

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

**Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,402
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,257**

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

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

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

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

*Подписано в печать 29.06.2021
Дата выхода номера 29.07.2021
Формат 60×90 1/8*

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

**Signed in print 29.06.2021
Release date 29.07.2021
Format 60×90 8.1**

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

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

*Тираж 1000 экз.
Распространение по свободной цене
Заказ НО 2021/2
© ООО НИЦ «Академия Естествознания»*

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

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



М.М. Филиппов (M.M. Philippov)

С 2014 года издание журнала возобновлено
Академией Естествознания

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

Главный редактор: Н.Ю. Стукова

Editor in Chief: N.Yu. Stukova

НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ • БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

SCIENTIFIC REVIEW • BIOLOGICAL SCIENCES

www.science-education.ru

2021 г.



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

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

СОДЕРЖАНИЕ

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

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ УГЛЕВОДОВ В РАЗЛИЧНЫХ СОРТАХ
ТОПИНАМБУРА (*HELIANTUS TUBEROSUS* L.) В МАРГИНАЛЬНЫХ ЗЕМЛЯХ
ЧУЙСКОЙ ДОЛИНЫ КЫРГЫЗСТАНА

Долотбаков А.К., Шалтыков К.Т. 5

ОБЗОР

РОЛЬ БИОПРЕПАРАТОВ В ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ КАРДИОЛОГИИ

Чаулин А.М., Григорьева Ю.В. 10

СТАТЬЯ

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВОКРУГ ПОЛИГОНА
ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ГОРОДА ТАШКЕНТА

Жаббаров З.А., Атоева Г.Р., Сайитов С.С. 17

СТАТЬЯ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИИ АЛЫЧИ (*PRUNUS SOGDIANA* VASS.)
В ЧУЙСКУЮ ДОЛИНУ КЫРГЫЗСТАНА

Албанов Н.С. 24

СТАТЬЯ

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД НА ГОРОДСКИХ СТАНЦИЯХ АЭРАЦИИ

Аничкина Н.В., Никулина А.П. 29

СТАТЬЯ

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ И ИХ БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА

Каримов Х.Н., Узатов З.З., Хушмуродов Ж.П., Усмонова Д.А., Маллаева Д.А. 34

СТАТЬЯ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ НЕКОТОРЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ
В ВОСТОЧНОМ ПРИИСЫККУЛЬЕ КИРГИЗИИ

Шалтыков К.Т., Рогова Н.А., Долотбаков А. К., Кайыркулова А.К., Жакыбалиев Б.Э. 41

CONTENTS
BIOLOGICAL SCIENCES (03.01.00, 03.02.00, 03.03.00)
ARTICLE

- FRACTIONAL COMPOSITION OF CARBOHYDRATES IN DIFFERENT VARIETIES OF TOPINAMBUR (*HELIANTUS TUBEROSUS* L.) IN MARGINAL LANDS OF THE CHUY VALLEY OF KYRGYZSTAN
Dolotbakov A.K., Shalpykov K.T. 5

REVIEW

- THE ROLE OF BIOLOGICS IN PREVENTIVE CARDIOLOGY
Chaulin A.M., Grigoreva Yu.V. 10

ARTICLE

- SOIL POLLUTION WITH HEAVY METALS AROUND THE HOUSEHOLD WASTE LANDFILL OF TASHKENT
Zhabbarov Z.A., Atoeva G.R., Sayitov S.S. 17

ARTICLE

- RESULTS OF THE INTRODUCTION OF THE CHERRY PLUM (*PRUNUS SOGDIANA* VASS.) OF THE CHUY VALLEY IN KYRGYZSTAN
Albanov N.S. 24

ARTICLE

- INFLUENCE OF DIFFERENT DOSES OF BIOLOGICALLY ACTIVE BEE PRODUCTS
Anichkina N.V., Nikulina A.P. 29

ARTICLE

- CONTAMINATION OF IRRIGATED SOILS AND THEIR BIOLOGICAL TREATMENT
Karimov Kh.N., Uzakov Z.Z., Khushmurodov Zh.P., Usmonova D.A., Mallaeva D.A. 34

ARTICLE

- BIOLOGICAL RESOURCES OF SOME MEDICINAL PLANTS IN EASTERN ISSYKKUL REGION OF KYRGYZSTAN
Shalpykov K.T., Rogova N.A., Dolotbakov A.K., Kayirkulova A.K., Zhakybaliev B.E. 41

СТАТЬЯ

УДК 633.494(575.23)

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ УГЛЕВОДОВ В РАЗЛИЧНЫХ СОРТАХ ТОПИНАМБУРА (*HELIANTUS TUBEROSUS* L.) В МАРГИНАЛЬНЫХ ЗЕМЛЯХ ЧУЙСКОЙ ДОЛИНЫ КЫРГЫЗСТАНА

Долотбаков А.К., Шалпыков К.Т.

Институт химии и фитотехнологий Национальной академии наук Кыргызской республики, Бишкек, e-mail: dolotbakov2012@mail.ru

В статье представлены исследования, проведенные в маргинальных землях Чуйской долины Кыргызстана по фракционному составу углеводов шести сортов топинамбура. Исследовано содержание спирторастворимых и водорастворимых углеводов в клубнях различных сортов и в разные годы, авторы обратили внимание на тесную связь между этими двумя фракциями. Как правило, в клубнях, содержащих меньше инулина, было больше спирторастворимых сахаров, представленных преимущественно олигофруктозидами; при этом содержание моносахаридов мало изменялось и оставалось всегда на низком уровне. Аналогичные примеры можно привести и для других сортов: Ленинградский, Бланк и т.д. Наше внимание привлек ещё тот факт, что в клубнях, отобранных в более поздние сроки, например в ноябре, инулина было всегда меньше, чем в клубнях, выкопанных и проанализированных в более ранние сроки. Ввиду того, что растения топинамбура, особенно поздних сортов, продолжают вегетировать до осенних заморозков, клубни, достигшие полной зрелости, выкапываются обычно поздней осенью. Естественно было предположить, что в клубнях при пониженных температурах в конце вегетации усиливаются процессы, вызывающие гидролиз высокомолекулярных фруктозанов типа инулина, которые, как известно, более энергично протекают в период зимнего хранения. Вследствие этого зрелые клубни, взятые для анализа осенью, содержат уже меньше инулина, чем в более ранние сроки отбора.

Ключевые слова: сорт, топинамбур, углеводы, инулин, фруктозаны

FRACTIONAL COMPOSITION OF CARBOHYDRATES IN DIFFERENT VARIETIES OF TOPINAMBUR (*HELIANTUS TUBEROSUS* L.) IN MARGINAL LANDS OF THE CHUY VALLEY OF KYRGYZSTAN

Dolotbakov A.K., Shalpykov K.T.

Institute of Chemistry and Phytotechnology, National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek, e-mail: dolotbakov2012@mail.ru

This article presents studies carried out in the marginal lands of the Chui valley of Kyrgyzstan on the fractional composition of carbohydrates of 6 varieties of topinambur (Jerusalem artichoke). The content of alcohol-soluble and water-soluble carbohydrates in tubers of various varieties and in different years, drew attention to the close relationship between these two fractions. As a rule, tubers containing less inulin had more alcohol-soluble sugars, represented mainly by oligofructosides; the content of monosaccharides changed little and always remained at a low level. Similar examples can be cited for other varieties – Leningradsky, Blank, etc. Our attention was also attracted by the fact that in tubers sampled at a later date, for example, in November, inulin was always less than in tubers dug and analyzed at an earlier date. Due to the fact that topinambur plants, especially of late varieties, continue to vegetate until autumn frosts, tubers that have reached full maturity are usually dug up in late autumn. It was natural to assume that in tubers at low temperatures at the end of the growing season, the processes that cause the hydrolysis of high-molecular fructozans of the inulin type are intensified, which, as is known, proceed more vigorously during the winter storage period. As a result, mature tubers taken for analysis in the fall already contain less inulin than in earlier selection periods.

Keywords: variety, topinambur, carbohydrates, inulin, fructosans

Для обеспечения населения полноценными и экологически чистыми продуктами питания, способными выполнять профилактические функции при различных заболеваниях, вовлекаются в промышленную переработку недоиспользуемые растения. С этой точки зрения значительный интерес в качестве перспективной технической культуры представляет топинамбур (*Heliantus tuberosus* L.). По мнению многих исследователей, данная культура привлекательна в экологическом плане в связи с устойчивостью ко многим болезням и вредителям,

что способствует получению здорового растительного сырья, необходимого для промышленной переработки. Для переработки используется как надземная, так и подземная часть (клубни) растения. По литературным данным химический состав клубней также зависит от места и условий выращивания, природно-климатических условий, сроков сбора урожая и от сортовых биологических особенностей топинамбура.

Земляная груша, или топинамбур, может давать богатый урожай подземной и надземной части (приблизительно 85–150 т/га).

Данная культура отличается и высокой экологической толерантностью и пластичностью, так как выращивание его возможно на маргинальных землях практически всего Кыргызстана, но в наших исследованиях мы остановились на бросовых землях Чуйской долины [1, 2].

В разные годы изучена продуктивность топинамбура в техногенно загрязненных почвах и почвах с тяжелыми металлами [3–5], а также его использование в качестве фитомелиоранта радиационно загрязненных почв [6]. Обоснован выбор ингредиентов для получения функциональных композитных смесей на основе порошка клубней топинамбура, животного белка и муки плодов боярышника [7]. Изучены клубни топинамбура и разработаны рецептуры пищевого батончика для лечебного питания детей, больных сахарным диабетом [8].

Результаты исследований, проведенных в Пятигорском медико-фармацевтическом институте – филиале ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрава России, убедительно показывают, что топинамбур является ценным природным источником БАВ и перспективным сырьем для получения различных лечебных и профилактических средств [9].

Топинамбур характеризуется достаточно высокими питательными свойствами, необходимыми и для кормопроизводства. Высокие кормовые качества позволяют отнести его к числу перспективных кормовых растений [10].

В клубнях и зеленой массе топинамбура содержатся ценные компоненты биохимического характера – белков, углеводов, витаминов (аскорбиновой кислоты, каротиноидов, В) и минеральных веществ, необходимых для кормления животных и повышения их продуктивности. Перечисленные признаки позволяют отнести топинамбур к группе очень ценных и экономически выгодных сочных кормовых культур.

Изучена урожайность коллекционных образцов топинамбура (*Heliantus tuberosus* L.) в условиях Таджикистана [11].

До настоящего времени в Кыргызской республике интерес к топинамбуру был незначителен и отсутствовали районированные сорта.

Исходя из выше перечисленного нами были начаты исследования по биоэкологическим особенностям топинамбура в маргинальных землях Чуйской долины, где в низинных глосметрических отметках имеются значительные площади вторично засоленных земель (более 200 тыс. га). Ранее нами определены глюкофруктаны, выделенные из растительного сырья *H. tuberosus* сорта Киргизский белый, отно-

сятся к глюкофруктанам инулиновой структуры и состоят из D-фруктофуранозных остатков с β -(2 \rightarrow 1) гликозидными связями [12]. Изучен нами также водный режим различных сортов топинамбура [13].

Целью исследования является изучение фракционного состава углеводов в различных сортах топинамбура в маргинальных землях Чуйской долины Кыргызстана.

Материалы и методы исследования

Инулин получали из клубней топинамбура. Содержание инулина определяли по методу Ермакова с некоторыми модификациями.

Нами был определен углеводный состав (моно- и олигосахариды) по методу Д.Н. Оленникова, Л.М. Танхаевой [14]. Для этого сухие измельченные клубни растений экстрагировали 82%-ным этанолом и определяли до и после гидролиза содержание моно- и олигосахаридов, а также полисахаридов в гидролизатах водных экстрактов для одних и тех же навесок сырья.

У осенних клубней по зонам сумма фруктозанов изменялась незначительно (70,5–75,0% на сухой вес), но соотношение различных фракций заметно варьировало. Так, в наружном слое преобладали фруктозаны, растворимые в 60% спирте, в то время как в средней и центральной части – растворимые в 40% спирте. Количество фруктозанов, растворимых в 90%, 80% и 60% этаноле, возрастало в клубнях от центральной части к наружной. Содержание редуцирующих сахаров колебалось от 1,77% до 2,70%, а сахарозы – от 4,74% до 9,50% на сухой вес в целых клубнях, различных по величине.

Согласно номенклатуре олигосахаридов, они соответственно называются (фруктозил) 2 сахароза, (фруктозил) 3 сахароза и т.д.

Высшим гомологом этого ряда является инулин, при этом равняется 35. С помощью бумажной хроматографии отчетливо разделили около 15 фруктозанов, отличающихся по степени полимеризации фруктозы.

Фруктозаны по-разному растворяются в холодной воде и в спирте (этаноле), но хорошо растворимы и извлекаются горячей водой.

Результаты исследования и их обсуждение

Совместно с сотрудниками лаборатории химии и технологии растительных веществ нами проводятся исследования по фракционному составу различных сортов топинамбура, выращенных на заболоченных и засоленных почвах Чуйской долины Кыргызстана. Усилия многочисленных исследователей были направлены

на изучение инулина и сопутствующих фруктозанов топинамбура: выделение и их разделение, выяснение структуры и характера главных связей в цепи молекул различных фруктозанов. Но, несмотря на большое число работ, фруктозаны топинамбура долгое время оставались малоизученными. Применение новых методов исследования, в сочетании с высокой степенью очистки растительных экстрактов, позволило нам более тщательно изучить фруктозаны топинамбура.

Наблюдения, проводимые нами в разные по погодным условиям годы, показали, что фракционный состав углеводов различался по сортам и по годам (табл. 1). Так, содержание сухих веществ в клубнях топинамбура варьировало от 17,87% (Бланк, 2016 г.) до 28,60% (Салатный, 2015 г.). В целом в сухом и жарком 2015 г. практически все изученные нами сорта имели повышенное содержание сухих веществ в клубнях осенью, по сравнению с менее жарким 2016 г. Так, в 2016 г. эти показатели колебались от 17,87% до 21,73%, тогда как в 2015 г. – от 19,23 до 28,60%.

Сумма моносахаридов и олигосахаридов в зависимости от сортовых особенностей варьировала от 4,90% до 10,88%. Содержание инулина – от 4,30 до 9,79%. И при этом сумма углеводов достигала 1,79% (Салатный, 2015 г.).

Как видно из табл. 2, изученные сорта топинамбура в процессе перезимовки отличались по содержанию углеводов. Больше всего моносахаров имел сорт Интерес (5,2%), затем идут сорта Бланк, Салатный, Француз фиолетовый, Ленинградский (3,8–4,6%). Меньше всего – 0,12% – содержалось в сорте Находка. Содержание олигосахаридов в зависимости от сорта колебалось от 21,9% до 29,7%. Полисахаридов содержалось от 10,4% (Салатный) до 20,0% (Ленинградский). Пектиновых веществ имелось практически одинаковое количество (1,2–1,68%). В Казахстане выход пектиновых веществ в Карасайском районе составлял 17–18%, а в Мактааральском районе – 20% [15]. Разброс по гемицеллюлозе велик, по нему сорта отличались более чем в три раза: так, в сорте Ленинградский – 6,92%, а в сорте Француз Фиолетовый – 25,4%.

Таблица 1

Изменение содержания углеводов в клубнях различных сортов топинамбура осенью (% на сырой вес)

Сорта	Годы	Сухие вещества	Моносахариды	Олигосахариды	Сумма	Инулин	Сумма углеводов
Француз фиолетовый	2015	21,14	0,11	4,79	4,90	4,71	9,61
	2016	19,58	0,10	6,33	6,43	6,78	13,21
Бланк	2015	19,23	0,19	5,58	5,77	5,60	11,37
	2016	17,87	3,90	6,36	9,26	4,32	13,58
Ленинградский	2015	21,52	0,12	6,78	6,90	6,51	13,41
	2016	20,77	0,25	10,63	10,88	5,40	16,28
Салатный	2015	28,60	0,35	9,56	9,91	9,79	19,70
	2016	20,73	0,43	7,76	8,19	5,51	13,70
Находка	2015	27,40	0,12	6,07	6,19	9,13	15,32
	2016	21,42	0,39	8,42	8,81	5,62	14,43
Интерес	2015	21,74	0,05	5,00	5,05	8,82	13,87
	2016	19,51	0,72	9,95	10,67	4,30	14,97

Таблица 2

Содержание углеводов в клубнях топинамбура ранней весной, в %

№ п/п	Сорта	Моносахариды, %	Олигосахариды, %	Полисахариды, %	Пектиновые вещества, %	Гемицеллюлоза, %
1	Бланк	4,6	24,6	18,0	1,2	8,3
2	Ленинградский	3,8	21,9	20,0	1,54	6,92
3	Интерес	5,2	27,0	12,0	1,62	25,0
4	Салатный	4,0	29,7	10,4	1,68	11,0
5	Находка	0,12	29,2	19,6	1,31	10,9
6	Француз фиолетовый	4,0	23,0	14,8	1,5	25,4

Таблица 3

Содержание спирторастворимых углеводов в клубнях сортов топинамбура осенью
(% на сухой вес)

Сорта	Годы наблюдений	Дата отбора	Спирторастворимые сахара	Инулин
Француз фиолетовый	2016	X	20,4	24,4
	2017	XI	28,4	28,6
Бланк	2016	X	32,2	22,8
	2017	XI	32,8	28,4
Ленинградский	2016	X	32,0	31,5
	2017	XI	25,3	31,5
Салатный	2016	X	35,4	24,6
	2017	XI	30,4	32,6
Находка	2016	X	30,8	28,6
	2017	XI	31,4	24,4
Интерес	2016	X	20,4	30,6
	2017	XI	23,0	24,3

Содержание спирторастворимых фруктозанов колебалось в клубнях различных сортов от 20,4% (Француз фиолетовый, Интерес, 2016 г.) до 32,8–35,4% (Бланк, 2017 г.; Салатный, 2016 г.) на сырой вес. В целом нами отмечалось высокое содержание инулина во всех изученными нами сортах топинамбура – от 22,8% (Бланк, 2016 г.) до 31,5–32,6% (Ленинградский, 2016 г.; Салатный, 2017 г.) (табл. 3).

Наряду с этим в клубнях, выращенных в 2016 г., меньше спирторастворимых сахаров, представленных преимущественно олигофруктозидами, чем в 2017 г. А сумма спирторастворимых и водорастворимых углеводов вместе взятых была выше в среднем на 1–3% (на сырой вес) в 2017 г., чем в 2016 г. То же отмечается и при выражении этих же данных в процентах на сухой вес (табл. 3).

Из приведённых данных следует, что содержание инулина в клубнях, выращенных в 2016 г., было больше, чем в 2017 г., особенно у сортов Интерес (30,6%), Находка (28,6%), Ленинградский (31,5%). Клубни остальных изученных сортов, выращенные в 2017 г., содержали меньше инулина, чем в 2016 г. Например, сорта Салатный (24,6%) и Бланк (22,8%). Следовательно, различия в содержании спирторастворимых и водорастворимых углеводов в клубнях зависят от наследственных особенностей сорта топинамбура и условий произрастания в конкретном году (температура воздуха, осадки, почва, полив, удобрения, густота стояния и др.).

Особенности погодных условий в разные годы вегетации оказывают значительное влияние на накопление и распределе-

ние углеводов – фруктозанов в клубнях рассматриваемых сортов топинамбура. На наш взгляд, большое значение имеет не общая сумма выпавших осадков и сумма температур воздуха (и почвы) за период вегетации, а их равномерное распределение в течение вегетации, особенно в периоды активного роста и развития растений, когда идет формирование урожая клубней и зеленой массы.

В результате исследований, проведенных в условиях Северного Кавказа (РСО-Алания), установлено, что в 2001 г. в клубнях топинамбура сорта Интерес инулина содержалось 17,91%, в 2002 г. – 17,09%, а в 2003 г. – 19,90%. В среднем же за 3 года содержание инулина в клубнях топинамбура было равно 18,30% [16]. В наших условиях содержание инулина в изученных сортах оказалось выше, по некоторым сортам даже на 50%, по сравнению с сортами, изученными на Северном Кавказе.

Заключение

Таким образом, наши исследования, проведенные в маргинальных землях Чуйской долины Кыргызстана, выявили, что показатели по фракционному составу углеводов существенно не расходятся с наблюдениями других авторов, изучавших биологические особенности топинамбура в условиях Нечернозёмной полосы Российской Федерации., Узбекистана, Таджикистана и Казахстана.

Рассматривая содержание спирторастворимых и водорастворимых углеводов в клубнях различных сортов и в разные годы, мы обратили внимание на тесную связь между этими двумя фракциями. Как пра-

вило, в клубнях, содержащих меньше инулина, было больше спирторастворимых сахаров, представленных преимущественно олигофруктозидами; при этом содержание моносахаридов мало изменялось и оставалось всегда на низком уровне. Аналогичные примеры можно привести и для других сортов – Ленинградского, Бланка и т.д. Наше внимание привлек ещё тот факт, что в клубнях, отобранных в более поздние сроки, например в ноябре, инулина было всегда меньше, чем в клубнях, выкопанных и проанализированных в более ранние сроки. Ввиду того, что растения топинамбура, особенно поздних сортов, продолжают вегетировать до осенних заморозков, клубни, достигшие полной зрелости, выкапываются обычно поздней осенью. Естественно было предположить, что в клубнях при пониженных температурах в конце вегетации усиливаются процессы, вызывающие гидролиз высокомолекулярных фруктозанов типа инулина, которые, как известно, более энергично протекают в период зимнего хранения. Вследствие этого зрелые клубни, взятые для анализа осенью (октябрь), содержат уже меньше инулина, чем в более ранние сроки отбора (сентябрь).

Список литературы

1. Пасько Н.М. Топинамбур на кормовые, технические, пищевые, лекарственные и экологические цели // Тез. докл. Третьей Всесоюзной науч.-производ. конф. Одесса, 1991. С. 9–15.
2. Светашов А.С., Шагохин Н.А., Дорофеев В.Н. Топинамбур – экологическая культура // Тез. докл. третьей Всесоюзной науч.-производ. конф. Одесса, 1991. 134 с.
3. Усанова З.И., Павлов М.Н. Продуктивность топинамбура при выращивании его на техногенно-загрязненных почвах // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=17107> (дата обращения: 25.05.2021).
4. Григорьев А.А., Бородихин А.С., Руденко О.В. Оценка влияния степени загрязнения почвы тяжелыми металлами на процесс вегетации топинамбура // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=19418> (дата обращения: 25.05.2021).
5. Григорьев А.А., Бородихин А.С., Руденко О.В., Сова Ю.А. Постановка эксперимента по идентификации модели гипераккумуляции тяжелых металлов топинамбуром при фиторемедиации почв // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=10923> (дата обращения: 25.05.2021).
6. Громова В.С., Дмитриевская Т.А., Шенцова О.В. Принципы использования сельскохозяйственных культур в качестве фитомелиорантов радиационно-загрязненных почв // Фундаментальные исследования. 2006. № 5. С. 70–71.
7. Ясакова Ю.В., Курчаева Е.Е., Арепьев А.А. Продукты переработки топинамбура в составе функциональных композиций для мясных изделий // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5–1. С. 193.
8. Рудницкая А.Д. Изучение клубней топинамбура и разработка рецептуры пищевого батончика для лечебного питания детей, больных сахарным диабетом // Международный школьный научный вестник. 2019. № 5–3. С. 277–285. [Электронный ресурс]. URL: <http://school-herald.ru/ru/article/view?id=1218> (дата обращения: 25.05.2021).
9. Зяблищева Н.С., Белоусова А.Л., Компанцев В.А., Кисиева М.Т. Возможности использования топинамбура в медицинских целях // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13658> (дата обращения: 25.05.2021).
10. Аникиенко Т.И. Химический состав и питательность зеленой массы и клубней топинамбура в сравнении с другими культурами // Успехи современного естествознания. 2015. № 9–2. С. 278–282.
11. Партоев К., Сайдалиев Н.Х., Киру С.Д., Пасько Н.М. Урожайность коллекционных образцов топинамбура (*Heliantus tuberosus* L.) в условиях Таджикистана // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 12–9. С. 1674–1677.
12. Турдумамбетов К.Т., Ажибаева З.С., Бекмуратов З.Б., Доломбаков А.К. Глюкофруктаны растений *Heliantus tuberosus*, произрастающих в Кыргызстане // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 6. С. 67–71.
13. Доломбаков А.К. Интродукционное изучение топинамбура (*Heliantus tuberosus* L.) на заболоченных и засоленных участках Чуйской долины в целях улучшения продовольственной безопасности в Кыргызской республике // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=24091> (дата обращения: 25.05.2021).
14. Оленников Д.Н., Танхаева Л.М. Методика количественного определения суммарного содержания полифруктанов в корнях Лопуха (*Arctium Spp.*) // Химия растительного сырья. 2010. № 1. С. 115–120.
15. Изтелеу Б.М., Азимбаева Г.Н., Кудайбергенова Г.Н., Бутин Б.М. Исследование и идентификация пектиновых веществ выделенных из клубней топинамбура // Международный журнал экспериментального образования. 2016. № 3–2. С. 269–274.
16. Дзантиева Л.Б. Биоресурсный потенциал топинамбура сорта Интерес и Батата, интродуцированных в РСО-Алания: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владикавказ, 2006. 19 с.

ОБЗОР

УДК 616.12-005.8:615.275.4

РОЛЬ БИОПРЕПАРАТОВ В ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ КАРДИОЛОГИИ^{1,2}Чаулин А.М., ¹Григорьева Ю.В.¹ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Самара, e-mail: alekseymichailovich22976@gmail.com;²ГБУЗ «Самарский областной клинический кардиологический диспансер», Самара, e-mail: alekseymichailovich22976@gmail.com

Одним из самых перспективных терапевтических и профилактических подходов для ведения пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями является использование биопрепаратов. К биопрепаратам относятся гормоны, цитокины, интерлейкины, вакцины, моноклональные антитела, интерфероны и ряд других молекул белково-пептидной природы. Биопрепараты обладают значительными преимуществами, по сравнению с традиционно используемыми химическими соединениями, в частности имеют более высокую целевую специфичность, низкий риск лекарственного взаимодействия, более удобный интервал дозирования. В настоящее время немалые успехи были достигнуты в разработке моноклональных антител, направленных на нормализацию липидного обмена и уменьшение воспалительных реакций, которые играют важную роль в развитии и прогрессировании сердечно-сосудистых заболеваний. В частности, в ряде крупных клинических исследований продемонстрирована высокая эффективность моноклональных антител, ингибирующих пропротеиновую конвертазу субтилизин-кексинового типа 9 (PCSK9) в лечении и профилактике развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий. Данные препараты показали высокую эффективность и безопасность и недавно были одобрены для практического использования. Кроме того, большие перспективы имеют моноклональные антитела, являющиеся специфическими антагонистами рецептора IL-1 β . Использование данных препаратов приводит к снижению активности воспалительных процессов и уменьшению риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. В настоящей статье суммированы сведения о роли биопрепаратов в профилактической кардиологии. Значительное внимание уделено обсуждению моноклональных антител против PCSK9 и моноклональных антител, направленных на уменьшение воспалительных реакций, являющихся важным звеном в патогенезе сердечно-сосудистых заболеваний.

Ключевые слова: обзор литературы, биопрепараты, моноклональные антитела, сердечно-сосудистые заболевания, профилактика, ингибиторы PCSK9, антагонисты рецептора IL-1 β

THE ROLE OF BIOLOGICS IN PREVENTIVE CARDIOLOGY^{1,2}Chaulin A.M., ¹Grigoreva Yu.V.¹Samara State Medical University, Samara, e-mail: alekseymichailovich22976@gmail.com;²Samara Regional Cardiology Dispensary, Samara, e-mail: alekseymichailovich22976@gmail.com

One of the most promising therapeutic and preventive approaches for the management of patients with cardiovascular diseases is the use of biologics. Biologics include hormones, cytokines, interleukins, vaccines, monoclonal antibodies, interferons, and a number of other protein-peptide molecules. Biologics have significant advantages in comparison with traditionally used chemical compounds, in particular, they have a higher target specificity, a lower risk of drug interaction, and a more convenient dosage interval. Currently, considerable progress has been made in the development of monoclonal antibodies aimed at normalizing lipid metabolism and reducing inflammatory reactions, which play an important role in the development and progression of cardiovascular diseases. In particular, a number of large clinical studies have demonstrated the high effectiveness of monoclonal antibodies that inhibit the proprotein convertase of subtilisin-kexin type 9 (PCSK9) in the treatment and prevention of adverse cardiovascular events. These drugs have shown high efficacy and safety and have recently been approved for practical use. In addition, monoclonal antibodies that are specific antagonists of the IL-1 β receptor have great prospects. The use of these drugs leads to a decrease in the activity of inflammatory processes and a decrease in the risk of developing cardiovascular diseases. This article summarizes the information about the role of biologics in preventive cardiology. Considerable attention is paid to the discussion of monoclonal antibodies against PCSK9 and monoclonal antibodies aimed at reducing inflammatory reactions, which are an important link in the pathogenesis of cardiovascular diseases.

Keywords: literature review, biologics, monoclonal antibodies, cardiovascular diseases, prevention, PCSK9 inhibitors, IL-1 β receptor antagonists

Биопрепараты – это сложные продукты, полученные из природных источников и произведенные с использованием передовых биотехнологий [1]. Моноклональные антитела (от англ. monoclonal antibody, сокращенно mAb) представляют собой класс биопрепаратов, широко используемых для лечения иммунных расстройств, но пока с ограниченным успехом в профилактике или лечении сердечно-сосудистых

заболеваний (ССЗ) [2]. Одним из немногих примеров mAb, доказавших свою эффективность в области кардиологии, является абиксимаб, ингибитор гликопротеина IIb/IIIa, используемый для предотвращения тромбоза во время чрескожных коронарных вмешательств [2]. Ожидается, что эта ситуация скоро изменится после недавнего создания ингибиторов пропротеинконвертазы субтилизин/кексин типа 9 (PCSK9) –

группы моноклональных антител, разработанных для воздействия на холестерин липопротеинов низкой плотности (LDL-C). Данные препараты к настоящему времени успешно прошли ряд крупномасштабных клинических испытаний [3] и были одобрены для практического использования [4–6]. В настоящее время в профилактической кардиологии основное внимание уделяется лечению и профилактике липидных нарушений, таких как семейная гиперхолестеринемия (СГ) и непереносимость статинов [5–7].

Цель настоящей статьи – провести обзор по роли биопрепаратов, в частности моноклональных антител в профилактической кардиологии.

В отличие от традиционных системных лекарственных препаратов, биопрепараты представляют собой сложные белки или олигопептиды, полученные из природных источников и производимые с использованием передовых биотехнологических процессов [1]. Среди биологических продуктов (препаратов) Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) выделяет вакцины, продукты крови для переливания, аллергенные экстракты, человеческие клетки, ткани для трансплантации, генную терапию и клеточную терапию.

Биопрепараты обычно демонстрируют высокую специфичность в отношении своей мишени, связываются в значительной степени на внеклеточном уровне и имеют меньший риск лекарственного взаимодействия, поскольку они не метаболизируются через печеночные или почечные пути (таблица) [2]. Среди используемых в настоящее время биологических терапевтических продуктов можно отметить следующие: моноклональные антитела, гормоны (например, инсулин, паратиреоидный гормон), интерфероны, интерлейкины, белки, пептиды и вакцины [2]. Моноклональные антитела составляют группу биопрепаратов, предназначенных для нацеливания на определенные компоненты клеточных механизмов или путей, и широко используются для лечения онкологических или иммунных заболеваний (таблица) [2]. Моноклональные антитела естественным образом вырабатываются В-клетками и также известны как иммуноглобулины (Ig) с соответствующими подтипами (IgA, IgD, IgE, IgG и IgM). Подтип IgG составляет около 80% всех антител человека и является наиболее часто используемым классом Ig для создания терапевтических гибридов mAb (В-клетки, слитые с бессмертной линией клеток) [2]. Первоначально производство терапевти-

ческих mAb включало инокуляцию мышцей заданным антигеном, однако лечение полученным данным образом mAb имело высокий уровень иммуногенности и, следовательно, ограниченную эффективность у пациентов. Изобретение рекомбинантной антигенной инженерии сделало возможным перейти от мышинных mAb к химерным mAb и в конечном итоге к минимально иммуногенным гуманизированным mAb (>90% человека). Сегодня технология гибридом Xenomouse позволяет производить полностью человеческие моноклональные антитела, выделенные из селезенки трансгенных мышей, которые продуцируют только человеческие антитела [2].

Терапевтические mAb вводят парентерально (внутривенно, подкожно или внутримышечно). Циркулирующие моноклональные антитела обычно имеют период полужизни 7–21 день и выводятся через фагоцитарные и эндотелиальные клетки ретикулоэндотелиальной системы. Побочные эффекты биологических препаратов на основе mAb в основном связаны с иммунными реакциями (иммунологическим ответом на вводимые антитела) и аллергическими реакциями в месте инъекции. Однако иммунные реакции значительно уменьшились с появлением полностью человеческих моноклональных антител [2].

Использование mAb в кардиологии

На сегодняшний день mAb доказали свою эффективность и безопасность в основном при онкологии и иммунных расстройствах. В настоящее время следующие mAb были одобрены для лечения ССЗ: 1) абциксимаб (ReoPro), ингибитор гликопротеина IIb / IIIa, который используется в качестве адьювантной антиагрегантной терапии во время чрескожных коронарных вмешательств у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) и острым коронарным синдромом (ОКС); и 2) антитела к дигоксину (Digitalis-Antidote VM), моновалентный фрагмент (Fab-фрагмент), связывающий антитела овечьего Ig, используемый при передозировках и отравлениях дигоксином. Базиликсимаб (Simulect) представляет собой химерное моноклональное антитело мыши и человека к антигену CD25 (α -цепь поверхностного рецептора IL-2), одобренное для профилактики острого отторжения органа у пациентов, которым проводится трансплантация сердца и почки. Он также используется в острой фазе операций, поскольку некоторые предварительные данные указывают на его эффективность и безопасность после трансплантации сердца [8, 9].

Различия между моноклональными антителами и небольшими химическими молекулами, по [2] с изменениями и дополнениями

	Моноклональные антитела	Небольшие химические молекулы
Структура	Иммуноглобулин	Малые молекулы
Производство	Среда для культивирования клеток (гибридома)	Химический синтез
Целевая специфичность	Высокая	Низкая
Элиминация из кровотока	Ретикулоэндотелиальная система	Печеночные и почечные пути
Введение в организм	Парентерально	Перорально и парентерально
Лекарственные взаимодействия	Низкие	Потенциально высокие
Дозирование	Каждые 1–8 недель	Ежедневно, еженедельно
Расходы на производство	Высокие	Низкие по сравнению с моноклональными антителами
Основные показания	Онкология, ревматология, иммунология, гастроэнтерология	Все
Основные противопоказания	Состояние с ослабленным иммунитетом; туберкулез; специфично для отдельных препаратов	Специфично для отдельных препаратов

Использование mAb для ингибирования PCSK9 для лечения гиперхолестеринемии и вторичной профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, а также для уменьшения воспаления, связанного с ССЗ, обсуждается в нескольких обзорных статьях [5, 7, 10]. PCSK9 связывается с рецептором липопротеинов низкой плотности (LDLR) на поверхности гепатоцитов, тем самым предотвращая рециклинг LDLR и усиливая их деградацию в эндосомах/лизосомах, что приводит к снижению клиренса LDL-C [11–13]. Многие мутации, усиливающие активность PCSK9, были идентифицированы как генетические маркеры СГ, а мутации потери функции PCSK9 были связаны со снижением уровней LDL-C, а также с более низким риском развития ИБС [5, 14]. Кроме того, уровни PCSK9 повышаются при терапии статинами, что указывает на роль PCSK9 в резистентности к статинам [5, 11]. Эти данные являются доказательством современной концепции ингибирования PCSK9 при лечении и профилактике гиперхолестеринемии и, соответственно, ССЗ.

В настоящее время в двойных слепых рандомизированных контролируемых испытаниях (РКИ) проходят испытания три ингибитора PCSK9: алирокумаб, эволокумаб и бокоцизумаб. Алирокумаб и эволокумаб уже показали свою эффективность для лечения пациентов с СГ с плохо контролируемым уровнем LDL-C, несмотря на максимальную переносимую терапию статинами [4, 5]. Результаты испытаний показали, что оба моноклональных антитела против PCSK9 систематически снижали уровни LDL-C на 40–70% по срав-

нению с плацебо, одновременно снижая уровни триглицеридов и аполипопротеина В (ApoB) и повышая уровень холестерина липопротеинов высокой плотности (HDL-C) и аполипопротеина А1 (ApoA1) [15–17]. Недавно исследование ODYSSEY Combo показало, что алирокумаб более эффективен, чем эзетимиб, в снижении уровней LDL-C, при этом профиль высокой безопасности наблюдается в обеих группах [18]. В свете этих выводов mAb против PCSK9, по-видимому, подтверждают свою высокую эффективность в качестве гиполлипидемических средств у пациентов с СГ, и также потенциально для уменьшения и профилактики риска развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, как было показано, в исследовательских анализах [19, 20]. В долгосрочном исследовании ODYSSEY LONG TERM был рандомизирован 2 341 пациент с СГ или ИБС, получавший алирокумаб в дозе 150 мг каждые 2 недели по сравнению с плацебо. На 52 неделе прием алирокумаба сопровождался снижением уровня LDL-C на 60% (среднее значение LDL-C 1,3 ммоль/л при приеме алирокумаба по сравнению с LDL-C 3,1 ммоль/л при плацебо, $p < 0,001$). Согласно исследовательскому анализу, частота выявленных серьезных сердечно-сосудистых заболеваний, требующих госпитализации, составила 1,7% при приеме алирокумаба по сравнению с 3,3% при плацебо (отношение рисков [HR]: 0,52, 95% доверительный интервал [CI]: 0,31–0,90 $p = 0,02$) [19]. В исследовании OSLER, в котором эволокумаб сравнивали со стандартной статиновой терапией, эволокумаб продемонстрировал снижение частоты сердечно-сосудистых

событий через 1 год (0,95% против 2,18%, HR: 0,47, 95% CI: 0,28–0,27, $p = 0,003$) [20]. В целом профили безопасности mAb сопоставимы с плацебо; однако в группах пациентов, принимающих mAb против PCSK9, было зарегистрировано больше нейрокогнитивных побочных эффектов (0,9% против 0,3% для эволокумаба и плацебо, соответственно, значение p не сообщалось, и 1,2% против 0,5% для алирокумаба и плацебо, соответственно, $p = 0,17$) [19, 20]. Недавний метаанализ 24 рандомизированных контролируемых испытаний, включивший 10159 пациентов показал значительное снижение смертности от всех причин (HR: 0,45, 95% CI: 0,23–0,86, $p = 0,015$), смертности от ССЗ (OR: 0,50, 95% CI: 0,23–1,10, $p = 0,084$) и смертности от инфаркта миокарда (HR: 0,49, 95% CI: 0,26–0,93, $p = 0,030$) у пациентов, принимающих mAb против PCSK9 по сравнению со стандартной статинотерапией [21]. Кроме того, mAb против PCSK9 не усиливали серьезных нежелательных явлений, хотя в этом метаанализе не сообщалось о конкретных нейрокогнитивных событиях [21]. Другой серьезной проблемой может быть демиелинизация центральной нервной системы или лейкоэнцефалопатия. Кроме того, введение mAb было связано с некоторыми иммунологическими реакциями, такими как анафилактическая, сывороточная болезнь, образование антител против mAb и синдром высвобождения цитокинов (англ. cytokine release syndrome), потенциально угрожающий жизни [22, 23].

Если терапия PCSK9 продолжит демонстрировать столь впечатляющие эффекты снижения уровня LDL-C, то врачи могут рассчитывать на эффективное дополнение или альтернативу статинам в качестве гипополипидемических средств [24]. К настоящему времени моноклональные антитела против PCSK9 (алирокумаб и эволокумаб) получили одобрение для лечения СГ и пациентов с непереносимостью статинов в США, Европе и России [5, 7]. Другой областью исследования является потенциал mAb против PCSK9 во вторичных условиях для лечения и профилактики дислипидемий после перенесенного ОКС и инфаркта миокарда. Для исследования данных аспектов в два крупномасштабных исследования фазы III были включены пациенты с установленной ИБС для того, чтобы оценить, могут ли ингибиторы PCSK9 снизить частоту сердечно-сосудистых событий у пациентов с высоким риском ССЗ, таких как госпитализированные по поводу ОКС: FOURIER (Further Cardiovascular Outcomes Research with PCSK9 Inhibitors in

subjects with Elevated Risk, NCT01764633) для эволокумаба; и ODYSSEY OUTCOMES (Evaluation of Cardiovascular Outcomes After an Acute Coronary Syndrome During Treatment With Alirocumab, SAR236553 / REGN727, NCT01663402) для алирокумаба [25]. Планируется участие более 20000 пациентов в каждом исследовании. Эти крупномасштабные исследования необходимы для оценки долгосрочной безопасности и клинического применения mAb против PCSK9 [26].

Перспективы борьбы с воспалением при остром коронарном синдроме: исследования CANTOS и CIRT

Воспаление является основным компонентом атеросклеротического заболевания, включая разрыв бляшки, и, как следствие, приводит к острым ССЗ, в числе которых следует отметить ОКС [27–29]. Врожденный и приобретенный иммунитет играют ключевую роль в биологии атерогенеза, включая адгезию клеток, трансмиграцию клеток через эндотелий, образование жировых полос, миграцию гладкомышечных клеток, а также прогрессирование и разрыв бляшек [30–32]. При активации пути интерлейкина-1 (IL-1), фактора некроза опухоли- α (TNF- α) или интерлейкина-6 (IL-6) приводят к повышенным уровням белков острой фазы печени, включая С-реактивный белок (CRP), фибриноген и ингибитор активатора плазминогена типа 1 [27]. Эпидемиологические исследования показали, что маркеры воспаления, такие как CRP, IL-6 и TNF- α , связаны с последующими неблагоприятными событиями при ССЗ независимо от гиперлипидемии и других основных факторов риска ССЗ [33, 34]. Учитывая эти факторы воспаления, нацеливание на причинные пути воспаления, а не на один маркер, вероятно, будет наиболее многообещающим подходом для разработки профилактической и неотложной терапии при ССЗ [35–37]. Для клиницистов CRP – хорошо известный маркер, используемый в повседневной практике для более точного выявления пациентов с повышенным риском ССЗ [38]. Причина, по которой воспаление, как полагают, играет независимую роль в возникновении ССЗ, частично связана с тем фактом, что половина всех сердечных приступов и инсультов происходит у практически здоровых мужчин и женщин с нормальными уровнями холестерина или с низким риском сердечно-сосудистых заболеваний в соответствии со стратификацией риска [38]. Тем самым подход, направленный на борьбу с воспалением, имеет важные пре-

имущества независимо от сопутствующей гипополидемической или антитромбоцитарной терапии.

Инфламмосомы с NOD-подобным рецептором пиринового домена 3 (NLRP-3) играют ключевую роль в продукции нескольких провоспалительных цитокинов, таких как IL-1 β , после распознавания отложенных кристаллов холестерина в растущей атероме [39]. IL-1 β продуцируется моноцитами и макрофагами, которые являются ключевыми клетками, участвующими в атеросклерозе. Ананкира (кинрет), антагонист рецептора IL-1 β , уже показал положительные результаты, заключающиеся в нормализации гликемии и системного воспаления у пациентов с сахарным диабетом [40]. Пилотное исследование фазы II у пациентов с диабетом также показало, что канакинумаб, человеческое mAb, нацеленное на IL-1 β , эффективно снижает уровень IL-6 и CRP (>50%) [41]. Канакинумаб одобрен для лечения системного ювенильного идиопатического артрита и в настоящее время исследуется у пациентов с ОКС. Исследование CANTOS (Canakinumab Anti-Inflammatory Thrombosis Outcomes, NCT01327846) было проведено для того, чтобы проверить, может ли человеческое mAb, специфически ингибирующее IL-1 β , снизить частоту ССЗ у пациентов с высоким риском [42]. Основная цель исследования CANTOS – оценить, снизит ли длительное лечение канакинумабом (50, 150 или 300 мг каждые 3 месяца) по сравнению с плацебо частоту возникновения ССЗ у пациентов, перенесших инфаркт миокарда с коронарной реваскуляризацией и признаками воспаления (hs-CRP > 2 мг/л), несмотря на интенсивную вторичную профилактику. Первичные исходы представляют собой совокупную конечную точку серьезного неблагоприятного ССЗ, определяемого как инфаркт миокарда, нефатальный инсульт или сердечно-сосудистая смерть. Другими исследовательскими конечными точками будут возникновение событий сердечной недостаточности, фибрилляции предсердий, тромбоза стента и тромбоемболических событий. Пациенты с ослабленным иммунитетом и пациенты с сердечной недостаточностью, неконтролируемой гипертензией или диабетом, почечной или печеночной недостаточностью и онкологическими заболеваниями будут исключены из исследования. В общей сложности, у 17200 пациентов, рандомизированных для приема канакинумаба в дозе 50 мг, 150 мг, 300 мг или плацебо, обнаружено снижение риска ССЗ на 20% по сравнению с плацебо (все пациенты проходят стандартную терапию, рекомендованную

для вторичной профилактики). Что касается безопасности, то особое внимание будет уделено разработке антител к канакинумабу. CANTOS – это первое исследование, основанное на серьезных неблагоприятных сердечно-сосудистых событиях, в котором конкретно рассматривается воспалительная гипотеза атеросклероза.

Второе продолжающееся испытание с использованием метотрексата, небиологического препарата, – это исследование CIRT (Cardiovascular Inflammation Reduction Trial, NCT01594333) среди пациентов с ССЗ (в частности, с ОКС и инфарктом миокарда) [43]. В общей сложности 7000 пациентов будут назначены низкие дозы метотрексата, используемые для лечения ревматоидного артрита (15–20 мг в неделю). Метотрексат представляет собой ингибитор дигидрофолатредуктазы, предотвращающий синтез пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов, что также составляет основу его использования при лечении злокачественных новообразований. Кроме того, метотрексат может снижать продукцию цитокинов (IL-6, TNF- α) и иметь несколько эффектов на клеточные механизмы образования атеромы, в связи с чем может также использоваться для лечения и профилактики ССЗ [44].

Заключение

Моноклональные антитела, по-видимому, открывают самые многообещающие перспективы для разработки новых терапевтических подходов при лечении дислипидемии. К настоящему моменту показано, что mAb против PCSK9 являются хорошим примером эффективного лечения гиперхолестеринемии. Другие появляющиеся моноклональные антитела, направленные на воспаление при сердечно-сосудистых заболеваниях, такие как антагонисты рецептора IL-1 β (ананкира, кинрет) или канакинумаб, в настоящее время изучаются в крупномасштабных клинических испытаниях. По сравнению с классическими химическими веществами, биопрепараты обладают преимуществами в виде обеспечения высокой целевой специфичности и меньшего риска лекарственного взаимодействия. В ближайшее время результаты крупных клинических исследований дадут более подробное понимание роли биопрепаратов в профилактической кардиологии, особенно в отношении их долгосрочной эффективности и безопасности.

Список литературы

1. Morrow T., Felcane L.H. Defining the difference: What Makes Biologics Unique. *Biotechnology healthcare*. 2004. Vol. 1. No. 4. P. 24–29.

2. Foltz I.N., Karow M., Wasserman S.M. Evolution and emergence of therapeutic monoclonal antibodies: what cardiologists need to know. *Circulation*. 2013. Vol. 127. No. 22. P. 2222–2230.
3. Gencer B., Mach F. Sweetless'n low LDL-C targets for PCSK9 treatment. *Eur Heart J*. 2015. Vol. 36. No. 19. P. 1146–1148.
4. Gencer B., Lambert G., Mach F. PCSK9 inhibitors. *Swiss Med Wkly*. 2015. Vol. 145. P. w14094. [Electronic resource]. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25856746/> (дата обращения: 11.06.2021).
5. Чаулин А.М., Дупляков Д.В. PCSK-9: современные представления о биологической роли и возможности использования в качестве диагностического маркера сердечно-сосудистых заболеваний. Ч. 1 // Кардиология: новости, мнения, обучение. 2019. Т. 7. № 2. С. 45–57.
6. Чаулин А.М., Дупляков Д.В. PCSK-9: современные представления о биологической роли и возможности использования в качестве диагностического маркера сердечно-сосудистых заболеваний. Ч. 2 // Кардиология: новости, мнения, обучение. 2019. Т. 7. № 4. С. 24–35.
7. Чаулин А.М., Дупляков Д.В. Роль PCSK9 в регуляции транспорта липопротеинов (обзор литературы) // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2021. Т. 24. № 1. С. 42–45.
8. Segovia J., Rodriguez-Lambert J.L., Crespo-Leiro M.G., Almenar L., Roig E., Gómez-Sánchez M.A., Lage E., Manito N., Alonso-Pulpón L. A randomized multicenter comparison of basiliximab and muromonab (OKT3) in heart transplantation: SIMCOR study. *Transplantation*. 2006. Vol. 81. No. 11. P. 1542–1548.
9. Delgado J.F., Vaqueriza D., Sanchez V., Escribano P., Ruiz-Cano M.J., Renes E., Gómez-Sánchez M.A., Cortina J.M., de la Calzada C.S. Induction treatment with monoclonal antibodies for heart transplantation. *Transplant Rev (Orlando)*. 2011. Vol. 25. No. 1. P. 21–26.
10. Чаулин А.М. Участие пропротеинконвертазы субтилизин кексин типа 9 в патогенезе атеросклероза // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2020. Т. 1. № 53. С. 111–128.
11. Seidah N.G., Awan Z., Chretien M., Mbikay M. PCSK9: a key modulator of cardiovascular health. *Circulation research*. 2014. Vol. 114. No. 6. P. 1022–1036.
12. Чаулин А.М., Дупляков Д.В. Биомаркеры острого инфаркта миокарда: диагностическая и прогностическая ценность. Ч. 2 (обзор литературы). *Клиническая практика*. 2020. Т. 11. № 4. С. 70–82.
13. Чаулин А.М., Дупляков Д.В. Биомаркеры острого инфаркта миокарда: диагностическая и прогностическая ценность. Ч. 1 // Клиническая практика. 2020. Т. 11. № 3. С. 75–84.
14. Cohen J.C., Boerwinkle E., Mosley T.H. Jr, Hobbs H.H. Sequence variations in PCSK9, low LDL, and protection against coronary heart disease. *N. Engl. J. Med*. 2006. Vol. 354. No. 12. P. 1264–1272.
15. Sullivan D., Olsson A.G., Scott R., Kim J.B., Xue A., GebSKI V., Wasserman S.M., Stein E.A. Effect of a monoclonal antibody to PCSK9 on low-density lipoprotein cholesterol levels in statin-intolerant patients: the GAUSS randomized trial. *JAMA*. 2012. Vol. 308. No. 23. P. 2497–2506.
16. Giugliano R.P., Desai N.R., Kohli P., Rogers W.J., Somaratne R., Huang F., Liu T., Mohanavelu S., Hoffman E.B., McDonald S.T., Abrahamsen T.E., Wasserman S.M., Scott R., Sabatine M.S.; LAPLACE-TIMI 57 Investigators. Efficacy, safety, and tolerability of a monoclonal antibody to proprotein convertase subtilisin/kexin type 9 in combination with a statin in patients with hypercholesterolaemia (LAPLACE-TIMI 57): a randomised, placebo-controlled, dose-ranging, phase 2 study. *Lancet*. 2012. Vol. 380. No. 9858. P. 2007–2017.
17. Koren M.J., Scott R., Kim J.B., Knusel B., Liu T., Lei L., Bolognese M., Wasserman S.M. Efficacy, safety, and tolerability of a monoclonal antibody to proprotein convertase subtilisin/kexin type 9 as monotherapy in patients with hypercholesterolaemia (MENDEL): a randomised, double-blind, placebo-controlled, phase 2 study. *Lancet*. 2012. Vol. 380. No. 9858. P. 1995–2006.
18. Cannon C.P., Cariou B., Blom D., McKenney J.M., Lorenzato C., Pordy R., Chaudhari U., Colhoun H.M.; ODYSSEY COMBO II Investigators. Efficacy and safety of alirocumab in high cardiovascular risk patients with inadequately controlled hypercholesterolaemia on maximally tolerated doses of statins: the ODYSSEY COMBO II randomized controlled trial. *Eur Heart J*. 2015. Vol. 36. No. 19. P. 1186–1194.
19. Robinson J.G., Farnier M., Krempf M., Bergeron J., Luc G., Averna M., Stroes E.S., Langslet G., Raal F.J., El Shahawy M., Koren M.J., Lepor N.E., Lorenzato C., Pordy R., Chaudhari U., Kastelein J.J.; ODYSSEY LONG TERM Investigators. Efficacy and safety of alirocumab in reducing lipids and cardiovascular events. *N Engl J Med*. 2015. Vol. 372. No. 16. P. 1489–1499.
20. Sabatine M.S., Giugliano R.P., Wiviott S.D., Raal F.J., Blom D.J., Robinson J., Ballantyne C.M., Somaratne R., Legg J., Wasserman S.M., Scott R., Koren M.J., Stein E.A.; Open-Label Study of Long-Term Evaluation against LDL Cholesterol (OSLER) Investigators. Efficacy and safety of evolocumab in reducing lipids and cardiovascular events. *N Engl J Med*. 2015. Vol. 372. No. 16. P. 1500–1509.
21. Navarese E.P., Kolodziejczak M., Schulze V., Gurbel P.A., Tantry U., Lin Y., Brockmeyer M., Kandzari D.E., Kubica J.M., D'Agostino R.B. Sr, Kubica J., Volpe M., Agewall S., Kereiakes D.J., Kelm M. Effects of Proprotein Convertase Subtilisin/Kexin Type 9 Antibodies in Adults With Hypercholesterolemia: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ann Intern Med*. 2015. Vol. 163. No. 1. P. 40–51.
22. Hansel T.T., Kropshofer H., Singer T., Mitchell J.A., George A.J. The safety and side effects of monoclonal antibodies. *Nature reviews. Drug Discov*. 2010. Vol. 9. No. 4. P. 325–338.
23. Guan M., Zhou Y., Sun J., Chen S. Adverse Events of Monoclonal Antibodies Used for Cancer Therapy. *Biomed Research International*. 2015. P. 428–169.
24. Vogel RA. PCSK9 inhibition: the next statin? *J Am Coll Cardiol*. 2012. Vol. 59. No. 25. P. 2354–2355.
25. Schwartz G.G., Bessac L., Berdan L.G., Bhatt D.L., Bittner V., Diaz R., Goodman S.G., Hanotin C., Harrington R.A., Jukema J.W., Mahaffey K.W., Moryusef A., Pordy R., Roe M.T., Rorick T., Sasiela W.J., Shirodaria C., Szarek M., Tamby J.F., Tricoci P., White H., Zeiher A., Steg P.G. Effect of alirocumab, a monoclonal antibody to PCSK9, on long-term cardiovascular outcomes following acute coronary syndromes: rationale and design of the ODYSSEY outcomes trial. *Am Heart J*. 2014. Vol. 168. No. 5. P. 682–689.
26. Catapano A.L., Papadopoulos N. The safety of therapeutic monoclonal antibodies: implications for cardiovascular disease and targeting the PCSK9 pathway. *Atherosclerosis*. 2013. Vol. 228. No. 1. P. 18–28.
27. Ridker P.M. Targeting inflammatory pathways for the treatment of cardiovascular disease. *Eur Heart J*. 2014. Vol. 35. No. 9. P. 540–543.
28. Чаулин А.М., Григорьева Ю.В., Дупляков Д.В. About the role of immuno-inflammatory mechanisms in the pathogenesis of atherosclerosis. *European Journal of Natural History*. 2020. No. 5. P. 2–6.
29. Чаулин А.М., Григорьева Ю.В., Дупляков Д.В. Современные представления о патофизиологии атеросклероза. Ч. 1. Роль нарушения обмена липидов и эндотелиальной дисфункции (обзор литературы) // Медицина в Кузбассе. 2020. № 2. С. 34–41.
30. Libby P. Mechanisms of acute coronary syndromes and their implications for therapy. *N. Engl. J. Med*. 2013. Vol. 368. No. 21. P. 2004–2013.
31. Чаулин А.М., Григорьева Ю.В., Суворова Г.Н., Дупляков Д.В. Способы моделирования атеросклероза

- у кроликов // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/article/view?id=30101> (дата обращения: 03.03.2020).
32. Чаулин А.М., Григорьева Ю.В., Дупляков Д.В. Роль толл-подобных рецепторов (tlr) в патогенезе атеросклероза // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 9. С. 54–58.
33. Rodondi N., Marques-Vidal P., Butler J., Sutton-Tyrrell K., Cornuz J., Satterfield S., Harris T., Bauer D.C., Ferrucci L., Vittinghoff E., Newman A.B. Health, Aging, and Body Composition Study. Markers of atherosclerosis and inflammation for prediction of coronary heart disease in older adults. *Am J Epidemiol.* 2010. Vol. 171. No. 5. P. 540–549.
34. Cesari M., Penninx B.W., Newman A.B., Kritchevsky S.B., Nicklas B.J., Sutton-Tyrrell K., Rubin S.M., Ding J., Simonick E.M., Harris T.B., Pahor M. Inflammatory markers and onset of cardiovascular events: results from the Health ABC study. *Circulation.* 2003. Vol. 108. No. 19. P. 2317–2322.
35. Ridker P.M. Testing the inflammatory hypothesis of atherothrombosis: scientific rationale for the cardiovascular inflammation reduction trial (CIRT). *J. Thromb. Haemost.* 2009. Vol. 7 (Suppl. 1): 332–339.
36. Чаулин А.М., Григорьева Ю.В. Воспаление при атеросклерозе: от теории к практике // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. № 10. С. 186–205.
37. Чаулин А.М., Григорьева Ю.В. Сиртуины и сосудистое старение. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 12. С. 49–54.
38. Goff D.C., Jr, Lloyd-Jones D.M., Bennett G., Coady S., D'Agostino R.B., Gibbons R., Greenland P., Lackland D.T., Levy D., O'Donnell C.J., Robinson J.G., Schwartz J.S., Shero S.T., Smith S.C. Jr, Sorlie P., Stone N.J., Wilson P.W., Jordan H.S., Nevo L., Wnek J., Anderson J.L., Halperin J.L., Albert N.M., Bozkurt B., Brindis R.G., Curtis L.H., DeMets D., Hochman J.S., Kovacs R.J., Ohman E.M., Pressler S.J., Sellke F.W., Shen W.K., Smith S.C. Jr, Tomaselli G.F.; American College of Cardiology / American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. 2013 ACC/AHA guideline on the assessment of cardiovascular risk: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation.* 2014. Vol. 129. No. 25. Suppl. 2. P. S49–73.
39. Duewell P., Kono H., Rayner K.J., Sirois C.M., Vladimer G., Bauernfeind F.G., Abela G.S., Franchi L., Nuñez G., Schnurr M., Espevik T., Lien E., Fitzgerald K.A., Rock K.L., Moore K.J., Wright S.D., Hornung V., Latz E. NLRP3 inflammasomes are required for atherogenesis and activated by cholesterol crystals. *Nature.* 2010. Vol. 464. No. 7293. P. 1357–1361.
40. Larsen C.M., Faulenbach M., Vaag A., Vølund A., Ehses J.A., Seifert B., Mandrup-Poulsen T., Donath M.Y. Interleukin-1-receptor antagonist in type 2 diabetes mellitus. *N Engl. J. Med.* 2007. Vol. 356. No. 15. P. 1517–1526.
41. Ridker P.M., Howard C.P., Walter V., Everett B., Libby P., Hensen J., Thuren T; CANTOS Pilot Investigative Group. Effects of interleukin-1beta inhibition with canakinumab on hemoglobin A1c, lipids, C-reactive protein, interleukin-6, and fibrinogen: a phase IIb randomized, placebo-controlled trial. *Circulation.* 2012. Vol. 126. No. 23. P. 2739–2748.
42. Ridker P.M., Thuren T., Zalewski A., Libby P. Interleukin-1beta inhibition and the prevention of recurrent cardiovascular events: rationale and design of the Canakinumab Anti-inflammatory Thrombosis Outcomes Study (CANTOS). *Am Heart J.* 2011. Vol. 162. No. 4. P. 597–605.
43. Everett B.M., Pradhan A.D., Solomon D.H., Paynter N., Macfadyen J., Zaharris E., Gupta M., Clearfield M., Libby P., Hasan A.A., Glynn R.J., Ridker P.M. Rationale and design of the Cardiovascular Inflammation Reduction Trial: a test of the inflammatory hypothesis of atherothrombosis. *Am Heart J.* 2013. Vol. 166. No. 2. P. 199–207. e115.
44. Gerards A.H., de Lathouder S., de Groot E.R., Dijkmans B.A., Aarden L.A. Inhibition of cytokine production by methotrexate. Studies in healthy volunteers and patients with rheumatoid arthritis. *Rheumatology (Oxford).* 2003. Vol. 42. No. 10. P. 1189–1196.

СТАТЬЯ

УДК 579.64:631.46(575.1)

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВОКРУГ ПОЛИГОНА
ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ГОРОДА ТАШКЕНТА****¹Жаббаров З.А., ¹Атоева Г.Р., ²Сайитов С.С.**¹*Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, Ташкент;*²*Институт минеральных ресурсов, Ташкент, e-mail: gulhayoatoyeva@gmail.com*

Тяжелые металлы, основная группа элементов загрязнения почв, на протяжении последних десятилетий является актуальной проблемой экологии, поскольку при их высокой концентрации оказывает токсичное воздействие на химию почвы и растения. Почва – первичная среда, куда попадают тяжелые металлы из атмосферы, а также из воды. Растения на такой почве сорбируют тяжелые металлы, впоследствии отдельные из них попадают на стол в пищу. Главными источниками загрязнения почв тяжелыми металлами являются цветная и черная металлургия, энергетика (сжигание угля и нефти), горная промышленность. В этот ряд можно добавить полигоны твердых бытовых отходов (ТБО), так как человеком в хозяйственной деятельности широко используются химические вещества и предметы, содержащие металлические части, которые в конечном итоге оказываются среди ТБО. В статье приведены результаты исследований по изучению загрязнения почвенного покрова, прилегающего к территории полигона ТБО г. Ташкента в Ахангаранском районе. Результаты проведенного исследования показали, что почвенный покров, прилегающий к территории полигона ТБО, загрязнен тяжелыми металлами. Цинк, мышьяк, молибден, медь, висмут, селен – это еще не полный перечень тяжелых металлов, металлоидов высокой концентрации, характерных для этих почв. Наивысшее превышение ПДК имеют мышьяк, медь и сера, а также небольшое количество цинка. В зональном удалении от полигона ТБО замечена тенденция понижения содержания цинка, свинца, меди, хрома и олова.

Ключевые слова: загрязнение, тяжелые металлы, почва, твердые бытовые отходы, ПДК, содержание, полигон ТБО г. Ташкента

**SOIL POLLUTION WITH HEAVY METALS AROUND THE HOUSEHOLD
WASTE LANDFILL OF TASHKENT****¹Zhabbarov Z.A., ¹Atoeva G.R., ²Sayitov S.S.**¹*National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent;*²*Institute of Mineral Resources, Tashkent, e-mail: gulhayoatoyeva@gmail.com*

Heavy metals as the main group of elements of soil pollution over the past decades have been an urgent problem of ecology, since at their high concentration they have a toxic effect on the chemistry of soil and plants. Soil is the primary medium where heavy metals get from the atmosphere, as well as by water. Plants on such soil sorb heavy metals, and as a result, some of them end up on the table with food. The main causes of soil pollution with heavy metals are non-ferrous and ferrous metallurgy, energy (coal and oil combustion), and mining. This series can be supplemented with landfills for solid household waste (SHW), since a person widely uses chemicals and objects containing metal parts in household activities and at the end end up among SHW. The article presents the results of studies on the study of soil contamination adjacent to the territory of the landfill of the Tashkent city in the Akhangan region. The results of the study showed that the soil cover adjacent to the territory of the solid waste landfill is contaminated with heavy metals. Zinc, arsenic, molybdenum, copper, bismuth, selenium – this is not a complete list of heavy metals and metalloids, which high concentration characteristic of these soils. Arsenic, copper and sulfur, as well as a small amount of zinc, have the highest overestimation of the MPC. In the zonal distance from the SHW landfill, a tendency to a decrease in the content of zinc, lead, copper, chromium and tin is observed.

Keywords: heavy metals, pollution, soil, solid household waste, maximum permissible concentration, content, household waste landfill of Tashkent

В условиях техногенной насыщенности тяжелыми металлами почв остается актуальным вопрос разгрузки земель агроландшафта от нарастающего загрязнения, для дальнейшего экологически безопасного и рационального их использования. Успешное решение этого вопроса зависит от грамотного подхода к изучению источника загрязнения, а также рассмотрения закономерностей их распространения в ландшафтах участка.

Занимая второе место по степени опасности, тяжелые металлы уступают лишь

пестицидам, оставляя далеко позади такие загрязнители, как широко распространенные диоксиды серы и углерода. Имеется перспектива обогнать опасные твердые отходы и еще более опасные отходы атомных электростанций. Частое использование тяжелых элементов в промышленном производстве – причина широкого распространения загрязнения ими [1].

Чуть более чем 40 элементов с атомной массой 50 и выше атомных единиц: Cr, V, Cu, Mn, Co, Zn, Ni, Fe, Hg, Sn, Mo, Pb, Cd, Bi и др. – являлись основной це-

лью исследования – экологического мониторинга и изучения загрязнения окружающей среды. Металлы с плотностью 5 г/см³ и более являются тяжелыми (классификация Н. Реймерса) [2]. К категорированию тяжелых металлов относят их токсичность в низких концентрациях для живых организмов, способность к биологической аккумуляции и магнификации. По опасности нежелательной концентрации тяжелые металлы, металлоиды подразделяют на 3 класса: высоко опасные элементы – Cd, As, Se, Hg, F, Pb, Zn; умеренно опасные элементы – Co, V, Mo, Ni, Cr, Sb, Cu; мало опасные элементы – V, Ba, W, Mn, Sr [3].

Прогрессирующая урбанизация и, как следствие, огромное количество бытовых отходов и их утилизация – главная причина экологических проблем и загрязнения окружающей среды. На сегодняшний день вокруг всех крупных городов имеются полигоны твердых бытовых отходов (ТБО), где хранятся и частично утилизируются ТБО. Анализ последних лет показал, что в Узбекистане образуется более 100 млн т промышленных отходов, на долю бытового мусора приходится около 35 млн т в год. Согласно открытым данным, на площадях в 12 тыс. га оттаивается 2 млн т промышленных, бытовых, а также строительных отходов [4].

Процесс хранения и утилизация (в основном сжигание) могут влиять на изменение структуры и свойств почвенного покрова, динамику плодородия и агроэкологическое состояние почв. Одним из негативных воздействий полигонов ТБО на почвенный покров может быть их загрязнение тяжелыми металлами, так как среди бытовых отходов также могут оказаться предметы, содержащие металлические части. В процессе хранения, утилизации они могут попасть в почвенный покров. Например, И.Н. Бузиновой установлено, что в Харьковской области на территории близ полигона ТБО содержание тяжелых металлов подвижных форм в почвах превышает ПДК в 5 раз, это создает критическую экологическую ситуацию, также установлены условия распространения тяжелых металлов в ландшафтах участка [5].

Так же как в зоне Балаковского полигона, для почв в местах захоронения отходов опасно загрязнение такими тяжелыми элементами, как Zn, Cu и Ni, где они образуют большие площадные аномалии. Пики высоких концентраций тяжелых элементов группируются у северо-восточных, а также юго-западных границ полигона. Также идет распространение в почвы частных садоводческих участков. Отдельные терри-

тории почв загрязнены опасными формами Zn и Cu. Причинами такого распространения загрязнения являлись, во-первых, пологий характер территории, позволяющий местным ветрам переносить аэрозольные выбросы тяжелых металлов с полигона; во-вторых, глинистый и суглинистый состав почв, активно сорбирующих Cu, Ni и Zn [6, 7].

Изучив состояние окружающей среды и природоохранные рекомендации в районе расположения полигонов ТБО Воронежской области Т.В. Ащихмина установила загрязнение почв и подземных вод с тяжелыми металлами и другими токсичными компонентами и разработала рекомендации по минимизации негативных последствий воздействия полигонов ТБО на окружающую среду [8]. Также изучением загрязнения почв и подземных вод вокруг полигонов ТБО занимались Ю.Н. Водяницкий, Д.В. Ладонин, А.Т. Савичев, Г.К. Лобачева, Н.В. Колодницкая и др. [9–10].

Мониторинг окружающей среды в Узбекистане закреплен Постановлением Кабинета Министров № 273 от 23.08.2016 г. Об утверждении программы мониторинга окружающей природной среды в Республике Узбекистан на 2016–2020 гг., где приведены главные механизмы и мероприятия реализации мониторинга окружающей среды. Сформирован перечень основных природных и техногенных источников загрязнения окружающей среды, разработаны современные методики выполнения измерений, проработана материально-техническая база экологически-аналитических лабораторий [11].

В последние годы изучением влияния промышленных предприятий и прилегающих зон на окружающую среду, а также формами тяжелых металлов в почвах и их влиянием на микроорганизмы почвенного покрова Ахангаранского района занимался Н.Э. Шукуров [12–13]. Изучая концентрации тяжелых металлов в почвах, Шукуров установил, что содержание тяжелых металлов всегда увеличивается с приближением к очагу загрязнения (Ангренская ТЭС, горнопромышленные предприятия АГМК) и уменьшается по мере удаления от него [12]. Валовые содержания тяжелых металлов в почвенных пробах распределяются по ряду Zn > Cu > Pb > Cr > Ni в Альмалыке и Zn > Pb > Cu > Ni > Cr в Ангрене. Также в верхних слоях почвенного покрова отмечаются более высокие содержания тяжелых металлов, чем в нижних слоях.

Формы нахождения техногенных элементов-токсикантов в почвах, отобранных вблизи предприятий АГМК и Ангренской

ТЭС, представлены весьма сложными составами первичных и вторичных рудных минералов, различных шаровидных техногенных новообразований. В пробах Алмалыка встречаются шарики, состоящие из чистой меди и цинка, большинство из них – это смеси металлов и их окислов. В некоторых почвенных пробах, отобранных на территории цинкового завода, наблюдаются явные сфероидальные (шаровые) структуры. В периферийных слоях большинства этих шариков содержатся послойно (%): Pb – до 61,03, Zn – до 73,49, Cu – до 55,72, S – до 26,73 и др. В их ядрах обнаружены дендриты, срастающие в большом количестве железо (до 58%), а в других зернах наблюдается срастание железа с медью. Тяжелые фракции Ангренских почв состоят в основном из различных шариков, состоящих из окислов железа [12].

Загрязнение почв тяжелыми металлами негативно влияет на мир микроорганизмов почвенного покрова Ангрен-Алмалыкского промышленного района (Ахангаран). На основе изучения содержания тяжелых металлов и микроорганизмов установлено, что в сильно загрязненных тяжелыми металлами почвах количество микроорганизмов значительно ниже, чем в незагрязненных или мало загрязненных почвах. Различные показатели экосистемы микроорганизмов (общие количества нематод, базальное дыхание, микробная биомасса C, N, микробный коэффициент) увеличиваются по удалению от источников загрязнения почв тяжелыми металлами [13].

Попадание техногенных бытовых отходов в плодородные земли оказывает сильное влияние на активность бактерий, микроорганизмов, а также питательные вещества (калий, фосфор, азот), это показали результаты последних исследований [14]. Идет распространение подвижного калия, фосфора и гумуса в почвах прилегающих зон полигона ТБО г. Ташкента. В накопившейся с годами искусственной биомассе стремительно повышается количество гумуса и углерода. Подвижный калий и фосфор увеличились при переваривании отдельных бытовых отходов (преимущественно пищевых), а также накопленных биомасс. В зональном удалении от полигонов бытовых отходов установлена тенденция к увеличению содержания подвижного фосфора и калия [15].

Район работ

Полигон твердых бытовых отходов г. Ташкента расположен в Ахангаранском районе Ташкентской области. Район исследования представляет собой предгорные

возвышенности, равнины, адыры и долины рек. Для континентального климата района характерны сухое и жаркое лето, холодная зима. Характерна среднегодовая температура в +15,0°C, со средними температурами -3,0°C в январе, и +26,0°C в июле. Абсолютный минимум -28°C, максимум +50°C. 220–280 мм – среднее количество осадков, выпадающих в год, основная их часть приходится на осень и весну. Вегетационный период длится 180 дней. Лугово-сероземные и сероземные почвы – основной характерный покров адыров.

Земля вокруг полигона ТБО города Ташкента в Ахангаранском районе орошается и используется в сельском хозяйстве для выращивания овощей. Отбор образцов производился в координатах:

41°05'32.5"N / 69°28'48.8"E; 41°05'31.9"N / 69°28'48.0"E; 41°05'26.7"N / 69°28'45.8"E; 41°05'20.7"N / 69°28'45.4"E; 41°05'19.0"N / 69°28'31.8"E; 41°05'32,5"N / 69°28'48,8"E; 41°05'32,5"N / 69°28'48,8"E; 41°08'15.0"N / 69°26'35.0"E; 41°10'13.6"N / 69°24'49.0"E [14].

Материалы и методы исследования

Для изучения степени загрязнения почв тяжелыми металлами пробы отбирали из слоев почвы 0–15 см и на различных расстояниях: 0; 0,2; 0,4; 0,6; 1,2; 3; 6 и 10 км от полигона. Также для изучения распределения тяжелых металлов по вертикали были отобраны почвенные пробы по разрезам глубиной до 2 м. После высушивания при комнатной температуре отобранные пробы были истерты до аналитического размера 0,045 мм. Определение содержания тяжелых металлов осуществлялось методом оптической эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-ОЭС). Полученные данные были сопоставлены с предельными допустимыми концентрациями (ПДК) и кларковыми содержаниями элементов в земной коре для определения степени загрязнения почв тяжелыми металлами. Также были сопоставлены содержания тяжелых металлов в почвах, отобранных в прилегающих территориях полигона ТБО и на удалении (6–10 км).

Результаты исследования и их обсуждение

Зола ТБО (проба 0 м), отобранная на территории полигона ТБО, содержит повышенные содержания Zn (1610 г/т), Pb (26,7 г/т), Cu (306 г/т), Cr (91,0 г/т) Se (9,08 г/т), из тяжелых металлов и металлоидов и S (12600), которая обычно образует различные (сульфиды, сульфаты) соединения с металлами и металлоидами (табл. 1).

Таблица 1

Содержание элементов в почвенных пробах по данным ИСП-ОЭС, г/т

Элементы	Место отбора проб (м от полигона ТБО)									ПДК, г/т	Кларк ЗК, г/т
	0	5	200	400	600	1200	3000	6000	10000		
As	8,78	12,9	13,8	11,3	14,4	7,11	11,4	8,24	12,3	2	1,7
Bi	1,9	1,82	2	1,78	1,85	1,88	1,69	1,42	1,77		0,009
Cd	0,115	0,135	0,144	0,134	0,138	0,105	0,104	0,109	0,1		0,13
Co	7,03	10,6	11	9,19	11,7	10,8	9,25	9,75	5,75		18
Cr	91	51,9	50,5	51,3	66,2	51,2	47,5	53,1	43,8	200	83
Cu	306	94,8	80,8	86,6	78,9	92,1	96,8	90,6	143	55	47
Fe	28900	31500	34500	31500	37000	30500	29600	33000	24000		46500
Mn	528	670	733	888	837	620	639	818	618	1500	1000
Mo	7,05	14,8	6,63	11,2	9,19	6,07	9,53	6,02	6,23		1,1
Ni	35,8	30,8	26,9	29,7	30,8	26,8	27,4	25,8	20,2	85	58
Pb	26,7	16,8	14,4	19,4	15	15,5	12,7	21	13,1	30	16
S	12600	805	778	2480	998	3150	747	648	673	160	470
Sb	0,605	0,601	0,592	0,584	0,618	0,558	0,538	0,518	0,504	4,5	0,5
Se	9,08	4,68	5,15	6,27	7,24	7,29	7,34	4,61	5,22		0,05
Sn	8,93	5,52	2,31	2,7	3,96	2,54	3,51	3,86	3,53		2,5
V	45,3	87,8	94,8	85	103	84,4	82,3	87,2	58,7	150	90
Zn	1610	84,4	105	79,3	83,8	87,2	78,8	100	67,3	100	83

Поведение мышьяка As (8,78 г/т) и ванадия V (45,3 г/т) несколько отличается из остальных загрязнителей по удалению от источника загрязнения. Содержание их почти не меняется по удалению от ТБО. Это можно объяснить фоновым содержанием. По сравнению с содержаниями ПДК установлено высокое содержание мышьяка, которое в 3,6–7,2 раза выше нормы. Также превышают ПДК медь, сера во всех проанализированных пробах. Содержание цинка превышает в 165 раз ПДК в золах ТБО. В почвенных пробах содержание цинка близко к ПДК (67,3–100) или незначительно превышает его рядом с полигоном ТБО (105 г/т). Результаты работ показали, что остальные элементы в почве не превышают значений ПДК (табл. 1).

По сравнению с кларковыми содержаниями элементов в земной коре (Виноградов, 1962) отмечаются высокие кларк концентрации мышьяка, висмута, молибдена, селена, олова, меди. Например, кларк концентрации мышьяка выше в 4,2–8,7 раз, висмута в 157,7–222,2 раза, меди в 1,68–6,5 раз, молибдена 5,47–13,45 раз. Остальные тяжелые металлы характеризуются близкларковыми содержаниями.

Отмечается тенденция снижения содержания цинка, свинца, хрома, меди, олова на удалении от полигона ТБО (рис. 1). Если в составе золы ТБО цинк составляет 1610 г/т, то в почвенных пробах, отобранных в 10 км от полигона ТБО, содержание цинка сни-

жается до 67,3 г/т. Содержание хрома в почвенных покровах вблизи полигона ТБО (0–600 м) составляет 51,3–91 г/т, на удалении (1200–10000 м) снижается до 43,8 г/т.

При анализе распределения элементов по вертикальному разрезу почв установлено, что содержания кобальта, хрома, железа, марганца, молибдена, свинца, ванадия, иттрия и цинка в верхних слоях почвенного покрова (0–70 см) выше, чем в нижних горизонтах (70–200 см, рис. 2). Такое распределение этих металлов можно объяснить ареальными выбросами вредных веществ, образованных при сжигании ТБО, а также их хранением в открытом состоянии. То есть результаты показали, что зола, образованная при сжигании ТБО, содержит значительное количество тяжелых металлов и металлоидов, таких как цинк, свинец, хром, мышьяк, медь, молибден и др. Под воздействием естественных процессов, таких как ветер, осадки, они могут попасть в почвенный покров. Для остальных элементов не отмечаются четкие закономерности распределения элементов по вертикальному разрезу (табл. 2).

Заключение

Результаты проведенного исследования показали, что почвенный покров, прилегающий к территории полигона ТБО, загрязнен тяжелыми металлами. Высокие концентрации тяжелых металлов и металлоидов в почвах характерны для мышьяка, цинка, меди, молибдена, селена, висмута и др. Сильно

превышают ПДК медь, мышьяк, сера, в незначительном количестве цинк. Отмечается тенденция снижения содержаний цинка, свинца, хрома, меди, олова по мере удаления от полигона ТБО. По вертикальному разрезу почв содержание кобальта, хрома, железа, марганца, молибдена, свинца,

ванадия, иттрия и цинка в верхних слоях почвенного покрова выше, чем в нижних горизонтах. Такое распределение этих металлов можно объяснить ареальными выбросами вредных веществ, образованных при сжигании ТБО, а также их сохранением в открытом состоянии.

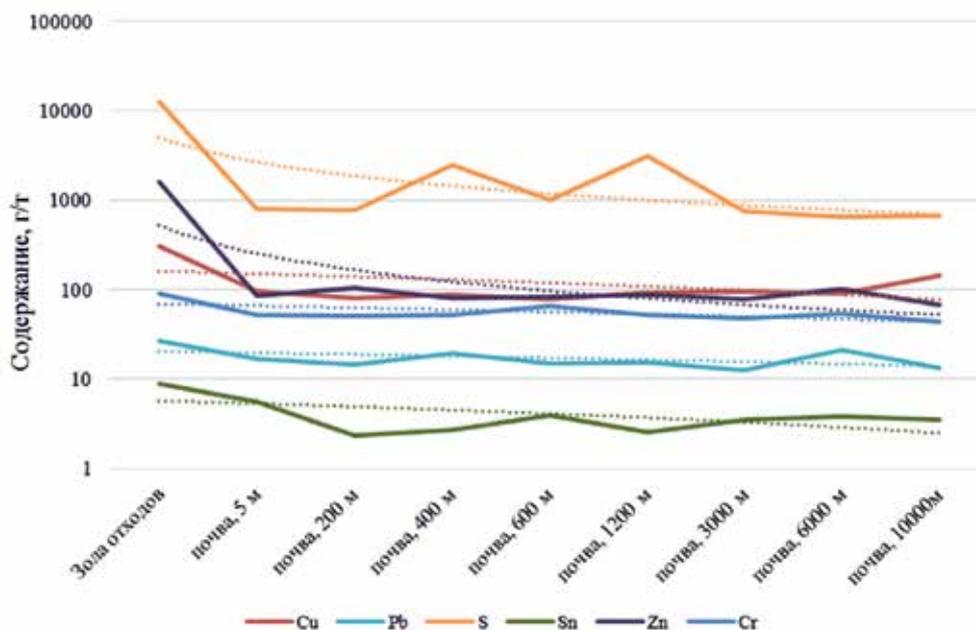


Рис. 1. Изменение содержания элементов в процессе удаления от полигона ТБО

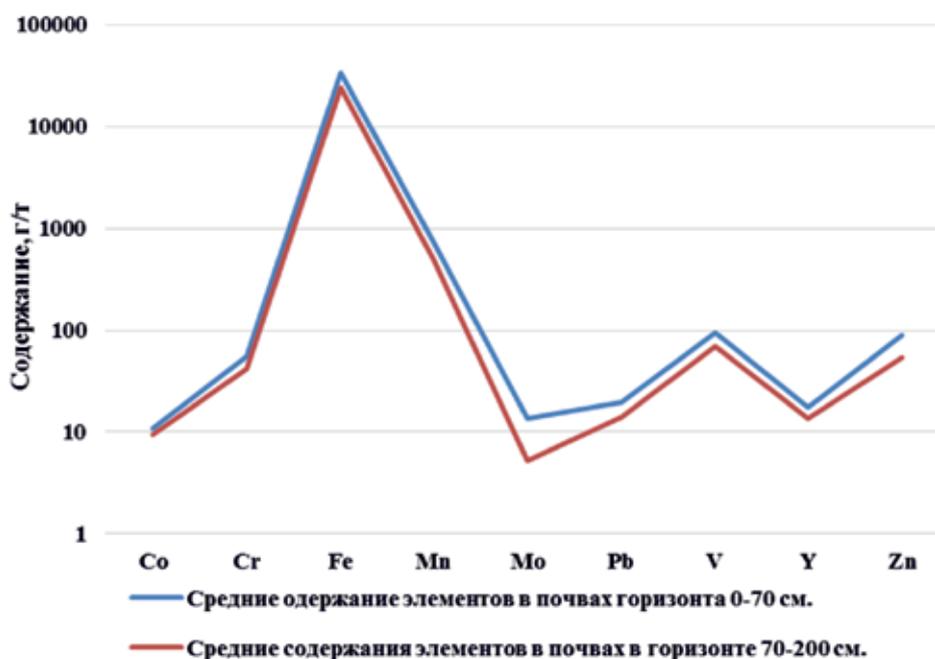


Рис. 2. Распределение тяжелых металлов в различных горизонтах почвенного покрова

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов и металлоидов в почвенных пробах, отобранных на различных глубинах, г/т

Глубина, см	Разрез № 2										Разрез № 6						ПДК	Кларк в ЗК
	0-15	15-50	50-70	Ср. по 0-70 см	70-120	120-180	180-200	ср. по 70-200 см	0-30	30-50	50-80	Ср. по 0-80 см	80-100	100-200	ср. по 80-200 см			
	12,9	10,2	12,9	12,00	15	10,2	13,1	12,77	14,4	3,32	13,9	10,54	7,52	0,25	3,89			
As	1,82	1,83	1,65	1,77	1,81	1,8	2,54	2,05	1,85	1,86	2	1,90	1,74	1,94	1,84			
Bi	0,135	0,128	0,134	0,13	0,11	0,105	0,189	0,13	0,138	0,117	0,135	0,13	0,129	0,126	0,13			
Cd	10,6	10,1	12,2	10,97	8,89	8,7	10,7	9,43	11,7	9,32	10,2	10,41	8,06	7,26	7,66			
Co	51,9	59,1	55,1	55,37	40,9	34,3	50,4	41,87	66,2	46,1	53,6	55,30	40,2	52,6	46,40			
Cr	94,8	84,1	80,4	86,43	91,8	129	83	101,27	78,9	123	98,3	100,07	91,9	85,1	88,50			
Cu	31500	33400	37300	34066,7	30500	14200	26500	23733,3	37000	21200	33400	30533,3	28900	29500	29200			
Fe	13,5	14,1	15,8	14,47	10,1	12,7	17,5	13,43	15,7	14,8	15,3	15,27	12,8	12,5	12,65			
Ga	670	700	848	739,3	615	296	563	491,33	837	452	692	660,33	559	593	576,00			
Mn	14,8	10,7	15,7	13,7	1,9	5,44	8,44	5,26	9,19	4,58	9,68	7,82	7,85	6,07	6,96			
Mo	12,7	13,1	15	13,60	12,5	12,6	12,6	12,57	13,6	13	12,2	12,93	11,9	11,9	11,90			
Nb	30,8	24,9	27,9	27,87	21,8	23,6	67,4	37,60	30,8	31	30,2	30,67	21,9	26,9	24,40			
Ni	16,8	20,3	21,5	19,5	13,5	16,3	12,5	14,10	15	16,4	15,1	15,50	16,4	36,1	26,25			
Pb	105	117	84,6	102,20	109	62	136	102,33	85,4	116	105	102,13	130	149	139,50			
Rb	805	737	631	724,33	1330	748	2380	1486,00	998	3530	897	1808,33	5120	3400	4260,00			
S	0,601	0,591	0,56	0,58	0,547	0,554	0,752	0,62	0,618	0,567	0,592	0,59	0,539	0,603	0,57			
Sb	4,68	1,76	7,3	4,58	8,66	5,99	6,85	7,17	7,24	0,732	6,21	4,73	4,28	4,22	4,25			
Se	5,52	1,68	1,92	3,04	3,5	4,08	11,2	6,26	3,96	2,75	6,33	4,35	1,94	6,46	4,20			
Sn	87,8	92,4	104	94,7	83,9	42,8	82,4	69,70	103	59,6	90,3	84,30	79,3	80,2	79,75			
V	2,7	14,8	0,037	5,85	2,72	62	4,55	23,09	0,73	50,4	4,8	18,64	0,25	377	188,63			
W	16	18,4	18	17,5	15,8	14,1	10,8	13,57	18,6	13,4	16,1	16,03	15,4	16,7	16,05			
Y	84,4	83	99	88,8	65	32,9	62,9	53,60	83,8	54,7	88,4	75,63	60,4	65,8	63,10			
Zn																		

Установленный нами характер распределения тяжелых металлов в почвенных покровах похож на результаты Н.Э. Шукурова, который в своих исследованиях доказал, что источниками загрязнения почв тяжелыми металлами в Ангрэн-Алмалыкском горнопромышленном районе являются горнодобывающие предприятия АГМК и Ангрэнской ТЭС. Изучая концентрации тяжелых металлов в почвах, Шукуров установил (2006), что содержание тяжелых металлов всегда увеличивается с приближением к очагу загрязнения (Ангрэнская ТЭС, горнопромышленные предприятия АГМК) и уменьшается по мере удаления от него.

Полученные результаты показывают, что полигон твердых бытовых отходов является источником загрязнения почв тяжелыми металлами. Нужно отметить, что почвенный покров прилегающих к полигону ТБО территорий в меньшей степени загрязнен тяжелыми металлами. Но несоблюдение мер при утилизации ТБО может привести к более интенсивному загрязнению почв тяжелыми металлами. Загрязнение почв негативно влияет на микроорганизмы почв, растительный мир, через них на здоровье человека, так как земля вокруг полигона ТБО г. Ташкента в Ахангаранском районе орошается и используется в сельском хозяйстве для выращивания овощей.

Список литературы

1. Джувеликян Х.А., Щеглов Д.И., Горбунова Н.С. Загрязнение почв тяжелыми металлами. Способы контроля и нормирования загрязненных почв: учебно-методическое пособие для вузов. Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2009. 22 с.
2. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. М.: «Мысль», 1990. 638 с.
3. ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы (ССОП). Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. 2008. 8 с.
4. Важные аспекты организации деятельности государственных инспекторов в сфере переработки отходов // Вестник экологии. 2018. № 1. С. 49.
5. Бузина И.Н. Состояние почв и оценка окружающей среды вокруг полигона твердых бытовых отходов // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад., 2014. № 2. С. 102–106.
6. Ерёмин В.Н., Решетников М.В., Шешнев А.С. Влияние полигонов захоронения отходов в Саратовской области на санитарное состояние почв // Hygiene & Sanitation (Russian Journal). 2017. № 96 (2). С. 117–121.
7. Ерёмин В.Н., Павлов П.Д., Решетников М.В., Шешнев А.С. и др. Эколого-геохимическая оценка почвенного покрова в районе Балаковского полигона захоронения твердых бытовых отходов (Саратовская область) // Инженерная геология. 2016. № 2. С. 50–58.
8. Ашихмина Т.В. Геоэкологический анализ состояния окружающей среды и природоохранные рекомендации в районе расположения полигонов ТБО Воронежской области: дис. ... канд. геогр. наук, Воронеж, 2014. 187 с.
9. Водяницкий Ю.Н., Ладонин Д.В., Савичев А.Т. Загрязнение почв тяжелыми металлами. М., 2012. 304 с.
10. Лобачева Г.К., Колодницкая Н.В., Смага В.И. и др. Предотвращение загрязнения подземных вод путем создания искусственных биогеохимических барьеров // Экология и недропользование. Вестник ВолГУ. Серия 11. 2012. № 1 (3). С. 48–57.
11. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № 273 от 23.08.2016 г. «Об утверждении программы мониторинга окружающей природной среды в Республике Узбекистан на 2016–2020 годы». 2016. 42 с.
12. Шукуров Н.Э., Талипов Р.М., Отабоева Н.А. Тяжелые металлы в почвах Ангрэн-Алмалыкского горнопромышленного района (концентрация и формы нахождения). Ангрэн истикболли шаҳар. «Фалсафа ва ҳуқуқ». Ташкент, 2006. С. 253–255.
13. Shukurov N., Kodirov O., Peitzsch M., Kersten M., Pen-Mouratov S., Steinberger Y. Coupling geochemical, mineralogical and microbiological approaches to assess the health of contaminated soil around the Almalyk mining and smelter complex, Uzbekistan // Science of the Total Environment. 2014. P. 447–459.
14. Белоус И.Н., Прудников П.В. Мониторинг радиационной обстановки и плодородия почв пашни Новозыбковской опытной станции. // Вестник Брянской ГСХА. 2019. № 1. С. 3–8.
15. Жаббаров З.А., Атоева Г.Р. Изменение агрохимических свойств почв, загрязненных бытовыми отходами // Научное образование. Биологические науки. 2020. № 4. С. 22–27.

СТАТЬЯ

УДК 574:57.04(575.2)

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИИ АЛЫЧИ (*PRUNUS SOGDIANA* VASS.)
В ЧУЙСКУЮ ДОЛИНУ КЫРГЫЗСТАНА****Албанов Н.С.***Ботанический сад им Э. Гареева Национальной академии наук Кыргызской Республики,
Бишкек, e-mail: albanov.69@mail.ru*

В статье приводятся данные многолетних исследований по интродукции различных сортов алычи согдийской (*Prunus sogdiana* Vass.) в Чуйскую долину Кыргызстана. Изучена засухоустойчивость, зимостойкость, устойчивость к биотическим факторам среды. Всего нами в условиях интродукции изучены 47 сортов, которые поступили в коллекцию в период с 1975 по 1991 г. По результатам наблюдений были выделены и рекомендованы для государственного испытания и производства сорта алычи: Фиолетовая десертная, Обильная, Десертная, Малиновая, Комета, Рубиновая, Щедрая, Лыхны. Выявлены причины, ограничивающие распространение и использование в производстве сортов алычи. Выделены сорта, представляющие интерес как генетический ресурс для улучшения генофонда, для распространения по республике, адаптированные к условиям Кыргызстана. Так, фенологические наблюдения за коллекцией алычи показали, что ритм роста и развития ее сортов в Чуйской долине совпадает с безморозным периодом. Лишь в молодом возрасте некоторые сорта гибридной алычи, полученные при гибридизации с участием сливы китайской, затягивают, в отдельные годы, рост однолетних побегов до заморозков. Исследование основных физиологических процессов, таких как водоудерживающая способность листьев и устойчивость к перегреву, обуславливающих засухоустойчивость, показало: высокой засухоустойчивостью обладают сорта: Аштаракская 2, Аштаракская 1, Персидская, Сестренка, Путешественница, Гавиота, Санта Роза; со средней засухоустойчивостью: Крупная красная, Шатер, Комета поздняя, Студенческая, Вилора, Румяная зорька; наименее засухоустойчивы сорта: Десертная, Малиновая, Найдена, Глобус, Майсара, Лавина, Премьера, Мореттини 243.

Ключевые слова: интродукция, алыча согдийская, сорта алычи, засухоустойчивость, зимостойкость, биотические факторы среды, отдаленная гибридизация

**RESULTS OF THE INTRODUCTION OF THE CHERRY PLUM
(*PRUNUS SOGDIANA* VASS.) OG THE CHUY VALLEY IN KYRGYZSTAN****Albanov N.S.***Botanical Garden named after E. Gareev of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic,
Bishkek, e-mail: albanov.69@mail.ru*

This article provides data from many years of research on the introduction of various varieties of Sogdian cherry plum (*Prunus sogdiana* Vass) into the Chui valley of Kyrgyzstan. Drought resistance, winter hardiness, resistance to biotic environmental factors have been studied. In total, we studied 47 varieties under conditions of introduction, which entered the collection in the period from 1975 to 1991. Based on the results of observations, cherry plum varieties were identified and recommended for the State testing and production: Dessertnaya Violet, Obilnaya, Dessertnaya, Malinovaya, Kometa, Rubinovaya, Schedraya, Lykhny. Revealed the reasons limiting the distribution and use of cherry plum varieties in the production. The varieties that are of interest as a genetic resource for improving the gene pool, for distribution throughout the republic, adapted to the conditions of Kyrgyzstan, have been identified. Thus, phenological observations of the cherry plum collection showed that the rhythm of growth and development of its varieties in the Chuy valley coincides with the frost-free period. Only at a young age, some varieties of hybrid cherry plum obtained by hybridization with the participation of Chinese plum delay, in some years, the growth of annual shoots until frost. The study of the main physiological processes, such as the water-holding capacity of leaves and resistance to overheating, which determine drought resistance, showed that the following varieties are highly drought-resistant: Ashtarak 2, Ashtarak 1, Persian, Sestrenka, Traveler, Gaviota, Santa Rose; with medium drought resistance: Large red, Shater, Late comet, Student. Vilora, Ruddy Dawn; the least drought-resistant varieties: Dessertnaya, Raspberry, Nayden, Globus, Maysara, Avalanche, Premiera, Morettini 243.

Keywords: introduction, Sogdian cherry plum, cherry plum varieties, drought resistance, winter hardiness, biotic environmental factors, distant hybridization

Одним из интереснейших представителей рода *Prunus* является алыча – *Prunus cerasifera* Ehrh. В природе она занимает обширный ареал, простирающийся от Средней Азии через Кавказ и Малую Азию до Балканского полуострова. В Кыргызской Республике алыча представлена подвигом *Prunus sogdiana* Vass. [1]. Наибольшее формовое разнообразие алычи согдийской наблюдается на территории Южного Кыргызстана, где она в изобилии произраста-

ет в орехово-плодовых лесах. В культуре алыча согдийская распространилась повсеместно и используется населением в пищу в свежем виде, при изготовлении различных продуктов переработки, а также как подвой для сливы домашней.

Плоды алычи согдийской очень полиморфны, варьируют по форме, окраске и вкусу плода. Если сопоставить ее с другими представителями местной флоры, то в этом отношении алыча согдийская

приближается к яблоне кыргызов, не уступает ореху грецкому [2].

В Предгорной зоне Краснодарского края были выявлены биологические особенности новых сорто-подвойных комбинаций сливы русской в нестабильных условиях возделывания [3], в Подмосковье проведена оценка новых подвойных форм алычи по комплексу признаков на пригодность к использованию в качестве клоновых подвоев для сортов сливы русской и установлена эффективность применения рассадных кассет для получения укорененных зеленых черенков клоновых подвоев алычи и летних сроков их посадки в первое поле питомника [4]. Для условий Крыма и юга Украины были подобраны сорта алычи по зимостойкости, морозостойкости генеративных почек позднего цветения и созревания плодов, высоким вкусовым качеств, урожайности, крупноплодности отобраны сорта Аленький Цветочек, Оленька, Вилора и Обильная [5].

Селекционное улучшение алычи в Кыргызской Республике проводилось в недостаточном объеме [6]. В настоящее время в Кыргызской Республике районированы такие сорта гибридной алычи, как Десертная, Лето, Малиновая, Обильная, Фиолетовая десертная, Южная красавица, которые вошли в Государственный реестр сортов и гибридов растений, допущенных к использованию на территории Кыргызской Республики [7].

Основной целью данной работы является изучение интродукционных свойств сортов алычи в условиях Чуйской долины на основе изучения засухоустойчивости, зимостойкости и устойчивости к биотическим факторам среды.

Материалы и методы исследования

Материалом служили интродуцированные в Ботанический сад им. Э. Гареева НАН КР сорта алычи и их гибридов. В исследованиях были применены широко апробированные в полевых условиях методы интродукционных изучений к биотическим и абиотическим факторам внешней среды. Изучение зимней транспирации и других параметров водного режима побегов проводилось по общепринятой в полевых условиях методике.

Результаты исследования и их обсуждение

В Ботаническом саду НАН КР дикорастущие формы алычи согдийской были впервые введены в коллекцию из Ферганского хребта в 1953 г. Интродукция культурных сортов и форм инорайонного происхождения происходила из Крымской,

Майкопской и Среднеазиатской опытно-селекционных станций ВИР, а также из Никитского ботанического сада. Всего за период с 1975 по 1991 г. поступило в коллекцию и изучалось 47 сортов. По результатам наблюдений были выделены и рекомендованы для Государственного испытания и производства сорта алычи: Фиолетовая десертная, Обильная, Десертная, Малиновая, Комета, Рубиновая, Щедрая, Лыхны.

Фенологические наблюдения за коллекцией алычи показали, что ритм роста и развития ее сортов в Чуйской долине совпадает с безморозным периодом. Лишь в молодом возрасте некоторые сорта гибридной алычи, полученные при гибридизации с участием сливы китайской, затягивают, в отдельные годы, рост однолетних побегов до заморозков.

Резко континентальный климат и аридные и семиаридные климатические условия в период вегетации в Чуйской долине Кыргызстана предъявляют повышенные требования к интродуцированным сортам алычи со стороны их засухоустойчивости. В ряду косточковых плодовых пород алыча обладает относительно высокой засухоустойчивостью, превосходя в этом отношении черешню и сливу, но уступает абрикосу и персику. Однако степень устойчивости к засухе различных разновидностей и сортов алычи имеет значение для производства и селекционного использования в условиях Чуйской долины Кыргызстана.

Исследование основных физиологических процессов, таких как вододерживающая способность листьев и устойчивость к перегреву, обуславливающих засухоустойчивость, показало:

1. Высокой засухоустойчивостью обладают сорта: Аштаракская 2, Аштаракская 1, Персидская, Сестренка, Путешественница, Гавиота, Санта Роза.

2. Сорта со средней засухоустойчивостью: Крупная красная, Шатер, Комета поздняя, Студенческая. Вилора, Румяная зорька.

3. Наименее засухоустойчивы сорта: Десертная, Малиновая, Найдена, Глобус, Майсара, Лавина, Премьера, Мореттини 243 [8].

Зимостойкость древесных растений к условиям зимовки зависит не только от уровня низких зимних температур, но и от зимнего иссушения. Установлено, что в континентальных районах зимостойкость растений в значительной степени связана с интенсивностью зимней транспирации. Опасность иссушения плодовых деревьев в местностях с высокой сухостью воздуха увеличивается при низкой влажности почвы в осенне-зимний период. Алыча

является недостаточно засухоустойчивой плодовой породой, особенно это относится к сортам гибридной алычи [1].

Исследование показало, что в зимний период высоким содержанием воды в однолетних побегах (42,79–47,33%) отличались сорта: Румяная зорька, Гавиота, Десертная, Вилора, Комета поздняя. В этих же побегах высокое содержание воды в побегах алычи и сливы китайской (44,20–45,56%). Самое низкое содержание воды было у сорта Найдена.

Изучение зимней транспирации однолетних побегов алычи показало, что в зимний период, в январе, показатели завядания увеличивались быстро. Этому способствовала и теплая погода в период проведения опыта. Ниже всех сортов показатели интенсивности транспирации побегов алычи Крупной красной. Среднее положение занимают сорта: Найдена, Десертная, Аштаракская 2, Румяная зорька, Комета поздняя и Вилора. Быстро нарастают транспирационные потери у сортов: Путешественница, Майсара, Персидская (таблица).

Интенсивность транспирации у исследуемых сортов различна. Показатель среднесуточной потери воды побегами наиболее высокий у сортов Румяная зорька, Гавиота, Персидская, Путешественница и Майсара (2,8–3,2). Низкая она у сорта Найдена. Высокая скорость потери воды у вышеприведенных сортов отражает их низкую водоудерживающую способность. Они теряют большую часть из имеющегося общего содержания воды. Показатель отношения воды испарившейся к общей воде у сортов Румяная зорька, Гавиота, Персидская, Аштаракская 2, Путешественница, Майсара (1,3–1,6%), что ниже, чем у других сортов: Аштаракская 2, Комета поздняя, Десертная, Вилора, Крупная красная, Найдена (1,8–2,2%). При таких показателях в засушливые годы, когда запасы почвенной влаги могут

быть незначительны и в случае морозных зим, когда поступление воды из почвы может быть затруднено, сорта с высокой интенсивностью транспирации будут подвергаться зимнему иссушению. На основании этих данных можно предполагать, что эти сорта в летний период также будут проявлять высокую интенсивность транспирации и низкую водоудерживающую способность листьев и побегов.

График скорости потери воды однолетними побегами показывает наглядное распределение сортов алычи по интенсивности транспирации побегов:

1. Высокая интенсивность транспирации и низкая водоудерживающая способность побегов у сортов Румяная зорька, Гавиота, Персидская, Путешественница, Майсара.

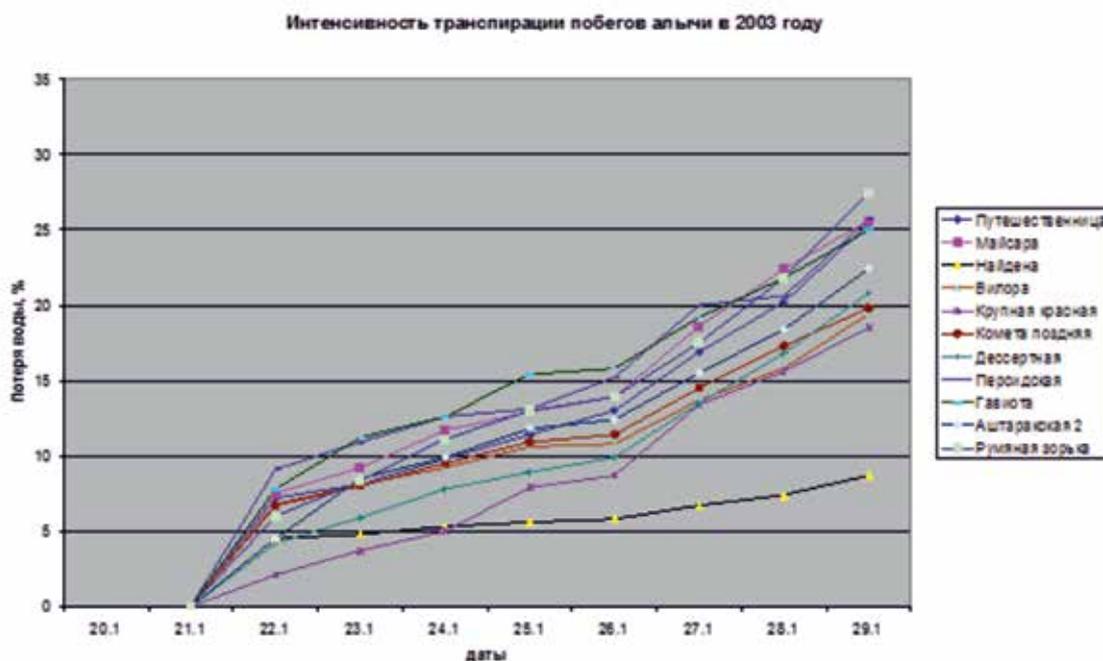
2. Средняя интенсивность транспирации и оптимальные показатели водного режима у побегов сортов: Аштаракская 2, Комета поздняя, Десертная, Вилора, Крупная красная, Найдена.

Алыча Крупная красная – местная плодовая порода, она относится к подвиду алыча согдийская (*Prunus sogdiana* Vass.) и собрана в орехово-плодовых лесах западного Тянь-Шаня. Она имеет низкий показатель среднесуточной потери воды побегами и высокий показатель отношения воды испарившейся к общей воде, которые характеризуют её высокую устойчивость к зимнему иссушению. Побеги алычи с сортовым названием Найдена, вследствие низкого содержания воды, не проявили высокой интенсивности потери воды.

Серьезным образом ограничивает культуру алычи в Северном Кыргызстане воздействие на нее биотических факторов среды. К ним относятся: повреждение сливовой ложнощитовкой (*Sphaerolecanium prunastri* Fonsc.) и грибковым заболеванием – клостероспориозом (*Clasterosporium capraphilum* Aderh.).

Зимняя транспирация сортов алычи в Чуйской долине

Наименование сорта	20.01	21.01	22.01	23.01	24.01	25.01	26.01	27.01	28.01	29.01
Путешественница	0	7,2	8,1	9,8	11,4	13	16,9	20,2	25,4	29,3
Майсара	0	7,5	9,2	11,7	12,9	13,9	18,6	22,4	25,6	28,3
Найдена	0	4,5	4,8	5,3	5,6	5,8	6,7	7,4	8,7	9,5
Вилора	0	6,8	8,1	9,2	10,6	10,8	13,7	15,8	19,4	22,1
Крупная красная	0	2,1	3,7	5	7,9	8,7	13,4	15,6	18,5	20,6
Комета поздняя	0	6,7	8	9,5	10,9	11,4	14,5	17,3	19,8	21,9
Десертная	0	4,2	5,9	7,8	8,9	9,9	13,5	16,8	20,8	24,8
Персидская	0	9,1	10,9	12,6	13,1	15,2	20	20,6	25,7	28,6
Гавиота	0	7,8	11,2	12,6	15,4	15,8	19,2	21,8	25	30,2
Аштаракская 2	0	4,5	8,5	9,9	11,8	12,4	15,5	18,4	22,4	25
Румяная зорька	0	6	8,3	11,1	13	13,9	17,5	21,8	27,4	31,8



Величины интенсивности транспирации различных сортов алычи в Чуйской долине

Сорта и виды алычи в условиях Ботанического сада в различной степени повреждаются сливовой ложнощитовкой. Определение степени поражаемости позволило распределить сорта по 5 группам:

1. Очень сильное поражение (5 баллов): Санта Роза, Глобус, Премьера, Рубиновая, Шатер, Южная красавица.

2. Сильное поражение (4 балла): Гавиота, Вилора, Награда, Мореттини № 243, Комета поздняя, Лавина, Майсара, Путешественница, Найдена, Малиновая, Десертная, Лето, Персидская.

4. Среднее (3 балла): Румяная зорька, Студенческая.

3. Слабое и очень слабое (1–2 балла): Крупная красная, Аштаракская 1

4. Отсутствие поражения (0 баллов): Аштаракская 2.

Оценка поражения ложнощитовкой показывает, что очень сильно и сильно поражаются 81,4% сортов, представляющих собой межвидовые гибриды алычи со сливой китайской, уссурийской и китайско-американскими гибридными сортами.

Оценка повреждаемости клостероспориозом коллекции алычи в условиях сильного инфекционного заражения показала:

1. Наиболее устойчивы некоторые сорта армянской, согдийской, северокавказской алычи: Аштаракская 1 и 2, Крупная красная, Щедрая.

2. Слабое поражение отмечено у сортов: Гавиота, Глобус, Десертная, Шатер, Румяная зорька.

3. Средняя степень повреждения у сортов Малиновая, Персидская.

4. В сильной и очень сильной степени повреждается основной состав коллекции: Санта Роза, Вилора, Награда, Мореттини 243, Комета поздняя, Премьера, Лавина, Найдена, Рубиновая, Майсара.

Обобщение результатов оценки повреждаемости сортов и форм алычи сливовой ложнощитовкой и клостероспориозом показывает, что основной состав интродуцентов алычи поражается ими в сильной и очень сильной степени. Поскольку в эту группу входят основные хозяйственно ценные и районированные в Кыргызской Республике сорта алычи, их культивирование и эффективное использование вполне возможно при применении химических средств защиты и высокой агротехники. Слабое повреждение у сорта алычи согдийской Крупная красная представляет интерес для гибридизации и создания новых устойчивых сортов алычи.

В рамках программы отдаленной гибридизации сортов сливы домашней с другими видами сливы, сорта алычи Аштаракская 2, Зеленка ранняя шунтукская, Комета были использованы в качестве источников таких ценных признаков, как устойчивость к за-

вяданию и перегреву, зимостойкость, очень раннее и позднее созревание плодов. Значительный интерес представляет сам факт получения таких отдаленных гибридов, а также изучение характера наследования и закономерностей процесса формообразования. В результате многолетних исследований получено и сохранено 25 межвидовых гибридов от различных вариантов скрещивания. Видовой тип гексаплоидной сливы домашней, при гибридизации ее сортов с диплоидной алычой, в потомстве доминирует. Тем не менее у полученных гибридов хорошо заметно проявление признаков алычи. Оно выражено в изменении морфологического облика всех частей растения, общей направленности изменчивости от морфотипа сливы домашней к морфотипу алычи. В пределах семей гибридов наблюдается значительный полиморфизм, отражающий межвидовую гетерозиготность. Изучение физиологии устойчивости гибридов показало, что алыча хорошо передает потомству устойчивость к перегреву и завяданию. Эти признаки наследуются гибридами сливы домашней и алычи по промежуточному типу. Однако нередки и положительные трансгрессии устойчивости алычи и проявление признака на уровне устойчивого родителя. Выделены наиболее перспективные гибриды.

Аштаракская 1. Дерево слаборослое, с округлой кроной, средней густоты. Созревание плодов наступает в начале августа. Плодоношение обильное, урожайность высокая. Аштаракская 2. Дерево слаборослое с широкой метловидной, достаточно густой кроной. Созревание плодов наступает в конце сентября. Плодоношение обильное, урожайность высокая. Оба сорта представляют ценность для производства компотов, варенья, соков, замораживания. Они представляют значительный интерес для широкого внедрения в производство. Интродукция и создание новых сортов, полученных на основе использования генотипов алычи Аштаракская 1 и 2, на основе межсортовой

и отдаленной гибридизации имеют большое значение для дальнейшего развития культуры алычи в Кыргызской Республике.

Заключение

В результате многолетних исследований нами в условиях Чуйской долины Кыргызстана по совокупности признаков устойчивости сортов алычи к абиотическим и биотическим факторам среды из коллекции интродуцентов алычи выделены комплексно устойчивые сорта: Аштаракская 1, Аштаракская 2, Крупная красная, Румяная зорька, Персидская, Студенческая, Гавиота, Сестренка, Путешественница, Шатер, Комета поздняя, Вилора, Найдена. Данные сорта нами рекомендуется для закладки промышленных плантаций алычи в условиях Чуйской долины как перспективные.

Список литературы

1. Еремин Г.В. Алыча. М.: Колос, 1969. 168 с.
2. Тургунбаев К.Т., Турдиева М.К., Шалпыков К.Т., Аалиев С.А. Плодовые культуры и их возделывание в Кыргызстане. Бишкек, 2012. 119 с.
3. Сафаров Р.М. Подбор сорто-подвойных комбинаций сливы русской для использования в интенсивных технологиях возделывания: автореф. дис. ... канд. сельхоз. наук. Красnodар, 2012. 25 с.
4. Воскобойников Ю.В. Разработка элементов технологии получения привитого посадочного материала сливы русской (*Prunus rossica*) для средней полосы Российской Федерации: автореф. дис. ... канд. сельхоз. наук. Москва, 2012. 22 с.
5. Горина В.М. Научные основы селекции абрикоса и алычи для Крыма и юга Украины. автореф. дис. ... докт. сельхоз. наук. Мичуринск-наукоград, 2014. 50 с.
6. Степаненко Д.П. Новые для Киргизии сорта плодовых растений // Уч. зап. биолого-почвенного ф-та Киргиз. ун-та, 1955. Вып. 6.
7. Государственный реестр сортов и гибридов растений, допущенных к использованию на территории Кыргызской Республики. Бишкек, 2020. 77 с.
8. Албанов Н.С., Солдатов И.В. Засухоустойчивость интродуцированных сортов алычи в условиях Чуйской долины // Журнал НЦ «Олимп» № 8 (25) Современные научные исследования и разработки. Интродукция, алыча согдийская, сорта алычи, засухоустойчивость, зимостойкость, биотические факторы среды, отдаленная гибридизация. М., 2018. С. 9–12.

СТАТЬЯ

УДК 574:628.3

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД
НА ГОРОДСКИХ СТАНЦИЯХ АЭРАЦИИ**

Аничкина Н.В., Никулина А.П.

*ФГБОУ ВО «Липецкий государственный педагогический университет
имени П.П. Семенова-Тян-Шанского», Липецк, e-mail: nina-viktorowna@mail.ru*

Одним из самых востребованных и жизненно необходимых для человечества ресурсов является вода. В современном мире остро встаёт вопрос и количества, и качества воды. Воды, пригодной для использования в хозяйственно-бытовой деятельности человека, становится всё меньше, так как природные процессы самоочищения уже не справляются с загрязняющими веществами, попадающими в неё. Реальное потребление воды человечеством оценивается величиной в 9000 км³ в год. Много воды потребляет сельское хозяйство. Но наибольшее негативное влияние на гидросферу оказывает промышленное производство. Для того чтобы утилизировать и обезвредить сточные воды, учёные и практики разрабатывали и разрабатывают большое количество технологий, которые основаны на биологических, химических и физико-химических процессах разрушения вредных составляющих стоков. Все эти технологические приёмы апробируются и применяются на очистных сооружениях, чья основная функция заключается в нейтрализации и очистке сточных вод. Деятельность очистных сооружений оказывает сильное регулирующее влияние на окружающую среду, их можно отнести к предприятиям, управляющим экологическим состоянием на определённой территории. В статье рассматривается процесс биологической очистки сточных вод и её эффективность в современных условиях на примере муниципального предприятия.

Ключевые слова: фильтрация, сточные воды, биологическая очистка, микроорганизмы, активный ил

**INFLUENCE OF DIFFERENT DOSES OF BIOLOGICALLY
ACTIVE BEE PRODUCTS**

Anichkina N.V., Nikulina A.P.

*Lipetsk State Pedagogical University named after P.P. Semenov-Tyan-Shansky,
e-mail: nina-viktorowna@mail.ru*

One of the most demanded and vital resources for mankind is water. In the modern world, the question of both the quantity and quality of water is acute. There is less and less water suitable for use in human household activities, since natural self-purification processes can no longer cope with pollutants entering it. The real consumption of water by mankind is estimated at 9000 km³ per year. Agriculture consumes a lot of water. But industrial production has the greatest negative impact on the hydrosphere. In order to utilize and neutralize wastewater, scientists and practitioners have developed and are developing a large number of technologies that are based on biological, chemical and physicochemical processes of destruction of harmful components of wastewater. All these technological methods are tested and applied at wastewater treatment plants, whose main function is to neutralize and purify wastewater. The activities of wastewater treatment plants have a strong regulatory impact on the environment, they can be attributed to enterprises that manage the ecological state in a certain area. The article examines the process of biological wastewater treatment and its effectiveness in modern conditions on the example of a municipal enterprise.

Keywords: filtration, waste water, biological treatment, microorganisms, activated sludge

Цивилизационное развитие общества с древних времён демонстрирует невозможность развития без достаточного количества такого ресурса, как вода. Многие войны – это борьба за обладание большим количеством водных ресурсов. Недавний военный конфликт Киргизии и Таджикистана ещё раз продемонстрировал это. Но в современном мире остро встаёт вопрос не только количества, но и качества воды. Воды, пригодной для использования в хозяйственно-бытовой деятельности человека, становится всё меньше [1], так как природные процессы самоочищения уже не справляются с тем валом загрязняющих веществ попадающих в неё. Промышленная революция уже в девятнадцатом веке поставила

перед человечеством задачу – найти способы очистки загрязнённых вод. Увеличение количества городов, резкое развитие промышленности и большое количество других факторов с каждым годом обостряют проблему снабжения чистой водой. Нельзя подвергнуть сомнению то, что вода высокого качества, соответствующая всем санитарно-гигиеническим правилам и эпидемиологическим требованиям, представляет собой одну из составляющих человеческого здоровья. Потребление воды с каждым годом возрастает. Реальное потребление воды человечеством оценивается величиной в 9000 км³ в год. Много воды потребляет сельское хозяйство. Но наибольшее негативное влияние на гидросферу оказывает про-

мышленное производство. Для того чтобы утилизировать и обезвредить сточные воды, учёные и практики разрабатывали и разрабатывают большое количество технологий, которые основаны на биологических, химических и физико-химических процессах разрушения вредных составляющих стоков. Все эти технологические приёмы апробируются и применяются на очистных сооружениях, чья основная функция заключается в нейтрализации и очистке сточных вод. Деятельность очистных сооружений оказывает сильное регулирующее влияние на окружающую среду, Их можно отнести к предприятиям, управляющим экологическим состоянием на определённой территории. С каждым обострением экологических проблем увеличиваются и требования к показателям природных вод. Следовать этим требованиям возможно, применяя эффективные математические модели для управления процессом очистки промышленных и бытовых стоков.

Целью исследования является изучение процесса биологической очистки сточных вод и её эффективность в современных условиях на примере МУП «ЛиСА».

Материалы и методы исследования

Материалы для написания статьи собирались во время прохождения преддипломной практики. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: изучить основные методы очистки сточных вод, применяемых на предприятии, рассчитать по общепринятым методикам количество загрязняющих ингредиентов в сточных водах МУП «ЛиСА, поступающих на предприятие и после очистки; оценить вклад биологической очистки в удаление опасных веществ из очищаемой воды. Эффективность очистных сооружений рассчитана по результатам лабораторных исследований за 2017 г. В основу расчета были положены нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ, характеристика р. Воронеж, куда осуществляется сброс очищенных вод, сведения по объему сбрасываемых сточных вод взяты из согласованного водохозяйственного расчета предприятия, а также расчета и обоснование заявленного объема сброса сточных вод по единому выпуску. Максимальный расчетный объем сточных вод в сутки равен 5 960 м³/час.

Результаты исследования и их обсуждение

Первые методики биологической очистки опирались на процессы, происходящие в природе. Так появилась идея очищать

воду через поля орошения. В Российской империи они стали использоваться: в 1887 г. (Одесса), 1894 г. (Киев), 1898 г. (Москва). Впоследствии они получили очень большое распространение. Но эта очистка всё же требовала предварительной обработки сточных вод, и если не было возможности её проводить, то от полей орошения отказывались. В Москве на бывших полях аэрации сейчас выстроены новые микрорайоны (Марьино, Некрасовка). Память об отработанных полях осталась в названиях улиц Верхние и Нижние поля. С 1940–1950-х гг. первоначальная механическая очистка стала необходимым условием, а с 1960-х гг. гигиенисты требовали обязательной биологической очистки перед подачей сточных вод на орошаемые поля. Поэтому на данный момент поля орошения можно рассматривать как объект дополнительной глубокой очистки сточных вод (доочистки). Однако эти требования все не полностью исключают использование почвенных методов в качестве методов самоочистки сточных вод. В двадцатом веке было проведено большое количество исследований, направленных на выработку научно обоснованных рекомендаций по использованию почвенных методов очистки промышленных сточных вод.

В двадцать первый век человечество вступило с определённым грузом экологических проблем и проблема очищения воды – одна из злободневных. Современные города производят слишком много загрязнителей и природе, без предприятий по очищению и утилизации, просто с ними не справиться.

В настоящее время крупнейшее предприятие г. Липецка ООО НЛМК перешло на замкнутый цикл водоснабжения, [2] но большинство других мелких и средних предприятий очищает воду на городской станции аэрации. Сточные воды, сбрасываемые с территории промышленных предприятий, по их составу можно разделить на несколько типов. В их составе, как правило, находятся коллоидные растворы как минеральных, так и органических веществ. Эти примеси имеют особые молекулярно-кинетические свойства, а также из-за крайне небольших размеров крайне трудно оседают самостоятельно. Также присутствуют неорганические вещества, которые диссоциируют на ионы – электролиты этих соединений. Химические свойства этих соединений проявляются в виде фазово-дисперсионных характеристик в водной среде по отношению к поведению реагента, вводимого в воду.

Каждому такому состоянию примесей соответствуют определенные технические приемы и способы их удаления. Под воз-

действием изменения величины рН, температура, химических соединений они меняют своё фазово-дисперсное состояние, что и обеспечивает возможность применения разнообразных приемов и методов регулирования процесса очистки воды. Систематизация веществ на основе этих характеристик позволяет свести все загрязнения природных и сточных вод к нескольким группам, принадлежность к которым определены технологиями очистки воды. Химические свойства примесей определяют конкретный метод для наиболее целесообразного управления технологическим процессом для конкретной группы примесей. На начальном этапе используется фильтрация. Фильтрацию используют для отделения мелкодисперсных твердых или жидких веществ от сточных вод, которые трудно удалить путем осаждения.

Оценить количество очищаемых станцией аэрации города Липецка сточных вод можно по данным, приведённым в таблице.

Большой проблемой является уменьшение в воде органических веществ. И тут неопределимую роль играет биологическая очистка [3]. Если сточные воды содержат только один или несколько сходных по составу органических источников углерода, то есть близких гомологов одного или нескольких органических соединений, то может развиться единая культура бактерий. Негативным уровнем питательных веществ может быть, например, чрезмерное количество загрязняющих веществ, предусмотренных для очистки, по отношению к биомассе микроорганизмов. В случае, если в сообществе микроорганизмов присутствуют простейшие, то их роль весьма разнообразна, в основном она включает регулирование численности бактерий и удаление исходных примесей крупных частиц непосредственно из очищаемой воды. В лабораториях предпринятый определяют количество биогенных элементов экспериментально. Для приближенных расчетов можно руководствоваться следующим соотношением: полное биологическое потребление кислорода, азот, фосфор пропорциональны соотношением чисел 100:5:1. Это соотношение является правильным и применимо только к первым трём дням очистки поступивших загрязнений. Если требуется более длительное время очистки, содержание азота и фосфора

в сточных водах должно быть уменьшено, чтобы избежать снижения выхода активного ила. Если время очистки составляет 20 дней, то вышеприведенное соотношение биологического потребления кислорода, азота, фосфора следует поддерживать на уровне 200:5:1. Соблюдая стехиометрическое соотношение, можно обеспечить благоприятное соотношение азота и фосфора.

Очистные сооружения Липецка являются совокупностью сооружений для механической и биологической очистки вод из стоков, для обеззараживания очищенных сточных вод ультрафиолетом, а также сооружениями для обработки осадка. Состав очистных сооружений:

- здание решеток с приемной камерой;
- песколовки горизонтальные аэрируемые – 3 шт.;
- песковые площадки – 2 шт.;
- первичные отстойники радиальные – 3 шт.;
- насосная сырого осадка; – воздушная станция;
- аэротенки – 4 шт.;
- вторичные отстойники радиальные – 6 шт.;
- насосная станция циркуляционного активного ила с приемной камерой;
- дренажная насосная станция;
- аэрофильтры – 5 шт.;
- илоуплотнители – 2 шт.;
- насосная уплотненного ила;
- корпус пресс-фильтров – 4 шт.;
- иловые площадки с боковым дренажом – 26 шт.,
- с горизонтальным дренажем 10 шт.;
- шламовые резервуары – 2 шт. (рисунок).



Липецкая станция аэрации

Количество очищенных сточных вод (в тыс. м³) за 2013–2017 годы

2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Средний расход
35 598,11	35 230,04	41 017,62	54 057,78	47 989,93	42 778,696

После очистки стоки сбрасываются в водовыпуск, расположенный на 198 км от устья реки (координаты водовыпуска: 52°32'45" северной широты, 39°32'57" восточной долготы). Выпуск сосредоточенный представляет собой два стальных трубопровода, выходящих из одной камеры, диаметром 1200 мм, протяженностью 294 м с выносом в русло по дну 7 м, на конце трубопровода вертикально вверх врезана труба, из которой изливается очищенная сточная вода. Водовыпуск состоит из двух труб, в связи с тем, что пропускная способность одной трубы не позволяет пропустить образующееся количество сточных вод. Показатели качества воды в данных двух трубах соответственно одинаковые. Ширина водоохранной зоны – 200 м, ширина прибрежной защитной полосы в створе водовыпуска – 30 м. Основным видом деятельности предприятия является процесс очистки сточных вод до нормативов качества, с учетом технических и технологических возможностей. Проектная производительность очистных сооружений составит 221 000 м³/сутки (с учетом собственных нужд). Максимальная фактическая гидравлическая нагрузка на очистные сооружения составляет 10000 м³/ч. На очистные сооружения поступают:

– сточные воды хозяйственно-бытовой канализации от населения и от промышленных предприятий правобережной части города.

– сточные воды ООО «Куриное царство»;

– сточные воды собственных нужд (хозяйственно-фекальная канализация).

Объем поступающих хозяйственно-бытовых сточных вод осуществляется с помощью приборов коммерческого учета, установленных на входных трубопроводах. Объем очищенных сточных вод измеряется двумя расходомерами «ЭХО-Р-02», установленными на двух трубопроводах. Результаты измерений оформляет оператор на аэротенках в журнале учета расхода сточных вод. Первый этап очистки – механическая очистка. Сточные воды попадают в приёмную камеру по коллекторам с правобережной стороны города. Загрязнённые воды из птицефабрики по паре трубопроводов приходят в камеру смешения, а затем в приёмную камеру. Сточные воды собственных нужд цеха (надиловая вода, дренажные воды с иловых площадок) перекачиваются насосами, установленными в насосной уплотненной ила и дренажной насосной станции соответственно, в верхний канал аэротенков. Из приемной камеры сточные воды приходят в здание решеток по трем трубопроводам прямо на механизированные решетки. Гидравлическая нагрузка на ре-

шетки управляется входными и выходными щитовыми затворами, стоящими в каналах. Твердые примеси (ТБО) убираются с решеток механизированными граблинами в контейнеры и обеззараживаются гипохлоритом кальция (сухим), далее отвозятся специальным транспортом на городскую свалку. Затем по двум трубопроводам сточные воды попадают на песколовки. Песок поступает на песковые площадки по трем трубопроводам, где его обезвоживают. Вода после обезвоживания песка попадает по трубопроводу в распределительную камеру первичных отстойников. Взвешенные вещества, в большинстве минерального происхождения, опускаются на дно отстойника. Извлечение сырого осадка и плавающих веществ производится в соответствии с графиком, установленным главным технологом. Осадок собирается скребками, установленными на ферме илоскреба к приямку, из которого сырой осадок откачивается на сооружения обработки осадка – илоуплотнитель, шламовые резервуары или иловые площадки. Для изъятия сырого осадка, который остался в результате отстаивания сточных вод в первичных отстойниках, установлены насосы, которые стоят в насосной станции сырого осадка. Второй этап очистки – биологическая очистка. Сточные воды, прошедшие механическую очистку, поступают на аэротенки. На аэротенки поступают также дренажные воды с иловых площадок, надиловая вода из илоуплотнителей. Глубокое удаление биогенных элементов из сточной воды предусматривается за счет внедрения процесса JHВ. Этот процесс включает в себя несколько функциональных зон. Возвратный и избыточный ил из иловых камер вторичных отстойников попадет в камеру насосной станции циркуляции активного ила. Процент рециркуляции устанавливает главный технолог от 80 до 100%. Преимущественно в работе находятся 1–2 циркуляционных насоса. Возвратный ил по каналам и трубопроводам подается в аэротенки. Избыточный ил подается в илоуплотнители.

Необходимым элементом очистки является обеззараживание очищенных сточных вод, что и происходит на станции ультрафиолетового обеззараживания. При воздействии ультрафиолетового излучения на микроорганизмы учитывается кривая его бактерицидного действия. Каждый модуль оборудован системой автоматической механической очистки. Периодическая промывка ламп осуществляется в специальном контейнере с использованием щавелевой кислоты. Также очищенная сточная вода может приходиться из вторичных отстойников по трубопроводам на кон-

тактные резервуары, где обеззараживается гипохлоритом натрия. Там же происходит и насыщение воды кислородом перед выпуском воды в природный водоём.

Большой проблемой для предприятия является утилизация отработанного активного ила. Из-за высокого содержания органики в нём быстро развиваются процессы гниения, появляется неприятный запах. Также вызывает беспокойство высокая загрязненность ила возбудителями ряда болезней, яйцами гельминтов. В иле большая часть воды находится в связанном состоянии, поэтому осадки обладают плохой водоотдачей, для ее повышения используются сооружения обработки осадков. Избыточный активный ил приходит от напорного трубопровода насосов циркуляционного ила в илоуплотнители. Затем надиловая вода по трубопроводу течет в резервуар, а потом в верхний канал аэротенков. Уплотненный осадок через сосуны под гидростатическим давлением поступает в иловую камеру, а оттуда по трубопроводу попадает в резервуар уплотненного ила. Насосами уплотненный осадок подается по графику в цех механического обезвоживания или на иловые площадки. Ферма илососа вращается для постоянного перемешивания смеси. Регулировка подачи осадка на уплотнители осуществляется с помощью шандоров в приемной камере. В цехе механического обезвоживания осадка сточных вод происходит обезвоживание уплотненного осадка сточных вод на ленточных фильтр-прессах. Пять ленточных фильтр-прессов работают по графику и обезвоживают 800 м³ (!!!) осадка в сутки. Осадок подается по трубопроводу в смеситель, туда же попадает 0,1 процентный раствор флокулянта, а следом сфлокулированный осадок подается винтовыми насосами на ленточные фильтр-прессы или на сгуститель, совмещенный с фильтр-прессом. Обезвоженный осадок попадает на транспортер, а затем в автомашину.

Заключение

В настоящее время в мире одним из главных барьеров защиты гидросферы от загрязнений являются станции биологической очистки [4], особенно станции, работающие по технологии ЛНВ-процесса. Они показывают очень высокие параметры очищения сточных вод и, несомненно, яв-

ляются на настоящий день очень востребованными из-за своей эффективности. К недостаткам станций биологической очистки следует отнести снижение их эффективности при выходе температуры окружающей среды из зоны оптимума. Так при экстремально низких или высоких температурах эффективность работы активного ила может резко снизиться, так как входящие в его состав организмы могут существовать и активно работать в определенном диапазоне температур.

Борьба с загрязнением природной воды в мире набирает обороты, а следовательно, станции аэрации, несмотря на такие побочные стороны их деятельности, как неприятный запах, можно отнести к природоохранным предприятиям [5], а для избежания негативного воздействия на селитебные территории, при их сооружении, учитывать розу ветров, создавать живую защиту из продуваемых коридоров растительных насаждений.

Авторы благодарят за помощь весь коллектив муниципального унитарного предприятия «Липецкая станция аэрации» под руководством директора А.А. Комарова. Особенную признательность за помощь и консультирование мы выражаем главному технологу Э.А. Басовой и К.М. Эбингер.

Список литературы

1. Горячих М.В., Андрущенко Е.С. Проблемы модернизации коммунальной инфраструктуры в Республике Крым // Региональные проблемы преобразования экономики. 2018. № 9 (95). С. 138–145.
2. Пушкарева П.Д. Опыт установки биохимической очистки сточных вод на Новолипецком металлургическом комбинате // Экологические проблемы промышленных городов: сборник научных трудов по материалам 10-й Международной научно-практической конференции. Саратов: ООО «Амирит», 2021. С. 86–89.
3. Родионов А.И., Клушин В.Н., Систер В.Г. Охрана окружающей среды: процессы и аппараты защиты гидросферы. 5-е изд., испр. и доп. М.: Издательство «Юрайт», 2018. 283 с.
4. Попов Н.С., Милованова О.В., Баламутова А.А. К вопросу об интегрированном проектировании станций биохимической очистки и системы управления в аспекте устойчивого развития // Экологические проблемы промышленных городов: сборник научных трудов по материалам 10-й Международной научно-практической конференции. Саратов: ООО «Амирит», 2021. С. 263–266.
5. Аничкина Н.В. Модернизация очистных сооружений города Липецка как природоохранное мероприятие // Экология, здоровье и образование в XXI веке. Глобальная интеграция современных исследований и технологий: материалы III Кавказского экологического форума. 2017. С. 95–100.

СТАТЬЯ

УДК 631.95:631.45:614.7

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ
И ИХ БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА****Каримов Х.Н., Узakov З.З., Хушмуродов Ж.П., Усмонова Д.А., Маллаева Д.А.***Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ташкент,
e-mail: xkarimov1976@mail.ru, uzakov.zafar@mail.ru*

В настоящее время расширяются исследования экологического состояния почвы и изменения состава почвы, а также экологического ухудшения агрохимического состояния почвы и загрязнения сельскохозяйственной продукции. В сельском хозяйстве почве, воде, атмосферному воздуху, флоре и фауне наносится огромный ущерб от токсичных элементов. Выброс отходов приводит к чрезмерному накоплению тяжелых металлов в почве, стрессу питательных веществ и гумуса в почве, изменениям в механизме поглощения питательных веществ растениями, а также миграции тяжелых металлов. В статье определены подвижные формы таких элементов, как Cr, Ni, Cd, Pb, изучен вынос из почвы проростками проса, а также их аккумуляция на различных растениях. На вариантах, где проводились агромероприятия, в процессе выращивания проса, в результате выноса растительностью аккумулярованных тяжелых металлов, отмечено следующее снижение содержания подвижных форм: при аккумуляции 104,6 → 83,7 → 37,7 → 1,39 (Ni → Cr → Pb → Cd) мг/кг, отмечено, что этот показатель на почвах контрольного варианта выглядит в виде 109,6 → 19,8 → 22,1 → 0,79 или Cr → Ni → Pb → Cd.

Ключевые слова: почва, растение, вода, дождевые черви, штаммы микроорганизмов, тяжелые металлы, навоз, листья, остатки сена, орошение, просо, фиторемедиация

CONTAMINATION OF IRRIGATED SOILS AND THEIR BIOLOGICAL TREATMENT**Karimov Kh.N., Uzakov Z.Z., Khushmurodov Zh.P., Usmonova D.A., Mallaeva D.A.***Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Tashkent,
e-mail: xkarimov1976@mail.ru, uzakov.zafar@mail.ru*

Currently, studies are expanding on the ecological state of the soil and changes in the composition of the soil, as well as the ecological deterioration of the agrochemical state of the soil and the pollution of agricultural products. In agriculture, soil, water, atmospheric air, flora and fauna are greatly damaged by toxic elements. Waste release leads to excessive accumulation of heavy metals in the soil, stress of nutrients and humus in the soil, changes in the mechanism of nutrient absorption by plants, and migration of heavy metals. The article identifies mobile forms of such elements as Cr, Ni, Cd, Pb, studies their removal from the soil by millet seedlings, as well as their accumulation on various plants. In the variants, where agricultural measures were carried out, in the process of growing millet, as a result of the removal of accumulated heavy metals by vegetation, the following decrease in the content of mobile forms was noted: with accumulation 104.6 → 83.7 → 37.7 → 1.39 (Ni → Cr → Pb → Cd) mg/kg, it was noted that this indicator on the soils of the control variant looks like 109.6 → 19.8 → 22.1 → 0.79 or Cr → Ni → Pb → Cd.

Keywords: soil, plant, water, earthworms, strains of microorganisms, heavy metals, manure, leaves, hay residues, irrigation, millet, phytoremediation

В настоящее время во всем мире уделяется особое внимание выращиванию экологически чистой продукции, воспроизводству плодородия почв, улучшению экологического состояния, а также экологической чистоте сельскохозяйственной продукции. Исследования, направленные на изучение экологического загрязнения почв, проводимые в таких странах, как США, Россия, Китай, Япония, направлены на изучение аккумуляции подвижных форм токсикантов в почвенном покрове, определение загрязненных точек окружающей среды, что в конечном итоге направлено на получение высоких и качественных урожаев с сельскохозяйственных культур.

Во многих странах мира уделяется большое внимание экологической оценке сельскохозяйственных угодий, путем определения содержания тяжелых металлов

и остаточных количеств хлорорганических пестицидов. В этом плане совершенствуются агротехнологии определения токсичных элементов, привносимых через атмосферный воздух, минеральные удобрения, атмосферные осадки и аккумулялирующихся в почвенном покрове, а также технологии снижения содержания аккумулярованных токсикантов. Наряду с исследованиями влияния токсикантов на почвенные свойства, исследования влияния токсичных элементов на микробиологическое состояние почв также являются актуальными.

На сегодняшний день разработка критериев оценки степени деградации и токсичности почвенного покрова, а также методов воспроизводства плодородия почв, загрязненных тяжелыми металлами, являются одним из актуальных вопросов. В целом все методы снижения токсического воздей-

ствия почв, содержащих большое количество тяжелых металлов, можно разделить на профилактические меры и методы устранения существующего загрязнения. Путем применения мер по защите почв и растений от загрязнения тяжелыми металлами, совершенствования технологии производства, создания закрытых технологических систем, а также контроля над внесением промышленных отходов в почву в качестве удобрений и мелиорантов, можно предотвратить загрязнения.

Цель исследования:

1. Снижение содержания подвижных форм токсичных веществ в орошаемых почвах, их воздействия на почвенную среду, экологическое и агрохимическое состояние, а также увеличение способности самовосстановления почв.

2. Внедрение агротехнологии очистки почв от подвижных форм токсикантов путем аккумуляции их растениями на ослабленные, низкоплодородные, техногенно-загрязненные почвы, фермерских хозяйств.

Задача исследования – уменьшение миграции токсичных веществ в почвах и повышение самоочищающейся способности почв путем определения содержания токсичных тяжелых металлов в почвах и растениях на почвах, находящихся под техногенным прессингом.

В настоящее время загрязнению пахотных земель токсичными тяжелыми металлами посвящено множество исследований.

На территории Пермского края проведено многоцелевое геохимическое картирование масштаба 1: 1 000 000 (МГХК-1000) с литогеохимическим опробованием по почвам (при участии одного из авторов). Спектральным анализом в пробах почв определялись 34 элемента (Mn, Ni, Co, V, Ti, Cr, Zr, W, Mo, Cu, Zn, Pb, Sn, Ag, Au, Bi, Cd, Sb, As, P, Be, Ba, Ge, Ga, Nb, Pt, Y, Hf, Sr, Ta, Tl, Te, Li, Sc), из которых установлено 25 элементов. Не обнаружены: Au, Bi, Sb, As, P, Pt, Ta, Tl, Te (Sb, As, Bi обнаружены только в техногенных почво-грунтах г. Перми). В пробах донных осадков определялись 23 элемента (Mn, Ni, Co, V, Ti, Cr, Zr, Mo, Cu, Zn, Pb, Sn, Ag, Bi, Be, Ba, Ga, Nb, Sc, Y, Sr, Hg, U) [1].

В обоих нефтегазовых районах наиболее опасными являются элементы: Pb, Cu, Cr, Ti, Ba, Mn, Co. Все они имеют высокий фон и создают контрастные аномалии [2].

Эколого-гигиенические исследования населенных пунктов, расположенных на территории отработанных рудников Баймакского района Республики Башкортостан, выявили, что содержание металлов в почвенном покрове превышает ПДК Cu, Zn, Ni, Mn, Pb,

Cd, а также региональный геохимический фон по валовому содержанию Fe и Co. Максимальные концентрации элементов отмечены в почвах пос. Тубинск. В валовой форме основными загрязнителями почвы являются: Fe (45%), Zn (14%), Co (10%), Cu (8%), Cd (8%), в подвижной – Fe (43,0%), Cu (24,0%), Zn (13%) и Ni (6%) [3].

В статье представлены результаты определения содержания тяжелых металлов (или оксидов металлов) и мышьяка в пробах атмосферного аэрозоля и почв северного Таджикистана, отобранных в 2013–2019 гг. В результате исследования стронций (376,8 ppm), цинк (2159,5 ppm), медь (118,8 ppm), оксид марганца. (796,7 частей на миллион) и ванадия (124,3 частей на миллион) по измерениям в 2013 г.; самое высокое содержание мышьяка (23,7 ppm) – измерено в 2014 г.; никель (66,7 г / т), хром (112 г / т) и оксид титана (0,67%) – в 2015 г.; свинец (124,7 ppm) и кобальт (19,9 ppm) – в 2017 г. Найдены измеренные концентрации в пробах почвы веществ первого (мышьяк, свинец, цинк) и второго класса опасности (медь, никель, кобальт, хром), превышающие уровни соответствующих максимально допустимых значений для многих точек отбора проб. Обсуждаются возможные источники загрязнения тяжелыми металлами и мышьяком, преимущественно антропогенного происхождения (автомобильный транспорт, металлургические предприятия, открытые хвостохранилища и т.д.) [4].

При невысоких концентрациях тяжелых металлов наблюдаемые в растениях изменения не нарушают основные физиологические процессы и их согласованность, а иногда даже вызывают активизацию части из них. Очевидно, существующие у растений механизмы адаптации во многих случаях позволяют им обеспечивать функционирование таких процессов, как фотосинтез, дыхание, водный обмен, на достаточном для поддержания жизнедеятельности уровне и благодаря этому успешно расти и развиваться [5].

Загрязнение тяжелыми металлами представляет большую опасность для людей и других живых организмов, поскольку тяжелые металлы часто имеют способность накапливаться в организме в больших количествах. Наиболее распространенным автомобильным топливом является бензин, который представляет собой высокотоксичное соединение, то есть тетраэтилсвинец, который содержит свинец, один из тяжелых металлов, попадающих в почву. К наиболее вредным элементам относятся ртуть, свинец, кадмий, цинк, мышьяк.

Никотин служит основным источником миграции металла во флоэме, поэтому медь, никель, кобальт и цинк, как правило, пытаются присоединиться к миграции железа во флоэме. В настоящее время для очистки и восстановления загрязненных почв от токсичных элементов используются следующие технологии.

Проводимые нами исследования направлены на определение степени, до которой могут аккумулироваться токсичные элементы только в растениях, путем биологической ремедиации – методом фиторемедиации, который занимает ведущее место среди технологий очистки загрязнений, и на поиск растений, гипераккумулирующих большое количество токсичных веществ в виде биосферного комплекса. Для очистки окружающей среды от токсичных соединений используются растения, а именно фиторемедиационные технологии [6].

Из приведенного выше обзора литературы видно, что экологическое состояние почв, сохранение их экологических функций, степень загрязнения окружающей среды, в том числе почв, движение токсикантов вдоль трофической цепи и влияние их на жизнь человека представляют большой интерес для науки. В то же время проблемы загрязнения ландшафта под воздействием техногенных и агрономических факторов орошаемых почв не полностью решены, причины и объемы движения токсикантов по трофической цепи «почва – вода – растение» не определены, количество технологий, разработанных для уменьшения остаточного количества пестицидов и токсичности тяжелых металлов очень мало и не используется в сельском хозяйстве.

Результаты исследования и их обсуждение

При определении исходного экологического состояния почв основное внимание уделено тяжелым металлам. Объектом ис-

следования являются лугово-сероземные почвы Гузарского района Кашкадарьинской области, и были изучены токсичные элементы в почве.

В наших исследованиях были определены подвижные формы таких тяжелых металлов, как Cr, Ni, Cd и Pb, и ПДК этих элементов равен: для Cd – 0,5 мг/кг, для Cr – 6 мг/кг, для Ni – 4 мг/кг и для Pb – 10 мг/кг.

В почвах 1-го разреза содержание свинца в 0–30 см слое составляет 14,0 мг/кг, в 30–50 см слое – 12,0 мг/кг, в 50–80 см слое – 13,0 мг/кг, что превышает допустимые нормы в 1,4, 1,2 раза, а в 50–80 см слое отмечено превышение ПДК в 1,3 раза. В 0–30 см слое 3-го разреза содержание свинца превышает ПДК в 1,5 раза, и этот показатель уменьшается вниз по профилю. Во всех разрезах наблюдается аккумуляция элемента в больших количествах в средних слоях и уменьшение его содержания вниз по профилю почв (таблица).

Отмечено, что подвижные формы хрома и никеля, так же как и кадмия, аккумулируются в нижних слоях почвенного профиля, в нормах, превышающих ПДК. Так, в 0–30 см слое 1-го разреза отмечено превышение ПДК в 1,16 раза, а в 50–80 см слое их содержание составляет в среднем 34,5 мг/кг. Наблюдается снижение их содержания вниз по профилю, до предельно допустимых величин, отмечено содержание во всех разрезах на уровне ПДК, а в 1-м разрезе наблюдается увеличение 1,17→1,23→1,1 раза от 30–50 см до 80–100 см в остальных разрезах отмечено колебание от 41 мг/кг до 26,7 мг/кг, а в среднем 15,5–18,8 мг/кг (таблица).

Кадмий распространен во всех почвенных разрезах равномерно, и наблюдается увеличение его концентрации в почвах, а именно на третьем горизонте 1-го разреза его содержание составляет 0,75 мг/кг, что превышает ПДК в 1,5 раза.

Содержание тяжелых металлов в почвах, мг/кг

№	№ разреза	Глубина разреза, см	Подвижные формы, мг/кг			
			Cr	Ni	Cd	Pb
1	1–5	0–30	13,88 ± 3,91	6,8 ± 2,17	0,392 ± 0,16	12,66 ± 2,88
2		30–50	14,58 ± 2,67	8,02 ± 1,99	0,396 ± 0,043	12,06 ± 2,36
3		50–80	15,5 ± 3,27	4,2 ± 0,70	0,482 ± 0,16	11,08 ± 2,87
4		80–100	18,8 ± 1,60	5,22 ± 1,89	0,304 ± 0,09	7,14 ± 1,74
5		100–120	16,8 ± 5,25	5,97 ± 2,22	0,29 ± 0,19	7,07 ± 1,86
6		120–150	17,13 ± 2,20	6,47 ± 1,68	0,34 ± 0,15	5,73 ± 1,80

Примечание. Результаты статистического анализа пяти образцов поперечного сечения, взятых из образцов почвы.

Аккумуляция тяжелых металлов в растениях

На пилотном участке после озимой пшеницы в почву было внесено 20 т навоза и 10 т остатков соломы, также при орошении были инокулированы штаммы микроорганизмов и 80000 штук дождевых червей.

После проведения агрономических мероприятий, в июле, августе и сентябре было посеяно просо. Просо, используемое для аккумуляции тяжелых металлов, не использовалось в сельском хозяйстве, т.е. в течение 25–30-дневного вегетационного периода его собирали вместе с корнями и закапывали в специальных могильниках.

Для изучения выноса тяжелых металлов из почв при помощи проса были проведены химические анализы растений, собранных в трех повторностях. Растения были отобраны в среднем из пяти точек всех вариантов. Было обнаружено, что тяжелые металлы в растениях с контрольных вариантов накапливались в 1-й период посадки в следующих количествах: Ni – 7,4 мг/кг, Cr – 39,5 мг/кг, Pb – 7,2 мг/кг, Cd – 0,32 мг/кг, а в оставшиеся периоды наблюдается снижение содержания никеля.

Из научной литературы известно, что хром аккумулируется в больших количествах только в растениях, выращенных без органических соединений. Установлено, что накопление хрома в растениях на контрольных почвах в несколько раз больше. К примеру, в контрольном варианте в 1 кг проса при первом посеве содержится 39,5 мг/кг, при втором посеве – 36,4 мг/кг и при третьем посеве – 33,7 мг/кг.

После проведения агрономических мероприятий, без внесения органических соединений, в составе почвы отмечено снижение содержания хрома, которое в 1–2 раза меньше ПДК. Если в одном килограмме сухой массы растения содержится в среднем 30 мг хрома, то на гектаре пахотного слоя этот показатель составляет 3 900 000 кг. В результате аккумуляции хрома растениями было вынесено 130 г хрома из почвы. В ходе эксперимента было извлечено 372,85 г хрома из почв при помощи трехкратного посева растений (рис. 1). С варианта, на котором были проведены агромероприятия, вынос хрома по срокам посева составляет 25,7 → 29,4 → 28,6 мг/кг.

Содержание никеля в исходном почвенном варианте составило 29,0 мг/кг, а на 2-м варианте, где проведены агромероприятия, отмечено наибольшее накопление никеля. В течение первого посева проса количество вынесенного никеля составило 29,7 мг/кг,

во втором посеве отмечено увеличение выноса никеля до 35,6 мг/кг, а в третьем посеве – до 39,3 мг/кг.

Отмечено положительное влияние проса на вынос из почв никеля. Если в контрольном варианте наблюдалось снижение его количества в следующем порядке убывания на 7,4 → 6,7 → 5,7 мг/кг по срокам, то положительный вынос никеля в эти сроки на удобренных вариантах приведен выше (рис. 1, 2).

Установлено, что свинец накапливается в небольших количествах из-за его низкого запаса в удобрениях и почвах. Отмечено, что накопление в просе свинца аналогично никелю в зависимости от сроков посева и составляет 7,2 → 8,7 → 6,2 мг/кг. Во втором варианте накопление этого элемента в растениях выглядит следующим образом: 14,5 → 13,7 → 9,5 = 37,7 мг/кг (рис. 1).

Однако отмечено минимальное накопление кадмия в просе относительно других элементов. Отмечено, что только при первом посеве растениями было аккумулировано 0,32 мг/кг элемента, а в остальных сроках посева аккумуляция кадмия была идентичной никелю.

Основываясь на вышеупомянутых литературных данных, можно заключить, что просо, используемое для очистки токсичных элементов, таких как кадмий, может использоваться в качестве корма для животных в сельском хозяйстве. После проведенных агрономических мер было установлено, что растения накапливают меньше свинца и кадмия, однако накопление кадмия в почве происходит следующим образом:

– на контрольном варианте, без внесения удобрений – при первом посеве просо аккумулирует кадмий в количестве 0,33 мг/кг, при втором посеве – 0,28 мг/кг, при третьем посеве – 0,18 мг/кг.

Он участвовал в процессе фиторемедиации, и при очистке почвы было вынесено в общей сложности до 0,79 мг/кг элемента.

В процессе фиторемедиации растения выносят от 0,41 → 0,39 → 0,59 мг/кг кадмия в варианте с применением органических удобрений, штаммов микроорганизмов и дождевых червей, что превышает контрольный вариант на 0,60 мг/кг (1,39 мг / кг).

Заключение

Отмечено значительное снижение содержания тяжелых металлов ниже ПДК и улучшение агрохимического состояния почв после биологической очистки и восстановления питательных веществ, находящихся в состоянии стресса.

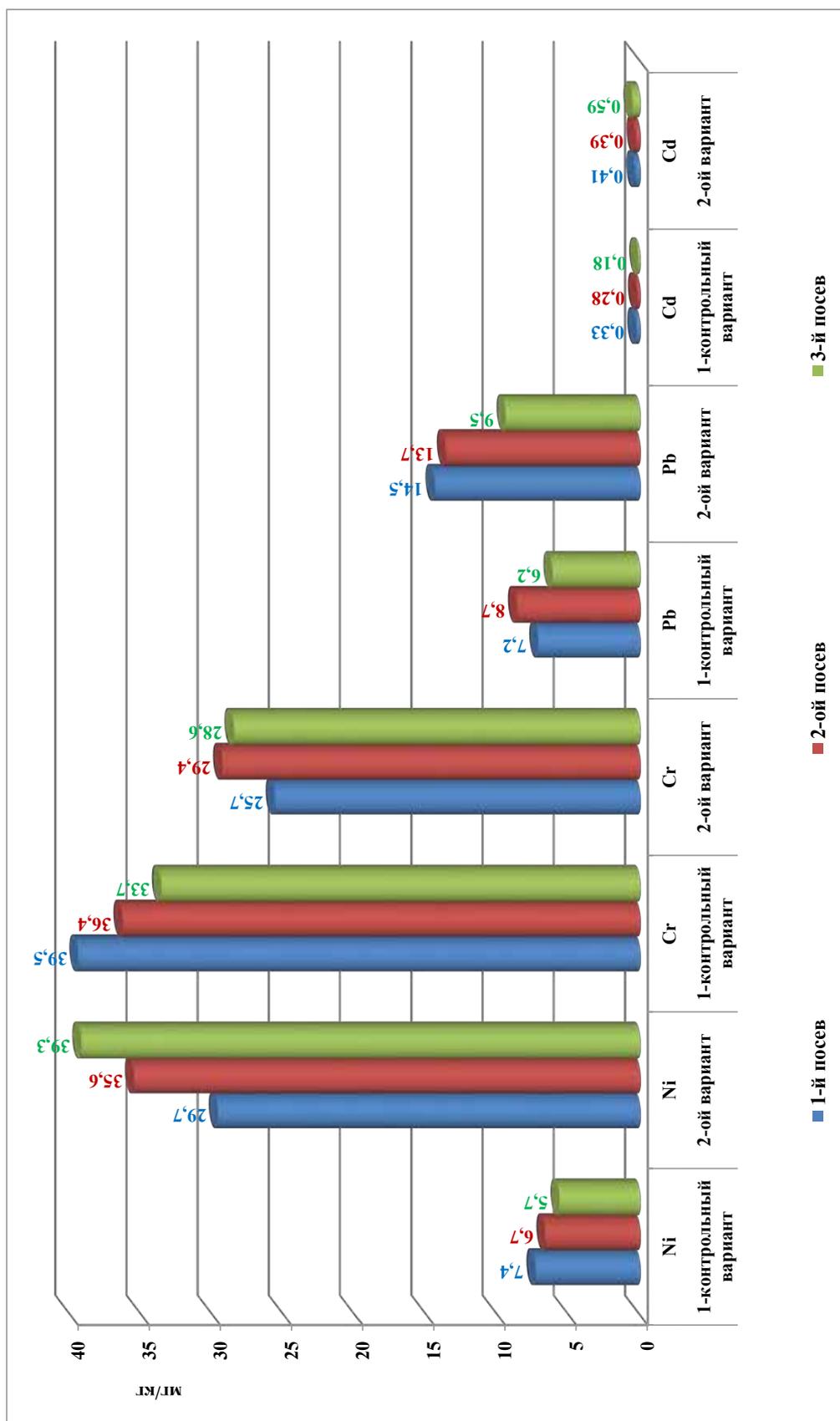


Рис. 1. Участие проса в процессе аккумуляции тяжелых металлов, 2018 г.
 Примечание: первый вариант – контроль, без дополнительных удобрений + сохранена пористость почвы;
 Второй вариант – 20 т навоза + 10 т сена + итамы микроорганизмов + высаженные на пористой почве

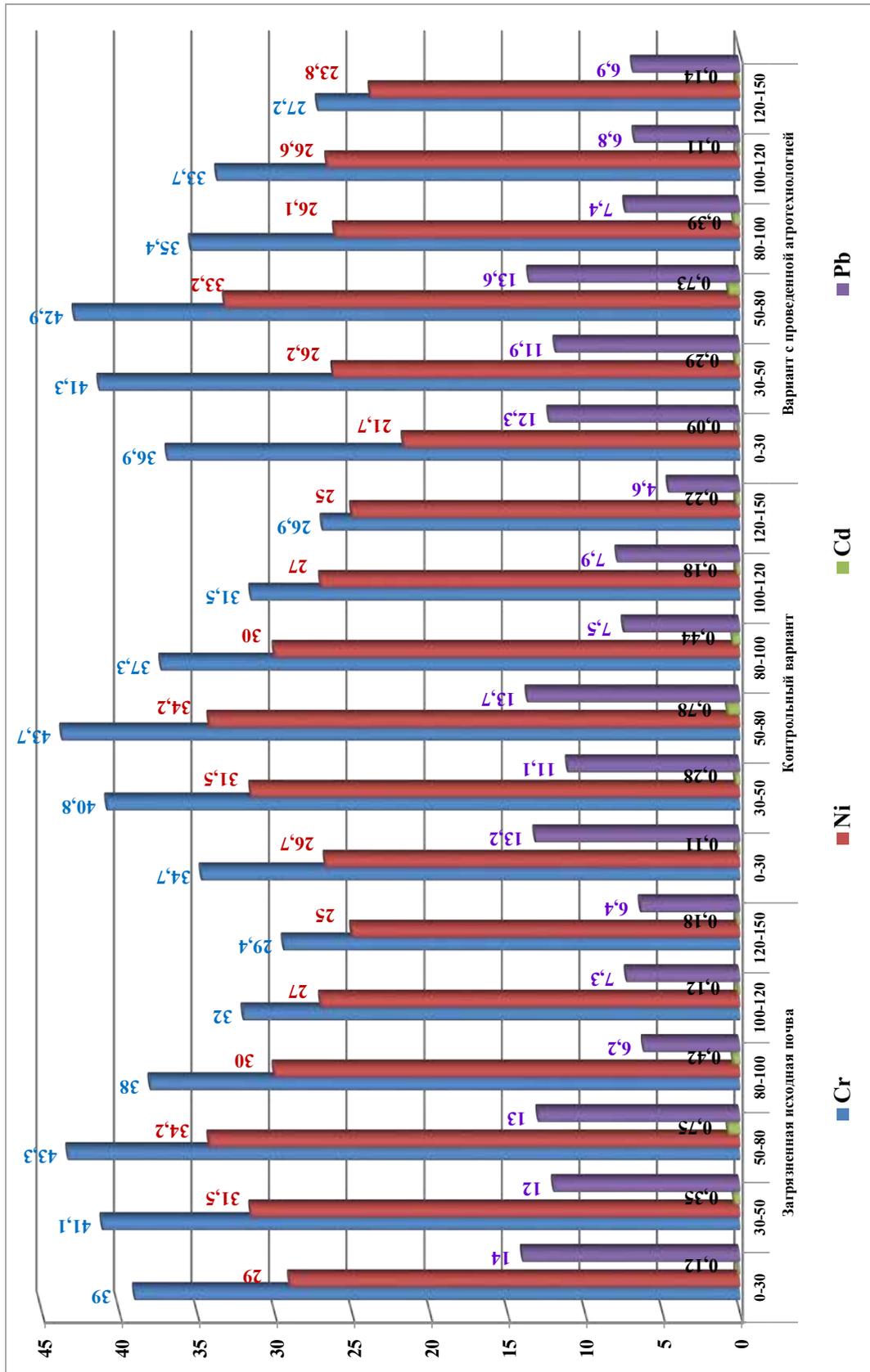


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов в почвах после проведения оздоровительных мероприятий

Нами рассмотрено накопление никеля и хрома в качестве аккумулятора (накопителя) в просе, и было доказано, что растение накапливает, хоть и в малых их количествах, свинец и кадмий из почв.

В результате проведения фиторемедиации значительно увеличился вынос тяжёлых металлов растением проса, а содержание тяжёлых металлов в почвах уменьшилось следующим образом: 104,6—83,7—37,7—1,39 мг/кг (Ni – Cr – Pb – Cd). На контрольном варианте эти показатели представляют следующий ряд: 109,6 – 19,8 – 22,1 – 0,79 мг/кг (Cr – Ni – Pb – Cd).

Отмечено превышение предельно допустимых концентраций подвижных форм свинца в 2,0 раза на орошаемых луговых, лугово-сероземных и сероземно-луговых почвах, где был внедрен инновационный проект, где после проведения агромероприятий наблюдалось снижение в среднем в пределах 2,68–6,69 мг/кг.

Метод снижения уровня загрязнённости орошаемых лугово-серозёмных почв (оздоровление почв) изученного региона был также применён на серозёмно-луговых почвах, где получены аналогичные результаты. В связи с этим для улучшения эко-

логического состояния почв, уменьшения отрицательной нагрузки на них тяжёлых металлов, увеличения урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур, на загрязнённых тяжёлыми металлами почвах необходимо проведение фиторемедиации почв.

Список литературы

1. Даль Л.И. Картографирование и оценка экологических рисков южной части Пермского края // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 3 (59) С. 544-550.
2. Даль Л.И. Эколого-геохимическая оценка почвенного покрова нефтегазовых районов // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 11. (55). С. 729–732.
3. Семенова И.Н., Рафикова Ю.С., Суяндукоев Я.Т., Рафиков С.Ш., Биктимерова Г.Я. Эколого-гигиеническая оценка загрязнения почв территорий отработанных рудников тяжёлыми металлами (на примере Башкирского Зауралья) // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 1. С. 128.
4. Рахматов М.Н., Маслов В.А., Абдуллаев С.Ф. Динамика распределения тяжёлых металлов и мышьяка в пылевом аэрозоле и почвах Северного Таджикистана // Химическая безопасность. 2019. Т. 3. № 2. С. 78–93.
5. Титов А.Ф., Казнина Н.М., Таланова В.В. Тяжёлые металлы и растения // Петрозаводск, 2014. С. 197.
6. Singh S.N. Amitosh Verma. Phytoremediation of Air Pollutants // En vironmental Bioremediation Technologies. 2007. P. 293–314.

СТАТЬЯ

УДК 581.9(575.2)

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ
НЕКОТОРЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ
В ВОСТОЧНОМ ПРИИССЫККУЛЬЕ КИРГИЗИИ**

Шалпыков К.Т., Рогова Н.А., Долотбаков А. К., Кайыркулова А.К., Жакыбалиев Б.Э.

*Институт химии и фитотехнологий Национальной академии наук Киргизской Республики,
Бишкек, e-mail: alhor6464@mail.ru*

В статье приводятся данные экспедиционных обследований некоторых лекарственных и эфиромасличных растений в Иссык-Кульской котловине. Исследованиями отмечено, что на обследованных участках продуктивность чемерицы Лобеля значительно выше, чем на участках, указанных в результатах предыдущих исследований – 1148 кг/га по сравнению с 805 кг/га. Средняя продуктивность душицы обыкновенной на выявленных участках достаточно низкая по сравнению с ранее отмеченными участками и составляет 362 и 727 кг/га соответственно. Биологический запас лекарственного сырья пижмы обыкновенной – 1,3 т, эксплуатационный – 0,65 т. Площадь, на которой массово произрастает тысячелистник обыкновенный – 50 га. Биологический запас лекарственного сырья – 24 т, эксплуатационный – 12 т. Крапива двудомная произрастает на площади 66,3 со средней урожайностью 980 кг/га, при биологическом запасе 59,43 тонны, а эксплуатационный запас составляет – 29,72 т. Нами обнаружен участок с обильным произрастанием полыни горькой на территории лесничества Тосор на площади 36 га. Сухой вес надземной массы с 1 м² в среднем 150 г. Биологический запас сырья – 54 т, эксплуатационный – 27 т. В данном случае это может зависеть от нестабильности ежегодных природно-климатических условий и неправильной заготовки лекарственного сырья. Вновь выявленные участки других лекарственных растений имеют достаточно высокую продуктивность лекарственного сырья за счет высокой плотности сырьевых растений.

Ключевые слова: чемерица Лобеля, душица обыкновенная, крапива двудомная, тысячелистник обыкновенный, мать-и-мачеха обыкновенная, полынь горькая, пижма обыкновенная, биологические запасы, эксплуатационные запасы

**BIOLOGICAL RESOURCES OF SOME MEDICINAL PLANTS
IN EASTERN ISSYKKUL REGION OF KYRGYZSTAN**

Shalpykov K.T., Rogova N.A., Dolotbakov A.K., Kayirkulova A.K., Zhakybaliev B.E.

*Institute of Chemistry and Phytotechnologies of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic,
Bishkek, e-mail: alhor6464@mail.ru*

The article provides data from expeditionary surveys of some medicinal and essential oil plants in the Issyk-Kul basin. Studies have noted that in the surveyed areas the productivity of hellebore Lobel is significantly higher than in the areas indicated in the results of previous studies – 1148 kg / ha compared to 805 kg / ha. The average productivity of oregano in the identified areas is quite low compared to the previously noted areas and amounts to 362 and 727 kg / ha, respectively. The biological stock of medicinal raw materials of common tansy is 1.3 tons, operational – 0.65 tons. The area on which the common yarrow grows en masse is 50 hectares. The biological stock of medicinal raw materials is 24 tons, the operational stock is 12 tons. Stinging nettle grows on an area of 66.3 with an average yield of -980 kg / ha, with a biological stock of 59.43 tons, and the operational stock is 29.72 tons. A plot with abundant growth of wormwood in the territory of the Tosor forestry on an area of 36 hectares. The dry weight of the aboveground mass from 1 m², on average, is 150 g. Biological stock of raw materials – 54 tons, operational – 27 tons. In this case, it may depend on the instability of annual climatic conditions and incorrect procurement of medicinal raw materials. Newly identified areas of other medicinal plants have a fairly high productivity of medicinal raw materials due to the high density of raw materials.

Keywords: hellebore Lobel, oregano, stinging nettle, common yarrow, coltsfoot, wormwood, common tansy, biological reserves, operational reserves.

Флора Киргизской Республики богата и разнообразна. Здесь произрастает значительная часть кормовых, пищевых, эфиромасличных, технических видов растений. Но основную часть во флоре занимают лекарственные растения. Более 60 видов дикорастущих лекарственных растений являются в Киргизии официально используемыми. Ежегодно проводятся заготовки дикорастущего лекарственного сырья, потребность в котором постоянно растет, а также расширяется его ассортимент. В связи с этим возникла необходимость проведения мони-

торинга запасов основных заготавливаемых лекарственных растений.

В Иссык-Кульской котловине Киргизии произрастает значительная часть дикорастущих лекарственных растений, пользующихся повышенным спросом. В разные годы проводилось определение запасов корней аконита белоустого, солодки голой, душицы обыкновенной, чемерицы Лобеля, гармалы обыкновенной, термописа туркестанского [1].

В 2017 г. проведено обследование местообитаний перспективных лекарствен-

ных растений (чемерицы Лобеля, душицы обыкновенной, крапивы двудомной и др.) в горных районах Иссык-Кульской котловины, выявлены новые участки с возможностью промышленной заготовки лекарственного сырья, определены биологический и эксплуатационный запасы.

Повсеместно идет активность изучения запасов лекарственных растений, в частности проведен систематический анализ лекарственной флоры Коми-Пермяцкого округа Пермского края, которая также включает душицу обыкновенную, мать-и-мачеху обыкновенную, пижму обыкновенную, тысячелистник обыкновенный и др. [2].

Запасы сырья лекарственных растений определяли по общепринятым методическим указаниям, разработанным ВИЛАР (Крылова, Шретер, 1986) [3]. Продуктивность зарослей определяли по пробным площадкам, при 5-кратной повторности. В сообществах отмечали ярусность, флористический состав, плотность запасов. Математические обработки производили по общепринятой методике, при этом ошибка средней величины не превышала 5-7%, что вполне приемлемо для полевых исследований. Данные площади и высоты над у.м., координаты по долготе и широте определяли GPS-навигаторами.

Чемерица Лобеля (*Veratrum lobelia-nium Bernh.*) – многолетнее травянистое растение из семейства Лилейные (*Liliaceae*). Корневище растения короткое, толстое со множеством корней. Стебель высотой до 1,5 м с крупными широкоэллиптическими листьями и хорошо заметным дугообразным жилкованием. Метельчатое соцветие, высотой от 20 до 65 см, состоит из желто-зеленоватых цветков. Плод – коробочка с желто-бурыми плоскими семенами.

На территории Киргизии чемерица Лобеля распространена в основном в восточной части Иссык-Кульской котловины [4]. Запасы корней этого растения ранее были определены в урочищах Каркыра (на участке между 3 4 фермами), Чымындуу-Сай, Донголек-Саз, Чаар-Кудук [1].

Дополнительно нами выявлены 6 участков с возможной промышленной заготовкой корней чемерицы Лобеля.

1. Ущелье Арашан. Местность выше с. Боз Учук. Данные по характеристике этого участка ранее нами были уже опубликованы, и биологический запас оценен в количестве 111 т, а эксплуатационный – 73,9 т [1].

2. Бассейн р. Жыргалан (Жергалан). Чемерица Лобеля распространена в лесной зоне на высоте от 1947 до 2149 м н.у.м., на площади 100 га совместно с аконитом белоустым. Ассоциация – аконитово-раз-

нотравная. Проективное покрытие достигает 90-95%, при доминировании аконита белоустого и чемерицы Лобеля. Почвы – горно-долинные маломощные черноземы. На 100 м² насчитывается в среднем 15 особей чемерицы Лобеля, из которых более половины с генеративными побегами. Урожай сухих корней с 1 м² – 90 г; биологический запас – 90 т, эксплуатационный – 60 т.

3. Местность Шахты Жыргалан. Чемерица Лобеля произрастает на площади 145 га. Высота над уровнем моря от 2259 до 2318 м. Ассоциация – чемерицево-аконитово-разнотравная. Видовой состав ассоциации и ярусность такие же, как в бассейне реки Жергалан. Проективное покрытие местами достигает 90-95%, при доминировании чемерицы Лобеля. Почвы – горно-долинные маломощные черноземы, с выходами на поверхность каменисто-щебнистых горных пород. На 100 м² насчитывается в среднем 35 экземпляров чемерицы Лобеля, в генеративной фазе более 40% растений. Средний вес сухих корней с 1 м² – 60 г (20-85); биологический запас – 87 т, эксплуатационный – 58 т.

4. Урочище Тургон, в направлении Сары Джаза. Чемерица Лобеля отмечена в лесной зоне на площади 138 га на высоте от 2220 до 2583 м н.у.м. Ассоциация – аконитово-чемерицево-разнотравная. Проективное покрытие достигает 95-100%, при доминировании аконита белоустого и чемерицы Лобеля. Почвы – горно-долинные маломощные черноземы. Чемерица Лобеля растет отдельными куртинами по 3-5 растений. На площади 100 м² – от 20 до 60 куртин. С 1 м² можно заготовить в среднем 130 г сухих корней, биологический запас – 179,4 т, эксплуатационный – 119,7 т.

5. Верхнее течение р. Каркыра. Чемерица Лобеля встречается на высоте от 1992 до 2272 м н.у.м. на площади 945 га в аконитово-чемерицево-разнотравной ассоциации. Проективное покрытие достигает 90-95%, при доминировании аконита белоустого и чемерицы Лобеля. Почвы – горно-долинные маломощные черноземы. На 100 м² до 40 кустов чемерицы, причем более 50% растений с генеративными побегами. Сухой вес корней с 1 м² – в среднем 115 г; биологический запас – 1086,7 т, эксплуатационный – 723,77 т.

6. Местность от Экопоста в сторону реки Жыргалан. Чемерица Лобеля произрастает на высоте от 1955 до 2050 м н.у.м. на площади 710 га в аконитово-чемерицево-разнотравной ассоциации. Проективное покрытие достигает 90-95%, при доминировании аконита белоустого и чемерицы Лобеля. Почвы – горно-долинные мало-

мощные черноземы. На 100 м² расположено в среднем 40 экземпляров чемерицы, вес сухих корней с 1 м² – в среднем 109 г; биологический запас сухих корней 773,9 т, эксплуатационный – 5515,42 т.

Душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.) – многолетнее травянистое растение из семейства Губоцветные (*Labiatae*). Стебли высотой до 60 см с продолговатыми или широкояйцевидными листьями. Цветки в овальных колосках собраны в щитковидно-метельчатое соцветие. Верхушки цветущих побегов используются как успокаивающее, отхаркивающее средство, для улучшения пищеварения, как пряность и для получения эфирного масла. В надземной массе содержится эфирное масло, гликозиды, курмарин. Получают также седативные препараты [5].

Нами установлено наличие 4 участков с обильным произрастанием душицы обыкновенной:

1. **В ущелье Каракол** на высоте от 2096 до 2180 м н.у.м. душица обыкновенная произрастает в основном в нижней части склонов и в пойме реки Каракол в душицево-разнотравной ассоциации. Проективное покрытие достигает 93-97%, при доминировании душицы обыкновенной. Почвы – горно-долинные мощные черноземы.

На 1 м² – в среднем 39 генеративных побегов душицы обыкновенной высотой 35-40 см, сухой вес облиственной надземной массы – 44 г. Общая площадь участка – 15 га, биологический запас – 6,6 т, эксплуатационный – 6,27 т.

2. **В бассейне реки Жыргалан** выявлено 2 участка с наличием душицы обыкновенной – в начале лесной зоны на высоте 1977 м н.у.м. на площади 7,5 га и на высоте 2116 м н.у.м. и выше площадью 14 га. Проективное покрытие достигает 95%, при доминировании душицы обыкновенной. Почвы – горно-долинные маломощные черноземы. На первом участке душица обыкновенная встречается несколько реже, чем на другом – на 1 м² в среднем 35 и 42 генеративных побега соответственно. Урожай сухой надземной массы на каждом из участков – 30 и 40 г/м². Биологический запас лекарственного сырья душицы обыкновенной на обоих участках – 7,85 т, эксплуатационный – 7,46 т.

3. **Урочище Каркыра.** Душица обыкновенная обильно произрастает по травянистым склонам на высоте от 1992 до 2333 м н.у.м. от урочища Чымьндуу-Сай до верхнего течения р. Каркыра. Проективное покрытие достигает 95-98%, при доминировании душицы, аконита белоустого и чемерицы Лобеля. Почвы – горно-долинные мало-

мощные черноземы. Она занимает пологие склоны в аконитово-чемерицево-разнотравной и в душицево-разнотравно-злаковой ассоциациях. Растительность в средней и верхней части местообитания, кроме аконита белоустого и чемерицы Лобеля, представлена зверобоем продырявленным, душицей обыкновенной, геранью холмовой, снытью кашмирской, лютиком изящным, пижмой обыкновенной. В нижней части местообитания, кроме душицы обыкновенной, растут подорожник большой, одуванчик лекарственный, ежа сборная, овсяница валисская. На 1 м² – от 16 до 28 кустов душицы обыкновенной высотой 25-30 см, средний урожай сухой облиственной надземной массы – 32 г. Общая площадь участков душицы в данном местообитании – 925 га. Биологический запас – 296 т, эксплуатационный – 281,2 т.

4. **Местность от Экопоста в сторону р. Жыргалан.** Душица обыкновенная произрастает на высоте от 1955 до 2050 м н.у.м. на площади 284 га. Ассоциация, ярусность и видовой состав, почвенный покров, травостоя такие же, как и в предыдущем местообитании. Урожай надземной массы душицы обыкновенной с 1 м² составляет в среднем 35 г. Биологический запас – 99,4 т, эксплуатационный – 94,43 т.

Крапива двудомная (*Urtica dioica*) – многолетнее двудомное корневищное растение из семейства крапивные (*Urticaceae*). Стебель прямостоячий, четырехгранный, бороздчатый высотой до 1,5 м. Листья яйцевидно-продолговатые, при основании сердцевидные. Мелкие зеленоватые цветки собраны в раскидистое соцветие. Все растение покрыто жгучими волосками.

С лекарственной целью используются листья крапивы как кровоостанавливающее средство, при заболеваниях печени, желудочно-кишечного тракта, при сахарном диабете. В листьях содержатся каротиноиды, различные виды органических кислот, флавоноиды, дубильные вещества, витамины С, К и группы В [5].

1. Участок крапивы двудомной расположен в **ущелье Каракол** на высоте от 2172 до 2205 м н.у.м. Проективное покрытие достигает 80-90%, при доминировании крапивы двудомной. Почвы – горно-долинные маломощные черноземы с выходом горных пород и крупных камней.

Крапива произрастает отдельными куртинами диаметром 5-6 м. Средняя высота генеративных побегов 110 (70-150) см. Определение запаса проводилось в период плодоношения. В это время листья, в основном на нижней части побегов, подсыхают, но увеличивается вес соцветий с семенами.

Крапива двудомная в данном местообитании растет на более увлажненных каменистых участках, расположенных ближе к реке Каракол.

Ассоциация – аконитово-разнотравная. 1 ярус – аконит белоустый, крапива двудомная; 2 ярус – душица обыкновенная, тысячелистник обыкновенный, полынь эстрагон; 3 ярус – герань холмовая, мятлик луговой, ежа сборная, клевер луговой. На 1 м² в среднем 37 (20-80) побегов крапивы двудомной, сухой вес облиственной надземной массы – 110 г. Общая площадь местообитания – 0,3 га. Биологический запас надземной массы 0,330 т, эксплуатационный – 0,17 т.

2. Бассейн реки Ак-Суу, местность выше с. Боз-Учук, северный берег реки Ак-Суу. Крапива двудомная распространена на высоте от 2145 до 2207 м н.у.м. в аконитово-щавелево-разнотравной и аконитово-чемерицево-разнотравной ассоциациях отдельными кустами или куртинами диаметром до одного метра. Проектное покрытие достигает 80-90%, при доминировании крапивы двудомной. Почвы – горно-долинные маломощные черноземы. В верхней части местообитания крапива двудомная встречается среди древесно-кустарниковой растительности – ели Шренка, рябины тяньшанской, жимолости узкоцветковой, барбариса крупноплодного, шиповника.

Высота генеративных побегов на открытых участках в среднем 1,2 м, в затененных местах, среди кустарников, достигает высоты 2 м, причем количество листьев в обоих местообитаниях одинаковое – 10-12 пар.

На 1 м² – в среднем 14 генеративных и 2-3 вегетативных побега, сухой вес надземной части – 95 г. Общая площадь, на которой произрастает крапива двудомная – 6 га. Биологический запас сухой надземной части – 5,7 т, эксплуатационный – 2,85 т.

3. Бассейн р. Жыргалан. Крапива двудомная произрастает в лесной зоне на высоте от 1977 до 2149 м н.у.м. на открытых и слегка притененных участках в аконитово-разнотравной ассоциации. Проектное покрытие достигает 90-95%, при доминировании крапивы двудомной. Почвы – горно-долинные маломощные черноземы. 1 ярус – ель Шренка; 2 ярус – аконит белоустый, крапива двудомная, цикорий обыкновенный; 3 ярус – разнотравье: сныть кашмирская, подорожник большой, полынь эстрагон, котовник венгерский, полынь горькая, герань холмовая, яснотка белая. Площадь, где встречается крапива двудомная, составляет 60 га. На 1 м² – в среднем 12 генеративных побегов (6-18). Продуктивность 1 м² – 89 г, биологический запас сухой надземной массы – 53,4 т, эксплуатационный – 26,7 т.

Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) – многолетнее травянистое растение с тонким корневищем из семейства сложноцветные (*Compositae*). Стебли серовато-зеленые, опушенные, густо облиственные. Белые или розовые цветки в корзинках собраны в соцветия – щитки.

Верхушки побегов, собранные в период цветения, используются как кровоостанавливающее средство, при воспалениях различного происхождения, при заболеваниях желудочно-кишечного тракта.

В листьях и цветках содержатся эфирное масло, алкалоиды, витамины С и К, каротин, органические кислоты [6].

Массив тысячелистника обыкновенного обнаружен в бассейне р. Ак-Суу, в ущелье выше с. Кереге-Таш на высоте 1938 м н.у.м. Проектное покрытие достигает 90-93%, при доминировании крапивы двудомной. Почвы – горно-долинные темно-каштановые. Ассоциация местообитания – тысячелистниково-полынно-разнотравная. 1 ярус – тысячелистник обыкновенный, полынь эстрагон, лопух гладкосемянный; 2 ярус – синяк обыкновенный, ирис солелюбивый, шалфей пустынный, шандра неравнозубая; 3 ярус – лапчатка ползучая, одуванчик лекарственный, клевер земляничный.

На 1 м² площади – в среднем 37 (18-64) генеративных побегов тысячелистника обыкновенного со средней урожайностью сухой облиственной надземной массы 48 г. Площадь, на которой массово произрастает определяемый вид – 50 га. Биологический запас лекарственного сырья – 24 т, эксплуатационный – 12 т.

Мать-и-мачеха обыкновенная – *Tussilago farfara* L. – многолетнее травянистое корневищное растение из семейства сложноцветные (*Compositae*). Цветки желтые, собраны в корзинки, расположенные на тонких стеблях, удлиняющихся при созревании семян. Листья округло-сердцевидные, выемчато-зубчатые, с верхней стороны гладкие, с нижней – густо опушенные. Как лекарственное средство листья мать-и-мачехи используются при кашле, воспалении желудка и кишечника, а также в косметологии. В листьях содержатся глюкозиды, сапонины, органические кислоты, полисахариды, витамин С [6].

Мать-и-мачеха в естественных условиях обычно растет на увлажненных или периодически увлажняемых территориях. Нами выявлено 4 участка, пригодных для заготовки лекарственного сырья – листьев.

1. В бассейне реки Жыргалан отмечено местообитание мать-и-мачехи на площади 7,5 га на высоте от 1977 до 2149 м н.у.м. Растения встречаются чаще всего на смы-

тых, осыпавшихся склонах недалеко от реки. Обычно это небольшие мать-и-мачеховые ассоциации без сопутствующей растительности. Размер листьев от 8x6 до 13x10 см. На 1 м² – от 10 до 70 растений (в среднем 40). Сухой вес полноценно развитых листьев с 1 м² – в среднем 38 г. Биологический запас лекарственного сырья – 2,85 т, эксплуатационный – 1,43 т.

2. Участок Шахты Жыргалан.

Мать-и-мачеха произрастает на высоте от 2259 до 2318 м н.у.м. отдельными участками площадью 10-20 м² по насыпям и побережью реки Жыргалан в мать-и-мачехово-злаковой ассоциации. 1 ярус занимают ежа сборная и лисохвост луговой, 2 ярус – мать-и-мачеха обыкновенная, полевица гигантская, мятлик луговой, мелкопестник оранжевый, клевер ползучий. На 1 м² насчитывается до 42 кустов мать-и-мачехи с 3-5 листьями величиной в среднем 4x6 см. Урожай сухих листьев с 1 м² – 29 г. Общая площадь местообитания – 1,5 га, биологический запас – 0,44 т, эксплуатационный – 0,22 т.

3. Лесничество Тургон. Местообитание мать-и-мачехи находится на высоте от 2654 до 2662 м н.у.м. узкой полосой на протяжении 5 км. Растительность такая же, как на участке Шахты Жыргалан. Проектное покрытие мать-и-мачехой – 70%. Общая площадь с ее обильным произрастанием – 5 га. Урожайность сухих листьев – 30 г/ м². Биологический запас – 1,5 т, эксплуатационный – 0,75 т.

4. Верхнее течение р. Каркыра. Мать-и-мачеха распространена на высоте 2595-2626 м н.у.м. вдоль ущелья на глинистой осыпи и около реки. Площадь местообитания – 6,1 га. Проектное покрытие – 60%. Сопутствующая растительность представлена редкими злаками. Урожай сухих листьев мать-и-мачехи с 1 м² – в среднем 25 г. Биологический запас сырья – 1,53 т, эксплуатационный – 0,77 т.

Полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.) – многолетнее серо-зеленое, горькое, сильно ароматное травянистое растение из семейства Сложноцветные (*Compositae*). Стебли прямые, высотой до 150 см, с дважды перисто-рассеченными листьями и метельчатыми соцветиями с многоцветковыми шаровидными корзинками.

Как лекарственное средство используются цветущие верхушки побегов и отдельные листья при болезнях печени, для улучшения пищеварения, как глистогонное средство. Надземная масса содержит эфирное масло, горькие гликозиды, дубильные вещества, органические кислоты, каротин, витамин С [6].

Нами обнаружен участок с обильным произрастанием полыни горькой на территории лесничества Тосор на площади 36 га. Местность расположена в предгорье на ровном открытом пространстве на высоте 2203 м н.у.м. в полынной ассоциации. Проектное покрытие до 95%, почвы горные темно-каштановые. 1 ярус представлен незначительным количеством чия раскидистого; 2 ярус – полынь горькая и лебеда центральноазиатская; 3 ярус – клоповник безлепестный, солянка холмовая. Проектное покрытие полыни горькой – 85%.

На 1 м² насчитывается 7-10 кустов полыни горькой, в каждом кусте от 5 до 15 генеративных побегов высотой 50-80 см и 3-6 – вегетативных. Сухой вес надземной массы с 1 м² – в среднем 150 г. Биологический запас сырья – 54 т, эксплуатационный – 27 т. В условиях Свердловской области Российской Федерации продуктивность полыни горькой варьировала от 276,52 до 348,72 кг/га [7].

Пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.) – многолетнее травянистое растение из семейства Сложноцветные (*Compositae*) с прямостоячими генеративными побегами высотой до 150 см. Листья продолговато-яйцевидные, перисто-рассеченные. В густом щитковидном соцветии находятся собранные в корзинки желтые цветки.

С лекарственной целью применяются цветочные корзинки в качестве глистогонного и желчегонного средства, при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, для улучшения пищеварения. Химический состав растения – органические кислоты, горькое вещество танаетин, дубильные вещества, эфирное масло.

В бассейне реки Жыргалан, в начале лесной зоны на высоте 2141 м н.у.м., расположен участок площадью 2,5 га с обильным произрастанием пижмы обыкновенной. Ассоциация аконитово-чемерицево-разнотравная. Проектное покрытие достигает местами 95%, почвы – горные черноземы. 1 ярус – ель Шренка; 2 ярус – аконит белоустый, чемерица Лобеля, пижма обыкновенная, крапива двудомная, цикорий обыкновенный; 3 ярус – разнотравье: душица обыкновенная, сныть кашмирская, подорожник большой, полынь эстрагон, полынь горькая, герань холмовая. На 1 м² – от 20 до 45 генеративных побегов пижмы обыкновенной, средний урожай сухой надземной массы высотой до 20 см – 52 г. Биологический запас лекарственного сырья – 1,3 т, эксплуатационный – 0,65 т.

Полученные данные по запасам лекарственного сырья в Иссык-Кульской котловине Киргизии представлены в таблице.

Запасы воздушно-сухого сырья некоторых лекарственных растений
в Иссык-Кульской котловине Киргизии

№ п/п	Местность	Площадь, га	Продуктивность, кг/га	Биологический запас, т	Эксплуатационный запас, т
Чемерица Лобеля					
1	Ущелье Арашан, выше с. Боз Учук	60±3,4	1850±90,4	111,0±4,9	73,9±2,5
2	Бассейн реки Жыргалан	100±5,1	900±39,3	90,0±3,9	60,0±2,1
3	Местность Шахты Жергалан	145±9,2	600±28,3	87,0±3,4	58,0±1,6
4	Урочище Тургон, в направлении Сары Джаза	138±8,8	1300±59,0	179,4±7,8	119,7±3,9
5	Верхнее течение реки Каркыра	945±38,7	1150±58,2	1086,7±53,9	723,77±26,5
6	Местность от Экопоста в сторону р. Жыргалан	710±31,4	1090±49,0	773,9±35,1	515,42±18,0
	Всего:	2098±96,6	1148,3± 54,63	2328,0±109	1551,79±54,6
Душица обыкновенная					
1	ущ. Каракол	15,0±3,9	440±21,5	6,60±0,3	6,27±0,1
2	Бассейн реки Жыргалан	7,5±0,3 14,0±3,2	300±14,5 400±19,5	2,25±1,1 5,60±2,3	2,14±0,5 5,32±1,1
3	Урочище Каркыра	925±41,9	320±15,6	296,00±14,6	281,20±7,2
4	Местность от Экопоста в сторону реки Жыргалан	284±13,7	350±15,7	99,40±4,8	94,43±2,3
	Всего:	1245,5±63,0	362±17,36	409,85±23,0	389,36±11,2
Крапива двудомная					
1	ущ. Каракол	0,3±0,001	1100±49,1	0,33±0,001	0,17±0,001
2	Басс. р. Ак-Суу, местность выше с. Боз-Учук	6±0,02	950±41,2	5,70±0,1	2,85±0,1
3	Бассейн реки Жыргалан	60±2,9	890±4,1	53,40±2,4	26,70±1,1
	Всего:	66,3±2,92	980±31,47	59,43±2,501	29,72±1,201
Тысячелистник обыкновенный					
1	Бассейн реки Ак-Суу, ущелье выше с. Кереге Таш	50±2,6	480±23,1	24,00±5,9	12,00±0,5
Мать-и-мачеха обыкновенная					
1	Бассейн реки Жыргалан	7,5±0,2	380±17,1	2,85±0,07	1,43±0,03
2	Местность Шахты Жыргалан	1,5±0,01	290±14,6	0,44±0,01	0,22±0,01
3	Лесничество Тургон	5±0,2	300±14,5	1,5±0,04	0,75±0,01
4	Верхнее течение реки Каркыра	6,1±0,3	250±11,0	1,53±0,04	0,77±0,01
	Всего:	20,1±0,71	305±14,3	6,32±0,13	3,16±0,06
Полынь горькая					
1	Лесничество Тосор	36±1,5	1500±70,1	54,00±2,0	27,00±1,3
Пижма обыкновенная					
1	Бассейн реки Жергалан	2,5±0,01	520±23,5	1,30±0,05	0,65±0,03

Как видно из таблицы, наибольшую площадь занимает чемерица Лобеля – 2098 га, почти вдвое меньшую – душица обыкновенная – 1245,5 га. Крапива двудомная и тысячелистник обыкновенный – 66,3 и 50 га соответственно. Несколько меньшую площадь – 36 и 20,1 га – занимают полынь горькая и мать-и-мачеха обыкновенная. На незначительном участке площадью 2,5 га произрастает пижма обыкновенная.

Таким образом, последующие мониторинговые исследования показали, что на об-

следованных участках продуктивность чемерицы Лобеля значительно выше, чем на участках, указанных в результатах предыдущих исследований – 1148 кг/га по сравнению с 805 кг/га [2]. Средняя продуктивность душицы обыкновенной на выявленных участках достаточно низкая по сравнению с ранее отмеченными участками [2] и составляет 362 и 727 кг/га соответственно. В данном случае это может зависеть от нестабильности ежегодных природно-климатических условий и не-

правильной заготовки лекарственного сырья. Вновь выявленные участки других лекарственных растений имеют достаточно высокую продуктивность лекарственного сырья за счет высокой плотности сырьевых растений. Исследования биологической продуктивности лекарственных растений показали, что в районе мониторингового обследования значительно возросли площади промышленно значимых дикорастущих видов, которые очень важны для фармацевтических компаний, занимающихся переработкой лекарственного сырья.

Список литературы

1. Шалпыков К.Т. Рациональное использование основных лекарственных и эфиромасличных растений Исык-Кульской котловины. Бишкек, 2014. С. 18-28.

2. Касьянов З.В., Турышев А.Ю., Яковлев А.Б. Систематический анализ лекарственной флоры коми-пермяцкого округа Пермского Края // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 2. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5726> (дата обращения: 15.06.2021).

3. Крылова М.К., Шретер А.И. Методические указания по изучению запасов дикорастущих лекарственных растений. М.: ВИЛР, 1986.

4. Лазьков Г.А., Султанова Б.А. Кадастр флоры Кыргызстана. Сосудистые растения. Бишкек, 2014. С. 36, 60.

5. Алексеева Р.Р. Фитотерапевтический седативный препарат // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 8-4. С. 573-576.

6. Лекарственные растения Средней Азии: Узбекистан и Кыргызстан / Под ред. С. Айзенмана, Д. Заурова, К. Шалпыкова, Л. Струве. Бишкек, 2014. 264 с.

7. Турышев А.Ю., Рябинин А.Е., Яковлев А.Б. Сравнительная оценка популяций дикорастущих лекарственных растений, произрастающих на территории Свердловской области // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=11903> (дата обращения: 15.06.2021).