессов.

С 2017 г. ведутся научно-исследовательские работы на адырах южной Ферганы (Арсиф, Саткак, Чимган, Алтыарик). Эти адыры расположены на высоте 500-750 м над уровнем моря. Эти участки слабо и средне загипсованные, скелетные, с многолетними осадками в пределах 180–200 мм. Светлые сероземы имеют очень низкий или низкий уровень гумуса и питательных веществ. Степень покрытия естественной растительностью составляет 40-60% в зависимости от экспозиции склона. Основная группа этих растений – эфемеры и эфемероиды. Capparis spinosa L. – это семейство Capparaceae (Capparidaceae) растений двух родов, включающее 40 родов и 850 видов. Большинство растений, относящихся к семейству Capparis, являются дикими видами, которые в основном распространены в засушливых регионах тропических и субтропических регионов [6, 12, 13].

Естественное распространение *Capparis spinosa* L. в Узбекистане зависит от различных почвенно-климатических и других условий. В частности, его можно найти на каменистых холмах, иногда в полях, на обочинах дорог, вдоль канав, на адырах, вокруг железных дорог, на сухих берегах каналов, у старых стен.

В ходе наших исследований было установлено, что этот вид проник в зону пустынь и полупустынь, в предгорья и нижние горные районы, иногда вплоть до средней зоны гор. Изучение биологических и экологических свойств любого растения требует, прежде всего, изучения его состояния в естественных условиях. Естественная адаптация *Capparis spinosa* L. к почвенной и воздушной засухе позволяет ему расти в засушливых районах с дефицитом воды и в почвах с высокой концентрацией водорастворимых солей.

Длина стебля растений, распространенных на исследуемых территориях, в зависимости от условий выращивания достигает 70–170 см. Внутренняя часть недавно сформировавшихся молодых стеблей покрыта тонкими короткими волосками, но они опадают по мере роста ветки в течение вегетационного периода. Цвет стебля зеленый, на нижней стороне листового пучка видны скрученные колючки. Количество боковых ветвей в зависимости от стадии развития 2-6, длина 10-15 см. Диаметр стержня 7-12 мм. Листья на стебле растения различаются по форме, ширине и длине. Обычно форма листа круглая, перевернуто-яйцевидная или эллиптическая, длиной 3-6 см, зеленая, безволосая или с нижней стороны — редкие рассеянные волоски, расположенные последовательно на основном стебле и боковых ветвях посредством короткой полосы листа.

Цветки одиночные, слегка зигоморфные, размером 5-8 см, душистые, расположены в пазухах одного листа, лепестков 4, изогнутые, яйцевидные, зеленые, снаружи покрыты небольшими короткими волосками. Лепестков 4, но 2 до половины белые или светло-розовые, много отцовской пыльцы, разной длины, опыленные, коричневые (цветки после опыления становятся красными). Цветки 4-6 см длиной. Цветет в апреле-мае в зависимости от количества осадков в районе исследования. Плод – многосемянная ягода. Цвет зеленый, с длинными белыми полосами. Форма перевернуто-яйцевидная, продолговатая, ореховая или круглая, многосемянная, удлиненная. Снаружи гладкий, внутри темно-красный. Плод по внешнему виду напоминает арбуз. Когда плод спел, кожура плода выворачивается наружу и открывается. Плоды 3–5 см в длину и 1,3– 2,7 см в ширину [7].

Сегодня регулярное добавление в рацион человека *Саррагіз spіnosa* L. помогает облегчить ревматические боли. В настоящее время все части растения используются в современной и народной медицине при лечении метеоризма, зоба, стоматологии (заболевания десен и зубов), сердечно-сосудистых заболеваний, а также гипертонии, кожного зуда, желтухи, неврозов, бруцеллеза [1].

Учитывая растущий спрос на сырье *Capparis spinosa* L. необходимость глубокого изучения его биогеохимии и агроэкологии была поставлена на повестку дня, учитывая особое внимание, уделяемое его экспортному потенциалу. Важно определить положение *Capparis spinosa* L. в растительном покрове, статус, онтогенез и жизнеспособность популяций, которые определяют его естественное восстановление и, таким образом, его текущие и будущие запасы сырья. Предварительные результаты анализа

ценопопуляции *Capparis spinosa* L. на 10 наблюдательных ключевых участках (каждый по 100 м²) на адырах Арсиф, Саткак, Чимион, Алтыарик были следующими (табл. 1): трава (р) растений в среднем составила 6,0, растений принадлежность к ювенильному (j) состоянию 5,0, относящихся к незрелой имматур (im) стадии 10,8 растений, принадлежащих к состоянию виргинила (v) 5,5 растений, принадлежащих к генеративному (g) периоду 3,5 растения, период типичные для сенильной (s) стадии были 2,3 растения.

В относительно теплом климате рост этих травянистых растений происходит в начале апреля. Наблюдения на наших экспериментальных полях показали, что травы *Capparis spinosa* L. прорастают в конце апреля — начале мая. У злаков семена имеют 2 листа, высотой 2—3 см, корни длиной 12—14 см, разветвленные в 2 рядов. Было замечено, что 80—85% трав переходят в ювенильную стадию в конце мая — начале июня.

В ювенильном режиме семена продолжают расти в листьях манлы. Растения, относящиеся к этой группы имеют высоту 5–7 см, образуют 3–4 листа, первые настоящие листья мельче. Позже было замечено, что каждый лист на подбородке вырастает длиннее предыдущего. Главный корень достигает 20–22 см и разветвляется в 2–3 порядке. Особенность этого этапа объясняется усыханием листьев семенной паллы.

Растения имматурной стадии наблюдаются в середине июня, их высота 15–20 см, главный корень 45–50 см, разветвленный на 2–3 (4) порядка. Было замечено, что 60–70% растений, относящихся к незрелой стадии, переходят в стадию виргинила в конце июня — начале июля, а 10-15% переходят в стадию виргинила в начале мая после периода зимнего покоя. Продолжительность неполновозрелой фазы от 20–25 дней до 10 месяцев.

Capparis spinosa L., относящиеся к ювенильной и имматурной стадиям, устойчивы к засухе, но большинство из них погибает из-за раздавливания скотом.

Ценопопуляция Capparis spinosa L.

Количество особей, шт. (n = 10) Элементарные Сумма ландшафты 2 8 7 5 41 Арсиф 6 13 5 7 12 4 35 Саткак 6 2 3 3 26 Чимион 4 8 6 2 10 3 Алтыарик 6 4 30 3,5 5,5 2,3 Среднее 6,0 5,0 10,8 33,0

Таблица 2

Количество микроэлементов в светлых сероземах юга Ферганы (n = 7)

Номер	Глубина,	Микроэлементы (мкг/г)								
раз.	СМ		Вало	овые			Подвижные			
		Mn	Zn	Co	Mo	Mn	Zn	Co	Mo	
	0-10	370	55,8	4,71	0,10	125,3	1,35	1,10	0,04	
1/OM	10–30	430	37,1	7,35	1,60	133,7	1,27	1,08	0,22	
1/OM	30–56	520	59,8	7,45	0,55	178,2	1,49	0,77	0,33	
	56–120	420	61,1	8,58	1,10	139,4	0,98	0,65	0,35	

Растения виргинильной стадии наблюдаются в конце июня — начале июля, длина их главного стебля достигает 40–80 см, а ветвится до 2 порядков. Корень достигает 90–110 см и разветвляется в 3–4 порядка. На этой стадии характерно образование шипов на стеблях и утолщение главного корня (диаметр 4–5 мм). Продолжительность состояния виргинила во многом зависит от факторов внешней среды. Было замечено, что 15–20% растений виргинила вступают в полный период генерации в первый год, а остальные — во второй год.

Вегетация растений средневозрастной генеративной стадии на холмах Арсиф продолжалась с апреля по декабрь. Длина главного генеративного стебля 70–170 см, ветвистая на 2–3 ряда, листья 4х3 см. В одном кусте формируется в среднем 9–14 генеративных стеблей. Рост генеративных растений отмечен в мае, цветение – в конце мая, плодоношение началось во второй половине июня.

Процесс плодоношения *Capparis spinosa* L. длился с июня по октябрь. Один куст *Capparis spinosa* L. дал в среднем более 80 плодов на адырах Чимион (180–210 на адырах Арсиф и Саткак) и 150 на некоторых кустах. В каждом плоде в среднем наблюдалось 220–235 семян, масса 1000 семян составляла 7,25 г. Семена длиной 1–3 мм почковидные, коричневые. Выяснилось, что длина семян растений на исследуемых территориях составляла 2,8–3,3 мм. Созревание плодов происходило во второй декаде июля на адырах Арсиф и Саткак, а также на адырах Чимион и Алтыарик в конце июля – начале августа.

Это растение ценится многими народами мира как потенциальный источник питательных веществ, витаминов, фенольных соединений, флавоноидов, питательных веществ в его органах, а также за его сильные антиоксидантные свойства и способность расти в засушливых условиях.

Хотя биологически активные органические вещества в лекарственных растениях изучаются систематически, биологически активные минеральные элементы изучены недостаточно. Известно [14], что коли-

чество химических элементов и веществ варьируется в зависимости от типа почвы (табл. 2). Следовательно, химический элементный состав растений зависит от количества химических элементов в почве, в которой растет растение.

Усиление процесса гидроморфизма приводит к увеличению количества Mn, Zn, Mo в почве и ее слоях от известковых до луговых почв. Это также можно объяснить тем, что геохимическая миграция этих элементов в ландшафтах зависит от влияния сельского хозяйства и использования минеральных, органических удобрений. Кроме того, элементный состав Capparis spinosa L., широко распространенного в светлых сероземах юга Ферганы, изменяется под влиянием свойств почвы, типа растений, природноклиматических условий и других факторов. Было замечено, что количество элементов в составе Capparis spinosa L. варьируется в несколько тысяч раз в зависимости от физиолого-биохимических свойств органов растений (табл. 3).

Из таблицы видно, что количество изученных микроэлементов широко варьирует в органах растений, или Mn 9-100 мкг/г, Mo 0,29-5,2 мкг/г, Co 0,086-0,25 мкг/г и Zn 5 мкг/г. Обнаружены колебания в диапазоне 1–34,1 мкг/г. Йз микроэлементов, изученных на предмет поглощения в органы растений, наибольшее количество приходится на Мо (52 мкг/г в коре корня), а наименьшее Со (0,018 мкг/г в стебле). Обратите внимание, что элемент Мп поглощается в очень больших количествах листьями растений, Мо в корке корня по сравнению с другими органами, а Zn накапливается в больших количествах в плодах. Если обратить внимание на классификацию изучаемых элементов по их биологической роли [7], то они относятся к числу биогенных, необходимых для жизни.

Согласно методике, Мо относится к группе крепких и очень крепких агрегатов коры корня и плодов. По диапазону коэффициентов биологической абсорбции элементы Со, Zn, Мп относятся к группе очень слабых, слабых и соответственно умеренно биоразлагаемых.

Таблица 3

Содержание микроэлементов в органах *Capparis spinosa* L. (мкг/ Γ) и коэффициент биологического поглощения (n = 14)

Растения	Органы растений	Микроэлементы (мкг/г)				Коэффициент биологического поглощения				
		Mn	Mo	Co	Zn	Mn	Mo	Co	Zn	
	Корневая кожица	32	5,20	0,25	27,0	0,086	52,0	0,053	0,48	
	Корневое ядро	9	0,55	0,16	5,1	0,024	5,5	0,034	0,09	
Cannagia	Стебель	16	0,29	0,09	14,0	0,043	2,9	0,018	0,25	
Capparis spinosa L.	Лист	100	1,80	0,18	30,0	0,270	1,8	0,038	0,54	
spinosa L.	Бутон	26	0,58	0,12	33,0	0,070	5,8	0,025	0,59	
	Цветы	24	0,50	0,13	30,0	0,065	5,0	0,028	0,54	
	Фрукты	34	2,10	0,19	34,1	0,092	21,0	0,040	0,61	

Это, в свою очередь, удовлетворяет потребность в определенных макро- и микроэлементах за счет потребления биологически активной добавки, приготовленной из этого лекарственного растения, а также дневной нормы пищи. Изучение взаимосвязи элементного состава растений и элементного состава почвы, в которой произрастает, расширяет сферу его использования в народной медицине, фитобарах, современной медицине и фармацевтической промышленности.

Заключение

По наблюдениям, жизнеспособность, засухоустойчивость популяций Capparis *spinosa* L. относительно высока, а растения, относящиеся к незрелой и виргинильной стадиям, в 5-10 раз больше, чем сенильные. Это показывает, что можно регулярно собирать сырье в адырах южной Ферганы. Определение количества питательных и лекарственных веществ в Capparis spinosa L. и других лекарственных растениях еще больше повышает потребность и лечебные свойства лекарственных растений.

Ряды биологического поглощения ассимилируются в виде $0.0n \rightarrow 0.n \rightarrow n \rightarrow 10n$, в зависимости от количества изученных элементов. В этом ряду молибден занимает место очень сильного биологического аккумулятора, в то время как марганец, цинк и кобальт занимают среднюю, слабую и очень слабую линию удерживания. Изучая количество химических элементов в органах растения Capparis spinosa L. в зависимости от состава почвы, можно оценить его санитарно-гигиенические характеристики, а также уровень безопасности при фармацевтическом использовании и приготовлении пищи. Capparis spinosa L. можно использовать как сырье для создания новых лекарств. Поскольку растение обладает противораковым, антимикробным и противовирусным действием, оно требует глубокого изучения его химического состава.

Список литературы

1. Farooq Anwar, Gulzar Muhammad, Muhammad Ajaz Hussain, Gokhan Zengin, Khalid M. Alkharfy, Muhammad Ashraf and Anwarul-Hassan Gilani. *Capparis spinosa* L.: A Plant with High Potential for Development of Functional

A Plant with High Potential for Development of Functional Foods and Nutraceuticals / Pharmaceuticals. International Journal of Pharmacology. 2016. Vol. 12. P. 201–219.

2. Liang H.E., Li X., Ferguson D.K., Wang Yu.F., Liu C.J., Li C.S. The discovery of *Capparis spinosa* L. (Capparidaceae) in the Yanghai Tombs (2800 years B.P.), NW China and its medicinal implications. Journal of Ethnopharmacology. 2007. Vol. 113.

3. Chedraoui S., Abi-Rizk A., El-Beyrouthy M., Chalak L., Ouaini N., Rajjou L. Capparis spinosa L. in A Systematic Review: A Xerophilous Species of Multi Values and Promising Potentialities for Agrosystems under the Threat of Global Warming. Front Plant Sci.; 2017. 8: 1845. DOI: 10.3389/fpls.2017.01845.

- 4. Badr S.A., El-Waseif M.A. Influence of Caper (Capparis spinosa L.) Seeds Powder Addition as Source of Bioactive Phytochemicals on Quality Attributes and Shelf Life Extension of Beef Burger Patties. Middle East Journal of Agriculture Research. 2017. P. 1243–1258.
- 5. Shahid Akbar Handbook of 200 Medicinal Plants. *Capparis spinosa* L. (Capparaceae). 2020. P. 499–506. DOI: 10.1007/ 978-3-030-16807-0-5
- 6. Eshonkulova N.T. Biotechnology for the development of steppe and desert zones and the production of biotechnological products using the plant Thermoxerophyte *Capparis spinosa L*. PhD dis... of Biol. Sci. Tashkent, 2018. P. 18–25.

 7. Isagaliev M., Obidov M., Matkholiqov R. Morphogenetic and biogeochemical properties of the medicinal *Capparis spino-*

sa L. Journal of FarSU Scientific Reports. 2019. Vol. 4. P. 46-49.

8. Юлдашев Г., Рахимов А., Исагалиев М. Влияние агротехногенеза на миграции макро- и микроэлементов в луговых сазовых почвах // Фундаментальные основы биогеохимических технологий и перспективы их применения в охране природы, сельском хозяйстве и медицине: Трулы В охране природы, сельском хожиетом и медицине. грудам XII Междунар, биогеохимической школы, посвященной 175-летию со дня рождения В.В. Докучаева. Тула: Тул. гос. пед. ун-т им. Л.Н. Толстого, 2021. С. 215–219.

9. Obidov M.V., Isagaliev M.T., Turdaliev A.T., Abdukhakimova Kh.A. Biogeochemistry Properties of Calcisols and *Capparis Spinosa* L. International Journal of Modern Agriculture. 2021. Vol. 10. No. 1. P. 94–101.

10. Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б., Ермакова И.М., Богданова Н.М., Григорьева В.Н., Егорова В.Н., Жуко-

ва Л.А., Матвеев А.П., Михайлова Н.Ф., Сугоркина Н.С., Уранов А.А., Чебураева А.Н. Ценопопуляции растений (ос-

новные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 217 с. 11. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Методические указания. Новосибирск: Наука, 1974. 155 с.

12. Zhang T., Tan D.Y. An examination of the function of male flowers in an andromonoecious shrub *Capparis spinos*a. Journal of Integrative Plant Biology. 2009. Vol. 51. P. 316–324.

13. Ashish Goel, Digvijaya, Arun Garg, Ashok Kumar. Effect of *Capparis spinosa* Linn. extract on lipopolysaccharideinduced cognitive impairment in rats. Indian Journal of Experimental Biology. 2016. Vol. 54. P. 126–132. 14. Isagaliev M., Yuldashev G., Abdukhakimova Kh. Geo-

chemistry of biomicroelements in irrigated serozems of the south of Fergana. European Sciences review. Scientific journal. Vienna. 2018. Vol. 2. No. 11–12. P. 25–28.

УДК 57.012.4:599.742.1:611.738.53-092.9

СТЕРЕОУЛЬТРАСТРУКТУРНАЯ И ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИКРОНОЖНОЙ МЫШЦЫ СОБАК В ПЕРИОДЕ РАННЕГО ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗА

Филимонова Г.Н.

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова, Курган, e-mail: galnik.kurgan@yandex.ru

Проведено морфологическое исследование икроножной мышцы щенков в раннем постнатальном периоде: новорожденных, 7-, 14-, 21-, 28-суточных, n = 2 для каждого периода. Использованы методы гистологии, стереометрии, сканирующей электронной микроскопии, статистического анализа. Полутонкие срезы окрашивали по M. Ontell, изучали с помощью стереомикроскопа «AxioScope.A1» и встроенной фотокамеры «AxioCam» (Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Германия). Цитоархитектонику исследовали посредством растрового электронного микроскопа «JSM-840» (JEOL, Япония). Криостатные срезы с выявленной активностью миозиновой АТФ-азы послужили для стереологического анализа. Рассчитывали: объемную плотность мышечных волокон, микрососудов, эндомизия; численную плотность миоцитов и микрососудов, индекс васкуляризации (видовая константа). Выявлены особенности цитоархитектоники мышцы, её стромально-паренхиматозных отношений, отмечен волнообразный характер динамики показателей микроциркуляторного русла. Определены параллели по основным стереометрическим параметрам для передней большеберцовой и икроножной мышц. У новорожденных щенков узкие мышечные волокна без поперечной исчерченности, сети тонких эластических волоконец, наибольшее содержание соединительнотканного компонента. На 7-14 сутки в миосимпластах идентифицируется поперечная исчерченность, к 21-28 суткам мышечные волокна оплетены микрососудами, в том числе в направлении, перпендикулярном ходу миоцитов, соединительнотканные прослойки минимальны. Для растущей мышцы характерны парные миобласты, группы ядер (миотубы), контрактурно измененные миоциты, в соединительнотканном компоненте эластические и коллагеновые волокна, фибробласты, фиброциты, макрофаги. Результаты могут представлять интерес при сравнительном морфологическом анализе в различных экспериментальных моделях.

Ключевые слова: икроножная мышца, постнатальный онтогенез, гистология, стереометрический анализ, цитоархитектоника

STEREO-ULTRASTRUCTURAL AND HISTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CANINE GASTROCNEMIUS MUSCLE IN THE PERIOD OF EARLY POSTNATAL ONTOGENESIS

Filimonova G.N.

National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, e-mail: galnik.kurgan@yandex.ru

A morphological study of puppy gastrocnemius muscle in the early postnatal period was performed: newborn puppies, 7-, 14-, 21-, 28-day old, (n=2) for each period. Methods of histology, stereometry, scanning electron microscopy, statistical analysis were used. Half-thin sections were stained according to M. Ontell, studied using AxioScope.A1 stereomicroscope and AxioCam built-in camera (Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Germany). Cytoarchitectonics was investigated with «JSM-840» scanning electron microscope (JEOL, Japan). Cryostat sections with the revealed activity of myosin ATP-ase served for stereological analysis. The following was calculated: bulk density of muscular fibers, microvessels, endomysium; number density of myocytes and microvessels, vascularization index (species constant). The particular features of the muscle cytoarchitectonics were revealed, as well as those of the muscle stromal-parenchymal relationships, the wavelike character of the dynamics of microcirculatory bed values was noted. Parallels were determined for the main stereometric parameters for the anterior tibial and gastrocnemius muscles. Newborn puppies had narrow muscle fibers without cross striation, networks of thin elastic fibrils, the highest content of the connective-tissue component. The cross striation was identified in myocytes on day 7-14, and by 21-28 day the muscle fibers were criss-crossed with microvessels, including in the direction perpendicular to the myocyte course, the connective-tissue interlayers were minimal. Paired myoblasts, groups of nuclei (myotubes), contractually changed myocytes were characteristic of the growing muscle, there were elastic and collagen fibers, fibroblasts, fibrocytes, macrophages in the connective-tissue component. The results may be of interest for comparative morphological analysis in various experimental models.

Keywords: gastrocnemius muscle, postnatal ontogenesis, histology, stereometrical analysis, cytoarchitectonics

Проблема регенерации длинных трубчатых костей и взаимодействие их с прилежащими мышцами является весьма актуальной в биологии и медицине. Это обусловлено, с одной стороны, частым травматизмом конечностей и необходимостью коррекции врожденных укорочений, с другой, знание

морфологических особенностей окружающих кость тканей при различных воздействиях может позволить существенно сократить время лечения больных. Работы, раскрывающие общность биологических процессов при дистракционном остеосинтезе и в постнатальном развитии, посвящены

периферическим нервам [1], фасциям скелетных мышц [2]. Выявлены особенности гемодинамики мышц-антагонистов при лечении оскольчатых переломов голени [3]. Определены гистологические параллели процессов естественного роста большеберцовой мышцы в раннем онтогенезе и индуцированных дозированным растяжением процессов при дистракции, показано преимущество высокодробной круглосуточной автодистракции [4]. Морфофункциональные характеристики икроножной мышцы, являющейся синергистом передней большеберцовой и также подвергающейся дистракционной нагрузке, в доступной литературе не обнаружены, что послужило целью данного исследования.

Цель работы — выявить гистологические, стромально-паренхиматозные и стереоультраструктурные особенности икроножной мышцы собак в периоде раннего постнатального онтогенеза.

Материалы и методы исследования

Исследована икроножная мышца 10 щенков в периоде постнатального развития: новорожденные, 7-, 14-, 21-, 28-суточные, n = 2 для каждого возрастного периода. Фрагменты икроножной мышцы погружали в жидкий азот, изготавливали поперечные криостатные срезы (микротом-криостат МК-25ТУ64-1-856-78, Россия), проводили гистохимическую реакцию по выявлению активности миозиновой АТФ-азы (рН 9,0) по Padycula, Herman в модификации 3. Лойда. Часть мышц фиксировали в смеси равных объёмов 2% глутарового и параформальдегида, полимеризовали в эпоксидных смолах, изготавливали полутонкие срезы (ультратом «Nova», Швеция), окрашивали по M. Ontell. Изучали с помощью стереомикроскопа «AxioScope.A1» и встроенной цифровой фотокамеры «AxioCam» (Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Германия). Морфологические особенности стереоультраструктурной организации мышцы щенков исследовали посредством сканирующего электронного микроскопа «JSM-840» (ЈЕОЬ, Япония). Криостатные срезы использовались для стереометрии [5], изображения получали посредством проекционного микроскопа «Visopan» (Reichert-Jung, Австрия). Определяли: объемную плотность (мм 3 /мм 3) мышечных волокон (VV $_{\rm mv}$), микрососудов (VV $_{\rm mv}$), эндомизия (VV $_{\rm end}$); численную плотность (мм 2) миосимпластов и микрососудов (NA $_{\rm mr}$) NA $_{\rm mv}$). Рассчитили правили тывали параметр, оценивающий васкуляризацию мышцы и, косвенно, ее оксигенацию, NA_m/NA_{mf} – индекс васкуляризации и видовая константа. Достоверность различий

оценивали на основании непараметрического критерия Вилкоксона для независимых выборок, различия считали значимыми при P < 0.05, обработку цифрового материала осуществляли в программе AtteStat версия 10.8.8, встроенной в Microsoft Excel [6].

Результаты исследования и их обсуждение

Для новорожденных щенков характерен несовершенный миофибриллярный аппарат, наблюдались очень мелкие мышечные волокна и огромное количество соединительнотканных прослоек с немногочисленными микрососудами (рис. 1 а), большое число мышечных волокон гофрированной, спиральной формы, волокна в состоянии контрактур различной степени, минимальное число микрососудов, крупные артерии и вены в широких прослойках перимизия (рис. 2, а). На 7 сутки роста наблюдались микрососуды в эндомизии, которые зачастую ориентировались продольно на поперечных срезах (рис. 1, б), были характерны парные миобласты и группы ядер (миотубы), примыкающие к предсуществующим волокнам либо формирующим самостоятельно новые миоциты (рис. 2, б). В последующие сроки онтогенеза отмечалось постепенное увеличение диаметров мышечных волокон и уменьшение прослоек эндо- и перимизия (рис. 1, в). К 14 суткам роста характерны волокна нормального строения, с поперечной исчерченностью, встречались контрактурно измененные волокна, доля соединительнотканных прослоек существенно уменьшалась по сравнению с новорожденными (рис. 2, в). К 28 суткам идентифицировались 3 метаболических типа мышечных волокон (рис. 1, г), визуализировались картины, описанные выше в различных сочетаниях, в частности пары миобластов вблизи мышечных волокон (рис. 2, г).

По данным стереометрии объемная плотность мышечных волокон была минимальна у новорожденных животных, через 7, 14 и 21 сутки постнатального развития параметр плавно увеличивался, к 28 суткам несущественно снижался (таблица). Численная плотность миоцитов была максимальна у новорожденных щенков, к 7 суткам параметр снижался, составив 85% от значения на предыдущий срок, к 14 суткам еще более уменьшался, но к 21 суткам развития вновь возрастал, составив 165% (P < 0,05) от значения на предыдущий срок и к 28 суткам вновь снижался, составив 66% от значения параметра в предыдущий срок (P < 0.05). Подобная ступенчатая динамика параметра была отмечена и для передней большеберцовой мышцы щенков [4].

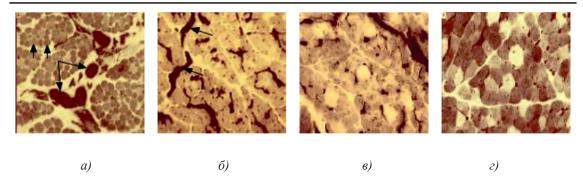


Рис. 1. Икроножная мышца щенков в различные периоды роста: а) новорожденного: крупные сосуды в широких прослойках перимизия (длинные стрелки), мелкие мышечные волокна двух типов (короткие стрелки), микрососуды не идентифицируются; б) 7-суточного: в перимизии сосуды ориентированы продольно, в эндомизии визуализированы микрососуды; в) 14-суточного; г) 21–28-суточных: идентифицируются 3 типа мышечных волокон. Поперечные криостатные срезы с выявленной активностью АТФ-азы, ув. х200

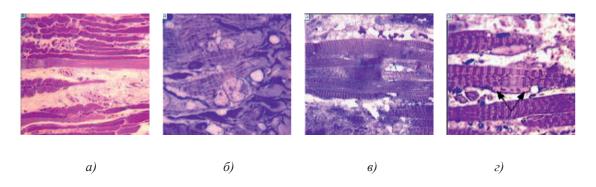


Рис. 2. Фрагменты икроножной мышцы щенков: а) новорожденного: узкие мышечные волокна, значительные прослойки эндомизия, спиральные волокна; б) 7-суточного: пары миобластов; в) 14-суточного: прослойки эндомизия уменьшены, контрактурно измененное волокно (в центре), г) 21–28-суточных: парные миобласты, примыкающие к мышечному волокну (стрелки). Полутонкие срезы, окраска по М. Ontell, ув.: а) x200; б), г) x1250; в) x500

Данные стереометрии икроножной мышцы щенков в периоде постнатального онтогенеза

Параметры	VV (MM ³ /MM ³)	NA _{mf} (мм ⁻²)	$\frac{\text{VV}}{(\text{MM}^3/\text{MM}^3)}$	NA (MM ⁻²)	VV (MM ³ /MM ³)	I _{vasc}
Возраст щенков	(MIM / MIM)	(IVIIVI)	(WINT / WINT)	(MIM)	(MIM / MIM)	
Новорожденные	$0,7098 \pm 0,0124$	$6755,3 \pm 197$	$0,0594 \pm 0,0069$	$1209,0 \pm 45,7$	$0,2308 \pm 0,0118$	0,1790
7 суточные	$0,7333 \pm 0,0119$	$5627,4 \pm 88,9$	$0,1015 \pm 0,0038$	$1758,7 \pm 66,7$	$0,1682 \pm 0,0071$	0,3125
14 суточные	$0,7566 \pm 0,0048$	$3581,4 \pm 125,2$	$0,0559 \pm 0,0042$	$910,0 \pm 56,6$	$0,1868 \pm 0,0058$	0,2541
21-суточные	$0,8328 \pm 0,0086$	5907,6 ± 321,7	$0,0263 \pm 0,0034$	$769,1 \pm 24,2$	$0,1429 \pm 0,0076$	0,1300
28-суточные	$0,8095 \pm 0,0175$	$3873,2 \pm 144,2$	$0,0332 \pm 0,0042$	$1123,5 \pm 35,8$	$0,1568 \pm 0,01534$	0,2901

 Π р и м е ч а н и е . Жирным шрифтом выделены значения параметров, отличающиеся достоверно от соответствующих параметров на предыдущий срок исследования. Достоверность различий значима для уровня P < 0.05.

Объемная и численная плотности микрососудов в раннем постнатальном периоде носили волнообразный характер: к 7 суткам роста значения данных параметров составили 171 и 146% от значений

новорожденных животных соответственно; к 14 суткам параметры снижались, составив 55 и 52% от значений на предыдущий срок исследования (P < 0.05); к 21 суткам также снижались значения параметров, соста-

вив 47 и 85% соответственно от значений на 14 сутки (P < 0.05), и на 28 сутки вновь возрастали, составив 126 и 146% (P < 0.05) соответственно от значений на 21 сутки роста. Индекс васкуляризации изменялся подобно численной плотности микрососудов.

Методом сканирующей электронной микроскопии были выявлены особенности цитоархитектоники мышечных волокон и окружающей рыхлой волокнистой соединительной ткани икроножной мышцы. новорожденных щенков наблюдались узкие мышечные волокна без видимой поперечной исчерченности (рис. 3, а), соединительнотканный компонент во всех сроках наблюдения был представлен тонкими эластическими волоконцами, образующими сети; неветвящимися тяжами коллагеновых волокон, фибробластами, фиброцитами, макрофагамии (рис. 3, б). К 7-м суткам мышечные волокна становились заметно шире, идентифицировалась поперечная исчерченность (рис. 3, в), отмечены веретеновидные фибробласты, различные соединительнотканные волокна (рис. 3, г). К 14-м суткам миоциты характеризовались четкой поперечной исчерченностью (рис. 3, д, е), на 21–28 сутки миоциты были оплетены микрососудами, в том числе в направлении, перпендикулярном ходу мышечных волокон, соединительнотканные прослойки были минимальны (рис. 3, ж, 3).

В результате проведенного морфологического исследования выявлены особенности цитоархитектоники, микроциркуляторного русла и стромально-паренхиматозных отношений икроножной мышцы в периоде раннего постнатального развития. Установлено, что динамика большинства стереометрических параметров икроножной мышцы аналогична таковой для передней большеберцовой мышцы щенков [4]. В частности, имеет место волнообразный характер динамики показателей микрососудистого русла: максимальные цифры объемной и численной плотности микрососудов отмечены на 7 сутки постнатального развития, к 21 суткам показатели снижаются и вновь возрастают к 28 суткам. Для числа мышечных волокон выявлена также волнообразная динамика с максимальным увеличением параметра к третьей неделе роста.

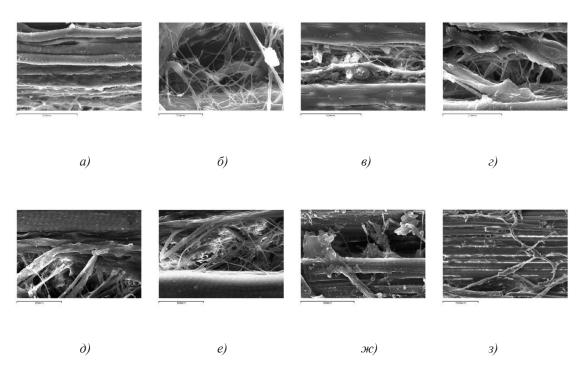


Рис. 3. Цитоархитектоника икроножной мышцы собак в постнатальном периоде. Сканограммы щенков: а, б — новорожденных, а) узкие мышечные волокна без поперечной исчерченности, ув. х850, б) сеть тонких эластических волоконец, более широкое коллагеновое волокно, макрофаг (справа), ув. х3700; в, г — 7-суточных, в) мышечные волокна, в центре — микрососуд, идущий параллельно волокнам, ув. х850; г) веретеновидный фибробласт (внизу), различные волокна, ув. х2500; д, е — 14-суточных, мышечные волокна с четкой поперечной исчерченностью, ув. х1900; ж — 21-суточного, ув. х1500; з — 28-суточного, ув. х300, мышечные волокна и сеть оплетающих их микрососудов, минимум эндомизия

Известно, что число мышечных волокон не фиксируется при рождении, а увеличивается в постнатальном периоде, как путем саркомерогенеза предсуществующих волокон, так и путем генеза новых миофибрилл, в основном между рождением и 3-недельным возрастом [7]. Показано, что в возрасте 21 суток очень мелкие волокна, экспрессирующие изоформу тяжелой цепи миозина (МуНС) эмбриона, были заметны по всей мышце. Это не противоречит данным, полученным в настоящем исследовании, где на 21 сутки онтогенеза численность мышечных волокон достоверно возрастает, приближаясь к значению параметра при рождении, при этом у новорожденных параметр обусловлен очень мелкими диаметрами волокон на фоне большого количества соединительнотканного компонента. К 3-недельному возрасту возрастает число волокон при существенном уменьшении доли соединительной ткани. К 28-м суткам роста имеет место увеличение диаметров миоцитов и, соответственно, уменьшение их числа в поле зрения. Известно о функции циклазо-ассоциированных белков (САР) в регуляции обмена α-актина во время дифференцировки миофибрилл [8]. Переключение а-актина задерживалось у мышей с системной мутацией в CAP2, и миофибриллы оставались недифференцированными у постнатальных мышей. Задержка переключения α-актина совпадает с началом дефицита двигательной функции и гистопатологических изменений, включая высокую частоту встречаемости спиральных волокон типа IIB. То есть тонких нарушений постнатального ремоделирования F-актина достаточно для предрасположенности мышечных волокон к образованию спиральных волокон, которые также имеют место в представленной работе.

В процессе формирования структурнофункциональных единиц микрососудистого русла меняется количество, плотность расположения сосудов, их диаметр, ориентация в пространстве. Наиболее интенсивный рост у белой крысы наблюдался через 7 дней, число капилляров 1302 мм-2, у взрослых животных — 478 мм-2 [9]. В данном исследовании микрососудистое русло в мышце щенков максимально развивается также к 7 суткам, что подтверждено объемной и численной плотностью микрососудов.

В развитии скелетных мышц важную роль играют гормоны щитовидной железы, в частности трийодтиронин, который усиливается дейодиназой 2 типа (Dio2), глобальная инактивация гена Dio2 на ранних этапах онтогенеза нарушает дифференцировку и регенерацию скелетных мышц в ответ

на мышечное повреждение [10]. Исследовали рост мышц и типы волокон в мышцах задних конечностей в постнатальном развитии у свиней: быстросокращающиеся волокна с низким окислительным метаболизмом (IIB) имели наибольшую площадь поперечного сечения [11]. В исследованиях митохондрий мышц выявлено, что их сеть изменяется с продольной ориентации на перпендикулярную по отношению к миосимпластам в течение 2-3 недель после рождения в гликолитических скелетных мышцах [12]. Эти структурные изменения сопровождаются изменением профиля экспрессии белков от митохондрий, предназначенных для сборки миосимпластов, в митохондрии, узкоспециализированные для клеточного энергетического метаболизма, определяя типы мышечных волокон. Выявлен микропептид, локализующийся в митохондриях, который усиливает их дыхательную активность и активизируется во время дифференцировки миобластов C2C12 *in vitro* и в мышцах раннего постнатального развития [13]. Сохранность митохондрий имеет решающее значение для поддержания функции скелетных мышц [14].

Заключение

Таким образом, в результате исследования икроножной мышцы щенков получены новые данные по морфогенезу мышечной ткани растущих животных. Выявлены особенности цитоархитектоники икроножной мышцы и её стромально-паренхиматозных отношений. Определены параллели по основным стереометрическим параметрам для передней большеберцовой и икроножной мышц. Результаты могут представлять интерес при сравнительном морфологическом анализе в различных экспериментальных моделях.

Список литературы

- 1. Илизаров Г.А., Карымов Н.Р. Сравнительное исследование ультраструктуры нервных волокон в онтогенезе и в условиях дозированной дистракции // Гений ортопедии. 1995. № 1. С. 26–29.
- 2. Асонова С.Н. Механизмы морфогенеза соединительнотканных структур конечности в условиях дозированного растяжения // Гений ортопедии. 1996. № 2–3. С. 124–129.
- Kononovich N.A., Popkov A.V. Hemodynamics in different muscle groups when treating comminuted fractures of leg bones (an experimental study). International Journal of applied and fundamental research. 2015. No. 5. P. 246–250. eLIBRARY ID: 23371706.
- 4. Шевцов В.И., Филимонова Г.Н. Передняя большеберцовая мышца собак на этапах постнатального и дистракционного морфогенеза // Гений ортопедии. 2008. № 1. С. 74—80.
- 5. Schneider J.P., Ochs M. Stereology of the lung. Cell Biol. 2013. Vol. 113. P. 257–294. DOI: 10.1016/B978-0-12-407239-8.00012-4.

- 6. Гайдышев И.П. Моделирование стохастических и детерминированных систем: Руководство пользователя программы AtteStat. Курган, 2015. 484 с.
- 7. Bérard J., Kalbe C., Lösel D., Tuchscherer A., Rehfeldt C. Potential sources of early-postnatal increase in myofibre number in pig skeletal muscle. Histochem. Cell. Biol. 2011. Vol. 136. No. 2. P. 217–225. DOI: 10.1007/s00418-011-0833-z.
- 8. Kepser L.J., Damar F., De Cicco T., Chaponnier C., Prószyński T.J., Pagenstecher A., Rust M.B. CAP2 deficiency delays myofibril actin cytoskeleton differentiation and disturbs skeletal muscle architecture and function. Proc Natl Acad Sci USA. 2019. Vol. 116. No. 17. P. 8397–8402. DOI: 10.1073/pnas.1813351116.
- 9. Козлов В.И., Гурова О.А. Ремоделирование системы микроциркуляции в онтогенезе // Астраханский медицинский журнал. 2012. № 3. С. 151–154.
- 10. Ignacio D.L., Silvestre D.H.S., Anne-Palmer E., Bocco B.M.L.C., Fonseca T.L., Ribeiro M.O., Gereben B., Bianco A.C., Werneck-de-Castro J.P. Early Developmental Disruption of Type 2 Deiodinase Pathway in Mouse Skeletal Muscle Does Not Impair Muscle Function. Thyroid. 2017. Vol. 27. No. 4. P. 577–586. DOI: 10.1089/thy.2016.0392.11.

- 11. Wank V., Fischer M.S., Walter B., Bauer R. Muscle growth and fiber type composition in hind limb muscles during postnatal development in pigs. Cells Tissues Organs. 2006. Vol. 182. No. 3–4. P. 171–181. DOI: 10.1159/000093966. PMID: 16914919
- 12. Kim Y., Yang D.S., Katti P., Glancy B. Protein composition of the muscle mitochondrial reticulum during postnatal development. J. Physiol. 2019. Vol. 597. No. 10. P. 2707–2727. DOI: 10.1113/JP277579.
- 13. Lin Y.F., Xiao M.H., Chen H.X., Meng Y., Zhao N., Yang L., Tang H., Wang J.L., Liu X., Zhu Y., Zhuang S.M. A novel mitochondrial micropeptide MPM enhances mitochondrial respiratory activity and promotes myogenic differentiation. Cell Death & Disease. 2019. Vol. 10. Article number: 528. DOI: 10.1038/s41419-019-1767-v.
- 14. Crupi A.N., Nunnelee J.S., Taylor D.J., Thomas A., Vit J.P., Riera C.E., Gottlieb R.A., Goodridge H.S. Oxidative muscles have better mitochondrial homeostasis than glycolytic muscles throughout life and maintain mitochondrial function during aging. Aging (Albany NY). 2018. Vol. 10. No 11. P. 3327–3352. DOI: 10.18632/aging.101643. PMID: 30449736.