

*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*

Импакт-фактор РИНЦ = 0,303

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

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

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

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

*Подписано в печать 30.12.2020
Дата выхода номера 30.01.2021
Формат 60×90 1/8*

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

**Signed in print 30.12.2020
Release date 30.01.2021
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 2020/4
© ООО НИЦ «Академия Естествознания»*

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

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



М.М. Филиппов (M.M. Philippov)

С 2014 года издание журнала возобновлено
Академией Естествознания

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

Главный редактор: Н.Ю. Стукова

Editor in Chief: N.Yu. Stukova

НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ • БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

SCIENTIFIC REVIEW • BIOLOGICAL SCIENCES

www.science-education.ru

2020 г.



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

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.б.н., проф. Абдуллаев Абдуманон (Душамбе), д.т.н., к.ф.-м.н., проф. Айдосов Аллаярбек (Алматы), д.м.н., проф. Аксенова В.А. (Москва), д.м.н., проф. Аллахвердиев А.Р. (Баку), д.б.н., проф. Аллахвердиев С.Р. (Москва), д.м.н., проф. Ананьев В.Н. (Москва), д.т.н., проф. Артюхова С.И. (Омск), д.м.н., доцент Барышева Е.С. (Оренбург), д.б.н., к.с.-х.н., доцент Белоус О.Г. (Сочи), д.б.н., проф. Белых О.А. (Иркутск), д.м.н., проф. Бриль Г.Е. (Саратов), д.б.н., проф. Буданцев А.Ю. (Пушино), д.б.н., проф. Бударков В.А. (Вольгинский), д.б.н., проф. Ворсанова С.Г. (Москва), д.м.н. Гансбургский А.Н. (Ярославль), д.б.н. Гемеджиева Н.Г. (Алматы), д.м.н., проф. Герасимова Л.И. (Чебоксары), д.б.н., доцент Годин В.Н. (Москва), д.б.н., проф. Гречитаева М.В. (Белгород), д.с.-х.н., к.б.н., проф. Дементьев М.С. (Ставрополь), д.м.н., доцент Евстропов В.М. (Ростов-на-Дону), д.м.н. Извин А.И. (Тюмень), д.б.н. Кавцевич Н.Н. (Мурманск), д.б.н., проф. Калаев В.Н. (Воронеж), д.м.н., к.т.н., проф. Кику П.Ф. (Владивосток), д.б.н., доцент Князева О.А. (Уфа), д.м.н. Косарева П.В. (Пермь), д.б.н. Ларионов М.В. (Балашов), д.б.н. Лебедева С.Н. (Улан-Удэ), д.б.н., д.м.н. Медведев И.Н. (Москва), д.б.н. Мосягин В.В. (Курск), д.б.н. Околенова 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. (Оболensk), д.м.н., проф. Пучиньян Д.М. (Саратов), д.б.н. Романова Е.Б. (Нижний Новгород), д.м.н. Самигуллиной 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

ХАРАКТЕРИСТИКА ИДЕНТИФИЦИРОВАННЫХ ВИДОВ НАСЕКОМЫХ
НА КАПУСТЕ В УСЛОВИЯХ ХОРЕЗМСКОЙ ОБЛАСТИ

Ганджаева Л.А., Абдуллаев И.И., Раззаков К.Б. 5

СТАТЬЯ

СОСТАВ ТЕЛА И ВЫЖИВАЕМОСТЬ ТЕРМИТОВ *ANACANTHOTERMES AHNGERIANUS JACOBS*
В АКТИВНЫЕ И НЕАКТИВНЫЕ ФАЗЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Мирзажонова Г.С., Кучкарова Л.С. 11

СТАТЬЯ

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЫШЬЯКА И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
В СЕРОЗЕМАХ ЮГА ФЕРГАНЫ

Абдухакимова Х.А., Исагалиев М.Т. 16

СТАТЬЯ

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ,
ЗАГРЯЗНЕННЫХ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ

Жаббаров З.А., Атоева Г.Р. 22

СТАТЬЯ

ПОКАЗАТЕЛИ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ *ARTEMISIA ANNUA* L.,
MATRICARIA CHAMOMILLA L. И *TANACETUM VULGARE* L.
В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ И В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Рахматуллина Н.Ш., Акиншина Н.Г., Азизов А.А., Раджабова Г.Г. 28

СТАТЬЯ

ИЗМЕНЕНИЕ И ЗАПАСЫ ГУМУСА И ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ОРОШАЕМЫХ АДЫРНЫХ ПОЧВАХ

Турсунов Ш.Т., Исмонов А.Ж., Кораев А.Х., Мирсадиков М.М., Бобонов Б.Б., Турсунова Г.Х. 33

СТАТЬЯ

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОУСЛОВИЙ НА ЗИМОСТОЙКОСТЬ ДИКИХ И КУЛЬТУРНЫХ ОБРАЗЦОВ
РАСТЕНИЙ *RUBUS IDAEUS* L. В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ЗОНЫ РФ

Сухарева Л.В., Куликова Е.И. 38

СТАТЬЯ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛУБНЕЛУКОВИЦ ПРИ МИКРОКЛОНАЛЬНОМ
РАЗМНОЖЕНИИ СОРТОВ ГЛАДИОЛУСА (*GLADIOLUS X HYBRIDUS* HORT.)
СЕЛЕКЦИИ УЧЕБНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ПГНИУ

Шибанова Н.Л., Чемарова Т.Д. 43

СТАТЬЯ

МОНИТОРИНГ ГЕНОТОКСИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ ОМЬ

Кубрина Л.В. 49

ОБЗОР

МИКРОГЛИЯ КАК КЛЮЧЕВОЙ КОМПОНЕНТ РЕГУЛЯЦИИ СИНАПТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Синякин И.А., Баталова Т.А. 53

СТАТЬЯ

ФАКТОРЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ КУРЕНИЯ С ПОЗИЦИЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ

Ядрищенская Т.В. 59

CONTENTS

BIOLOGICAL SCIENCES (03.01.00, 03.02.00, 03.03.00)

ARTICLE

CHARACTERISTIC OF IDENTIFIED INSECT SPECIES ON CABBAGE
IN THE CONDITIONS OF KHOREZM REGION

Gandjaeva L.A., Abdullaev I.I., Razzakov K.B. 5

ARTICLE

BODY COMPOSITION AND SURVIVAL OF *ANACANTHOTERMES AHNGERIANUS JACOBS*
TERMITES IN ACTIVE AND INACTIVE PHASES OF THE LIFE CYCLE

Mirzazhonova G.S., Kuchkarova L.S. 11

ARTICLE

CHANGE IN THE CONTENT OF ARSENIC AND HEAVY METALS
IN THE SEROSEMES OF SOUTH FERANA

Abdukhakimova Kh.A., Isagaliyev M.T. 16

ARTICLE

CHANGE OF AGROCHEMICAL PROPERTIES OF CONTAMINATED
SOILS WITH HOUSEHOLD WASTE

Zhabbarov Z.A., Atoeva G.R. 22

ARTICLE

INDICATORS OF ANTIOXIDANT SYSTEM OF *ARTEMISIA ANNUA* L.,
MATRICARIA CHAMOMILLA L., AND *TANACETUM VULGARE* L.
UNDER NATURAL GROWING CONDITIONS AND IN THE URBAN ENVIRONMENT

Rakhmatullina N.Sh., Akinshina N.G., Azizov A.A., Radzhabova G.G. 28

ARTICLE

CHANGE AND RESERVES OF HUMUS AND NUTRIENTS IN IRRIGATED ADYR SOILS

Tursunov Sh.T., Ismonov A.J., Koraev A.Kh., Mirsadikov M.M., Bobonorov B.B., Tursunova G.Kh. 33

ARTICLE

INFLUENCE OF METEOROLOGICAL CONDITIONS ON WINTER HARDINESS
OF WILD AND CULTIVATED SPECIMENS OF *RUBUS IDAEUS* L. PLANTS
IN THE NORTHERN ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Sukhareva L.V., Kulikova E.I. 38

ARTICLE

USE OF CORMS IN MICROPROPAGATION OF *GLADIOLUS* CULTIVARS
(*GLADIOLUS X HYBRIDUS* HORT.) SELECTION OF THE EDUCATIONAL
BOTANICAL GARDEN OF PSU

Shibanova N.L., Chemarova T.D. 43

ARTICLE

MONITORING OF GENOTOXIC POLLUTION OF THE OM RIVER

Kubrina L.V. 49

REVIEW

MICROGLIA AS A KEY COMPONENT OF SYNAPTIC ACTIVITY REGULATION

Sinyakin I.A., Batalova T.A. 53

ARTICLE

FACTORS AND EFFECTS OF SMOKING FROM A STUDENT YOUTH POSITION

Yadrischenskaya T.V. 59

СТАТЬЯ

УДК 595.7:635.3

ХАРАКТЕРИСТИКА ИДЕНТИФИЦИРОВАННЫХ ВИДОВ НАСЕКОМЫХ НА КАПУСТЕ В УСЛОВИЯХ ХОРЕЗМСКОЙ ОБЛАСТИ¹Ганджаева Л.А., ¹Абдуллаев И.И., ²Раззаков К.Б.¹Хорезмская академия Маъмуна, Хива, e-mail: tulipa_83@mail.ru;²Ургенчский государственный университет, Ургенч

Исследовательская работа была проведена с целью определения видового состава насекомых, частоты встречаемости и их численности, а также изучения особенностей трофических связей насекомых на капустном агроценозе в условиях Хорезма. Исследование проводилось с марта 2019 до октября 2020 гг. В результате исследований установлено, что эти насекомые принадлежат к 29 видам, эти виды распространены среди 16 семейств, 8 отрядов и 21 родов; по характеристике пищевой специализации: 19 (65,51 %) видов – фитофаги (потребители капусты) и 10 (34,48 %) видов – зоофаги (питающихся животными). Изучено, что по трофической специализации насекомые принадлежали к 29 видам на капусте, разделяются на 3 группы. Из них в условиях Хорезмской области 12 видов – полифаги (41,39 %), 15 видов – олигофаги (51,72 %) и 2 вида – монофаги (6,89 %). Также исследование показало, что по распределению всех собранных насекомых по семействам в условиях Хорезмской области доминируют 3 семейства: Coleoptera, Lepidoptera, Diptera (16 видов) – 18,75 %; остальные 2 семейства субдоминантные: Hemiptera и Orthoptera (9 видов) – 12,5 %, другие виды (4 вида) – менее 6,25 %.

Ключевые слова: зоофаг, фитофаг, пищевые связи, частота, численность

CHARACTERISTIC OF IDENTIFIED INSECT SPECIES ON CABBAGE IN THE CONDITIONS OF KHOREZM REGION¹Gandjaeva L.A., ¹Abdullaev I.I., ²Razzakov K.B.¹Khorezm Mamun Academy, Khiva, e-mail: tulipa_83@mail.ru;²Urgench State University, Urgench

The current research work was carried out in order to determine the species composition of insects, the frequency of occurrence, and their abundance, as well as to study the peculiarity of the trophic specialization of insects on the cabbage agroecocenosis in the conditions of Khorezm. The study was conducted from March to October 2019–2020. As a result of studies, it was found that these insects belong to 29 species, these species are distributed among 16 families, 8 orders, and 21 genera, and according to the characteristics of food specialization: 19 (65.51 %) phytophagous species (cabbage consumers) and 10 (34.48 %) of zoophagous species (feeding on animals). It was studied that according to their trophic specialization, insects belonged to 29 species on cabbage, they are divided into 3 groups. According to data from them, 12 species of polyphagous (41.39 %), 15 species of oligophagous (51.72 %), and 2 species of monophagous (6.89 %) in the conditions of the Khorezm region. The research also showed that when analyzing the distribution of all collected insects by families, 3 families dominate: Coleoptera, Lepidoptera, Diptera (16 species) – 18.75 %; the remaining 2 families are subdominant: Hemiptera and Orthoptera (9 species) – 12.5 %, and other species (4 species) – less than 6.25 % in the Khorezm region.

Keywords: zoophagous, phytophagous, trophic specialization, frequency, abundance

Хорезм занимает ведущее место по выращиванию капусты. В период роста капуста подвергается воздействию многочисленных вредителей из класса насекомых [1–3]. Они не только резко снижают урожайность растений, но и загрязняют кочаны капусты, этим снижают товарное качество продукции, в итоге капуста становится непригодна для употребления. Эксперты отметили, что рост экспорта капусты в 2020 г. повысился сразу в 2,3 раза по сравнению с тем же периодом 2019 г. Кроме того, экспорт капусты вырос на 69 %. По поставкам капусты в Россию и Европу Узбекистан занял второе место [4].

С учетом важности защиты капусты в течение 2019–2020 гг. изучали видовой состав, биологические и экологические особенности вредных насекомых, а также видовой состав энтомофагов-вредителей и их роль в снижении численности фитофагов.

Цель исследования: определение видового состава насекомых, частоты встречаемости и их численности, а также изучение особенностей трофических связей насекомых на капустном агроценозе в условиях Хорезма.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось с марта 2019 до октября 2020 гг. Сборы насекомых осуществляли каждые 7–10 дней на полях в фермерском хозяйстве «Одилбек», расположенном на территории Ургенчском района в Хорезме. Уловы производились разными способами: с использованием энтомологических ловушек, путем их смыва с зараженных листьев капусты при плотных популяциях насекомых [5].

После каждого обследования собранные насекомые помещались в банки, содержащие спирт, при температуре 70 °C, и пере-

давались в лабораторию. Лабораторные работы проводились в Хорезмской Академии Маъмуна. Затем их сортировали и классифицировали по порядку и видам.

По идентифицированным видам насекомых изучены: характеристика трофических связей, частота встречаемости и численность на растении. Данные приводятся для каждого вида. Для определения видов использовали общепринятые методы [6], а также насекомых идентифицировали по их морфологическим признакам с помощью ручной оптической лупы и бинокулярной лупы при 40-кратном увеличении. Систематика видов и латинские названия определены по «Определителям насекомых европейской части СССР» [7]; кроме этого, использовались энтомологические сайты для изучения характеристик трофических связей некоторых насекомых.

Анализ данных

Были рассчитаны: количество и число видов насекомых, частота встречаемости и численность различных видов. Анализ для определения особенностей трофических связей насекомых проводился на основании собственных наблюдений на растениях и данных литературы [8–10].

Частота встречаемости насекомых вычислялась по формуле Дажоз (Dajoz (2000)) [11]:

$$F (\%) = 100 \times (P_i / P),$$

где P_i – вид, который был обнаружен и P – общее число исследованных насекомых. По частоте встречаемости выделяют 4 группы насекомых:

- 1) постоянные виды: $F \geq 50\%$;
- 2) частые виды: $25\% < F < 50\%$;
- 3) дополнительные виды: $5\% \leq F < 25\%$;
- 4) редкие виды: $F < 5\%$.

Динамика численности насекомых вычислялась по формуле Заиме и Готьер (Zaime and Gautier (1989)) [12]:

$$Ar (\%) = 100 \times (N_i / N),$$

где N_i – коэффициент особей рассматриваемого вида, N – общее число всех видов. По

динамики численности также выделяются четыре группы особей:

- 1) очень многочисленные виды: $Ar \geq 10$;
- 2) достаточно многочисленные виды: $5 \leq Ar < 10$;
- 3) обилие видов: $1 \leq Ar < 5$;
- 4) виды с низкой численностью: $Ar < 1$.

Результаты исследования и их обсуждение

При обследовании в течение вегетационного сезона на капусте было выловлено 781 насекомое. В результате исследований установлено, что эти насекомые принадлежали к 29 видам (табл. 1). Исследования показали, что эти виды распространены среди 16 семейств, 8 отрядов и 21 рода.

Отряд Coleoptera был представлен 9 видами. В таксономическом составе энтомофауны на капусте, большинство представителей отряд Coleoptera составляет 31,03% таксоны фауны. 3 семейства, принадлежащих к этому отряду (18,75%), и 7 родов (33,33%) также доминируют над представителями других отрядов.

Следующее место в энтомофауне занимают отряды Hemiptera и Lepidoptera: Lepidoptera с 3 семействами и 4 видами и Hemiptera с 2 семействами и 6 видами. Они включают соответственно 20,68% и 13,79% видов, 9,52% и 14,28% родов, в каждой группе по 18,75% семей.

Остальные таксоны уменьшаются, отряд Diptera насчитывает 3 семейства (18,75%), 3 вида (10,34%) и 3 рода (14,28%). Отряд Orthoptera представлен 2 семействами (12,5%), 3 видами (10,34%) и 3 родами (14,28%).

Отряды Homoptera, Neuroptera и Hymenoptera были представлены 1 семейством (6,25%) и 1 видом (3,44%) каждое, кроме Neuroptera (6,89%), и 1 родом (4,76%) (табл. 1 и 2).

При распределении насекомых по частоте встречаемости и относительной численности 19 видов (65,51%) из 29 видов были классифицированы как постоянные.

Таблица 1

Распределение насекомых на капусте по отрядам, семействам и родам

Отряды	Количество родов	%	Количество семейств	%	Количество видов	%
Coleoptera	7	33,33	3	18,75	9	31,03
Lepidoptera	3	14,29	3	18,75	4	13,79
Hemiptera	2	9,52	2	12,5	6	20,69
Homoptera	1	4,76	1	6,25	1	3,45
Diptera	3	14,29	3	18,75	3	10,34
Neuroptera	1	4,76	1	6,25	2	6,90
Hymenoptera	1	4,76	1	6,25	1	3,45
Orthoptera	3	14,29	2	12,5	3	10,34
Всего	21	100	16	100	29	100

Таблица 2

Характеристика идентифицированных видов насекомых на капусте

№ п/п	Виды насекомых	Семейство	Отряд	Характеристики			
				Число видов	Пищевая специализация	Частота встречаемости	Численность
1	Блошка черная (<i>Phyllotreta atra</i> F.)	Chrysomelidae	Coleoptera	30	МФ	+++	ОМ
2	Блошка синяя (<i>Phyllotreta nigripes</i> F.)			35	МФ	+++	ОМ
3	Блошка волнистая (<i>Phyllotreta undulata</i> Kutsch.)			2	ОФ	+	М
4	Восточный горчичный листоед (<i>Colaphellus hoefti</i> Men.)	1		ОФ	+	М	
5	Семиточечная коровка (<i>Coccinella septempunctata</i> L.)	31		ОФ	+++	ОМ	
6	Коровка изменчивая (<i>Hippodamia variegata</i>)	35		ОФ	+++	ОМ	
7	Красотел золотистый (<i>Calosoma auroripunctatum</i> Pbst.)	32		ПФ	+++	ОМ	
8	Бегунчик блестящий (<i>Bembidion lampros</i> Abst.)	30		ПФ	+++	ОМ	
9	Быстряк большой (<i>Calathus halensis</i> Schall.)	39		ПФ	+++	ОМ	
10	Капустная моль (<i>Plutella maculipennis</i> Curt.)	Plutellidae		Lepidoptera	40	ОФ	+++
11	Капустная белянка (<i>Pieris brassicae</i> L.)	Pieridae	38		ОФ	+++	ОМ
12	Репная белянка (<i>Pieris rapae</i> L.)	Noctuidae	4		ОФ	+	О
13	Капустная совка (<i>Mamestra brassicae</i> L.)		20		ПФ	++	ДМ
14	Капустный клоп (<i>Eurydema ventralis</i> Kol.)	Pentatomidae	30	ОФ	+++	ОМ	
15	Горчичный клоп (<i>Eurydema ornata</i> L.)		31	ОФ	+++	ОМ	
16	Рапсовый клоп (<i>Eurydema oleraceae</i> L.)		30	ОФ	+++	ОМ	
17	Среднеазиатский клоп (<i>Eurydema maracandica</i> Osh.)		35	ОФ	+++	ОМ	
18	Среднеазиатский клоп (<i>Eurydema wilkinsi</i> Dist.)		36	ОФ	+++	ОМ	
19	Клоп солдатик (<i>Pyrrhocoris apterus</i>)		Pyrrhocoridae	11	ОФ	++	ДМ
20	Капустная тля (<i>Brevicoryne brassicae</i> L.)	Aphididae	Homoptera	55	ОФ	+++	ОМ
21	Капустная муха (<i>Hylemia brassicae</i> Bouche).	Anthomyiidae	Diptera	15	ОФ	++	ДМ
22	Галлица афидимиза (<i>Aphidoletes aphidimyza</i> Rond)	Cecidomyiidae		40	ПФ	+++	ОМ
23	Муха-журчалка (<i>Episyrphus balteatus</i> Deg)	Syrphidae		4	ПФ	+	О
24	Обыкновенная златоглазка(<i>Chrysoperla carnea</i> Steph.)	Chrysopidae	Neuroptera	38	ПФ	+++	ОМ
25	Златоглазка семиточечная (<i>Ch. septempunctata</i> Wesm.)	Braconidae	Hymenoptera	40	ПФ	+++	ОМ
26	Апантелес обычный (<i>Apanteles glomeratus</i>)			45	ПФ	+++	ОМ
27	Голубокрылая кобылка (<i>Oedipoda caerulea</i>)	Acrididae	Orthoptera	2	ПФ	+	М
28	Азиатская саранча (<i>Locusta migratoria</i>)	Gryllotalpidae		20	ПФ	++	ДМ
29	Обыкновенная медведка (<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>)			12	ПФ	++	ДМ

Примечание: +++ – массовые виды; ++ – достаточно распространенные виды; + – одиночные виды.

ПФ – полифаги; ОФ – олигофаги; МФ – монофаги.

ОМ – очень много; ДМ – довольно много; О – обильный; М – мало.

Таблица 3

Видовой состав и характер питания фитофагов

№ п/п	Виды фитофагов	Характер питания					
		Фил-лофаг	Лим-фофаг	Ризо-фаг	Анто-фаг	Кар-пофаг	Голо-фаг
1	Блошка черная (<i>Phyllotreta atra</i> F.)	+					
2	Блошка синяя (<i>Phyllotreta nigripes</i> F.)	+					
3	Блошка волнистая (<i>Phyllotreta undulata</i> Kutsch.)	+					
4	Восточный горчичный листоед (<i>Colaphellus hoefti</i> Men.)	+					
5	Капустная моль (<i>Plutella maculipennis</i> Curt.)	+					
6	Капустная белянка (<i>Pieris brassicae</i> L.)	+					
7	Репная белянка (<i>Pieris rapae</i> L.)	+					
8	Капустная совка (<i>Mamestra brassicae</i> L.)	+					
9	Капустный клоп (<i>Eurydema ventralis</i> Kol.)		+				
10	Горчичный клоп (<i>Eurydema ornata</i> L.)		+				
11	Рапсовый клоп (<i>Eurydema oleraceae</i> L.)		+				
12	Клоп солдатик (<i>Pyrrhocoris apterus</i>)		+				
13	Среднеазиатский клоп (<i>Eurydema maracandica</i> Osh.)		+				
14	Среднеазиатский клоп (<i>Eurydema wilkinsi</i> Dist.)		+				
15	Капустная тля (<i>Brevicoryne brassicae</i> L.)		+				
16	Капустная муха (<i>Hylemia brassicae</i> Bouche).			+			
17	Голубокрылая кобылка (<i>Oedipoda caerulescens</i>)						+
18	Азиатская саранча (<i>Locusta migratoria</i>)						+
19	Обыкновенная медведка (<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>)			+			

По количеству видов 6 видов (31,57%) из 19 видов были очень многочисленными: Капустная тля (*Brevicoryne brassicae* L.), Апантелес обычный (*Apanteles glomeratus*), Галлица афидимиза (*Aphidoletes aphidimyza* Rond.), Златоглазка семиточечная (*Ch. septempunctata* Wesm.), Капустная моль (*Plutella maculipennis* Curt.), Быстрок большой (*Calathus halensis* Schall.).

Данные табл. 1 показывают, что 5 видов (17,24%) довольно многочисленны: Капустная совка (*Mamestra brassicae* L.), Среднеазиатский клоп (*Eurydema wilkinsi* Dist.), Капустная муха (*Hylemia brassicae* Bouche), Азиатская саранча (*Locusta migratoria*), Обыкновенная медведка (*Gryllotalpa gryllotalpa*). 2 вида (6,89%) были обильными: Муха-журчалка (*Episyrphus balteatus* Deg), Репная белянка (*Pieris rapae* L.) и 3 вида (10,34%) малочисленные: Блошка волнистая (*Phyllotreta undulata* Kutsch.), Восточный горчичный листоед (*Colaphellus hoefti* Men.), Голубокрылая кобылка (*Oedipoda caerulescens*) (табл. 1 и 2).

Также были зарегистрированы 24 вида часто встречающихся вида и 5 редких видов, из которых не были многочисленными (табл. 2).

По трофической специализации в условиях Хорезмской области насекомые на капусте разделяются на 3 группы,

из них: 12 видов – полифаги (41,39%), 15 видов – олигофаги (51,72%) и 2 вида – монофаги (6,89%) (табл. 2). Данные таблицы 2 показывают, что по числу видов олигофаги составляют около 1/2 всех насекомых, относящихся к 8 семействам: Chrysomelidae, Coccinellidae, Plutellidae, Pieridae, Pentatomidae, Pyrrhocoridae, Aphididae, Anthomyidae; а полифаги относятся к 8 семействам: Carabidae, Noctuidae, Cecidomyiidae, Syrphidae, Chrysopidae, Braconidae, Acrididae, Gryllotalpidae. Некоторые виды из семейства Chrysomelidae – монофаги, но они составляет слишком малое количество из всех 29 видов.

Также были отмечено, что 29 видов насекомых на капусте разделяются на 2 группы по характеристикам пищевой специализации: 19 (65,51%) видов – фитофаги (потребители капусты) и 10 (34,48%) видов – зоофаги (питающихся животными).

Из них 19 – вредные виды фитофагов, относящиеся к 12 родам, 9 семействам и 6 отрядам (табл. 2): 7 видов питаются соками, 8 – листьями, 2 – корнями и 2 вида – всеми частями капусты (табл. 3).

Среди них преобладают филофаги – 42,11% (8 видов) – представители семейств Chrysomelidae, отряд Coleoptera, семейства Plutellidae, Pieridae и Noctuidae, отряд Lipidoptera и лимфофаги – 36,84% (7 ви-

дов) представители семейства Pentatomidae и Psyllorhynchidae, отряда Hemiptera, семейства Aphididae, отряда Homoptera; ризофаги 10,53 % (2 видов) – представители семейств Anthomyiidae, отряда Diptera, а также семейства Gryllotalpidae, отряда Orthoptera; голофаги 10,53 % (2 видов) – представители семейств Acrididae отрядов Orthoptera; карпофаги и антофаги не встречаются на капустном агроценозе на территории Хорезмской области (рис. 1).

Выявление видового состава энтомоакарифагов – вредителей капусты показало, что на капустных полях исследуемой зоны обитают: 10 видов зоофагов, относящихся к 6 семействам, 9 родам, 4 отрядам насекомых. Из них 6 видов – поедающие тлю (афидофаги), 1 – поедающие червецов и щитовок (кокцидофаги), 4 – поедающие насекомых (энтомофаги), 2 вида – поедающие клещей (акарифаги), 2 вида – поедающие яйца насекомых (оофаги) на капусте (табл. 4).

По типу зоофагов на капустном агроценозе наибольшее число на территории Хорезмской области представляют афидофаги (6 видов), которые поедают тлю (42,86 %), 1 вид – поедающие червецов и щитовок – кокцидофаги (7,14 %), 4 вида – энтомофаги – поедающие насекомых (28,57 %), 2 вида – поедающие клещей – акарифаги (14,29 %) и 1 вид – оофаги – поедающие яйца насекомых (7,14 %) (рис. 2).

Доминирующими видами из отряда Coleoptera являются Быстрьяк большой (*Calathus halensis* Schall.) – 24–25 %, субдоминантными видами – Коровка изменчивая (*Hippodamia variegata*) – 20–21 %, остальные виды – Красотел золотистый (*Calosoma auro-punctatum* Pbst.), Бегунчик блестящий (*Bembidion lampros* Abst.), Семиточечная коровка (*Coccinella septempunctata* L.) – по 16–18 %.

Доминирующим видом из отряда Diptera является Галлица афидимиза (*Aphi-*

doletes aphidimyza Rond) – 90–91 %, субдоминантным видом является Муха-журчалка (*Episyrphus balteatus* Deg) – 9–10 %.

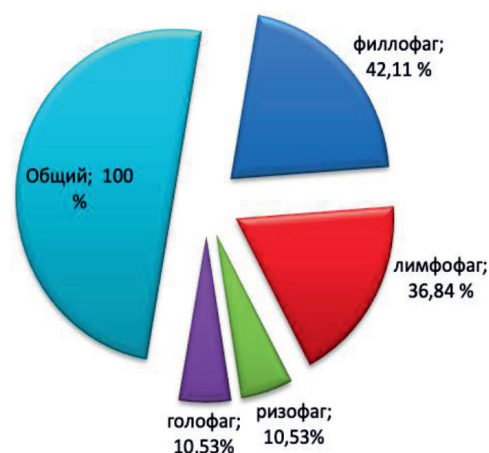


Рис. 1. Показатели специализации фитофагов по органам капусты

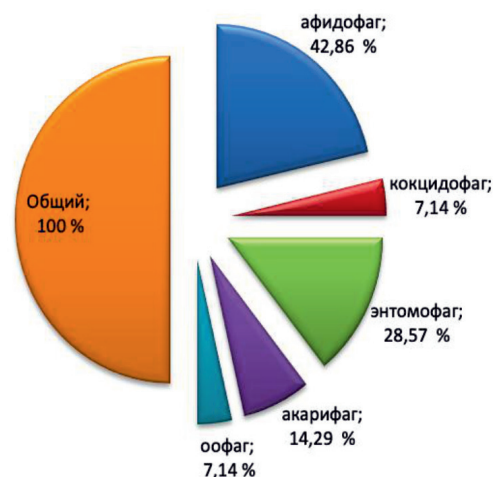


Рис. 2. Показатели специализации зоофагов на капусте

Таблица 4

Видовой состав и характер питания зоофагов

№ п/п	Виды зоофагов	Характер питания				
		афидо-фаг	кокци-дофаг	энтомо-фаг	акари-фаг	оофаг
1	Семиточечная коровка (<i>Coccinella septempunctata</i> L.)	+	+			
2	Коровка изменчивая (<i>Hippodamia variegata</i>)	+				
3	Красотел золотистый (<i>Calosoma auro-punctatum</i> Pbst.)			+		
4	Бегунчик блестящий (<i>Bembidion lampros</i> Abst.)			+		
5	Быстрьяк большой (<i>Calathus halensis</i> Schall.)			+		
6	Галлица афидимиза (<i>Aphidoletes aphidimyza</i> Rond)	+				
7	Муха-журчалка (<i>Episyrphus balteatus</i> Deg)	+				
8	Обыкновенная златоглазка (<i>Chrysoperla carnea</i> Steph.)	+			+	+
9	Златоглазка семиточечная (<i>Ch. septempunctata</i> Wesm.)	+			+	
10	Апантелес обычный (<i>Apanteles glomeratus</i>)			+		

Изучение формирования вредной и полезной энтомофауны капустного агроценоза показало, что травянистые и кустарниковые растения вокруг капустного агроценоза являются местом сбора насекомых из различных систематических и экологических групп. На неосвоенных, но, возможно, осваиваемых землях под сельскохозяйственные угодья по численности и качественности доминируют аридные виды, а на участках возделываемых культур – мезофильные виды.

На начальном этапе становления капустных полей основную часть вредителей-фитофагов составляли многочисленные насекомые, ранее обитавшие на дикорастущей растительности. Затем, по мере стабилизации отношений между компонентами капустного агроценоза, появились все более выраженные стенобионтные формы.

Как известно, основу связей между отдельными видами в агробиоценозе создают цепи питания, которые прямо или косвенно объединяют все организмы в общий комплекс. Центр трофических связей – растения.

Наличие обильных и легкодоступных энергетических ресурсов стимулировало пищевую специализацию насекомых, что явилось предпосылкой для массового размножения некоторых видов.

Выводы

Наше исследование показало, что в течение вегетационного сезона на капусте было выловлено 781 насекомое. В результате исследований установлено, что эти насекомые принадлежали к 29 видам, эти виды распространены среди 16 семейств, 8 отрядов и 21 рода.

Также установлено, что при распределении всех собранных насекомых в условиях Хорезмской области по семействам доминируют 3 семейства: Coleoptera, Lepidoptera, Diptera (16 видов) – 18,75%; остальные 2 семейства – субдоминантные: Hemiptera и Orthoptera (9 видов) – 12,5% и другие виды (4 вида) – менее 6,25%.

Изучено, что по трофической специализации насекомые принадлежали к 29 видам на капусте, разделяются на 3 группы. По имеющимся данным в условиях Хорезмской области из них 12 видов – полифаги (41,39%), 15 видов – олигофаги (51,72%) и 2 вида – монофаги (6,89%).

На основании анализа данных наблюдений также были зарегистрировано, что 19 (65,51%) видов – фитофаги (потребители капусты), из них доминирующие виды – филофаги – 42,11% (8 видов) – представители семейств Chrysomelidae, отряд Coleoptera, семейств Plutellidae, Pieridae

и Noctuidae, отряд Lipidoptera и лимфофаги – 36,84% (7 видов) – представители семейства Pentatomidae и Pyrrhocoridae, отряда Hemiptera, семейства Aphididae, отряда Homoptera, другие виды – менее 11%. По итогам работы на территории Хорезмской области выявлено 10 видов (34,48%) зоофагов, доминирующими видами являются афидофаги – 42,86% и энтомофаги – 28,57%, остальные виды составляют менее 7–14%.

Список литературы

1. Ганджаева Л.А., Нуруллаева М.Ш., Жуманазарова Н.Р., Рузметова М.И., Болтаева С. Географическое распространение крестоцветных (*E. maracandica* Osh. и *E. wilkinsi* Dist) клопов // Актуальные вопросы теории и практики развития научных исследований: материалы Международной научно-практической конференции (Уфа, 24 декабря 2019 г.). Уфа: Omega Science, 2019. С. 61–63.
2. Abdullaev I., Gandjaeva L., Allabergenova K. The Cabbage Bugs in the territory of the Amu Darya River. Electronic Journal of Actual Problems of Modern Science, Education and Training. 2020. No. 3. P. 266–278.
3. Ганджаева Л., Исмаилова И., Саидова С. Среднеазиатские капустные клопы // Актуальные тенденции в современных научных исследованиях 2: материалы Международной научно-практической конференции (Штутгарт, Германия, 5 июня, 2020 г.). Штутгарт: ЛОГОС, 2020. С. 122–123. (Gandjaeva L., Ismayilova I., Saidova S. The Central Asian Cabbage Bugs // Tendenze attuali della moderna ricerca scientifica, Band 2. (Stuttgart, Deutschland, 5. Juni, 2020.). Збірник наукових праць ЛОГОС, 2020. P. 122–123.) DOI: 10.36074/05.06.2020.v2.50.
4. Информация о рынках овощей и фруктов на восток от Евросоюза. [Электронный ресурс]. URL: <https://east-fruit.com/article/uzbekistan-rekordno-narastil-pyramoy-eksport-plodoovoshchnoy-produktsii-v-rossiyu-za-pervye-chetyremesyatsa-2020-goda> (дата обращения: 15.11.2020).
5. Бочет Н., Бушери Ю., Висс Л., Хембах Э., Мисбах Д., Браулт В. Передовой опыт выращивания тлей. INRA, 2017. 85 с.
6. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. М.: Высшая школа, 1971. 424 с.
7. Бей-Биенко Г.Я. Определитель насекомых Европейской части СССР. Изд. «Наука», 1970. 943 с.
8. Гайвас А.А., Клинг А.П., Ворожищев А.В., Смирнова О.С. Вредная энтомофауна капусты белокачанной в условиях южной лесостепи Омской области // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2017. № 1 (8). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vrednaya-entomofauna-kapusty-belokochannoy-v-usloviyah-yuzhnoy-lesostepi-omskoy-oblasti> (дата обращения: 15.11.2020).
9. Гайвас А.А., Клинг А.П. Видовой состав вредителей капусты белокачанной в условиях южной лесостепи Омской области // Вестник Омского ГАУ. 2019. № 2(34). С. 11–18.
10. Kouassi A.M., Ouali-N'goran S.M., Akessé E.N., Ehounou P.G., Soro Y.R., Coulibaly A. Distribution of insects according to the phenological stages of apple cabbage Brassica oleracea var capitata (Brassicaceae: Brassicaceae) in Korhogo, northern Côte d'Ivoire. International Journal of Fauna and Biological Studies. 2019. Vol. 6. No. 5. P. 43–49.
11. Дажоз Р. Экология. 7-е издание. Париж, Дюмон, 2000. 615 с.
12. Заиме А., Готьер Ж.Ю. Сравнение рационов трех видов *Gerbillidae* в окружающей среде в Марокко // Журнал экологии (Земля и жизнь). 1989. Т. 44. № 3. С. 263–278.

СТАТЬЯ

УДК 632.732.1

**СОСТАВ ТЕЛА И ВЫЖИВАЕМОСТЬ ТЕРМИТОВ
ANACANTHOTERMES AHNGERIANUS JACOBS
В АКТИВНЫЕ И НЕАКТИВНЫЕ ФАЗЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА****Мирзажонова Г.С., Кучкарова Л.С.***Национальный университет Узбекистана, Ташкент, e-mail: Lyuba.kuchkarova@mail.ru*

Было определено содержание белков, липидов и углеводов в организме рабочих и солдат термитов вида *Anacanthotermes ahngerianus Jacobs*, а также их выживаемость в активную (весна) и неактивную (лето) фазы жизненного цикла. Оказалось, что содержание белков в активные и неактивные фазы жизни у рабочих было однозначным, однако у солдат оно было на 12,5% больше весной, чем летом. В активную фазу жизни у рабочих младшего, среднего и старшего возрастов и солдат содержание углеводов было на 23,2; 19,8; 26,0 и 18,1% соответственно больше по сравнению с неактивной фазой жизненного цикла. Весной содержание липидов было у рабочих младшего, среднего и старшего возрастов и солдат соответственно на 40,9; 43,6; 43,0 и 35,6% больше, чем летом. Весной масса тела у рабочих младшего, среднего и старшего возрастов и солдат также была на 13,6; 41,6; 28,0 и 41,4% соответственно больше, чем летом. Выживаемость термитов в активные фазы их жизненного цикла превалировала над выживаемостью в неактивные фазы. При этом как в активные, так и в неактивные фазы жизненного цикла выживаемость рабочих среднего возраста оказалась наибольшей, а жизнестойкость солдат наименьшей.

Ключевые слова: термиты, выживаемость, содержание белков, жиров, углеводов**BODY COMPOSITION AND SURVIVAL OF *ANACANTHOTERMES AHNGERIANUS JACOBS* TERMITES IN ACTIVE AND INACTIVE PHASES OF THE LIFE CYCLE****Mirzazhonova G.S., Kuchkarova L.S.***National University of Uzbekistan, Tashkent, e-mail: Lyuba.kuchkarova@mail.ru*

The content of protein, lipid and carbohydrates in the body of termite workers and soldiers of the *Anacanthotermes ahngerianus Jacobs* species, as well as their survival in the active (spring) and inactive (summer) phases of the life cycle was determined. It turned out that the protein content in the active and inactive phases of life in workers was unambiguous, but in soldiers it was 12.5% higher in spring than in summer. During the active phase of life in minor, middle and major workers and soldiers carbohydrate content was higher by 23.2; 19.8; 26.0 and 18.1% respectively compared to the inactive phase of the life cycle. Lipid content was also 40.9; 43.6; 43.0 and 35.6% more in minor, middle and major workers and soldiers in spring than in summer. In the spring, the body weight of minor, middle and major workers and soldier was also 13.6; 41.6; 28.0 and 41.4% more respectively than in summer. The survival rate of termites during active phases of their life cycle prevailed over survival during inactive phases. At the same time, both in the active and inactive phases of the life cycle, the survival rate of middle-age workers turned out to be the highest, and the viability of soldiers was the lowest.

Keywords: termites, survival, content of protein, fat, carbohydrate

Термиты – общественные насекомые, среди которых опасными вредителями сооружений в Центральной Азии являются термиты рода *Anacanthotermes*, в частности большой закаспийский термит – *Anacanthotermes ahngerianus Jacobs*. В климатических условиях Узбекистана дважды в год, в периоды зимних холодов и летней жары, они впадают в диапаузу, чтобы в глубине подземного гнезда перенести неблагоприятные условия среды [1; 2]. Как у всех общественных насекомых, среди каст и возрастов у термитов в колонии имеется распределение обязанностей. Так, старшие и средние рабочие добывают и фуражируют пищу, строят галереи, младшие рабочие в основном кормят личинок. Солдаты защищают гнездо от «врагов». Крылатые особи участвуют в воспроизводстве [1; 3].

Поведенческая активность и скорость метаболизма насекомых в активные и неак-

тивные фазы жизни неоднозначна [4], что наводит на мысль о том, что состав пластического и энергетического материала организма также зависит от образа жизни насекомого. Исследования содержания белков, углеводов и липидов в организме термитов и их выживаемости не проводились, и поэтому заслуживают интерес. Кроме того, эти данные могут послужить базой для научно обоснованного контроля термитов.

Цель работы: изучить состав тела и выживаемость термитов вида *A. ahngerianus Jacobs* в их активные и неактивные фазы жизни.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования служили термиты, собранные в 2015–2017 гг. на кладбищах Камбар-бобо и Мухаммад-бобо в Хорезмской области. Насекомые были доставлены в лабораторию в специальных

контейнерах с оптимальной для них температурой и увлажненной фильтровальной бумагой в качестве источника пищи. Термиты, собранные в апреле, рассматривались как ведущие активный образ жизни, а термиты, собранные в июле, рассматривались как ведущие неактивный образ жизни. На основе пропорциональности между возрастом рабочих и их размером [5] рабочих термитов делили на 3 возрастные группы: младшие, средние и старшие. После определения массы термитов помещали в 10 чашек Петри с фильтровальной бумагой, которую ежедневно увлажняли. В каждую чашку Петри распределяли по 10 рабочих младшего, среднего и старшего возрастов и 10 солдат. Выживаемость термитов учитывали в течение 20 дней.

В организме термитов определение белка проводили методом Лоури [6], содержание углеводов – орто-толуидиновым методом, общее содержание липидов – методом Кейтса [7].

Полученные результаты обрабатывались при помощи электронных программ Excel с определением коэффициента Стьюдента – t и показателя достоверности – P . При $P < 0,05$ разница показателей между сравниваемыми группами принималась за достоверную.

Результаты исследования и их обсуждение

Оказалось, что содержание белков, углеводов и жиров в теле термитов было неоднозначным в активные и неактивные фазы жизни.

Содержание белка в активную фазу жизни, т.е. весной, у рабочих младшего, среднего и старшего возрастов и солдат было на одном уровне, однако у солдат содержание белка в организме достоверно возрастало (на 11,4%) по сравнению с младшими ра-

бочими. В неактивную фазу жизни, т.е. летом, содержание белка в организме рабочих всех возрастов и солдат было однозначным (рис. 1).

Если же сравнивать содержание белка в теле термитов в активные и неактивные фазы жизни, то увеличение содержания белка весной (на 16,3%) по сравнению с его содержанием летом было отмечено только у солдат (рис. 1).

Содержание углеводов весной в организме рабочих термитов был на одном уровне, но у солдат оно было на 12,5% больше, чем у рабочих младшего возраста. Летом, т.е. в неактивную фазу жизненного цикла, у рабочих всех возрастов и солдат содержание углеводов было приблизительно на одном уровне. Однако в активную фазу жизненного цикла по сравнению с неактивной фазой у рабочих младшего, среднего и старшего возрастов и солдат содержание углеводов было на 23,2; 19,8; 26,0 и 18,1% больше соответственно (рис. 2).

Содержание липидов у рабочих всех возрастов и солдат как в активную, так и в неактивную фазы жизненного цикла было выражено на одном уровне. Однако весной содержание липидов в организме рабочих всех возрастов и у солдат превалировало по сравнению с содержанием липидов летом. У рабочих младшего, среднего и старшего возрастов и у солдат в активную фазу содержание липидов по сравнению с неактивной фазой жизненного цикла превышало на 40,9; 43,6; 43,0 и 35,6% соответственно (рис. 3).

Масса тела. Уменьшение содержания основных питательных субстратов летом по сравнению с весной отразилось и на массе тела. Масса тела термитов с возрастом заметно увеличивалась, но это увеличение было неоднозначным в активные и неактивные фазы жизни термитов (табл. 1).

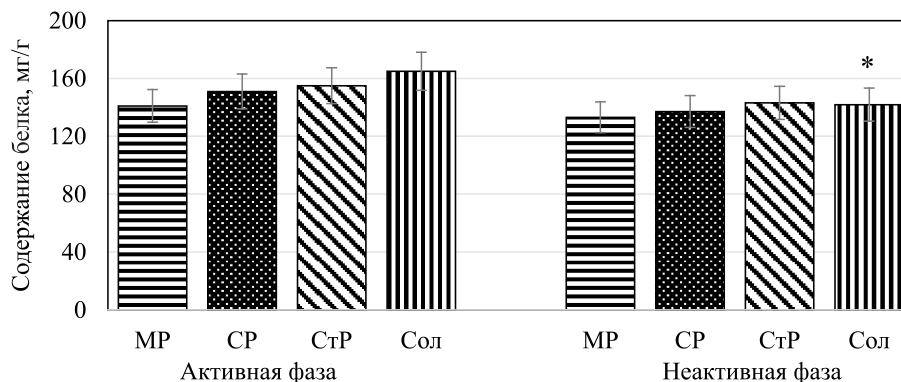


Рис. 1. Содержание белка у рабочих и солдат термитов в активную и неактивную фазы жизненного цикла ($M \pm t$; при $n = 25-30$). MP, CP, СтР и Сол – рабочие младшего, среднего, старшего возраста и солдаты соответственно; * $P < 0,05$

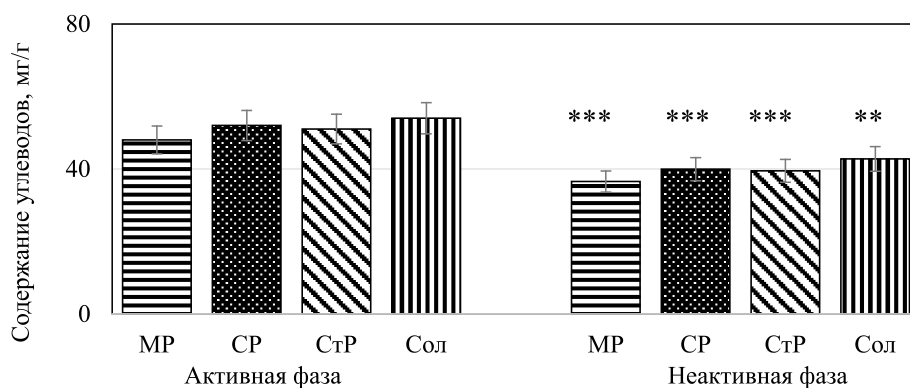


Рис. 2. Содержание углеводов в организме рабочих и солдат термитов в активную и неактивную фазы жизненного цикла ($M \pm m$, при $n = 25-30$). МР, СР, СтР и Сол – рабочие младшего, среднего и старшего возрастов и солдаты соответственно; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$

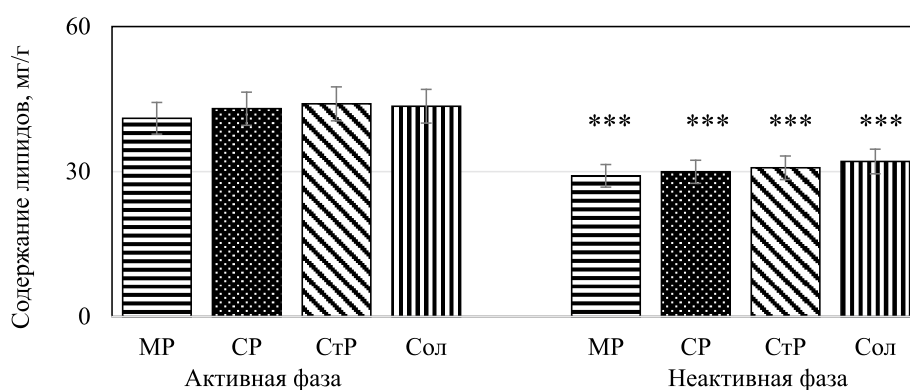


Рис. 3. Содержание липидов в теле термитов в активную и неактивную фазы жизненного цикла ($M \pm m$, при $n = 25-30$). МР, СР, СтР и Сол – рабочие младшего, среднего и старшего возрастов и солдаты соответственно; *** - $P < 0,001$

Таблица 1

Масса тела (мг) рабочих и солдат термитов в активную и неактивную фазы жизненного цикла ($M \pm m$; при $n = 25-30$)

Возраст и касты	Активная фаза	Неактивная фаза	P
Рабочие младшего возраста	$8,3 \pm 0,3$	$7,3 \pm 0,3$ ^a	<0,05
Рабочие среднего возраста	$14,3 \pm 0,6$	$10,1 \pm 0,2$	<0,001
Рабочие старшего возраста	$20,1 \pm 0,8$	$15,7 \pm 1,1$	<0,01
Солдаты	$28,5 \pm 0,5$	$20,2 \pm 0,6$	<0,001

Примечание. P – достоверность различий массы тела в активные и неактивные фазы жизни термитов.

Так, в активную фазу жизни, весной, масса тела средних и старших рабочих и солдат была в 1,7; 2,4 и 3,4 раза больше по сравнению с младшими рабочими. В неактивную фазу жизни, летом, масса тела рабочих среднего возраста была в 1,3 раза; масса тела старших рабочих – в 2,1 раза, а масса тела солдат – в 2,7 раза больше массы рабочих младшего возраста. Идентич-

ные возрасты и касты термитов в активную фазу жизненного цикла имели большую массу тела, чем в неактивную. Так, весной масса тела у рабочих младшего, среднего и старшего возраста, а также масса тела солдат была соответственно на 13,6; 41,6; 28,0 и 41,4 % больше, чем летом (табл. 1).

Кроме того, несмотря на содержание термитов в оптимальных для их существо-

вания условиях, двигательные реакции термитов весной были весьма быстрые, а движение насекомых летом было медленным и чередовалось с оцепенением.

В оптимальных микроклиматических условиях была определена выживаемость термитов, собранных весной и летом в 10 чашках Петри, в каждой из которых находилось по 10 рабочих младшего, среднего и старшего возрастов и 10 солдат (табл. 2).

Выживаемость различных каст и возрастов термитов весной и летом была неоднородной как у рабочих различных возрастов, так и у солдат. Количество жизнеспособных термитов младшего возраста на 5, 10, 15 и 20-й дни наблюдения уменьшалось соответственно на 20,4; 27,6; 42,8 и 55,9%. У средних рабочих степень жизнеспособности была выражена больше, чем у старших или младших. К концу 20-дневного наблюдения выживало $76,2 \pm 5,3\%$ рабочих термитов среднего возраста. Выживаемость у солдат была наименьшей. Живых солдат к 20-му дню наблюдения у термитов активной фазы жизненного цикла уже не оставалось. Такая возрастспецифичная и кастоспецифичная степень выживаемости термитов была отмечена и в неактивные фазы их жизни. Однако степень выживания термитов в лабораторных условиях весной была больше, чем осенью. Так, например, на 10-й день наблюдения количество живых рабочих младшего, среднего и старшего возрастов было в 6,0; 2,2; 3,3 и 10,8 раза соответственно больше в активную фазу жизненного цикла термитов, чем в неактивную.

Итак, данные показывают, что по мере роста и развития термитов содержание белков, жиров и углеводов в их организме воз-

растает. Такая динамика наблюдается как в весенний, так и в летний периоды жизни термитов. Однако в период летней диапаузы содержание углеводов, и особенно жиров, у рабочих и солдат уменьшается. Весной, несмотря на энерготраты, связанные с постройкой тоннелей и галерей, добычей и фуражированием корма и т.д. [2; 8], с пищей связанной энергии поступает больше, чем необходимо для активной жизнедеятельности в этот период. Это говорит о том, что синтез органических молекул доминирует над их расщеплением. Летом же, в состоянии диапаузы, содержание пластического и энергетического материала в организме уменьшается. Такое расщепление обеспечивает жизнеспособность насекомых в неактивной фазе жизненного цикла.

Выявленное относительно стабильное содержание белков в весенний и летний периоды согласуется с общепринятым мнением о том, что белки – один из главных пластических материалов, использование которых для энергетических нужд имеет место обычно при истощении запасов углеводов и жиров [8; 9]. Снижение белкового запаса у солдат в период диапаузы, возможно, связано с тем, что в питании они полностью зависят от рабочих, доставка пищи от которых в период диапаузы, естественно, заторможена. В стабильности содержания белка у термитов играют роль и азотфиксирующие симбиотические бактерии кишечника [10].

Уменьшение массы тела всех каст термитов в неактивные фазы жизни, очевидно, обусловлено расщеплением запасов углеводов и жиров, которые обеспечивают энергию, необходимую в течение длительного периода диапаузы.

Таблица 2

Выживаемость (%) рабочих и солдат термитов в активную и неактивную фазы жизненного цикла ($M \pm m$; при $n = 10$)

Возраст и касты	Дни наблюдения				
	0	5	10	15	20
Активная фаза					
МР	$100,0 \pm 0,0$	$79,6 \pm 5,6$	$72,4 \pm 5,1$	$57,2 \pm 4,0$	$44,1 \pm 3,1$
СР	$100,0 \pm 0,0$	$98,7 \pm 6,9$	$92,4 \pm 6,5$	$85,3 \pm 6,0$	$76,2 \pm 5,3$
СтР	$100,0 \pm 0,0$	$75,4 \pm 5,3$	$63,2 \pm 4,4$	$52,1 \pm 3,6$	$35,8 \pm 2,5$
Сол	$100 \pm 0,0$	$80,3 \pm 5,6$	$56,2 \pm 3,9$	$1,3 \pm 0,3$	0
Неактивная фаза					
МР	$100,0 \pm 0,0$	$70,41 \pm 4,9$	$12,1 \pm 0,8^{***}$	$5,2 \pm 0,4^{***}$	0
СР	$100,0 \pm 0,0$	$82,3 \pm 5,8$	$41,8 \pm 2,9^{***}$	$15,4 \pm 1,1^{***}$	$3,2 \pm 0,2^{***}$
СтР	$100,0 \pm 0,0$	$56,2 \pm 3,9^{**}$	$19,4 \pm 1,4^{***}$	$8,2 \pm 0,6^{***}$	0
Сол	$100 \pm 0,0$	$44,1 \pm 3,1^{***}$	$5,2 \pm 0,4^{***}$	0	0

Примечание: МР, СР, СтР и Сол – рабочие младшего, среднего и старшего возрастов и солдаты соответственно; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

Несмотря на то что летом термиты содержались в камерах с оптимальной температурой (20–23 °C) и влажностью (60–70%), их смертность была более высокой по сравнению с термитами, собранными весной и содержащимися в тех же условиях. Самыми жизнестойкими оказались рабочие среднего возраста. Эти результаты ассоциируются с исследованиями на дрозофиле, где показано, что уменьшение толерантности к внешним факторам в раннем онтогенезе связано с незрелостью систем, а в старшем является результатом их функционального старения [11].

Летом термиты в лабораторных условиях при наличии пищи и оптимальной температуры были малоподвижны и нежизнеспособны. Эти данные говорят о том, что у термитов физиологически адекватным для естественного состояния покоя в период диапаузы является медленное окисление запасов жиров и углеводов. Создание «благоприятных» условий температуры и влажности, характерных для активной фазы жизненного цикла в период диапаузы, возможно, сбивает генетически запрограммированные ритмы [12]. Отсутствие движения при медленном потреблении энергии необходимо для длительного поддержания жизненных процессов и препятствует иссушению организма в летний период.

Следовательно, данные показывают, что одной из причин низкой выживаемости термитов в период диапаузы является истощение энергетического и пластического материала, что наводит на мысль о том, что проведение противотермитных мероприятий в неактивную фазу жизненного цикла насекомых может оказаться более эффективным, чем проведение таковых в активную фазу их жизни.

Выводы

1. В активную фазу жизненного цикла (весна) масса тела, содержание углеводов

и липидов у рабочих термитов и солдат *Anacanthotermes ahngerianus* Jacobs больше, чем в неактивную (лето).

2. Выживаемость термитов в активные фазы их жизни превалирует над таковой в неактивные фазы, при этом выживаемость солдат в обе фазы оказалась наименьшей, жизнестойкость же рабочих среднего возраста оказалась наибольшей.

Список литературы

1. Abdullaev I.I., Khamraev A.Sh., Martius Ch., Nurjanov A.A., Eshchanov R.A. Termites (Isoptera) in irrigated and arid landscapes of Central Asia (Uzbekistan). *Sociobiology*. 2002. V. 40. No. 3. P. 605–614.
2. Хамраев А.Ш. Термиты Центральной Азии // Защита и карантин растений. 2010. № 3. С. 72–73.
3. Хамраев А.Ш., Кучкарова Л.С., Ахмеров Р.Н. Роль термитов в глобальном метаболизме углерода // Экологический вестник Узбекистана. 2011. № 10. С. 21–24.
4. Zachariah N., Das A., Murthy T.G., Borges R.M. Building mud castles: a perspective from brick-laying termites. *Scientific reports*. 2017. V. 7. No. 1. P. 1–9.
5. Engel M.S., Barden P., Riccio M.L., Grimaldi D.A. Morphologically specialized termite castes and advanced sociality in the early cretaceous. *Current biology*. 2016. V. 26. Is. 4. P. 522–530.
6. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*. 1951. V. 193. No. 1. P. 265–275.
7. Кейтс М. Техника липидологии: Выделение, анализ и идентификация липидов. М.: Мир, 1975. 322 с.
8. Baccaro F.B., Souza J.L.P., Franklin E. Ecology shapes metabolic and life history scalings in termites. *Ecological entomology*. 2017. V. 42. P. 115–124.
9. Arrese E.L., Soulages J.L. Insect fat body: energy, metabolism, and regulation. *Annual Review of Entomology*. 2010. V. 55. P. 207–225.
10. Thanganathan S., Hasan K. Diversity of nitrogen fixing bacteria associated with various termite species. *Pertanika journal of tropical agricultural science*. 2018. V. 41. No. 3. P. 925–940.
11. Colinet H., Chertemps T., Boulogne I., Siaussat D. Age-related decline of abiotic stress tolerance in young drosophila melanogaster adults. *The journals of gerontology series. Biological sciences and medical sciences*. 2015. V. 71. No. 12. P. 1–7.
12. Du H., Tong R.L., Huang X., Liu B., Huang R., Li Z. Methoprene-induced genes in workers of formosan subterranean termites (*Coptotermes formosanus* Shiraki). *Insects*. 2020. V. 11. No. 2. DOI: 10.3390/insects11020071.

СТАТЬЯ

УДК 631.416.9:631.445.56

**ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЫШЬЯКА И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
В СЕРОЗЕМАХ ЮГА ФЕРГАНЫ****Абдухакимова Х.А., Исагалиев М.Т.***Ферганский государственный университет, Фергана, e-mail: murodjon-isa@mail.ru*

В статье определены состав, количество, распределение и другие геохимические свойства мышьяка и тяжелых металлов в староорошаемых типичных сероземах, сероземно-луговых и залежах, сформированных в конусе выноса Шахмардансая. Также доказано накопление мышьяка и сурьмы в верхних пахотных слоях почв и геохимических барьерах, что связано с их транслокационными и водно-миграционными свойствами. Почвообразующие породы изученных почв представляют собой умеренно окультуренные и средне окультуренные на пролювиальных и аллювиально-пролювиальных отложениях и лессовидных суглинках со средним и тяжелым механическим составом. Они по плотному остатку и по ионному составу – незаболоченные типичные сероземы и сероземно-луговые, период их орошаемого земледелия составляет более 50–70 лет, в них в результате многолетнего полива образовались агроирригационные горизонты толщиной 0,7–0,8 м. В профиле залежей встречаются плотные гипсовые пятна, а начиная с поверхности – скелетно-каменистые. Эти почвы до перевода в залежь поливались пресной водой. В залежных почвах района конуса выноса Шахмардансая и орошаемых типичных сероземах Ферганского района имеются значительные запасы мышьяка и тяжелых металлов. Их аккумуляция приходится на пахотные слои. Отмечается, что миграция мышьяка и тяжелых металлов в грунтах и в почвах зависит от свойств почвы и грунта, которые определяют разнообразие геохимических условий. В почвах староорошаемых типичных сероземов педогеохимическая сурьмяная провинция обогащения имеет место, где его кларк концентрация (КК) в почвах и почвообразующих породах колеблется в пределах 5,9–39,0. КК мышьяка варьирует в пределах 1,5–3,8, более высокая концентрация соответствует староорошаемым типичным сероземам и орошаемым сероземно-луговым почвам, что связано с генетическими особенностями типичных сероземов и гидроморфным режимом сероземно-луговых почв. В залежах КК мышьяка выше в 2 раза, чем кларк почв.

Ключевые слова: тяжелые металлы, типичный серозем, сероземно-луговая, залежь, миграция, накопление, кларк почв и литосферы, предельно допустимая концентрация

**CHANGE IN THE CONTENT OF ARSENIC AND HEAVY METALS
IN THE SEROSEMES OF SOUTH FERGANA****Abdukhakimova Kh.A., Isagaliyev M.T.***Fergana State University, Fergana, e-mail: murodjon-isa@mail.ru*

In article defines the composition, quantity, distribution and other geochemical properties of arsenic and heavy metals in old-irrigated typical serozem, serozem-meadow and fallow lands formed in the removal cone Shakhimardansay. Also, the accumulation of arsenic and antimony in the upper arable layers of soils and geochemical barriers has been proven, which is associated with their translocation and water-migration properties. The article defines the composition, quantity, distribution and other geochemical properties of arsenic and heavy metals in old-irrigated typical serozem, serozem-meadow and deposits formed in the removal cone Shakhimardansay. Also, the accumulation of arsenic and antimony in the upper arable layers of soils and geochemical barriers has been proven, which is associated with their translocation and water-migration properties. The soil formation rocks of the studied soils are moderately cultivated and medium cultivated on proluvial and alluvial-proluvial sediments and loesslike loams with an average and heavy granulometric composition. They are not saline typical serozem and serozem-meadow soils in terms of dense residue and ionic composition. The period of irrigated agriculture, in which it is more than 50–70 years, where, as a result of long-term irrigation, agro-irrigation horizons 0.7–0.8 m thick were formed. In the profile of the fallow soils there are dense gypsum spots and starting from the surface, skeletal-stony ones. These soils were watered with fresh water before being transferred to the fallow. The fallow soils of the Shakhimardansay fan-out cone region and the irrigated typical serozems of the Fergana region have significant reserves of arsenic and heavy metals. Most of them accumulate in the arable layers. It is noted that the migration of arsenic and heavy metals in soils and in soils depends on the properties of the soil and soil, which determine the variety of geochemical conditions. In soils of old-irrigated typical serozems the pedo-geochemical antimony province of enrichment takes place, where its Clarke concentration (CC) in soils and soil formation rocks ranges from 5.9 to 39.0. The CC of arsenic varies within 1.5–3.8; a higher concentration corresponds to old-irrigated typical serozems and irrigated serozem-meadow soils, which is associated with the genetic characteristics of typical serozem and hydromorphic regime of serozem-meadow soils. In the fallow lands the CC of arsenic is twice as high, as the Clarke of soils.

Keywords: heavy metals, typical serozem, serozem-meadow, fallow land, migration, accumulation, clark of soils and lithosphere, maximum permissible concentration

В результате интенсивного воздействия антропогенного фактора во многих регионах мира, где сильно развиты промышленность и сельское хозяйство, происходят эволюция, изменение морфогенетических

особенностей, экологии почвенного покрова, в частности изменение его химических и физических свойств и минерального состава. Содержание тяжелых металлов (железа, марганца, молибдена, меди, цинка,

кобальта) в почвах свидетельствует о недостаточной их концентрации для растений. Однако было установлено, что увеличение концентрации ртути, свинца, мышьяка, никеля, хрома в почве оказывает токсичное воздействие на микроорганизмы и растения [1, 2]. В частности, накопление тяжелых металлов в плодородном пахотном слое и нижних горизонтах орошаемых земель, на которых интенсивно выращиваются сельскохозяйственные культуры, приводит к снижению количества и качества продукции, а также уровня плодородия почв.

Во многих исследованиях обосновано, что загрязнение почв тяжелыми металлами оказывает разное влияние на качество и количество урожая сельскохозяйственных культур. Исследованиями установлено, что тяжелые металлы поступают из материнской породы, с оросительной водой, техногенными выбросами и минеральными удобрениями. Согласно исследованию, постоянное повреждение посевов растений, выращиваемых для питания, снижает уровень плодородия почвы и приводит к эрозийным процессам [3, 4].

Применение микроудобрений на агрохимическом минеральном фоне может оказать существенное влияние на плодородие почвы и рост, развитие растений. С. Саттаров и иные доказали, что основное внимание уделяется управлению подвижными величинами [5]. В работах Е.К. Кругловой, М.М. Алиевой и других было доказано, что микроэлементы, такие как Co, Zn, Mn, не могут быть заменены другими элементами и занимают особое агрохимическое место в росте и развитии хлопчатника, пшеницы и других культур в условиях Узбекистана [6]. По этой причине одним из основных показателей антропогенного давления в почве считается уровень содержания тяжелых металлов, что ставит задачу оценки их количества. При этом необходимо исследование на примере сравнения орошаемых и залежных сероземов.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования были выбраны типичные староорошаемые сероземы конуса выноса Шахмарданская, сероземно-луговые и типичные сероземы на землях фермерских хозяйств «Иноятхон Шахноза», «Рахмонали Кенжаев», а также залежь типичных сероземов на территории ОАО «Мастона».

Полученные результаты были обработаны по методике системного подхода А.И. Перельмана и М.А. Глазовской. Элементный анализ почв был проведен в лабо-

ратории активационного анализа института Ядерной физики АН РУз.

Результаты исследования и их обсуждение

Почвообразующие породы исследованной территории представляют собой умеренно окультуренные и средне окультуренные на пролювиальных и аллювиально-пролювиальных отложениях и лессовидных суглинках со средним и тяжелым механическим составом. Почвы по плотному остатку и по ионному составу – незасоленные типичные сероземы и сероземно-луговые, период их орошаемого земледелия составляет более 50–70 лет, в них в результате многолетнего полива образовались агроирригационные горизонты толщиной 0,7–0,8 м.

Гранулометрический состав залежи сероземов визуально соответствует легким и средним суглинкам. В профиле встречаются плотные гипсовые пятна, а начиная с поверхности – скелетно-каменистые. Эти почвы до перевода в залежь поливались пресной водой из вертикальной скважины.

Исследования показали, что в залежных почвах района конуса выноса Шахмарданская и орошаемых типичных сероземах Ферганского района имеются значительные запасы тяжелых металлов (As, Co, Cr, Ni, Zn и др.). Их аккумуляция приходится на пахотные слои. Отмечается, что миграция тяжелых металлов в грунтах и в почвах зависит от свойств почвы и грунта, которые определяют разнообразие геохимических условий. Установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) по тяжелым металлам в почве, но в условиях Узбекистана с учетом типов и подтипов почв требуются уточнение и разработка ПДК.

Концентрации хрома на почвах мира по А.П. Виноградову составляет 200 мг/кг. В природных соединениях хром имеет валентность +3 и +6. В почвах значительная часть хрома находится в виде Cr^{+3} . Большая часть Cr^{+3} содержится в хромитном минерале FeCr_2O_4 , где со временем заменяет хром Fe и Al, которые очень близки по геохимическим свойствам и ионным радиусам. По данным Кабата-Пендиас, Пендиас [7], миграция природных соединений хрома в материнских почвообразующих породах по почвенному профилю зависит от особенностей формирования почвы, в частности от гранулометрического состава и геохимического барьера в генетических горизонтах.

Цинк содержится в почве в основном в виде ионных соединений (Zn^{2+}). Миграция цинка в почве зависит от содержания фосфора, образуя малорастворимые фосфатные минералы. Накопление цинка в почве

можно объяснить значительным влиянием антропогенного фактора. В качестве биофильного компонента живых клеток цинк необходим всем живым организмам, так как он участвует в биохимических процессах, однако его содержание в организме выше нормы приводит к отравлению. Как известно, не все элементы равномерно распределяются по профилю почвогрунта [8]. Это относится и к тяжелым металлам, которые нами изучены, результаты анализа можно увидеть на приведенных ниже рисунках.

Миграция и аккумуляция мышьяка и тяжелых металлов в почвенно-геохимических профилях могут быть охарактеризованы геохимическими моделями, составленными из коэффициентов, отражающих фоновое геохимическое положение профиля в наиболее простых каскадных системах открытого и закрытого типа. Миграция и концентрация тяжелых металлов зависят от конкретной геохимической обстановки и классов водной миграции ландшафта, системы зон выщелачивания и геохимических барьеров, биогеохимической специализации растений.

В сероземном поясе юга Ферганы большое влияние на геохимические особенности ландшафта оказывает литогеохимическая специализация горных, пролювиальных и аллювиально-пролювиальных почвообразующих пород.

В целом сходные особенности распределения элементов, в том числе мышьяка и тяжелых металлов, присущи разным из-

ученным нами почвам сероземного пояса. Ниже приведен ряд кларков концентрации (КК) элементов в этих почвах.

Можно предполагать, что значительное содержание мышьяка и тяжелых металлов в почвах разных ландшафтов обусловлено не только природным процессом, но и техногенным потоком растворенных и твердых веществ, приносимых с поливными водами и вносимых земледельцами. Эти и другие геохимические аномальные состояния требуют тщательного изучения не только для целей сельского хозяйства, но для прогноза состояния экосистем в условиях техногенеза. Миграция веществ, макро- и микроэлементов в почвенно-геохимических профилях с сопряженными элементарными ландшафтами может быть охарактеризована кларками концентрации. Содержание микроэлементов в кларках концентрации приведено в таблице.

Из приведенных материалов видно, что КК сурьмы в генетических горизонтах изученных почв варьирует в пределах 2,5–39,0, причем более высокая концентрация соответствует староорошаемым типичным сероземам, что связано с влиянием антропогенного фактора. В залежах ее кларк концентрации составляет 2,9–6,6, но от кларка почв выше 2–6 раза.

Мышьяк представляет собой крайне опасный металлоид с переменной валентностью. В гидроморфных почвах повышается его подвижность, что негативно влияет на качество подземных вод [9].

Кларк концентрации мышьяка и тяжелых металлов в сероземах юга Ферганы

Номер разреза	Глубина, см	As	Co	Cr	Mn	Zn	Sb
Староорошаемый типичный серозем							
1/AX	0–27	3,8	0,7	0,2	0,4	1,4	17,0
	27–39	3,8	0,8	0,2	0,4	1,2	33,0
	39–41	3,0	0,5	0,1	0,3	0,7	39,0
	41–48	1,5	1,4	0,3	0,7	1,7	5,9
	48–59	3,4	0,9	0,2	0,6	1,1	35,0
	59–72	3,0	1,2	0,3	0,8	1,5	9,7
Орошаемые сероземно-луговые почвы							
6/AX	0–25	3,2	0,9	0,2	0,4	1,4	6,0
	25–35	3,2	0,9	0,2	0,4	1,5	5,0
	35–66	2,6	1,2	0,2	0,5	1,9	2,5
	66–98	3,8	2,4	0,3	0,8	2,2	3,0
	98–120	3,6	1,6	0,4	0,8	2,0	3,6
Залежь типичных сероземов							
7/AX	0–22	2,6	1,4	0,3	0,6	1,5	6,6
	22–37	2,2	1,2	0,3	0,6	1,6	6,3
	37–50	2,4	1,4	0,3	0,5	1,5	2,9

КК мышьяка в изученных почвах варьирует в пределах 1,5–3,8, более высокая концентрация соответствует староорошаемым типичным сероземам и орошаемым сероземно-луговым почвам, что связано с генетическими особенностями типичных сероземов и гидроморфным режимом сероземно-луговых почв. В залежах кларк концентрации составляет 2,2–2,6, что в 2 раза выше, чем кларк почв.

Как ожидалось, после мышьяка на третьем месте стоит КК цинка в генетических горизонтах староорошаемых типичных сероземов с показателями КК 0,7–2,2. В целом в пахотных слоях типичных сероземов по КК изученные элементы занимают следующий ряд: $Sb > As > Zn > Co > Mn > Cr$. В подпахотных горизонтах закономерность сохраняется, но относительно высокое.

В пахотных горизонтах сероземно-луговых почв тяжелые элементы по содержанию КК имеют следующий ряд: $Sb > As > Zn > Co > Mn > Cr$, тогда как в типичных залежных сероземах – $Sb > As > Zn = Co > Mn > Cr$.

Глеевые барьеры орошаемых сероземно-луговых почв имеют следующие ряды КК: $Sb > As > Co > Zn > Mn > Cr$.

Такое расположение этих элементов по содержанию КК в изученных почвах связано с геохимическими свойствами элементов и почв.

Из приведенных данных видно, что в верхних генетических горизонтах почв и в геохимических барьерах наблюдается аккумуляция тяжелых металлов, что связано со способностью металлов образовывать сложные соединения с органическими веществами, содержащимися в почве, поэтому они аккумулируются в слоях, богатых гумусом. В подпахотных горизонтах наблюда-

ется некоторое снижение содержания этих элементов относительно гумусного слоя, а в последующих горизонтах – дальнейшее увеличение в зависимости от геохимических свойств элемента и характера их проявления, типа биогеохимических барьеров.

Результаты исследования показали, что в староорошаемых типичных сероземах конус выноса мышьяка в среднем составляет 19,0 мг/кг, на сероземно-луговых почвах – 16,0 мг/кг, а на залежах – 13,0 мг/кг. Выяснилось, что тяжелых металлов, таких как Co, Cr, Mn, Zn, содержится в относительно большем количестве в залежных почвах. Это связано с биологической активностью и гумидокатными и аридонитными свойствами эфемерных и эфемероидных растений, распространенных в регионе.

Увеличение количества тяжелых металлов в почвенных разрезах наблюдается в верхних гумусных горизонтах и в геохимических барьерах, где мышьяка содержится 13,0–19,0 мг/кг, кобальта – 5,7–11,0 мг/кг, хрома – 34,0–68,0 мг/кг, марганца – 320,0–500,0 мг/кг, цинка – 69,0–77,0 мг/кг. Содержание сурьмы колеблется в пределах 6,0–17,0 мг/кг. Было отмечено резкое снижение содержания тяжелых металлов в нижних горизонтах почв и увеличение в глеевых барьерах, а также в карбонатно-гипсовых в сероземно-луговых почвах.

Также согласно результатам исследования отмечается, что при уменьшении высоты над уровнем моря количество биомикроэлементов в кларковых концентрациях в направлении от темного серозема > типичного серозема > светлых сероземов уменьшилось в виде $Zn > Mn$ [8, 10]. Гидроморфизм в почвах и состояние залежей привели к сохранению порядка увеличения количества $Zn \rightarrow Mn$ на изученных почвах.

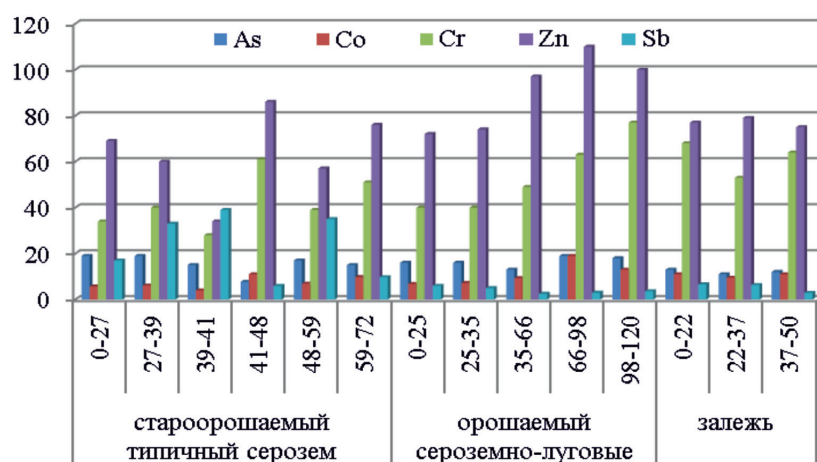


Рис. 1. Изменение содержания As, Co, Cr, Zn, Sb в генетических горизонтах почв, мг/кг

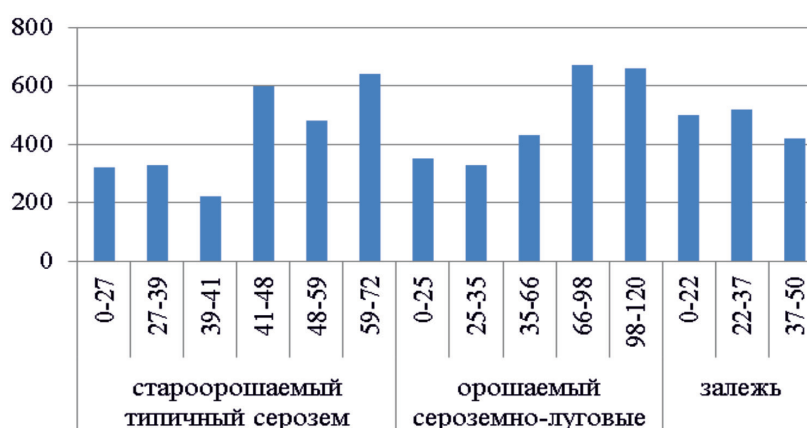


Рис. 2. Изменение содержания Mn в генетических горизонтах почв, мг/кг

В изученных тяжелых металлах наибольшее количество приходится на долю Mn, Zn, Cr, что связано с их кларковыми содержаниями. В типичных сероземных почвах под воздействием орошения наблюдалось увеличение количества мышьяка в 3–3,8 раза по сравнению с почвенным кларком. Это связано с его содержанием в поливных водах и с применяемыми агротехническими мероприятиями, в частности внесением удобрений (рис. 1, 2).

Валовое содержание кобальта близко к почвенному кларку. В орошаемых типичных сероземах и сероземно-луговых почвах уровень Co колеблется в пределах 5,7–6,8 мг/кг в пахотном слое. По сравнению с литосферным кларком обнаружен, что кобальт в 2,6–3,2 раза меньше. В типичных и сероземно-луговых почвах содержание кобальта близко к норме, то есть к ПДК, а в залежах больше в 2 раза (рис. 1).

Содержание валового Cr и Mn в пахотных слоях было меньше, чем в почвенном кларке: в типичных орошаемых и сероземно-луговых почвах Cr 34,0–40,0 мг/кг, в залежах 68,0 мг/кг, а Mn в типичных орошаемых сероземах и сероземно-луговых почвах содержится 320–350 мг/кг, в залежах – 500 мг/кг. Что касается ПДК, его обнаружено в 3 раза меньше (рис. 1, 2).

Содержание цинка колеблется в пределах 69,0–72,0 мг/кг в типичных орошаемых сероземах и сероземно-луговых почвах, что в 2 раза больше, чем почвенного кларка. На залежных сероземах наблюдается почти в 3,4 раза больше, чем ПДК, в 1 раз меньше чем литосферного кларка (таблица, рис. 1).

Литосферный кларк сурьмы равен 0,5 мг/кг, а почвенный кларк – 1,0. Содержание Sb больше, чем в типичных староорошаемых сероземах, сероземно-луговых

и залежных почв по сравнению с почвенным кларком (таблица, рис. 1), но эти показатели показывают, что они близки к допустимой норме в сероземно-луговых и залежах, а в староорошаемых типичных сероземах они выше в 3,8 раза.

Выводы

В районах, где проводились исследования, наблюдается значительное загрязнение почв отдельными тяжелыми металлами, что связано их с техногенно-транслокационной миграцией и аккумуляцией из оросительных вод конуса выноса Шахмарданская, а также влиянием водно-миграционно-аккумулятивных и антропогенных факторов в ведении сельского хозяйства.

Тяжелые металлы накапливаются больше в верхних горизонтах почвы и дифференцируются вниз по профилю в определенной закономерности. Это состояние зависит от ряда свойств почв и грунта, то есть его обеспеченности гумусом и механического состава, а также от состава наносов оросительной воды и т.д.

Рекомендуется проводить на этих землях агрогеохимические мероприятия, снижающие уровень загрязнения тяжелыми металлами в староорошаемых типичных сероземах и сероземно-луговых почв, а также селективное размещение видов растений.

Список литературы

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. 142 с.
2. Ильин В.Б. Тяжелые металлы и неметаллы в системе почва – растения. Новосибирск: Изд-во СОРАН, 2012. 219 с.
3. Мотузова Г.В., Карпова Е.А. Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия: учебник. М., 2013. 305 с.

4. Болтунова А.Д., Смирнова С.В., Солтис В.В. Накопление тяжелых металлов в почвах под влиянием промышленного производства // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=26637> (дата обращения: 20.11.2020).
5. Агрохимия: учебник / Под ред. Д.С. Саттаров Т., 2011. 552 с. (на узб.).
6. Круглова Е.К., Алиева М.М., Кобзева Г.И., Попова Т.П. Микроэлементы в орошаемых почвах Узбекской ССР и применение микроудобрений. Т., 1984. 252 с.
7. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М., 1989. 440 с.
8. Исагалиев М.Т. Исследование эколого-генетических особенностей, плодородия горных и предгорных почв (на пр. Ферганской долины): дис. ...докт. биол. наук. Ташкент, 2016. 274 с.
9. Водяницкий Ю.Н. Биологические и химические превращения мышьяка в загрязненных почвах // Современные проблемы загрязнения почв: материалы IV Международной научной конференции (27–31 мая 2013 г.). М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2013. С. 195–198.
10. Isagaliyev M., Yuldashev G., Abdukhakimova Kh. Geochemistry of biomicroelements in irrigated serozems of the south of Fergana. European Sciences review. Vienna. 2018. № 11–12. V. 2. P. 25–28.

СТАТЬЯ

УДК 579.64:631.46 (575.1)

**ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ,
ЗАГРЯЗНЕННЫХ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ****Жаббаров З.А., Атоева Г.Р.***Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, Ташкент,
e-mail: gulhayoatoyeva@gmail.com*

В статье приводятся результаты изучения питательных веществ, в том числе азота, фосфора, калия, гумуса и углерода, а также показатели pH типичных орошаемых серых почв, распределенных вокруг полигона бытовых отходов города Ташкента, расположенных в Ахангаронском районе Ташкентской области. Результаты исследования показали, что на свойства почвы вокруг полигона на протяжении многих лет влияли разливы, сжигание бытовых отходов и несоблюдение экологических норм, что привело к изменению плодородности почвы. Зола, образующаяся в результате сжигания отходов, под воздействием ветра выпала на орошаемые земли и увеличила количество некоторых элементов, таких как фосфор и калий. Содержание этих элементов значительно повышено в радиусе 100–500 м, по мере удаления от полигона содержание уменьшается, а количество гумуса возрастает по мере удаления от полигона. Также были установлены образцы с резким увеличением содержания гумуса до 5,5 % в техногенной массе, образовавшейся в результате сжигания отходов. Но это не гумус, образовавшийся за счет органического углерода. Установлено, что показатель pH в техногенной массе, отобранной на территории полигона, составил 6,34, а в загрязненных почвах прилегающих к полигону территорий pH составляет 6–7,2.

Ключевые слова: почва, бытовые отходы, агрохимические свойства, азот, фосфор, калий, загрязнение, гумус

**CHANGE OF AGROCHEMICAL PROPERTIES OF CONTAMINATED
SOILS WITH HOUSEHOLD WASTE****Zhabbarov Z.A., Atoeva G.R.***National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent,
e-mail: gulhayoatoyeva@gmail.com*

The article presents the results of the study of nutrients, including nitrogen, phosphorus, potassium, humus and carbon, as well as pH values in typical irrigated gray soils, distributed around the household waste landfill of Tashkent city, located in the Akhangaron district of Tashkent region. The results of the study showed that the properties of the soil around the landfill were influenced for many years by spills, incineration of waste and non-compliance with environmental standards, which led to changes in soil fertility. Ash from waste incineration was blown into irrigated land by wind and increased the amount of certain elements such as phosphorus and potassium. The content of these elements is significantly increased within a radius of 100-500 meters, the content decreases with distance from the landfill, and the amount of humus tends to increase with distance from the landfill. Also, samples were installed with a sharp increase in the humus content up to 5.5% in the technogenic mass formed as a result of waste incineration. But it's not organic carbon-based humus. It was found that the pH in the technogenic mass sampled from the landfill was 6.34, and in the contaminated soils of the territories adjacent to the landfill, the pH was 6-7.2.

Keywords: soil, household waste, agrochemical properties, nitrogen, phosphorus, potassium, pollution, humus

Основными источниками загрязнения бытовыми отходами являются все отходы, образующиеся в результате производственного процесса и деятельности человека. Исследователи выяснили, что загрязнение почв бытовыми отходами приводит к изменению их биологических, химических и физических свойств. Под влиянием загрязнения pH показатель почвы изменился до 6,3. Количество подвижных P_2O_5 , K_2O значительно снизилось по сравнению с нормой [1, с. 5].

Согласно анализу, в последние годы в Узбекистане образуются 100 млн т промышленных отходов, 35 млн т бытовых отходов в год. На полигонах и хранилищах на площади 12 тыс. га хранятся 2 млн т промышленных, строительных и бытовых от-

ходов [2, с. 49]. Кроме того, бытовые отходы содержат высокие концентрации солей, которые подавляют рост растений и отрицательно влияют на состав почвы [3, с. 14]. Техногенные бытовые отходы по-разному попадают в плодородные почвы, влияют на содержащиеся в них питательные вещества (азот, фосфор, калий), активность микроорганизмов и бактерий [4, с. 8].

В результате длительного хранения отходов на свалках токсичное вещество, содержащееся в отходах, всасывается в почву и приводит к ухудшению качества почвы, изменению в худшую сторону ее свойств [5, с. 39]. В зонах хранения отходов происходят различные процессы гниения и брожения. Конечно, эти процессы в основном зависят от температуры наружного воздуха.

Чем выше температура, тем быстрее протекает биологический процесс [6, с. 99–103]. Проблемы, связанные с загрязнением почв, сегодня являются одной из проблем, волнующих весь мир, загрязнение не только влияет на плодородие почв, но и представляет большую угрозу для человека [7, с. 35]. Одним из факторов, оказывающих сильное негативное влияние на почву, являются бытовые отходы. Сырье и материалы в процессе производства или потребления, предметы домашнего обихода, мусор, образовавшийся в результате использования различных продуктов, являются отходами. Их следует хранить в специально оборудованных коллекторах до тех пор, пока они не будут отправлены на утилизацию, переработку или захоронение [8, с. 17].

В результате неправильного использования почвы во всем мире плодородие почвы снижается, а продуктивность резко падает [9, с. 27]. В настоящее время в развитых странах биогаз получают путем захоронения бытовых отходов. Добыча биогаза со свалок помогает очистить окружающую среду и воздух, а также сэкономить энергию в стране [10, с. 38]. Загрязнение почв объясняется морфологическим составом, характеристиками вторичных источников сырья и выбросами вредных веществ в окружающую среду от полигона бытовых отходов [11, с. 3].

Почвы, располагающиеся вокруг бытовых отходов, также могут быть загрязнены тяжелыми металлами. Если почвы загрязнены тяжелыми металлами (Co, Cd, Pb, Hg и As), количество гумуса в почвах может снизиться с 18% до 25%. Это приведет к резкому снижению плодородия почв [12, с. 184]. Следует отметить, что общее содержание биогенных элементов в почвах, загрязненных бытовыми отходами, варьирует: N₂ – 1,9–2,3%, P₂O₅ – 1,2–2,4%, K₂O – 0,8–1,4%, а сухой остаток изменяется на 1,8–3,6% [13, с. 3]. Наличие в почве более или менее общих и подвижных элементов питания зависит от почвообразующих пород, минералов и горных пород, микробиологической активности почвы, а также количества гумуса в составе [13, с. 3, 14, с. 54]. Поэтому при создании системы мероприятий по защите почв от бытовых отходов необходимо учитывать экологические требования, а также учитывать и разрабатывать меры по вторичному использованию бытовых отходов для различных целей.

Многие годы ученые Краснодарского края проводили эксперименты по определению количества гумуса в загрязненных почвах. Результаты эксперимента показали, что на восстановление утраченного количе-

ства гумуса ушло около 40 лет, а за 20 лет количество гумуса варьировало от 0,51% до 0,57% [15, с. 14]. Результаты исследования ученых Университета «Манас» показали, что количество гумуса в загрязненных почвах уменьшилось на 1–1,5%, pH почвы колеблется от 7,50 до 7,35 [10, с. 38–42]. Кроме того, бытовые отходы также влияют на активность некоторых ферментов в почве (фосфатазы, уреазы, протеазы, дезаминазы и арсилсульфатазы). В результате изменения активности ферментов наблюдалось уменьшение количества C и N в почве [16, с. 221–226]. Было обнаружено, что вокруг бытовых отходов размножались паразитические организмы, такие как *Trichocephalus*, *Capillaria* и *Thominx*, принадлежащие к группе нематод *Ascaris sp.*, *Toxocara sp.*, *T. leonina*, *N. vitulorum*, *Metastrongylus sp.*, *Parascaris equorum*, *Nematoda*. Все мы знаем, насколько опасны эти паразитические организмы для жизни человека [17, с. 68–72].

Цель исследования – изучить изменение агрохимических свойств почв вокруг полигона в результате загрязнения и дать научные рекомендации по улучшению агрохимических свойств.

Материалы и методы исследования

Район исследования представляет собой типичный орошаемый серый грунт вокруг полигона в Ахангаронском районе Ташкентской области. Образцы почвы были взяты на следующих координатах (рис. 1): 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.

Отбор и хранение проб для изучения агрохимических свойств почв, загрязненных бытовыми отходами, осуществлялись на основании Межгосударственного стандарта (ГОСТ 26261-84). Пробы отобраны из слоев почвы 0–5 см, 5–20 см, с полигона в Ахангаронском районе Ташкентской области (КА-1), на расстоянии 0,2 км (КА-2), 0,4 км (КА-3), 0,6 км (КА-4), 1 км (КА-5), 2 км (КА-6) от полигона. Содержание P и K в почве определяли по методу ISO-15681 (2018), количество гумуса и углерода – по ГОСТ 26213-91 (2017), pH почвы определяли по ISO-10390.

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно экологическим нормам, нельзя вести сельское хозяйство вокруг полигона,

он должен располагаться вдали от населенных пунктов, а отходы не должны сжигаться. В исследуемой области орошаемое земледелие осуществляется на территориях, прилегающих к полигону, и на этих территориях выращиваются такие культуры, как картофель и пшеница. По результатам исследования определено количество подвижного фосфора и калия в почве (рис. 2).

Загрязнение оказывает прямое и косвенное влияние на содержание питательных и органических веществ в почвах. В то время как прямой эффект заключается в изменении состава и количества органических веществ, а косвенный эффект связан с изменением почвенной биоты, активностью биохимических процессов, а также составом и плодородием растительного покрова. Фосфор содержится в почве в органической и минеральной форме. Растения в основном поглощают фосфор в органической форме.

Согласно результатам, количество подвижного фосфора в образце КА-1 составило 123 мг/кг, которое было взято на полигоне из искусственной массы, накопленной в результате сжигания отходов за годы. Это связано с тем, что отходы собираются на свалке и складываются в течение определенного периода времени. В результате деятельности микроорганизмов их состав претерпевает различные изменения. Определенное количество впитывается в почву. Из-за этого изменяется и количество фосфора в почве.

В следующих образцах КА-2, КА-3, КА-4 его содержание резко снизилось, от 21 до 23 мг/кг. Уменьшение количества фосфора вызвано сжиганием отходов, выбросом в почву вредных химических элементов. В следующих образцах КА-5 и КА-6 составило 34,5 и 46,0 мг/кг соответственно. Эти изменения в почве объясняются влиянием бытовых отходов, выбросом химических элементов и тяжелых металлов в окружающую среду в результате горения в радиусе 200–600 м от полигона.

Содержание подвижного калия также показало аналогичные результаты, согласно которым техногенное массовое содержание калия в отходах составило 308,3 мг/кг (рис. 3). Увеличение количества калия, а затем резкое его уменьшение, как и содержания фосфора, также является результатом попадания химических элементов в почву, претерпевших различные изменения и попадающих в почву в результате горения.

Наименьшее содержание калия установлено в пробе КА-2, которое составляет 208,2 мг/кг, за которым следует 264,2 и 246,2 мг/кг в пробах КА-3 и КА-4 соответственно. В пробах КА-5 и КА-6 содержание подвижного калия составляет 326,2 и 333,2 мг/кг соответственно. Как видно из графика, отмечается нарастающая тенденция к изменению содержания подвижного калия с удалением от полигона бытовых отходов.

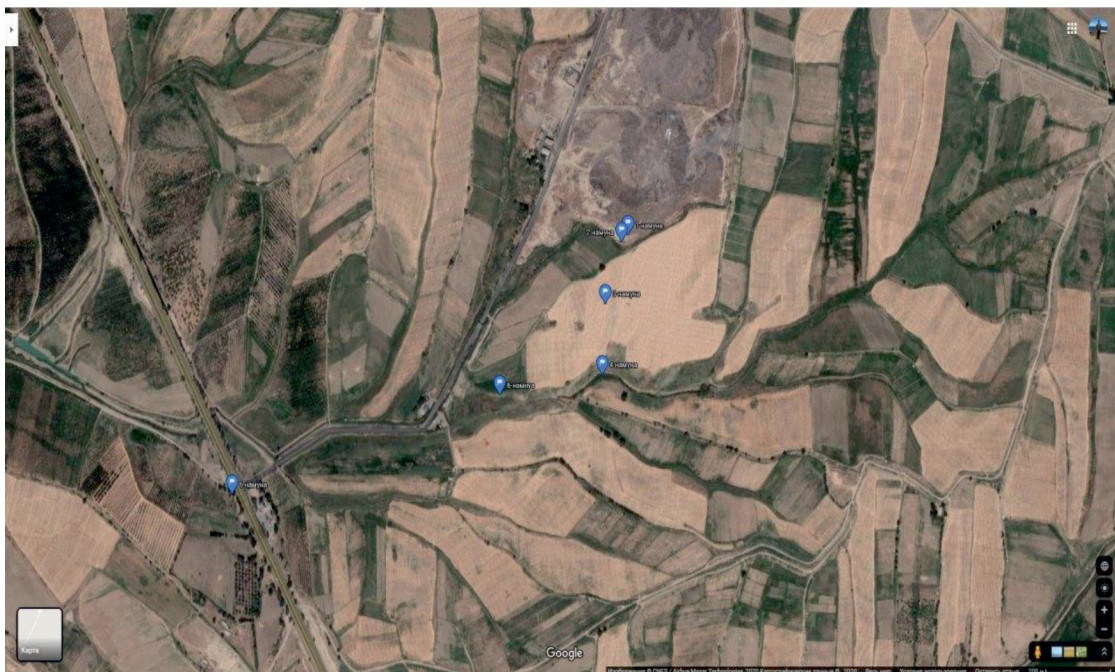


Рис. 1. Места отбора проб почвы на исследуемой территории

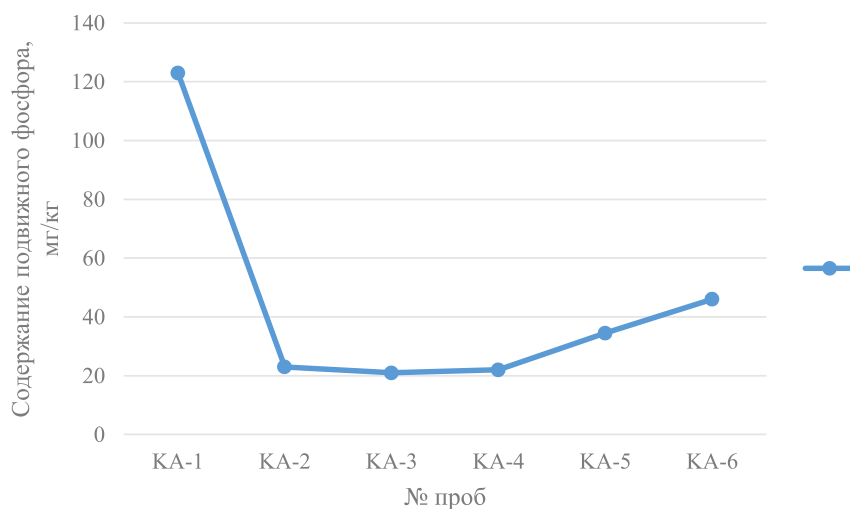


Рис. 2. Изменение количества подвижного фосфора в типичных орошаемых серых почвах, загрязненных бытовыми отходами

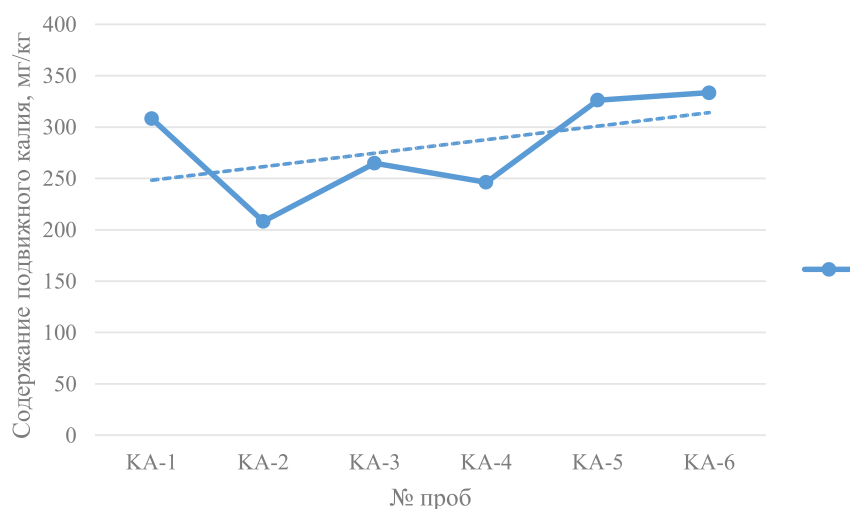


Рис. 3. Изменение содержания подвижного калия в орошаемых типичных серых почвах, загрязненных бытовыми отходами

Органическое вещество в почве состоит из живых организмов, микроорганизмов. Кроме того, органические вещества в почве образуются в результате разложения остатков растений и животных. Растения, их корни и прочее, останки животных также обогащают почву органическими веществами, углеродом, белком и азотом. На орошаемых землях плодородие почвы уравнивается за счет внесения различных подкормок.

Известно, что гумус является одним из важнейших факторов, влияющих на плодородие почвы. Количество гумуса зависит от механического состава почвы, условий почвообразования, вида культуры и технологии возделывания. Гумус прочно связы-

вает минеральные частицы почвы, делая ее структуру зернистой. Почвы с большим количеством гумуса быстро уплотняются, при механической обработке расходуется меньше энергии и энергии, снижается плотность почвы.

На количество гумуса и углерода в почве больше всего влияют отходы, разбросанные вокруг полигона. По результатам, содержание гумуса в пробе КА-1 составило 5,1 %, содержание углерода – 2,99 %, содержание гумуса на фоновой площади в среднем около 1,65 %, содержание гумуса резко увеличено по сравнению с фоновым, а также резко увеличено содержание углерода (рис. 4).

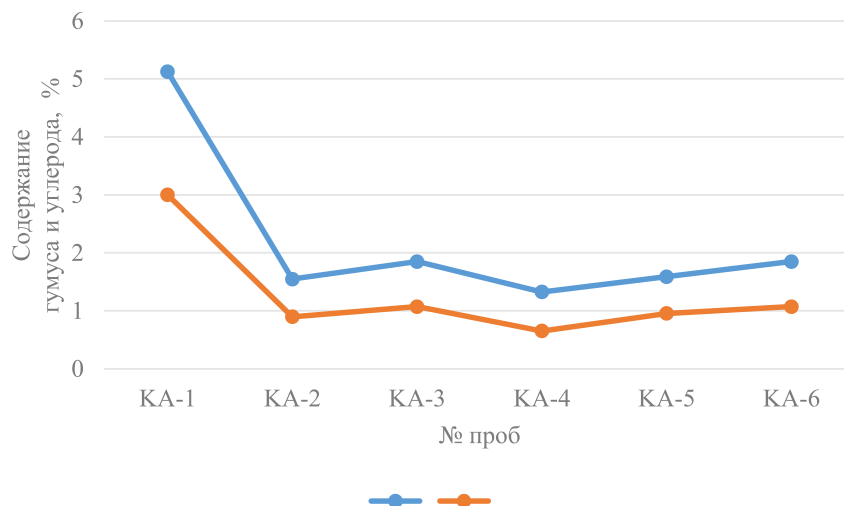


Рис. 4. Изменение количества подвижного гумуса в типичных орошаемых серых почвах, загрязненных бытовыми отходами

Резкое увеличение количества гумуса связано с техногенной массой, накопленной в результате сжигания бытовых отходов на протяжении многих лет, этот гумус не образовывался биологически в присутствии микроорганизмов на основе процесса гумификации. Этот углерод и гумус можно назвать «искусственным углеродом» и «искусственным гумусом». Последующие пробы KA-2, KA-3, KA-4, KA-5, KA-6 содержали 1,3–1,8%. Дальнейшие исследования заключаются в изучении пользы накопленного в почве «гумуса» для растений, процесса их усвоения.

Заключение

В заключение можно сказать, что любые отходы жизнедеятельности влияют на плодородие почвы. Бытовые отходы также влияют на питательные вещества, содержание гумуса и другие свойства почвы. Таким образом, содержание подвижного фосфора, калия и гумуса в почвах, загрязненных бытовыми отходами, резко изменилось с увеличением количества углерода и гумуса в искусственной биомассе, накопленной с годами. Количество подвижного фосфора и калия увеличилось в результате переваривания некоторых бытовых отходов (пищевых отходов) и накопления биомассы, это является признаком загрязнения почвы. Согласно полученным результатам отмечается тенденция к увеличению количества подвижного калия и фосфора с удалением от полигона бытовых отходов. В связи с этим рекомендуется изучить и научно обосновать, являются ли свалки и скопившаяся вокруг них техногенная масса важными или

незначительными для свойств почвы, плодородия и растений.

Список литературы

1. Ботиров Б. Обучение сортировке и переработке отходов в семье является фактором формирования экологической культуры // Вестник экологии. 2016. № 5. С. 5.
2. Важные аспекты организации деятельности государственных инспекторов в сфере переработки отходов // Вестник экологии. 2018. № 1. С. 49.
3. Hargveares J.C., Adl M.S., Warman P.R. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. Agriculture, Ecosystems & Environment. 2008. V. 123. Is. 1–3. P. 1–14.
4. Белоус И.Н., Прудников П.В. Мониторинг радиационной обстановки и плодородия почв пашни Новозыбковской опытной станции // Вестник Брянской ГСХА. 2019. № 1. С. 3–8.
5. Позднякова И.В. Экологическая оценка влияния техногенеза на генетические особенности состава и свойств светло-серых лесных почв // Научный журнал молодых ученых. 2019. № 2 (15). С. 39–46 (39).
6. Leven L., Nyberg K., Schnurer A. Conversion of phenols during anaerobic digestion of organic solid waste – A review of important microorganisms and impact of temperature. Journal of Environmental Management. 2012. V. 95. P. 99–103.
7. Холмунинов Ж., Холмунинов И. Основы эколого-правового регулирования обращения с отходами // Вестник экологии. 2017. № 1. С. 35.
8. Седых В.А., Кашанский А.Д., Химина Е.Г., Карауш П.Ю. Изменение подвижности тяжелых металлов в дерново-подзолистых почвах в зависимости от степени их гумусированности и применения высоких доз органических удобрений // Известия ТСХА. 2011. № 3. С. 17.
9. Малюхин Д.М. Экологические аспекты использования органоминеральных субстратов при рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Санкт-Петербург, 2020. 17 с.
10. Эсенжанова Г.К., Тотубаева Н.Э., Токпаева Ж.К., Талайбекова Г.Т., Кожобаев К.А. Изменения некоторых показателей почв и грунтов города Балыкчи, загрязненных нефтепродуктами после ремедиации // Экологические биотехнологии. 2019. № 2. С. 38–42.

11. Назарько М.Д., Лобанов В.Г. Действие интенсивного окультуривания на биохимические микробиологические показатели плодородия почвы. // Известия вузов, Пищевая технологи. 2005. № 4. С. 3.
12. Зинковская Т.С., Зинковский В.Н., Сорокина В.Н., Шапаронян Л.А. Основные загрязнители осушаемых почв и факторы снижения их негативного влияния на плодородие почвы. Тверь: ФГБНУ ВНИИМЗ, 2018. С. 181–184.
13. Лиллепярг Е.Р. Методика определения энергетического потенциала полигонов твердых бытовых отходов: автореф. дис. ... канд. тех. наук. Санкт-Петербург, 2004. 19 с.
14. Бердиев Т.Т. Химическое состояние, физико-химические свойства и способы повышения плодородия орошаемых почв пустынного района Сурхан-Шерабадского оазиса: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. 2014. 54 с.
15. Бушнеев А.С., Тишков Н.М. Изменение содержания гумуса и агрохимических свойств чернозема выщелоченного при длительном применении различных систем основной обработки почвы в севообороте с масличными культурами. // Бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2014. Вып. 1 (157–158). С. 14–27.
16. Perucci P. Effect of the addition of municipal solid-waste compost on microbial biomass and enzyme activities in soil. *Biology and Fertility of soils*. 1990. V. 10. P. 221–226.
17. Романова Е.М., Любомирова В.Н., Шадыева Л.А. Оценка уровня биологической опасности почв несанкционированных свалок бытовых отходов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. С. 69–75.

СТАТЬЯ

УДК 57.047

**ПОКАЗАТЕЛИ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ *ARTEMISIA ANNUA* L.,
MATRICARIA CHAMOMILLA L. И *TANACETUM VULGARE* L.
В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ
И В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ**

^{1,2}Рахматуллина Н.Ш., ²Акиншина Н.Г., ²Азизов А.А., ¹Раджабова Г.Г.¹Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент;²Центр передовых технологий при Министерстве инновационного развития
Республики Узбекистан, Ташкент, e-mail: rakhmatullina.nigina@mail.ru

В статье представлены результаты изучения активности супероксиддисмутазы (СОД), пероксидазы и содержания малонового диальдегида (МДА) в зелёной массе лекарственных растений (*Artemisia annua* L., *Matricaria chamomilla* L., *Tanacetum vulgare* L.), произрастающих в естественном ареале и в городе. Эксперименты по аутоокислению адреналина в растениях показали, что активность СОД для полыни однолетней, произрастающей в горной местности, составила $0,45 \pm 0,006$ мМ/мин, у растений в городе – $0,57 \pm 0,005$ мМ/мин; для ромашки аптечной $0,65 \pm 0,007$ мМ/мин и $0,593 \pm 0,005$ мМ/мин; для пижмы обыкновенной $0,5 \pm 0,004$ и $0,8 \pm 0,003$ мМ адреналина/мин соответственно. Результаты исследования активности пероксидазы показали, что растения городской среды отличались повышением активности фермента по сравнению с растениями, произрастающими в горной местности. Содержание МДА в полыни в городе и естественных условиях составило 1,2–1,3 мкг/г сырого веса, у ромашки МДА в условиях городской среды был в 1,6 раз выше по сравнению с горными растениями, в листьях пижмы естественных мест обитания МДА был в 3 раза больше по сравнению с растениями городской среды. Таким образом, система ферментов антиоксидантной защиты лекарственных растений по-разному реагирует на среду обитания – условия естественного произрастания или город.

Ключевые слова: лекарственные растения, стресс, супероксиддисмутаза, пероксидаза, малоновый диальдегид

**INDICATORS OF ANTIOXIDANT SYSTEM OF *ARTEMISIA ANNUA* L.,
MATRICARIA CHAMOMILLA L., AND *TANACETUM VULGARE* L.
UNDER NATURAL GROWING CONDITIONS AND IN THE URBAN ENVIRONMENT**

^{1,2}Rakhmatullina N.Sh., ²Akinshina N.G., ²Azizov A.A., ¹Radzhabova G.G.¹National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Uzbekistan, Tashkent;²Centre for Advanced Technologies under the Ministry of Innovative Development
of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, e-mail: rakhmatullina.nigina@mail.ru

The article presents the results of the activity of superoxide dismutase (SOD), peroxidase and the content of malondialdehyde (MDA) in the green mass of medicinal plants (*Artemisia annua* L., *Matricaria chamomilla* L., *Tanacetum vulgare* L.) growing in the natural area and in the city. Experiments on the autooxidation of adrenaline in plants have shown that the SOD activity for wormwood growing in mountains was 0.45 ± 0.006 mM / min, for plants in the city – 0.57 ± 0.005 mM / min; for pharmacy chamomile 0.65 ± 0.007 mM / min. and 0.593 ± 0.005 mM / min; for common tansy 0.5 ± 0.004 and 0.8 ± 0.003 mM adrenaline / min, respectively. The results of the study of the activity of peroxidase showed that the plants of the urban environment were distinguished by an increase in the activity of the enzyme in comparison with plants growing in the highlands. The MDA content in wormwood in the city and in mountains was 1.2-1.3 μM/g of wet weight; in chamomile, MDA in an urban environment was 1.6 times higher than in mountain plants; in tansy leaves of the natural habitats of MDA was 3 times more in comparison with the plants of the urban environment. Thus, the system of antioxidant defense enzymes of medicinal plants reacts differently to the habitat, natural growth or city.

Keywords: medicinal plants, stress, superoxide dismutase, peroxidase, malondialdehyde

Флора Узбекистана богата лекарственными растениями, в настоящее время изучены и описаны более 400 видов [1], из них 112 видов зарегистрированы для применения в научной медицине, из которых 70 видов растений активно используются в фармацевтической промышленности [2]. Известно, что терапевтический эффект лекарственных растений зависит от содержания в них биологически активных соединений: алкалоидов, гликозидов, лактонов,

дубильных веществ, проантоцианидинов и др. [1]. Целебные свойства лекарственных растений на протяжении столетий подвергаются всестороннему изучению как в условиях естественного ареала их обитания, так и на экспериментальных базах и промышленных плантациях. Отметим, что природные ареалы лекарственных растений сокращаются из-за изменения климата и в связи с интенсивным освоением природных территорий, в то же время по-

требность в лекарственном сырье растёт. В связи с этим изучение влияния условий среды на физиологические характеристики и лекарственные свойства растений приобретает особую актуальность.

Дефицит влаги, засоленность почв, экстремально высокие температуры, недостаток или избыток света негативно сказываются на росте и развитии растений, создавая стрессовые условия. Одной из первых реакций на стресс является продукция активных форм кислорода (АФК). Обладая высокой реакционной способностью АФК вступают во взаимодействие со структурными элементами клеток и биологически активными веществами. В результате нарушается целостность и функциональность клетки. В процессе эволюции в растениях сформировалась антиоксидантная система (АОС) защиты для обезвреживания свободных радикалов. Антиоксидантная система растений состоит из ферментов (супероксиддисмутазы, каталазы, пероксидазы и др.) и низкомолекулярных антиоксидантов, таких как аскорбиновая кислота, токоферол, глутатион. Супероксиддисмутаза катализирует превращение супероксидных радикалов в перекись водорода, каталаза и пероксидаза утилизируют перекись водорода и тем самым являются ключевой линией защиты от токсического действия АФК. Ферменты уменьшают содержание свободных радикалов в клетке и не позволяют образоваться гидроксильному аниону [3]. Малоновый диальдегид (МДА) является конечным продуктом перекисного окисления липидов (ПОЛ) и характеризует процесс окисления липидов в клетке.

В ряде исследований отмечается активация ферментов АОС, в том числе каталазы, СОД и ПОД в ответ на увеличение АФК у *Potentilla saundersiana*, *Kobersia pygmaea*, *Withania somnifera* и *Phyllanthus amarus* [4]. Засоление приводит к значительному возрастанию общей активности СОД, ПОД, КАТ в листьях и корнях *Hyssopus officinalis* [5]. Также отмечена индукция окислительного стресса и рост активности ферментов антиоксидантной системы (СОД, ПОД, КАТ) при засухе [6].

Вместе с тем реакции лекарственных растений ферментов АОС и общие закономерности ответа на комплекс факторов местообитания изучены недостаточно. Цель данного исследования – определение содержания МДА и изучение зависимости изменения активности СОД и ПОД у дикорастущих и произрастающих в условиях городской среды лекарственных растений (*Artemisia annua*, *Matricaria chamomilla*, *Tanacetum vulgare*).

Материалы и методы исследования

Объектами исследования являлись лекарственные растения трех видов – *Artemisia annua*, *Matricaria chamomilla* и *Tanacetum vulgare*.

Полынь однолетняя (*Artemisia annua*) – травянистое растение семейства *Asteraceae*. Встречается повсеместно плотно сформированными группами в зонах умеренного и субтропического климата, относится к ксеромезогалофитам, гелиосциофитам, предпочитает нейтральные почвы [7].

Ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla*) – однолетнее травянистое растение семейства *Asteraceae*. Мезофит, гелиофит. Ромашка аптечная относится к светолюбивым растениям умеренного климата, широко распространена в Южной и Восточной Европе, Северной и Западной Азии [8].

Пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare*) – многолетнее травянистое растение семейства *Asteraceae* с характерным камфорным запахом. Ксерофит, гелиофит. Пижма отличается высокой степенью адаптивности, хорошо приживается на легких землях с большим количеством песка, предпочитает дренированные песчаные и супесчаные почвы. Встречается повсеместно небольшими группами [9].

Образцы растений отбирались в период вегетации 2018–2019 гг. в г. Ташкенте и в естественных местообитаниях горных районов Ташкентской области. Естественные условия произрастания исследуемых растений отличаются высокой инсоляцией, низкой водообеспеченностью и повышенной влажностью воздуха. Ташкент расположен на высоте 400–500 м над уровнем моря, природные сообщества ромашки были примерно на той же высоте, а полынь и пижма произрастали в горных районах на высоте 1100–1500 над уровнем моря.

Сбор образцов растений осуществлялся в утренние часы. Эксперименты проводились на свежесобранных растениях.

Активность супероксиддисмутазы определяли по ингибированию супероксидрадикала в реакции аутоокисления адреналина в щелочной среде *in vitro* при длине волны 347 нм с некоторыми модификациями [10]. Для этого к 2 мл 0,2 М бикарбонатного буфера, pH = 10,65, добавляли 0,1 мл 0,1 % (5,46 мМ) аптечного раствора адреналина гидрохлорида, тщательно и быстро перемешивали, помещали в спектрофотометр Cary UV 60 и определяли оптическую плотность через 30 с в течение 5 мин при длине волны 347 нм в кварцевой кювете толщиной 10 мм. Далее к 2 мл буфера (pH = 10,65)

добавляли 0,1 мл источника фермента (растительный гомогенат), и 0,1 мл 0,1 % адреналина гидрохлорида, перемешивали и измеряли оптическую плотность, как описано выше (D2).

Гомогенат для определения СОД получали следующим образом: 100 мг листьев растений растирали в фарфоровой ступке с 1 мл 10 мМ трис HCl (pH 7,8). Центрифугировали при 7000 g при температуре +2, +4 °C в течение 15 мин. Полученный супернатант использовали как источник фермента.

Для исключения влияния собственной окраски экстрактов в качестве контрольной пробы использовали буферированный раствор экстракта, без адреналина.

Активность пероксидазы определяли по [11]. При приготовлении растительного материала навеску свежих листьев 200 мг растирали в ступке в ацетатном буфере pH 4,7 и переносили в мерную колбу на 50 мл. После 10 мин настаивания с периодическим помешиванием, в результате чего пероксидаза переходила в раствор, вытяжку центрифугируют при 4000–5000 об/мин. Надосадочную жидкость использовали для определения активности фермента.

В две кюветы вносят по 2,0 мл ферментного раствора, раствор бензидина в ацетатном буфере и воду. Измерения проводили на спектофотометре при 700 нм, принимая начальное значение оптической плотности опытной пробы за ноль. После добавления 0,03 % перекиси водорода момент достижения экстинкции $E = 0,125$ или $0,250$, фиксировали данные.

Определение малонового диальдегида осуществляли по модифицированному протоколу [12]: 100 мг растительного материала гомогенизировали в 2 мл 20 % трихлоруксусной кислоты (ТХУК). Полученный

гомогенат центрифугировали 15 мин при 10000g, $t = 4$ °C. К 0,5 мл супернатанта добавляли 1,5 мл 0,5 % тиобарбитуровой кислоты (ТБК), растворенной в 20 % ТХУК. Образцы опытных проб инкубировали на водяной бане при 95 °C в течение 30 мин. Для исключения влияния собственной окраски экстрактов нами был поставлен контроль без ТБК, к 0,5 мл супернатанта добавляли 1,5 мл 20 % ТХУК.

После инкубации пробы охлаждали на ледяной бане и проводили измерения контрольных и опытных проб при длинах волн 532 нм и 600 нм на комбинированном ридере для микропланшет Synergy HT.

Статистическая обработка данных проводилась в программе Origin 8.6 (Microcal Software Inc., Northampton MA). При оценке достоверности различий показателей использовали t-критерий Стьюдента. Различия считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты измерений показали, что у растений, произрастающих в условиях городской среды, наблюдалось повышение активности ферментов АОС по сравнению с растениями из естественных местообитаний. У полыни однолетней, произрастающей в городских условиях, активность СОД в 1,3 раза выше по сравнению с горными образцами, $0,57 \pm 0,005$ и $0,45 \pm 0,006$ мМ адреналина/мин соответственно. Активность пероксидазы в условиях города была выше в 1,8 раз ($0,034 \pm 0,004$ у.е.) относительно горных растений ($0,019 \pm 0,003$ у.е.). Не выявлено статистически достоверных отличий в количестве МДА у полыни однолетней в условиях городской среды и в естественных местообитаниях (рис. 1).

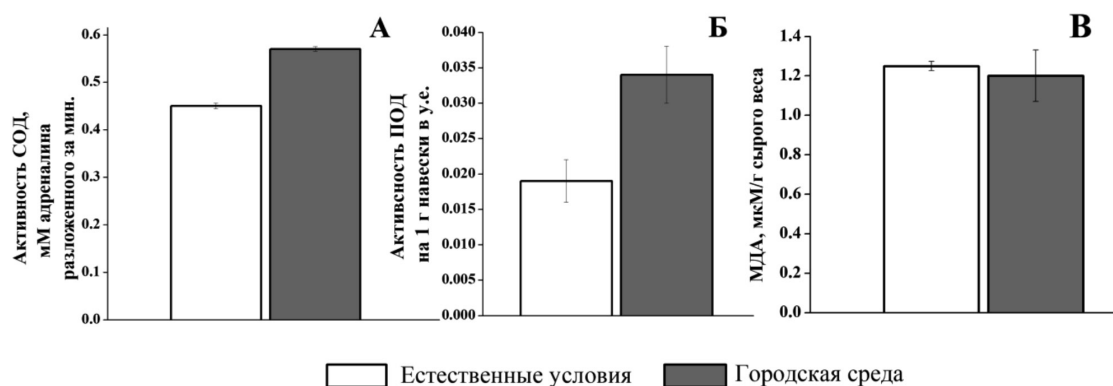


Рис. 1. А. Активность СОД (мМ адреналина разложенного за минуту).
Б. Активность ПОД (на 1 г навески в у.е.). В. Содержание МДА (мкМ/г сырого веса)
в листьях городской и дикорастущей *Artemisia annua*. $n = 8$, $p < 0,05$

Скорость окисления адреналина в образцах листьев дикорастущей ромашки аптечной составила $0,65 \pm 0,007$ мМ адреналина/мин, в то время как у городских растений активность СОД снижалась на 10% и составила $0,59 \pm 0,005$ мМ адреналина/мин. Активность пероксидазы у *Matricaria chamomilla*, выращенной в черте города составила $0,007 \pm 0,0003$ у.е., а у дикорастущих растений этот показатель был $0,002 \pm 0,0002$. Количество МДА в растениях в условиях городской среды было в 1,6 раз выше по сравнению с горными образцами (рис. 2).

Эксперименты по определению супероксиддисмутазной активности в листьях пижмы обыкновенной показали, что в условиях естественного произрастания активность СОД была выше в 1,5 раза по сравнению с растениями, собранными в условиях городской среды, и составила $0,5 \pm 0,004$ и $0,8 \pm 0,003$ мМ адреналина/

мин соответственно. Активность пероксидазы для растений, произрастающих в черте города, составила $0,029 \pm 0,005$ у.е., а для дикорастущих – $0,02 \pm 0,004$ у.е. Выявлено, что содержание МДА в листьях дикорастущей пижмы было в 3 раза больше по сравнению с растениями, произрастающими в городской среде (рис. 3).

Известно, что под действием стресса в ответ на генерацию АФК происходит активация антиоксидантной системы организма, при этом информация об активности отдельных ферментов весьма противоречива. Так, активность СОД при действии неблагоприятных факторов меняется разнонаправленно; в одних случаях отмечено ее увеличение, в других – снижение, что зависит от напряженности действия стрессового фактора (интенсивности и длительности воздействия), от восприимчивости организма, стадии развития растений и др. [13].

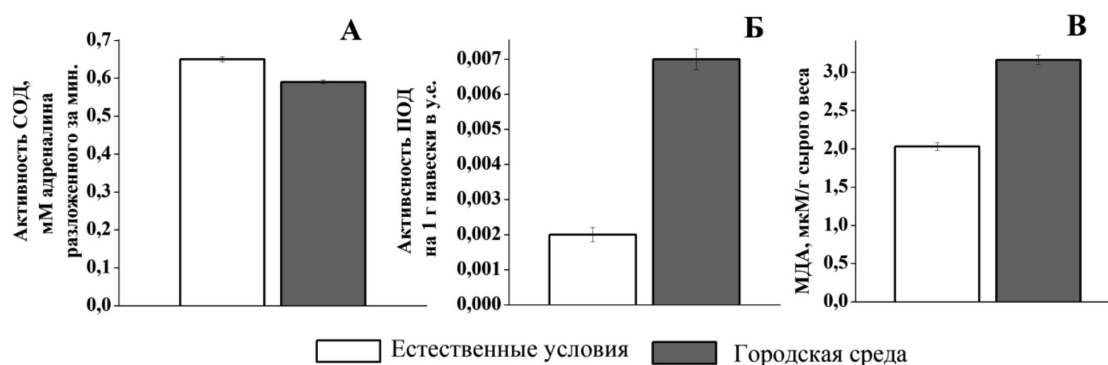


Рис. 2. А. Активность СОД (мМ адреналина разложенного за минуту). Б. Активность ПОД (на 1 г навески в у.е.). В. Содержание МДА (мкМ/г сырого веса) в листьях городской и дикорастущей *Matricaria chamomilla*. $n = 8$, $p < 0,05$

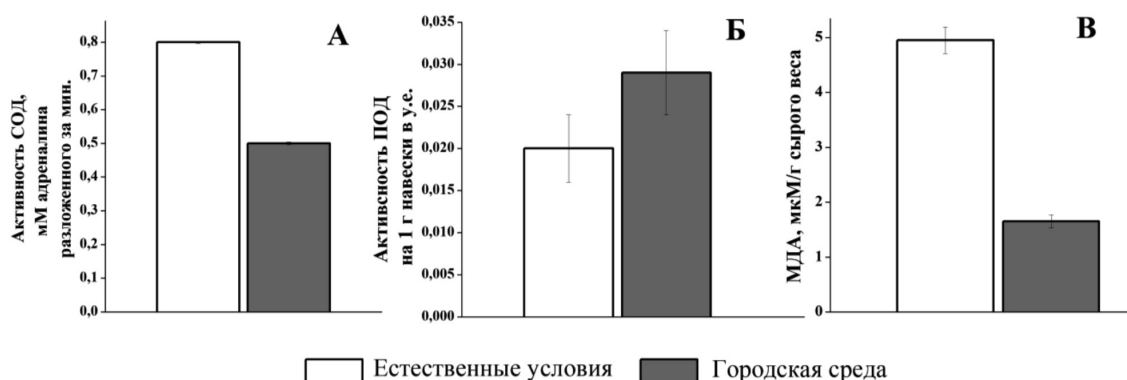


Рис. 3. А. Содержание МДА (мкМ/г сырого веса) в листьях городской и дикорастущей *Tanacetum vulgare*. Б. Активность СОД (мМ адреналина разложенного за минуту). В. Активность ПОД (на 1 г навески в у.е.); $n = 8$, $p < 0,05$

Наблюдаемое повышение активности СОД и ПОД в листьях *Artemisia annua* в условиях городской среды, вероятно, указывает на развитие стрессовой реакции в ответ на воздействие загрязнения, сухости воздушной среды и высоких температур в городе. Подобная реакция отмечается во многих исследованиях. Так, в неблагоприятных условиях, например при повышенном содержании солей в среде [5], отсутствии регулярного полива [6], при высоких температурах [14] происходит повышение активности СОД. При этом, эффективная работа супероксиддисмутазы и пероксидазы привела к тому, что уровень ПОД у городских растений сохранялся на том же уровне, как и у растений в естественных местообитаниях.

В экспериментах по определению активности СОД у *Matricaria chamomilla* не было зафиксировано статистически достоверных отличий в условиях природного ареала и города. Вместе с тем активность ПОД была выше у растений в городе, что обуславливается действием неблагоприятных факторов, характерных для г. Ташкента. Так, в условиях антропогенной нагрузки было выявлено, что клетки *Matricaria chamomilla* подвергаются более сильному повреждению наряду с другими растениями, что проявляется увеличением количества оснований Шиффа и диеновых конъюгатов на 40–60% по сравнению с контролем [15]. На активность ферментов АОС также влияет устойчивость растений: так в условиях недостатка влаги у засухоустойчивого сорта пшеницы активность СОД вдвое превышала контрольные значения, в то время как у неустойчивого была в 2 раза ниже, чем в контроле [16]. Высокий уровень МДА у городской ромашки коррелирует с данными активности СОД.

Активность СОД у *Tanacetum vulgare*, произрастающей в условиях города, была снижена по сравнению с горными растениями, а активность пероксидазы была повышена у городских растений. В условиях стресса активность СОД может не только повышаться, но и снижаться, например при длительном и интенсивном воздействии солевого стресса, теплового стресса, при водном дефиците и др. [13]. На фоне несогласованной работы ферментов АОС в растениях, собранных в естественном ареале, наблюдалось увеличение количества МДА. Полученные результаты позволяют предположить, что низкий уровень МДА в городских растениях относительно горных поддерживается за счет работы ПОД, а также других систем АОС.

Таким образом, можно заключить, что антиоксидантная система исследованных

лекарственных растений по-разному реагирует на условия окружающей среды. Показатели уровней активности ферментов АОС могут быть использованы в практических целях в качестве маркеров устойчивости в конкретных условиях обитания или культивирования.

Список литературы

1. Курмуков А.Г. Лекарственные растения Средней Азии: Узбекистан и Кыргызстан / Под ред. С. Айзенмана, Д.Э. Заурова, К.Т. Шалпыкова, Л.Б. Струве. 2014. DOI:10.1007/978-1-4614-3912-7_5.
2. Приказ Президента Республики Узбекистан от 10 апреля 2020 г. № ПП4670 «О мерах по охране, культурному выращиванию, переработке дикорастущих лекарственных растений и рациональному использованию имеющихся ресурсов» [Электронный ресурс]. URL: <https://lex.uz/docs/4785263> (дата обращения: 12.05.2020).
3. Farooq M.A., Niazi A., Akhtar J., Saifullah, Farooq M., Sourie Z., Karimie N., Rengel Z. Acquiring control: The evolution of ROS-Induced oxidative stress and redox signaling pathways in plant stress responses. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2019. V. 141. P. 353–369.
4. Takshak S., Agrawal S.B.: Effect of ultraviolet-B radiation on biomass production, lipid peroxidation, reactive oxygen species, and antioxidants in *Withania somnifera*. *Biol. Plant.* 2014. V. 58. P. 328–334.
5. Jahantigh O., Najafi F., Badi H. N., Khvari-Nejad R., Sanjarian F. Changes in antioxidant enzymes activities and proline, total phenol and anthocyanine contents in *Hyssopus officinalis* L. plants under salt stress. *Acta Biologica Hungarica*. 2016. V. 67 (2) P. 195–204. DOI: 10.1556/018.67.2016.2.7.
6. Wang W., Xia M.X., Chen J., Yuan R., Deng F.N., Shen F.F. Gene expression characteristics and regulation mechanisms of superoxide dismutase and its physiological roles in plants under stress// *Biochemistry (Moscow)*. 2016. V. 81. P. 465–480. DOI: 10.1134/S0006297916050047.
7. Malik S., Hayat M.Q., Ashraf M. Taxonomic Implications of *Artemisia annua* L. In: Aftab T., Ferreira J., Khan M., Naeem M. (eds) *Artemisia annua – Pharmacology and Biotechnology*. Springer, Berlin, Heidelberg. 2014. P.95–112. DOI: 10.1007/978-3-642-41027-7_6.
8. Lim T.K. *Matricaria chamomilla*. In: *Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants*. 2014. Springer, Dordrecht. P. 397–431. DOI: 10.1007/978-94-007-7395-0_25.
9. Jasion M., Samecka-Cymerman A., Kolon K., Kempers A.J. *Tanacetum vulgare* as a Bioindicator of Trace-Metal Contamination: A Study of a Naturally Colonized Open-Pit Lignite Mine. *Arch Environ Contam Toxicol*. 2013. № 65. P. 442–448. DOI: 10.1007/s00244-013-9922-4.
10. Сирота Т.В. Способ определения антиоксидантной активности супероксиддисмутазы и химических соединений // Патент РФ № 2144674. Заявлено 1999.02.24; опубл. 20.01.2000.
11. Luck M. Peroxidase. In: Bergmeyer H. V., editor. *Methods of Enzymic Analysis*. New York, NY, USA: Academic Press. 1963. P. 895–897.
12. Heath P.L., Packer L. Protoperoxidation in isolated chloroplasts: kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Arch. Biochem. Biophys.* 1968. P. 189–198.
13. Бараненко В.В. Супероксиддисмутаза в клетках растений // *Цитология*. 2006. Т. 48. № 6. С. 465–474.
14. Del Río L.A., Corpas F.J., López-Huertas E., Palma J.M. Plant Superoxide Dismutases: Function Under Abiotic Stress Conditions. *Antioxidants and Antioxidant Enzymes in Higher Plants*. 2018. P. 1–26. DOI: 10.1007/978-3-319-75088-0_1.
15. Петухов А.С., Христин Н.А., Петухова Г.А. Перекисное окисление липидов в клетках растений в условиях городской среды // *Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2018. Т. 26. № 1. С. 82–90. DOI: 10.22363/2313-2310-2018-26-1-82-90.
16. Mamenko T.P., Yaroshenko O.A. Response of antioxidant system in contrasting by drought resistance winter wheat cultivars to water deficit. *Fiziol. Biochim. Kult. Rast.* 2012. V. 44 (4). P. 323–330 (in Ukrainian).

СТАТЬЯ

УДК 631.481./452

**ИЗМЕНЕНИЕ И ЗАПАСЫ ГУМУСА И ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ОРОШАЕМЫХ АДЫРНЫХ ПОЧВАХ****Турсунов Ш.Т., Исмонов А.Ж., Кораев А.Х., Мирсадилов М.М.,
Бобоноров Б.Б., Турсунова Г.Х.***Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ташкент,
e-mail: abduvahob60@mail.ru*

В статье приведена информация о запасах гумуса и питательных элементов орошаемых типичных и светлых сероземов, сформированных на различных отложениях бассейна реки Касансай, а также изложены сведения об изменении их количественного состава под влиянием орошения и обработки почв. Почвы подвержены ирригационной эрозии в слабой степени. В почвах, сформированных на подгорных покатых равнинах и конусах выноса, иногда встречается слабое засоление. По полученным данным отмечено, что увеличение запасов гумуса и питательных элементов на староорошаемых типичных сероземах относительно выше по сравнению с новоорошаемыми и новоосвоенными почвами. На староорошаемых типичных сероземах в верхней части Касансайского конуса запасы гумуса верхнего слоя составляют 111,5 т/га, а на новоосвоенных типичных сероземах 56,6 т/га. А на адырах на таких же почвах (староорошаемых) запасы гумуса в верхнем слое составляют в среднем 108,8 т/га, на новоорошаемых типичных сероземах 104,6 т/га, а на новоосвоенных почвах запасы гумуса составляют 109,6 т/га. В верхнем слое староорошаемых светлых сероземов в среднем составляют 90,1 т/га, а на новоорошаемых светлых сероземах их запас в среднем равен 55,6-69,6 т/га, а на новоосвоенных 54,5 т/га. Таким образом, содержание запасов гумуса на типичных и светлых сероземах района зависит от орошения и агротехники культур. Кроме этого, по нашим наблюдениям выявлено, что концентрация валового гумуса и других питательных элементов происходит в типичных и светлых сероземах на пролювиальных, пролювиально-аллювиальных отложениях в различной степени.

Ключевые слова: орошаемые типичные и светлые сероземы, гумус, подвижный фосфор и калий, запасы, адыры**CHANGE AND RESERVES OF HUMUS AND NUTRIENTS
IN IRRIGATED ADYR SOILS****Tursunov Sh.T., Ismonov A.J., Koraev A.Kh., Mirsadikov M.M.,
Bobonorov B.B., Tursunova G.Kh.***Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Tashkent, e-mail: abduvahob60@mail.ru*

The article presents the stocks of humus and nutrients, irrigated typical and light gray soils, formed on various deposits of the Kasansay river basin, and also describes the change in their quantitative composition under the influence of irrigation and soil cultivation. The soils are subject to a weak degree of irrigation erosion. In soils formed on sloping foothill plains and fan cones, weak salinity sometimes occurs. According to the data obtained, it was noted that the increase in the reserves of humus and nutrients on old-irrigated typical sierozem soils is relatively higher compared to newly irrigated and newly developed soils. On the old-irrigated typical gray soils in the upper part of the Kasansay alluvial fan, the humus reserves of the upper layer are 111.5 t/ha, and on the newly developed typical gray soils – 56.6 t/ha. And on adyrs, on the same soils (old-irrigated), humus reserves in the upper layer averaged 108.8 t/ha, on newly irrigated typical sierozem soils 104.6 t/ha, and on newly developed soils, humus reserves are 109.6 t/ha. In the upper layer of old-irrigated light gray soils, on average, it is 90.1 t/ha, and on newly-irrigated light gray soils, their reserve is on average 55.6-69.6 t/ha, and on newly developed ones, 54.5 t/ha. Thus, the content of humus reserves in typical and light gray soils of the region depends on irrigation and agricultural technology. In addition, according to our observations, it was revealed that the concentration of bulk humus and other nutrients occurs in typical and light gray soils on proluvial, proluvial-alluvial deposits to varying degrees.

Keywords: irrigated typical and light gray soils, humus, mobile phosphorus and potassium, reserves, adirs

На сегодняшний день в мире из-за таких проблем, как изменение климата и деградация земельных ресурсов, вопросы производства продуктов питания и обеспечения их безопасности остаются актуальными. По данным международной организации ФАО, «на сегодняшний день одна треть почвенного покрова мира в различной степени подвержена процессам деградации, и каждую минуту 10 гектаров почв подвергается деградации, а на 23 гектарах земель наблюдается процесс опустынивания» [1]. С учетом вышеизло-

женного разработка научно обоснованных мероприятий, направленных на определение и предотвращение таких деградационных процессов, как снижение содержания гумуса и питательных элементов, ускорение процессов почвенной эрозии, проявление засоления, а также других негативных процессов, возникающих в почвенном покрове адыров в результате орошения, является одной из важнейших задач.

Актуальность темы. В стратегии действий развития Республики Узбекистан в 2017–2021 гг. определены важные задачи:

«...дальнейшее улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель, развитие сети мелиоративных и ирригационных объектов, широкое внедрение в сельскохозяйственное производство интенсивных методов, прежде всего современных водо- и ресурсосберегающих агротехнологий» [2]. По этой причине исследование происхождения, формирования и развития адырных почв, определение их свойств и изменения плодородия под влиянием орошения, а также разработка соответствующих комплексных мероприятий приобретают важное значение.

В исследовании запланировано выполнение задач, предусмотренных в Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан от 20 октября 2018 года № 841 «О мерах по реализации Национальных целей и задач в области устойчивого развития на период до 2030 года», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Целью исследований является определение изменения свойств адырных почв, развитых в условиях сложного рельефа, под влиянием орошения, а также разработка научных решений по эффективному использованию данных почв.

Материалы и методы исследования

Объектом исследований выбраны орошаемые типичные и светлые сероземы, распространенные на адырах бассейна реки Касансай, Касансайского района Наманганской области. В исследованиях использованы сравнительные, генетико-географические и химико-аналитические методы. При проведении почвенно-полевых исследований и камерально-аналитических работ использованы разработанные методы в НИИПА [3].

Результаты исследований и их обсуждение

Адыры бассейна реки Касансай сложены конгломератами, песчаниками и мергелистыми суглинками, перекрытыми лессами или лессовидными суглинками. Сложение адыров рыхлыми осадочными породами способствует сильному размыву и расчленению поверхности временными водотоками. Ниже адыров, а иногда и между ними, в различных почвенно-климатических зонах располагаются подгорные равнины, сформированные пролювием более мелких конусов выноса рек разного возраста и слившимися с ними волнистыми лессовыми поверхностями. Равнины расчленены сухими галечниковыми руслами саев, которые заполняются водой в весенний период. Орошаемые типичные сероземы занимают

выровненные участки на лессовых предгорьях Кураминского хребта, на Чуст-Папской гряде адыров и на конусах выноса Касансай. Почвообразующими породами служат пролювиально-делювиальные и аллювиально-пролювиальные облессованные, реже скелетно-мелкоземистые отложения [4].

Из-за орошения и обработки плотность орошаемых почв адыров выше относительно целинных почв, так как в результате орошения происходит проседание грунта, и вместе с этим наблюдается снижение их порозности. Плотность типичных сероземов сильно изменяется в результате орошения, и в 10-см слое составляет 1,28 г/см³, а в светлых сероземах плотность равна 1,23 г/см³, в нижних горизонтах соответственно до 1,36 и 1,37 г/см³, а в 30–50 см слое соответственно до 1,46–1,47 и 1,51–1,57 г/см³. Следует особо отметить, что степень плотности типичных и светлых сероземов непосредственно связана с обработкой и влажностью почв. Знание содержания гумуса и питательных элементов в почвах и изучение их изменения под влиянием орошения и агротехнической обработки почв играет большую роль в управлении почвенными процессами.

По утверждениям Б.В. Горбунова и других исследователей, если в первое десятилетие запасы гумуса преобладают в основном в пахотном горизонте освоенных почв, то в последующие годы этот процесс частично изменяется, и наблюдается частичная аккумуляция запасов гумуса в подпахотном горизонте. Как известно мощность гумусного горизонта и увеличение его содержания – долгий продолжительный процесс, который протекает в результате внесения удобрений, орошения земель и других видов обработки почв [5–8].

Приведены данные о запасах гумуса и питательных элементов в 0–100-см слое орошаемых типичных и светлых сероземов адырной зоны, которые используются в земледелии с различных времен. На староорошаемых типичных сероземах, распространенных в верхней части Касансайского конуса выноса, сформированных на пролювиально-аллювиальных отложениях массива им. Ш.Р. Рашидова пояса типичных сероземов, содержание гумуса по почвенным горизонтам составляет до 0,45–0,95%, запасы до 111,5 т/га, содержание общего азота 0,041–0,075%, запасы – 9,85 т/га, содержание общего фосфора – 0,118–0,210%, запасы – 24,28 т/га, содержание подвижного фосфора – 6,67–10,04 мг/кг, запасы – 0,103 т/га, общего калия – 2,06–2,70%, запасы – 340,1 т/га, подвижного калия – 78–140 мг/кг, а запасы составляют – 1,511 т/га.

На новоосвоенных типичных сероземах, распространенных на подгорных покатых равнинах, сформированных на лессовидно-пролювиальных отложениях массива, содержание гумуса по профилю почв составляет 0,27–0,55%, запасы – 56,6 т/га, содержание общего азота – 0,022–0,039%, запасы – 4,96 т/га, общего фосфора – 0,057–0,135%, запасы – 14,52 т/га, общего фосфора – 2,03–4,67%, запасы – 0,045 т/га, общего калия – 1,63–2,13%, запасы – 290,1 т/га, подвижного фосфора 63–165 мг/кг, запасы составляют 1,85 т/га.

На староорошаемых типичных сероземах, распространенных на сильно складчатых волнистых равнинах Наманганской системы адыров, сформированных на лессовидных отложениях массива Бухара, содержание гумуса по горизонтам почв колеблется до 0,20–1,25%, запасы – 108,8 т/га, содержание общего азота равно 0,022–0,083%, запасы общего азота составляют – 5,75 т/га, содержание общего фосфора на данных почвах равно 0,155–0,243%, а запасы составляют 26,16 т/га, содержание подвижного фосфора составляет 4,00–18,57 мг/кг, запасы – 0,168 т/га, содержание общего калия равно 1,10–1,80%, запасы – 172,4 т/га, подвижного калия – 32–200 мг/кг, запасы подвижного калия равны – 1,417 т/га.

Содержание гумуса по горизонтам новоорошаемых типичных сероземов данного массива составляет 0,25–1,10%, запасы – 104,6 т/га, общего азота – 0,20–0,84%, запасы – 7,59 т/га, общего фосфора – 0,104–0,135%, запасы – 15,75 т/га, подвижного фосфора – 3,35–14,23 мг/кг, запасы – 0,127 т/га, содержание общего калия на новоорошаемых типичных сероземах массива составляет 1,67–2,03%, запасы – 284,3 т/га, подвижного калия – 47–188 мг/кг, запасы – 1,425 т/га [9; 10].

По результатам исследований отмечено, что содержание гумуса по профилю новоосвоенных типичных сероземов колеблется в пределах 0,50–1,05%, а запасы гумуса составляют 109,6 т/га, содержание общего азота варьирует в пределах 0,048–0,074%, запасы общего азота равны 4,84 т/га, содержание общего фосфора составляет 0,220–0,240%, а запасы – 29,41 т/га, подвижного фосфора варьирует в пределах 5,20–12,42 мг/кг, запасы – 0,114 т/га, содержание общего калия – 1,30–1,40%, запасы – 171,7 т/га, общего фосфора – 42–120%, запасы составляют – 1,091 т/га (табл. 1).

На новоорошаемых типичных сероземах, распространенных на подгорных отложившихся равнинах Наманганского и Касансайского адыров, сформированных из

лессовидно-пролювиальных отложений массива Дустлик, содержание гумуса по почвенным горизонтам составляет 0,34–0,62%, запасы гумуса равны 64,0 т/га, содержание общего азота равно 0,32–0,46%, а запасы – 7,44 т/га, содержание общего фосфора равно 0,128–0,183%, запасы – 21,95 т/га, подвижного фосфора – 1,33–2,00 мг/кг, запасы – 0,024 т/га, содержание общего калия варьирует в пределах 1,37–2,60%, запасы составляют 293,9 т/га, подвижного калия 45–100 мг/кг, запасы подвижного калия равны – 1,095 т/га (табл. 1).

Карбонатный максимум приурочен к верхней части профиля, а иногда выходит на поверхность. Почвы местами слабогипсоносные, слабозасоленные или слабосмытые. Орошаемые светлые сероземы располагаются на перифериях подгорных покатых равнин, конусах выноса, а также на адырах. С увеличением периода полива на данных почвах наблюдается относительное увеличение содержания гумуса и общего запаса гумуса в почвенных горизонтах в зависимости от орошения, примененных различных агротехнических мероприятий и засеянных культур, относительно первых лет освоения [11].

На староорошаемых светлых сероземах, распространенных на предгорных отложившихся межадырных (Кукумбай) равнинах, сформированных на пролювиально-аллювиальных, иногда лессовидных отложениях массива им. Худайбердиева пояса светлых сероземов, содержание гумуса по почвенному профилю варьирует в пределах 0,48–0,88%, запасы гумуса составляют 90,1 т/га, содержание общего азота равно 0,053–0,070%, а запасы – 8,3 т/га, количество общего фосфора на данных почвах равно 0,116–0,217%, запасы – 26,0 т/га, подвижного фосфора 3,23–26,70 мг/кг, запасы – 0,230 т/га; общего калия 2,10–2,50%, запасы – 310,4; подвижного калия – 35–270 мг/кг, запасы подвижного калия составляют 2,03 т/га, на новоорошаемых почвах эти показатели составляют соответственно 0,29–0,64%, 72,8 т/га, 0,027–0,053%, 8,3 т/га, 0,060–0,108%, 12,0 т/га, 2,27–20,00 мг/кг, 0,17 т/га, 2,41–3,05%, 393,3 т/га, 55–108 мг/кг, 1,29 т/га (табл. 2).

Содержание гумуса на новоорошаемых светлых сероземах отложившихся равнин Наманганской системы адыров, сформированных на пролювиальных, иногда лессовидных отложениях массива Кукумбай, по профилю почв варьирует в пределах 0,26–0,81%, запасы гумуса на данных почвах составляют 55,8–69,6 т/га, содержание общего азота составляет 0,024–0,069%, запасы – 6,7–8,0 т/га, содержание общего фосфора

составляет 0,073–0,200%, запасы – 18,9–21,9 т/га, содержание подвижного фосфора на данных почвах варьирует в пределах 5,33–10,80 мг/кг, запасы подвижного фосфора равны 0,08–0,11 т/га, содержание общего калия составляет 2,15–2,84%, запасы – 298,4–303,5 т/га, подвижного калия – 63–128 мг/кг, запасы – 1,28–1,50 т/га.

На новоосвоенных светлых сероземах, распространенных на Кукумбайских межадырных отложениях равнин, сформированных на пролювиально-аллювиальных отложениях массива Дехканабад, содер-

жание гумуса по профилю почв составляет 0,34–0,64%, запасы которого равны 54,5 т/га, содержание общего азота равно 0,032–0,057%, запасы – 3,8 т/га, содержание общего фосфора составляет 0,106–0,119%, запасы – 14,9 т/га, содержание подвижного фосфора варьирует в пределах 5,0–20,0 мг/кг, а запасы равны – 0,11 т/га, содержание общего калия составляет 0,92–2,40 мг/кг, запасы – 231,2 т/га, подвижного калия – 68–120 мг/кг, запасы которого составляют – 1,24 т/га.

Таблица 1

Запасы питательных элементов в орошаемых типичных сероземах,
(в 100-см слое почв, в расчета т/га)

№ разреза	Глубина горизонта, см	Гумус, т/га	Общий азот, т/га	Общий фосфор, т/га	Подвижный фосфор, т/га	Общий калий, т/га	Подвижный калий, т/га
Массив им. Ш. Рашидова. Верхняя часть Касансайского конуса выноса, сформированного на пролювиально-аллювиальных отложениях. Староорошаемые типичные сероземы							
83	0-100	111,5	9,85	24,28	0,103	340,1	1,511
Массив Бухара. Сильно складчатые волнистые равнины Наманганской системы адыров, сформированных на лёссовидных отложениях. Староорошаемые типичные сероземы							
1813	0-100	108,8	5,75	26,16	0,168	172,4	1,417
Массив Дустлик. Подгорные пологие равнины Наманганского и Касансайского адыров, состоящих из лёссовидно-пролювиальных отложений. Новоорошаемые типичные сероземы							
1421	0-100	64,0	7,44	21,95	0,024	293,9	1,095
1802	0-100	104,6	7,59	15,75	0,127	284,3	1,425
Массив им. Ш. Рашидова. Верхняя часть Касансайского конуса выноса, сформированного на пролювиально-аллювиальных отложениях. Новоорошаемые типичные сероземы							
26	0-100	56,6	4,96	14,52	0,045	290,1	1,858
Массив Бухара. Сильно складчатые волнистые равнины Наманганской системы адыров, сформированных на лёссовидных отложениях. Новоосвоенные типичные сероземы							
1824	0-100	109,6	4,84	29,41	0,114	171,7	1,091

Таблица 2

Запасы питательных элементов в орошаемых светлых сероземах, т/га

№ разреза	Глубина горизонта, см	Гумус, т/га	Общий азот, т/га	Общий фосфор, т/га	Подвижный фосфор, т/га	Общий калий, т/га	Подвижный калий, т/га
Массив им. Худайбердиева. Предгорные пологие межадырные (Кукумбай) равнины, сформированные на пролювиально-аллювиальных, иногда лёссовидных отложениях. Староорошаемые светлые сероземы							
1107	0-100	90,1	8,3	26,0	0,23	310,4	2,03
Новоорошаемые светлые сероземы							
1307	0-100	72,8	8,3	12,0	0,17	393,3	1,29
Массив Кукумбай. Пологие равнины Наманганской системы адыров, сформированных на пролювиальных, иногда лёссовидных отложениях. Новоорошаемые светлые сероземы							
800	0-100	55,8	6,7	21,9	0,08	303,5	1,28
870	0-100	69,6	8,0	18,9	0,11	298,4	1,50
Массив Дехканабад. Кукумбайские межадырные пологие равнины, сформированные на пролювиально-аллювиальных отложениях. Новоосвоенные светлые сероземы							
724	0-100	54,5	3,8	14,9	0,11	231,2	1,26
Массив Дустлик. Кукумбайские межадырные пологие равнины, сформированные на пролювиально-аллювиальных отложениях. Новоосвоенные светлые сероземы							
1450	0-100	59,8	2,4	15,4	0,19	205,8	1,24

Содержание гумуса на новоосвоенных светлых сероземах, распространенных на Кукумбайских межадырных пологих равнинах, сформированных на пролювиально-аллювиальных отложениях массива Дустлик, составляет соответственно 0,22–0,56 %, 59,8 т/га, 0,023–0,051 %, 2,4 т/га, 0,096–0,123 %, 15,4 т/га, 10,0–17,0 мг/кг, 0,19 т/га, 1,30–1,80 %, 205,8 т/га, 68–100 мг/кг, 1,26 т/га (табл. 2).

Емкость поглощения орошаемых светлых сероземов невысокая – 7–9 мг-экв на 100 г почвы. В составе поглощенных оснований превалирует кальций (73–84 % от суммы). Среди староорошаемых светлых сероземов преобладают незасоленные разности, но иногда встречаются слабозасоленные и средnezасоленные.

В заключение следует особо отметить огромное значение органического вещества почвы в создании оптимальных условий режима питания и благоприятных водно-физических свойств для получения высоких урожаев на орошаемых землях района. Кроме этого, содержание и запасы гумуса и питательных элементов на староорошаемых почвах, распространенных на адырах бассейна Касансай, в зависимости от давности освоения отмечены в высоких количествах. При этом для повышения плодородия орошаемых почв района рекомендуем севооборот. Севооборот оказывает положительное влияние на рост урожая различных культур и улучшает качество почвы.

Список литературы

1. Шведес С., Хеббрехт Д., Гертрейтер Т. Модуль: Деградация земель против устойчивого управления земельными ресурсами // Антропогенные опустынивание. 2019. С. 4–21. [Электронный ресурс]. URL: www.eld-initiative.org. (дата обращения: 20.11.2020).
2. Указ Президента Республики Узбекистан от 7.02.2017 г. № УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» // 2017. «Народное слово», 8 февраля 2017 г. [Электронный ресурс]. URL: https://nrm.uz/contentf?doc=491330_ukaz_prezidenta_respubliki_uzbekistan_ot_07_02_2017_g_n_up-4947_o_strategii_deystviy_po_dalneyshemu_razvitiyu_respubliki_uzbekistan&products=1_zakonodatelstvo_respubliki_uzbekistan (дата обращения: 20.11.2020).
3. Инструкция по ведению земельного кадастра, проведению почвенных изыскательских работ и составлению почвенных карт. Принято в производство 2005.29.11. 2-е изд. Ташкент: EXTREMUM PRESS, 2013. 52 с.
4. Кузиев Р.К., Сектименко В.Е. Почвы Узбекистана. Ташкент: EXTREMUM PRESS, 2010. 352 с.
5. Рамазанов О. Состояние и виды орошаемых почв бассейнов Сырдарьи и Амударьи // Журнал Агроилм. Ташкент, 2018. № 1 (51). С. 66–68.
6. Садыков Е.П., Сайпназаров Г.У., Бердикеев Б.Б. Повышение плодородия почвы с применением зернобобовых культур в коротко ротационном севообороте // Бошқоқли ва дуккакли дон экинлари селекцияси ва уруғчилиги, ер ва сув ресурсларини тежовчи етиштириш агротехнологияларини такомиллаштириш истикболлари: сборник материалов республиканской конференции (г. Карши, 15 мая 2020 г.). 2020. С. 364–366.
7. Исмонов А.Ж., Абдурахманов Н.Ю., Каримов Х.Н., Каландаров Н.Н., Турсунов Ш.Т. Почвы Центральной Ферганы и их изменение при орошении // Научное обозрение. Биологические науки. 2018. № 3. С. 12–18.
8. Саттаров Ж., Сиддиқов С. Теории о поглощения питательных элементов // Современные проблемы почвоведения и земледелия: сборник материалов республиканской конференции (г. Фергана, 16 октября 2019 г.). Фергана: Издательство Ферганского государственного университета им. М. Улутбека, 2019. С. 151–154.
9. Турсунов Ш.Т., Исмонов А.Ж., Абдурахманов Н.Ю., Каримов Х.Н., Мирсодиқов М.М., Турсунова Г.Х. Плодородие орошаемых типичных сероземов бассейна реки Касансай (северная часть Ферганской долины) // Научное обозрение. Биологические науки. 2018. № 3. С. 28–33.
10. Фармонов Н., Аманкулова Х., Бахриев М. Агроэкологические особенности использования минеральных удобрений в почве // Инновационные приемы охрана и управлении земельных ресурсов: проблемы и креативные решение: сборник материалов Республиканской научной конференции (г. Ташкент, 22–23 апреля 2019 г.). Ташкент: Ташкентский институт ирригации и мелиорации сельского хозяйства, 2019. С. 214–216.
11. Мамажанова У.Х. Орошаемые почвы Сохского конуса выноса Ферганской долины // Наука и инновации – современные концепции: сборник по итогам работы Международного научного форума. Т. 2. (г. Москва, 27 марта 2020 г.). М.: Инфинити, 2020. С. 128–133.

СТАТЬЯ

УДК 634.711

**ВЛИЯНИЕ МЕТЕОУСЛОВИЙ НА ЗИМОСТОЙКОСТЬ ДИКИХ
И КУЛЬТУРНЫХ ОБРАЗЦОВ РАСТЕНИЙ *RUBUS IDAEUS* L.
В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ЗОНЫ РФ**¹Сухарева Л.В., ²Куликова Е.И.¹ФГБОУН Вологодский научный центр РАН, Вологда, e-mail: lyubov.suxareva@yandex.ru;²ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия», Вологда – Молочное

Малина является одной из ведущих ягодных культур в России и в мире. Растения малины быстро адаптируются к различным природно-климатическим условиям, имеют высокий коэффициент размножения, скороплодны, имеют растянутый период плодоношения. Плоды малины имеют большое пищевое значение, имеют высокую дегустационную оценку и имеют универсальное применение. Так как население в условиях Крайнего Севера из-за территориального расположения и климатических условий не обеспечивается свежей и экологически безопасной продукцией растениеводства, в частности ягодной, интродукция малины в северную зону Российской Федерации имеет большое значение. Важной задачей является обеспечение народов севера свежей обогащённой витаминами и микроэлементами ягодной продукцией. Поэтому при продвижении культурных образцов малины на север и при интродукции диких нужно в первую очередь ориентироваться на зимостойкость. На данный момент малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.) единственный вид, который может нормально расти и развиваться в условиях Кольского Заполярья. Но не все сорта и образцы данного вида одинаково хорошо адаптируются к местным условиям. При изучении адаптации к суровым погодным условиям и соблюдении агротехнических требований малину станет возможно возделывать в промышленных масштабах.

Ключевые слова: *Rubus idaeus* L., зимостойкость, дикая форма, сорт, северная зона

**INFLUENCE OF METEOROLOGICAL CONDITIONS ON WINTER
HARDINESS OF WILD AND CULTIVATED SPECIMENS OF *RUBUS IDAEUS* L.
PLANTS IN THE NORTHERN ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION**¹Sukhareva L.V., ²Kulikova E.I.¹Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences,

Vologda, e-mail: lyubov.suxareva@yandex.ru;

²Vologda State Academy of Fine Arts, Vologda – Molochnoe

Raspberry is one of the leading berry crops in Russia and in the world. Raspberry plants quickly adapt to various natural and climatic conditions, have a high reproductive rate, are fast-growing, and have an extended period of maturation. Raspberry fruits are of great nutritional value, have a high tasting rating and are universally applicable. Because the population in the Far North, due to the territorial location and climatic conditions, is not provided with fresh and environmentally friendly crop production, in particular berry. The introduction of raspberries into the northern zone of the Russian Federation is of great importance. An important task is to provide the peoples of the north with fresh berry products enriched with vitamins and microelements. Therefore, when moving cultural samples of raspberries to the north and when introducing wild ones, one must first of all focus on winter hardiness. At the moment, the species of common raspberry (*Rubus idaeus* L.) is the only species that can grow and develop normally in the conditions of the Kola Arctic. But not all varieties and specimens of a given species adapt equally well to local conditions. With the study of adaptation to harsh weather conditions and compliance with agrotechnical requirements, it will be possible to cultivate raspberries on an industrial scale.

Keywords: *Rubus idaeus* L., winter hardiness, wild form, cultivar, northern zone

Малина является культурой, быстро приспособляющейся к условиям окружающей среды. Поэтому ее можно возделывать практически в любой климатической зоне земного шара, тем самым обеспечивая население дополнительными макро- и микроэлементами, необходимыми для нормальной жизнедеятельности человека [1]. Малина отличается скороплодностью и высокой побегообразовательной способностью, плоды имеют большое пищевое значение. Помимо этого, плоды и листья малины активно используются в медицине. Цель работы – оценить влияние метеорологических условий на зимостойкость культурных и диких

растений малины обыкновенной в условиях Мурманской области.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являются растения малины обыкновенной, предметом – метеорологические (климатические) условия Мурманской области. Информационно-эмпирическую базу исследования составили официальные данные метеостанции «Апатиты», данные компании ООО «Расписание Погоды» и полевые журналы.

Изучение ягодных образцов включало в себя фенологические наблюдения (методика отдела плодовых культур ВИР (Орел,

ВНИИСПК 1999 г)). Использовалась методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) (Москва, Агропромиздат, 1985).

Образцы малины для исследований были сформированы в группы и были подобраны с учетом происхождения (сортовые и дикие формы) и с учетом окраски плодов (жёлтая и красная). За стандарт для сравнения образцов был принят популярный на территории сорт Колокольчик. При проведении опыта фиксировались метеорологические наблюдения ежедневно по комплексу показателей с января по декабрь 2017–2019 гг.

Экспериментальный участок располагался в 7 км от г. Апатиты Мурманской области, почвы болотно-подзолистые, типичные для данной местности.

Для сравнительной оценки были взяты критерии зимостойкости и фаза вступления в вегетацию растений.

При проведении опыта фиксировались метеорологические показатели – среднесуточные температуры и уровень снежного покрова – с 1 января 2017 г. по 31 декабря 2019 г. Результаты получены путем обработки данных с официальных сайтов метеорологических служб: РП5, метео7, метео9.

Результаты исследования и их обсуждение

По данным метеослужбы количество дней с температурой, превышающей отметку 10 градусов, составляло от 77 (2019 г.) до 124 (2018 г.), среднегодовая сумма положительных температур равнялась 1595,5 °С, отрицательных – -1482,94 °С. По выявленным данным 2019 год является среднестати-

стическим для данной местности: умеренное количество осадков, малое количество дней с положительными температурами и с температурами, превышающими отметку в 10 градусов. В свою очередь климат в 2018 г., можно сказать, был аномальным: было очень жаркое лето, малое количество осадков, сумма активных температур составляла 1898,4 градусов, что выше нормы в среднем на 300 градусов, и все это осложнялось полярным днём, растения испытывали сильный стресс круглосуточно.

Снежный покров с июня по сентябрь не наблюдался. Высокий уровень был в 2017 г. и снег сходил достаточно долго с января по июнь (в 2016 г. снег выпал в конце сентября, данные Метео7). Заморозки наступают уже с середины сентября, когда нет устоявшегося снежного покрова, что негативно сказывается на растениях малины, при переменных температурах. Для Мурманской области характерно отсутствие лежачего снега с июня по август, но снегопады возможны до начала июля. Так в 2017 г. последний снегопад наблюдался 29 июня, а таяние снега завершилось к 14 июня. Высота снежного покрова (рис. 1) с октября по май достаточная для нормальной перезимовки растений, а высыхание верхушек побегов на 1–5 см не является значимым.

При анализе среднемесячных температур видно, что сильного отклонения от среднелетнего значения нет. Январь имел по годам самую низкую температуру -19,4 °С. Холоднее в феврале и марте было в 2018 г., разница с другими показателями была в 4 градуса. В июле самая высокая отметка была в 2018 г. – 10,3 °С (рис. 2).

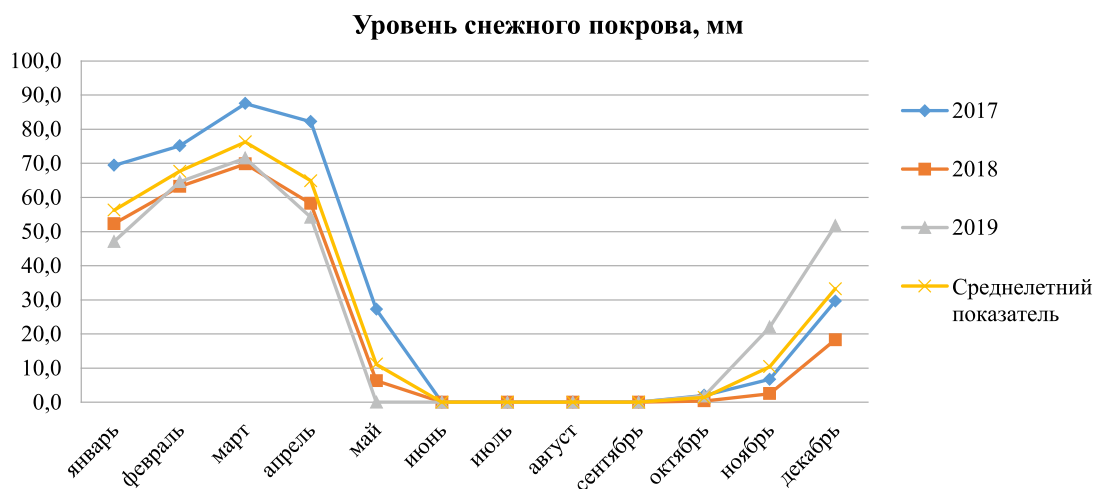


Рис. 1. Уровень снежного покрова за период 2017–2019 гг.
Источник: <https://rp5.ru>; <https://meteo7.ru>

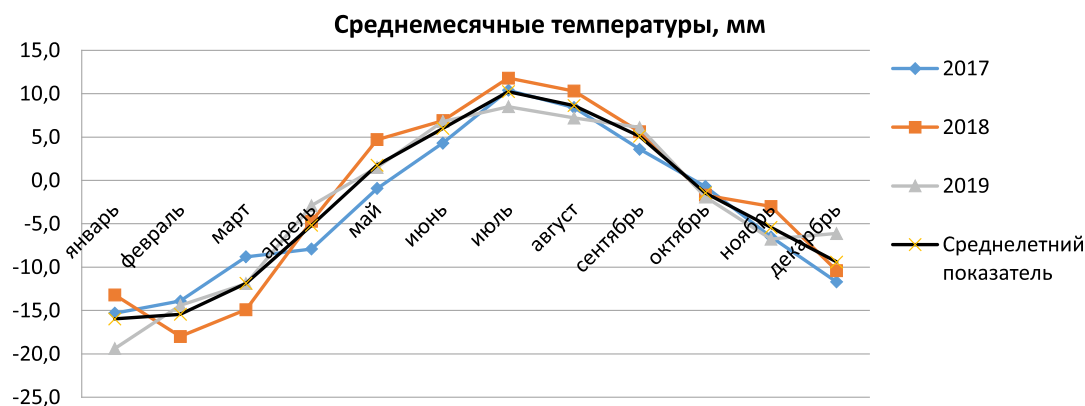


Рис. 2. Среднемесячные температуры за период 2017–2019 гг.

Минимальная температура почвы превышала среднелетний показатель значения в 2017 г. в сентябре на 5,9 градусов, в не типичный для Мурманской области 2018 г. в июле и августе на 2,3 и 3 градуса. Также не доходила до нормы минимальная температура почвы в июне 2017 г. на 3 градуса и в сентябре 2018 и 2019 гг. на 2,4 и 3,6 соответственно. С начала измерений минимальной температуры и до окончания показателя обычно превышают или равняются нулю, но в 2018 г. разница была в 3,6 градуса и равнялась 1,5 градусам, что говорит о нетипичности погодных условий 2018 г.

Ежемесячный средний за 3 года показатель суммы осадков находился в пределах 31,9 до 86,8 мм с мая по сентябрь. Так как малина чувствительна к избытку воды и длительной засухе, особенно в периоды закладки бутонов и плодоношения, то июнь 2019 г. в фазу начала вегетации и начала цветения мог неблагоприятно сказаться на формировании урожая, так как избыток влаги способствовал подгниванию корней и ограничивал доступ воздуха. В 2017 г. критичный период был при закладке цветочных почек в июне, когда наблюдался недостаток влаги по сравнению со среднегодовым значением на 13,9 мм [3].

Сумма осадков в 2018 г. была низкой в летний период с мая по сентябрь, минимальная температура почвы была достаточно высокой и ко всему прочему была высокая среднесуточная температура при стандартной низкой минимальной влажности в эти месяцы для растений был критический период, так как влаги как воздушной, так и почвенной не хватало. Минимальные среднесуточные температуры не выбиваются из общих ежегодных значений и являются нормальными для Мурманской области [4].

В целом только 2018 г. отличался повышенными максимальными среднемесячными температурами. Максимальная среднемесячная температура составляла 23,5 градуса. По данным сайта метеорологической службы видно отклонение в 2017 г., апрель и май были чуть холоднее – на 2,0 и 3,5 градусов.

Основная проблема выращивания малины обыкновенной в Мурманской области – это вымерзание. Так, выбранные образцы имеют балл перезимовки от 0,7 до 2,5. Такие показатели оцениваются как имеющие неплохой балл перезимовки, верхушки побегов обмерзают, повреждаются только верхушечные вегетативные и генеративные почки. Лучший балл перезимовки за три года показали три образца сортовых желтоплодных растений Беглянка 0,3 б., Оранжевое чудо 0,5 б., Жёлтый гигант 0,3 б. и два красноплодных сортовых Гусар 0,6 б., Иллюзия 0,3 б. При этом среднемесячные температуры сильно по годам не различаются. Зима с самой низкой температурой была в 2019 г. $-19,4^{\circ}\text{C}$. Летом самой высокой точкой была среднемесячная температура в $11,8^{\circ}\text{C}$ в 2018 г. (Метео7).

Фазу начала вегетации растения начинают растянуто [5, 6]. Выделяются образцы из дикой флоры местной интродукции: позднее вступление в фазу вегетации наблюдается у образца М18-03, а раннее – у желтоплодного образца М1-10.

У образцов Жёлтый гигант и Беглянка в 2018–2019 гг. вегетация началась раньше других, для желтоплодных сортов эти года были благоприятны, так как сумма температур превышала среднегодовой показатель (Метео7) (табл. 4). Из красноплодных сортов выделился сорт Иллюзия, вегетация в 2017 и 2019 гг. начиналась раньше, чем у других.

Таблица 1

Зимостойкость диких образцов малины за 2017–2019 гг.

№ п/п	Название образца	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее многолетнее значение
1	2	3	4	5	6
1	М 20-06	1	0,5	1,5	1
2	Ст9-11	1,5	1,0	1,5	1,3
3	М1-10	1,5	1,5	1,5	1,5
4	Л 4-03	0,5	1,0	0,5	0,7
5	М5-10	2,5	1,0	2,5	2
6	М18-03	2	2	2	2

Таблица 2

Зимостойкость сортовых образцов малины за 2017–2019 гг.

№ п/п	Название образца	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее многолетнее значение
1	2	3	4	5	6
1	Гусар	1,0	0,5	0,5	0,6
2	Иллюзия	0,5	0,5	0,0	0,3
3	Соколёнок	2,5	2,5	2,0	2,3
4	Оранжевое чудо	1,0	0,0	0,5	0,5
5	Беглянка	0,5	0,5	0,0	0,3
6	Жёлтый гигант	0,5	0,0	0,5	0,3

Таблица 3

Прохождение фазы «начало вегетации» диких образцов малины за 2017–2019 гг.

№ п/п	Название образца	2017 г.	2018 г.	2019 г.
1	2	3	4	5
1	М 20-06	12.06	10.06	5.06
2	Ст9-11	11.06	10.06	11.06
3	М1-10	7.06	9.06	5.06
4	Л 4-03	12.06	10.06	3.06
5	М5-10	11.06	12.06	3.06
6	М18-03	18.06	11.06	10.06

Таблица 4

Прохождение фазы «начало вегетации» сортовых образцов малины за 2017–2019 гг.

№ п/п	Название образца	2017	2018	2019
1	2	3	4	5
1	Гусар	11.06	21.05	5.06
2	Иллюзия	8.06	21.05	3.06
3	Соколёнок	11.06	21.05	5.06
4	Оранжевое чудо	10.06	25.05	10.06
5	Беглянка	9.06	18.05	28.05
6	Жёлтый гигант	10.06	18.05	30.05

В сравнении диких и сортовых образцов М 1-10 начинает наряду с ранними вегетирующими сортовыми. А дикий М18-03 можно отнести к поздневегетирующим.

По итогу исследования можно сказать, что сорта, выведенные в других климатических условиях Российской Федерации,

довольно успешно приживаются на территории Кольского полуострова. При более длительной адаптации они смогут раскрыть свой потенциал в полной мере. Относительно диких образцов можно сделать вывод, что интродуцированные образцы из местной дикой флоры приживаются хорошо.

Имеют хороший балл перезимовки. Дикие образцы из других областей России, Ленинградской области (Л 4-03) и Ставропольского края (Ст 9-11), имеют балл зимостойкости 1,3 и 0,7 соответственно. Эти образцы можно рассматривать в направлении селекции по критерию зимостойкости. Вегетацию Л 4-03 и Ст 9-11 начинают в среднем на 3–5 дней позже. Если в дальнейшем образцы использовать в системе производства выращивания ягод, то возможно получать более длительное время продукцию. Для Мурманской области характерны поздневесенние и раннеосенние заморозки, полярные день и ночь, большая разница температур в сутки (до 35 °С), но все выбранные образцы успешно проходят испытание и выделяются по одному показателю минимум. В завершении исследования будут учитываться все критерии: зимостойкость, размер плодов, вес крупного плода, урожайность, растянутость плодоношения, вступление в фазу вегетации, устойчивость к вредителям и болезням и побегообразовательная способность. В дальнейшем возможно проведение биохимического анализа плодов и сравнение результатов с уже имеющимися данными по выращиванию в южных регионах.

Для выращивания в производственных целях можно рекомендовать сорта Жёлтый гигант, Беглянка, Гусар. Как доноры важных сельскохозяйственных признаков Л4-03 и М20-06 по критерию зимостойкости, по критерию ранней вегетации М1-10.

Список литературы

1. Жбанова Е.В. Плоды малины *Rubus idaeus* L. как источник функциональных ингредиентов (обзор) // Техника и технология пищевых производств. 2018. Т. 48. № 1. С. 5–14.
2. Колесникова С.А., Филимонова С.С. Приспособленность дикорастущих и культурных растений в изменяющихся условиях среды // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: материалы III международной молодежной научно-практической конференции. Вологда – Молочное: ФГБОУ ВО «Вологодская ГМХА», 2018. С. 272–274.
3. Димитриев В.Л., Яковлева М.И. Влияние избыточного увлажнения на рост и развитие малины обыкновенной // Развитие аграрной науки как важнейшее условие эффективного функционирования агропромышленного комплекса страны: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы Чувашской Республики и Российской Федерации, доктора ветеринарных наук, профессора Кириллова Николая Кирилловича. 2018. С. 27–30.
4. Сагирова Р.А., Пущина М.Ю., Раченко М.А., Раченко Е.И. Сравнительное изучение особенностей роста и развития малины обыкновенной и малины ремонтантной в условиях лесостепной зоны Предбайкалья // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии: материалы международной научно-практической конференции. 2016. С. 9–14.
5. Сухарева Л.В., Куликова Е.И. Сравнительная оценка элементов продуктивности образцов *Rubus idaeus* L. в Мурманской области // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Т. 3. Ч. 1. Биологические науки: сборник научных трудов по результатам работы V международной молодежной научно-практической конференции. Вологда – Молочное: ФГБОУ ВО «Вологодская ГМХА», 2020. С. 125–129.
6. Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Т. 3. Ч. 1. Биологические науки: сборник научных трудов по результатам работы V международной молодежной научно-практической конференции. Вологда – Молочное: ФГБОУ ВО «Вологодская ГМХА», 2020. 279 с.

СТАТЬЯ

УДК 581.143.6: 582.579.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛУБНЕЛУКОВИЦ ПРИ МИКРОКЛОНАЛЬНОМ РАЗМНОЖЕНИИ СОРТОВ ГЛАДИОЛУСА (*GLADIOLUS X HYBRIDUS* HORT.) СЕЛЕКЦИИ УЧЕБНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ПГНИУ**Шибанова Н.Л., Чемарова Т.Д.***Пермский государственный национальный исследовательский университет,
Пермь, e-mail: shibanova7@mail.ru*

Представлены результаты исследований по микроклональному размножению четырех сортов гладиолуса: «Пермский сувенир», «Селенит», «Седой Урал», «Уралочка». В качестве экспланта выбраны апикальные и пазушные почки клубнелуковиц. Для всех изученных сортов гладиолуса наиболее оптимальным оказался следующий порядок применения стерилизующих агентов: этап пресерилизации включал использование раствора нейтрального детергента в течение 50–60 мин и промывку проточной водой в течение 15 мин; на этапе стерилизации использовался 7% раствор гипохлорита натрия («Белизна») в течение 20–25 мин и 96% этиловый спирт в течение 60 с. Для всех изученных сортов отмечается высокий процент выхода стерильной культуры (более 80) на варианте питательной среды Мурасиге и Скуга при добавлении никотиновой кислоты 0,5 мг/л и регуляторов роста – 6-бензиламинопурина 0,5 мг/л и α -нафтилуксусной кислоты 1 мг/л. Жизнеспособность эксплантов у всех сортов оказалась низкой. Она варьирует от 0 до 50%. Только для сорта «Пермский сувенир» этот показатель был достоверно выше ($p = 0,00$, $p < 0,05$) на варианте среды Мурасиге и Скуга при добавлении β -индолилуксусной кислоты в концентрации 0,5 мг/л и составил 64%.

Ключевые слова: микроклональное размножение, клубнелуковицы, *Gladiolus*×*hybridus* hort., «Селенит», «Уралочка», «Седой Урал», «Пермский Сувенир»

USE OF CORMS IN MICROPROPAGATION OF GLADIOLUS CULTIVARS (*GLADIOLUS X HYBRIDUS* HORT.) SELECTION OF THE EDUCATIONAL BOTANICAL GARDEN OF PSU**Shibanova N.L., Chemarova T.D.***Perm State University, Perm, e-mail: shibanova7@mail.ru*

The results of research on micropropagation of 4 cultivars of *Gladiolus*×*hybridus* hort.: «Selenite», «Uralochka», «Gray Ural», «Perm Souvenir» are presented. The apical and axillary germs of corms were selected as the explant. For all the studied cultivars, the following procedure for using sterilizing agents turned out to be the most optimal: at the pre-sterilization – a solution of neutral detergent with an exposure of 50–60 min, washing with running water for 15 min; at the stage of sterilization – 7% solution of sodium hypochlorite with an exposure of 20–25 min and 96% ethyl alcohol with an exposure of 60 sec. A high percentage of sterile culture (more than 80) for all cultivars is observed on the variant of solid culture medium Murashige and Skoog with the addition of nicotinic acid 0,5 mg/l and growth regulators – 6-benzylaminopurine 0,5 mg/l and α -naphthylacetic acid 1 mg/l. The viability of explants in all varieties was low. It varies from 0 to 50%. Only for the «Perm Souvenir» this indicator was significantly higher ($p = 0,00$, $p < 0,05$) on a variant of the Murashige and Skoog medium with the addition of β -indolylacetic acid at a concentration of 0,5 mg/l and was 64%.

Keywords: micropropagation, corms, *Gladiolus*×*hybridus* hort., «Selenite», «Uralochka», «Gray Ural», «Perm Souvenir»

В последнее время в нашей стране много внимания уделяется развитию цветоводства и получению качественной цветочной продукции. Ведущее место среди растений, которые выращиваются в открытом грунте, принадлежит гладиолусу, так как это одна из наиболее декоративных цветочных культур [1]. Микроклональное размножение является одним из современных методов, который позволяет получать значительное количество материала из небольших фрагментов ткани в течение относительно короткого промежутка времени [2].

Гладиолус гибридный среди клубнелуковичных растений относится к одной из наиболее подверженных различным заболеваниям цветочных культур. Особое внимание в работах по клональному размноже-

нию уделяется разработке метода, который позволит повысить коэффициент размножения свободных от инфекции и генетически стабильных растений, в селекционных работах – для создания новых и улучшения существующих сортов [3, 4].

Цель исследования: оценить возможность использования клубнелуковиц (верхушечных и пазушных почек) в качестве первичного экспланта при клональном микроразмножении сортов гладиолуса селекции Учебного ботанического сада Пермского государственного национального исследовательского университета.

Материалы и методы исследования

Исследования были проведены в 2018 г. в лаборатории микроклонального размно-

жения кафедры ботаники и генетики растений Пермского государственного национального исследовательского университета. Объектами исследования были выбраны 4 сорта *Gladiolus* × *hybridus* hort. (рис. 1).

Сорт «Селенит» (413-С-18 Черткова, Шумихин) получен в результате скрещивания сортов «Golden Wave» (416-С-89) и «Долгожданный дебют» (543-С-84). Высота растения в период массового цветения достигает 155–165 см, а длина соцветия – 55–65 см. Соцветие двурядное, плотное, имеет 16–19 цветков, из которых одновременно раскрыты 6–7. Цветки имеют нежно-желтый цвет и карминно-малиновое пятно на нижних долях околоцветника. Характерна плотная фактура листочков. Растение имеет средний срок цветения. Оценка декоративных признаков составляет 97 баллов, хозяйственно ценных признаков – 38 баллов [5].

Сорт «Уралочка» (201-ОР-18 Черткова, Шумихин) получен в результате скрещивания сортов «Abbie» (399-СР-79) и «Ленгвинис» (475-С-91). В период массового цветения высота растений достигает 110–125 см, длина соцветия – 54–57 см. Соцветие очередное, плотное, имеет 14–16 цветков, из которых одновременно раскрыты 6–8. Цветки бледно-пурпурно-розовые, имеют пурпурно-желтое пятно на нижних долях околоцветника, гофрированные с плотной фактурой листочков. Сорт имеет очень ран-

ний срок цветения. Оценка декоративных признаков составляет 98 баллов, хозяйственно ценных качеств – 41 балл [6].

Сорт «Седой Урал» (300-С-18 Черткова, Шумихин) получен в результате скрещивания сортов «Si Foam» (500-РС-80) и «Медовый Спас» (327-С-97). В период массового цветения высота растений достигает 105–120 см, длина соцветия – 55–60 см. Соцветие двурядное, плотное, имеет 13–16 цветков, из которых одновременно раскрыты 6–9. Цветки белого цвета, имеют пурпурно-красные полосы на нижних долях околоцветника, гофрированные, с плотной фактурой листочков. Растение имеет средний срок цветения. Оценка декоративных признаков составляет 96 баллов, хозяйственно ценных качеств – 37 баллов [7].

Сорт «Пермский сувенир» (365-ОР-18 Черткова, Шумихин) получен в результате скрещивания сортов «Si Foam» (500-РС-80) и «Медовый Спас» (327-С-97). В период массового цветения высота растений составляет 105–120 см, длина соцветия – 58–61 см. Цветки светло-сиреневые, имеют яркое желто-малиновое пятно на нижних долях околоцветника, край ровный, с небольшими зазипами. Соцветие очередное плотное, содержит 14–17 цветков, из которых одновременно раскрыты 7–8. Оценка декоративных признаков составляет 97 баллов, оценка хозяйственно ценных качеств – 44 балла [8].



Рис. 1. Изученные сорта гладиолуса: а – «Селенит»; б – «Уралочка»; в – «Седой Урал»; г – «Пермский сувенир»

Таблица 1

Варианты питательной среды Мурасиге и Скуга для микроклонального размножения гладиолуса

Вариант среды	Витамины, мг/л	Фитогормоны	
		Ауксины, мг/л	Цитокинины, мг/л
1	+	ИУК – 0,5	–
2	+	ИУК – 0,1	–
3	+	НУК – 1	6-БАП – 2
4	+	–	–
5	+	НУК – 10	6-БАП – 0,5

Примечание. + витамины по Р.Г. Бутенко 0,1 мг/л тиамин, 0,5 мг/л пиридоксин, 0,5 мг/л никотиновая кислота; прочерк означает отсутствие витаминов и/или регуляторов роста.

В качестве эксплантов использовались апикальные или пазушные почки клубнелуковиц. Всего было высажено 327 эксплантов. Для стерилизации материала применяли 3 режима, отличающиеся по времени нахождения в нейтральном детергенте и стерилизующем агенте и времени вычленения почек.

Экспланты высаживали в пробирки на твердую питательную среду, наиболее часто используемую для культуры растительных тканей, имеющую минеральную основу по Т. Murashige и F. Skoog (MS) [9]. В среду добавлялись 2% (у первого варианта среды) или 3% сахароза и 0,7% агар. Также в среду вносились витамины по Р.Г. Бутенко [10] и регуляторы роста: β-индолилуксусная кислота (ИУК) в концентрации 0,1 и 0,5 мг/л; α-нафтилуксусная кислота (НУК) в концентрации 1 и 10 мг/л; 6-бензиламинопури (6-БАП) в концентрациях 0,5 и 2 мг/л. В исследовании использовались 5 вариантов среды, отличающихся соотношением витаминов и фитогормонов (табл. 1).

Стерилизацию питательной среды проводили в автоклаве под давлением 1,1 атм и при температуре +120 °С в течение 15 мин. Стерилизацию инструментов, культуральных сосудов и оборудования осуществляли согласно общепринятой методике [10]. Посадка эксплантов на питательную среду проводилась в ламинар-боксе при соблюдении правил работы со стерильным материалом. Пробирки с эксплантами помещались в климатическую камеру марки «Binder KBF LQC 240», в которой был установлен режим с фотопериодом 14/10 и температурой – +20 ± 2 °С.

Материал, который имел признаки инфицирования, выбраковывался через 7–21 день. Проводилось определение отношения числа стерильных эксплантов к общему числу объектов, подвергнутых стерилизации. Для оценки жизнеспособности эксплантов рассчитывалось в процентах

число стерильных объектов, имеющих признаки регенерации, к общему количеству стерильного материала. Статистическая обработка данных проводилась с использованием стандартного пакета анализа Microsoft Office Excel. Различия по критерию Фишера считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Основными стерилизующими агентами выбраны 7% раствор гипохлорита натрия с экспозицией 15–25 мин и 96% этиловый спирт с экспозицией 30–60 с. Режимы стерилизации эксплантов представлены в табл. 2.

Фрагменты клубнелуковиц, имеющие 1 верхушечную или 1–2 пазушные почки, высаживались на питательную среду MS с 21 мая по 7 июня 2018 г. Использовались следующие режимы стерилизации: I (разделение на фрагменты после стерилизации) – для 1 и 2 варианта среды, II (разделение на фрагменты после стерилизации) – для 3 варианта, II (разделение на фрагменты до стерилизации) – для 4 варианта, III (разделение на фрагменты до стерилизации) – для 5 варианта. Выход стерильной культуры представлен на рис. 2.

Исходя из данных, представленных на рис. 2, можно сделать заключение, что все экспланты были стерильными у сорта «Селенит» на четвертом варианте среды MS без добавления регуляторов роста и у сорта «Уралочка» на пятом варианте среды MS с добавлением 6-БАП в концентрации 0,5 мг/л и НУК в концентрации 1 мг/л. Наиболее высокий процент выхода стерильной культуры у сорта «Пермский сувенир» наблюдался на пятом варианте среды MS и составил 94. Для сорта «Седой Урал» высокий процент выхода стерильной культуры отмечается на третьем (с добавлением 6-БАП в концентрации 2 мг/л и НУК в концентра-

ции 1 мг/л) и четвертом вариантах среды – 94. Для получения стерильной культуры у сортов «Селенит» и «Уралочка» могут быть использованы 4 ($p = 0,00$, $p < 0,05$) и 5 ($p = 0,01$, $p < 0,05$) варианты среды. Для сорта «Пермский сувенир» могут быть использованы все варианты среды, так как между ними нет достоверных различий ($p = 0,41$, $p < 0,05$). Для сорта «Седой Урал» подходит 3 ($p = 0,00$, $p < 0,05$) и 4 ($p = 0,00$, $p < 0,05$) варианты среды.

При использовании I режима стерилизации выход стерильной культуры был достоверно ниже ($p = 0,72$, $p < 0,05$) у трёх изученных сортов – «Селенит», «Уралочка», «Седой Урал». Он не превышал 50%, за исключением сорта «Селенит», у которого на 2 варианте среды MS с добавлением витаминов и ИУК в концентрации 0,5 мг/л

этот показатель составил 67%. В работе Т.Д. Чемаровой [11] при использовании для микроклонального размножения этих трех сортов в качестве экспланта клубнепочек и применении аналогичного режима стерилизации выход стерильной культуры составил более 65,5%.

Прорастание клубнелуковиц у сорта «Пермский сувенир» начинается через 7 дней после посадки на питательную среду MS, у остальных изученных сортов – через 14 дней после посадки (рис. 3).

Жизнеспособность клубнелуковиц у всех сортов оказалась низкой. Она варьирует от 0 до 50%. Только для сорта «Пермский сувенир» этот показатель составил 64% на первом варианте среды с добавлением ИУК в концентрации 0,5 мг/л ($p = 0,00$, $p < 0,05$) (рис. 4).

Таблица 2

Режимы стерилизации эксплантов гладиолуса

Режим стерилизации	Этапы		
	Престерилизация	Стерилизация	Постстерилизация
I	Раствор нейтрального детергента (стиральный порошок «Капель») 40 мин; промывка проточной водой 10 мин	7% раствор гипохлорита натрия («Белизна») 15 мин, 96% этанол 30 с	Стерилизованная дистиллированная вода, три смены по 5 мин в каждой
II	Раствор нейтрального детергента (стиральный порошок «Капель») 50 мин; промывка проточной водой 15 мин	7% раствор гипохлорита натрия («Белизна») 20 мин, 96% этанол 60 с	
III	Раствор нейтрального детергента (стиральный порошок «Капель») 60 мин; промывка проточной водой 15 мин	7% раствор гипохлорита натрия («Белизна») 25 мин, 96% этанол 60 с	

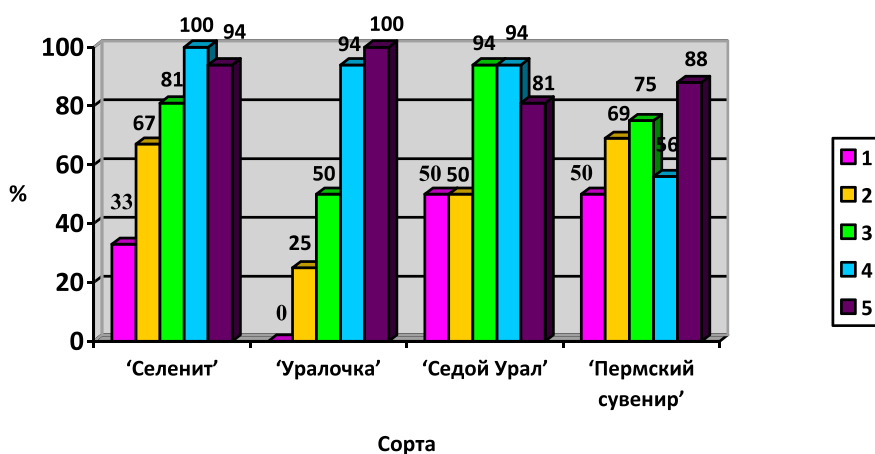
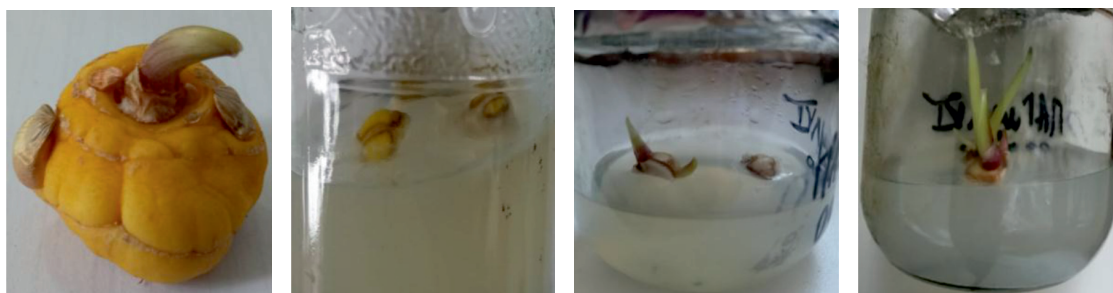


Рис. 2. Процент выхода стерильной культуры клубнелуковиц гладиолуса.

Примечание. 1 – MS с добавлением ИУК 0,5 мг/л, тиамина 0,1 мг/л, пиридоксина 0,5 мг/л, никотиновой кислоты 0,5 мг/л; 2 – MS с добавлением ИУК 0,5 мг/л, тиамина 0,1 мг/л, пиридоксина 0,5 мг/л, никотиновой кислоты 0,5 мг/л; 3 – MS с добавлением 6-БАП 2 мг/л, ИУК 1 мг/л, тиамина 0,1 мг/л, пиридоксина 0,5 мг/л, никотиновой кислоты 0,5 мг/л; 4 – MS с добавлением тиамина 0,1 мг/л, пиридоксина 0,5 мг/л, никотиновой кислоты 0,5 мг/л; 5 – MS с добавлением 6-БАП 0,5 мг/л, ИУК 1 мг/л, никотиновой кислоты 0,5 мг/л



а

б

в

г

Рис. 3. Клубнелуковицы гладиолуса: а – до посадки; б – на момент посадки; в – через 14 дней после посадки; г – через 21 день после посадки

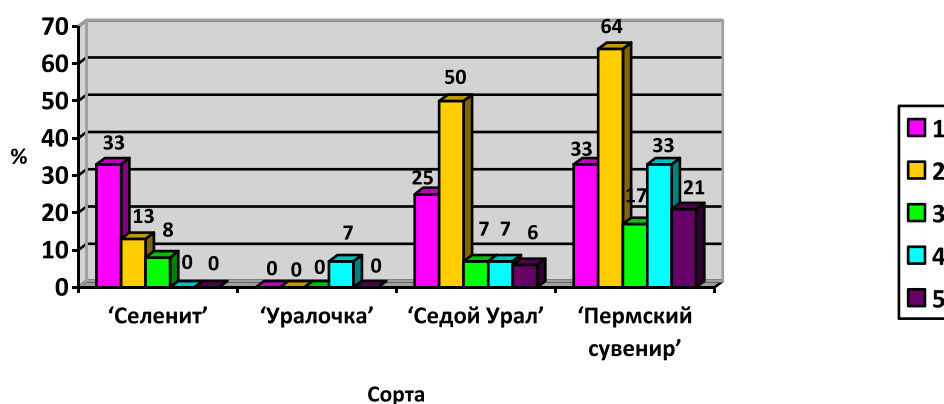


Рис. 4. Процент выхода жизнеспособных клубнелуковиц.

Примечание. 1 – MS с добавлением ИУК 0,5 мг/л, тиамина 0,1 мг/л, пиридоксина 0,5 мг/л, никотиновой кислоты 0,5 мг/л; 2 – MS с добавлением ИУК 0,5 мг/л, тиамина 0,1 мг/л, пиридоксина 0,5 мг/л, никотиновой кислоты 0,5 мг/л; 3 – MS с добавлением 6-БАП 2 мг/л, ИУК 1 мг/л, тиамина 0,1 мг/л, пиридоксина 0,5 мг/л, никотиновой кислоты 0,5 мг/л; 4 – MS с добавлением тиамина 0,1 мг/л, пиридоксина 0,5 мг/л, никотиновой кислоты 0,5 мг/л; 5 – MS с добавлением 6-БАП 0,5 мг/л, ИУК 1 мг/л, никотиновой кислоты 0,5 мг/л

М.П. Лапинская [12] в своих исследованиях использует варианты среды MS с различными регуляторами роста: α-нафтилуксусную кислоту (НУК), тиадiazурон (ТДг), ИУК, индолилмаслянную кислоту (ИМК), 6-БАП, зеатин, кинетин, 2-изопентиладенин (2-IP). Применение 6-БАП оказалось эффективным для большинства исследованных ею сортов. Экспланты гладиолуса показали хорошие результаты при добавлении в питательную среду данного фитогормона в диапазоне концентраций от 0,5 до 3 мг/л. Зеатин, кинетин и тиадiazурон оказались по сравнению с 6-БАП менее эффективными. В результате наших исследований не выявлено высокой эффективности применения 6-БАП для данных сортов гладиолуса.

Заклучение

Для стерилизации клубнелуковиц у всех изученных сортов гладиолуса можно использовать: раствор нейтрального детергента в течение 50–60 мин и промывку проточной водой в течение 15 мин – на этапе пререстерилизации; 7% раствор гипохлорита натрия («Белизна») в течение 20–25 мин и 96% этиловый спирт в течение 60 с – на этапе стерилизации. Выделение апикальной и пазушной почек необходимо проводить до стерилизации. Максимальный выход стерильной культуры варьирует от 88 до 100% в зависимости от сорта. При использовании в качестве экспланта клубнелуковицы на всех вариантах среды MS отмечается низкий выход жизнеспособных эксплантов, не более 64%.

Список литературы

1. Реут А.А., Денисова С.Г. Влияние регуляторов роста на эффективность вегетативного размножения гладиолусов // Научный альманах. 2018. № 7–1 (45). С. 223–226.
2. Широков А.И., Крюков Л.А. Основы биотехнологии растений: Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородский гос. ун-т, 2012. 49 с.
3. Фоменко Т.И., Веевник А.А. Микрклональное размножение гладиолуса *in vitro* // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира: материалы III Всерос. науч.-практ. конф. Волгоград, 2010. С. 292–297.
4. Шакина Т.Н. Биотехнологические аспекты в интродукции гладиолуса гибридного // Бюллетень ботанического сада Саратовского государственного университета. 2012. Т. 10. Вып. 1. С. 138–146.
5. Селекционное достижение Гладиолус (*Gladiolus* L.) СЕЛЕНИТ: пат. № 9442 Рос. Федерация / Черткова М.А., Шумихин С.А.; патентообладатель ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет». Заявка № 8356130; зарег. 18.01.2018; Бюл. № 2 (232), 2018а. С. 134.
6. Селекционное достижение Гладиолус (*Gladiolus* L.) УРАЛОЧКА: пат. № 9426 Рос. Федерация / Черткова М.А., Шумихин С.А.; патентообладатель ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет». Заявка № 8356129; зарег. 17.01.2018; Бюл. № 2 (232), 2018б. С. 134.
7. Селекционное достижение Гладиолус (*Gladiolus* L.) СЕДОЙ УРАЛ: пат. № 9427 Рос. Федерация / Черткова М.А., Шумихин С.А.; патентообладатель ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет». Заявка № 8356134; зарег. 17.01.2018; Бюл. № 2(232), 2018в. С. 134.
8. Селекционное достижение Гладиолус (*Gladiolus* L.) ПЕРМСКИЙ СУВЕНИР: пат. № 9425 Рос. Федерация / Черткова М.А., Шумихин С.А.; патентообладатель ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет». Заявка № 8356138; зарег. 17.01.2018; Бюл. № 2(232), 2018 г. С. 134.
9. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiol. plant.*, 1962. Vol. 15. P. 473–497.
10. Бутенко Р.Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. М., 1964. 272 с.
11. Чемарова Т.Д. Использование клубнелуковиц при микрклональном размножении сортов гладиолуса (*Gladiolus* × *hybridus* hort.) селекции учебного ботанического сада ПГНИУ // Симбиоз-Россия 2019: материалы XI Всерос. конгр. молодых ученых-биологов с межд. участием. Пермь, 2019. С. 157–159.
12. Лапинская М.П. Клональное микроразмножение промышленных сортов гладиолуса: автореф. дис. ... канд. сельск. наук. Москва, 1998. 22 с.

СТАТЬЯ

УДК 574:504.453

МОНИТОРИНГ ГЕНОТОКСИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ ОМЬ

Кубрина Л.В.

*ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет», Омск,
e-mail: kubrina-lyudmila@mail.ru*

Проблема загрязнения водных экосистем на сегодняшний день актуальна. Состояние крупных рек в значительной мере определяется уровнем загрязнения малых рек, которые являются их притоками. Особую актуальность исследование экологического состояния малых рек приобретает в урбанизированных экосистемах, где они загрязняются от многочисленных источников. В настоящее время большинство малых рек не состоят в программах мониторинга территорий. Тем не менее именно малые реки в большинстве случаев являются источниками водопотребления населения. И соответственно, проблема загрязнения малых рек с каждым годом приобретает все большую актуальность. На сегодняшний день в Омске два основных источника питьевой воды – Иртыш и Омь. Омь является малой рекой, однако подвергается техногенному загрязнению. В статье представлены результаты изучения влияния воды из р. Омь, набранной в различных местах на территории г. Омска и его окрестностей, на изучение мутагенного эффекта у тест-объектов. Предпринята попытка оценить степень загрязнения и угнетения водного объекта, р. Омь, в пределах городской черты. Генотоксическая оценка мутагенного эффекта водных проб естественного источника питьевой воды р. Омь на тест-объектах показала, что вода р. Омь обладает достоверным по сравнению с контролем токсическим эффектом.

Ключевые слова: биотест, биоиндикация, биотестирование, токсичность, малые реки

MONITORING OF GENOTOXIC POLLUTION OF THE OM RIVER

Kubrina L.V.

Omsk State Pedagogical University, Omsk, e-mail: kubrina-lyudmila@mail.ru

The problem of pollution of water ecosystems is currently relevant. The state of large rivers is largely determined by the level of pollution of small rivers that act as their tributaries. The study of the ecological state of small rivers is particularly relevant in urbanized ecosystems, where they are polluted from numerous sources. Currently, most small rivers are not included in territory monitoring programs. Nevertheless, it is small rivers that in most cases are sources of water consumption of the population. And accordingly, the problem of pollution of small rivers is becoming more and more relevant every year. Today Omsk is characterized by two main sources of drinking water-Irtysh and om. The om is a small river, but it is subject to man-made pollution. The article presents the results of studying the influence of water from the om river, collected in various places on the territory of Omsk and its environs, on the study of the mutagenic effect in test objects. An attempt was made to assess the degree of pollution and oppression of the water body—the om river within the city limits. Genotoxic assessment of the mutagenic effect of water samples from the natural source of drinking water of the om river on test objects showed that the om river water has a significant toxic effect compared to the control.

Keywords: biotest, bioindication, biotesting, toxicity, small rivers

Современный мир невозможно представить без антропогенного воздействия на окружающую среду, которое, к сожалению, достаточно часто сопровождается поступлением в нее различных поллютантов. Одним из показателей является качество воды, которое определяет общее экологическое благополучие жизни населения. Состояние крупных рек в значительной мере определяется уровнем загрязнения малых рек, которые выступают их притоками. Особую актуальность исследование экологического состояния малых рек приобретает в урбанизированных экосистемах, где они загрязняются от многочисленных источников [1, 2].

Исследования, вызванные антропогенными основаниями, в настоящее время считаются актуальными. Система данных исследований и прогнозов составляет сущность экологического мониторинга. Достаточно эффективный и доступный метод

оценки среды – биоиндикация – в большинстве случаев используется и применяется в данных целях [3, 4].

С усилением антропогенной нагрузки на экосистемы расширяется область применения фитоиндикационного метода. Преимущество биологического контроля определяется следующими обстоятельствами. Во-первых, применение методов биоиндикации для оценки качества природной среды менее трудоемко по сравнению с физико-химическими. Во-вторых, в окружающей среде зачастую присутствует несколько загрязняющих веществ, которые в комплексе оказывают влияние на живые организмы куда сильнее, чем каждый в отдельности.

Растения – важный элемент биологического контроля и биоиндикации. Более объективную информацию о состоянии растений, произрастающих в зонах с повышенной техногенной нагрузкой, позволяет

получить применение методов фитоиндикации. В качестве показателей состояния водных объектов служат разнообразные организмы, в частности растения. Оценив состояние растений, становится возможно определить картину изменений окружающей среды. Главенствующую роль растениям отводят по ряду причин; основные из них заключаются в том, что растения – автотрофы, и в том, что они стоят первыми в пищевой цепи. В наземных экосистемах продуцентам отводится около 90% всей биомассы биоценоза, это дает возможность растениям определять многие факторы и условия экосистемы.

В исследовании и изучении экологических систем вместе с биоиндикацией используется биотестирование. Это метод, при помощи которого токсичность среды определяется с применением тест-объектов, которые подают сигналы об опасности, несмотря на то, в каком количестве определённые вещества могут вызвать изменения особенно важных функций. С помощью тест-объектов можно получить информацию о неблагоприятных воздействиях и сделать косвенные выводы об особенностях этих факторов [5]. Между биоиндикацией и биотестированием есть значительное отличие: биотестирование ведется на молекулярно-клеточном или же организменном уровне и затем уже характеризует предполагаемые результаты загрязнения окружающей природной среды для биоты, а биоиндикация ведётся на уровне организма, популяции и общества и обозначает результат загрязнения [6, 7].

Цель работы состоит в том, чтобы определить и изучить мутагенную активность воды из р. Омь в серии биотестов.

Объект исследования: вода р. Омь (г. Омск).

Предмет исследования: биоиндикаторы – речис.

Материалы и методы исследования

Реки – это, как правило, круглогодичные водотоки. Речной сток формируется в результате поступления в реки вод атмосферного и подземного происхождения.

Омск находится в списке регионов России с наибольшим объёмом выбросов вредных веществ. Напряженная ситуация, которая сложилась еще в 1980-е гг., сохранялась вплоть до 2000-х гг. Больше всего в выбросах вредных веществ от стационарных источников выбросов предприятий топливно-энергетического комплекса, газоперерабатывающего завода, предприятий нефтяной и химической промышленности, а также черной и цветной металлургии.

Состояние Иртыша в настоящий момент приводит к тому, что Омь рассматривают как альтернативный источник для водоснабжения города и области, несмотря на то, что вода в Оми также имеет высокий уровень загрязнения, который по некоторым показателям превышает регистрируемый в Иртыше. Свое начало река Омь берет из озера Омское. С Васюганской равнины река спускается по другой низменности – Барабинской, создавая устье около г. Омска [2]. Русло реки, сохранившееся в городской черте, представлено на рис. 1. Также для реки Омь как для малой реки характерно и техногенное загрязнение, например загрязнение нефтепродуктами (рис. 2), среди предприятий, находящихся в городе и сбрасывающих отработанные воды, энергетические предприятия ТЭЦ-5 АО «ТГК-11».



Рис. 1. Русло реки Омь, сохранившееся в городской черте

Для достижения поставленной цели нами был осуществлен забор воды, контрольным источником была проточная вода.



Рис. 2. Загрязнение нефтепродуктами реки Омь

После мы взяли воду на трех участках р. Омь в черте Омска: возле поселка Степной, Юбилейного моста и возле улицы

18-я линия. Для удобства описания результатов исследования каждому из участков был присужден порядковый номер:

- проба № 2 – около Юбилейного моста,
- проба № 3 – возле улицы 18-я линия,
- проба № 4 – возле поселка Степной.

Для контроля была использована проточная вода (рис. 3).

Семена проращивали при постоянной температуре +25 °С. По достижении кореш-

ками длины 0,5–1 см их фиксировали в ацетоалкоголе – смеси 96% этилового спирта и ледяной уксусной кислоты [3]. Анализировали цитогенетические характеристики 40 проростков каждой точки отбора.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты химического анализа проб представлены на рис. 4.

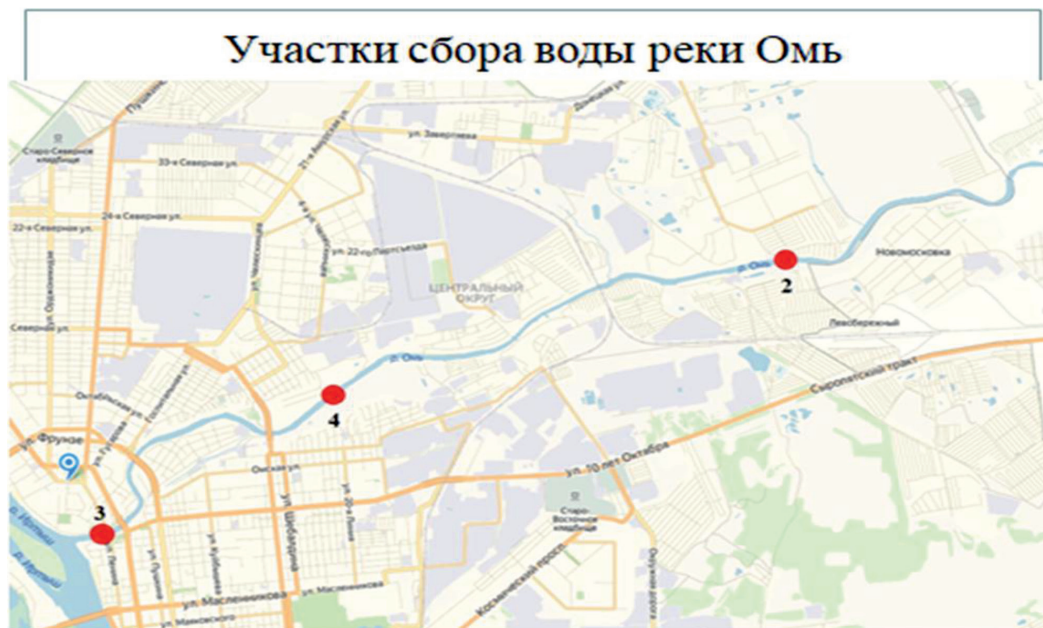


Рис. 3. Точки отбора проб

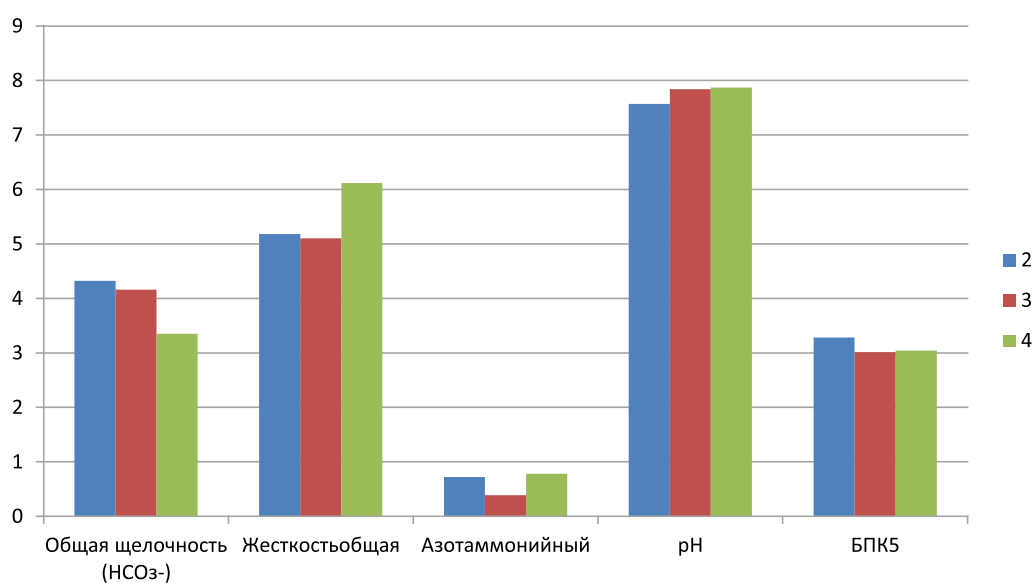


Рис. 4. Химический анализ воды реки Омь

Митотическая активность клеток в корешках редиса

Точка отбора	Анафаза		Телофаза		Итого патологий
	Всего	Патологий	Всего	Патологий	
Контроль	4,32 ± 0,15	1,06 ± 0,07	3,56 ± 0,18	0,31 ± 0,08	1,38 ± 0,07
Проба № 2	4,00 ± 0,41	2,58 ± 0,31***	3,90 ± 0,16	1,79 ± 0,13***	4,37 ± 0,52***
Проба № 3	3,84 ± 0,33	2,73 ± 0,24***	3,84 ± 0,15	2,23 ± 0,11***	4,96 ± 0,12***
Проба № 4	2,30 ± 0,27	1,46 ± 0,17*	2,71 ± 0,12	0,45 ± 0,03	1,91 ± 0,04**

Примечание: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$.

Проба, взятая возле Юбилейного моста, характеризуется следующими показателями: превышением ПДК по общей жесткости в 12 раз; превышением БПК в 1,5 раза; аммонийного азота в 2 раза. Кислотность в норме. Проба, взятая возле улицы 18-я линия, характеризуется следующими показателями: превышением ПДК по общей жесткости 12 раз, БПК в 0,5 раза. Кислотность в норме. Проба, взятая возле поселка Степной, характеризуется следующими показателями: превышением ПДК по общей жесткости в 14 раз, БПК в 0,5 раза и аммонийному азоту в 0,5 раза. Кислотность в норме. Таким образом, на основе химического анализа можно сделать вывод, что на протяжении реки Омь на в некоторых ее участках осуществляется сброс в воду мусора и других бытовых отходов.

В таблице представлены данные митотической активности клеток в корешках редиса. В анафазе максимальный показатель частоты встречаемости патологий был отмечен для пробы № 3 (2,73 %) и для пробы № 2 (2,58 %), что больше контрольного варианта в 2,5 и 2,4 раз соответственно. Достоверность этих двух показателей составила $p \leq 0,001$. Проба № 4 вызвала увеличение хромосомных aberrаций в анафазе в 1,4 раза (отличия от контроля достоверны – $p \leq 0,05$).

В телофазе наибольший показатель частоты встречаемости клеток с хромосомными aberrациями характерен для пробы № 3 – 2,23 %, что достоверно ($p \leq 0,001$) превышает контрольный вариант в 7,2 раз; наименьший – для пробы 4 (0,45 %), что достоверно не отличается от контроля. В пробе № 2 частота встречаемости клеток с хромосомными aberrациями составила 1,29 %, что достоверно ($p \leq 0,001$) превышает контрольный вариант. Таким образом, вода с р. Омь проявила токсическое и мутагенное действие на растительную клетку.

Заключение

Делая вывод о том, что вода пригодна для питьевых целей, хозяйственных и тех-

нических нужд, мы опирались на результаты растений индикаторов редиса. Необходимость моделирования современных экологических систем обусловлена их высокой сложностью, не позволяющей осуществлять их анализ и оптимизацию простыми описательными методами. Естественно, вопросы моделирования техногенного загрязнения на источники водопотребления обусловлены их высокой сложностью, не позволяющей осуществлять их анализ и оптимизацию простыми описательными методами.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что вода с р. Омь в черте г. Омска соответствует норме и ее можно использовать для питьевой цели, предварительно отфильтровать и вскипятить. Также она пригодна для полива растений и технических нужд.

Список литературы

1. Кубрина Л.В. Биологический мониторинг малых рек // Научное обозрение. Биологические науки. 2019. № 4. С. 68–72.
2. Ушакова И.Г., Горелкина Г.А., Корчевская Ю.В. Анализ источников водоснабжения населенных пунктов Омской области, расположенных вдоль р. Оми // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (28). С. 258–262.
3. Зинченко Т.Д. Унифицированные методы для оценки качества поверхностных вод Волжского бассейна: сборник трудов VIII Международного конгресса «Чистая вода». Казань: Новое знание, 2017. С. 119–122.
4. Ботвич А.С. Биоиндикация и биотестирование как методы контроля и оценки состояния окружающей среды: материалы II Межрегиональной научно-практической конференции. Отв. ред. Л.В. Начева. Кемерово, 2019. С. 17–22.
5. Чалов Р.С., Чернов А.В., Беркович К.М., Михайлова Н.М. География опасных проявлений на реках России // Известия Русского географического общества. 2017. Т. 149. Вып. 4. С. 13–33.
6. Тюменцева Е.Ю., Штабнова В.Л. Контроль качества водохозяйственного комплекса как вклад в обеспечение экологической безопасности г. Омска // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2016. № 2 (22). С. 79–95.
7. Кубрина Л.В. Особенности цитогенетического мониторинга техногенных территорий на примере г. Омска. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2017. С. 61–65.

ОБЗОР

УДК 577.25:576.32/36

**МИКРОГЛИЯ КАК КЛЮЧЕВОЙ КОМПОНЕНТ РЕГУЛЯЦИИ
СИНАПТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ****Синякин И.А., Баталова Т.А.***ФГБОУ ВО «Амурская государственная медицинская академия», Благовещенск,
e-mail: sinyakin.ivan2016@yandex.ru*

Синаптическая пластичность имеет важное значение для развития и адаптации головного мозга в онтогенезе. Описано, что в головном мозге микроглия обладают способностью обнаруживать и устанавливать воспалительную реакцию на факторы повреждения. В статье было продемонстрировано влияние микроглии на регуляцию синаптической активности в нейронах, механизмах, регулирующих взаимодействие нейронов и микроглии, показан один из способов коммуникации между микроглией и нейронами, коннексыны и большие поровые каналы. Были описаны функции M1 и M2 клеток микроглии, их роль в участии провоспалительных процессов и противовоспалительных. Рассказано о матриксных металлопротеиназах (ММП), секретируемых в нейронах, астроцитах или микроглии при патологических состояниях в ЦНС. В частности, было показано, что применение ММП-9 специфически участвует в синтезе синапсов. Новые данные показали, что применение ММП-9 снижает уровень N-кадгерина и уменьшает синаптическую передачу. В 2011 г. был описан новый способ коммуникации в ЦНС, включающий высвобождение микровезикул, также называемых эктосомами, из плазматической мембраны. Первоначально ученые-нейробиологи считали, что эти микровезикулы не играют никакой роли в нейрональной передаче, но недавно было установлено, что они являются важными посредниками в коммуникации нейронов.

Ключевые слова: пластичность, синапс, микроглия, головной мозг, воспаление**MICROGLIA AS A KEY COMPONENT OF SYNAPTIC ACTIVITY REGULATION****Sinyakin I.A., Batalova T.A.***Amur State Medical Academy, Blagoveshchensk, e-mail: sinyakin.ivan2016@yandex.ru*

Synaptic plasticity is important for the development and adaptation of the brain in ontogenesis. Inside the brain, microglia have been described as having the ability to detect and establish an inflammatory response to damage factors. The article demonstrates the influence of microglia on the regulation of synaptic activity in neurons, mechanisms that regulate the interaction of neurons and microglia, and shows one of the ways of communication between microglia and neurons connexins and large pore channels. The functions of M1 and m2 microglia cells and their role in the participation of Pro-inflammatory and anti-inflammatory processes were described. Matrix metalloproteinases (MMP) secreted in neurons, astrocytes, or microglia in pathological conditions in the Central nervous system are described. In particular, it has been shown that the use of MMP-9 specifically participates in synapse synthesis. New data showed that the use of MMP-9 reduces N-cadherin levels and reduces synaptic transmission. In 2011, a new method of communication in the Central nervous system was described, involving the release of microvesicles, also called ectosomes, from the plasma membrane. Initially, neuroscientists thought that these microvesicles played no role in neuronal transmission, but recently it was found that they are the most important intermediaries in the communication of neurons.

Keywords: plasticity, synapse, microglia, brain, inflammation

Синаптическая пластичность имеет важное значение для развития и адаптации головного мозга в онтогенезе. Все больше открытий свидетельствуют об участии микроглии в метаболизме нейронов. Морфологически клетки микроглии являются резидентными макрофагами ЦНС, которые, как известно, обладают целым рядом важнейших свойств: участие в воспалении, иммунный надзор и т.д. Кроме того, клетки микроглии, резидентные иммунные клетки мозга, экспрессируют и секретируют связанные с иммунитетом сигнальные молекулы, которые изменяют синаптическую передачу и пластичность в отсутствие воспаления. Когда воспаление действительно происходит, микроглия изменяет синаптические связи и синаптическую пластичность, необ-

ходимые для обучения и памяти. Поэтому данный обзор будет посвящен важнейшим исследованиям о роли микроглии как важнейшего компонента в развитии синаптогенеза и нейронов головного мозга.

Характеристика микроглии

Микроглия составляет приблизительно 10% клеток всей ЦНС. Многие авторы отмечают, что важнейшей функцией клеток микроглии является иммунный надзор в головном и спинном мозге [1], а также их прямое участие в воспалении при инфекциях в тканях головного мозга [2, 3]. Клетки микроглии происходят из эритромиелоидных предшественников желточного мешка [4]. Известно, что в мезенхиме желточного мешка на 4–6 неделе эмбриогенеза

находятся 2 популяции клеток, по своему внешнему виду схожие с нейронами. Большая часть клеток сходна с макрофагами, однако они не экспрессируют гены главного комплекса гистосовместимости (HLA-DR); оставшаяся популяция клеток, наоборот, вырабатывает антигены МНС II класса, но по морфологическим характеристикам не схожа с макрофагами. У первых колонизация макрофагами оказывается независимой от кровообращения, и макрофаги желточного мешка мигрируют в мезенхиму, а оттуда в головной мозг до формирования гематоэнцефалического барьера (ГЭБ) и остаются там после его образования [5]. Эта популяция является постоянно обновляющейся, поэтому периферические макрофаги активируются только при заболеваниях, сопровождающихся проницаемостью ГЭБ [6]. В головном мозге клетки микроглии инициируют воспалительную реакцию на различные экзо- и эндогенные факторы. Главные рецепторы, которые реагируют на различные повреждения нейронов, относятся к типам пуринергических и хемокиновых рецепторов и локализируются на поверхности микроглии. Основной контроль повреждения осуществляется за счет реагирования на уровни внеклеточного АТФ и секретруемых хемокинов [7]. Этап, характеризующийся вовлечением клеток микроглии в процесс воспаления, получил название активация. Активация состоит из пяти последовательных стадий, которые включают: миграцию в очаг повреждения, локальную пролиферацию, изменение морфологии и экспрессии генов, презентацию антигена и фагоцитоза антигенных структур [8]. Клетки микроглии способны секретировать БАВ, такие как фактор некроза опухоли ФНО- α [9], интерлейкин- (ИЛ-) 1 β , оксид азота (NO) [10], глутамат [11], противовоспалительные цитокины IL-4 и IL-13, которые обладают нейропротективным свойством и повышают метаболизм в нейронах после разных повреждений [12]. Классификация клеток микроглии основана на преобладании синтеза противовоспалительных и провоспалительных цитокинов. Клетки M1 (провоспалительные) и M2 (противовоспалительные) [13]. Клетки M1 обладают нейротоксическими и нейродегенеративными эффектами, так как повышение их концентрации коррелирует с хроническими нейродегенеративными заболеваниями, такими как болезнь Альцгеймера [14]. При инсультах различной этиологии и черепно-мозговой травме также происходит повышение концентрации клеток микроглии M1 [15]. Накопление микроглии M2 коррелирует с нейропротекцией, восстановле-

нием и репарацией в различных условиях заболевания [16]. До недавнего времени первоначальные исследования для понимания нейрональ-микроглиальных взаимодействий описывали, что различные нейроактивные вещества, такие как NO [17] и ФНО- α [18], оказывают мощное воздействие на функции нейронов, в частности на синаптическую пластичность. Примечательно, однако, что длительное воздействие воспалительных цитокинов может привести к праймированию или сенсibilизации микроглии, поэтому она более активно трансформируется в M2, а не M1 тип в ответ на воспаление [19]. Это совершенно противоположная реакция по сравнению с реакцией при остром воспалении [20].

Механизмы, регулирующие метаболизм в нейронах

В одном эксперименте авторы [21] исследовали, существует ли роль микроглии во взаимодействии с синапсами нейронов в онтогенезе, используя визуализацию и электрофизиологические методики. Они использовали нокаутных мышей, которые экспрессируют белок GFP в микроглии под контролем промотора хемокинового рецептора CX3CR1. Таким образом, авторы могли пометить и визуализировать все изменения, происходящие в микроглии, а также изменять ее активность. Авторы обнаружили, что количество синапсов и так называемых дендритных шипов, экспрессирующих PSD95 в Cx3cr1^{GFP/+} у мышей этот показатель был примерно в 3 раза выше, чем у мышей с дефицитом CX3CR1 (Cx3cr1^{KO/KO}). Их результат позволил получить некоторое представление о потенциальной роли микроглии в созревании синапсов, а также о возможности того, что это может быть опосредовано белком CX3CR1 [22]. Для дальнейшего рассмотрения вопроса о том, обладают ли клетки микроглии синаптической активностью в нормальном мозге молодого взрослого человека, другая группа авторов [23] использовала электрофизиологический метод с использованием визуализации во фронтальных срезах гиппокампа головного мозга и первичных культурах нейронов, полученных из него. Далее они управляли концентрацией клеток микроглии, либо уменьшая их количество с помощью клондроната (препарат ингибирующий костную резорбцию). Снижение концентрации микроглии приводило к резкому увеличению синаптических частот, известных как спонтанные и микровозбуждающие постсинаптические токи (sEPSC и mEPSC) из области CA1 гиппокампа. Эти токи были устранены после восполнения популяции

клеток микроглии в срезах гиппокампа области CA1. Изменение синаптической активности коррелировало с изменением количества синапсов, что позволило предположить, что микроглия может участвовать в контроле синаптической активности, регулируя количество синапсов.

Механизм, с помощью которого микроглия, возможно, регулирует синаптическую активность, был предложен в исследовании тех же авторов [23]. Характерными маркерами, которые определяют функционирование синапсов, являются молекулы синаптической адгезии, такие как протокадгерин и SynCAM1. Их активность была снижена в нейронах с низкой концентрацией микроглии, по сравнению с нейронами контроля. Нормальный уровень молекул синаптической адгезии был восстановлен при инкубации нейронов с микроглией, в активаторе тканевого плазминогена сериновой протеазы (ТПА). Структурные изменения в синапсе связаны со стабильностью передачи потенциала действия между нейронами. Классические молекулы синаптической адгезии кадгерина (Е-кадгерин и N-кадгерин), протокадгерина и NCAM изучались в работе синаптической пластичности. Срезы гиппокампа, которые предварительно обработали антителами против N- и Е-кадгеринов, демонстрируют при использовании электрофизиологических токов сниженный уровень долговременной потенциации [24]. Кроме того, экспрессия мутантного белка N-кадгерина или действие короткого нокдауна РНК N-кадгерина обеспечивает нарушение синаптической стабильности и нарушение проведения нервного импульса в этом участке [25].

Другой группой авторов показано, что при блокировании антител к протокадгеринам в срезах гиппокампа уменьшается синаптическая передача и происходит индукция долговременной потенциации [26]. Металлопротеиназы – это семейство протеаз, которые влияют на клеточное поведение посредством целенаправленной деградации или протеолитической обработки различных молекул внеклеточного матрикса и играют важную роль в регуляции динамических изменений молекул адгезии, связанных с синаптической пластичностью [27]. Матриксные металлопротеиназы (ММП) синтезируются в клетках микроглии при патологических процессах, происходящих в ЦНС, их активность связана в первую очередь с расщеплением молекул клеточной адгезии на поверхности клетки и в синапсе [28, 29]. В частности, было показано, что использование ММП-9 специфически участвует в синтезе синапсов. Новые дан-

ные показали, что применение ММП-9 снижает уровень N-кадгерина и уменьшает синаптическую передачу [30]. Возможно, что протеазы, секретируемые из микроглии, могут регулировать синаптическую активность путем ремоделирования ЭВМ, которая, как известно, влияет на связь между синапсами [31].

Один из способов коммуникации между микроглией и нейронами – через коннексины и большие поровые каналы. Коннексины (CX) – это белки, находящиеся в щелевых контактах, соединяющих соседние клетки. Коннексины содержат четыре высокоупорядоченных трансмембранных сегмента, цитоплазматическую петлю и 2 внеклеточные петли (EL-1) и (EL-2). Коннексины собираются в группы по шесть, чтобы сформировать полуканалы или коннексоны, а два полуканала затем объединяются, образуя щелевое соединение. Этот комплекс из шести коннексинов получил название коннексон, в дальнейшем он будет формировать гемиканал [32]. Наиболее распространенными изоформами у человека являются: Cx32, Cx46, Cx36, Cx43 и Cx45. Многочисленные исследования подтвердили, что коннексины экспрессируются в астроцитах и нейронах. В одном исследовании авторы обнаружили, что Cx36 и Cx43 экспрессируются в микроглии [33], где они индуцируют реакцию высвобождения провоспалительных цитокинов (ФНО- α и IL1 β) [34] и метаболитов. В исследовании [35] было показано, что во время воспалительных процессов в организме экспрессия Cx43 повышается. Это увеличение приводит к образованию ретракции клеток микроглии и образованию так называемого функционального синцития. Изоформа Cx36 находится всегда в активном состоянии в покоящейся микроглии и не подвергается вовлечению в различные процессы во время активации микроглии. Подобно белкам CX, в микроглии образуются большие поровые каналы, состоящие в основном из паннексинов и каналов P2X. Они являются пуриnergическими и активируются внеклеточным АТФ. Среди них есть P2X4 канал, активность которого повышена в активированной микроглии [35]. Как уже упоминалось выше, микроглия может генерировать нейромедиаторы, в первую очередь глутамат. Показано, что применение ингибиторов глутаматных рецепторов NBQX и GYKI, а также ингибитора ГАМК-Кергической сигнализации бидукуллина снижает подвижность микроглиальных процессов [36].

В 2011 г. был описан новый способ коммуникации в ЦНС, включающий высвобождение микровезикул, также называемых

экзосомами, из плазматической мембраны [37]. Первоначально считалось, что эти микровезикулы не важны для ЦНС, но недавно было установлено, что они являются ключевыми мессенджерами в синаптической коммуникации. Везикулы содержат липиды, белки клеточной поверхности и материал из цитоплазмы или ядра клетки [38]. Везикулы распознаются клеткой-мишенью по наличию фосфатидилсерина на их поверхности [39] и взаимодействуют с соответствующими рецепторами. Они также могут непосредственно сливаться с клеткой-мишенью. На поверхности микроглии рецепторы P2X7, реагирующие на высвобождение АТФ, опосредуют активацию экзосом [40]. Этот процесс инициируется активностью фермента сфингомиелиназы и включает активацию эффекторного белка p38. Хотя этот механизм не является исключительным для микроглии (поскольку было показано, что астроциты также экспрессируют рецепторы P2X7), микроглия представляет собой значительный резервуар этих экзосом. Сигнализация через эти микровезикулы была зарегистрирована в различных системах. Считается, что одним из факторов, способствующих такой передаче сигналов, является аннексин А2 [41], белок, экспрессируемый микроглией, который влияет на их активацию [42]. Было показано, что аннексин А2 влияет на нейрональные ионные каналы и функционирование нейронов [43, 44] либо непосредственно, либо через его взаимодействие с P11 [45].

Влияние микроглии на поведение и нейрогенез

Нормальное функционирование микроглии является необходимым условием для правильной работы мозга, и активность микроглиальных клеток важна для поддержания нейронных схем и контроля поведения. Есть два важных открытия, иллюстрирующих, что селективная дисфункция микроглии приводит к аномальному поведению или нейронной дисфункции. Первый пример – модель на мышах синдрома Ретта, формы аутистического расстройства, характеризующегося нарушением синаптогенеза, приводящего к тяжелым нарушениям моторных, языковых и когнитивных функций. Этот дефицит коррелирует с уменьшением размера нейронов, уменьшением дендритного разветвления и уменьшением числа шипов. Это заболевание связано с мутациями в гене метилового CpG-связывающего белка 2 (MECP2), транскрипционного репрессора, экспрессируемого во всех типах клеток мозга. Мыши с делецией MECP2 демонстрируют нарушение функ-

ций опорно-двигательного аппарата и снижение продолжительности жизни. Микроглия с дефицитом MECP2 демонстрирует сильное снижение фагоцитарной активности. Таким образом, авторы сделали вывод, что микроглиальная фагоцитарная активность является необходимой для развития или поддержания нейрональной схемы [45].

Другой дисфункцией мозга, связанной с нарушением работы микроглии, является патологическое поведение мышей с дефицитом Nohx8. Эти мыши используются в качестве модели для компульсивного расстройства человека, известного также как трихотилломания. В модели на мышах поведенческий компонент может быть сохранен путем трансплантации клеток костного мозга дикого типа мышам с мутантным геном. Предполагается, что моноциты костного мозга заселяют мозг и превращаются в клетки с микроглиальными свойствами. Эксперимент по пересадке костного мозга взрослым мышам позволил авторам предположить, что этот дефект развития может отражать дисфункцию микроглии у взрослых животных [46].

В одном из исследований данные *in vitro* показывают, что микроглиальные клетки способствуют нейрогенезу. Супернатант, полученный из микроглиальных культур, лишь подтверждает способность стволовых клеток к самообновлению и образованию мультипотентных нейросфер [47]. Нейрогенез гиппокампа, индуцированный воздействием обогащенной среды с нейробластами, был напрямую связан с активацией микроглии [48], что еще больше подтверждает ключевую роль микроглии в его развитии. В гиппокампе взрослого животного микроглия способствует регуляции межнейронной сетевой активности, контролируя интеграцию «юных» нейронов в существующие цепи и элиминацию апоптотических нейронов [49].

Выводы

Учитывая данные визуализации, клеточного и электрофизиологического подходов, исследования установили, что взаимодействие между нейронами и микроглией приводит к созреванию синапсов и синаптической активности в головном мозге. Полученные данные указывают на то, что клетки микроглии влияют как на созревание ЦНС в процессе развития, так и на острую и динамическую регуляцию нейронной активности зрелой, нормально функционирующей ЦНС.

Список литературы

1. Skaper SD. Ion channels on microglia: therapeutic targets for neuroprotection. *CNS & Neurological Disorders Drug Targets*. 2011. V. 10(1). P. 44–56.

2. Kreutzberg G.W. Microglia, the first line of defence in brain pathologies. *Arzneimittel-Forschung*. 1995. V. 45(3). P. 357–360.
3. Kreutzberg G.W. Microglia: a sensor for pathological events in the CNS. *Trends in Neurosciences*. 1996. V. 19(8). P. 312–318.
4. Ginhoux F., Greter M., Leboeuf M., et al. Fate mapping analysis reveals that adult microglia derive from primitive macrophages. *Science*. 2010. V. 330(6005). P. 841–845.
5. Neumann H., Wekerle H. Brain microglia: watchdogs with pedigree. *Nature Neuroscience*. 2013. V. 16. P. 253–255.
6. Eggen B.J., Raj D., Hanisch U.K., Boddeke H.W. Microglial phenotype and adaptation. *Journal of Neuroimmune Pharmacology*. 2013. V. 8. P. 807–823.
7. Kettenmann H., Kirchhoff F., Verkhratsky A. Microglia: new roles for the synaptic stripper. *Neuron*. 2013. V. 77. P. 10–18.
8. Aloisi F. Immune function of microglia. *Glia*. 2001. V. 36 (2). P. 165–179.
9. Piani D., Spranger M., Frei K., Schaffner A., Fontana A. Macrophage-induced cytotoxicity of N-methyl-D-aspartate receptor positive neurons involves excitatory amino acids rather than reactive oxygen intermediates and cytokines. *European Journal of Immunology*. 1992. V. 22(9). P. 2429–2436.
10. Wu M., Tsirka S.E. Endothelial NOS-deficient mice reveal dual roles for nitric oxide during experimental autoimmune encephalomyelitis. *Glia*. 2009. V. 57(11). P. 1204–1215.
11. Barger S.W., Basile A.S. Activation of microglia by secreted amyloid precursor protein evokes release of glutamate by cystine exchange and attenuates synaptic function. *Journal of Neurochemistry*. 2001. V. 76(3). P. 846–854.
12. Park K.W., Lee D.Y., Joe E.H., Kim S.U., Jin B.K. Neuroprotective role of microglia expressing interleukin-4. *Journal of Neuroscience Research*. 2005. V. 81(3). P. 397–402.
13. Colton C.A., Wilcock D.M. Assessing activation states in microglia. *CNS and Neurological Disorders*. 2010. V. 9(2). P. 174–191.
14. Mandrekar-Colucci S., Karlo J.C., Landreth G.E. Mechanisms underlying the rapid peroxisome proliferator-activated receptor-gamma-mediated amyloid clearance and reversal of cognitive deficits in a murine model of Alzheimer's disease. *The Journal of Neuroscience*. 2012. V. 32. P. 10117–10128.
15. Hu X., Li P., Guo Y. Microglia/macrophage polarization dynamics reveal novel mechanism of injury expansion after focal cerebral ischemia. *Stroke*. 2012. V. 43. P. 3063–3070.
16. Shechter R., Schwartz M. Harnessing monocyte-derived macrophages to control central nervous system pathologies: no longer «if» but «how» *The Journal of Pathology*. 2013. V. 229. P. 332–346.
17. Zhuo M., Small S.A., Kandel E.R., Hawkins R.D. Nitric oxide and carbon monoxide produce activity-dependent long-term synaptic enhancement in hippocampus. *Science*. 1993. V. 260(5116). P. 1946–1950.
18. Nistico R., Mango D., Mandolesi G. Inflammation subverts hippocampal synaptic plasticity in experimental multiple sclerosis. *PLoS ONE*. 2013. P. 8e54666.
19. Beattie E.C., Stellwagen D., Morishita W. Control of synaptic strength by glial TNF α . *Science*. 2002. V. 295(5563). P. 2282–2285.
20. Ajmone-Cat A., Mancini M., De Simone R., Cilli P., Minghetti L. Microglial polarization and plasticity: evidence from organotypic hippocampal slice cultures. *Glia*. 2013. V. 61. P. 1698–1711.
21. Paoletti R.C., Bolasco G., Pagani F. Synaptic pruning by microglia is necessary for normal brain development. *Science*. 2011. V. 333(6048). P. 1456–1458.
22. Sierra A., Abiega O., Shahraz A., Neumann H. Janus-faced microglia: beneficial and detrimental consequences of microglial phagocytosis. *Frontiers in Cellular Neuroscience*. 2013. V. 7. article 6.
23. Ji K., Akgul G., Wollmuth L.P., Tsirka S.E. Microglia actively regulate the number of functional synapses. *PLoS ONE*. 2013. P. 8e56293.
24. Tang L., Hung C.P., Schuman E.M. A role for the cadherin family of cell adhesion molecules in hippocampal long-term potentiation. *Neuron*. 1998. V. 20(6). P. 1165–1175.
25. Mendez P., De Roo M., Poglia L., Klausner P., Muller D. N-cadherin mediates plasticity-induced long-term spine stabilization. *Journal of Cell Biology*. 2010. V. 189(3). P. 589–600.
26. Yamagata K., Andreasson K.I., Sugiura H. Arcadin is a neural activity-regulated cadherin involved in long term potentiation. *Journal of Biological Chemistry*. 1999. V. 274(27). P. 19473–19479.
27. Shiosaka S., Yoshida S. Synaptic microenvironments: structural plasticity, adhesion molecules, proteases and their inhibitors. *Neuroscience Research*. 2000. V. 37(2). P. 85–89.
28. Dzwonek J., Rylski M., Kaczmarek L. Matrix metalloproteinases and their endogenous inhibitors in neuronal physiology of the adult brain. *FEBS Letters*. 2004. V. 567(1). P. 129–135.
29. Huang Y., Bach M., Lipp H. Mice lacking the gene encoding tissue-type plasminogen activator show a selective interference with late-phase long-term potentiation in both Schaffer collateral and mossy fiber pathways. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 1996. V. 93. P. 8699–8704.
30. Restituito S., Khatri L., Ninan I. Synaptic autoregulation by metalloproteinases and γ -secretase. *Journal of Neuroscience*. 2011. V. 31(34). P. 12083–12093.
31. Dityatev A., Schachner M. Extracellular matrix molecules and synaptic plasticity. *Nature Reviews Neuroscience*. 2003. V. 4(6). P. 456–468.
32. Willecke K., Eiberger J., Degen J., et al. Structural and functional diversity of connexin genes in the mouse and human genome. *Biological Chemistry*. 2002. V. 83(5). P. 725–737.
33. Dobrenis K., Chang H.-Y., Pina-Benabou M.H. Human and mouse microglia express connexin36, and functional gap junctions are formed between rodent microglia and neurons. *Journal of Neuroscience Research*. 2005. V. 82(3). P. 306–315.
34. Oviedo-Orta E., Evans W.H. Gap junctions and connexin-mediated communication in the immune system. *Biochimica et Biophysica Acta*. 2004. V. 1662(1–2). P. 102–112.
35. Mika T., Prochnow N. Functions of connexins and large pore channels on microglial cells: the gates to environment. *Brain Research*. 2012. V. 1487. P. 16–24.
36. Wong W.T., Wang M., Li W. Regulation of microglia by ionotropic glutamatergic and GABAergic neurotransmission. *Neuron Glia Biology*. 2011. V. 7. P. 41–46.
37. Sadallah S., Eken C., Schifferli J.A. Exosomes as modulators of inflammation and immunity. *Clinical and Experimental Immunology*. 2011. V. 163(1). P. 26–32.
38. Antonucci F., Turola E., Riganti L. Microvesicles released from microglia stimulate synaptic activity via enhanced sphingolipid metabolism. *EMBO Journal*. 2012. V. 31(5). P. 1231–1240.
39. Al-Nedawi K., Meehan B., Rak J. Microvesicles: messengers and mediators of tumor progression. *Cell Cycle*. 2009. V. 8(13). P. 2014–2018.
40. Bianco F., Perrotta C., Novellino L. Acid sphingomyelinase activity triggers microparticle release from glial cells. *EMBO Journal*. 2009. V. 28(8). P. 1043–1054.
41. Kwaan H.C., Magalhães Rego E. Role of microparticles in the hemostatic dysfunction in acute promyelocytic leukemia. *Seminars in Thrombosis and Hemostasis*. 2010. V. 36(8). P. 917–924.
42. Siao C.-J., Tsirka S.E. Tissue plasminogen activator mediates microglial activation via its finger domain through annexin II. *Journal of Neuroscience*. 2002. V. 22(9). P. 3352–3358.
43. Gauthier-Kemper A., Weissmann C., Goloviyashkina N., et al. The frontotemporal dementia mutation R406W blocks tau's interaction with the membrane in an annexin A2-

- dependent manner. *Journal of Cell Biology*. 2011. V. 192(4). P. 647–661.
44. Ning L., Wang C., Ding X., Zhang Y., Wang X., Yue S. Functional interaction of TRPV4 channel protein with annexin A2 in DRG. *Neurological Research*. 2012. V. 34. P. 685–693.
45. Warner-Schmidt J.L., Schmidt E.F., Marshall J.J. Cholinergic interneurons in the nucleus accumbens regulate depression-like behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2012. V. 109. P. 11360–11365.
46. Derecki N.C., Cronk J.C., Lu Z., Xu E., Abbott S.B., Guyenet P.G., Kipnis J. Wild-type microglia arrest pathology in a mouse model of Rett syndrome. *Nature*. 2012. V. 484. P. 105–109.
47. Chen S.K., Tvrdik P., Peden E., Cho S., Wu S., Spangrude G., Capecchi M.R. Hematopoietic origin of pathological grooming in Hoxb8 mutant mice. *Cell*. 2010. V. 141(5). P. 775–785. DOI: 10.1016/j.cell.2010.03.055.
48. Walton N.M., Sutter B.M., Laywell E.D., Levkoff L.H., Kearns S.M., Marshall G.P. 2nd, Scheffler B., Steindler D.A. Microglia instruct subventricular zone neurogenesis. *Glia*. 2006. V. 54(8). P. 815–825. DOI: 10.1002/glia.20419.
49. Ziv Y., Ron N., Butovsky O., Landa G., Sudai E., Greenberg N., Cohen H., Kipnis J., Schwartz M. Immune cells contribute to the maintenance of neurogenesis and spatial learning abilities in adulthood. *Nat Neurosci*. 2006. V. 9(2). P. 268–275. DOI: 10.1038/nn1629.
50. Sierra A., Encinas J.M., Deudero J.J., Chancey J.H., Enikolopov G., Overstreet-Wadiche L.S., Tsirka S.E., Maletic-Savatic M. Microglia shape adult hippocampal neurogenesis through apoptosis-coupled phagocytosis. *Cell Stem Cell*. 2010. V. 8;7(4). P. 483–495. DOI: 10.1016/j.stem.2010.08.014.

СТАТЬЯ

УДК 613.84

**ФАКТОРЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ КУРЕНИЯ
С ПОЗИЦИЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ****Ядрищенская Т.В.***ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск, e-mail: tagir.on-line@mail.ru*

В статье рассматриваются факторы и последствия курения в студенческих группах Тихоокеанского государственного университета, изученные на основе опроса по самостоятельно составленной анкете «Факторы и последствия курения». В результате обработки и анализа ответов студентов были установлены факторы (причины начала) курения в студенческих группах: семейная среда и наследственность, стремление быть принятым в компанию, казаться взрослее, желание облегчить нервно-психическое напряжение. Среди последствий курения с помощью корреляционного метода было обнаружено субъективное ухудшение здоровья за последний год и снижение степени удовлетворенности повседневной деятельностью, настроения. Корреляции с такими показателями по опроснику «Шкала субъективного благополучия», как значимость социального окружения, самооценка здоровья, напряжённость и чувствительность, признаки, сопровождающие психоэмоциональную симптоматику, не позволили выявить достоверных значений. Мы предполагаем, что это связано с тем, что возраст опрошенных студентов от 17 до 24 лет, курящие находятся на самом начальном этапе формирования никотиновой зависимости, поэтому по психоэмоциональному состоянию незначительно отличаются от некурящих. Проведенное исследование необходимо для актуализации сведений о негативных последствиях курения с целью профилактики возникновения этой вредной привычки.

Ключевые слова: табакокурение, факторы и последствия курения, студенческая молодежь, субъективное благополучие, коэффициент корреляции

FACTORS AND EFFECTS OF SMOKING FROM A STUDENT YOUTH POSITION**Yadrishenskaya T.V.***Pacific National University, Khabarovsk, e-mail: tagir.on-line@mail.ru*

The article examines the factors and consequences of smoking in student groups of the «Pacific State University», obtained on the basis of a survey on the self-compiled questionnaire «Factors and consequences of smoking». As a result of processing and analysis of students' responses, the factors (reasons for starting) smoking in student groups were established: family environment and heredity, the desire to be accepted into the company, to appear more mature, the desire to relieve mental stress. Among the consequences of smoking, using the correlation method, a subjective deterioration in health over the last year and a decrease in the degree of satisfaction with daily activities and mood were found. Correlations with such indicators according to the «Scale of Subjective Well-Being» questionnaire as the significance of the social environment, self-assessment of health, tension and sensitivity, signs accompanying psychoemotional symptoms did not allow us to identify reliable values. We assume that this is due to the fact that the age of the surveyed students is from 17 to 24 years old, smokers are in the very initial stage of the formation of nicotine addiction, therefore, in terms of their psycho-emotional state, they are not much different from nonsmokers. This study is necessary to update information on the negative consequences of smoking in order to prevent the emergence of this bad habit.

Keywords: tobacco smoking, factors and consequences of smoking, student youth, subjective well-being, correlation coefficient

Важнейшим фактором здоровья является образ жизни. Несмотря на общеизвестный вред табакокурения, среди взрослого населения Российской Федерации достаточно большое число населения – 39,1% (43,9 млн) являются активными курильщиками табака. Среди мужчин число лиц, имеющих эту вредную привычку, составило 60,2% (30,6 млн), среди женщин – 21,7% (13,3 млн). Около 43% подростков приобщаются к табакокурению в возрасте младше 13 лет [1].

По данным опроса каждый год табакокурение в России является причиной смерти от 330 до 400 тыс. чел. При этом трое из четырех умирают в возрасте 35–69 лет. Курение способствует высокому уровню смертности населения России, который в 2,5 раза

выше, чем в странах Европы [1]. Подсчитано, что косвенные потери от курения из-за более низкой эффективности труда и дополнительных потерь от нетрудоспособности курящих составляют 207,5 млрд руб., что соответствует 0,77% ВВП или 21,6% расходов консолидированного бюджета на здравоохранение [2].

В связи с актуальностью данной проблемы общественность, врачи, педагоги, психологи, психофизиологи озадачены тем, что побуждает подростков, взрослых людей к употреблению табачных изделий.

Цель исследования: анализ факторов и последствий курения в студенческих группах для актуализации сведений о негативном воздействии никотиновой зависимости и профилактики табакокурения.

Материалы и методы исследования

Изучение факторов и последствий табакокурения проводилось на базе Тихоокеанского государственного университета, в опросе приняли участие 103 студента в возрасте от 17 до 24 лет, из них 41 % юноши и 59 % девушки. На основе литературных источников была составлена анкета «Факторы и последствия курения», ответы на вопросы анкеты были переведены в баллы с учетом определенной логики построения задаваемого вопроса.

Для оценки субъективного благополучия студентов была использована методика «Шкала субъективного благополучия» (ШСБ). Определение субъективного благополучия сводится к понятию удовлетворенности жизнью и связывается со стандартами респондента в отношении того, что является хорошей жизнью. Значение понятия субъективного благополучия тесно связано с обыденным пониманием счастья как превосходства положительных эмоций над отрицательными. Это определение подчеркивает приятные эмоциональные переживания, которые либо объективно преобладают в жизни человека, либо человек субъективно склонен к ним [3].

С целью установления влияния факторов курения и их последствий на функциональное состояние респондентов был использован корреляционный метод. Проверка коэффициента корреляции на значимость проводилась с использованием табличных значений с учетом степеней свободы по двустороннему критерию.

Результаты исследования и их обсуждение

Общее количество курящих (недавно бросивших и курящих в настоящее время) в обследуемых студенческих группах в нашем исследовании составило 28 %, среди юношей – 41 %, среди девушек – 22 %. С учетом тех студентов, которые пробовали когда-либо курить, общее количество когда-либо куривших возросло до 42 %.

На вопросы анкеты № 3 «С какого возраста вы курите?» и № 4 «Как давно вы курите?» 28 % студентов ответили, что достаточно рано, в возрасте 14–17 лет, остальные позже, с 18 лет, и, соответственно, стаж курения у рано начавших курить составляет более 2–3 лет.

В последние годы в России наблюдается отчетливая тенденция к увеличению распространенности табакокурения среди молодежи и более раннему началу регулярного курения. Согласно результатам GATS, около 17 % взрослых начинают ежедневно

курить в возрасте моложе 15 лет. Больше всего опрошенных (46,6 %) начали курить ежедневно в возрасте 15–17 лет, 14,2 % начали ежедневное курение, когда им было более 20 лет. Средний возраст начала регулярного курения – 18,1 года [1]. Таким образом, большинство людей начинают курить в школьном или студенческом возрасте.

Небольшой стаж курения наших респондентов указывает на то, что большинство из них находятся в начальной стадии табачной зависимости, поэтому при ответе на вопрос № 6 «Испытываете ли вы тягу к курению?» большинство студентов ответили, что несильную.

Интересными, на наш взгляд, оказались ответы студентов на вопрос № 5 «Каковы, по вашему мнению, причины начала курения?». Анализ ответов показал, что наиболее существенными факторами, способствующими возникновению этой вредной привычки, являются: «за компанию», «воздействия стрессов и проблем», «любопытство – попробовать что-то новое», «слабая воля» и меньшее влияние оказывает, по мнению анкетированных, «давление» рекламы, кино, телевидения.

Многочисленные социологические исследования, проведенные с целью определения причин начала курения и тех моментов, которые привлекают молодежь к формированию пристрастия к этой вредной привычке несмотря на множество негативных сторон, показывают, что основные причины начала и продолжения курения, следующие [4–6]:

- снятие напряжения (курение – хороший способ расслабиться, отвлечься от проблем);

- возможность повысить собственный авторитет (в подростковой и молодежной среде курение воспринимается как признак зрелости; считается, что курящим легче найти себе компанию, чем некурящим);

- сплочение группы (подростки считают, что курение сплачивает компанию; легче завязывается разговор; во время курения легче познакомиться с другими ребятами).

Довольно сильным фактором начала курения является курение самих родителей. Если один или оба родителя курят, то возрастает вероятность того, что подросток следует их примеру. И немаловажное значение для начала курения имеет естественное любопытство подростков [5, 6].

Стадия никотиновой зависимости, стаж курения определяет и количество выкуриваемых сигарет в день, это один из вопросов анкеты. В нашем исследовании мы отмечаем, что, несмотря на небольшой стаж курения, курящие студенты выкуривают по

11–15 сигарет в день и количество таких составило 31%. 50% респондентов-курильщиков выкуривают по 6–10 сигарет в день и 19% студентов – по 1–5 сигарет в день.

С количеством сигарет связаны и денежные затраты (вопрос анкеты № 11), коэффициент корреляции между этими показателями составил $r = 0,81465$. Оказалось, что около 33% курящих студентов затрачивают не более 500 руб. в месяц, 33% курящих по 500–1000 руб., 25% курящих студентов тратят в сумме от 1000 до 1500 руб. в месяц, и 8% студентов – более 1500 руб. в месяц. Таким образом, очевидно, что курение – это экономически затратная вредная привычка.

В нашем исследовании мы затронули и вопросы, связанные с ситуациями, когда происходит курение – это вопросы анкеты № 9 и 10. 61% опрошенных ответили, что курят тогда, когда захотят, некоторые не замечают, когда это происходит, малое количество ответили, что после еды и перед сном. Необходимо заметить, что курение до завтрака, перед сном является определенным ритуалом, стереотипом поведения, который вырабатывается через несколько лет после начала курения и отражает уже более выраженную никотиновую зависимость. Наши респонденты находятся на первой стадии с неустоявшимися стереотипами курительной привычки.

Подсчет результатов на вопрос анкеты № 13 «Беспокоят ли вас предупреждающая надпись и фотография на пачке сигарет?» показал, что большинство опрошенных курящих и некурящих студентов отвечают утвердительно. Результаты ответа на вопрос анкеты № 14 продемонстрировали, что 97% респондентов от всех опрошенных студентов знают о негативных последствиях курения, прежде всего вызывающего ухудшение состояния здоровья.

При ответе на вопрос № 15 «Курят ли ваши родственники?» были получены следующие результаты: 19% опрошенных заявили, что курят оба родителя, 33% ответили, что курит один из родителей, 12,5% отметили, что курят брат или сестра, 16% – дедушка или бабушка и, наконец, 28% студентов заявили, что из ближайших родственников никто не курит. При сопоставлении ответов курящих студентов на этот вопрос было установлено, что 90% из них имеют курящих родственников и только 10% ответили, что в их семье никто не курит. Первая группа распределилась следующим образом: 45% ответили, что в их семье курят оба родителя, 16% – один из родителей курит, и 27% ответили, что курит брат или сестра. Таким образом, полученные данные в определенной степени сви-

детельствуют о том, что, с одной стороны, никотиновая зависимость (как одна из форм аддиктивного поведения) может зависеть от наследственных факторов, с другой стороны, наличие этой вредной привычки в семье формирует стереотип поведения, традицию, которая легко усваивается молодым поколением. Определенная зависимость между наличием тяги к курению и курящими родственниками была установлена с использованием коэффициента корреляции ($r = 0,278$, при $p < 0,05$).

Следующие вопросы анкеты были связаны с влиянием курения на функциональное состояние, работоспособность. Необходимо отметить, что практически все (97%) курильщиков отмечают отсутствие изменений физической и умственной работоспособности после выкуривания сигарет. Возможно, такие ответы связаны с тем, что стаж табакокурения у молодых людей небольшой, не более 3 лет. Тем не менее необходимо напомнить, что 23% курящих студентов отвечают, что выкуривают(ли) 11–15 сигарет в день! 54% отметили, что выкуривают 6–10 сигарет в день. Возможно, в силу молодого возраста компенсационные и регенерационные резервы организма еще велики, поэтому особых изменений в работоспособности и в своем функциональном состоянии курящие студенты не наблюдают.

При ответе на вопрос «Каковы ваши ощущения после выкуривания сигареты?» 25% студентов этой группы отмечают улучшение эмоционального состояния после курения, никто из курящих респондентов не указывает на ощущение прилива сил или, наоборот, на слабость, одышку. Мы предполагаем, что наши респонденты, в силу их молодого возраста, находятся на первой стадии никотиновой зависимости, когда симптомы абстиненции еще не выражены достаточно сильно и проявляются в основном на эмоциональном уровне. Тем не менее анализ ответов на вопрос «Чувствуете ли вы ухудшение вашего состояния здоровья за последний год?» показывает, что 44% опрашиваемых курильщиков (бывших и настоящих) утверждают, что за последний год их состояние здоровья незначительно ухудшилось, в то время как среди некурящих таких ответов зарегистрировано не было.

Вопрос № 22 звучал «Не курить – это... продолжите фразу». Анализ результатов ответов студентов на этот вопрос показал следующее: в приоритете ответов беспокойство по поводу ухудшения материального положения, что очень важно для молодых людей – «Не курить – это не тратить деньги». На втором месте по ценности – здоровье: «Не курить – значит быть здоровым».

Далее следуют такие ответы, как «Не засорять окружающую среду», «Иметь здоровое потомство». Один, видимо заядлый курильщик, ответил: «Не жить нормально».

Одной из задач нашего исследования явилось выяснение коррелятивных взаимодействий между полученными результатами по никотиновой зависимости с факторами, которые её вызывают, а также с последствиями влияния курения на физическую, умственную работоспособность, состоянием здоровья, экономическими затратами на покупку сигарет (таблица).

Положительные корреляционные взаимодействия в нашем исследовании были обнаружены между наличием в семье курящих родственников и возникновением никотиновой зависимости у студентов (таблица).

значимость социального окружения, самооценка здоровья (по этой методике), напряжённость и чувствительность, признаки, сопровождающие психоэмоциональную симптоматику, не позволили выявить достоверных значений. Мы предполагаем, что это связано с тем, что возраст опрошенных студентов от 17 до 24 лет, курящие находятся на самом начальном этапе формирования никотиновой зависимости (если не бросят), поэтому по психологическим показателям мало чем отличаются от некурящих.

Заключительным вопросом нашей анкеты был вопрос «Как вы думаете, что нужно предпринять, чтобы молодые люди и подростки не начинали курить?». Анализ результатов ответов студентов на этот вопрос показал следующее: большинство студентов считают, что главную роль в возникно-

Достоверные значения с учетом доверительного интервала коэффициента корреляции r между стажем курения и другими показателями анкеты
«Факторы и последствия курения» ($n = 103$)

Показатели ответов на вопросы анкеты	Стаж табакокурения	Тяга к курению	Количество выкуриваемых сигарет
Тяга к курению (степень никотиновой зависимости)	0,42113**	—	—
Количество выкуриваемых сигарет	0,75525***	0,67541***	—
Частота курения	0,72066***	0,82455***	0,86101***
Сумма затрат на покупку сигарет	0,93824***	0,47994***	0,81465***
Попытка бросить курить	0,31710*	—	—
Курят ли родственники	—	0,27842*	—
Ухудшение состояния здоровья	—	0,76641***	0,84670***
Анкета ШСБ – степень удовлетворенности повседневной деятельностью	—	-0,28208*	—
Анкета ШСБ – изменение настроения	—	-0,23506*	—

Примечание. * – достоверные значения коэффициента корреляции при $p < 0,05$;

** – достоверные значения коэффициента корреляции при $p < 0,01$;

*** – достоверные значения коэффициента корреляции при $p < 0,001$.

Сопоставление результатов ответов студентов на вопросы анкеты «Шкала субъективного благополучия» и данных, полученных при обработке нашего опросника, было установлено, что достоверные значения коэффициента корреляции наблюдаются только для суммарного значения «степень удовлетворенности повседневной деятельностью» и «наличием тяги к курению», а также между «наличием тяги к курению» и «выраженными изменениями настроения», что указывает на то, что у курящих студентов в сравнении с некурящими более выражен пессимистический фон настроения. Оценка значений коэффициента корреляции основных показателей курящих с другими показателями ШСБ, такими как

вении пристрастия играют родители. «Родителям перестать курить, больше внимания уделять детям» – так звучит этот ответ и было получено 50% утвердительных ответов. Далее рейтинг ответов был выстроен следующим образом: «Прекратить производство сигарет»; «Формировать привычку к здоровому образу жизни с дошкольного возраста»; «Ограничить продажу сигарет»; «Повысить цену на сигареты»; «Проводить мероприятия о здоровом образе жизни в школе и вузе».

Заключение

В ходе проведенного исследования на основе анализа ответов студентов Тихоокеанского государственного университета на

вопросы анкеты «Факторы и последствия курения» и опросника «Шкала социального благополучия» были установлены следующие выводы:

1. Общее количество курящих студентов в обследуемой выборке составило 28%, что меньше среднестатистических значений в РФ среди взрослого населения [1]. Количество курящих юношей в 2 раза больше, чем таковых среди девушек.

2. Большинство опрошенных студентов начали курить в студенческие годы. Главными причинами начала курения называют: приобщение к социальной группе, снижение негативного влияния стрессов, воздействие семейной среды – наличие курящих родителей.

3. Все опрошенные студенты осведомлены о негативном влиянии табакокурения на организм человека, однако в большей степени среди последствий курения обеспокоены денежными затратами, нежели ухудшением состояния здоровья. В среднем траты на покупку табачных изделий у курящих составляют более 1000 руб. в месяц.

4. Оценка взаимосвязи между курением и показателями функционального состояния (умственной и физической работоспособности) и социального благополучия позволила обнаружить достоверные значения коэффициента корреляции только с ухудшением состояния здоровья и изменением настроения в пессимистическую сторону за последний год. Предполагаем, что незначительные взаимодействия между этими исследуемыми показателями объясняются небольшим стажем курения и, соответственно, невыраженными изменениями в функциональных системах организма у опрашиваемых курильщиков.

5. Решение проблемы прекращения курения среди молодежи охватывает широкий круг задач, направленных в первую очередь

на формирование привычки к здоровому образу жизни, что подчеркивают и сами студенты, отмечая при этом, что воспитание должно начинаться в дошкольном возрасте и главную роль в этом играют родители, семейная среда. В 2013 г. в Российской Федерации был принят и вступил в силу федеральный закон № 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака», в котором излагается перечень мер, направленных на ограничение употребления никотинсодержащей продукции, что является существенным вкладом в реализацию государственной политики по борьбе с курением [7].

Список литературы

1. Глобальный опрос взрослого населения о потреблении табака. Российская Федерация, 2009. [Электронный ресурс]. URL: http://www.who.int/tobacco/surveillance/ru_tfi_gatsrussian_countryreport.pdf. (дата обращения: 08.12.2020).
2. Борисов К.Н. Курение – опасный вирус для экономического развития России // Мир (модернизация, инновация, развитие). 2014. № 17. С. 92–96.
3. Фетискин Н.П., Козлов В.В., Мануйлов Г.М. Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп. М.: Изд-во Института психотерапии. 2002. С. 467–470.
4. Крючкова А.В., Семенина Н.М., Стасюк О.Н., Кондусова Ю.В. Табакокурение среди студентов как актуальная социальная проблема // Альманах мировой науки. 2016. № 11. С. 65–67.
5. Данилова Л.К., Демко И.В., Петрова М.М., Каскаева Д.С., Черняева М.С., Солдатова А.В. Распространенность табакокурения среди студентов высших учебных заведений г. Красноярска // Сибирское медицинское обозрение. 2014. № 6 (90). С. 64–67.
6. Jiang G., Aldamer S., Bendania A. Smoking behaviour among male students in a Saudi University. East Mediterr Health Journal. 2018. Vol. 24. No. 5. P. 411–418.
7. Федеральный закон от 23.02.2013 № 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70221478/> (дата обращения: 08.12.2020).