НАУЧНО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»

SCIENTIFIC PUBLISHING CENTER «ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ • БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ № 3

SCIENTIFIC REVIEW • BIOLOGICAL SCIENCES 2019

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

Импакт-фактор РИНЦ = 0,303

ISSN 2500-3399

Учредитель, издательство и редакция: НИЦ «Академия Естествознания»

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

Founder, publisher and edition: SPC Academy of Natural History

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

Подписано в печать 15.09.2019
Дата выхода номера 15.10.2019
Формат 60×90 1/8

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

Signed in print 15.09.2019
Release date 15.10.2019
Format 60×90 8.1

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

Технический редактор Байгузова Л.М.
Корректор Галенкина Е.С.

Тираж 1000 экз.
Распространение по свободной цене
Заказ НО 2019/3

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

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

М.М. Филиппов (M.M. Philippov)

С 2014 года издание журнала возобновлено Академией Естествознания

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

Главный редактор: М.Ю. Ледванов
Editor in Chief: M.Yu. Ledvanov

Редакционная коллегия (**Editorial Board**)
А.Н. Курзанов (**A.N. Kurzanov**)
Н.Ю. Стукова (**N.Yu. Stukova**)
М.Н. Бизенкова (**M.N. Bizenkova**)
Н.Е. Старчикова (**N.E. Starchikova**)
Т.В. Шнуровозова (**T.V. Shnurovozova**)

НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ • БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

SCIENTIFIC REVIEW • BIOLOGICAL SCIENCES

www.science-education.ru

2019 г.

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

The issue contains scientific reviews, literary dissertation reviews, problem and practical scientific articles

© НИЦ «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ (03.01.00, 03.02.00, 03.03.00)

СТАТЬЯ

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ

Гафурова Л.А., Саидова М.Э. 5

СТАТЬЯ

ВИДОВАЯ СТРУКТУРА И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА ШЕРШНЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В УСЛОВИЯХ ВОЗРАСТАЮЩЕГО АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Гладкова О.В., Ходоровская Н.И. 11

СТАТЬЯ

НЕЙРОТОКСИЧНОСТЬ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ ПОЧВЕННОЙ НЕМАТОДЫ CAENORHABDITIS ELEGANS

Егорова А.В., Гайнутдинов Т.М., Калинникова Т.Б., Гайнутдинов М.Х. 17

СТАТЬЯ

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПАРАМЕТРОВ ГЕМОСТАЗА У ПОРОСЯТ, ПЕРЕНЕСШИХ ЭПИЗОД ПЕРЕГРЕВАНИЯ И ПОЛУЧИВШИХ КАТОЗАЛ

Зайцев В.В. 22

СТАТЬЯ

ХАРАКТЕРИСТИКА ОРОШАЕМЫХ ГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ ДОЛИНЫ РЕКИ ГИДЖИГЕН

Кузиев Р.К., Халилова Н.Ж. 27

ОБЗОР

ПЯТЬ ОСНОВНЫХ ЗАКОНОВ В РАЗВИТИИ ДРЕВОСТОЕВ

Рогозин М.В. 32

СТАТЬЯ

ПРИЧИНЫ ЗАСОЛЕНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ НИЗОВЬЕВ АМУДАРЬИ

Рузметов М.И., Ахмедов А.У., Мырзамбетов А.Б., Турдалиев Ж.М. 37

СТАТЬЯ

ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕМНЫХ СЕРОЗЕМОВ ЧАТКАЛЬСКОГО ХРЕБТА

Юлдашев Г.Ю., Хайдаров М.М. 42

СТАТЬЯ

ИЗМЕНЕНИЕ ЕМКОСТИ ПОГЛОЩЕНИЯ И СОСТАВА ПОГЛОЩЕННЫХ ОСНОВАНИЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОРОШЕНИЯ, СТЕПЕНЬ И НАПРАВЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ

Парпиев Г.Т., Умаров М.И., Шадиева Н.И., Мирсадыков М.М., Баходиров З.М. 47

СТАТЬЯ

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА И ИХ ЗНАЧЕНИЕ

Самбуу А.Д. 52

СТАТЬЯ

ОРОШАЕМЫЕ СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫЕ ПОЧВЫ ПАХТАКОРСКОГО РАЙОНА ДЖИЗАКСКОЙ ОБЛАСТИ

Жаббаров О.А., Исмонов А.Ж., Каландаров Н.Н. 57

CONTENTS

BIOLOGICAL SCIENCES (03.01.00, 03.02.00, 03.03.00)

ARTICLE

THE INFLUENCE OF SOIL-ECOLOGICAL FACTORS ON THE CHANGE IN THE ENZYMATIC ACTIVITY OF SALINE SOILS OF THE SOUTHERN ARAL REGION
Gafurova L.A., Saidova M.E. 5

ARTICLE

STRUCTURE OF SPECIES AND ECOLOGICAL-GEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF THE PHYTOPLANKTON COMMUNITY OF SHERSHNEVSKY RESERVOIR IN THE CONDITIONS OF INCREASING ANTROPOGENIC IMPACT
Gladkova O.V., Khodorovskaya N.I. 11

ARTICLE

NEUROTOXICITY OF HEAVY METALS FOR SOIL NEMATODE *CAENORHABDITIS ELEGANS*
Egorova A.V., Gaynutdinov T.M., Kalinnikova T.B., Gaynutdinov M.Kh. 17

ARTICLE

PHYSIOLOGICAL ACTIVITY OF THE PARAMETERS OF HEMOSTASIS IN POWDERS, MOVING THE EPISODE OF OVERHEATING AND THE RECEIVED CATOSAL
Zaytsev V.V. 22

ARTICLE

CHARACTERISTICS OF IRRIGATED HYDROMORPHIC SOILS OF RIVER GIDJIGEN VALLEY
Kuziev R.K., Khalilova N.Zh. 27

REVIEW

FIVE MAIN LAWS IN THE DEVELOPMENT OF FOREST STANDS
Rogozin M.V. 32

ARTICLE

CAUSES OF SATURATION AND MODERN SOIL-ECOLOGICAL CONDITION OF THE IRRIGATED LANDS OF THE LOWS OF AMUDARYA
Ruzmetov M.I., Akhmedov A.U., Myrzambetov A.B., Turdaliev Zh.M. 37

ARTICLE

CHANGES IN THE MORPHOLOGICAL AND AGROCHEMICAL PROPERTIES OF THE DARK SEROZEMS OF THE CHATKAL RIDGE
Yuldashev G.Yu., Khaydarov M.M. 42

ARTICLE

CHANGE OF ABSORPTION CAPACITY AND COMPOSITION OF ABSORBED BASES UNDER THE INFLUENCE OF IRRIGATION, DEGREE AND DIRECTIONS OF INTENSITY
Parpiev G.T., Umarov M.I., Shadieva N.I., Mirsadykov M.M., Bakhodirov Z.M. 47

ARTICLE

MEDICINAL PLANTS OF THE REPUBLIC OF TUVA AND THEIR MEANING
Sambuu A.D. 52

ARTICLE

IRRIGATED GRAY-EARTH MEADOW SOILS PAHTAKOR DISTRICT OF THE JIZAK REGION
Zhabbarov O.A., Ismonov A.Zh., Kalandarov N.N. 57

СТАТЬЯ

УДК 631.46

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ

[1]Гафурова Л.А., [2]Саидова М.Э.

[1]Национальный университет Узбекистана имени М. Улугбека, Ташкент, e-mail: glazizakhon@yandex.ru;

[2]Ташкентский государственный аграрный университет, Ташкент, e-mail: munisa.saidova@mail.ru

В статье показана динамика ферментативной активности по сезонам года и под различными уровнями засоления почвы. Выявлено, что орошаемые лугово-аллювиальные почвы Южного Приаралья имеют сравнительно низкую ферментативную активность. Причинами такого явления являются: сравнительно низкое содержание гумуса и элементов питания, малое количество почвенных микроорганизмов, скудная растительность, процессы засоления и крайне неблагоприятный гидротермический режим пустынной зоны. В исследуемых почвах наблюдается пестрота засоления как по профилю почвогрунтов, проявляясь чередованием незасоленными, слабозасоленными, среднезасоленными, сильнозасоленными горизонтами, так и по почвенным разностям. Выявлено, что при оптимальных значениях агрохимических и агрофизических свойств исследуемых почв созданы благоприятные условия для развития микроорганизмов, результатом чего является повышенная активность ферментов. Результаты статистических обработок данных показали на существование тесных связей между рассматриваемыми параметрами. Таким образом, активность изученных ферментов была сравнительна высока в незасоленных и слабозасоленных орошаемых почвах, с усилением степени засоления активность их снижалась до минимальных величин. Характер сезонной динамики ферментативной имеет свой пик в весенний период, постепенно снижается летом и несколько повышается осенью.

Ключевые слова: ферментативная активность, оксидазы, гидролазы, содержание гумуса, пустынная зона, степень засоления, гидротермический режим, экологическое состояние почвы

THE INFLUENCE OF SOIL-ECOLOGICAL FACTORS ON THE CHANGE IN THE ENZYMATIC ACTIVITY OF SALINE SOILS OF THE SOUTHERN ARAL REGION

[1]Gafurova L.A., [2]Saidova M.E.

[1]National University of Uzbekistan named after M. Ulugbek, Tashkent, e-mail: glazizakhon@yandex.ru;

[2]Tashkent State Agrarian University, Tashkent, e-mail: munisa.saidova@mail.ru

This article shows the dynamics of enzymatic activity by seasons of the year and under different levels of soil salinity. It has been revealed that irrigated meadow-alluvial soils c have a relatively low enzymatic activity. The reasons for this phenomenon are the relatively low content of humus and nutrients, a small number of soil microorganisms, poor vegetation, salinization processes and the extremely unfavorable hydrothermal regime of the desert zone. In the studied soils, a diversity of salinity is observed both along the profile of the soil grounds, manifesting itself as an alternation of non-saline, slightly saline, moderately saline, strongly saline horizons, and in soil differences. It has been revealed that with optimal values of agrochemical and agrophysical properties of the studied soils, favorable conditions for the development of microorganisms are created, resulting in increased activity of enzymes. The results of statistical data processing showed the existence of close links between the considered parameters. Thus, the activity of the studied enzymes was comparatively high in non-saline and slightly saline irrigated soils, with an increase in the degree of salinity, their activity decreased to minimum values. The nature of the seasonal dynamics of the enzyme has its peak in the spring, gradually decreases in the summer and rises somewhat in the autumn.

Keywords: enzyme activity, oxidases, hydrolases, humus content, desert zone, salinity degree, hydrothermal regime, ecological state of the soil

Среди актуальных проблем, которые стоят перед учеными-почвоведами, важное место занимают улучшение мелиоративного состояния и повышение плодородия почв при возрастающем антропогенном воздействии.

В Стратегии действия по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан на 2017–2021 гг. предусмотрены следующие задачи: модернизация и интенсивное развитие сельского хозяйства, углубление структурных реформ и динамичное развитие сельскохозяйственного производства, дальнейшее укрепление продовольственной безопасности страны, прежде всего дальнейшее улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель, принятие системных мер по смягчению негативного воздействия глобального изменения климата на развитие сельского хозяйства и жизнедеятельности населения и др. [1].

По прогнозам установлено, что в условиях изменения климата процессы деградации усилятся больше, и особенно в опасных размерах эти процессы проявляются в пустынных территориях аридных зон, наиболее подверженных опустыниванию и засолению почв [2].

К таким регионам более подходит территория Приаралья, которая в природно-климатическом отношении существенно отличается от других зон по климатическим условиям пояса. Территория Приаралья давно известна в литературе как область широкого распространения засоленных почв разных степеней и значительного развития солончаков. К настоящему времени накоплено большое количество данных о природном и антропогенном засолении почв пустынного региона [3, 4].

Н.В. Кимберг [5], характеризуя особенности климатических условий пустынной зоны Узбекистана, отмечает, что изменение климата и растительности данного региона приводит к уменьшению общей оглиненности и биологического потенциала почв, снижению биологической и зоологической активности и, напротив, усилению засоленности и гипсированности почв. Проявлением этой особенности является резко выраженный пустынно-континентальный климат, что во многом способствует испарению почвенной влаги в течение всего года, что приводит к накоплению солей в корнеобитаемом слое почв.

Как правило, необдуманное воздействие человека к почве приводит к потере наиболее ценных показателей почвенного плодородия. В таких условиях для успешного решения этой проблемы необходимо оптимальное сочетание многообразия факторов, своевременная и достоверная оценка пространственно-временных параметров природно-антропогенных условий и процессов.

В этом отношении ферментативная активность, являясь важным показателем и чувствительным индикатором биологического состояния почвы и ее производительной способности отражает направление и интенсивность протекания биохимических процессов, что может служить дополнительным диагностическим показателем уровня плодородия почвы [6–10].

В соответствии с концептуальной моделью формирования ферментативной активности почвы, разработанной Хазиевым [11], процессы поступления ферментов в почву обуславливаются экологическими факторами: основными свойствами почвы, гидротермическими режимами, природно-климатическими условиями региона, антропогенными воздействиями и др.

Всё это свидетельствует о необходимости рассмотрения взаимосвязей между этими факторами и ферментным уровнем почвы, которые позволяют более корректно использовать ферментативную активность в целях диагностики состояния природных и антропогенно-нарушенных экосистем, в том числе почвы [12, 13].

Цель исследования: изучение характерных особенностей изменения диагностических показателей орошаемых почв Южного Приаралья под влиянием почвенно-экологических факторов.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлись орошаемые лугово-аллювиальные почвы, распространенные в Амударьинском и Чимбайском районах Республики Каракалпакстан.

Полевые и лабораторные исследования проводились по общепринятым стандартным методам. Активность почвенных ферментов определялась по «Методам почвенной энзимологии», описанным Ф.Х. Хазиевым, 1990. Корреляционные связи между агрохимическими и агрофизическими свойствами и ферментативной активностью почвы определены с помощью программы Statgraphics Centure XVII.

Результаты исследования и их обсуждение

В период исследований нами были изучены активность оксидоредуктазных (каталаза, пероксидаза, полифенолоксидаза) и гидролитических (фосфатаза, уреаза, инвертаза) ферментов, которые являются наиболее значимыми в почвенной биодинамике.

Как правило, на засоленных почвах биохимические процессы протекают менее интенсивно, чем на незасоленных почвах. Поскольку крайне неблагоприятные климатические условия исследуемой территории: высокие летние температуры, низкая относительная влажность воздуха, высокая испаряемость влаги из почвы, низкое содержание органических веществ и процессы засоления – являются причиной слабой биологической активности этих почв [14, 15].

В исследуемых почвах наблюдается пестрота засоления как по профилю почвогрунтов, проявляясь чередованием незасоленными, слабозасоленными, среднезасоленными, сильнозасоленными горизонтами, так и по почвенным разностям.

Как показывают данные, исследованные почвы в результате малого содержания органического вещества, подверженности к засолению и скудности растений имеют сравнительно низкую ферментативную активность.

По активности оксидоредуктазных ферментов наиболее высокой активностью преобладали незасоленные и слабозасоленные орошаемые лугово-аллювиальные почвы, где содержание сухого остатка составляет 0,130–0,270 % – величина каталазы, соответственно равна – весной 2,9–4,3 $см^3$, летом – 1,8–3,3 $см^3$, и осенью – 2,1–3,7 $см^3$ O_2 на 1 г почвы за 1 мин, пероксидазы и полифенолоксидазы 3,14–4,16 и 3,23–4,52 мг весной, 2,67–3,75 и 2,4–4,02 мг летом, и осенью – 2,80–3,86 и 3,0–4,15 мг пурпургалина/100г почвы. Несколько уступают им среднезасоленные почвы, где содержание сухого остатка колеблется от 0,320 до 0,850 %, здесь активность каталазы составляла – 2,2–2,5 $см^3$ O_2 в весенний, 1,3–1,7 $см^3$ – летний и 1,5–1,9 $см^3$ O_2 осенний период, активность пероксидазы и полифенолоксидазы равна была весной 2,70–2,86 и 2,73–2,89, летом 2,32–2,58 и 2,30–2,54 и осенью 2,48–2,67 и 2,52–2,70 мг пурпургалина. Слабая оксидоредуктазная активность выявлена в сильно и очень сильнозасоленных почвах, где содержание сухого остатка достигает до 1,535–2,400 %, здесь активность каталазы составляла весной 1,2–2,0, летом 0,6–1,2 и осенью 0,9–1,5 $см^3$ O_2. Активность пероксидазы и полифенолоксидазы у них была равна весной – 2,10–2,67 и 2,12–2,70, летом 1,68–2,27 и 1,75–2,25 и осенью 1,86–2,38 и 1,87–2,41 мг пурпургалина. Пониженная активность ферментов связана с малым содержанием гумуса, высоким содержанием легкорастворимых солей. Динамичность активности оксидаз в течение года объясняется неодинаковыми температурными условиями, разной степенью увлажненности, наличием растительного покрова и другими факторами.

По активности гидролитических ферментов выявлена такая же картина, как и у оксидоредуктазных. Это говорит о том, что активность оксидаз и гидролаз непосредственно пропорциональна генетическим особенностям, физико-химическим свойствам почвы и гидротермическому режиму исследуемого региона.

Границы колебания активности гидролитических ферментов представлены следующим образом: в орошаемых почвах активность инвертазы колеблется – от 1,50 мг до 4,15 мг глюкозы на 1 г почвы за 24 часа, уреазы – 1,10–2,76 мг NH_3/10 г почвы за 24 часа, фосфатазы – 0,58–2,38 мг P_2O_5/10 г почвы за 24 часа, в солончаках (залежь) активность инвертазы составляет от 1,25 – 1,42 мг глюкозы, уреазы – 0,52–0,82 мг NH_3, фосфатазы – 0,50–0,55 мг P_2O_5. Высокие показатели их соответствовали незасоленным и слабозасоленным почвам, где активность инвертазы весной была равна 2,48–4,15 мг, летом – 1,42–3,65 мг, и осенью – 1,60–3,83 мг глюкозы. Здесь величина уреазной активности весной составляла 1,50–2,76 мг, 0,78–2,24 мг летом, осенью – 1,01–2,48 мг NH_3. Активность фосфатазы была равна весной 0,85–2,38 мг, 0,48–2,01 мг летом, осенью – 0,63–2,23 мг P_2O_5. Затем следовали среднезасоленные почвы, где активность инвертазы составляла 2,30–2,47 мг глюкозы, уреазы – 1,30–1,47 мг NH_3 и фосфатазы – 0,70–0,83 мг P_2O_5. Очень слабая активность их выявлена в сильно и очень сильнозасоленных почвах, здесь инвертаза была равна 1,46–2,26 мг глюкозы, уреаза – 1,06–1,26 мг NH_3, и фосфатаза – 0,57–0,70 мг P_2O_5.

В целом результаты показывают, что с усилением степени засоления понижается содержание органического вещества и питательных элементов, что, соответственно, приводит к снижению активности ферментов до минимальных величин (рис. 1).

Полученные данные свидетельствуют о том, что активность ферментов сравнительна высока в незасоленных и слабозасоленных орошаемых почвах, с усилением степени засоления активность их снижается. Таким образом, активность ферментов зависит от биогенности генетического горизонта, содержания гумуса и элементов питания, гидротермического режима, механического состава и др.

Результаты изучения фенолоксидаз показали, что активность их тесно коррелирует с содержанием гумуса и в этом отношении установлена тесная связь между динамикой содержания органического вещества и активностью пероксидазы и полифенолоксидазы в почве. По соотношению их подсчитан условный коэффициент гумификации. В целом среднее значение условного коэффициента гумификации в исследуемых почвах находится в пределах 0,9–1,1.

Согласно шкале «Сравнительной оценки биологической активности почвы», разработанной Гапонюк, Малаховым (1985) по сравнительной оценке незасоленные и слабозасоленные староорошаемые и новоорошаемые лугово-аллювиальные почвы по каталазной и фосфатазной активности относятся к группе со «средней активностью», средне и сильнозасоленные новоорошаемые лугово-аллювиальные почвы со «слабой активностью», новоорошаемые очень сильнозасоленные почвы и солончаки с «очень слабой активностью». По инвертазной и уреазной активности почти все почвенные разности относятся к группе почв с «очень слабой активностью».

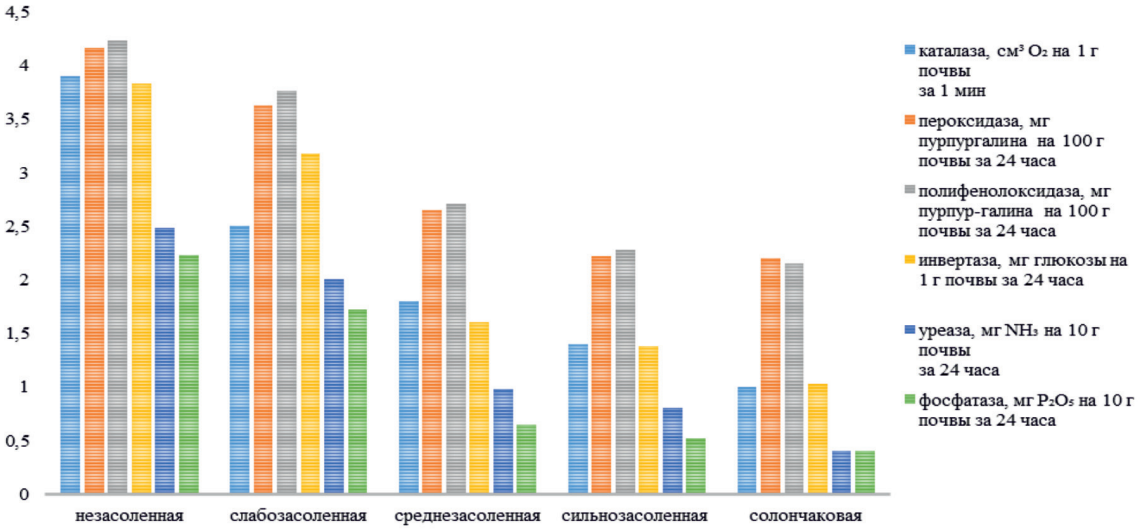

Рис. 1. Динамика ферментативной активности под влиянием различных уровней засоления в орошаемых лугово-аллювиальных почвах Каракалпакии

Профильное распределение ферментов в орошаемых засоленных почвах Каракалпакии

Глубина горизонта, см	Каталаза, см³ O_2 на 1 г почвы за 1 мин	Пероксидаза	Полифенолоксидаза	Инвертаза, мг глюкозы на 1 г почвы за 24 ч	Уреаза, мг NH_3 на 10 г почвы за 24 ч	Фосфатаза, мг P_2O_5 на 10 г почвы за 24 ч
		мг пурпургалина на 100 г почвы за 24 ч				
Староорошаемая лугово-аллювиальная почва, слабозасоленная, тяжелосуглинистая						
0–30	3,6	3,73	3,86	3,75	2,40	1,85
30–50	2,5	2,62	2,81	2,34	1,53	1,46
50–70	1,8	1,89	1,85	1,70	0,81	1,24
Новоорошаемая лугово-аллювиальная почва, среднезасоленная, среднесуглинистая						
0–30	2,5	2,82	2,85	2,43	1,42	0,80
30–50	1,8	1,90	1,93	1,36	0,85	0,61
50–70	1,2	1,23	1,26	0,51	0,43	0,36
Новоорошаемая лугово-аллювиальная почва, сильнозасоленная, среднесуглинистая						
0–30	1,7	2,55	2,61	2,20	1,24	0,68
30–50	1,2	1,60	1,64	1,31	0,72	0,52
50–70	0,6	0,80	0,83	0,38	0,40	0,28

В результате засоления создаются неблагоприятные условия для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, что в конечном итоге негативно влияет и на активность ферментов. Но несмотря на высокое содержание солей и весьма неблагоприятные условия в засоленных почвах, действие ферментов полностью не подавлено, что объяснятся более устойчивостью их к внешним факторам. Профильное распределение активности всех изученных ферментов имело одинаковую закономерность (за исключением староорошаемых почв), максимальная активность их была в верхних горизонтах, для которых характерна наибольшая биогенность, максимальная обогащенность органическим веществом и наиболее благоприятные для микрофлоры гидротермические и воздушные режимы (таблица).

Вниз по почвенному профилю снизилась пропорционально с понижением содержания гумуса, меньшим количеством микробиоты, с разреженностью растительных остатков. Также почвенные горизонты с тяжелым механическим составом обладают более высокой ферментативной активностью, чем по сравнению с легко суглинистыми прослойками. Возможно, это связано с иммобилизацией внеклеточных ферментов в водопрочных агрегатах [11].

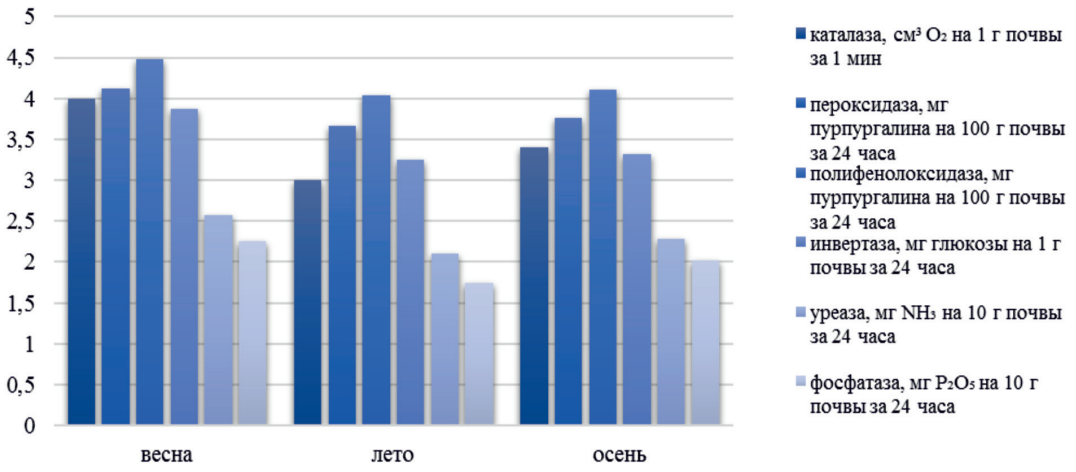

Рис. 2. Сезонная динамика ферментативной активности орошаемых засоленных почв Каракалпакии

Как говорили выше, климатические условия являются наиболее важными из факторов, регулирующих почвенные процессы. В этом отношении активность ферментов, изученных нами, зависит от гидротермических условий, и наибольшие показатели их обнаруживаются в основном в весенний период (рис. 2).

Возможно, это связано, с тем, что в весенние месяцы, когда в почве имеются неразложившиеся растительные остатки, достаточная влажность и оптимальная температура и бурно развиваются микробиологические процессы. Летом, в связи с малым количеством атмосферных осадков и резким повышением температуры, в почве создаются неблагоприятные условия для биологических процессов, в том числе и для активности ферментов. В конце вегетационного периода снижается чрезмерно высокая температура и поступают растительные остатки в почву (после вегетационного периода), в связи с этим в исследуемых почвах наблюдается некоторое повышение активности ферментов в этот период.

Известно, что на активность биологических процессов оказывают влияние физические, физико-химические, агрохимические свойства, численность и состав микрофлоры [11]. В результате исследований выявлены тесные корреляционные связи между активностью ферментов и некоторыми агрохимическими и агрофизическими показателями почвы. Выявлено, что оптимальные значения агрохимических свойств создают благоприятные условия для развития микроорганизмов, как следствие, в почву поступает больше ферментов. Итак, более гумусированные почвы обладают повышенной ферментативной активностью, это доказано на основе выявленной тесной связи между активностью ферментов и с содержанием гумуса (r = 0,91 – 0,96).

Известно, что для нормального развития почвенных микроорганизмов необходимы оптимальные условия питания, которые создаются составом, количеством и соотношением основных питательных элементов, в частности азота, фосфора и калия. Под действием ферментов органические вещества и остатки биоты распадаются до различных промежуточных и конечных продуктов минерализации. При этом для микроорганизмов и растений образуются доступные питательные вещества. В результате исследований выявлена корреляционная связь между содержанием общего азота (r = 0,92 – 0,98), фосфора (r = 0,80 – 0,89), калия (r = 0,86 – 0,91) и активностью ферментов.

Из микроэлементов в почве особенно медь, цинк и марганец принимают участие в окислительно-восстановительных процессах. Они активизируют ферментативные процессы и играют большую роль в фотосинтезе и образовании белков. В результате исследований выявлена положительная корреляция между оксидаз и содержанием подвижных форм микроэлементов. Корреляция между содержанием меди и активностью ферментов варьируется в пределах r = 0,70 – 0,83, между содержанием цинка r = 0,81 – 0,91, также между содержанием марганца r = 0,89 – 0,96. Изменение физических свойств почв является одним из эффективных регулирующих механизмов биологической активности почвы. В результате исследований выявлена корреляционная связь между активностью ферментов и общей порозностью почвы (r = 0,65 – 0,70).

Выводы

Таким образом, результаты статистических обработок данных показали на существование тесных связей между рассматриваемыми параметрами и дали возможность выявить некоторые общие положения о характере зависимостей ферментативной активности от изменений основных свойств засоленных почв Южного Приаралья. В целом выявлена зависимость активности ферментов от агрохимических и агрофизических свойств, а также от степени засоления почв, – активность их выше в незасоленных и слабозасоленных новоорошаемых и староорошаемых лугово-аллювиальных почвах, сравнительно низка в среднезасоленных почвах и очень слаба в сильнозасоленных почвах и солончаках.

В сезонной динамике ферментативной активности орошаемых почв выявлено, что их активность имеет свой пик в весенний период, постепенно снижается летом и несколько повышается осенью. При этом разница между летним и осенним сезонами активности ферментов незначительна.

Список литературы

1. Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию республики Узбекистан» – Газета.uz [Электронный ресурс]. URL: www.Lex.uz; https://www.gazeta.uz/ru/2017/02/07/strategy (дата обращения: 29.06.2019).

2. Панкова Е.И., Конюшкова М.В. Влияние глобального потепления климата на засоленность почв аридных регионов // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2013. Вып. 71. С. 3–15.

3. 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., 1996. 187 с.

4. Ковда В.А. Проблемы опустынивания и засоления почв аридных регионов мира. М.: Наука, 2008. 414 с.

5. Кимберг Н.В. Почвы пустынной зоны Узбекистана. Ташкент: Изд-во «ФАН», 1974. 298 с.

6. Karaca A., Cetin S.C., Turgay O.S., Kizilkaya R. Soil enzymes as indication of soil quality. Soil Enzymology. Berlin: Springer-Verlag. 2011. P. 119–148.

7. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д.: Изд-во: РГУ, 2003. 216 с.

8. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д.: Издательство Южного федерального университета, 2012. 260 с.

9. Хазиев Ф.Х. Функциональная роль ферментов в почвенных процессах // Вестник Академии Наук РБ. 2015. Т. 20. № 2 (78). С. 14–24.

10. Гафурова Л.А., Саидова М.Э. Почвы Приаралья и их биологическая активность: монография. Ташкент: Издательство «Фан» АН РУз, 2015. 165 с.

11. Хазиев Ф.Х. Экологические связи ферментативной активности почв // Экобиотех. 2018. Т. 1. № 2. С. 80–92.

12. Burns R.G., DeForest J.L., Marxen J., Sinsabaugh R.L., Stromberger M.E., Wallenstein M.D., Weintraub M.N., Annamaria Zoppini. Soil enzymes in changing environment: Current knowledge and future directions. Soil Biology & Biochemistry. 2013. V. 58. № 2. P. 215–234.

13. Гафурова Л.А., Набиева Г.М., Мазиров М.А., Каринбаев А.К., Юлдашбаев Ю.А. монография. М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2019. 200 с.

14. Кузнецова Ю.С., Казеев К.Ш. Влияние засоления на биологические свойства гидроморфных почв ильменей Астраханской области // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2010. № 1. С. 90–93.

15. Кадирова Д.А. Биодиагностика состояния и пространственно-временных изменений деградированных почв Сурхан-Шерабадской долины: автореф. дис. … докт. биол. наук. Ташкент, 2019. 55 с.

СТАТЬЯ

УДК 574.583

ВИДОВАЯ СТРУКТУРА И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА ШЕРШНЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В УСЛОВИЯХ ВОЗРАСТАЮЩЕГО АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Гладкова О.В., Ходоровская Н.И.

ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет», Челябинск, e-mail: olgabio@bk.ru

Шершневское водохранилище – искусственный пресный водоем, созданный в 1965–1969 гг. на реке Миасс. Водохранилище является единственным источником питьевого и промышленного водоснабжения города Челябинска. Интенсивное и продолжительное техногенное загрязнение водоема ведет к возникновению стрессовых состояний в альгоценозе. В этом случае может происходить замещение видов в сообществе, снижение количества редких видов и усиление доминирования видов с большой численностью. Подобные адаптации направлены на выживание в изменившихся условиях среды. Все это ведет к ослаблению устойчивости фитопланктонного сообщества и в целом водной экосистемы. В работе представлены результаты анализа видовой структуры фитопланктонного сообщества Шершневского водохранилища за 2015–2017 гг., проведено ретроспективное сравнение с данными за 2005–2007 гг., дана эколого-географическая характеристика альгоценоза и оценка качества воды по показателям фитопланктона. Альгофлора исследуемого водохранилища представлена шестью отделами: Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta. Доминирующими отделами являются Cyanophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta. Сравнительный анализ данных 2005–2007 гг. и 2015–2017 гг. указывает на увеличение доли представителей сине-зеленых и диатомовых водорослей и сокращение видового состава зеленых. Наблюдается смена родового спектра представителей этих групп. Эколого-географическая характеристика по географической приуроченности показывает, что основу альгофлоры составляют виды-космополиты, по приуроченности к местообитанию – планктонные формы, по отношению к pH среды и минерализации – виды-индифференты. Воду южной части Шершневского водохранилища можно отнести к III классу, что соответствует β-мезосапробной зоне самоочищения.

Ключевые слова: Шершневское водохранилище, фитопланктонное сообщество, видовая структура, эколого-географическая характеристика, сапробность

STRUCTURE OF SPECIES AND ECOLOGICAL-GEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF THE PHYTOPLANKTON COMMUNITY OF SHERSHNEVSKY RESERVOIR IN THE CONDITIONS OF INCREASING ANTROPOGENIC IMPACT

Gladkova O.V., Khodorovskaya N.I.

Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, e-mail: olgabio@bk.ru

The Shershnevskoe reservoir an artificial freshwater reservoir created in 1965–1969 on the Miass river. Reservoir is the only source of drinking and industrial water supply for the city of Chelyabinsk. Intense and prolonged anthropogenic pollution of the reservoir, leading to the emergence of stressful conditions in algocenosis. In this case, there may be a substitution of species in the community, a decrease in the number of rare species and an increase in the dominance of species with a large number. Such adaptations are aimed at surviving in the changing environmental conditions. All this leads to a weakening of the stability of the phytoplankton community and the aquatic ecosystem as a whole. The article presents the results of the analysis of the structure of species of the phytoplankton community of the Shershnevsky Reservoir in 2015-2017. Retrospective comparison with 2005-2007 is held. The ecological-geographical algocenosis and the assessment of water quality by phytoplankton are given. Algoflora of the reservoir under study is represented by six groups: Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta. The dominant groups are Cyanophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta. Comparative analysis of the 2005-2007 period and 2015-2017 indicates an increase in the proportion of blue-green and diatoms algae and the reduction in the species composition of green algae. There is a change in the generic spectrum of representatives of these groups. Ecological-geographical characteristic on geographical distribution shows, that the basis of algoflora are the cosmopolitan species, geographical distribution – plankton forms, in relation to Ph of environment and mineralization – indifferent species. The water of the southern part of the Shershevsky reservoir can be attributed to the III class, which corresponds to the β-mesostrial zone of self-purification.

Keywords: Shershnevskoe Reservoir, phytoplankton community, species structure, ecological-geographical characteristic, saprobity

Качество воды в природных водоемах в значительной степени определяется развитием планктонных водорослей, их таксономическим составом и особенностями сезонной сукцессии. В связи с этим показатели функционирования фитопланктона широко используются при классификации вод по степени их загрязненности.

Видовой состав и количественные показатели фитопланктона позволяют не только

оценить трофический статус водных объектов, но и выявить направления происходящих в них сукцессионных процессов.

В настоящее время водохранилища, находящиеся в городской черте, испытывают все возрастающую антропогенную нагрузку и давление жилой застройки, что является причиной ухудшения их экологического состояния и может привести к изменениям биоценоза таких водоемов.

Материалы и методы исследования

Материалом для работы послужили пробы, отобранные в летние периоды с 2015 по 2017 г. в южной части водохранилища. Исследование проводилось на базе лаборатории биомониторинга Учебного научно-исследовательского центра биотехнологий (УНИЦБТ) ФГБОУ ВО ЧелГУ.

Идентификация видов и составление таксономического списка водорослей осуществлялись в соответствии с определителями [1, 2].

Частоту встречаемости видов оценивали по шестиступенчатой шкале. Эколого-географический анализ проведен с использованием базы данных Бариновой [3].

Индекс сапробности подсчитан по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека [3].

Результаты исследования и их обсуждение

Основу видового богатства фитопланктона Шершневского водохранилища составляют представители отделов Chlorophyta, Bacillariohyta и Cyanophyta [4]. В табл. 1 представлен сводный список водорослей Шершневского водохранилища за 2015–2017 гг. Он составил 127 видов, разновидностей и форм, относящихся к 11 классам, 22 порядкам, 41 семейству, 68 родам.

Исследования показали, что основу таксономической структуры альгофлоры южной части водохранилища формируют отделы Chlorophyta, Bacillariophyta и Cyanophyta, составляя 89,8% общего видового разнообразия. На рис. 1 представлена структура альгофлоры южной части водохранилища, которая была характерна для летних периодов 2015–2017 гг.

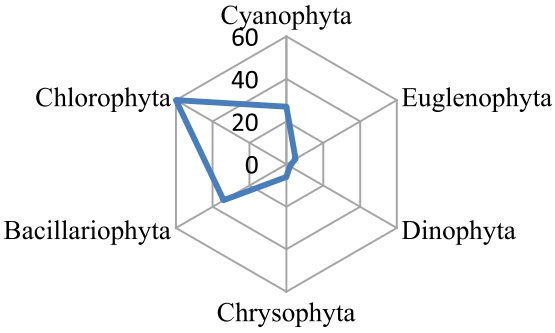

Рис. 1. Структура альгофлоры южной части Шершневского водохранилища за 2015–2017 гг.

На полученной диаграмме видно, что роль отдела Chlorophyta с точки зрения видового богатства более существенна, чем Bacillariophyta и Cyanophyta.

Следует также отметить, что в период с 2015 по 2017 г. происходит незначительное увеличение количества видов фитопланктона, в основном за счет отдела Euglenophyta: его доля увеличивается с 2,3% в 2015 г. до 6,5% в 2017 г. Таксономическая структура отдела Chryzophyta практически не меняется за исследуемый период. Отдел Dinophyta представлен в 2017 г. единично, и вклад его в таксономическую структуру незначителен.

Из табл. 2 видно, что видовой состав ведущих отделов Cyanophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta изменяется по годам незначительно. В составе отделов Cyanophyta и Bacillariophyta в период с 2015 по 2017 г. дополнительно выявлено по одному виду. В отделе Chlorophyta количество видов не меняется за данный период.

Таблица 1

Таксономический спектр фитопланктона Шершневского водохранилища за 2015–2017 гг.

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Видов, разновидностей и форм	Доля от общего количества видов, %
Cyanophyta	1	5	11	14	25	19,7
Euglenophyta	1	1	1	3	6	4,7
Dinophyta	1	2	2	2	2	1,6
Chrysophyta	1	1	1	4	5	3,9
Bacillariophyta	3	9	12	19	30	23,6
Chlorophyta	4	8	14	26	59	46,5
Всего	11	22	40	68	127	100

Таблица 2

Динамика таксономической структуры Шершневского водохранилища с 2015 по 2017 г.

Отдел	Количество														
	Классов			Порядков			Семейств			Родов			Видов (таксонов)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Cyanophyta	2	2	2	3	3	3	8	6	7	12	9	9	15	15	16
Euglenophyta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	2	5	6
Dinophyta	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	2
Chrysophyta	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	4	4	3	4
Bacillariophyta	3	3	3	4	4	4	7	7	8	16	16	17	23	25	23
Chlorophyta	3	3	3	4	4	4	13	12	12	22	22	25	41	38	42
Всего	10	10	11	13	13	14	30	27	31	54	53	60	85	86	92

* Примечание: I – 2015 г., II – 2016 г., III – 2017 г.

Таблица 3

Распределение таксонов по ведущим семействам в 2015–2017 гг.

Семейство	Количество таксонов	Доля от общего количества таксонов, %	Количество родов
1	2	3	4
Cyanophyta			
Oscillatoriaceae	7	5,2	3
Microcystidaceae	5	3,7	1
Euglenophyta			
Euglenaceae	5	3,7	3
Chryzophyta			
Dynobryaceae	5	3,7	3
Dinophyta			
Peridiniaceae	2	1,5	2
Chlorophyta			
Scenedesmaceae	22	16,4	7
Selenastraceae	8	6,0	4
Oocystaceae	6	4,5	3
Chlorellaceae	5	3,7	2
Bacillariophyta			
Naviculaceae	11	8,2	3
Fragillariaceae	8	6,0	4

Спектры ведущих семейств и родов, характеризуя индивидуальные особенности водных экосистем, отражают уровень антропогенной нагрузки на водоемы. Вклад ведущих семейств в альгофлору Шершневского водохранилища в этот период составляет 62,7%.

Основу видового разнообразия за 2015–2017 гг. в отделе Cyanophyta составляют два семейства (табл. 3), которые представлены родами *Anabaena, Microcystis и Merismopedia.*

Эвгленовые и золотистые водоросли Шершневского водохранилища за исследуемый период представлены каждый одним семейством и стабильно занимают четвертую позицию по количеству ведущих семейств. Среди зеленых водорослей наиболее разнообразен таксонами порядок Chlorococcales, представленный 7 семействами, 11 родами, 34 видами (23,6% от общего количества видов, разновидностей и форм). Из отдела Bacillariophyta наибольшей насыщенностью таксонами отличаются семейства *Fragillariaceae* и *Naviculaceae*, включающие 14,2% видов от общего флористического списка. Видовое разнообразие динофитовых водорослей формируется за счет семейств *Ceratiaceae* и *Peridiniaceae*, вклад которых в видовое разнообразие не очень высок.

С целью выявления произошедших изменений в структуре альгоценоза водохранилища были проанализированы имеющиеся результаты исследований видового состава фитопланктона десятилетней давности.

Ретроспективные данные за 2005–2007 гг. показали, что сводный список водорослей Шершневского водохранилища за этот период составлял 90 видов, разновидностей и форм, относящихся к 10 классам, 20 порядкам, 39 семействам, 47 родам. Сравнение таксономической структуры альгофлоры водохранилища летних периодов 2015–2017 гг. и 2005–2007 гг. указывает на тот факт, что ведущими отделами по настоящее время также сохраняются отделы Chlorophyta, Bacillariophyta и Cyanophyta.

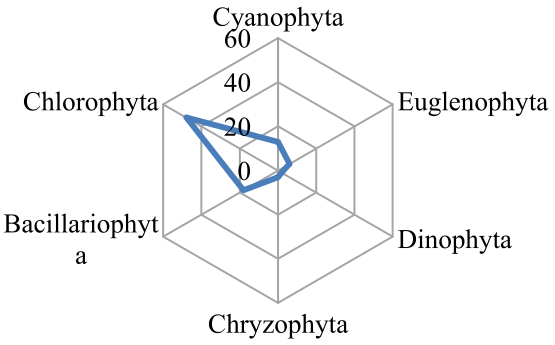

Рис. 2. Структура альгофлоры южной части Шершневского водохранилища за 2005–2007 гг.

Имеющиеся данные за 2005–2007 гг. показали, что в 2015–2017 гг. произошли изменения видового состава, главным образом за счет представителей ведущих отделов фитопланктона. Из рис. 2 видно, что роль отдела Chlorophyta по видовому разнообразию в летние периоды 2005–2007 гг. также была более существенна, чем всех остальных отделов.

В табл. 4 приведены результаты сравнительного анализа таксономического спектра летнего фитопланктона за указанные периоды. Доля видов сине-зеленых водорослей за десять прошедших лет увеличилась с 14,3 до 19,7%, диатомовых – 19,8 до 23,6%, а видовой состав зеленых водорослей сократился с 53,3 до 46,4%. Увеличение доли видов сине-зеленых водорослей и снижение видового разнообразия зеленых в общем количестве видов свидетельствует об увеличении поступления органических веществ в водохранилище и повышении трофического статуса экосистемы водохранилища, что указывает на усиливающееся антропогенное влияние на водоем.

Родовой спектр альгофлоры Шершневского водохранилища, приведенный в табл. 5, показывает изменения, которые произошли в таксономической структуре за исследуемый период.

Таблица 4

Сравнительная характеристика таксономического спектра летнего фитопланктона Шершневского водохранилища за 2005–2007 и 2015–2017 гг.

Отдел	Класс		Порядок		Семейство		Род		Видов, разновидностей и форм	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Cyanophyta	2	1	2	5	8	11	8	14	13	25
Euglenophyta	1	1	1	1	1	1	3	3	6	6
Dinophyta	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Chrysophyta	1	1	2	1	2	2	3	4	3	5
Bacillariophyta	3	3	8	9	11	12	8	19	18	30
Chlorophyta	2	4	6	8	15	13	23	26	48	59
Всего	10	11	20	27	39	41	47	68	90	127

Примечание: I – 2005–2007 гг., II – 2015–2017 гг.

Таблица 5

Родовой спектр альгофлоры Шершневского водохранилища за исследуемые периоды

2015–2017 гг.			2005–2007 гг.		
Ранг	Род	Доля от общего количества таксонов, %	Ранг	Род	Доля от общего количества таксонов, %
1	*Scenedesmus*	8,6	1–2	*Scenedesmus*	6,6
2–3	*Monoraphidium*	3,9		*Tetraedron*	6,6
	Navicula	3,9	3	*Ankistrodesmus*	5,6
4–9	*Anabaena*	3,1	4–6	*Phacus*	3,3
	Nitzschia	3,1		*Closterium*	3,3
	Trachelomonas	3,1		*Pediastrum*	3,3
	Desmodesmus	3,1			
	Oocystis	3,1			
	Tetraedron	3,1			

Таблица 6

Распределение видов, разновидностей и форм водорослей Шершневского водохранилища по эколого-географическим группам

Эколого-географические характеристики	Количество видов-индикаторов	Доля от общей флоры (%)
1	2	3
Географическая приуроченность		
Космополиты	98	64,9
Бореальные формы	6	4,0
Голарктические	6	4,0
Аркто-альпийские формы	1	0,7
Приуроченность к местообитанию		
Бентосные	10	6,6
Планктонно-бентосные	44	29,1
Планктонные	56	37,1
Галобность		
Олигогалоб	1	0,7
Галофил	11	7,3
Индифферент	91	60,3
Галофоб	3	2,0
Отношение к pH		
Ацидофил	2	1,3
Индифферент	24	15,9
Алкалифил	13	8,6
Алкалибионт	2	1,3
Сапробность		
χ, χ-o, o-χ, χ-β – и олигосапробы	6	4,0
o-β, β-o, β – мезосапробы	62	41,1
α, β-α, α-β, o-α, α-o – мезосапробы	16	10,6
ρ-сапробы	0	0

В 2005–2007 гг. ведущую позицию занимали роды *Scenedesmus* и *Tetraedron*. В 2015–2017 гг. ведущая роль *Scenedesmus* сохраняется, а место *Tetraedron* занимают *Monoraphidium* и *Navicula*. Следует также отметить, что качественно изменяется родовой состав отдела Euglenophyta: в 2005–2007 гг. преобладал род *Phacus*, а в 2015–2017 гг. лидирующие позиции занимает род *Trachelomonas*. В целом можно сказать, что родовой спектр 2005–2007 гг. намного скуднее, чем в 2015–2017 гг.

Эколого-географическая характеристика альгофлоры является методом интегральной оценки общего воздействия природных и антропогенных факторов, которые определяют формирование фитопланктона в определенной водной экосистеме как среде обитания [5]. Результаты распределения видов и внутривидовых таксонов по эколого-географическим группам обобщены в табл. 6.

Таким образом, по географической приуроченности за изучаемый период преобладали космополитные формы (64,9 %). По приуроченности к местообитанию преобладали планктонные формы водорослей (37,1 %). По отношению к галобности большую часть (60,3 %) составляли индифферентные виды, при этом доля галофилов достигала 7,3 %. По отношению к pH среды наиболее многочисленна группа индифферентов (15,9 %). Нужно отметить, что доля алкалифилов достаточно значительна и составляет 8,6 %. Большая часть видов-индикаторов сапробности (от 41,1 %) – β-, o-β- и β-o-мезосапробы. Доля χ-(обитателей очень чистых вод) и олигосапробов, предпочитающих небольшое содержание легкоокисляемой органики, составляет 4 %. Индекс сапробности, рассчет которого производился по методу Пантле-Бука в модификации Сладечека [6], изменялся в узких пределах (2,00–2,50). По классификации, которая предложена С.С. Бариновой с соавт. [3], воду в Шершневском водохранилище в настоящий период можно отнести к III классу, что соответствует β-мезосапробной зоне самоочищения.

Таким образом, проведенные исследования таксономической структуры альгоценоза в 2015–2017 гг. Шершневского водохранилища и сравнительный анализ с ретроспективными данными десятилетней давности показали, что произошло обеднение видового состава отдела Chlorophyta, виды которого являются индикаторами чистоты и высокой степени сапробности водоема.

Появление новых видов водорослей отдела Cyanophyta, наоборот, свидетельствует об увеличении поступления органических веществ и повышении трофического статуса экосистемы водохранилища, что говорит об усиливающемся антропогенном влиянии на водоем. Однако на данном этапе происходящие изменения в экосистеме водохранилища имеют обратимый характер и снятие антропогенного влияния возможно, хотя и находится под угрозой.

Список литературы

1. Algaebase [Electronic resource]. URL: http://www.algaebase.org (date of access: 25.05.2019).

2. Hindak F. Atlas of Cyanophytes. Bratislava: VEDA, Hublishing House of the Slovak Academy of the Sciences, 2008. 254 p.

3. Баринова С.С., Медведева О.В., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей – индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 498 с.

4. Гладкова О.В., Ходоровская Н.И., Еремкина Т.В. Многолетняя динамика фитопланктона Шершневского водохранилища // Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы: сборник материалов VI Всероссийской конференции по водной экотоксикологии (Борок, 14–17 сентября 2017 г.). Ярославль: Филигрань, 2017. С. 17–20.

5. Игошкина И.Ю. Оценка экологического состояния водоема природного парка «Птичья гавань» (г. Омск) по показателям развития фитопланктона: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. Омск, 2014. 161 с.

6. Еремкина Т.В. Таксономическая и экологическая характеристика фитопланктона озера Силач (Челябинская область) // Биологические ресурсы водоемов среднего и южного Урала: научное издание. Сб. науч. тр. Уральского НИИ водных биоресурсов и аквакультуры. Екатеринбург: Уральский НИИ водных биоресурсов и аквакультуры, 2013. Вып. 12. С. 36–69.

СТАТЬЯ

УДК 574.24:615.916

НЕЙРОТОКСИЧНОСТЬ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ ПОЧВЕННОЙ НЕМАТОДЫ *CAENORHABDITIS ELEGANS*

Егорова А.В., Гайнутдинов Т.М., Калинникова Т.Б., Гайнутдинов М.Х.

Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Казань, e-mail: tbkalinnikova@gmail.com

Тяжелые металлы являются загрязнителями окружающей среды, опасными для человека и животных. Одной из самых чувствительных мишеней действия ионов Pb^{2+}, Cd^{2+} и Cu^{2+} на организмы человека и животных является нервная система. Целью этой работы явилось выявление нейротоксического действия ионов Pb^{2+}, Cd^{2+} и Cu^{2+} на организм *C. elegans* в условиях кратковременной (15–120 мин) экспозиции нематод к этим тяжелым металлам. После двухчасовой экспозиции *C. elegans* к ионам Pb^{2+}, Cd^{2+} и Cu^{2+} в диапазоне их концентраций 30–120 мкМ все нематоды сохраняют способность к плаванию, но у 20–30% нематод выявляются ошибки моторной программы плавания, индуцированного механическим стимулом. Нарушения моторной программы плавания тяжелыми металлами усиливаются (до 60% нематод), если во время экспозиции к ним нематоды периодически (через 15, 30, 60 и 90 мин) подвергаются механическим стимулам. Дальнейшее увеличение чувствительности *C. elegans* к тяжелым металлам происходит, если нематоды до экспозиции к ним два часа инкубируются в отсутствии пищи (*E. coli*). Известно, что отсутствие пищи изменяет состояние системы нейронов, регулирующей локомоцию. Поэтому зависимость нарушений моторной программы плавания тяжелыми металлами от кратковременного голодания и периодической стимуляции плавания механическими стимулами свидетельствует о нейротоксическом действии тяжелых металлов, нарушающем интегративные функции нервной системы *C. elegans*.

Ключевые слова: *Caenorhabditis elegans*, плавание, индуцированное механическим стимулом, нейротоксичность тяжелых металлов, ионы Cu^{2+}, ионы Pb^{2+}, ионы Cd^{2+}

NEUROTOXICITY OF HEAVY METALS FOR SOIL NEMATODE *CAENORHABDITIS ELEGANS*

Egorova A.V., Gaynutdinov T.M., Kalinnikova T.B., Gaynutdinov M.Kh.

Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, e-mail: tbkalinnikova@gmail.com

Heavy metals are pollutants of environment harmful for human and animals organisms. One of the most sensitive targets of Pb^{2+}, Cd^{2+} и Cu^{2+} ions action on human and animals organisms is nervous system. The aim of this work was detection of neurotoxic action of Pb^{2+}, Cd^{2+} и Cu^{2+} ions on *C. elegans* organism in conditions of short-term (15–120 minutes) exposition of nematodes to these heavy metals. After 2-hours *C. elegans* exposition to Pb^{2+}, Cd^{2+} и Cu^{2+} ions in the range of their concentrations 30–120 μM all nematodes maintained the ability to swimming, but 20–30% of nematodes had disturbances in motor programme of swimming as induced by mechanical stimulus. Disturbances in motor programme of swimming by heavy metals enhanced (till 60% of nematodes) if during exposition to metals nematodes from time to time (after 15, 30, 60 and 90 minutes) were subjected to mechanical stimuli. The subsequent increase of *C. elegans* sensitivity to heavy metals took a place if nematodes were incubated for two hours without food (*E. coli*) before exposure to metals. It is known that the absence of food alters the state of neurons' system which regulates locomotion. Therefore the dependence of disturbances of motor programme of swimming by heavy metals from short-term starvation and periodical stimulation of swimming by mechanical stimuli gives the evidence of neurotoxic action of heavy metals, which breaks integrative functions of *C. elegans* nervous system.

Keywords: *Caenorhabditis elegans*, swimming as induced by mechanical stimulus, neurotoxicity of heavy metals, Cu^{2+} ions, Pb^{2+} ions, Cd^{2+} ions

Тяжелые металлы на протяжении нескольких десятилетий рассматриваются как загрязнители окружающей среды, опасные для человека и животных. Одной из самых чувствительных мишеней токсического действия ионов Pb^{2+}, Cd^{2+} и Cu^{2+} на организмы человека и животных является нервная система [1–3]. В зависимости от продолжительности действия тяжелых металлов на организм и их дозы тяжелые металлы вызывают широкий спектр нарушений интегративных функций нервной системы, включающих в себя нарушения памяти, поведения и индукцию процессов дегенерации нейронов [1–3]. В качестве основных механизмов действия тяжелых металлов на нервную систему рассматриваются их прямое негативное влияние на ионные каналы в мембранах нейронов [4, 5] и индукция процессов образования широкого спектра реактивных форм кислорода (окислительный стресс) [3, 6]. В связи с чрезвычайной сложностью организации нервных систем человека и грызунов многие годы для изучения механизмов как интегративных функций нервной системы, так и нарушения этих функций токсиканта-

ми в качестве удобной модели используется простая нервная система свободноживущей почвенной нематоды *Caenorhabditis elegans*, состоящая всего из 302 нейронов. Основанием для использования этой модели является высокий консерватизм эволюции молекулярных и клеточных элементов нервной системы, многие из которых мало отличаются в нервных системах человека и *C. elegans*. *Caenorhabditis elegans* потенциально является удобной моделью и для исследования нейротоксического действия тяжелых металлов на организмы человека и позвоночных [3]. Поэтому целью работы явилась экспериментальная проверка гипотезы, предполагающей, что тяжелые металлы могут нарушать интегративные функции системы нейронов, осуществляющей регуляцию плавания *C. elegans*, индуцированного механическим стимулом.

Материалы и методы исследования

Эксперименты проводили с *C. elegans* линии дикого типа N2, предоставленной Caenorhabditis Genetics Center. Нематод выращивали при 22 °C в чашках Петри со стандартной средой выращивания нематод и *E. coli* OP50 для кормления [7]. Эксперименты проводили с нематодами трехдневного возраста, инкубированными индивидуально в 1 мл NG буфера [7] при температуре 22 °C. Нарушения поведения, вызванные действием ионов Pb^{2+}, Cd^{2+} и Cu^{2+}, регистрировали с использованием стереоскопического микроскопа SMZ-05.

Эксперименты по изучению токсического действия тяжелых металлов на плавание нематод, индуцированное механическим стимулом, проводились в трех вариантах.

1. Нематод переносили индивидуально в 1 мл NG буфера, содержащего $CuSO_4$, $Pb(NO_3)_2$ или $Cd(NO_3)_2$ в концентрациях 30, 60 и 120 мкМ, и регистрировали нарушения моторной программы плавания, индуцированного механическим стимулом (встряхиванием пробирки с нематодой), в течение 10 с после стимула. Эта процедура производилась через 15, 30, 60, 90 и 120 мин экспозиции нематод к тяжелым металлам. В каждом варианте этого эксперимента, проводившегося в трех повторностях, было использовано 50 нематод.

2. Исследование зависимости чувствительности поведения нематод к тяжелым металлам от их двигательной активности проводилось сравнением токсического действия ионов Pb^{2+}, Cd^{2+} и Cu^{2+} на поведение нематод, которые в ходе 90-минутной экспозиции к тяжелым металлам не подвергались стимуляции двигательной активности, и нематод, которые во время 90-минутной экспозиции к тяжелым металлам подвергались действию механического стимула каждые 15 минут. Эксперименты проводили в трех повторностях при использовании 50 нематод в каждом варианте.

3. Для выяснения возможного влияния кратковременного голодания на чувствительность поведения *C. elegans* к токсическому действию тяжелых металлов в контрольном варианте нематод переносили в 1 мл NG буфера сразу после их отмывания от агара, а в опытном варианте нематод инкубировали в 1 мл NG буфера без тяжелых металлов в течение двух часов, после чего в среду с нематодами добавляли тяжелые металлы. В обоих вариантах нематод подвергали механическому стимулу для оценки нарушений поведения через 15, 30, 60 и 90 мин экспозиции к тяжелым металлам.

Результаты исследования и их обсуждение

Для проверки предположения о том, что тяжелые металлы оказывают негативное влияние на функции системы нейронов, регулирующей локомоцию *C. elegans*, нами были проведены эксперименты, в которых исследовалось влияние ионов Pb^{2+}, Cd^{2+} и Cu^{2+} на плавание нематод, индуцированное механическим стимулом.

Для проявления токсического действия тяжелых металлов на поведение *C. elegans* ключевое значение имеет особенность организмов нематод: на стадии круглых червей в ходе эволюции организмы Metazoa еще не приобрели многоклеточный барьер (гематоневральный барьер высших беспозвоночных и гематоэнцефалический барьер позвоночных), отделяющий нервную систему от общей внутренней среды организма; отсутствие этого барьера, защищающего интегративные функции нервной системы от действия тяжелых металлов и других токсикантов, у нематод компенсируется чрезвычайно низкой проницаемостью кутикулы, ограничивающей поступление токсикантов во внутреннюю среду организма. Из-за этих особенностей организмов нематод концентрации тяжелых металлов и многих других токсикантов, эффективные для нарушения поведения *C. elegans*, на порядки выше, чем для таких беспозвоночных, как *Daphnia magna*, но после проникновения во внутреннюю среду организма облегчено их прямое токсическое действие на нервную систему, которая обладает большей чувствительностью к действию токсикантов, чем внутренние органы. Из-за низкой проницаемости кутикулы для тяжелых металлов их токсическое действие проявляется при больших концентрациях (50–200 мкМ) и после длительной экспозиции к ионам Pb^{2+}, Cd^{2+} и Cu^{2+} (4–6 ч) [3].

Таблица 1

Зависимость нарушений моторной программы плавания *C. elegans* от стимуляции плавания во время экспозиции нематод к тяжелым металлам

Условия эксперимента	Доля особей с нарушениями моторной программы плавания после 90-минутной экспозиции к тяжелым металлам, %								
	Концентрация тяжелых металлов, мкМ								
	$CuSO_4$			$Pb(NO_3)_2$			$Cd(NO_3)_2$		
	30	60	120	30	60	120	30	60	120
Без стимуляции механическим стимулом	0	10 ± 1	25 ± 2	5 ± 1	15 ± 1	31 ± 2	15 ± 1	25 ± 2	33 ± 2
Механический стимул через 15, 30, 60 и 75 мин экспозиции	34 ± 1	52 ± 3	65 ± 4	28 ± 2	55 ± 3	72 ± 4	42 ± 3	59 ± 2	75 ± 4

Примечание. Эксперименты проводились в трех повторностях. В каждом варианте использовано 50 нематод.

Таблица 2

Нарушения моторной программы плавания *C. elegans* тяжелыми металлами

Условия эксперимента	Доля особей с нарушениями моторной программы плавания, %				
	Время экспозиции *C. elegans* к тяжелым металлам, мин				
	15	30	60	90	120
$CuSO_4$					
30 мкМ	0	0	15 ± 1	21 ± 2	32 ± 2
60 мкМ	0	8 ± 1	18 ± 1	33 ± 2	51 ± 3
120 мкМ	0	16 ± 1	28 ± 2	45 ± 3	67 ± 4
$Pb(NO_3)_2$					
30 мкМ	0	0	8 ± 1	17 ± 2	35 ± 3
60 мкМ	0	11 ± 1	21 ± 2	35 ± 2	55 ± 3
120 мкМ	0	19 ± 1	33 ± 2	51 ± 3	72 ± 4
$Cd(NO_3)_2$					
30 мкМ	0	5 ± 1	19 ± 1	23 ± 2	41 ± 3
60 мкМ	0	13 ± 1	24 ± 1	34 ± 2	58 ± 3
120 мкМ	0	22 ± 1	35 ± 2	54 ± 3	72 ± 4

Примечание. Эксперименты проводились в трех повторностях. В каждом варианте использовано 50 нематод. Нематоды подвергались механической стимуляции через 15, 30, 60, 90 и 120 мин экспозиции к тяжелым металлам.

В соответствии с результатами этих работ в наших экспериментах с нематодами, инкубированными индивидуально два часа в жидкой среде, содержащей ионы Pb^{2+}, Cd^{2+} и Cu^{2+} в диапазоне концентраций 30–120 мкМ при температуре 22 °С все нематоды сохраняли способность к плаванию, индуцированному механическим стимулом. В то же время после этой экспозиции к ионам Pb^{2+}, Cd^{2+} и Cu^{2+} наблюдались достоверные нарушения моторной программы плавания у 25, 31 и 33 % нематод при концентрации $CuSO_4$, $Pb(NO_3)_2$ и $Cd(NO_3)_2$, равной 120 мкМ. Эти нарушения проявлялись в нарушениях координации процессов сокращения и расслабления мышц, необходимой для синусоидальных движений тела при плавании в одном направлении в течение 10 с после стимула (табл. 1).

В этих экспериментах влияние тяжелых металлов на поведение оценивалось после двухчасовой экспозиции нематод к ним, во время которой нематоды не подвергались механическому стимулу. Напротив, в серии экспериментов, результаты которых представлены в табл. 1–2, нематоды во время экспозиции к тяжелым металлам каждые 15 мин подвергались механической стимуляции для оценки нарушений моторной программы плавания. Оказалось, что периодическая стимуляция двигательной активности нематод вызывает сильное увеличение чувствительности их поведения ко всем трем тяжелым металлам (Pb^{2+}, Cd^{2+} и Cu^{2+}). Как показано в табл. 1–2, тяжелые металлы в диапазоне концентраций 30–120 мкМ вызывают развивающиеся во времени (15–90 мин) нарушения моторной программы плавания, если

плавание нематоды периодически стимулируется, хотя в контрольных экспериментах без такой стимуляции нарушения поведения проявляются слабее (табл. 1). Результаты этих экспериментов свидетельствуют о зависимости чувствительности поведения *C. elegans* к негативному влиянию тяжелых металлов от двигательной активности нематод.

Как показано в табл. 3, чувствительность поведения *C. elegans* к тяжелым металлам зависит не только от двигательной активности, но и от кратковременной (2 ч) предварительной инкубации нематод в жидкой среде без пищи (*E. coli*). Это кратковременное голодание *C. elegans* вызывает повышение чувствительности поведения к действию тяжелых металлов, проявляющегося при экспозиции нематод к ним в условиях периодической стимуляции двигательной активности механическим стимулом.

Плавание *C. elegans*, индуцированное механическим стимулом, является сложной формой поведения, осуществляемой механосенсорными нейронами и системой нейронов, регулирующей локомоцию, которая включает в себя командные и моторные нейроны и мышцы тела. Моторными нейронами *C. elegans* являются холинергические нейроны, иннервирующие не только мышцы, для которых ацетилхолин является возбуждающим нейротрансмиттером, но и моторные ГАМК-ергические нейроны, сигналы из которых вызывают расслабление мышц [8]. Очевидно, что мишенью действия тяжелых металлов на моторную программу плавания *C. elegans* являются нейроны, а не мышцы, так как в условиях нарушения этой программы нематоды полностью сохраняют способность к плаванию. Этому объяснению действия тяжелых металлов на поведение *C. elegans* соответствует зависимость чувствительности поведения к тяжелым металлам от периодической стимуляции двигательной активности нематод механическим стимулом. Одной из основных мишеней действия тяжелых металлов на нервную систему являются ионные каналы в мембранах нейронов [4], а функциональное состояние этих каналов изменяется в условиях стимуляции локомоции механическим стимулом. Поэтому очевидно, что чувствительность нейронов к действию тяжелых металлов на ионные каналы в мембранах может зависеть от активации системы нейронов, регулирующей локомоцию. Этим же можно объяснить и влияние предварительного голодания на чувствительность поведения *C. elegans* к тяжелым металлам (табл. 3).

Таблица 3

Влияние предварительного двухчасового голодания на чувствительность поведения *C. elegans* к тяжелым металлам

Условия эксперимента	Доля особей с нарушениями моторной программы плавания, %			
	Время экспозиции *C. elegans* к тяжелым металлам, мин			
	15	30	60	90
	Без голодания			
$CuSO_4$				
60 мкМ	0	10 ± 1	21 ± 2	38 ± 3
120 мкМ	0	17 ± 1	29 ± 2	47 ± 3
$Pb(NO_3)_2$				
60 мкМ	0	12 ± 1	19 ± 1	35 ± 2
120 мкМ	0	21 ± 2	31 ± 2	49 ± 3
$Cd(NO_3)_2$				
60 мкМ	0	12 ± 1	22 ± 2	35 ± 2
120 мкМ	0	21 ± 1	33 ± 2	52 ± 3
	После двухчасового голодания			
$CuSO_4$				
60 мкМ	10 ± 1	27 ± 2	42 ± 2	72 ± 4
120 мкМ	22 ± 2	36 ± 3	52 ± 3	85 ± 5
$Pb(NO_3)_2$				
60 мкМ	15 ± 1	31 ± 2	45 ± 3	81 ± 3
120 мкМ	24 ± 2	42 ± 3	56 ± 3	90 ± 5
$Cd(NO_3)_2$				
60 мкМ	16 ± 1	33 ± 2	47 ± 3	78 ± 4
120 мкМ	22 ± 2	45 ± 1	55 ± 3	95 ± 5

Примечание. Эксперименты проводились в трех повторностях. В каждом варианте использовано 50 нематод. Нематоды подвергались механической стимуляции через 15, 30, 60 и 90 мин экспозиции к тяжелым металлам.

Отсутствие пищи является одним из основных факторов, индуцирующих адаптивные изменения поведения животных [9–11]. Особенно сильно и быстро эти изменения поведения происходят у почвенных нематод, которые, в отличие от многих других животных с прерывистым питанием, питаются бактериями непрерывно. Отсутствие пищи вызывает у *C. elegans* целый комплекс адаптивных изменений поведения, проявляющихся через минуты и часы [10, 11]. Поэтому сенситизация поведения *C. elegans* к действию тяжелых металлов на нервную систему может быть следствием генерации нервной системой одной из адаптивных форм поведения, включающих в себя увеличение двигательной активности.

Два возможных объяснения нейротоксического действия тяжелых металлов на организм *C. elegans*, выявленного в этой работе, заключаются в следующем.

Известно, что тяжелые металлы оказывают влияние на поведение *C. elegans* (избегание сред, содержащих тяжелые металлы) в результате активации нейронов ADL, ASE и ASH, дендриты которых ориентированы непосредственно в окружающую среду [12]. Избегание нематодами сред с тяжелыми металлами индуцируется уже через несколько секунд введения ионов Pb^{2+}, Cd^{2+} и Cu^{2+} в среду [12]. Ранее нами показано, что компонентой реакции нервной системы *C. elegans* на активацию ноцицептивных нейронов ионами Cd^{2+} и Cu^{2+} является активация холинергической синаптической трансмиссии в системе нейронов, регулирующей локомоцию [13]. Эта активация происходит не в результате увеличения скорости секреции ацетилхолина, а в результате сенситизации никотиновых рецепторов ацетилхолина (н-холинорецепторов) к действию ацетилхолина и других агонистов этих рецепторов [13]. Гиперактивация н-холинорецепторов аномальным повышением уровня эндогенного ацетилхолина или действием агониста н-холинорецепторов левамизола вызывает нарушения моторной программы плавания, сходные с теми, которые выявляются при действии тяжелых металлов в наших экспериментах (табл. 1–2). Поэтому одним из возможных объяснений нарушений моторной программы плавания *C. elegans* тяжелыми металлами является гиперактивация н-холинорецепторов в системе нейронов, регулирующей плавание, сигналами из ноцицептивных нейронов, активируемых тяжелыми металлами [12].

Вторым из возможных объяснений этого нарушения интегративных функций нервной системы *C. elegans* тяжелыми металлами является прямое действие этих металлов на ионные каналы, регулирующие локомоцию. В пользу этого объяснения свидетельствуют результаты исследований влияния тяжелых металлов на ионные каналы позвоночных [4] и усиление нарушений поведения *C. elegans* увеличением времени экспозиции к тяжелым металлам (табл. 3), которое может быть объяснено постепенным увеличением концентрации тяжелых металлов во внутренней среде организма.

Для выяснения механизма нейротоксического действия тяжелых металлов на организм *C. elegans* необходимы дополнительные исследования. Тем не менее результаты работы показывают, что *C. elegans* может быть использована как удобный модельный организм для изучения механизмов нейротоксичности тяжелых металлов.

Список литературы

1. Wang Bo, Du Y. Cadmium and its neurotoxic effect. Oxid. Med. Cell Longev. 2013. vol. 2013. P. 1–12. DOI: 10.1155/2013/898034.

2. Sanders T., Liu Y., Buchner V., Tchounwou P.B. Neurotoxic effects and biomarkers of lead exposure: A review. Rev. Environ. Health. 2009. vol. 24. no. 1. P. 15–45. DOI: 10.1515/reveh.2009.24.1.15.

3. Chen P., Martinez-Finley E.J., Bomhorst J., Chakraborty S., Aschner M. Metal-induced neurodegeneration in *C. elegans*. Front. Aging Neurosci. 2013. vol. 5. P. 1–11. DOI: 10.3389/fnagi.2013.00018.

4. Vijverberg H.P.M., Oortgiesen M., Leinders T., van Kleef R.G.D.M. Metal interactions with voltage- and receptor-activated ion channels. Environ. Health. Perspect. 1994. vol. 102 (Suppl. 3). P. 153–158. DOI: 10.2307/3431780.

5. Zhang Y., Ye B., Wang D. Effects of metal exposure on associative learning behavior in nematode *Caenorhabditis elegans*. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 2010. vol. 59. P. 129–136. DOI: 10.1007/s00244-009-9456-y.

6. Valko M., Morris H., Cronin M.T.D. Metals, toxicity and oxidative stress. Curr. Med. Chem. 2005. vol. 12. P. 1161–1208. DOI: 10.2174/0929867053764635.

7. Kalinnikova T.B., Kolsanova R.R., Belova E.B., Shagidullin R.R., Gainutdinov M.Kh. Opposite responses of the cholinergic nervous system to moderate heat stress and hyperthermia in two soil nematodes. J. Therm. Biol. 2016. vol. 62. P. 37–49. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2016.05.007.

8. Pereira L., Kratsios P., Serrano-Saiz E., Sheftel H., Mayo A.E., Hall D.H., White J.G., LeBoeuf B., Garcia L.R., Alon U., Hobert O. A cellular and regulatory map of the cholinergic nervous system of *C. elegans*. eLife. 2015. vol. 4. P. e12432. DOI: 10.7554/elife.12432.

9. Gruninger T.R., LeBoeuf B., Liu Y., Garcia L.R. Molecular signaling involved in regulating feeding and other motivated behaviors. Mol. Neurobiol. 2007. vol. 35. P. 1–20. DOI: 10.1007/bf02700621.

10. Hofler C., Koelle M.R. AGS-3 alters *C. elegans* behavior after food deprivation via RIC-8 activation on the neural G protein $G\alpha_o$. J. Neurosci. 2011. vol. 31. P. 11553–11562. DOI: 10.1523/jneurosci.2072-11.2011.

11. Suo S. Culotti J.G., Van Tol H.H.M. Dopamine counteracts octopamine signalling in a neural circuit mediating food response in *C. elegans*. The EMBO J. 2009. vol. 28. P. 2437–2448. DOI: 10.1038/emboj.2009.194.

12. Sambongi Y., Nagae T., Liu Y., Yoshimizu T., Takeda K., Wada Y., Futai M. Sensing of cadmium and copper ions by externally exposed ADL, ASE, and ASH neurons elicits avoidance response in *Caenorhabditis elegans*. NeuroReport. 1999. vol. 10. P. 753–757. DOI: 10.1097/00001756-199903170-00017.

13. Егорова А.В., Калинникова Т.Б., Колсанова Р.Р., Гайнутдинов М.Х., Шагидуллин Р.Р. Сенситизация никотиновых рецепторов ацетилхолина почвенной нематоды *Caenorhabditis elegans* Maupas ионами Cu^{2+} и Cd^{2+} // Современная наука. Естеств. и техн. науки. 2019. № 3. С. 19–24.

СТАТЬЯ

УДК 57.042

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПАРАМЕТРОВ ГЕМОСТАЗА У ПОРОСЯТ, ПЕРЕНЕСШИХ ЭПИЗОД ПЕРЕГРЕВАНИЯ И ПОЛУЧИВШИХ КАТОЗАЛ

Зайцев В.В.

ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия», Усть-Кинельский, e-mail: ilmedv1@yandex.ru

Обследовано 58 поросят породы крупная белая в возрасте 2,5 месяцев, которые в результате неплановой поломки системы кондиционирования в свинарнике испытали эпизод перегревания в течение 3 ч. Эти поросята были случайным образом разделены на две сравнимые группы – опытную и контрольную 1. Животным опытной группы (21 голова) проводили внутримышечное введение катозала по 2,5 мл ежедневно в течение 5 суток, начиная на следующие сутки после перегревания. Группа контроля 1 представлена 21 поросенком. Эти животные после эпизода перегревания содержались в стандартных условиях свинарника и не подверглись никаким воздействиям. У поросят опытной группы и контрольной группы 1 определяли ряд показателей гемостаза в исходе и через 30 суток. В проведенной работе группа контроля 2 была представлена 32 полностью здоровыми поросятами, которые все время жизни содержались в стандартных условиях свинарника и были обследованы однократно. Применение катозала сопровождалось у испытавших перегревание поросят понижением выраженности спонтанной и стимулированной агрегации тромбоцитов до физиологического уровня. В результате применения катозала у поросят опытной группы также было отмечено снижение уровня активности гемокоагуляции, что стимулировало кровоснабжение всех их тканей. У животных, составивших группу контроля 1, найдено развитие роста активности агрегации тромбоцитов и усиление гемокоагуляции. Данные изменения крайне негативно сказывались у них на гемореологии и понижали активность обмена веществ во внутренних органах. Становится ясно, что у поросят, перенесших перегревание, при отсутствии лечебных воздействий постепенно наступает активация гемостаза.

Ключевые слова: поросята, перегревание, катозал, тромбоциты, гемокоагуляция

PHYSIOLOGICAL ACTIVITY OF THE PARAMETERS OF HEMOSTASIS IN POWDERS, MOVING THE EPISODE OF OVERHEATING AND THE RECEIVED CATOSAL

Zaytsev V.V.

Samara State Agricultural Academy, Ust-Kinelsky, e-mail: ilmedv1@yandex.ru

A total of 58 piglets of a large white breed at the age of 2.5 months were examined, which as a result of an unplanned breakdown of the air-conditioning system in a pigsty experienced an episode of overheating for 3 hours. These piglets were randomly divided into two comparable groups – experimental and control 1.Animals of the experimental group (21 heads) were intramuscularly injected with katosal 2.5 ml daily for 5 days, starting the next day after overheating. The control group 1 is represented by 21 piglets. After the episode of overheating, these animals were kept in standard conditions of the pigsty and were not subjected to any effects. In the piglets of the experimental group and the control group 1, a number of hemostasis indicators were determined at the end and after 30 days. In the work carried out, the control group 2 was represented by 32 completely healthy piglets, which were kept in the standard conditions of the pigsty and were examined only once. The use of katosal was accompanied in the piglets who experienced overheating by lowering the severity of spontaneous and stimulated platelet aggregation to a physiological level. As a result of the use of catosal in piglets of the experimental group, a decrease in the level of hemocoagulation activity was also noted, which stimulated the blood supply to all their tissues. In animals that formed the control group 1, the growth of platelet aggregation activity and hemocoagulation enhancement was found. These changes had an extremely negative effect on hemorheology and lowered the activity of metabolism in the internal organs. It becomes clear that in piglets who have suffered overheating, in the absence of therapeutic effects, hemostasis is gradually activated.

Keywords: piglets, overheating, catosal, platelets, hemocoagulation

В настоящее время свиноводство – это весьма интенсивно развивающаяся отрасль сельского хозяйства. Оно обеспечивает население значительной части стран мира полноценными продуктами питания – салом и мясом [1]. Процесс его интенсификации осуществляется в настоящее время за счет применения подходов к ускорению выращивания поросят и обеспечения условий для максимального сохранения их поголовья. Данный эффект стремятся получить в результате применения новых подходов к лечению, кормлению и оптимизации условий содержания [2].

Современная наука начинает все более четко связывать уровень жизнеспособности и выраженность продуктивности свиней с функциональными показателями системы крови. Признано, что ее гемостатические показатели почти полностью обеспечивают

степень перфузии внутренних органов и за счет этого поддерживают анаболизм в организме, а следовательно, продуктивные свойства сельскохозяйственного животного. По причине серьезной функциональной значимости и существенной функциональной ранимости системы гемостаза он весьма подробно начинает изучаться в обычных и при различных модальных состояниях [3].

Очень действенным вариантом воздействия, активизирующим в организме анаболические механизмы и активирующим фенотипическую проявленность наследственно определенных признаков, несмотря на отрицательное влияние факторов среды, считается применение усиленного кормления и стимулирующих соединений. Использование последних возможно при добавлении в корм, а также в инъекционном виде, что весьма широко используется у свиней для улучшения их продуктивных качеств. Одним из проверенных современных биостимуляторов для продуктивных животных является катозал, который способен усиливать жизненные процессы в крови и внутренних органах [4].

Считается, что показатели крови обладают большой лабильностью и могут рассматриваться как чуткий индикатор различных функциональных состояний организма. Кроме того, показатели крови способны быстро реагировать на применение различных биорегуляторов [5], что позволяет судить об их эффективности. Замечено, что по их динамике можно судить о степени активации обмена веществ во всем организме. При этом кровь может менять не только свои биохимические параметры, но и гемостатические показатели. Это обеспечивает существенную регуляцию функциональных характеристик всего организма [6]. По этой причине представляется весьма важным определить влияние различных биостимуляторов на функциональные параметры гемостаза у поросят, испытавших неблагоприятное влияние среды. В этой связи в работе поставлена цель: оценить влияние катозала на активность гемостаза у поросят, перенесших эпизод перегревания.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в строгом соответствии с этическими принципами, установленными Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых в экспериментальных и других научных целях (принята в Страсбурге 18 марта 1986 г. и подтверждена в Страсбурге 15 июня 2006 г.).

Под наблюдение были взяты 74 здоровых поросенка породы крупная белая, находящихся в возрасте 2,5 месяца. Они содержались в свиноводческих хозяйствах, расположенных в Самарской области России. Часть этих поросят (42 головы) испытали незапланированное перегревание вследствие нахождения в течение 3 ч в среде на 10 °С выше оптимума. Данное изменение среды произошло из-за аварийной поломки системы кондиционирования воздуха в свинарнике в летний период. Рацион обследованных поросят был традиционным. Поросята, претерпевшие перегревание, случайным методом были подразделены на группы, получившие названия опытной и контрольной 1 группы.

Группа опытная состояла из 21 поросенка. Все они со следующих суток после перегревания получали катозал производства «Bayer HealthCare LLC» (США) внутримышечно 2,5 мл в сутки в течение 5 суток.

Группа контроля 1 состояла из 21 поросенка. В этой группе животные после перегревания находились в стандартных условиях и получали сходный рацион. Животные в обеих этих группах были обследованы два раза: первый раз – сразу после перегревания и через 10 суток после него. Группу контроля 2 составили 32 поросенка, которые были полностью здоровы и никогда ранее не подвергались отрицательным влияниям факторов внешней среды.

В плазме у поросят было оценено количественное содержание фибриногена, применив метод Клауса. Активность плазминогена у животных выясняли, применяя кинетический метод и прибор ФП-901 (производства «LabSystems», Финляндия) и соответствующий ему хромогенный субстрат («Dade Behring», Германия). Количество в плазме фибрин-мономерных комплексов определяли визуальным методом, используя реактивы производства «Технология-стандарт» (Россия). Значение активированного частичного тромбопластинового времени выясняли на коагулометре производства «HumaClot» («HUMAN GmbH», Германия), используя соответствующий ему набор реагентов HemoStat aPTT-EL. Регистрация значения международного нормализованного отношения осуществлена при помощи метода Квика. Уровень агрегационной готовности тромбоцитов выясняли с помощью турбодиметрического метода на отечественном двухканальном лазерном агрегометре для тромбоцитов (производства «Биола», Россия). В качестве индуктора процесса агрегации в выполненной работе применен 0,5 мкМ раствор аденозиндифосфата (АДФ) [7].

В работе проведена статистическая обработка полученных цифровых результатов исследования с помощью t-критерия Стьюдента.

Параметры гемостаза у обследованных поросят

Показатели	Катазол, n = 21		Контроль 1, n = 21		Контроль 2, n = 32
	Исход	Конец наблюдения	Исход	Конец наблюдения	
Уровень международного нормализованного отношения	1,14 ± 0,14*	1,22 ± 0,12	1,12 ± 0,07*	1,13 ± 0,16*	1,22 ± 0,09
Значение активированного частичного тромбопластинового времени), с	30,4 ± 0,79*	37,2 ± 0,63	30,8 ± 1,03*	26,3 ± 0,84*	37,1 ± 0,69
Уровень фибриногена, г/л	3,4 ± 0,18*	2,5 ± 0,15	3,2 ± 0,22*	3,6 ± 0,32**	2,5 ± 0,23
Количество растворимых фибрин-мономерных комплексов, мг/дл	3,3 ± 0,19*	2,4 ± 0,17	3,1 ± 0,26*	3,9 ± 0,19**	2,6 ± 0,82
Активность плазминогена,%	86,5 ± 0,32*	94,8 ± 0,54	85,2 ± 0,32*	84,4 ± 0,20*	94,0 ± ,057
Состояние спонтанной тромбоцитарной агрегации, ед.	1,20 ± 0,16*	1,60 ± 0,09	1,24 ± 0,18*	1,33 ± 0,10**	1,01 ± 0,10
Выраженность стимулированный агрегации тромбоцитов с 0,5 мкМ АДФ, ед.	2,46 ± 0,15*	2,00 ± 0,23	2,38 ± 0,16*	2,94 ± 0,32**	2,00 ± 0,21

Примечание. Принятые в работе обозначения: математическая значимость отличий параметров от значений в группе контроля 2: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$.

Результаты исследования и их обсуждение

Приведенная оценка активности параметров гемостаза у опытных поросят, перенесших эпизод перегревания, выявила его усиление в части тромбоцитарных и свертывающих механизмов и ослабление фибринолитической системы (таблица). У этих поросят функциональная активность их гемостаза в исходе достоверно отличалась от его состояния в группе контроля 2.

К завершению наблюдения за поросятами, которые получали катозал, выявлено увеличение значения активированного частичного тромбопластинового времени (22,4%), тенденция к увеличению показателей международного нормализованного отношения (7,0%) и активности плазминогена (9,6%) при снижении уровня фибриногена (36,0%) и концентрации растворимых фибрин-мономерных комплексов (37,5%). Все эти показатели выходили к концу наблюдения на уровень группы контроля 2. У поросят группы контроля 1 через 10 суток наблюдения отмечено развитие ускорения активированного частичного тромбопластинового времени (17,1%), склонность к увеличению величины международного нормализованного отношения (0,9%) и склонность к снижению активности плазминогена (0,9%) при повышении в их крови уровня фибриногена (12,5%) и нарастании растворимых фибрин-мономерных комплексов (25,8%), что указывало на усиление активности гемостаза в группе контроля 1 по сравнению с показателями группы контроля 2.

Спустя 10 суток у поросят, составивших опытную группу, выявлено ослабление агрегации тромбоцитов, наступающей спонтанно на 20,0%, развивающейся в результате стимуляции – на 23,0%. В группе контроля 1 тромбоцитарная агрегация спонтанная и АДФ-стимулированная повысились, превзойдя уровень исхода на 17,2% и 23,5% соответственно. Найденные различия в уровне активности процесса агрегации тромбоцитов у поросят опытной группы и поросят, составивших группу контроля 1, на конец наблюдения за ними составили для спонтанного развития этого процесса 33,0% ($p < 0,01$), для агрегации вызванной АДФ составили 47,0% ($p < 0,01$).

Современное свиноводство имеет большую потребность в продолжении рассмотрения объема знаний по физиологии поросят [8]. По-прежнему актуальным является изучение различных аспектов функционирования внутренних органов у поросят, реализуемого под воздействием на организм внешних факторов. Проведение исследований, посвященных особенностям функционирования организма поросят, требуются современной науке и практике для продолжения разработок эффективных подходов к дальнейшему наращиванию уровня их продуктивности и сохранения оптимума здоровья.

Длительно проводящиеся исследования по вопросам физиологии поросят и свиней не позволили до сих пор собрать удовлетворительной полноты научные сведения по вопросам физиологии их интегративных

систем, в том числе крови. По этой причине есть потребность в оценке механизмов функционирования крови поросят, находящихся в разных условиях среды [9].

Давно замечено, что в течение раннего онтогенеза для свиней весьма характерны колебания многих функциональных характеристик на фоне влияния внешних воздействий, способных негативно влиять на различные системы организма животных. Их действие часто нарушает отдельные параметры крови и процессы гемоциркуляции в капиллярах. Данные изменения имеют огромное биологическое значение, так как регулируют уровень обеспечения организма газами и питательными веществами. Также это влияет на течение основных физиологических процессов в организме, связанных с жидкостными характеристиками крови [10].

Ранее было замечено, что в онтогенезе животных имеется связь между возрастом и параметрами крови, способными влиять на течение процессов жизнедеятельности любых видов животных [11].

В этой связи большую значимость имеет продолжение подробного выяснения многих аспектов физиологии организмов продуктивных животных в условиях негативных влияний среды и выяснение возможных последствий их воздействия. Дальнейшее проведение физиологических исследований у поросят и свиней призвано создать надежную базу для совершенствования подходов к их оздоровлению и кормлению. В результате всестороннего осмысления и суммирования результатов этих исследований и последующего их применения на практике возможно добиться интенсификации свиноводства [9].

Известно, что у млекопитающих факторы среды могут влиять на гемостаз. При этом возможно, что в случае воздействия неблагоприятных факторов часто возникают различные дисфункции и нередко формируется патология. Признано, что ослабление перекисного окисления липидов и появление биологически активных веществ в крови часто весьма благотворно влияет на животных, стимулируя их рост. Также отмечено, что в этих условиях может ослабляться активность отдельных компонентов гемостаза, благотворно влияя на реологические параметры крови [12]. С данными изменениями показателей крови принято связывать оптимизацию процессов микроциркуляции и метаболизма в ходе различных стимулирующих воздействий на организм животных [13].

В ходе выполнения работы у поросят, перенесших эпизод перегревания, на фоне применения катозала было найдено снижение активности гемостаза до уровня нормы. При этом в группе контроля 1 выявлена отрицательная динамика, приведшая к концу наблюдения у них к развитию значительных, функционально невыгодных изменений показателей гемостаза, свойственных состоянию предпатологии [14].

Проведенное исследование показало, что поступление в организм поросенка, перенесшего кратковременное перегревание, биостимулятора катозала ослабляет ход гемокоагуляции по обоим механизмам его течения. Очевидно, это связано с понижением у этих животных уровня активности основного числа факторов свертывания. Видимо, в крови этих поросят слабеет синтез тромбопластина и снижается выраженность контактной активации XII фактора. Кроме того, введение в организм наблюдаемых поросят катозала оказалось способно снижать в их крови количество фибриногена и фибринмономерных комплексов. У животных, составивших группу контроля 1, найдены противоположные изменения, ведущие к усилению гемокоагуляции и торможению фибринолиза [12].

Понятно, что использование катозала наращивает уровень антиокислительной защищенности всего организма, что во всех случаях снижает потенциал тромбоцитов в отношении их спонтанной и вызванной индуктором агрегации. Становится ясно, что использование у поросят данного средства стимулирует рост в их кровяных пластинках количества аденозинмонофосфата циклического и понижает интенсивность синтеза тромбоксана A_2. Эти изменения сдерживают развитие агрегации тромбоцитов в ходе гемоциркуляции в состоянии in vivo. У животных, составивших группу контроля 1, отмечено повышение агрегационных возможностей тромбоцитов, что, видимо, вызвано понижением в них синтеза аденозинмонофосфата циклического [7] и выраженности генерации тромбоксана A_2 [6], приводя вследствие этого в крови этих животных к повышению уровня свободно циркулирующих тромбоцитарных агрегатов [5].

В настоящее время у исследователей формируется мнение о взаимосвязи состояния соматических параметров, определяющих продуктивность животных, и активностью механизмов их гемостаза [15]. В выполненном исследовании были прослежена небольшая часть раннего онтогенеза свиней, и по этой причине на основе полученных данных рано делать выводы о действии катозала на развитие растущих поросят, попавших в неблагоприятные усло-

вия с объяснением результатов динамикой активности гемостаза. При этом выявленная возможность оптимизации активности гемостаза, измененной под действием неблагоприятных средовых факторов, с помощью биостимулятора может являться импульсом для дальнейшего детального выяснения разных аспектов этого вопроса и связи уровня продуктивности поросят с активностью гемостаза.

Заключение

Не вызывает сомнений, что кровь – точный и чуткий маркер функционального состояния организма. Она активно реагирует на попадание в организм любых веществ. Чем активнее под их действием активируется метаболизм в организме, тем сильнее будут изменения в показателях крови. Это полностью справедливо и в отношении гемостатических параметров, которые способны сильно влиять на общее состояние организма животного. Представлялось весьма оправданным провести оценку воздействия катозала на параметры гемостаза у поросят, испытавших эпизод неблагоприятного воздействия из внешней среды – эпизод перегревания. В ответ на это неблагоприятное влияние у поросят происходила активация гемостаза, что всегда негативно влияет на микроциркуляцию во внутренних органах и существенно тормозит приросты. Применение катозала оказалось способно снизить у этих поросят функциональную активность гемокоагуляции и агрегации тромбоцитов, что должно было активизировать у них микроциркуляцию и выраженность их динамики продуктивно значимых качеств.

Список литературы

1. Глаголева Т.И., Завалишина С.Ю., Медведев И.Н. Ферроглюкин и гамавит в коррекции антиагрегационных свойств сосудов у новорожденных телят с дефицитом железа // Успехи современного естествознания. 2013. № 5. С. 17.

2. Новиков А.А., Суслина Е.Н., Козырев С.А. Современное состояние и перспективы ускоренного импортозамещения в племенном свиноводстве в Российской Федерации // Зоотехния. 2015. № 2. С. 2–6.

3. Кутафина Н.В. Тромбоцитарные механизмы на фоне процессов роста у крупного рогатого скота // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2015. № 8. С. 37–42.

4. Завалишина С.Ю. Сосудистый гемостаз у телят в период молочно-растительного питания // Зоотехния. 2012. № 2. С. 21.

5. Завалишина С.Ю. Гемостатическая активность сосудистой стенки у новорожденных телят // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 1. С. 37–39.

6. Краснова Е.Г., Кутафина Н.В. Основы функционирования тромбоцитов // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2015. № 8. С. 6–18.

7. Завалишина С.Ю., Краснова Е.Г., Белова Т.А., Медведев И.Н. Методические вопросы исследования функциональной активности тромбоцитов при различных состояниях // В мире научных открытий. 2012. № 2 (26). С. 145–147.

8. Краснова Е.Г., Медведев И.Н. Тромбоцитарная активность гемостаза у поросят молочного питания // Ветеринарная практика. 2011. № 3. С. 34.

9. Tkacheva E.S. Physiological fetures of platelets in milk and vegetable nutrition piglets. Biomedical and Pharmacology Journal. 2018. T. 11. № 3. P. 1437–1442.

10. Медведев И.Н., Кутафина Н.В. Функциональные характеристики тромбоцитов и эритроцитов у крупного рогатого скота // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2015. № 8. С. 24–36.

11. Medvedev I.N., Maksimov V.I., Parakhnevich A.V., Zavalishina S.Y., Kutafina N.V. Rapid assessment of aggregation abilities and surface properties of platelets and red blood cells. International Journal of Pharma and Bio Sciences. 2016. T. 7. № 2. P. 793–797.

12. Глаголева Т.И. Сосудистый контроль над агрегационными свойствами форменных элементов крови у телят-молочников // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2015. Т. 222. № 2. С. 58–62.

13. Ткачева Е.С. Взаимосвязь фибриногена с показателями естественной резистентности у крупного рогатого скота // Научная волна 2017: сборник статей Международной школы молодых ученых. Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. 2017. С. 169–170.

14. Kotova O.V., Zavalishina S.Yu., Makurina O.N., Kiperman Ya.V., Savchenko A.P., Skoblikova T.V., Skripleva E.V., Zatsepin V.I., Skriplev A.V., Andreeva V.Yu. Impact estimation of long regular exercise on hemostasis and blood rheological features of patients with incipient hypertension. Bali Medical Journal. 2017. T. 6. № 3. P. 514–520.

15. Ошуркова Ю.Л., Фомина Л.Л., Механикова М.В., Ткачева Е.С., Кострякова Л.С. Показатели функциональной адреактивности тромбоцитов у разных видов животных // Молочнохозяйственный вестник. 2016. № 2 (22). С. 52–59.

СТАТЬЯ

УДК 631.4

ХАРАКТЕРИСТИКА ОРОШАЕМЫХ ГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ ДОЛИНЫ РЕКИ ГИДЖИГЕН

Кузиев Р.К., Халилова Н.Ж.

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ташкент, e-mail: jamolbek1986@mail.ru

В статье рассматриваются условия формирования и генетико-географические особенности гидроморфных почв сероземного пояса и их изменения в процессе орошения. В аридных и экстрааридных условиях орошение видоизменяет процессы почвообразования, вследствие чего в оазисных почвах формирование почвенного профиля, свойства орошаемых почв и другие свойства значительно отличаются от естественных. Характерным свойством гидроморфных почв является формирование в почвогрунтах глеевого горизонта, часто отражающего чередование окислительных и восстановительных процессов, и высокая остаточная гумусность. Глубина залегания этого горизонта зависит от глубины залегания и режима грунтовых вод. Режим грунтовых вод лугово-оазисных почв ирригационно-аллювиальный. Верхняя часть профиля (44 см) представлена однородными ирригационными наносами. Приводятся сведения о морфологических, агрофизических и агрохимических свойствах орошаемых болотно-луговых, луговых и лугово-оазисных почв долины р. Гиджиген. Выявлены факторы, лимитирующую их производительной способность. Мелиоративное состояние орошаемых гидроморфных почв в значительной мере определяется их механическим составом, глубиной залегания глеевого горизонта и мощностью мелкоземистого слоя. Для условий орошаемого земледелия лучшими водными, воздушными и технологическими свойствами обладают легко- и среднесуглинистые почвы.

Ключевые слова: луговые почвы, болотно-луговые почвы, свойства почв, гумус, механический состав, глеевый горизонт, элементы минерального питания, производительная способность

CHARACTERISTICS OF IRRIGATED HYDROMORPHIC SOILS OF RIVER GIDJIGEN VALLEY

Kuziev R.K., Khalilova N.Zh.

Research institute of soil science and agrochemistry, Tashkent, e-mail: jamolbek1986@mail.ru

The article considers the conditions of formation, genetic-geographical features of the hydromorphic soils of the gray earth zone and their changes in the irrigation process. The characteristic properties of hydromorphic soils is the formation of gley horizon in the soil of the soil, wear anthropogenic alternation of oxidative and reducing processes. The depth of this horizon depends on the depth and mode of groundwater. Provides information about the morphological, agrophysical, agrochemical properties of irrigated marsh-meadow, meadow and meadow-oasis soils of the valley r. Gijigen. Under arid and extra-arid conditions, irrigation alters soil formation processes, as a result of which the formation of a soil profile, the properties of irrigated soils and others in oasis soils is significantly different from natural. The groundwater regime of meadow-oasis soils is irrigation-alluvial. The upper part of the profile (44 cm) is represented by uniform irrigation sediments. It was established that the irrigated hydromorphic soils of the valley are characterized by the formation of gley horizon, high residual humus content. Identified factors limiting their productive capacity. The reclamation state of irrigated hydromorphic soils is largely determined by their mechanical properties, the depth of the gley horizon, and the thickness of the fine-grained layer. For conditions of irrigated agriculture, light and medium loamy soils have the best water, air and technological properties.

Keywords: meadow soils, marsh-meadow soils, soil properties, humus, mechanical composition, gley horizon, elements of mineral nutrition, productivity ability

Модернизация сельскохозяйственного производства непосредственно связана с необходимостью повышения плодородия почв и разработкой других важных вопросов землепользования.

В решении этой задачи большая роль принадлежит комплексным исследованиям современного состояния, уровня плодородия, факторов, лимитирующих производительную способность почв и др. В нашей республике в сельскохозяйственном производстве интенсивно используются лишь орошаемые почвы, общая площадь которых составляет около 4,3 млн га, из них пахотных 3,3 млн га. Эти почвы в процессе орошения претерпели значительные изменения.

Орошение в аридных и экстрааридных условиях, в несколько раз превосходящее атмосферное увлажнение, коренным образом видоизменяет весь ход почвообразования: поступление и минерализацию органического вещества, гумусообразования, миграцию солей и биофильных элементов и др. Особенно меняются их морфологические особенности, физические, водно-физические, агрохимические, химические, биологические свойства и др.

Производительная способность орошаемых почв во многом зависит от сельскохозяйственной деятельности человека. В целях рационального использования этих почв необходимо изучение их современно-

го состояния, выявление и предотвращение отрицательных факторов, лимитирующих производительную способность почв.

Цель исследования: установление особенностей изменения, свойств и эволюции гидроморфных почв в зависимости от давности орошения в условиях интенсивной системы земледелия и его влияния на производительную способность почв.

Материалы и методы исследования

Объектом наших исследований явились орошаемые болотно-луговые, луговые и лугово-оазисные почвы на первой и второй надпойменных террасах р. Гиджиген.

Исследование проводилось в полевых, лабораторных и камеральных условиях, общепринятыми методами [1–3]. В полевых условиях было заложены три ключевых участка, характеризующих разные подтипы гидроморфных почв:

1) на орошаемой болотно-луговой почве;
2) на орошаемой луговой почве;
3) на лугово-оазисной почве.

На каждом ключевом участке были заложены по пять почвенных разрезов, по генетическим горизонтам которых отобраны почвенные образцы. Лабораторные анализы выполнены общепринятыми методами в аналитическом центре института.

Результаты исследования и их обсуждение

В пределах сероземного пояса наряду с сероземами развиваются при неглубоком залегании грунтовых вод гидроморфные почвы, испытывающие влияние повышенного увлажнения. К ним относятся луговые, болотно-луговые и болотные почвы. Гидроморфные почвы сероземного пояса формируются на пойменных I и II надпойменных речных террасах.

Глубина залегания грунтовых вод на надпойменных террасах находится в пределах 1–2,5 м, а на пойменных – до 0,5–1,5 м. При этом в сезонном режиме уровня грунтовых вод происходят значительные колебания. При орошении существенно меняется водный режим гидроморфных почв.

Территории первой и второй надпойменных террас р. Гиджиген в большей своей части освоены относительно недавно и использовались в основном под рисовник. Это положило свой отпечаток на характер почв, в которых глеевые горизонты часто залегают неглубоко от поверхности. В связи с неровностями рельефа, различной глубиной залегания глеевого горизонта, галечников и грунтовых вод, луговые аллювиальные почвы чередуются здесь с болотно-луговыми и болотными почвами.

В орошаемых болотно-луговых почвах постоянное увлажнение нижней части профиля приводит к формированию глеевого горизонта на глубине 0,7–1 м.

Для орошаемой луговой почвы сизоватость и остаточное оглеение отмечаются в верхней части профиля на глубине 30–80 см и являются, по-видимому, следствием поверхностного затопления в период рисосеяния. Верхние горизонты в обоих разрезах отличаются относительно хорошей окультуренностью благодаря которой их плотность, несмотря на тяжелый механический состав, относительно невелика.

Морфологические описания показывают, что гидроморфные почвы хорошо прогумусированы – на 40 см в орошаемой луговой почве и 60 см в орошаемой болотно-луговой. Эта гумусность для данных почв является остаточной.

Орошаемые луговые аллювиальные почвы сероземной зоны считаются самими хорошими землями по плодородию и месторасположению. Они занимают здесь около 24 % площади. Эти почвы по содержанию гумуса и азота богаче, чем сероземные почвы, но при их освоении в первое время наблюдается значительная потеря органического вещества [4].

Лугово-оазисные (староорошаемые) почвы формировались при залегании грунтовых вод 1,5–2,5 м. Режим грунтовых вод здесь ирригационно-аллювиальный.

Пахотные и подпахотные горизонты лугово-оазисных почв (44 см) отмечаются монотонностью, они сложены агроирригационными наносами. Нижележащие горизонты неоднородны, они в основном повторяют характер аллювиальных наносов, отложенных р. Гиджиген.

Гидроморфные аллювиальные почвы в соответствии с закономерностями седиментации аллювия гранулометрически отличаются большим разнообразием и пестротой. Верхние горизонты лугово-оазисных почв сероземного пояса имеют преимущественно тяжелосуглинистый механический состав с колебаниями от легких суглинков до легких глин влючительно. Болотно-луговые чаще всего – глинистые.

Преобладающая фракция лугово-оазисных почв – крупная пыль, количество которой не превышает 40 %. Наряду с этим весьма характерно повышенное содержание ила (20–23 %) и более значительное, чем в сероземах, содержание песка.

Преобладающая часть илистой фракции (60–65 %) агрегирована.

По гранулометрическому составу орошаемые болотно-луговые почвы относятся к тяжелосуглинистой разновидности, с со-

держанием физической глины в среднем 50–58 %, при весьма значительном содержании ила – 20–25 % (таблица).

Такой механический состав характерен обычно для толщи 0–60 см, а ниже он сменяется суглинком, песком и галечником, т.е. имеет сложение, типичное для аллювиальных равнин подгорной зоны [5].

Орошаемые луговые почвы по механическому составу аналогичны болотно-луговым, т.е. содержат физической глины в пределах 55–60 % при незначительном уменьшении иловатой фракции.

Орошаемые лугово-оазисные почвы обладают наилучшими среди орошаемых почв Узбекистана агрохимическими свойствами. По содержанию органических веществ, как гумуса, так и азота, они богаче сероземных почв.

Причиной этому служит высокая исходная гумусность луговых почв до сельскохозяйственного освоения. При освоении этих почв наблюдается постепенная потеря органического вещества в пахотном слое. Обычно содержание гумуса в нем составляет 1,1–1,5 %.

Орошаемые гидроморфные почвы содержат значительное для сероземного пояса количество гумуса. В орошаемых болотно-луговых почвах содержание гумуса значительно колеблется между отдельными разрезами ключевого участка, в пределах 1,5–2 % при абсолютном содержании 3–5 % (таблица).

Иногда на глубине встречаются горизонты с резко повышенным содержанием гумуса, которые мы рассматриваем как погребенные гумусовые горизонты. Высокая гумусность орошаемых болотно-луговых почв не отвечает современному режиму гумусообразования и, по-видимому, является остаточной от бывшего болотного процесса почвообразования.

Содержание валового азота также высокое, хотя отношение C/N здесь значительно шире, чем в сероземно-оазисных почвах. Относительно низким содержанием азота отличаются погребенные высокогумусные горизонты.

В орошаемых луговых почвах содержание гумуса в пахотном горизонте – 1,6–2 %, т.е. почти в два раза ниже, чем в болотно-луговых, хотя эти почвы находятся в непосредственной близости друг от друга, в разных концах одной поливной карты (таблица).

Большая вариабельность по содержанию гумуса связана здесь с положением почв по мезо- и микрорельефу, небольшие отклонения отмечаются на глубине залегания грунтовых вод, что определяет развитие болотного и лугового процессов и, в соответствии с этим, гумусность почв. В связи с такой высокой степенью вариабельности по содержанию гумуса здесь весьма трудно определить динамику его поведения в годичном цикле.

На лугово-оазисных (староорошаемых) почвах процесс гумусообразования намного интенсивнее [6]. В оазисных почвах происходит, в отличие от естественного процесса гумусобразования, с иными количественными и качественными поступлениями биомассы и характерной ее минерализацией.

Это находит отражение в строении гумусового профиля, в котором уже нет резко выраженного максимума, приуроченного к верхнему горизонту и распределение гумуса по профилю равномерно.

Содержание валового азота в основном пропорционально содержанию гумуса. Отношение C:N в верхних горизонтах болотно-луговых и луговых почв составляет около 10, т.е. достаточно неширокое, в лугово-оазисных почвах это отношение уже, составляет в пределах 7. Это обусловлена тем, что при длительном орошении органические соединения теряет часть азота, за счет интенсификации процесса минерализации.

Состав поглощенных оснований орошаемых болотно-луговых и луговых почв характеризуется преобладанием катионов кальция, содержание которых обычно составляет около 80 % от суммы поглощенных катионов. Но иногда в отдельных разрезах обнаруживается высокое содержание магния – 45–50 %.

Причина этого пока не установлена, хотя емкость поглощения зависит от гумусности и механического состава почв. Орошаемые луговые почвы, имеющие меньшую гумусность и глинистость, по сумме поглощенных катионов несколько превосходят орошаемые болотно-луговые. Можно предположить, что это связано с качественным составом гумуса (таблица).

Карбонатный состав, в котором преобладают карбонаты кальция, свидетельствует о благоприятных физико-химических свойствах этих почв.

Общее содержание карбонатов составляет здесь около 18–20 %, или 1/5 часть почвенной массы. Этим обеспечивается благоприятная слабощелочная реакция почвенного раствора.

Орошаемые болотно-луговые и луговые почвы практически не засолены. Эти почвы отличаются высокими потенциальными запасами фосфора и калия.

Содержание валового фосфора в болотно-луговых почвах достигает 0,25–0,30 %, калия – 1,5–1,7 %.

Основные свойства орошаемых гидроморфных почв

Глубина, см	Физ. глина (<0,01),%	Илистые фракции, %	Гумус,%	Азот,%	C:N	Фосфор		Калий		Плотный остаток,%	Состав карбонатов			Сум. погл. оснований, мг-экв./100 гр. почвы
						%	мг/кг	%	мг/кг		CO_2^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	
Орошаемая болотно-луговая почва														
0–10	56,6	26,8	5,02	0,284	10,0	0,322	18,4	1,69	449	0,082	7,26	6,0	0,73	13,95
10–30	56,2	23,2	4,16	0,238	10,0	0,294	63,8	1,69	372	0,080	7,56	7,0	0,48	14,42
30–42	57,3	25,9	4,27	0,28	10,0	0,230	46,0	1,56	301	0,088	7,56	7,1	0,18	14,87
42–60	57,3	26,9	4,21	0,254	10,4	0,230	21,5	1,45	163	0,82	7,74	7,3	0,12	15,20
60–90	53,0	26,1	1,80	0,115	9,1	0,200	7,3	1,40	149	0,76	6,12	5,5	0,18	14,24
90–110	44,8	20,2	1,21	0,89	7,9	не определялись				0,168	6,51	6,1	0,18	11,89
Орошаемая луговая почва														
0–10	59,2	23,4	1,51	0,090	9,7	0,196	29,5	2,41	482	0,078	2,97	2,2	0,24	16,03
10–28	59,3	23,9	1,41	0,082	10,0	0,178	16,8	2,01	227	0,072	2,87	2,3	0,18	16,06
28–40	60,0	26,0	0,78	0,048	9,4	0,152	16,0	2,01	227	0,070	2,97	1,6	0,85	16,25
40–60	54,6	21,8	0,64	0,040	9,3	0,140	7,0	1,81	147	0,064	5,72	4,8	0,30	14,95
60–82	42,2	19,2	0,43	0,034	7,3	0,140	6,2	1,61	120	0,074	5,97	4,8	0,32	13,54
82–96	34,0	13,6	0,41	0,028	8,5	0,126	5,6	1,61	133	0,074	6,97	5,2	0,06	10,70
96–126	25,9	9,9	не опр.	не опр.	не опр.	0,120	не опр.	1,61	не опр.	0,078	6,37	4,7	0,18	8,68
Орошаемая лугово-оазисная почва														
0–30	53,0	23,3	1,11	0,092	7,0	0,244	31,0	2,21	252	0,130	8,86	6,1	0,46	14,83
30–44	53,7	23,2	0,98	0,080	7,1	0,150	13,5	2,21	213	0,116	8,47	6,1	0,47	14,93
44–73	41,9	16,2	0,88	0,060	8,5	0,132	12,1	2,14	213	0,140	8,46	7,1	0,36	13,12
73–91	40,2	17,8	1,28	0,091	8,2	0,132	13,4	2,67	222	0,080	10,05	8,2	0,28	13,34
91–116	41,2	17,8	0,90	0,071	7,8	0,137	6,5	2,00	220	0,102	10,05	8,0	0,16	10,59
116–136	13,0	30,5	0,56	0,060	5,5	0,124	6,5	1,94	165	0,060	10,23	8,9	0,31	9,80

В орошаемых луговых почвах фосфора несколько меньше – 0,15–0,20%, калия же больше – 2,0-2,5%. Это связано с химическими особенностями этих почв (таблица).

По содержанию подвижных форм фосфора орошаемые болотно-луговые почвы выделяются как высоко и очень высоко обеспеченные (более 45 и 60 мг/кг).

Орошаемые луговые почвы в основном среднеобеспеченны, хотя на отдельных участках количество подвижного фосфора также превосходит 100 мг/кг, что, по-видимому, связано с повышением гидроморфизма [7].

По содержанию подвижного калия орошаемые болотно-луговые почвы находятся в основном на уровне среднеобеспеченных. Орошаемые луговые имеют в целом более высокую степень обеспеченности (таблица).

Заключение

Гидроморфные почвы сероземной зоны наиболее широко распространены в поясах типичных и светлых сероземов, занимающих средний и нижний ярусы сероземной зоны, и преимущественно представлены луговыми почвами, реже болотно-луговыми и болотными. Большая часть этих почв используются в орошаемом земледелии.

Исследуемые почвы долины р. Гиджиген отличаются относительно высоким содержанием гумуса, при этом в пахотном горизонте орошаемой луговой аллювиальной почвы содержание его на 1,5–2,0% ниже, чем в соответствующем горизонте орошаемой болотно-луговой почвы. Вариабельность по гумусу связана с положением почв по мезо- и микрорельефу и проявлением гидроморфности.

Производительная способность орошаемых болотно-луговых почв, несмотря на их высокую гумусность и обеспеченность элементами минерального питания, невысокая. Лимитирующими факторами производительности этих почв здесь являются тяжелый механический состав и наличие глеевых горизонтов.

Для улучшения мелиоративного состояния орошаемых луговых аллювиальных почв потребуется очистка дренажа с целью поддержания в оптимальном режиме уровня грунтовых вод (1,5–2,5 м). При разработке поливных режимов неукоснительно руководствоваться гидромодульным районированием, что позволит экономить водные ресурсы и предотвратит нежелательный подъем грунтовых вод. Повсеместное внедрение севооборотов позволит увеличить их производительную способность.

Список литературы

1. Методика ведения земельного мониторинга в Республике Узбекистан. Т., 2011. С. 5–30.

2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М., 1970. 491 с.

3. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах. Т.: СоюзНИХИ, 1977. 50 с.

4. Кузиев Р.К., Сектименко В.Е. Почвы Узбекистана. Т.: EXTREMUM PRESS, 2009. 351 с.

5. Курвантаев Р.К., Дадамухамедова М.Р. Изменение при внесении минеральных и органических удобрений структурного состава староорошаемых типичных серозёмов // Аграрная наука – сельскому хозяйству. XI Международная научно-практическая конференция. Барнаул, 2016. С. 141–145.

6. Кузиев Р.К., Абдурахмонов Н.Ю. Почвенное плодородие и научные основы его управления. Т.: Navro`z, 2017. 120 с.

7. Мячина О.В., Алиев А.Т., Ким Р.Н., Попова О.И., Рахмонов А.Х. Новые концентрированные одинарные и комплексные фосфорные са и s-содержащие удобрения: свойства и эффективность // Почва, климат, удобрение и урожай: актуальные проблемы и перспективы материалы Республиканской научно-практической конференции. Ташкент: Издательство Национального университета Узбекистана им. М. Улугбека, 2018. С. 392–397.

ОБЗОР

УДК 581.9:630*232.1:630*165

ПЯТЬ ОСНОВНЫХ ЗАКОНОВ В РАЗВИТИИ ДРЕВОСТОЕВ

Рогозин М.В.

Пермский государственный аграрно-технологический университет, Пермь, e-mail: rog-mikhail@yandex.ru

Проведен анализ работ с обоснованием ввода в лесоведение пяти законов развития древостоев: закона естественного изреживания древостоев, выдвинутого Г.Ф. Морозовым в 1920 г.; закона морфогенеза одноярусных древостоев Г.С. Разина (1979); рангового закона роста деревьев в молодняках Е.Л. Маслакова (1984); закона гомеостаза частот правых и левых форм деревьев А.М. Голикова (2011), а также выдвижение пятого закона – закона неравномерного размещения деревьев в древостое. Показано, что признание законов идет непросто, так как разделение раннего лесоводства на серию разных дисциплин препятствует синтезу новых знаний о лесе. Анализ истории выдвижения новых законов показывает необходимость теоретических обобщений и выстраивания новой парадигмы лесоведения. В ней должны быть использованы новые подходы к изучению лесных экосистем, в которых взаимодействие деревьев включает в себя не только и не столько конкуренцию, сколько кооперацию деревьев, а также разделение между деревьями экологических ниш питания во времени и в пространстве. Данный подход вполне соответствует новейшим представлениям об эволюции биоты в целом, где дарвинизм с его «борьбой за существование» уже не будет доминировать как единственная теория и взаимоотношения деревьев будут рассмотрены также и с позиций их кооперации и партнерства.

Ключевые слова: древостой, развитие, законы, структура, конкуренция, кооперация

FIVE MAIN LAWS IN THE DEVELOPMENT OF FOREST STANDS

Rogozin M.V.

Perm State Agrarian and Technological University, Perm, e-mail: rog-mikhail@yandex.ru

The analysis works with the justification for entering into the silviculture of the five laws of development of forest stands: the law of natural thinning of forest stands, nominated G.F. Morozov in 1920; the law of morphogenesis of a single-layer stands of G.S. Razin (1979); the ranking of the law of growth of trees in young E.L. Maslakova (1984); the law of homeostasis of the frequency of left and right forms of trees A.M. Golikova, (2011), as well as the nomination of the fifth law – the law of the uneven distribution of trees in the forest. It is shown that the promotion and recognition of laws is not easy, as the division of early forestry into a series of different disciplines prevents the synthesis of new knowledge about the forest. Analysis of the history of new laws shows the need for new theoretical generalizations and building a new paradigm of forestry. It should use new approaches to the study of forest ecosystems, in which the interaction of trees includes not only and not so much competition for food resources as the cooperation of trees, as well as the division between the trees of ecological niches of food in time and space. This approach is quite consistent with the latest ideas about the evolution of biota as a whole, where Darwinism with its «struggle for existence» will no longer dominate as the only theory, and the relationship of trees in the forest stand will also be considered from the standpoint of their cooperation.

Keywords: forest stand, development, laws, structure, competition, cooperation

Попытки обнаружить в древостоях действие всеобщих законов природы появились с началом применения статистических методов в лесоведении еще в начале XX в. Известный лесовод профессор Н.В. Третьяков [1] обнаружил в распределении диаметров деревьев их соответствие распределению случайных величин по закону Лапласа – Гаусса, в котором проявляет себя также и всеобщий закон «Золотого сечения» [2]. Это послужило тогда для Н.В. Третьякова основанием для введения «Закона единства строения древостоев». Но далее исследователи-таксаторы начали проверять этот закон на разных породах и обнаружили нарушение «единства строения», которое проявлялось в асимметрии распределения диаметров в молодняках, а также в среднем возрасте насаждений. То есть обнаруженный «закон» оказался частной закономерностью [3, 4].

Неудача с выдвижением этого закона послужила сильным отрезвляющим моментом, и далее лесоводы очень осторожно стали относиться к введению новых законов, предпочитая и даже *рекомендуя* называть их «закономерностями». Именно по этой причине обнаруженный в 1979 г. закон развития одноярусных древостоев Г.С. Разина [5] был допущен к публикации в журнале «Лесоведение» с условием, что закон будет назван как «основная закономерность», о чем автору сообщал сам Г.С. Разин, с которым ему пришлось работать. Такое название обнаруженного явления сразу понизило его значение и статус до заурядного явления и на 30 лет задержало признание этого закона. И споры о том, закон ли это, продолжались вплоть до 2015 г. и закончились только с выходом нашей монографии «Развитие древостоев. Модели, законы, гипотезы» [4].

В конце XX в. получила развитие экология, в отличие от российских ученых, зарубежные ученые-экологи не стеснялись называть открытые ими важные закономерности законами. К 1990 г. законов и правил в экологии насчитывалось уже около 20 [6]. Лесоводство же по-прежнему остерегалось «лесные» закономерности называть законами, а экологи не вмешивались в развитие лесных наук. Тем не менее к настоящему времени в лесоведении известны уже три специфических закона; есть и еще два, также претендующие на этот статус.

Цель исследования: кратко рассмотреть обоснование пяти специфических законов, действие которых обнаружено в развивающихся лесных насаждениях, используя опубликованные работы.

Результаты исследования и их обсуждение

Для анализа использованы результаты исследований в основном российских ученых-лесоводов за последние 100 лет, детальный обзор которых ранее мы уже проводили [4]. Поэтому ограничимся только наиболее важными работами.

Первым законом был «*Закон естественного изреживания древостоев».* Впервые как закон его сформулировал известный лесовод Г.Ф. Морозов еще в 1920-е гг. [7, 8]. В соответствии с ним древостой развивается из молодняка в спелый древостой с естественным сокращением числа деревьев. Различия в начальной густоте возникающего древостоя бывают просто огромны – от нескольких сотен и до десятков тысяч деревьев на 1 га. К спелости, однако, их остается не более 500–700 шт/га. Тысячи деревьев погибают. Это был первый закон, который принимали во внимание лесоводы и на котором было основано, по сути, все классическое лесоводство. Он был настолько очевиден, что о нем даже не упоминали в учебниках и инструкциях, а сразу переходили к его использованию, разделяя деревья на лучшие, вспомогательные и нежелательные [9]. Он находит подтверждение на множестве примеров и не нуждается в специальном доказательстве. Его действие отражают все таблицы хода роста основных лесообразующих пород.

Вторым законом оказался «*Закон морфогенеза одноярусных древостоев Г.С. Разина*», который вначале был сформулирован как «основная закономерность морфогенеза простых одноярусных древостоев» [5], и только спустя 30 лет он был отнесен к рангу закона [4]. Согласно ему древостой лишь один раз за свою жизнь достигает предельных состояний развития по целому ряду показателей (сомкнутости крон, сомкнутости полога, сумме площадей сечений стволов, текущему приросту и запасам древесины), после чего снижает их тем раньше и сильнее, чем выше была его начальная густота. Параметры густоты были определены от 0,7–1,0 до 170 тыс. шт/га. В соответствии с ним развитие древостоя четко делится на два периода: прогресс и регресс. В период прогресса текущий прирост увеличивается, в период регресса он падает. Для них нужен совершенно разный тип управления древостоем – активный на стадии прогресса и пассивный – на стадии регресса. Активное воздействие включает в себя интенсивную регуляцию густоты рубками, пассивное – удаление только отмирающих деревьев. При этом критический период в развитии густых древостоев может наступить даже в 15 лет.

Третьим законом был «*Ранговый закон роста деревьев в молодняках Е.Л. Маслакова»* [10]. В соответствии с ним начиная с возраста 8–10 лет деревья растут, просто увеличивая свои размеры, оставаясь в основном либо крупными, либо мелкими; средние растения меняют свои ранги как вверх, так и вниз. Так, в посадках сосны «…между площадями сечения деревьев в 10 и 40 лет корреляционное отношение имеет значение 0,88, а в 15 и 40 лет эта связь оказывается почти функциональной» [10, с. 97]. Мы показали [4], что этот закон усиливается в культурах с меньшей густотой, где будущие деревья-лидеры диагностируются уже в 4–5 лет и вероятность их выявления составляет 68 % для сосны и 64 % для ели, а в 7–10 лет эти вероятности возрастают до 74–76 %. Ослабление этого закона происходит в более густых культурах и выражается в том, что самые мелкие растения начинают формировать во много раз больше крупных стволов, чем в культурах с малой начальной густотой. Так, при сокращении расстояния между растениями в ряду от 0,69 м до 0,55 м частота формирования деревьев-лидеров из мелких стволиков возрастала от 4 до 26 %, т.е. в 6 раз.

Заметим, что возрастание в несколько раз указанных частот для мелких деревьев сосны в ее густых молодняках обнаружил еще в 1930-е гг. Г.Р. Эйтинген [11], который использовал это явление для обоснования технологии интенсивных рубок ухода за лесом верховым способом.

Четвертым законом можно считать *«Закон гомеостаза частот деревьев правых и левых форм А.М. Голикова*», по которому их частоты стремятся к соотношению 50:50, либо 62:38 и других соотношений нет, т.е. колебания их частот происходят строго

в пределах золотого сечения. В работах указанного автора [12, 13] было выяснено, что популяции сосны обыкновенной и ели европейской оказались двойственны и представлены популяциями-изомерами – правыми и левыми формами по филлотаксису хвои. В любых ценопопуляциях этих видов, начиная от сеянцев в питомнике и заканчивая спелыми насаждениями, соотношение частот этих форм не выходит за пределы соотношения 0.62:0.38, а в оптимальных условиях стремится к соотношению 0.50:0.50. Такая частота обеспечивает гомеостаз популяции при изменении условий в пользу правых или в пользу левых форм, имеющих противоположные адаптивные предпочтения к влажности, свету и конкуренции. Формы эти генетически различны, и ДНК-анализ показал их достоверные отличия по наблюдаемой гетерозиготности. В зависимости от густоты древостоя в разном возрасте, а также влажности условий в лидеры выходят деревья в основном либо правых, либо левых форм, что обеспечивает гомеостаз популяции, позволяя ей многовариантно реагировать на изменение условий внутри фитоценоза во времени, сохраняя общую высокую численность особей. Причем приоритетно влияние на частоту этих форм именно текущей густоты (плотности) ценопопуляции. Это приводит к тому, что правые формы начинают численно преобладать в условиях высокой густоты даже в несвойственных для них сухих типах леса.

На основе этого четвертого закона, с учетом действия трех предыдущих законов, была обоснована *теория выращивания культур сосны на сухих почвах* [4]. В соответствии с ней к 8–10 годам деревья-лидеры формируются в основном из левых форм, которые предпочитают сухие условия и плохо переносят загущение. Затем кроны деревьев смыкаются, что вызывает депрессию их роста и выход далее в лидеры уже правых форм, толерантных к конкуренции. Если культуры в этом возрасте разредить и держать деревья в условиях более свободного стояния, то левые формы сохранят своих лидеров и ход роста культур будет самым продуктивным. Решающим этапом развития культур является период после смыкания крон примерно в 15–20 лет. Если разреживания культур сделать позднее этого возраста, например в 20–40 лет, ожидая «дифференциации» деревьев, как это принято в лесоводстве, то это приведет к доминированию уже правых форм, лидирующих по росту в условиях высокой густоты, но растущих в сухих условиях хуже левых. Левые формы после этого останутся в меньшинстве и древостой резко снизит свою продуктивность, формируя малообъемные и тонкомерные стволы из правых форм. Как видим, этот закон объясняет многие события, которые происходят в самый ответственный период развития древостоев в молодости, после чего линии динамики их таксационных показателей меняются практически необратимо [4].

Пятым законом можно считать *«Закон неравномерного размещения деревьев в древостоях»:* во взрослых древостоях деревья всегда размещаются неравномерно, несмотря на то, что их могли высаживать равномерно или стремились к этому рубками».

Краткий обзор работ в этом направлении [14] с анализом структуры древостоев показал, что множество авторов давно отмечали неравномерное расположение деревьев в самых разных условиях, включая зону лесостепи [15] и насаждения в зоне тайги [16]. Было выяснено, что деревья-лидеры с самого раннего возраста размещаются нерегулярно и сохраняют неравномерность до возраста спелости [17]. При этом даже в возрасте 184 лет у сосны в условиях 1 класса бонитета с полнотой, близкой к 1.0, в биогруппах продолжают оставаться 40% деревьев [18]. Становится очевидным, что биогруппы, как отражение неравномерности структуры – неотъемлемая часть и атрибутивное свойство древостоев вообще. Однако по канонам лесоводства их необходимо разреживать. Эта рекомендация, похожая на требование, появилась из тезиса, который казался бесспорным: так как деревья конкурируют за свет и элементы питания, то чем они ближе, тем конкуренция сильнее; поэтому для ее снижения деревья надо «отдалить» друг от друга. И тезис этот вроде бы подтверждали лесные культуры, которые росли более интенсивно в молодом и среднем возрасте; однако к спелому возрасту, если их густоту не регулировали рубками, то их продуктивность, например, в более сухих условиях понижалась [4] и в них точно также образовывались неравномерности в расположении деревьев [16, 19].

В последнее время появилось увлечение моделями с включением до 20 физических, биологических и таксационных показателей и параметров [20], а также возник интерес к динамике лесных прогалин (концепция «gap-динамики»). Причем «gap-динамика» претендует даже на основную теорию, описывающую естественное развитие ненарушенных лесов [21–23]. Здесь изучают крупные структуры древостоя в масштабе больших и средних прогалин, их зарастание подростом, формирование и распад куртин в разновозрастных и многоярусных насаждениях [24, 25]. При этом исходные

насаждения берут в статике, а далее из них конструируют их состояния в возрастной динамике; при этом термин «развитие» не используют [26]. На наш взгляд, в этом случае повторяются те же ошибки, которые были допущены при разработке таблиц хода роста в прошлом веке, когда процесс *развития* насаждений и его законы от нас ускользали. Разбору истории этих ошибок мы посвятили специальную монографию [4].

Заметим, что увлечение физическими моделями структуры насаждений [20, 21] уводит наши усилия в сторону подбора формальных связей, и поэтому никак не удается найти глубинные причины образования неравномерностей в расположении деревьев; почему-то «главной силой» в моделях считают в большинстве случаев световую конкуренцию [20, 25, 26]. Но если она – главная, то деревья-лидеры с возрастом тотально подавили бы своих соседей и остались бы поодиночке. Но этого не происходит. Значит, световой фактор важен, но главный все-таки не он, и кроме него действуют иные, не менее сильные факторы. К ним можно отнести частоту правых и левых форм [12], геоактивные зоны [27, 28], кооперацию корневых систем [29, 30], разделение экологической ниши между соседствующими деревьями [31, 32] и некоторые другие малоизученные явления [33, 34], на долю которых предположительно может приходиться половина и даже более влияния на размер деревьев и на их отпад в насаждениях.

Поэтому следует просто признать за древостоем *право оставаться* неравномерным и считать это законом его развития.

В конце обсуждения известных и выдвигаемых законов для развивающихся древостоев отметим, что в лесоводстве давно предпринимались (и продолжают предприниматься) попытки регулировать их густоту, размещая деревья равномерно по площади. Для ответа на вопрос, как же деревья использовали доставшуюся им площадь питания, мы исследовали ненарушенную структуру 184-летнего древостоя сосны обыкновенной 1 класса бонитета на площади 2,2 га с полнотой 0,93 и запасом 630 м^3/га, о котором уже говорилось выше [18]. После нанесения на план 735 деревьев, исходя из средней площади питания дерева, было рассчитано среднее расстояние между деревьями, равное 547 см. Это расстояние использовали как единицу измерения силы взаимодействия между деревьями и выстраивали цепочки связей между ними. Оказалось, что в биогруппах, с расстоянием между соседями 84–270 см (т.е. до ½ от среднего расстояния) средние диаметры в них и в древостое отличались недостоверно и не более чем на 1,0%. Даже в плотных биогруппах с расстоянием между соседями 84–150 см встречались наиболее крупные деревья, что входит в противоречие с известным отрицательным влиянием общей высокой густоты древостоя на размер деревьев.

Более того, анализ взаимоотношений деревьев в аспекте их кооперации показал, что диаметры соседствующих деревьев коррелировали в парах «крупное дерево с малым» (Дmax×Дmin) на уровне $r = 0{,}520 \pm 0{,}037$, что позволяет считать их взаимодействие не конкуренцией, а партнерством. Получается, что соседствующие деревья взаимодействуют с пользой друг для друга, что и приводит к согласованному увеличению или уменьшению их диаметров. Если же оценивать конкуренцию за свет и корневую конкуренцию через расстояние между деревьями, то по своей мощности партнерство оказывается в 10 раз сильнее, чем конкуренция, т.е. чем влияние расстояния между соседствующими деревьями на их средний диаметр, сила которого составляет лишь 4%, при влиянии на диаметры особей в соседствующих парах деревьев 2,2–2,8% [33].

Кроме того, если в парах этих соседствующих деревьев сосны взять соотношение Дmax/Дmin, то оно совпадает с «постоянной Хатчинсона», равной 1,3. Эта величина была введена для понимания того, что при таком ее значении конкуренция между симпатрическими видами минимальна, так как они по характеру питания занимали разные экологические ниши [32]. Деревья также можно рассматривать в концепции экологических ниш и считать их организмами, потребляющими ресурсы в разное время, о чем имеются убедительные данные по ели и пихте в девственных лесах Урала [31].

Все эти явления, рассматриваемые в комплексе, в конечном счете меняют наши представления о древостоях, где наряду с конкуренцией есть и кооперация. Приводимые здесь данные весьма необычны и указывают на совершенно иной (партнерский) тип взаимоотношений между деревьями в микроценозах, в отличие от тотального взаимодействия на уровне древостоя, где конкуренция проявляет себя уже отрицательно при повышении общей густоты всего сообщества деревьев.

Заключение

Таким образом, краткий анализ выдвижения и обоснования пяти законов развития древостоев указывает на необходимость новых теоретических обобщений и выстраивания новой парадигмы лесоведения. В ней

должны быть использованы новые подходы к изучению лесных экосистем, где взаимодействие деревьев включает в себя не только и не столько конкуренцию за ресурсы, сколько толерантность и партнерство, а также разделение между деревьями экологических ниш во времени и в пространстве. Данный подход вполне соответствует новейшим представлениям об эволюции биоты, где «борьба за существование» уже не будет доминировать как единственная теория и взаимоотношения деревьев будут рассмотрены также и с позиций их партнерства.

Список литературы

1. Третьяков Н.В. Закон единства в строении насаждений. М.–Л.: Новая деревня, 1927. 113 с.

2. Чернов Н.Н. Биотектоника – методологическая основа изучения форм в живой природе. Екатеринбург: УГЛТУ, 2013. 137 с.

3. Верхунов П.М., Черных В.Л. Таксация леса. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. 395 с.

4. Рогозин М.В., Разин Г.С. Развитие древостоев. Модели, законы, гипотезы: монография / Под ред. М.В. Рогозина. Пермь: ПГНИУ, 2015. 277 с.

5. Разин Г.С. Динамика сомкнутости одноярусных древостоев // Лесоведение. 1979. № 1. С. 23–25.

6. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: Журнал «Россия молодая», 1994. 367 с.

7. Морозов Г.Ф. Учение о лесе: монография. Издание 7-е. Под ред. В.Г. Нестерова. М.: Гослесбумиздат, 1949. 453 с.

8. Тихонов А.С. Лесоведение. Учебное пособие для студентов вузов, 2-е изд. Калуга: ГП «Облиздат», 2011. 330 с.

9. Правила ухода за лесами. М.: МПР РФ. Приказ № 626 от 22.11.2017. [Электронный ресурс]. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71743498/ (дата обращения: 15.08.2019).

10. Маслаков Е.Л. Формирование сосновых молодняков. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 168 с.

11. Эйтинген Г.Р. Рубки ухода за лесом в новом освещении. М., 1934. 224 с.

12. Голиков А.М. Эколого-диссимметричный и изоферментный анализ структуры модельных популяций сосны обыкновенной // Лесоведение. 2011. № 5. С. 46–51.

13. Голиков А.М. Эколого-диссимметрический подход в генетике и селекции видов хвойных. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 162 с.

14. Рогозин М.В. Площадь питания дерева: анализ методов // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. № 7. С. 34–37.

15. Усольцев В.А. Продукционные показатели и конкурентные отношения деревьев. Исследование зависимостей. Екатеринбург: УГЛТУ, 2013. 556 с.

16. Маслаков Е.Л. Генезис социальных структур сосны в фазе индивидуального роста // Таёжные леса на пороге XXI века. СПб.: СПбНИИЛХ, 1999. С. 42–51.

17. Мартынов А.Н. Динамика горизонтальной структуры древостоев ели // Труды С-ПбНИИЛХ. Вып. 21. СПб., 2010. С. 109–113.

18. Рогозин М.В. Биогруппы в старых насаждениях сосны // Вестник Пермского университета. Серия Биология. 2018-*а*. Вып. 2. С. 150–158.

19. Плантационное лесоводство / Под ред. И.В. Шутова. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. 366 с.

20. Грабарник П.Я., Секретенко О.П. Анализ горизонтальной структуры древостоев методами случайных точечных полей // Сибирский лесной журнал. 2015. № 3. С. 32–44.

21. 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.

22. Kuuluvainen T., Wallenius T.H., Kauhanen H., Aakala T., Mikkola K., Demidova N., Ogibin B. Episodic, patchy disturbances characterize an old-growth Picea abies dominated forest landscape in northeastern Europe. Forest Ecology and Management. 2014. Vol. 320. P. 96–103.

23. Omelko A., Ukhvatkina O., Zhmerenetsky A., Sibirina L., Petrenko T., Bobrovsky M. From young to adult trees: How spatial patterns of plants with different life strategies change during age development in an old-growth Korean pinebroadleaved forest. Forest Ecology and Management. 2018. Vol. 411. P. 46–66.

24. Кислов Д.Е., Прилуцкий А.Н., Брижатая А.А. Статистический анализ неоднородности горизонтальной структуры древостоев // Поволжский экологический журнал. 2015. № 3. С. 268–276.

25. Колобов А.Н. Моделирование пространственно-временной динамики древесных сообществ: индивидуально-ориентированный подход // Лесоведение. 2014. № 5. С. 72–82.

26. Кузьмичев В.В. Закономерности динамики древостоев. Новосибирск: Наука, 2013. 208 с.

27. Копылов И.С. Линеаментно-блоковое строение и геодинамические активные зоны среднего Урала // Вестник Пермского университета. Геология. 2011. № 3. С. 18–32.

28. Рогозин М.В. Лесные экосистемы и геобиологические сети: монография. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2016. 171 с.

29. Колтунова А.И. О формировании горизонтальной структуры и срастании корневых систем в древостоях сосны // Эко-потенциал. 2013. № 3–4. С. 136–142.

30. Демаков Ю.П. Структура и закономерности развития лесов республики Марий Эл. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический ун-т, 2018. 432 с.

31. Горячев В.М. Влияние пространственного размещения деревьев в сообществе на формирование годичного слоя древесины хвойных в южнотаежных лесах Урала // Экология. 1999. № 1. С. 9–19.

32. Рогозин М.В. Постоянная Хатчинсона и конкуренция в сосновом древостое // Научное обозрение. Биологические науки. 2019. № 1. С. 51–55.

33. Рогозин М.В. Рост сосны в зависимости от расстояний до соседних деревьев // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2018-*б*. № 3. С. 64–69.

34. Рогозин М. В., Копылов И.С., Красильников П.А. Биологический аспект геодинамических активных зон // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2017. № 17. С. 223–227.

35. Усольцев В.А., Часовских В.П., Акчурина Г.А., Осмирко А.А., Кох Е.В. Фитомасса деревьев в конкурентных условиях: исследование системных связей средствами информационных технологий. Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. 526 с.

СТАТЬЯ

УДК 631.4:631.6

ПРИЧИНЫ ЗАСОЛЕНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ НИЗОВЬЕВ АМУДАРЬИ

Рузметов М.И., Ахмедов А.У., Мырзамбетов А.Б., Турдалиев Ж.М.

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ташкент, e-mail: jamolbek1986@mail.ru

В статье обобщены результаты многолетних исследований, проведенных в низовьях Амударьи, рассмотрены вопросы засоления почв и грунтовых вод, а также особенности проявления вторичного засоления, закономерности их проявления в различных частях территории. Основными причинами низкого плодородия и неудовлетворительного эколого-мелиоративного состояния орошаемых почв является нехватка водных ресурсов и изменение в этой связи природных геохимических процессов. Сложные литолого-геоморфологические, гидрогеологические, почвенные и климатические условия низовьев Амударьи в сочетании с хозяйственной деятельности человека накладывали здесь существенный отпечаток на почвенный покров, характерный для этого региона. Пестрота засоления наблюдается как по профилю почвогрунтов, так и в пространстве, среди них можно выделить всевозможные варианты как по степени и типу засоления, так и по положению солевого горизонта. Коренное нарушение природной среды, вызванное длительным и бесконтрольными орошением, определило в орошаемой зоне низовьев Амударьи изменение природных условий и создало предпосылки для усиленного проявления вторичного засоления, а также опустынивания территории. Проанализированы реликтовое и современное соленокопление в почвах разного генезиса и давности орошения Хорезмской области, приведены данные орошаемого земельного фонда по засолению, даны рекомендации по регулированию водно-солевого режима и улучшению мелиоративного состояния орошаемых почв.

Ключевые слова: низовья Амударьи, Хорезмская область, орошаемые почвы, грунтовые воды, засоление, мелиорация, экология, вторичное засоление, соленакопление, плодородие, деградация, водные ресурсы, коллекторно-дренажная сеть, земельный фонд, дренаж, водно-солевой режим

CAUSES OF SATURATION AND MODERN SOIL-ECOLOGICAL CONDITION OF THE IRRIGATED LANDS OF THE LOWS OF AMUDARYA

Ruzmetov M.I., Akhmedov A.U., Myrzambetov A.B., Turdaliev Zh.M.

Research institute of soil science and agrochemistry, Tashkent, e-mail: jamolbek1986@mail.ru

The article summarizes the results of many years of research conducted in the lower reaches of the Amudarya, discussed n issues of salinization of soil and groundwater, as well as features of the manifestation of secondary salinization, patterns of their manifestation in different parts of the territory. The main reasons for the low fertility and the unsatisfactory ecological-meliorative state of irrigated soils are the lack of water resources and the change in this connection of natural geochemical processes. The complex lithological-geomorphological, hydrogeological, soil, and climatic conditions of the lower reaches of the Amudarya, combined with human economic activity, impose here a significant imprint on the soil cover characteristic of this region. The diversity of salinization is observed both in the profile of the soil grounds and in the range, among them various variants can be distinguished in both the degree and type of salinization, and in the position of the salt horizon. The radical disturbance of the natural environment caused by long-term and uncontrolled irrigation determined in the irrigated zone lower Amudarya changes in the natural conditions and created prerequisites for enhanced secondary salinization and desertification of the territory. The relic and modern salt making in soils of different genesis and prescription of irrigation in the Khorezm region are analyzed, the salinity of the irrigated land fund is given, and recommendations are given on the regulation of the water-salt regime and the improvement of the ameliorative state of the irrigated soils.

Keywords: the lower reaches of the Amu Darya, Khorezm region, irrigated soils, groundwater, salinization, melioration, ecology, secondary salinization, salt accumulation, fertility, and degradation, water resources of the collector-drainage set, land fund, drainage, and water-salt regime

Сельское хозяйство Узбекистана, несмотря на мощную техническую вооружённость, всё же зависит от общеэкологических условий, колебаний погоды, качества почв и оросительных вод, степени и глубины их изученности, уровня агрокультуры, правильности выбора приёмов управления и точности их исполнения в практике.

Важнейшими причинами низкого плодородия аридных почв и медленного, (почти застойного) прироста урожаев сельскохозяйственных культур являются: фактическое игнорирование в земледелии республики особенностей почвенного покрова различных природных зон и ландшафтов, недооценка большой пространственной разнородности почв и их динамики по годам, высокое положение уровня минерализованных вод в течение наиболее жаркого времени года, господство процессов испарения и транспирации подземных вод в условиях недостаточной дренированности террито-

рии, шаблонный подход к севооборотам, удобрениям, агротехнике, мелиорации, орошению и осушению почв, изъятие почв из земледелия, а также потеря почвами гумуса, растущее из года в год засоление, эрозии почв, пыльные бури, сильное переуплотнение и др.

Для получения высокой биопродукции в агросистемах необходимо осуществлять применительно к свойствам почв, рельефу, климату и возделываемым культурам системы мелиоративных, агрохимических, агротехнических и растениеводческих приёмов, обеспечивающих высокий урожай, сохранение почв и повышение почвенного плодородия. Важнейшее значение приобретают детальные знания почв, их свойств, отзывчивости на агрономические и мелиоративные приёмы, умение правильно использовать, сохранить и увеличить почвенное плодородие.

Коренное нарушение природной среды, вызванное длительным, бесконтрольным орошением, определило в орошаемой зоне изменение гидрогеологических, гидрологических, геохимических и почвенных процессов и создало предпосылки для усиленного проявления вторичного засоления, а также опустынивания территории. Большой забор воды на орошение резко сократил приток вод в Аральское море, вследствие чего понизился его уровень, увеличилась солёность [1, 2].

Орошение, являясь основным средством мелиорации засолённых почв и способом использования их в сельском хозяйстве, при современной несовершенной технике и ошибках, вызвало в почвах аридной зоны глубокие изменения отрицательного характера и особенно часто вторичное засоление, ухудшение качества земельного фонда и потерю почвами их плодородия.

Основной причиной возникновения проблемы экологической и мелиоративной неблагоприятной обстановки в аридной зоне является нехватка водных ресурсов. Напряжённость водохозяйственной обстановки в большом Центрально-Азиатском регионе, в том числе и в низовьях реки Амударьи, учитывая огромный ущерб, нанесённый водному хозяйству, природе по причине нехватки воды, в настоящее время создаёт необходимость разработать мероприятия по рациональному использованию и совершенствованию управления водными ресурсами по принципу интегрированного управления водными ресурсами [3, 4].

Цель исследования: изучение современного почвенно-мелиоративного и экологического состояния орошаемых почв аридной зоны в целом и низовьев Амударьи в частности с учетом природных условий и антропогенных факторов, выявить причины, закономерности формирования и географического распространения засоленных почв, оценить изменение динамики водно-солевого режима на орошаемых почвах Амударьинской дельты, установить региональные особенности соленакопления и вторичного засоления, интенсивность и направленность процессов засоления и рассоления почв территории. Полученные новые и достоверные данные по глубине залегания, минерализации и химическому составу грунтовых вод, по степени и типам засоления почв, содержанию и запасам воднорастворимых солей, анализ и обобщение материалов позволили оценить почвенно-мелиоративную обстановку территории в связи с высыханием Аральского моря.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования послужили орошаемые луговые и болотно-луговые пустынные аллювиальные почвы Ургенчского и Хивинского районов Хорезмской области, граничащие на севере с Кушкупырским и Янгибазарским, на юге – Янгиарыкским и Ханкинским районами, на западе и юго-западе с Кызылкумами (Туркменистан) на востоке с р. Амударьей.

Для решения постановленных задач, комплексной почвенно-мелиоративной экспедицией института проводились широкие натурные исследования, т.е. солевая съёмка почв масштаба 1:25000 на всей территории области, в том числе наименее изученных и слабо используемых пока в орошаемом земледелии новоосвоенных болотно-луговых и лугово-болотных почвы, Ургенчского и Хивинского районов. Всего на исследованной территории заложены 112 опорных (ключевых) и несколько десятков промежуточных почвенных разрезов, на которых по генетическим горизонтам отобраны на химические анализы 670 образцов почвогрунтов и 83 проб грунтовых вод.

В исследованиях использованы генетико-географические, профильно-геохимические, сравнительно-географические, натурно-полевые и химико-аналитические методы. Работы по полевому почвенному картированию выполнены на основе «Инструкции проведения почвенных исследований и составления почвенных карт» для ведения Государственного земельного кадастра. Взятие почвенных образцов и лабораторно-аналитические работы выполнены на основе методических руководств, таких как «Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований

в поливных хлопковых районах», методики Е.В. Аринушкиной «Руководство по химическому анализу почв», а также «Руководство к проведению химических и агрофизических анализов почв при мониторинге земель». Математически-статический анализ полученных данных выполнен дисперсионным методом Б.А. Доспехова.

Лабораторно-аналитические исследования включали 12 видов определений. В камеральный послеполевой период проводилась обработка полевых, картографических и лабораторных аналитических материалов. Составлена карта запасов воднорастворимых солей верхнего 0–1-метрового слоя почв районов.

Результаты исследования и их обсуждение

Аральское море начало высыхать со второй половины 1960-х гг., образовалась новая пустыня Аралкум, которая уже поглотила 2 млн га бывших пахотных земель, и ежегодно происходит деградация новых почв. Деградация окружающей природы вызывает растущую и вполне обоснованную тревогу учёных, деловых кругов и правительств многих стран, что показывает не только обеспокоенность мировой общественности фактически кризисным состоянием окружающей среды, но и желание направить свою деятельность на решение экологических задач на национальном, региональном и международном уровнях. В настоящее время можно утверждать, что орошение, особенно избыточные поливы (промывной режим) или поливы минерализованными водами в связи с нехваткой речных вод, приводили к развитию деградационных почвенных процессов и к снижению природного почвенного плодородия, а также к ухудшению экологических условий на землях, низовьев Амударьи.

По данным, полученным на основе анализа материалов космической съёмки [5, 6] около 60% площади орошаемых земель республики Узбекистан характеризуются неблагополучным и слабо удовлетворительным мелиоративным состоянием, главным показателем которого является широкое развитие засоления. Исследованиями В.А. Ковды [7], Е.И. Панковой, И.П. Айдарова и др. [5] установлено, что естественной причиной реликтового и современного накопления солей в почвах и водах Центральной Азии и в низовьях Амударьи в частности являются особенности климата, рельеф, геоморфология, геология горных формаций и сама история развития Туранской провинции.

В настоящее время до 40–60% орошаемых угодий в Центральной Азии занимают почвы, подверженные засолению и/или заболачиванию [8, 9]. Всемирный банк (2005) также подчёркивает, что свыше 69,4% сельскохозяйственных земель Центральной Азии подвержены засолению [10, 11]. Засоление почв существенно ограничивает производство сельскохозяйственных культур и, следовательно, оказывает негативное воздействие на продовольственную безопасность. Потери урожайности в засушливых районах из-за засолённости почвы достигают от 18–26% до 43% [3], что вызывает снижение средств существования населения и повышает его уязвимость к деградации земли и изменению климата. Ежегодные потери производительности в сельском хозяйстве оцениваются в 31 млн долл. США, а экономические потери из-за вывода земель по причине засоления почв, ухудшения инфраструктуры и недостатка воды для промывки почв, оценивается в 12 млн долл. США.

Засолённые почвы распространены почти во всех странах Евразийского региона. Сосредоточены эти земли преимущественно в Казахстане, России, Туркменистане, Узбекистане, Украине и Азербайджане. Орошаемые земли республики Узбекистан по большей своей части подвержены засолению. Это связано в первую очередь с аридностью климата, геологическим и гидрогеологическими, геоморфолого-литологическими и почвенными условиями территорий. Основные черты климата, формирующие режим и тенденции соленакопления в почвах и подстилающих отложениях – обилие тепла, дефицит влаги, продолжительность жаркого и сухого лета, короткая и относительно тёплая зима. Равнинная территория Узбекистана имеет в основном природно-засолённые и потенциально опасные для развития вторичного засоления почвы.

При почвенно-солевой съёмке, проведенной институтом почвоведения и агрохимии Узбекистана, выявлено, что существенной стороной земельного фонда орошаемых земель Хорезмской области является наличие значительных площадей в той или иной степени засолённых почв. Территория области характеризуется слабым и очень слабым естественным оттоком грунтовых вод, что создаёт предпосылки для развития вторичного засоления. В связи с этим все почвы подвержены к засолению, и только большие усилия и затраты способствуют здесь поддержанию мелиоративного благополучия этих земель. Одновременно с некоторым улучшением состояния орошаемых почв наблюдается тенденция к снижению их плодородия.

Почвы Хорезмской области представлены в основном луговыми (луговыми аллювиальными и луговыми сазовыми) почвами, различными по генезису, давности орошения, степени и характеру засоления. Почвы развиваются в условиях умеренного гидроморфного увлажнения со стороны грунтовых вод, залегающих в пределах 0,6–2,0 м от поверхности в вегетационный и 2,0–3,0 м не вегетационные периоды.

Повсеместная близость грунтовых вод и постоянная связь их с поверхностными горизонтами приводят, с одной стороны к некоторой переувлажнённости профиля, вытекающими из неё соответствующими негативными последствиями, и с другой, на фоне высоких температур и сухости воздуха при сравнительно высокой ветровой деятельности территории к широкому развитию солончакового процесса. Кроме того, разнокачественные промывки и высокие оросительные нормы, не дифференцированные в зависимости от литологического строения и механического состава почвогрунтов и различная интенсивность выноса солей к поверхности, приводят к пестроте почв по засолению.

Многократными исследованиями [12, 13] установлено, что пестрота засоления почв наблюдается как по профилю почвогрунтов, так и в пространстве, проявляясь чередованием незасолённых (промытых) и слабозасолённых почв со средними, сильными, а иногда очень сильно засолёнными. Среди изученных лугово-орошаемых почв Хорезмской области можно выделить всевозможные варианты как по степени и типу засоления, так и по положению солевого горизонта. Степень интенсивности соленакопления (солончакового процесса) в различных частях области проходит неодинаково, что обусловлено, с одной стороны, природными условиями, а с другой – характером использования земель, условиями орошения и искусственного дренирования территории. Приведённые в таблице данные орошаемого земельного фонда по засолению показывают, что из общей исследованной территории Хорезмской области ровной 217171,3 га, площади засолённых земель составляют 149606,6 гектаров или 68,9%, из них площади средней, сильной и очень сильной степени засоления почв занимает 74428,5 га, что составляет 34,3% от общих орошаемых и 49,7% от общих засолённых земель (таблица).

Наиболее высокое засоление отмечается в Янгибазарском и Ханкинском районах составляющее до 99,5–99,91%, а Хазараспском, Ургенчском, Кушкупырском и Шватском районах от 66,11 до 75,49% от общей площади засолённых земель (таблица).

Заключение

Сложившаяся мелиоративная и экологическая ситуация, степень интенсивности солончакового процесса требует для каждого конкретного хозяйства (условий) находить оптимальное решение, заключающееся в изменении их водно-солевого режима и баланса ГВ с накопительно-испарительного на проточный тип водного режима.

Достичь это можно на основе систематического глубокого дренажа (3,0–3,5 м); перевода ныне существующих низкоэффективных КДС на более совершенные типы с улучшенными качествами работы и эксплуатации, чтобы объём дренажного стока составил не менее 50% от водоподачи.

Земельный фонд Хорезмской области по засолению

№ п/п	Название районов	Орошаемые площади, га	Засолённые земли		Средне, сильно и очень сильно засолённые земли		
					от общей орошаемой площади		от общей засолённых площадей
			га	%	га	%	%
1	Багат	17717,0	10332,3	58,32	4031,1	22,75	39,01
2	Гурлен	26051,7	14624,9	56,14	5606,4	21,52	38,33
3	Кушкупыр	25215,0	18125,3	71,88	10813,4	42,88	59,66
4	Хива	14735,0	6517,2	44,23	2026,8	13,76	31,10
5	Янгиарык	14293,0	6554,8	45,86	1910,2	13,36	29,14
6	Шават	24055,9	18159,0	75,49	8718,7	36,24	48,01
7	Хазарасп	27516,0	16540,6	60,11	4961,1	18,03	29,99
8	Ургенч	23776,0	15136,2	63,66	6953,5	29,25	45,94
9	Янгибазар	20476,9	20302,5	99,15	14033,8	68,53	69,12
10	Ханка	23334,8	23312,8	99,91	15341,8	65,87	65,94
Всего:		217171,3	149606,6	68,80	74428,5	34,30	49,70

Одним из кардинальных способов рассоления и улучшения мелиоративного состояния засоленных почв является качественная промывка, норма которой должна дифференцироваться в зависимости от степени засоления и водно-физических свойств почв до 10–12 м^3/га и более. Промывку следует проводить на фоне постоянного глубокого дренажа и капитальной планировки с удержанием УГВ ниже критической глубины (2,5–3,0 м) в сезонном и годичном разрезах (циклах), т.е. по типу водного режима мелиорируемые орошаемые почвы должны остаться полугидроморфными.

На первом этапе промывки почвогрунты должны опресняться до 0,03–0,04% по хлору – иону по возможности до ГВ, а дальнейшее рассоление почв и ГВ до предела допустимого содержания (0,01% по хлору) достигается в эксплуатационный период эффективной работой КДС.

Список литературы

1. Хюфлер Ф., Новицкий З. Зеленый щит осушенного дна Арала. Т.: GTZ, 2010. 76 с.

2. Толепова Ш., Курбанбаев Е.К., Форкуца И., Палуашова Г., Широкова Ю.И. Особенности водного и солевого режима орошаемых полей в низовьях р. Амударьи // Материалы Республики научно-практической конференции. «Вопросы совершенствования эффективного использования водных ресурсов, а также улучшения мелиорации и экологии и окружающей среды. Ташкент: НИИИВП при ТИИМ, 2012. С. 216–224.

3. Курбанбаев Е., Артыков О., Курбанбаев С. Интегрированное управление водными ресурсами в дельте реки Амударьи. Ташкент: Global water partnership Central Asia and Caucasus, 2010. 57 с.

4. Кузиев Р.К. Сектименко В.Е. Почвы Узбекистана. Т.: Extremum Press, 2009. 351 с.

5. Панкова Е.И., Айдаров И.П., Яминова И.А. Природное и антропогенное засоление почв бассейна Аральского моря. М.: Почвенный институт имени В.В. Докучаева, 1996. 187 с.

6. Чембарисов Э.И., Лесник Т.Ю., Насрулин А.Б., Ходжимуратова Р.Т. Экологические аспекты генезиса качества поверхностных вод бассейна р. Амударьи и их влияние на мелиоративное состояние агроландшафтов // Доклад II Международной научно-практической конференции (24 июня). Тараз: 2016. С. 17–22.

7. Ковда В.А. Почвы аридной зоны. М.: Наука 1968. С. 5–30.

8. Qadir M., Noble A.D., Qureshi A.S., Gupta R., Yuldashev T., Karimov A. Salt-induced land and water degradation in the Aral Sea basin: A challenge to sustainable agriculture in Central Asia. Natural Resources Forum. 2009. vol. 33. P. 134–149.

9. Трешкин С.Е., Кузьмина Ж.В. Динамика засоления солончаков Приаралья под влиянием климата // Плодородие. 2009. № 5. С. 55–61.

10. Национальная Рамочная Программа Республики Узбекистан. Т., 2009. 148 с.

11. Чембарисов Э.И., Насрулин АБ., Лесник Т.Ю., Чембарисов Т.Э. Минерализация и химический состав речных вод бассейна Амударьи // Международный научно практический журнал «Проблемы освоения пустынь». 2013. № 3–4. С. 54–58.

12. Ахмедов А.У., Рузметов М.И. Мелиоративное состояние почв // Почвы Хорезмской области. Т.: Фан, 2003.С. 107–117.

13. Рузметов М.И., Ахмедов А.У. Лугово-оазисные почвы низовьев Амударьи // Почва, климат, удобрение и урожай. Материалы Республиканской Научно-практической конференции посвящённая 100-летию Национального университета Узбекистана им. М. Улугбека. Т.: НУУз, 2018. С. 185–190.

СТАТЬЯ

УДК 631.4

ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕМНЫХ СЕРОЗЕМОВ ЧАТКАЛЬСКОГО ХРЕБТА

Юлдашев Г.Ю., Хайдаров М.М.

Ферганский государственный университет, Фергана, e-mail: gylam48@mail.ru

Предметом исследования являются целинные, орошаемые темные сероземы и их свойства. В работе обсуждается, что почвообразующие породы, на которых сформированы темные сероземы, представлены каменистыми пролювиальными и делювиальными отложениями. Целинные темные сероземы ярко выделяются дерновыми горизонтами, которые имеют мощность 7–10 см. В целинных сероземах на глубине 17–73 см. выделяется карбонатно-иллювиальный горизонт. В этом горизонте наблюдаются капролиты, журавчики, плесень карбонатов. Характерной особенностью темных сероземов является повышенная гумусированность дернового горизонта порядка до 4% и резкое его снижение в нижележащих горизонтах. Темные сероземы формируются в условиях дефицита влажности, что создает отдельный ход и направление почвообразовательного процесса. Орошение приводит к снижению содержания гумуса, азота, увеличению валового фосфора за счет внесения фосфорных удобрений в порядке 150–175 кг/га. Изменение содержание гумуса, карбонатов влияет на состав и суммы поглощенных оснований. В целинных почвах содержание поглощенного кальция варьирует в пределах 81,6–86,9% от суммы. В орошаемых почвах этот же показатель находится в интервале 69,6–82,3%. Эти изменения произошли практически за счет поглощенного магния, доля которого в орошаемых почвах по сравнению с целинными возрастает в 1,6–2,9 раза. В целом снижение содержания гумуса, поглощенного кальция и рост магния в орошаемых почвах приводит к снижению потенциального плодородия темных сероземов.

Ключевые слова: темные сероземы, морфологические, поглощенные основания, кальций, магний, гумус, карбонаты, валовые

CHANGES IN THE MORPHOLOGICAL AND AGROCHEMICAL PROPERTIES OF THE DARK SEROZEMS OF THE CHATKAL RIDGE

Yuldashev G.Yu., Khaydarov M.M.

Ferghana State University, Fergana, e-mail: gylam48@mail.ru

The subject of the study is virgin, irrigated dark serozem their properties. The paper shows that the soil-forming rocks, on which dark sierozems are formed, are represented by stony proluvial and deluvial sediments. The virgin dark serozems are clearly distinguished by the soddy horizons, which have a thickness of 7-10 cm. In the virgin serozem at a depth of 17-73 cm, the carbonate-illuvial horizon is distinguished. In this horizon, caprolites, lime nodules, mold of carbonates are observed. A characteristic feature of dark serozem is the increased humus content of the sod horizon of the order of 4% and its sharp decrease in the underlying horizons. Dark gray soils are formed in conditions of moisture deficiency, which creates a separate course and direction of the soil-forming process. Irrigation leads to a decrease in the content of humus, nitrogen, an increase in the total phosphorus due to the introduction of phosphate fertilizers in the order of 150-175 kg / ha. Changes in the content of humus, carbonates affect the composition and amount of absorbed bases. In virgin soils, the content of absorbed calcium varies within 81.6-86.9% of the amount. In irrigated soils, the same indicator is in the range of 69.6-82.3%. These changes occurred almost due to absorbed magnesium, whose share in irrigated soils compared to virgin soils increases about 1.6-2.9 times. In general, a decrease in the content of humus, absorbed calcium and the growth of magnesium in irrigated soils leads to a decrease in the potential fertility of dark serozems.

Keywords: dark serozem, morphological, absorbed bases, calcium, magnesium, humus, carbonates, gross

Почвенно-географическими и ландшафтно-геохимическими, агрохимическими исследованиями во внутреннем Тянь-Шане [1] установлена особенность почвенного покрова региона: морфологическая двучленность верхних отложений, где происходят почвообразовательные процессы, формируются дерновый горизонт Ад, а также АВ, из пылеватого и среднего суглинка, где почти отсутствует песчаная фракция или ее совсем много в нижних B_2, ВС горизонтах, которые представлены средними или легкими пылеватыми песчаными суглинками с включениями обломочного материала.

Подстилающая порода состоит из грубообломочных, щебнисто-каменистых пород и галечниковых отложений. В отдельных массивах имеют распространение почвы с лессовыми и лессовидными материнскими породами.

Чаткальские горные сооружения и новейшие поднятия вовлекают аккумулятивные подгорные равнины, формируют полосы предгорий, так называемых адыров с темными, типичными и светлыми сероземами, сложенными на лессовых и каменисто-галечниковых отложениях.

Низкое содержание гумуса, органического углерода и довольно высокое содер-

жание карбонатов – наиболее характерные черты автоморфного почвообразовательного процесса в этом регионе.

В таких термодинамических условиях почти все природные углеродистые соединения относительно устойчивые [2].

В соответствии с указанными изменяются и биохимические процессы, а также происходит миграция микро- и макроэлементов, как в почвенном покрове, так и почвообразующих породах. Все приведенное выше подтверждает необходимость дальнейшего изучения роли процессов педолитогенеза в отношении питательных веществ, углерода гумуса в целинных и орошаемых темных сероземах юга Чаткальского хребта.

Цель исследования: комплексный системный подход к разработке морфологических, агрохимических критериев как целинных, так и орошаемых темных сероземов.

Объект исследования: темные сероземы целинные, орошаемые низкогорий – адиры, расположенных на южных склонах Чаткальского хребта, на территории Узбекистана.

Методы исследования: полевые почвенные исследования проведены на основе морфогенетического метода В.В. Докучаева.

Анализы образцов выполнены по общепринятым методикам Е.В. Аринушкиной «Руководство по химическому анализу почв».

Определение группового фракционного состава гумуса по схеме И.В. Тюрина, в модификации В.В. Понамаревой и Т.А. Плотниковой.

Статистическая обработка материалов осуществлялась методом В.П. Самсонова, Ю.Л. Мешалкина, С.Е. Дядькина – «Практикум на компьютере по курсу Математическая статистика».

Результаты исследования и их обсуждение

Территория исследования в основном покрыта лессовыми и лессовидными чехлами, где по мере увеличения местности над уровнем моря мощность лессовых отложений уменьшается, кроме того широкое распространение имеют пролювиальные, делювиально-пролювиальные отложения, которые приурочены к горным склонам и впадинам выше названного региона.

Распространение растительности на Чаткальском предгорье в соответствии с климатическими условиями характеризуется глубоко укореняющимися травянистыми растениями и обусловливает накопление биомассы, которая составляет основы гумуса и других питательных веществ.

Условия произрастания растений на южных склонах Чаткальского хребта, как факт аккумуляции биомассы для гумификации, с одной стороны, и условия минерализации органических остатков и закрепления гумуса, с другой стороны.

В свою очередь гумус резко повышает устойчивость сероземов к эрозии, химическому загрязнению не только почв, а также экосистем [3].

Темные сероземы занимают самую верхнюю часть сероземного пояса [4] и составляют 2,7% земельного фонда Узбекистана [5]. Почвообразующие породы, на которых сформированы темные сероземы, представлены каменистыми пролювиальными и делювиальными отложениями из осадочных и магматических пород.

Темные сероземы формируются в более увлажненных условиях, годовая сумма осадков составляет 400–500 мм.

Растительный покров представлен крупнозлаковой полусаванной с недостаточно развитыми ее основными видами. В таких условиях сформированы следующие морфологические признаки темных сероземов:

Ад – дернина, слабоплотная, сухая, выражена зернистая структура, мощность 5–7 см.

A_1 – гумусо-аккумулятивный горизонт с темно-серой окраской, среднесуглинистый, сухой, мощность составляет 7–17 см.

AB_1 – природно-серый цвет с коричневыми оттенками, слабо заметными белесоватыми пятнами от карбонатов, слабовлажный, среднесуглинистый, мощность 17–43 см.

$B_к$ – серовато-палевый, иллювиально-карбонатный горизонт, среднесуглинистый, наблюдаются капролиты, журавчики, выделяется псевдомицелия.

С – каменистые пролювиально-делювиальные отложения, материнские породы. В темных сероземах обнаруживается относительно отчетливая дифференциация генетических горизонтов, которые обусловлены более интенсивным течением процессов почвообразования, характерных для почв сероземного пояса. Морфологические признаки темных сероземов отражаются на их агрохимических свойствах. Так содержание гумуса в дерновом горизонте (0–7 см) разреза 1х составляет 4,01% в поддерновом 2,88% далее вниз по профилю наблюдается резкое снижение содержания гумуса, который на глубине почвообразующих пород составляет 0,35% (табл. 1). В профиле темных сероземов содержание азота колеблется в очень широких пределах, где его содержится 0,03–0,33%.

Азот и фосфор относятся к элементам, проявляющим переменную валентность, которые при переходе от одного состояния к другому, т.е., от неподвижного к подвижному, часто меняют свою валентность. Эти

их особенности обусловливают высокую химическую активность, в результате образуют различные соединения в почвах. Резервы азота для питания сельскохозяйственных культур и других растений представлены в основном соединениями органической природы.

Фосфор – типичный и важнейший биоэлемент, подвижность которого связана с деятельностью почвенных микроорганизмов [6].

В почвах значительно более однообразен как элемент по сравнению с азотом, хотя почвенные соединения фосфора многочисленны. Кларк фосфора в литосфере 0,08 %, тогда как Кларк азота составляет 0,01 %. В почвах соответственно 0,08–0,1 % [2]. В профиле исследованных нами целинных сероземов содержание валового фосфора колеблется в интервале 0,161–0,210 %, а калия 2,05–2,45 %. По подвижным формам указанные почвы относятся к группе средне- и высоко обеспеченных. В отношении распределения карбонатов по профилю темных сероземов можно сказать, что здесь наблюдается несколько большая выщелоченность карбонатных солей из гумусо-аккумулятивного горизонта. Надо отметить, что встречаются разновидности темных сероземов, в которых дерновый горизонт полностью выщелочен от карбонатов кальция и магния. В целом педогенные карбонаты в зависимости от водного режима сероземов и других почвенных, антропогенных факторов аккумулируются на месте образования и частично перераспределяются внутри профиля почв или выщелачиваются за ее пределы с почвенно-поверхностно-грунтовым стоком.

Среда (pH) водной вытяжки темных сероземов в основном слабощелочной.

Темные сероземы, целинные формируются в условиях дефицита влажности, что создает отдельный ход и направление почвообразовательного процесса. В последние годы сплошное, экстенсивное введение целинных почв, в том числе сероземов, привело к существенным изменением в отношении их эволюции.

В процессе орошения наблюдается подъем уровня грунтовых вод, который приводит к резким гидрогеологическим изменениям в этой части. В результате подъема грунтовых вод автоморфные почвы могут переходить к гидроморфным. Такое положение наблюдается даже в зоне сероземов.

В результате этого происходит засоление почв, где могут превалировать токсичные соли, которые влияют практически на многие свойства почв. Искусственное орошение темных сероземов, довольно большими оросительными нормами, коренным образом меняет водный и воздушный режим, тем самым приводит к существенным изменениям физико-химических и других свойств сероземов.

Аналогичное изменение, трансформация происходит в гумусе и других компонентах выщелоченных черноземов [7]. В практике земледелия известно влияние гумуса на структуры почвы и ее физические свойства, на что обращает внимание А.Н. Небольсин [8] в своей работе об агрономической роли гумуса в кислых почвах.

При наличия агрономически ценной структуры в почве создаются благоприятные условия для роста и развития растений. Количество и качество агрономической ценной структуры зависит от содержания гумуса.

Орошение вызывает существенные изменения и в органическом веществе почв. В первое время особенно в новоорошаемых сероземах уменьшается количество гумуса, валового азота (табл. 1).

Таблица 1

Агрохимическая характеристика темных сероземов (n-8)

№ разр.	Глубина, см	Гумус, %	Валовые, %			Подвижные, мг/кг		Карбонаты, %		
			N	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O	CO_2	$CaCO_3$	$MgCO_3$
Целинные										
1х	0–7	4,01	0,33	0,220	2,45	36,8	404	3,81	1,71	0,78
	7–17	2,88	0,31	0,210	2,35	21,2	401	5,21	1,31	0,68
	17–43	1,58	0,14	0,170	2,10	10,1	390	9,21	5,61	2,01
	43–73	0,71	0,06	0,170	2,10	–	285	9,28	5,70	2,03
	73–101	0,35	0,03	0,161	2,05	–	220	10,15	6,10	2,05
Орошаемые										
3х	0–30	2,10	0,24	0,230	2,35	46,6	355	2,80	1,35	0,98
	30–42	1,08	0,11	0,231	2,10	32,1	340	3,33	1,75	0,97
	42–70	0,96	0,08	0,220	2,0	20,0	201	7,31	3,11	1,02
	70–100	0,61	0,061	0,180	2,10	–	200	8,45	3,18	1,30
	100–135	0,31	0,026	0,180	2,10	–	250	10,15	6,20	2,10

Наблюдается рост количества валового фосфора, который вносится под хлопчатник и других сельскохозяйственных культур в порядке 150–175 кг/га. Кроме того, эффективность фосфорных удобрении низкая.

Содержание валового калия в верхних горизонтах уменьшается, а в нижележащих практически не меняется. В пахотном горизонте наблюдается небольшой рост подвижных форм фосфора.

В первое время орошение в новоорошаемых почвах наблюдается не большие изменения в свойстве карбонатов в сторону их уменьшение, особенно в верхних горизонтах почв, что связано с частичным выносом в нижележащие горизонты.

Изменение содержание гумуса, карбонатов влияют на состав и суммы поглощенных оснований (табл. 2).

Главная и основная роль в сумме поглощенных оснований принадлежит кальцию, как в целинных, так и в орошаемых темных сероземов. Так в целинных почвах содержание поглощенного кальция варьирует в пределах 81,61–86,95 % от суммы поглощенных оснований, тогда когда этот показатель в орошаемых почвах колеблется в интервале 69,63–82,28 % от суммы катионов.

Аналогичные изменения произошли с поглощенным магнием, но менее напряженно. Надо отметить, что содержание поглощенного магния в орошаемых почвах в 1,6–2,9 раза выше, (рис. 1, 2) чем в целинных почвах.

При этом существенно меняется соотношение поглощенного кальция и магния в почвах.

Так в целинных почвах соотношение Ca:Mg в профиле почв варьирует в пределах 5,8–13,2 (рис. 1) в пользу поглощенного кальция.

Эти изменения закономерны и обусловлены типом почвообразования, содержанием гумуса, водным режимом почв и хозяйственной деятельностью человека.

Таблица 2

Состав поглощенных оснований

№ разр.	Глубина, см	мг-экв/100 г почвы				Сумма	% от суммы			
		Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na
Темные сероземы, целинные										
1x	0–7	13,33	1,01	0,85	0,14	15,33	86,95	6,60	5,50	0,91
	7–17	10,41	0,81	0,91	0,10	12,23	85,12	6,62	7,44	0,80
	17–43	8,35	0,68	0,77	0,10	9,90	84,34	6,87	7,78	1,01
	43–73	8,10	1,01	0,81	0,08	10,0	81,00	10,10	8,10	0,80
	73–101	7,41	1,27	0,31	0,09	9,08	81,61	13,98	3,41	1,21
Темные сероземы, орошаемые										
3x	0–30	6,85	1,68	0,82	0,16	9,56	71,65	17,57	9,10	1,67
	30–42	8,75	1,58	0,67	0,15	9,19	73,45	17,19	7,29	1,63
	42–70	6,50	1,60	0,58	0,22	7,90	82,28	20,25	7,34	2,78
	70–100	6,10	2,01	0,45	0,18	8,74	69,79	22,99	5,15	2,10
	100–135	6,10	2,03	0,43	0,20	8,76	69,63	23,17	4,91	2,28

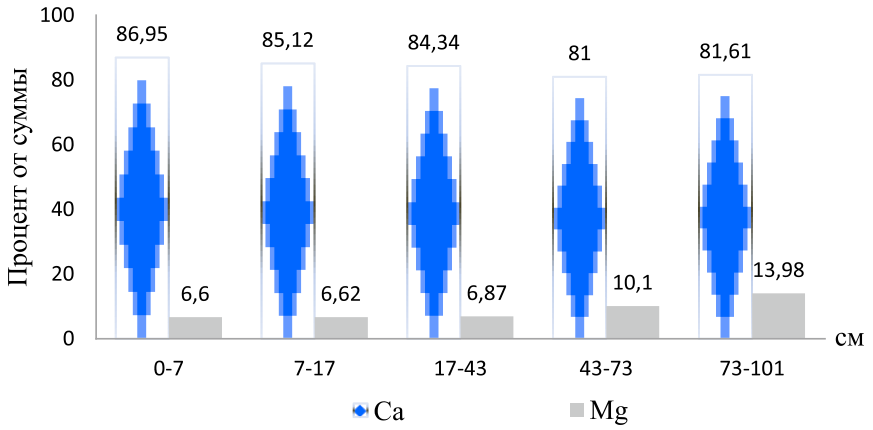

Рис. 1. Содержание поглощенных Ca, Mg в целинных темных сероземах

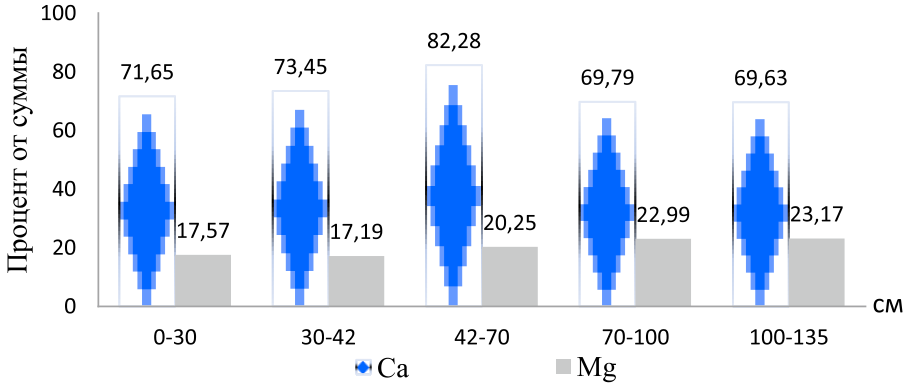

Рис. 2. Содержание поглощенных Ca, Mg в орошаемых темных сероземах

Это же соотношение в орошаемых сероземах колеблется в интервале 3,0–4,1 (рис. 2). Наблюдаются существенные изменения в орошаемых почвах, где происходит резкое снижение поглощенного кальция за счет роста поглощенного магния. Это снижение составляет 1,9–3,2 раза. Снижение гумуса, питательных элементов и суммы поглощенных оснований, в том числе поглощенного кальция, в первые годы освоения темных сероземов приводит к существенному падению потенциального плодородия этих почв.

Кроме того, определенные изменения произошли в содержание поглощенного калия и натрия в профиле почв.

Если в содержании калия изменения при орошения произошли незначительно, то о содержании поглощенного натрия следует отметить, что его рост в почвенном поглощающем комплексе орошаемых сероземов по сравнению с целинных ощутимы. В орошаемых почвах поглощенного натрия превышает в 2,0–2,6 раза по сравнению с целинных.

Несмотря на эти изменения по содержанию поглощенного натрия изученные орошаемые темные сероземы остаются несолонцеватыми.

Выводы

Темные сероземы целинные содержат гумуса в профиле почв больше, чем орошаемые, аналогичная картина наблюдается по валовому азоту, гумусу этих почв. Содержание валового и подвижного фосфора больше в орошаемых почвах, что связано с его внесением. По степени обеспеченности гумусом темные орошаемые сероземы относятся к группе высоко обеспеченных, а целинные – очень высоко.

Карбонаты распределяются в целинных и орошаемых почвах практически равномерно, за исключением карбонатно-иллювиальных горизонтов, где наблюдается некоторое их накопление, за счет частичного выщелачивания из вышележащих горизонтов почв. Орошение темных сероземов привело к существенным изменениям в составе поглощенных кальция и магния, то есть за счет поглощенного кальция наблюдается довольно резкий рост, почти в 2–3 раза поглощенного магния. Кроме того, наблюдается резкое снижение содержания гумуса в верхних горизонтах орошаемых темных сероземов.

Снижение содержания гумуса, питательных элементов и поглощенного кальция, рост магния приводит к падению потенциального плодородия сероземов.

Список литературы

1. Глазовская М.А. Природа сыртов Центрального Тянь-Шаня и особенности процессов почвообразования // Сборник, освященной памяти академика Л.С. Берга. М.: Изд-во АНСССР, 1955. С. 360–382.

2. Вернадский В.И. Избранные труды 1954. Т. I. С. 149.

3. Когут Б.М. Оценка содержания гумуса в пахотных почвах России. Почвоведение. 2012. № 9. С. 944–952.

4. Кузиев Р.К., Сектименко В.Е. Почвы Узбекистана Т., 2009. 352 с.

5. Кузиев Р.К., Исманов А. и др. Атлас почвенного покрова Узбекистана. Т., 2010. С. 20–22.

6. Richardson A.E., Simpson R.J. Soil microorganisms mediating phosphorus availability Plant physiology 2011 V. 156. P. 986–996.

7. Громовик А.И. Трансформация и динамика активных компонентов в составе гумуса черноземов выщелоченных при разных антропогенных нагрузках. Доклады РАСХН. 2012. № 1. С. 30–33.

8. Небольсин А.Н. Агрономическая роль гумуса в земледелии // Современные проблемы и перспективы известкования кислых почв: материалы научной конференции. СПб., 2010. С. 8–19.

СТАТЬЯ

УДК 631.4

ИЗМЕНЕНИЕ ЕМКОСТИ ПОГЛОЩЕНИЯ И СОСТАВА ПОГЛОЩЕННЫХ ОСНОВАНИЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОРОШЕНИЯ, СТЕПЕНЬ И НАПРАВЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ

[1]Парпиев Г.Т., [1]Умаров М.И., [2]Шадиева Н.И., [2]Мирсадыков М.М., [2]Баходиров З.М.

[1]Узбекский государственный научно-проектный институт по землеустройству «УЗДАВЕРЛОЙИХА», Ташкент;

[2]Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ташкент,

e-mail: parpiyev77@inbox.ru, mirazizmm.1977@mail.ru, jamolbek1986@mail.ru

В статье излагается сравнительная характеристика по количественному показателю ёмкости поглощения сероземно-оазисных, светлых сероземов, сероземно-лугово-оазисных и лугово-оазисных почв, распространённых в разных регионах Республики Узбекистан. Кратко охарактеризованы изменения ёмкости поглощения и состава поглощенных оснований под влиянием длительного периода орошения в северо-восточном, центральном и южном регионах Республики Узбекистан. В результате проведенных исследований отмечено снижение доли поглощенного кальция вниз по профилю и, наоборот, увеличение доли магния, которое отражает закономерность «пирамидального» выражения в профиле целинных темных сероземов, развитых в условиях автоморфных почв сероземного пояса, а в условиях оазисных почв в рамках данной закономерности отмечено формирование процесса нивелирования. А именно, в 0–2-метровом слое наблюдается снижение доли поглощенного кальция вниз по профилю и, наоборот, процесс «аккумуляции» путем увеличения доли магния, проявляет в себе «трапециевидное» выражение. На сегодняшний день по общим свойствам поглощающая способность почв Ташкентского, Мирзачульского, Самаркандского и Сурханского оазисов перешли с «очень низкого» (5–10 мг-экв.) показателя на «низкое» (10–15 мг-экв.) и «среднее» (15–25 мг-экв.) группы, а по составу и обмену катионов отмечено изменение емкости поглощения в положительную сторону. Что в свою очередь показывает, что в почвах активней протекает процесс сохранения от смывания (аккумуляции) химических элементов (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}), необходимых для жизнедеятельности растений.

Ключевые слова: северо-восточный (Ташкентский оазис), центральный (Мирзачульский и Самаркандский оазисы) и южный (Сурханский оазис) регионы Республики Узбекистан, сероземно-оазисные, светлые сероземы, сероземно-лугово-оазисные и лугово-оазисные почвы, ёмкость поглощения и состав поглощенных оснований

CHANGE OF ABSORPTION CAPACITY AND COMPOSITION OF ABSORBED BASES UNDER THE INFLUENCE OF IRRIGATION, DEGREE AND DIRECTIONS OF INTENSITY

[1]Parpiev G.T., [1]Umarov M.I., [2]Shadieva N.I., [2]Mirsadykov M.M., [2]Bakhodirov Z.M.

[1]Uzbek State Scientific-Project Institute for Land Management «UZDAVERLOYIHA», Tashkent;

[2]Research institute of soil science and agrochemistry, Tashkent,

e-mail: parpiyev77@inbox.ru, mirazizmm.1977@mail.ru, jamolbek1986@mail.ru

The article provides a comparative description of the quantitative indicator of the absorption capacity of serozem-oasis, light serozem soils, serozem-meadow-oasis and meadow-oasis soils distributed in different regions of the Republic of Uzbekistan. Briefly characterized are the changes in the absorption capacity and composition of absorbed bases under the influence of a long period of irrigation in the north-eastern, central and southern regions of the Republic of Uzbekistan. As a result of the studies, a decrease in the proportion of absorbed calcium down the profile was noted, and vice versa, an increase in the proportion of magnesium, which reflects the pattern of «pyramidal» expression in the profile of virgin dark serozem, developed in conditions of automorphic soils of the serozem soils belt, and in oasis soils within the framework of this pattern the formation of the leveling process is noted. Namely, in the 0-2 meter layer, there is a decrease in the proportion of absorbed calcium down the profile, and vice versa, the process of «accumulation» by increasing the proportion of magnesium exhibits a «trapezoidal» expression. To date, in terms of general properties, the absorption capacity of soils in Tashkent, Mirzachul, Samarkand and Surkhan oases has moved from a «very low» (5-10 mg-eqv.) to «low» (10-15 mg-eqv.) and «medium» (15-25 mg-eqv.) groups, and composition and exchange of cations showed a change in absorption capacity in the positive direction. Which, in turn, shows that the process of preserving from washing off (accumulation) of chemical elements (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}) necessary for plant life is more active in soils.

Keywords: North-East (Tashkent oasis), central (Mirzachul and Samarkand oases) and the southern regions (Surkhan oasis) of the Republic of Uzbekistan, serozem-oasis, light serozem, serozem-meadow-oasis and meadow-oasis soils, absorption capacity and composition absorbed bases

Обычно емкость поглощения (комплекс поглощения) целинных темных и типичных сероземов насыщено щелочноземельными металлами, в свою очередь снижение доли кальция в составе поглощенных оснований вниз по профилю и, наоборот, увеличение доли магния, доказано многими учеными. К примеру, в исследованиях на Зеравшанском оазисе отмечено, что агроирригационные горизонты орошаемых сероземов очень

слабо насыщены поглощенными основаниями, в результате длительного орошения отмечено увеличение содержания поглощенного магния на 20–30%.

Основная цель – охарактеризовать изменения степени интенсивности и направления ёмкости поглощения и состава поглощенных оснований под влиянием длительного периода орошения на разных регионах Республики Узбекистан.

Материалы и методы исследования

Основным объектом наших исследований были выбраны сероземно-оазисные, светлые сероземы, сероземно-лугово-оазисные и лугово-оазисные почвы, распространённые в разных частях северо-восточного (Ташкентский оазис), центрального (Самаркандский и Мирзачульский оазисы) и южного (Сурхан-Шерабадская долина) регионов Республики Узбекистан. Эти регионы достаточно отличаются по природным условиям, характеру и возрасту процесса естественно-антропогенного почвообразования. В настоящее время эти оазисы являются крупными регионами орошаемого земледелия республики Узбекистан.

Полевые и лабораторные анализы проведены по общепринятым методикам [1]. В статье кратко изложены сравнительно-итоговые данные [2] исследований, проведенных на залежных темных сероземах, типичных сероземах и сероземно-оазисных почвах.

Результаты исследования и их обсуждение

Целинные темные сероземы, сформированные на лессовидных отложениях предгорных территорий Узбекистана, по механическому составу состоят в основном из легких суглинков, а целинные темные сероземы, развитые на низкогорьях, состоят из тяжелых и средних суглинков, в некоторых случаях из легких суглинков, и средняя часть почвенного профиля выделяется довольно плотным иллювиальным горизонтом [3]. Емкость поглощения данных почв довольно высокая, и в 100 г почвы достигает 16–19 мг-экв., вниз по профилю его показатели постепенно снижаются. В составе поглощенных оснований доля кальция составляет 18–86%, а магния – 5–78%. Снижение доли поглощенного кальция вниз по профилю и, наоборот, увеличение доли магния достигает 22–95% относительно емкости поглощения.

Р.К. Кузиев и В.Е. Сектименко [4] считают, что данное состояние по химически и агрономическим свойствам целинных темных сероземов непосредственно связано с такими факторами, как первичный химический состав почвообразующей породы, вымывание, аккумуляция мелкозема, распределение и накопление влаги по всему профилю, образование и распад органических веществ, скорость и активность физико-химического выветривания.

По мнению исследователей [5–7], ощутимое увеличение абсолютного и относительного содержания поглощенных катионов в емкости поглощения оазисных почв считается характерной особенностью. В этом отношении в исследованиях Р.К. Кузиева [2], проведенных в 1984–1987 гг. на сероземно-оазисных почвах Ташкентского и Самаркандского оазисов, емкость поглощения в 100 г почв отмечена в пределах 8–13 мг/экв., а содержание поглощенного кальция на верхних горизонтах составляло 60–78 процентов относительно общей суммы поглощенных оснований. Автор отмечает не очень высокую емкость поглощения сероземно-оазисных почв и объясняет, что данное положение связано с низким содержанием перегноя и коллоидов. Также автор приводит заключение о том, что в результате орошения содержание поглощенного магния в верхних горизонтах оазисных почв существенно увеличивается по сравнению с целинными почвами. В качестве подтверждения этого автор отмечает ускоренное протекание данного процесса при близком залегании подземных вод к поверхности земли (3–5 м) и на примере сероземно-оазисных почв Ташкентского оазиса отмечает превышение содержания магния 50,0% на нижней части профиля (№ 150 разрез) и на материнской породе, а содержание поглощенного кальция составляет 23,0–28,0%.

30 лет спустя (2016 г.) в исследованиях на тех же участках, в том числе на 0–2 м слое сероземно-оазисных почв Ташкентского оазиса (разрезы № 105-109-F), определено, что емкость поглощения составляет 12–20 мг-экв в 100 г почвы. Количество поглощенного кальция составляет 40–62%, а количество поглощенного магния составляет 29–51% от общего количества поглощенных оснований. Следовательно, в результате интенсивного орошения произошло увеличение содержания магния, данное явление, возможно, связано с ежегодным вытеснением солей кальция натрием под воздействием орошения и удержанием солей магния в почвенном поглощающем комплексе.

Согласно анализу данных емкости поглощения сероземно-лугово-оазисных почв, в профиле почв Ташкентского оазиса оно составляет 11,32–15,74 мг-экв в 100 г почвы. Эти почвы являются преимущественно не-

солонцеватыми (Na – <5 %), и в некоторых случаях (разрезы № 100-F, 66-F) было обнаружено присутствие слабой солонцеватости (Na – 5–10 %) в нижних 50–130 см слоях.

По данным анализа емкости поглощения лугово-оазисных почв, Р. Кузиевым (1987 г.) в 1–1,5 м слое луговых почв Ташкентского оазиса оно отмечено в пределах 8–16 мг-экв., а в нижних 1,5–2 м горизонтах отмечено в пределах 3–5 мг-экв. в 100 г почве, в настоящее время в слое 0–2 м слое данных почв отмечено 11–23 мг-экв (Г.Т. Парпиев, 2016 г.). На сегодняшний день лугово-оазисные почвы практически несолонцеваты.

В результате орошения, из-за поднятия уровня грунтовых вод светлые сероземы Ташкентской области перешли в сероземно-луговые почвы (таблица).

Как показано в таблице, были определены колебания минимальных и максимальных значений емкости поглощения и состава поглощенных оснований сероземно-оазисных, сероземно-луговых и лугово-оазисных почв Ташкентского, Мирзачульского, Самаркандского и Сурханского оазисов.

Р.К. Кузиевым в 1984–1987 гг. отмечены самые низкие и максимальные значения поглощенного кальция в орошаемых сероземно-оазисных, сероземно-лугово-оазисных и лугово-оазисных почвах, которые составляют соответственно 41–78, 17–62, 60–87 %, а доля магния – 12–50, 28–75, 9–36 % (таблица).

В процессе повторного исследования данных почв в 2014–2016 гг. было отмечено значительное уменьшение колебания минимальных и максимальных значений поглощенного кальция, которое составило соответственно 40–62, 40–60 и 40–60 %, и, наоборот, увеличение содержания магния, которое составило 29–51, 29–53 и 34–45 % соответственно. Что наиболее важно, наблюдается нивелирование (стабильное распределение в почвенном профиле) поглощенных оснований по почвенному профилю (0–2 м) было состояние увлажнения почвы по почвенному профилю (0–2 м).

Закономерность снижения содержания кальция и, наоборот, увеличения доли магния в почвах оазиса наблюдалось не только в Ташкентском оазисе, но и в других (Мирзачульский, Самаркандский и Сурханский) регионах, и определено их подчинение общим свойствам. Однако, при отдельной характеристике каждого региона, они явно выделяются доминированием определенного индивидуального признака по показателям емкости поглощения и варьированием показателей колебания в составной части поглощенных катионов. К примеру, своеобразным характерным свойством светлых сероземов, сероземно-оазисных, сероземно-лугово-оазисных и лугово-оазисных почв Сурханского оазиса является то, что в этих почвах не наблюдаются признаки солонцевания (Na – <5 %). Однако из-за влияния орошения и в этом регионе было отмечено «значительное» снижение диапазона колебаний минимальных и максимальных значений кальция, которое составило соответственно: 51–67, 51–63, 4965 и 47–69 %, и, наоборот, определено увеличение и нивелирование содержания магния, которое было отмечено в пределах 25–42, 29–43, 25–40 и 47–69 % соответственно (таблица).

В Мирзачульском оазисе самые низкие и высокие уровни кальция составили соответственно 45–54, 41–49, 28–57 и 20–52 % и отмечено «резкое» снижение, а содержание магния составило 39–46, 42–48, 35–53 и 36–63 % соответственно. В свою очередь следует отметить, что доля содержания натрия в сероземно-оазисных почвах этого региона (Джизакская область) достигла 4–5 %, что свидетельствует о тенденции к слабой солонцеватости (Na – 5–10 %).

В некоторых случаях на светлых сероземах Джизакской и Сырдарьинской областей наблюдается слабая солонцеватость. А на сероземно-оазисных и лугово-оазисных почвах наблюдаются территории с умеренной (Na – 10–20 %) и сильной (Na – 20–30 %) солонцеватостью. Кроме того, в нижних горизонтах этих почв возникают процессы магниевой слабой солонцеватости (50–60 %). Это в свою очередь приводит к слабому уплотнению почвогрунтов (таблица).

Своеобразной особенностью светлых сероземов, сероземно-оазисных, сероземно-лугово-оазисных и лугово-оазисных почв Самаркандского оазиса является то, что в большинстве случаев на данных почвах отмечено формирование слабой солонцеватости в нижних горизонтах этих почв.

Согласно научным источникам [8–10], катионы кальция и магния имеют высокую активность и создают коагуляцию органических и минеральных частиц в почве, в результате коллоидные частицы не вымываются и накапливаются в почве. В свою очередь [11], благодаря процессу коагуляции механические элементы объединяются в агрегаты разных размеров с агрономически устойчивой структурой.

Здесь следует отметить, что реакция почвенного раствора Мирзачульского оазиса, Ферганской и Сурхан-Шерабадской долин, как и в остальных регионах Узбекистана, является либо нейтральной, либо близкой к нему.

Колебания минимальных и максимальных значений емкости поглощения и поглощенных оснований почв изученных оазисов, %

Почвы	Северо-восточный регион					Центральный регион					Центральный регион					Южный регион				
	Ташкентский оазис					Мирзачульский оазис (Джизакская и Сырдарьинская области)					Самаркандский оазис					Сурхан-Шерабадская долина				
	В мг-экв относительно суммы	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	В мг-экв относительно сумме	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	В мг-экв относительно суммы	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	В мг-экв относительно суммы	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}
	Б.В. Горбунов и др., 1972 г.					Н.И. Шадиева, 2016 г.					Не определено					Б.В. Горбунов и др., 1972 г.				
Целинные темные сероземы	16–19	18–86	5–78	1–10	1–3	10–15	52–61	35–43	1–3	3–5	–	–	–	–	–	10–13	45–86	8–53	2–5	0,7–3
Целинные типичные сероземы	9–12	34–76	14–63	2–10	0,3–2	10–13	57–66	29–38	1–3	3–5	8–10	60–81	14–38	1–5	0,3–1	5–16	30–84	12–57	2–10	0,7–2
	Р.К. Кузиев, 1984–1987 гг.					Не определено					Р.К. Кузиев, 1984–1987 гг.					Не определено				
Сероземно-оазисные	7–15	41–78	12–50	2–8	2–9	–	–	–	–	–	7–11	44–75	14–52	1–8	1–7	–	–	–	–	–
Г.Т. Парпиев, 2014–2016 гг.																				
Сероземно-оазисные	12–20	40–62	29–51	2–4	2–6	9–12	45–54	39–46	1–2	4–5	7–12	50–70	23–42	1–3	3–5	12–17	51–67	25–42	3–6	1–3
Светлые сероземы	–	–	–	–	–	9–16	41–49	42–48	1–6	4–9	8–13	44–60	33–49	1–3	4–7	12–16	51–63	29–43	3–6	1–3
Сероземно-лугово-оазисные	11–16	40–60	29–53	2–4	3–8	9–16	28–57	35–53	1–6	4–23	9–15	52–64	31–47	1–2	3–7	10–18	49–65	25–40	3–6	1–3
Лугово-оазисные	11–23	45–60	34–45	2–5	2–5	9–15	20–52	36–63	1–8	3–17	9–15	45–64	31–47	1–3	3–9	12–25	47–69	25–47	3–8	1–3

С точки зрения генетического почвоведения [12] емкость поглощения является одним из важных показателей почв, и чем она выше, тем меньше химических элементов (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}), необходимых для жизнедеятельности растений, будет смыто. Что в конечном итоге обеспечивает стабильность реакции почвенной среды (pH) и поддерживает высокое плодородие почвы.

Исходя из вышеизложенного, при разделении почв на группы по их поглощающей способности, были изучены уровень и направленность активности процессов изменения в емкости поглощения почв изученных оазисов (по Р.К. Кузиеву, 1984–1987 гг., Г.Т. Парпиеву, 2014–2016 гг.). Например: емкость поглощения сероземно-оазисных почв Ташкентского оазиса составляла 7–15 мг-экв., в сероземно-лугово-оазисных почвах 7–13 мг-экв.; в лугово-оазисных почвах – 3–16 мг-экв. (Р.К. Кузиев, 1984–1987 гг.), а на сегодняшний день емкость поглощения сероземно-луговых почв составляет 12–20; сероземно-лугово-оазисных почв – 11–16; а лугово-оазисных почв 11–23 мг-экв.

Выводы

1. Если снижение доли поглощенного кальция вниз по профилю и, наоборот, увеличение доли магния отражает закономерность «пирамидального» выражения в профиле целинных темных сероземов, развитых в условиях автоморфных почв сероземного пояса, то в условиях оазисных почв в рамках данной закономерности отмечено формирование процесса нивелирования. А именно, в 0–2-метровом слое наблюдается процесс «распределения» путем снижения доли поглощенного кальция вниз по профилю и, наоборот, увеличения доли магния, что проявляет в себе «трапециевидное» выражение.

2. Процесс нивелирования неразрывно связан не только с почвенно-климатическими условиями, но и почвогрунтами, при этом в региональном отношении отмечено «значительное» уменьшение доли кальция в почвогрунтах Ташкентского, Самаркандского и Сурханского оазисов, и «резкое» уменьшение его доли в Мирзачульском регионе и, наоборот, соответственное увеличение доли магния по отношению к уровню и направленности активности изменений поглощенных оснований.

3. По региональным свойствам светлые сероземы, сероземно-оазисные, сероземно-лугово-оазисные и лугово-оазисные почвы Сурханского оазиса в действительности относятся к несолонцеватой (Na – <5 %) группе (таблица).

4. В нижних горизонтах оазисных почв, распространенных в Самаркандском оазисе, наблюдается сформированность или формирование процесса слабой солонцеватости.

5. Доля содержания натрия в сероземно-оазисных почвах Мирзачульского оазиса (Джизакская область) достигла 4–5 %, что свидетельствует о тенденции к слабой солонцеватости (Na – <5 %). Также на сероземно-лугово-оазисных и лугово-оазисных почвах Джизакской и Сырдарьинской областей наблюдаются территории с умеренной (Na – 10–20 %) и сильной (Na – 20–30 %) солонцеватостью. Соответственно в нижних горизонтах данных почв возникают процессы магниевой слабой солонцеватости (Mg – 50–60 %), что в свою очередь приводит к слабому уплотнению почвогрунтов (таблица).

6. На сегодняшний день, по общим свойствам поглощающая способность почв Ташкентского, Мирзачульского, Самаркандского и Сурханского оазисов перешли с «очень низкого» (5–10 мг-экв.) показателя на «низкое» (10–15 мг-экв.) и «среднее» (15–25 мг-экв.) группы, а по составу и обмену катионов отмечено изменение емкости поглощения в положительную сторону (таблица), в свою очередь в почвах активней протекает процесс сохранения от смывания (аккумуляции) химических элементов (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}) необходимых для жизнедеятельности растений.

Список литературы

1. Руководство к проведению химических и агрофизических анализов почв при мониторинге земель. Ташкент: ГосНИИПА, 2004. 260 с.
2. Кузиев Р.К. Орошаемые почвы сероземного пояса Узбекистана, их экологическое состояние и плодородие: дис. … докт. биол. наук. Ташкент: ГосНИИПА,1994. 344 с.
3. Горбунов Б.В., Кимберг Н.В., Конобеева Г.М., Морозова П.А. Сравнительная характеристика почв Северного и Южного Узбекистана / Отв. ред. канд. биол. наук П.Н. Беседин. М-во сельск. хоз-ва. Ин-т почвоведения и агрохимии. Ташкент: «Фан», 1972. 169 с.
4. Кузиев Р.К., Сектименко В.Е. Почвы Узбекистана. Ташкент: Изд-во «EXTREMUM PRESS», 2009. 352 с.
5. Кузиев Р.К., Абдурахмонов Н.Ю. Эволюция и плодородия орошаемых почв (На узб. языке). Ташкент: Изд-во «Навруз», 2015. 212 с.
6. Юлдашев Г., Исагалиев М., Турдалиев А. Катионная емкость, ионный потенциал сероземов и почв пустынь // Перспективы развития хлопководства в Узбекистане: сборник материалов республиканской научно-практической конференции (часть II). Ташкент: ПГУАИТИ, 2014. С. 241–244.
7. Ахмедов А.У. Мелиоративно-экологическая состояния орошаемых почв // Свойства, эколого-мелиоративная состояния и продуктивность орошаемых почв Ферганской долине: монография. Ташкент: Изд-во «Навруз», 2017. (На узб. языке) Глава IV. С. 150–235.
8. Уразбаев И.У. Генезис типичных сероземов // Почвоведение в России: Вызовы современности, основные направления развития. М., 2012. С. 246–249.
9. Urazbaev I.U. Productivity survey of gypsiferous soils in Golodnaya steppe of Mirzachul Oasis. European Science Review. Vienna, 2016. № 11–12. P. 13–15.
10. Турдалиев Ж.М. Орошаемых почв Ферганской области и оценка их эколого-мелиоративного состояния: автореф. дис. … канд. биол наук. (PhD). Ташкент: НИИПА, 2019. 41 с.
11. Бердиев Т.Т. Химическое состояние, физико-химические свойства и пути повышения продуктивности орошаемых почв Сурхан-Шерабадского оазиса: автореф. … дис. канд. биол. наук. (PhD). Ташкент: НИИПА, 2018. 46 с.
12. Холикулов Ш., Узоков П., Бобоходжаев И. Почвоведение (На узб. языке). Ташкент, 2011. С. 134–151.

СТАТЬЯ

УДК 581.6(571.52)

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА И ИХ ЗНАЧЕНИЕ

Самбуу А.Д.

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, e-mail: sambuu@mail.ru

Интенсивная распашка целинных земель в советский период, активная хозяйственная деятельность населения Республики Тыва в настоящее время привели к нарушению природных растительных сообществ, снижению сырьевых запасов лекарственных растений. В данной статье приведены результаты многолетних маршрутных геоботанических исследований современного состояния некоторых лекарственных растений и оценки запасов сырья на территории Тувы. Описано географическое положение районов исследования и выявлены площади промысловых зарослей. Установлено: запасы левзеи, родиолы розовой, термопсиса монгольского и некоторых других лекарственных растений незначительны. Так, продуктивность *Leuzea (Rhaponticum) carthamoides* (Willd.) DC достигает 320–150 кг/га, биологический запас воздушно-сухого сырья *Rhodiola rosea* L. в Туве составляют 110 т, эксплуатационный – 77 т, объем возможной ежегодной заготовки – 11; площади зарослей и запасы *Thermopsis mongolica* Czefr. на северном макросклоне хребта Восточный Танну-Ола невелики, однако в степном поясе может служить объектом заготовки. Продуктивность термопсиса монгольского составляет 162 т сырья, эксплуатационный запас – 121 т, объем возможной ежегодной заготовки – 36 т. В связи с низкой занятостью трудоспособного населения Тувы выявленные запасы сырья лекарственных растений могут быть использованы для научно обоснованной заготовки и переработки их в районах их естественного произрастания – Тоджинский, Каа-Хемский, Тере-Хольский, Пий-Хемский, Бай-Тайгинский, Тандинский, Кызылский и др.

Ключевые слова: лекарственные растения, запасы лекарственных растений, *Rhodiola rosea*, *Thermopsis mongolica*, Республика Тыва

MEDICINAL PLANTS OF THE REPUBLIC OF TUVA AND THEIR MEANING

Sambuu A.D.

Tuvan Institute for the exploration of natural resources SB RAS, Kyzyl, e-mail: sambuu@mail.ru

Intensive plowing of virgin lands in the Soviet period, the active economic activity of the population of the Republic of Tuva has now led to the violation of natural plant communities, reducing the raw material reserves of medicinal plants. This article presents the results of long-term route geobotanical studies of the current state of some medicinal plants and evaluation of raw materials reserves in the territory of Tuva. Geographical location of the study areas is described and the areas of commercial thickets are identified. It is established, reserves of *Rhodiola rosea* L. and *Thermopsis mongolica* Czefr. and some medicinal plants are insignificant. Thus, the productivity of *Leuzea* reaches 320-150 kg/ha, biological reserves of raw materials *Rh. rosea* in Tuva is 110 t, operational – 77, volume of possible annual harvesting – 11; productivity of *Th. mongolica* is 162 t, operating reserve – 121, the amount of possible annual harvesting – 36. Due to the low employment of the able-bodied population of Tuva, the identified reserves of raw materials of medicinal plants can be used for scientifically based harvesting and processing them in the areas of their natural growth – Todzhu, Kaa-Khem, Tere-Khol, Piy-Khem, Bay-Tayga, Tandн, Kyzyl, etc.

Keywords: medicinal plants, reserves of medicinal plants, *Rhodiola rosea*, *Thermopsis mongolica*, Tyva Republic

Потребности в растительном лекарственном сырье непрерывно растут, поэтому перед ботаниками стоит важная задача – изыскать возможности увеличения без истощительного использования лекарственных растений, которое может быть достигнуто путем поиска новых экономически выгодных районов заготовки, выявления новых источников биологически активных веществ, разработки системы рационального использования растительного сырья в условиях конкретных районов.

До настоящего времени ресурсы очень мало используются для заготовки сырья, что объясняется недостатком сведений о запасах применяемых в научной медицине сырьевых растений, их продуктивности, районах, наиболее пригодных для заготовки.

Материалы и методы исследования

Территория Тувы находится в центре Азиатского материка и занимает пространство между 50°–54°С с.ш. и 89°–99° в.д., наиболее удалена от Мирового океана. С запада на восток территория республики простирается более чем на 700 км, в наиболее широкой части протяженность с юга на север составляет 380–450 км, а в самой узкой – 100 км. Площадь республики составляет 172,0 тыс. км^2.

Район исследования расположен в восточной части республики – Восточно-Тувинском нагорье (хр. академика Обручева), в северо-восточной части – южный макросклон хр. Ергак-Тыргак-Тайга. Среди горных ландшафтов выделены гольцовые (также подгольцовые) и горно-таежные, из котло-

винных – подгорные, таежно-котловинные ландшафты, речные долины с моренными и флювиогляциальными отложениями.

Для изучения растительности были использованы общепринятые методики геоботанических описаний растительности. Описание проводили на ключевых участках на каждой пробной площадке размером 100 м^2 [1].

Для определения запасов лекарственного растительного сырья был использован метод ключевых участков, имеющих четкую приуроченность растений к элементам рельефа, определенным природным поясам, почвам и т.д. Вторым необходимым условием возможности применения этого метода является наличие крупномасштабных карт и планов – топографических, геоботанических, почвенных, лесоустроительных или землеустроительных, на которых выделены интересующие нас элементы рельефа, типы растительных сообществ или почвенных разностей [2–4].

Количественная оценка запасов лекарственного растительного сырья требует наряду с использованием литературных и картографических научных материалов по флоре и растительности региона, экспедиционного обследования территории. Так, в 2007–2018 гг. нами были проведены исследования дикорастущей флоры для определения видового состава лекарственного растительного сырья, фитоценотических связей, площадей их зарослей и сырьевых запасов. За этот период проведено более 20 экспедиций в районы исследования, которые дали возможность получить фундаментальные данные о распространении важнейших дикорастущих лекарственных растений, учесть их запасы, пополнить коллекционный фонд Гербария института. Сбор сырья дикорастущих растений послужил основой более чем для ста видов лекарственных растений, в том числе определены запасы сырья 50 видов.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования выявили, что районы исследования заселены видами коренных растительных сообществ. Характерным для них является высокое обилие. Основными строителями растительного покрова являются древесные виды растений. Анализ структурных единиц растительного покрова района исследования выявил, что по спектру высотно-поясных комплексов (ВПК) хр. академика Обручева, Ергак-Тыргак-Тайга состоят из кедровых горно-таежных и подгольцовых лесов Северной Алтайско-Саянской лесорастительной провинции Алтае-Саянской области, выделяемых при лесорастительном районировании гор Южной Сибири. Здесь представлены ВПК тундр и высокогорных лугов (1800–2200 м. абс. выс.), подгольцовых и субальпийских редколесий из кедра (1640–1800 м), горно-таежных кедровых (1500–1640 м) и кедрово-лиственничных лесов. В долинах рек встречаются фрагменты ВПК подтаежных светлохвойных лесов [5, 6].

Основные запасы плодово-ягодного лекарственного сырья составляет *брусника*, вследствие чего они сосредоточены главным образом в горно-таежном поясе. Это обычное растение в Восточно-Тувинском нагорье, в Тоджинской котловине, где встречается на высоте 1150–1850 м над ур. м. на некрутых склонах всех экспозиций, таежно-котловинных ландшафтах, в долинах рек. Почти во всех формациях горных лесов брусника является доминантом кустарничкового яруса. Брусничные типы леса относятся в основном к моховой группе ассоциаций, где вместе с брусникой и зеленым мхом произрастают бадан, багульник и голубика. Продуктивность брусники зависит от проективного покрытия и сомкнутости древесного яруса (обычно составляет 150–200 кг/га). Запасы листьев брусники с 1 га достигают 350 кг, обычно же составляют 180–200 кг [7, 8].

Багульник болотный растет в средней и верхней частях лесного пояса, довольно низко спускаясь по долинам рек. Нередко доминирует в кустарничковом ярусе лиственничных и кедровых лесов, наряду с брусникой, голубикой, баданом и зелеными мхами. Встречается также в сфагновых болотах. Наибольшая продуктивность багульника отмечена по северным склонам и выровненным местоположениям в голубично-багульниковых и бруснично-багульниковых лиственничных лесах, а также в долинных мохово-багульниковых ельниках. Основные запасы выявлены в бассейне среднего Бий-Хема (11300 т).

Бадан толстолистный широко распространен в горно-лесном поясе. Массово произрастает в лиственнично-кедровых и кедровых лесах средней сомкнутости на высоте 1600–2000 м над ур. м. Наиболее приурочен к каменистым склонам и хорошо дренированным пологим участкам. В верхних частых лесного пояса нередко доминирует в составе травянистого яруса лесных формаций. Сопутствующими растениями обычно являются брусника, черника, вейники, в напочвенном покрове – зеленые мхи. Продуктивность бадана (корневища и листья) в бадановых типах леса колеблется от 2 до 3 т/га.

На севере и северо-восточной части Тувы в кедрово-лиственничном лесу в пределах высот 1300–1550 м над ур. м. выявлены редкие и нуждающиеся в охране растительные сообщества с лекарственным растением *левзеей* (*Leuzea (Rhaponticum) carthamoides* (Willd.) DC), занесенные в «Зеленую книгу Сибири» (рисунок, табл. 1).

Фитоценоз с Leuzea (Rhaponticum) carthamoides

Левзея встречается на хорошо дренированных местообитаниях с мощным снежным покровом и там, где поверхностное промерзание почвы. Образует заросли на субальпийских лугах с продуктивностью 320–150 кг/га. В долинах рек отмечена в ассоциациях с дороникум алтайским и родиолой розовой. На крутых освещенных склонах над субальпийскими лугами долин встречается вместе с баданом, черникой и черемшой. В кедровых, елово-кедрово-лиственничных субальпийских редколесьях с подлеском из жимолости алтайской, смородины черной произрастает с незначительным обилием (50 кг/га). Запасы левзеи небольшие, однако в присаянских районах Восточной Тувы она может служить объектом заготовки.

Родиола розовая (*Rhodiola rosea* L., по-тувински улуг-оът – большая или великая трава) в Туве распространена в редколесьях, субальпийских и альпийских лугах, в тундре, осыпях, растет на склонах всех экспозиций, предпочитает берега горных ручьев и по долинам рек спускается в верхнюю часть лесного пояса. Почвы горно-луговые, торфянисто-перегнойные и горно-тундровые.

Таблица 1

Запасы сырья, районы и объем возможной заготовки *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) DC в Туве (воздушно-сухое сырье)

Местонахождение Location	Площадь зарослей, га	Запасы сырья, т				Объем возможной ежегодной заготовки, т	
		биологический		эксплуатационный			
		надземной фитомассы	подземной фитомассы	надземной фитомассы	подземной фитомассы	надземной массы	подземной фитомассы
1. Верховье р. Хут	230	50,0 ± 5,1	45,9 ± 10,5	35,0 ± 8,5	32,1 ± 3,2	8,8 ± 0,7	2,1 ± 0,2
2. Верховья р. Сыстыг-Хем и ее притоков	700	140,0 ± 2,4	135,4 ± 18,3	98,0 ± 23,5	94,8 ± 23,2	24,5 ± 2,1	6,8 ± 0,5
3. Верховья р. Чаваш и ее притоков	20	1,5 ± 0,5	1,1 ± 0,3	1,1 ± 0,3	0,8 ± 0,3	0,3 ± 0,1	0,06 ± 0,1
4. Левые притоки р. Большой Он	20	1,0 ± 0,3	0,7 ± 0,3	0,7 ± 0,2	0,5 ± 0,2	0,2 ± 0,1	0,04 ± 0,1
5. Верховья рр. Улуг-Кадыр-Ос и Биче Кадыр-Ос	100	15,0 ± 1,2	9,7 ± 0,8	10,5 ± 2,2	6,8 ± 1,5	2,6 ± 0,3	0,05 ± 0,1
6. Верховья р. Кижи-Хем	30	1,2 ± 0,3	0,8 ± 0,3	0,8 ± 0,2	0,6 ± 0,2	0,2 ± 0,1	0,04 ± 0,1
7. Верховье р. Чангыс-Ама	70	9,5 ± 0,7	5,6 ± 05	6,7 ± 1,5	3,9 ± 0,8	1,8 ± 0,2	0,3 ± 0,1
8. Верховье р. Азас	80	10,0 ± 0,8	6,3 ± 0,5	7,0 ± 1,6	4,4 ± 0,5	1,8 ± 0,2	0,3 ± 0,1
9. Верховье р. Соруг.	90	13,7 ± 1,1	9,5 ± 1,4	9,9 ± 2,6	6,7 ± 1,3	2,5 ± 0,2	0,5 ± 0,1
10. Верховья р. Ак-Суг и его притоков	700	154,0 ± 2,4	125,6 ± 18,1	107,8 ± 4,3	88,0 ± 7,5	27,0 ± 2,4	5,9 ± 0,5
11. Верховья рр. Баш-Хем, Серлиг-Хем, Билин	100	13,4 ± 1,1	7,5 ± 0,5	9,4 ± 2,0	5,3 ± 0,5	2,4 ± 0,2	0,4 ± 0,1
12. Верховье р. Хам-Сыра	250	60,3 ± 5,8	45,4 ± 4,1	42,2 ± 4,2	37,8 ± 3,4	10,6 ± 1,0	2,5 ± 0,5
13. Истоки р. Хемчик.	25	1,5 ± 0,3	1,2 ± 0,3	1,1 ± 0,3	0,8 ± 0,3	0,3 ± 0,1	0,06 ± 0,1
14. Верховье р. Ак-Суг. Хр. Сайлыг-Хем-Тайга	25	1,3 ± 0,3	0,9 ± 0,3	9,1 ± 1,7	0,6 ± 0,2	2,3 ± 0,2	0,04 ± 0,1
Итого:	2440	472,4	395,6	245,0	278,0	85,3	19,1

Произрастает на Западном Саяне и примыкающем к нему Алашском нагорье, Восточном Саяне, нагорье Сангилен, хребтах Танну-Ола, Цаган-Шибету, Монгун-Тайга, Чихачева, Шапшал. По хребту академика Обручева (междуречье Пий-Хем и Каа-Хем) родиола розовая замещается родиолой перистонадрезанной (*Rhodiola pinnatifida*) и встречается там единично. На нагорье Сангилен *Rh. rosea* произрастает с *Rh. pinnatifida*, нередко в одних ассоциациях. Высотные пределы ее распространения – 1400–2770 м над ур. м. Запасы сырья, районы и объем возможной заготовки родиолы розовой показаны в табл. 2.

Термопсис монгольский (*Thermopsis mongolica* L.) изучали на северном макросклоне хребта Восточный Танну-Ола (на юге Тувы). Во флоре Тувы встречается 2 вида термопсиса: термопсис монгольский (*Th. mongolica*) и т. альпийский (*Th. alpina* Pall.). Термопсис монгольский широко распространен в степных районах, особенно в Центрально-Тувинской котловине. По остепненным и каменистым склонам заходит в среднегорный пояс, часто произрастает большими куртинами. Основные заросли *Thermopsis mongolica* L. выявлены в луговых и настоящих степях предгорной части северного макросклона хребта на высоте от 950 до 1050 м над ур. м. Наибольшую продуктивность термопсис имеет в злаково-термопсисовых и осоково-термопсисово-злаковых степях, где из злаков доминируют *Poa botryoides* (Trin. ex Griseb.) Kom., *Stipa capillata* L., *Festuca pseudosulcata* Drob., *F. valesiaca* Gaud., *F. sibirica* Hack. Ex Boiss., *Helictotrichon altaicum* Tzvel. и др. (табл. 3).

Таблица 2

Запасы сырья, районы и объем возможной заготовки *Rhodiola rosea* L. в Туве (воздушно-сухое сырье)

Местонахождение	Запасы сырья, т		Объем возможной ежегодной заготовки, т
	биологический	эксплуатационный	
1. Хребет Ергак-Таргак-Тайга	6,2 ± 0,5	4,3 ± 0,5	3,6 ± 0,5
2. Хребет Даштыг-Арт	1,8 ± 0,3	1,5 ± 0,3	1,2 ± 0,2
3. Хребет Удинский	11,5 ± 1,1	8,0 ± 0,7	6,8 ± 1,5
4. Хребет Большой Саян	11,2 ± 1,1	7,8 ± 0,6	6,6 ± 1,5
5. Хребет академика Обручева	3,3 ± 0,3	2,3 ± 0,3	1,9 ± 0,3
6. Верховья р. Кантегир	9,2 ± 0,9	6,4 ± 1,5	5,4 ± 0,5
7. Верховья р. Хемчик	7,5 ± 0,5	5,2 ± 0,5	4,4 ± 0,5
8. Верховья р. Ак-Суг	5,3 ± 0,3	3,7 ± 0,5	0,3 ± 0,1
9. Хребет Шапшал	17,7 ± 1,2	12,4 ± 1,1	2,0 ± 0,5
10. Северные склоны хр. Цаган-Шибету	1,1 ± 0,3	0,8 ± 0,3	0,06 ± 0,1
11. Окрестности г. Монгун-Тайга у снежников	1,1 ± 0,3	0,8 ± 0,3	0,06 ± 0,1
12. Верховье р. Моген-Бурен, р-н оз. Хиндиктиг-Холь	8,1 ± 0,6	5,7 ± 0,7	0,4 ± 0,1
13. Хребет Танну-Ола	5,2 ± 0,5	3,6 ± 0,5	0,3 ± 0,1
14. Нагорье Сангилен	13,3 ± 1,1	9,3 ± 0,7	2,4 ± 0,2
15. Бассейн р. Билин	7,1 ± 1,5	5,0 ± 0,5	0,4 ± 0,1
Итого:	109,6	76,8	10,6

Таблица 3

Запасы сырья, районы и объем возможной заготовки *Thermopsis mongolica* Czefr. (воздушно-сухое сырье)

Местонахождение	Площадь зарослей, га	Запасы сырья, т		Объем возможной ежегодной заготовки, т
		биологический	эксплуатационный	
1. Бассейн р. Сой	440	45,0 ± 4,2	31,5 ± 3,2	9,5 ± 0,8
2. Окрестности оз. Чагытай	400	30,0 ± 3,0	21,0 ± 2,1	6,3 ± 0,6
3. Местность Сосновка, Дурген	200	25,0 ± 2,4	17,5 ± 1,7	5,3 ± 0,5
4. Местность Бай-Хаак	50	10,0 ± 1,7	7,0 ± 0,7	2,1 ± 2,0
5. Местность Арголик	320	27,0 ± 2,7	18,9 ± 1,5	5,7 ± 0,6
6. Бассейн р. Межегей	350	25,0 ± 2,5	17,5 ± 1,3	5,3 ± 0,5
7. Левобережье р. Элегест	120	8,0 ± 0,5	5,6 ± 0,5	1,7 ± 0,2
Итого:	1880	162	121	36

Ятрышник шлемоносный (*Orchis militaris* L., по-тувински куяк бөрттүг ятрышник) исследовали в степном и лесостепном поясах до выс. 1400 м, в Туве распространен незначительно, приурочен в основном к межгорным котловинам, где растут на увлажненных пойменных лугах, по разреженным березовым, елово-березовым лесам. На лютиково-хвощевых, злаково-осоково-хвощевых, осоково-ятрышниково-хвощевых лугах продуктивность ятрышников варьируется в пределах 2–5 кг/га, на тразнотравно-осоковых лугах составляет 0,7–2 кг/га. Выявленные запасы ятрышника в Туве составляют 0,85 т.

Высотно-поясные особенности распространения, запасов и возможные заготовки показывают, что наибольшее число видов может иметь хозяйственное значение в лесном поясе (24). Здесь также сосредоточены наибольшие запасы лекарственного сырья благодаря широкому распространению бадана, брусники и багульника, дающих многотоннажное сырье.

Наименьшее число видов (8) может иметь хозяйственное значение в гольцовом поясе, запасы сырья здесь относительно невелики.

Большинство лекарственных растений могут иметь по величине своих запасов хозяйственное значение в двух (15 видов) или в одном (12 видов) растительном поясе. В трех растительных поясах возможна заготовка лишь чемерицы обыкновенной и горца змеиного.

Заключение

Запасы родиолы розовой и некоторых лекарственных растений в Туве незначительны. Биологический запас *Th. mongolica* на исследованных территориях составляет до 45 т сырья, эксплуатационный запас – 31,5 т, объем возможной ежегодной заготовки – 9,5 т, что может служить объектом заготовки. Результаты исследований могут быть использованы для основ рационального природопользования.

Исследования выполнены при поддержке РФФИ № 18-44-170001–«р_а».

Список литературы

1. Воронов А.Г. Геоботаника. М.: Высш. шк., 1973. 385 с.

2. Некратова Н.А., Некратов Н.Ф. Лекарственные растения Алтае-Саянской горной области. Томск: Изд-во ТГУ, 2005. 228 с.

3. Сидельников Н.И. Лекарственные растения и их значение // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 2 (6). С. 141–147.

4. Малиновских А.А. Запасы лекарственных растений в березовых лесах Бийско-Чумышской возвышенности Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 5 (139). С. 82–86.

5. Федеральный закон от 22 июня 1998 г. № 86-ФЗ «О лекарственных средствах» (с изменениями 30 декабря 2008 г.). М., 2009. 115 с.

6. Монгуш К.Ч.-Д., Монгуш А.К. Растения Республики Тыва, применяемые в восточной народной медицине. 1–2 части. Кызыл, 2012. 128 с.

7. Худоногова Е.Г., Киселева Т.В. Белоусова С.С., Третьякова С.В. Запасы лекарственных растений Западного Прибайкалья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. № 11 (73). С. 43–47.

8. Сорокина В.А., Петренко Г.Г. Охрана и использование растительного мира в России. Новороссийск: Приоритет, 2017. 468 с.

СТАТЬИ

УДК 631.481:631.452

ОРОШАЕМЫЕ СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫЕ ПОЧВЫ ПАХТАКОРСКОГО РАЙОНА ДЖИЗАКСКОЙ ОБЛАСТИ

[1]Жаббаров О.А., [2]Исмонов А.Ж., [2]Каландаров Н.Н.

[1]ГУП «Аналитический центр качества, состава и репозиторий почв», Ташкент;
[2]Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ташкент,
e-mail: Soil-uz@mail.ru, abduvahob60@mail.ru

Статья посвящена изучению почвенного покрова Пахтакорского района Джизакской области, который расположен в северной части Голодностепской равнины. Основными факторами, определяющими состояние почв, являются: глубина залегания грунтовых вод, климат, режим поверхностных вод и искусственная дренированность территории. По изученным материалам определено, что на территории Пахтакорского района орошаемое земледелие сопровождается подъемом грунтовых вод. Со временем они поднимаются до глубины 2,5–3,0 м, в более пониженных местах до 1–2 м. Создаются, соответственно, полугидроморфные условия почвообразования. Минерализация грунтовых вод возрастает, при полугидроморфном режиме увлажнения она колеблется в пределах 4–6 г/л. Основными источниками пополнения грунтовых вод являются подземные воды, стекающие с прилегающих гор и предгорий, а также поверхностные воды, фильтрующиеся из оросительной сети и с орошаемых полей. В результате исследований также были уточнены содержание гумуса и питательных элементов, засоление почвенного профиля и их распространение. Исследованные орошаемые сероземно-луговые почвы Пахтакорского района Голодностепской равнины по степени засоления относятся к слабозасоленным, реже – среднезасоленным. По содержанию общего гумуса почвы низкообеспечены, по содержанию нитратного азота почвы относятся к средне и достаточно обеспеченным, очень низко- и низко обеспеченым подвижным фосфором, средне и достаточно обеспеченым обменным калием. По состоянию почвенного покрова за изученный период (2019 г.) следует отметить, что наметилась тенденция ухудшения некоторых показателей полугидроморфных почв. Обследование орошаемых почв свидетельствует об ухудшении состояния земель изученной территории. Это происходит из-за усиливающихся процессов засоления почв, повышения уровня грунтовых вод, несвоевременного внесение органоминеральных удобрений что в совокупности приводит к деградации почв. Приведенные материалы по некоторым свойствам почв позволяют глубже понять и раскрыть современное состояние орошаемых почв Голодностепской равнины.

Ключевые слова: Голодностепская равнина, орошаемые сероземно-луговые почвы, засоление, грунтовые воды, подвижный фосфор, обменный калий, гумус, плодородие

IRRIGATED GRAY-EARTH MEADOW SOILS PAHTAKOR DISTRICT OF THE JIZAK REGION

[1]Zhabbarov O.A., [2]Ismonov A.Zh., [2]Kalandarov N.N.

[1]State Unitary Enterprise «Analytical Center for Quality, Composition and Repository of Soils», Tashkent;
[2]Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Tashkent, e-mail: Soil-uz@mail.ru, abduvahob60@mail.ru

The article is devoted to the study of the soil cover of the Pakhtakor district of the Jizzakh region, which is located in the northern part of the Holodnostep plain. The main factors determining the state of soils are the depth of groundwater, climate, surface water regime and artificial drainage of the territory. According to the studied materials, it was determined that in the Pakhtakor region, irrigated agriculture is accompanied by a rise in groundwater. Over time, they rise to a depth of 2.5-3.0 m, in more low places up to 1-2 m. Semi-hydromorphic soil formation conditions are created accordingly. Mineralization of groundwater is increasing. With a semi-hydromorphic mode of hydration, it ranges from 4-6 g/l. The main sources of groundwater recharge are groundwater flowing from the surrounding mountains and foothills, as well as surface water filtered from the irrigation network and irrigated fields. As a result of the studies, the content of humus and nutrients, salinization of the soil profile and their distribution were also clarified. The studied irrigated serozem-meadow soils of the Pakhtakor district of the Holodnostep plain, according to the degree of salinization, are low saline and, less often, medium-saline. Soils are low in terms of total humus content; soils are classified as medium and fairly rich in nitrate nitrogen content, very low and low in mobile phosphorus, and medium and sufficiently high in exchangeable potassium. According to the state of the soil cover for the studied period (2019), it should be noted that there has been a tendency to worsen some indicators of semi-hydromorphic soils. Surveys of irrigated soils indicate a deterioration in the condition of the lands of the studied territory. This is due to the increasing processes of salinization of soils, increasing groundwater, untimely application of organic fertilizers, which together leads to soil degradation. The above materials on some soil properties will allow a deeper understanding and disclosure of the current state of irrigated soils of the Holodnostep plain.

Keywords: Holodnostep plain, irrigated gray-earth meadow soils, salinization, groundwater, mobile phosphorus, exchange potassium, humus, fertility

Приоритетным направлением в сельском хозяйстве Республики Узбекистан является увеличение производства хлопка-сырца, зерна, овоше-бахчевых и других сельскохозяйственных культур за счет повышения их урожайности. Решение этой задачи достигается путем восстановления и повышения плодородия почв, дифферен-

цированного размещения сельскохозяйственных культур с учетом почвенно-мелиоративных условий и водообеспеченности территории. В этой связи представляется необходимым проведение исследований в Джизакской области по изучению земель с учетом почвенных условий и агробиологических требований сельскохозяйственных растений. Это позволит научно обосновать размещение и специализацию сельскохозяйственного производства, а также правильно организовать текущие мероприятия.

Цель исследования: охарактеризовать по данным полевых и лабораторных исследований 2019 г. состояние орошаемых сероземно-луговых почв Пахтакорского района Джизакской области.

Материалы и методы исследования

Территория Джизакской области имеет сложное орографическое строение. Начинаясь на равнинах Кызылкумского плато на севере, она через подгорно-предгорные равнины на юге поднимается на склоны Мальгузарского и Туркестанского хребтов. Волнистые подгорные покатости, по сравнению с конусами выноса, несколько приподняты и менее резко контактируют с предгорьями. Местами их прорезают саи, радиально отходящие от вершин конусов.

Они сложены мощными толщами лессовидных суглинков, поверхность которых слабо изменена процессами эрозии. Далее, к северу и северо-западу простирается наиболее обширная часть равнинных пространств: Центральная Голодностепская равнина, сменяемая затем на северо-западе Кызылкумской песчаной волнисто-бугристой пустынной равниной, выходящей далеко за пределы области.

Несмотря на кажущееся однообразие рельефа равнинной части Джизакской области, при более детальном подходе здесь выделяются как несколько повышенные пространства, так и пониженные. Наибольшей равнинностью отличается Центральная Голодностепская равнина. Ее слагают верхнечетвертичные отложения.

Они представлены здесь лессами и лессовидными суглинками разной мощности, возрастающей по мере перехода от гор к равнине. Существенно отличаются от четвертичных лессовых и лессовидных образований Центральной Голодностепской равнины песчаные отложения предкызылкумской волнистой равнины и солевые скопления замкнутых депрессий (Айдара и Тузканинская впадина). Эти эоловые отложения рассматриваются как продукт дефляции и переноса древнеаллювиальных наносов в этом районе. Накопление солей в замкнутых депрессиях обусловлено процессами испарения поступающих в них вод, в прошлом преимущественно речных, а в настоящее время дренажных и ирригационных.

На основании современного рельефа, орографии, геологического строения, а также с учетом разнообразия рельефообразующих факторов, описанных выше, на территории Пахтакорского района Джизакской области выделен следующий геоморфологический район в составе вертикальной поясности и широтной зональности:

– Центральная Голодностепская равнина, сопряженная с древними конусами выноса – со светлыми сероземами, сероземно-луговыми и луговыми почвами.

В Джизакской области складываются очень разнообразные гидрогеологические условия. На подгорных пологих равнинах и особенно на Центральной Голодностепской равнине, подземный отток грунтовых вод несколько замедляется. Вовлечение здесь целинных и богарных почв в орошаемое земледелие сопровождается подъемом грунтовых вод. Со временем они поднимаются до глубины 2,5–3,0 м, в более пониженных местах до 1–2 м. Создаются, соответственно, полугидроморфные и гидроморфные условия почвообразования. Минерализация грунтовых вод возрастает.

При полугидроморфном режиме увлажнения она колеблется в пределах 4–6 г/л, а при гидроморфном 7–10 г/л. Основными источниками пополнения грунтовых вод являются подземные воды, стекающие с прилегающих гор и предгорий, а также поверхностные воды, фильтрующиеся из оросительной сети и с орошаемых полей.

Максимальный уровень их стояния приходится на периоды проведения промывных и вегетационных поливов. В это время минерализация грунтовых вод минимальная. На преобладающей части территории поливной зоны режим грунтовых вод и их минерализация тесно связаны с ирригационно-хозяйственными факторами. При высоком стоянии грунтовых вод, когда расход их в значительной мере идет на испарение, в почвах активизируются солончаковые процессы. Поэтому, сельскохозяйственное использование земель здесь возможно только при постоянном применении мелиоративных мероприятий, прежде всего дренажа и промывок.

По результатам исследований выявлено, на территория объекта исследований Пахтакорского района Джизакской области представлена преимущественно в различной степени засоленными полугидроморфными почвами. Лабораторные исследования проводились в Аналитическом центре Научно-исследовательского института по-

чвоведения и агрохимии по общепринятым методикам [1, 2].

Результаты исследования и их обсуждение

Исследования показали, что расширение площадей орошаемых земель за счет освоения целины сопровождается подъемом уровня грунтовых вод, в результате чего происходит преобразование автоморфных почв в полугидроморфные, а порой и в гидроморфные. Это явление особенно широко распространено на Центральной Голодностепской и подгорной пологой равнинах, обладающих замедленным стоком грунтовых вод [3, 4]. Высокий уровень грунтовых вод создает предпосылки для развития вторичного засоления почв, поэтому освоение и эксплуатация орошаемых земель здесь должны осуществляться на фоне коллекторно-дренажной сети.

В зависимости от физико-географических особенностей отдельных территорий в условиях активного влияния антропогенного фактора, в Пахтакорском районе к настоящему времени сформировались орошаемые сероземно-луговые почвы. Орошаемый почвенный покров района, как и общий почвенный покров области, сформировавшийся в разнообразных геоморфологических, климатических условиях и другими показателями, такими как механический состав, засоление, эродированность, гипсированность, т.е. теми показателями, которые являются составляющими почвенного плодородия. В данное время на территории Пахтакорского района распространены орошаемые сероземно-луговые почвы.

Орошаемые сероземно-луговые почвы распространены наиболее широко и представляют орошаемый земельный фонд Пахтакорского района [5], генетически они являются переходными почвами от сероземов к луговым.

Сформировались они на подгорных пологих равнинах и на Центральной Голодностепской равнине в поясе светлых сероземов при вторичном подъеме грунтовых вод в результате нарушения баланса между притоком и оттоком грунтовых вод, что было обусловлено широким ирригационным строительством и освоением целинно-залежных земель под орошение.

По классификации Н.А. Качинского [6] большинство почв имеют среднесуглинистый механический состав. Во всех почвах преобладает фракция крупной пыли (0,05–0,01 мм), а затем фракция крупного песка размером 0,1–0,05 мм. Отмечается низкое содержание илистой фракции (<0,001 мм), порядка 3,6–13,1 % от веса почвы. По механическому составу орошаемые сероземно-луговые почвы, преимущественно среднесуглинистые и, реже, легкосуглинистые.

Около 90 % почв изученной территории имеют среднесуглинистый механический состав. Встречаются территории почв с легким и среднесуглинистым составом, реже тяжелосуглинистые. В таблице представлены результаты механического состава исследованных почв.

Результаты анализа механического состава орошаемых сероземно-луговых почв

№ разреза	Глубина в см	Вес фракции в %%, размер частиц, в мм							
		>0,25	0,25–0,1	0,1–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	>0,001	Физическая глина
1	0–15	0,8	0,2	28,3	32,2	11,4	14,0	13,1	38,5
	15–30	0,8	0,2	23,7	44,6	5,8	13,8	11,1	30,7
	30–45	1,6	0,4	30,3	40,9	5,8	10,5	10,5	26,8
	45–60	0,8	0,2	28,8	44,9	6,8	5,6	12,9	25,3
	60–75	0,8	0,2	24,3	48,4	4,4	17,6	4,3	26,3
	75–90	0,4	0,1	16,6	58,1	13,3	9,0	2,5	24,8
16	0–15	0,8	0,2	24,6	38,0	7,5	21,1	7,8	36,4
	15–30	0,4	0,1	27,4	33,2	9,6	19,6	9,7	38,9
	30–45	0,8	0,2	24,9	38,2	8,2	14,0	13,7	35,9
	45–60	0,8	0,2	26,6	34,1	9,7	19,4	9,2	38,3
	60–75	0,4	0,1	13,8	37,7	9,9	32,5	5,6	48,0
	75–90	0,4	0,1	22,0	35,5	16,1	21,9	4,0	42,0
18	0–15	0,8	0,2	28,4	36,4	7,5	19,0	7,7	34,2
	15–30	1,2	0,3	24,0	39,6	8,5	20,4	6,0	34,9
	30–45	0,8	0,2	28,6	35,7	9,6	22,6	2,4	34,6
	45–60	1,3	0,3	39,9	36,0	6,4	13,0	3,1	22,5
	60–75	6,8	1,7	19,0	20,4	11,5	36,0	4,6	52,1
	75–90	1,2	0,3	28,7	20,0	24,6	22,8	2,4	49,8

Окончание таблицы

№ разреза	Глубина в см	Вес фракции в%%, размер частиц, в мм							
		>0,25	0,25–0,1	0,1–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	>0,001	Физическая глина
20	0–15	0,8	0,2	32,4	30,1	11,5	17,5	7,5	36,5
	15–30	0,4	0,1	15,1	45,2	10,9	18,6	9,7	39,2
	30–45	0,8	0,2	22,8	37,4	5,7	27,8	5,3	38,8
	45–60	1,2	0,3	19,7	31,0	18,6	25,3	3,9	47,8
	60–75	0,8	0,2	20,2	37,7	12,1	25,3	3,7	41,1
	75–90	1,2	0,3	20,3	32,3	13,7	29,5	2,7	45,9
22	0–15	0,8	0,2	31,2	22,6	21,6	15,5	8,1	45,2
	15–30	0,4	0,1	30,0	28,1	17,8	12,5	11,1	41,4
	30–45	1,6	0,4	22,2	28,9	24,3	20,9	1,7	46,9
	45–60	2,4	0,6	19,7	28,8	23,4	24,1	1,0	48,5
	60–75	2,0	0,5	24,8	30,9	28,0	11,3	2,5	41,8
	75–90	2,8	0,7	18,5	26,7	28,0	21,2	2,1	51,3
26	0–15	1,2	0,3	22,6	45,1	13,5	13,7	3,6	30,8
	15–30	0,4	0,1	20,7	44,7	10,0	15,6	8,5	34,1
	30–45	0,8	0,2	18,4	45,0	11,3	15,8	8,5	35,6
	45–60	1,2	0,3	15,9	40,7	12,3	23,3	6,3	41,9
	60–75	0,8	0,2	21,1	45,1	17,9	13,2	1,7	32,8
	75–90	0,8	0,2	18,5	52,0	11,6	14,5	2,4	28,5
30	0–15	0,4	0,1	18,7	39,8	16,9	12,7	11,4	41,0
	15–30	1,2	0,3	26,9	39,0	11,3	12,3	9,0	32,6
	30–45	0,8	0,4	29,3	37,1	10,1	13,9	8,6	32,6
	45–60	1,6	0,4	26,3	41,2	13,9	9,8	6,8	30,5
	60–75	1,6	0,3	25,2	43,4	11,4	9,0	9,0	29,4
	75–90	1,2	0,2	26,4	41,6	8,1	12,9	9,5	30,5
	30–45	0,8	0,2	36,9	25,2	15,1	12,8	9,0	36,9
	45–60	1,2	0,3	28,3	40,9	18,4	5,4	5,5	29,3
	60–75	2,4	0,6	31,1	36,6	17,1	6,8	5,4	29,3
	75–90	1,6	0,4	25,9	36,7	16,2	12,0	7,2	35,4

В современных условиях, из-за нехватки поливной воды, местами используются коллекторно-дренажные воды под орошение сельхозкультур. Видимо, такие условия полива, произведенного минерализованными водами, способствуют накоплению солей в почвогрунтах. Пахотный слой орошаемых почв по степени засоления слабозасоленный и, иногда, среднезасоленный. Содержание сухого остатка составляет в среднем 0,350–0,800 %. Грунтовые воды залегают на глубине 2–3 м. и периодически поднимаются к поверхности. Орошаемые сероземно-луговые почвы склонны к быстрому засолению. Примерно 90 % почв изученных территорий состоят из слабозасоленных почв (рис. 1), около 6 % почв – среднезасоленные.

Содержание солей в верхнем 70-сантиметровом слое не превышает 0,470–0,820 % по плотному остатку, хлора – 0,04–0,031 %. Основная масса солей распределена по всему профилю. Тип засоления в основном сульфатный. Встречаются средне- и сильнозасоленные разности, где соли приурочены к 15–45 см слоям профиля.

Таким образом, орошаемые сероземно-луговые почвы Пахтакорского района в результате орошения претерпели коренные изменения. Переход автоморфного режима увлажнения к полугидроморфному привел к морфогенетическим преобразованиям: приобретению совершенно нового, генетического горизонта, перераспределению питательных элементов и других [7, 8]. В профиле этих почв заметны остаточные признаки сероземов: светлоокрашенный гумусовый горизонт и слабые признаки карбонатного иллювиирования. Увлажнение в глубоких горизонтах происходит за счет капиллярной влаги, поднимающейся от грунтовых вод. Нижняя часть профиля приобретает сероватый оттенок, появляются сизоватые и зеленоватые пятна оглеения. В верхней части профиля выделяется светло- серый гумусовый горизонт (0–15 см) со средним содержанием гумуса: от 0,48 % до 1,00 % (рис. 2). Количество гумуса в пахот-

ных (15–30 см) горизонтах колеблется от 0,55 до 1,01 % и на глубине 50 см едва достигает 0,25–0,65 %. Мощность гумусового горизонта в среднем 30–55 см, редко 45 см. Эти почвы очень низко и низко обеспечены гумусом и питательными элементами.

В орошаемых сероземно-луговых почвах количество карбонатов составляет в среднем (0–15 см) 7,28–12,14 %, и они относятся к средне и высококарбонатным почвам. Во всех разрезах карбонаты располагаются на глубине 60–90 см. Значительная часть этих почв содержит мало гипса, и они относятся к негипсированным почвам. Вниз по профилю почв его содержание увеличивается от 0,44 до 1,02 %.

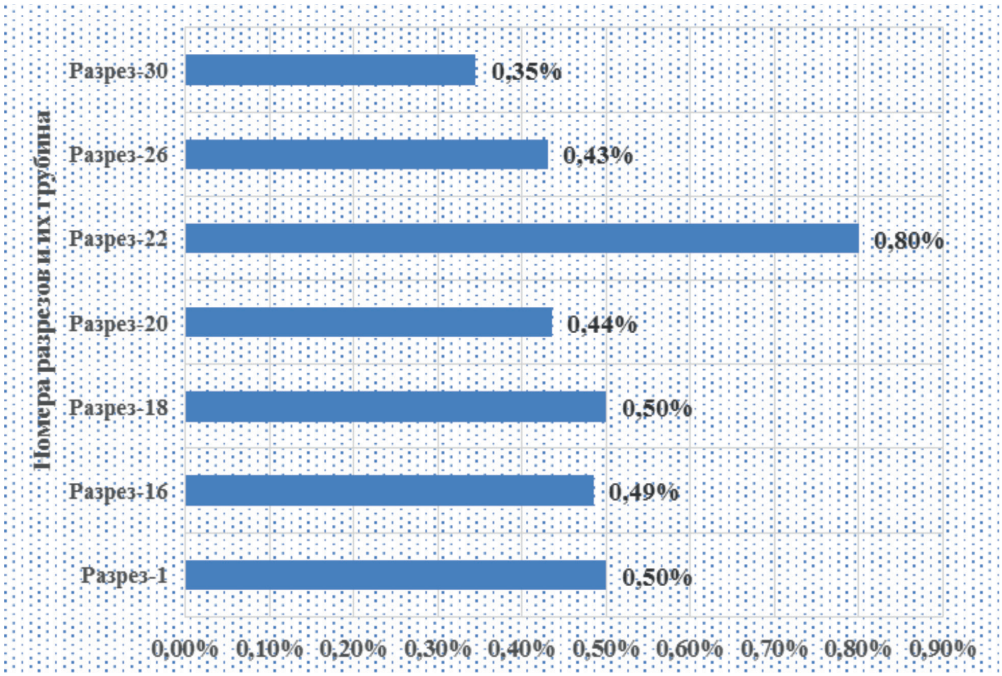

Рис. 1. Содержание водорастворимых солей (сухой остаток) в 0–15 см слое почв, в %

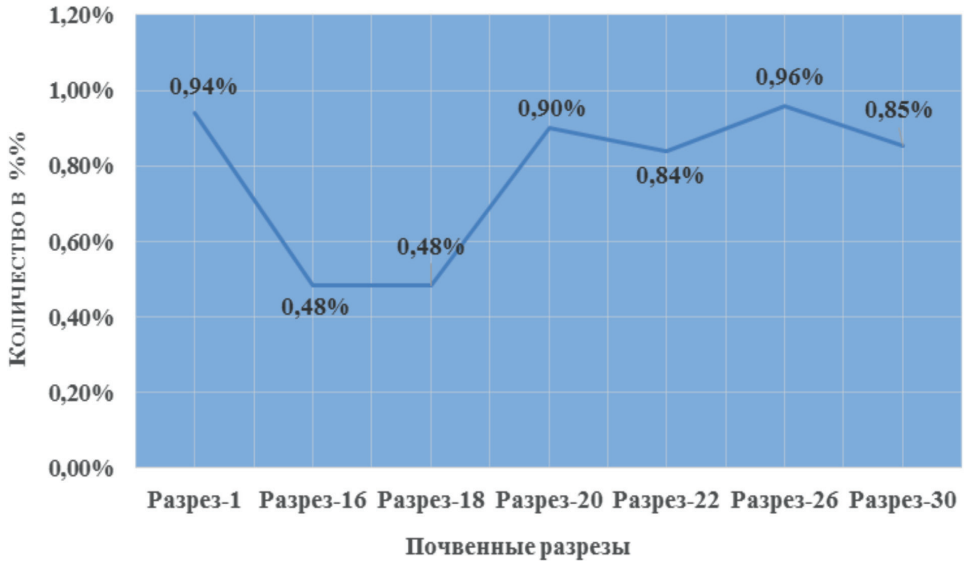

Рис. 2. Содержание гумуса на верхнем слое (0–15 см) орошаемых сероземно-луговых почв

Выводы

Исследованные орошаемые сероземно-луговые почвы Пахтакорского района Центрально-Мирзачульской равнины, по степени засоления относятся к слабозасоленным. По содержанию общего гумуса почвы низкообеспечены (0,6–1,0%), по содержанию нитратного азота почвы относятся к средне и достаточно обеспеченными за исключением некоторых разрезов, очень низко и низко обеспечены (0–30 мг/кг) подвижным фосфором, средне и достаточно обеспечены обменным калием.

Анализируя данные по орошаемым почвам, можно сделать вывод о том, что значительная часть их обеднена питательными элементами. Это происходит из-за несвоевременного внесения органоминеральных удобрений, усиливающихся процессов засоления почв, повышения уровня грунтовых вод во время вегетационного периода, развития ветровой эрозии и опустынивания, что в совокупности приводит к деградации почв. В связи с этим необходимо разработать агромелиоративные мероприятии по восстановлению и повышению плодородия изученных орошаемых почв.

Список литературы

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М., 1975. 491 с.

2. Кузиев Р., Абдурахманов Н., Исмонов А., Омонов А. Инструкция по ведению земельного кадастра, проведению почвенных изыскательских работ и составлению почвенных карт. Ташкент, 2013. 52 с.

3. Почвы Сырдарьинской и Джизакской областей. Ташкент, 2009. С. 6–42.

4. Кузиев Р., Сектименко В.Е., Исмонов А.Ж. Атлас почвенного покрова Республики Узбекистан. Ташкент, 2010. 48 с.

5. Земельный фонд Республики Узбекистан. Ташкент, 2018. 203 с.

6. Качинский Н.А. Физика почвы. М.: Изд. «Высшая школа», 1965. С. 20–300.

7. Абдурахмонов Н.Ю., Собитов Ў.Т., Кўзиев Ж.М., Халилова Н.Ж., Мансуров Ш.С., Санақулов С., Жумаев Ш.Х. Современные состояние и свойства новоорошаемых почв Голодной степи // Управление земельными ресурсами и их оценка: новые подходы и инновационные решения: материалы российско-узбекской научно-практической конференции, посвященной 100 летию Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека. Москва-Ташкент, 2019. С. 317–320.

8. Кузиев Р.К., Сектименко В.Е. Почвы Узбекистана. Ташкент: Изд. Extremum Press, 2009. 351 с.