



ISSN 2414-4738

Научный журнал

Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского

ЭКОСИСТЕМЫ



Флора и фауна
Биоценология
Биология и экология
видов
Охрана природы

2020 ◦ 22

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В. И. ВЕРНАДСКОГО

ЭКОСИСТЕМЫ

2020

ВЫПУСК 22

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION

V. I. VERNADSKY CRIMEAN FEDERAL UNIVERSITY

EKOSISTEMY

2020

ISSUE 22

ISSN 2414-4738

Свидетельство о регистрации СМИ – ПИ № ФС77-61820 от 18 мая 2015 г. Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Учредитель – ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»

Печатается по решению Научно-технического совета Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского, протокол № ____ от _____

Журнал включен в перечень ВАК по специальностям и соответствующим им отраслям науки: 03.02.01 - Ботаника (биологические науки) и 03.02.08 - Экология (по отраслям) (биологические науки)

Адрес редакции: Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, кафедра ботаники и физиологии растений и биотехнологии, пр. Академика Вернадского, 4, Симферополь, 295007
E-mail: ekotnu@list.ru

Полнотекстовые версии статей последних выпусков журнала в формате PDF и правила для авторов размещены на официальном сайте журнала по адресу: <http://ekosystems.cfuv.ru/>

Оригинал-макет: С. В. Леонов.

На обложке: Южные склоны Караби-яйлы. Урочище Чигенитра (Крым). Фото С. П. Иванова.

Подписано в печать _____. Формат 60×84/8. Усл. п. л. _____. Печать цифровая. Тираж 50 экз. Бесплатно

Заказ № _____. Дата выхода в свет _____

Отпечатано в управлении редакционно-издательской деятельности
ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского»
295051, г. Симферополь, бул. Ленина, 5/7

Редакционный совет

Главный редактор

Иванов С. П., д. б. н., профессор, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Заместитель главного редактора

Котов С. Ф., к. б. н., доцент, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Технический редактор

Леонов С. В., к. б. н., доцент, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Редактор текстов на английском и немецком языках

Шестакова Е. С., к. п. н., Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Ответственный секретарь

Петришина Н. Н., к. б. н., Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Контент-менеджер сайта

Николенко В. В., к. б. н., Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Багрикова Н. А., д. б. н., Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Бескаравайный М. М., к. б. н., Карадагская научная станция имени Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН

Будашкин Ю. И., к. б. н., Карадагская научная станция имени Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН

Воронин Л. В., д. б. н., доцент, Ярославский государственный педагогический университет имени К. Д. Ушинского

Довгаль И. В., д. б. н., профессор, Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН

Егоров В. Н., д. б. н., профессор, Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН

Ена А. В., д. б. н., профессор, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Ермаков Н. Б., д. б. н., Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Захаренко Г. С., д. б. н., профессор, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Ивашов А. В., д. б. н., профессор, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Коба В. П., д. б. н., профессор, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Корженевский В. В., д. б. н., профессор, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Мацюра А. В., д. б. н., профессор, Алтайский государственный университет

Назаров В. В., к. б. н., Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Оберемок В. В., к. б. н., доцент, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Пешич В., доктор наук, профессор, Университет Черногории (University of Montenegro), Черногория

Плугатарь Ю. В., д. с.-х. н., профессор, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Репецкая А. И., к. б. н., доцент, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Свольнский А. Д., к. б. н., Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Фатерыга А. В., к. б. н., Карадагская научная станция имени Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН

Чаттерджи Т., доктор наук (зоологии), Международная школа Хесент (Crescent), Индия

Чуян Е. Н., д. б. н., профессор, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

574.583:574.52(028)(1-926.16)

Современное состояние планктонных гидробиоценозов литоральной зоны озера Цаган-Нор (Онон-Борзинская система озер Забайкалья)

Ташлыкова Н. А., Афонина Е. Ю., Цыбекмитова Г. Ц., Матвеева М. О.

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения РАН
Чита, Россия
NatTash2005@yandex.ru*

В работе представлены результаты исследований некоторых морфометрических, гидрофизических, гидрохимических параметров, а также видового разнообразия планктонных сообществ литоральной зоны содового озера Цаган-Нор по данным, полученным летом 2018 года. В исследуемый период концентрации биогенных элементов в озере были низкими. Отмечено равномерное распределение соединений азота и фосфора, как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении. Планктон озера на момент обследования характеризовался скудным таксономическим составом. В многолетнем аспекте выявлена тенденция к снижению видового разнообразия водорослей и беспозвоночных планктона. Количественное распределение организмов планктона от уреза до глубины прозрачности воды неравномерно. Для водорослей отмечены низкие значения численных характеристик. Беспозвоночные планктона характеризовались высокими значениями численности и биомассы. Их наибольшая концентрация зарегистрирована в зоне растительности, где преобладали веслоногие ракообразные.

Ключевые слова: биогенные элементы, фитопланктон, зоопланктон, озеро Цаган-Нор, Онон-Борзинская система озер, Забайкалье.

ВВЕДЕНИЕ

Литораль – это зона, в пределах которой солнечный свет достигает дна водоёма. Границу литорали в водоемах считают по наибольшей глубине распространения водных растений (Wetzel, 1990). При отсутствии макрофитов нижнюю границу литоральной зоны определяют по нижней границе трофогенного или фотического слоя, то есть прозрачности воды (Likens, 2010). Актуальность изучения мелководной литоральной зоны не вызывает сомнений, так как она выполняет функцию барьера между водосборной территорией и пелагическими районами водоемов, а также в наибольшей степени подвержена антропогенному воздействию. Кроме того, эта зона водоемов характеризуется большим биоразнообразием и биопродуктивностью, поскольку в ней более интенсивно протекают биологические и биохимические процессы.

Соленые и солоноватые озера встречаются не только в жарких и засушливых областях, но и в некоторых регионах с умеренным и холодным климатом, в том числе в Восточной Сибири. Обычно это группы бессточных озер, общими чертами которых является расположение в зоне семиаридного климата, отсутствие поверхностного стока, небольшая глубина и ограниченная площадь водосбора. Они имеют значительные вариации размеров и минерализации. Приграничная с Китаем и Монголией территория юго-восточного Забайкалья насчитывает несколько сотен водоемов подобного типа – озера Онон-Борзинской системы.

Несмотря на достаточный объем исследований данной группы озер, начиная с 40-х годов XX века (Симонов, 1969; Малаева, Симонов, 1969; Шмидеберг, 1969; Фриш, 1972; Иванов, 1977; Кренделев, 1986; Содовые озера..., 1991 и др.) по настоящее время (Замана, Обязов, 2004; Замана, Борзенко, 2010; Ташлыкова и др., 2010; Складов и др., 2011; Обязов, 2012; Баженова, 2013; Куклин и др., 2013; Афонина, Итигилова, 2015, 2018; Tashlykova et al., 2018; Афонина, Ташлыкова, 2019; Цыбекмитова и др., 2019; Vazarova et al., 2019), осталась не изученной сезонная динамика видового состава и количественных показателей различных групп гидробионтов в период высокой и низкой водности, а также факторы, определяющие закономерности формирования структуры сообществ гидробионтов.

Цель проводимых исследований – изучить современное состояние планктонных гидробиоценозов литоральной зоны озера Цаган-Нор.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Озеро Цаган-Нор ($50^{\circ}11'59''\text{N}$ $114^{\circ}59'36''\text{E}$) расположено в центре Ононского района на высоте 678,6 м н. у. м. Его площадь и глубина варьировали в зависимости от увлажненности года. За последние 30–40 лет площадь озера изменялась от 3 км² (с 1983 по 1986 год) до 4,63 км² (в 1998 году), до 2,97 км² (в 2015 году) (Tashlykova et al., 2018) и до 2,1 км² (в 2018 году) (по данным программы Google Earth Pro, дата снимка 14.07.2018 г.). В 1983–1986 годах максимальная длина озера составляла 2,3 км, ширина – 1,3 км (Содовые озера..., 1991) (рис. 1).

Материалом для работы послужили результаты исследований биогенных элементов, планктонной флоры и фауны, проведенные в литоральной зоне озера в июле 2018 года.

Береговая зона малопроходимая, что затрудняло отбор проб. Всего было отобрано 7 гидрохимических, 7 фитопланктонных и 5 зоопланктонных проб. Отбор проб воды для изучения гидрофизических, гидрохимических и гидробиологических показателей проводили по стандартным методикам (Алекин, 1973; Методические рекомендации..., 1982; Садчиков, 2003; Ташлыкова, 2009) на 5 станциях: станциях литоральной зоны (зона уреза, литоральная зона глубины 0,5 м, 1,0 м, 1,5 м) и центральной станции. Отбор проб в центре озера был проведен для получения сравнительных материалов.

Определение содержания биогенных элементов проводилась по общепринятым методикам с использованием спектрофотометра Spekol-1300. Для определения нитритов применяли метод с добавлением реактива Грисса, нитратов – метод восстановления до нитритов с реактивом Грисса, аммонийных ионов – с реактивом Несслера, фосфаты – смешанным реактивом с аскорбиновой кислотой, общий фосфор – методом сжигания с персульфатом калия (Руководство..., 1977).

Для качественного и количественного учета фитопланктона отбор проб в литоральной зоне производили в приповерхностном слое воды. Для изучения видового состава и количественных характеристик водорослей отобранный материал фиксировали 4 % формальдегидом и отстаивали 10–15 дней, а затем концентрировали осадочным методом. Изучение материала проводилось под микроскопом Nikon Eclipse E200 с фотокамерой DS Camera Control Unit DS-L2 (1000×). Учет водорослей осуществляли по методу Гензена с помощью счетной пластины (Топачевский, Масюк, 1984). Биомасса определялась по объему отдельных клеток или колоний водорослей, при этом удельный вес принимался равным единице (Садчиков, 2003). Общий список водорослей составлен по системе, принятой на крупнейшем альгологическом сайте AlgaeBase (Guiry et al., 2018). Для определения видового состава, численности и биомассы беспозвоночных воду проливали через гидробиологический сачок (диаметр ячеек капронового сита 0,064 мм). Полученный материал фиксировали 4 % формальдегидом и просматривали под микроскопами МБС-9 (98×) и Альтами БИО 8 (1000×). Обработку проб вели в соответствии со стандартной количественно-весовой методикой (Киселев, 1969). Идентификацию видов животных проводили по (Кутикова, 1970; Определитель..., 1995). Значение отдельных видов в формировании сообщества рассматривали по частоте встречаемости (Кожова, 1970).

Одновременно с отбором гидрохимических и планктонных проб проводили измерения некоторых физических параметров воды (температура (Т, °С), активный водородный показатель (рН), содержание кислорода (O₂, мг/л), насыщение кислородом (Sat, %), минерализация (TDS, г/л), электропроводность (ЕС, мкСм/см), мутность (Turb, ЕМФ), окислительно-восстановительный потенциал (ОРР, мВ), с использованием многопараметрического прибора контроля качества воды GPS-129 AQUALMETER «Aquaread» (Великобритания). Прозрачность воды определяли по стандартному белому диску Секки.

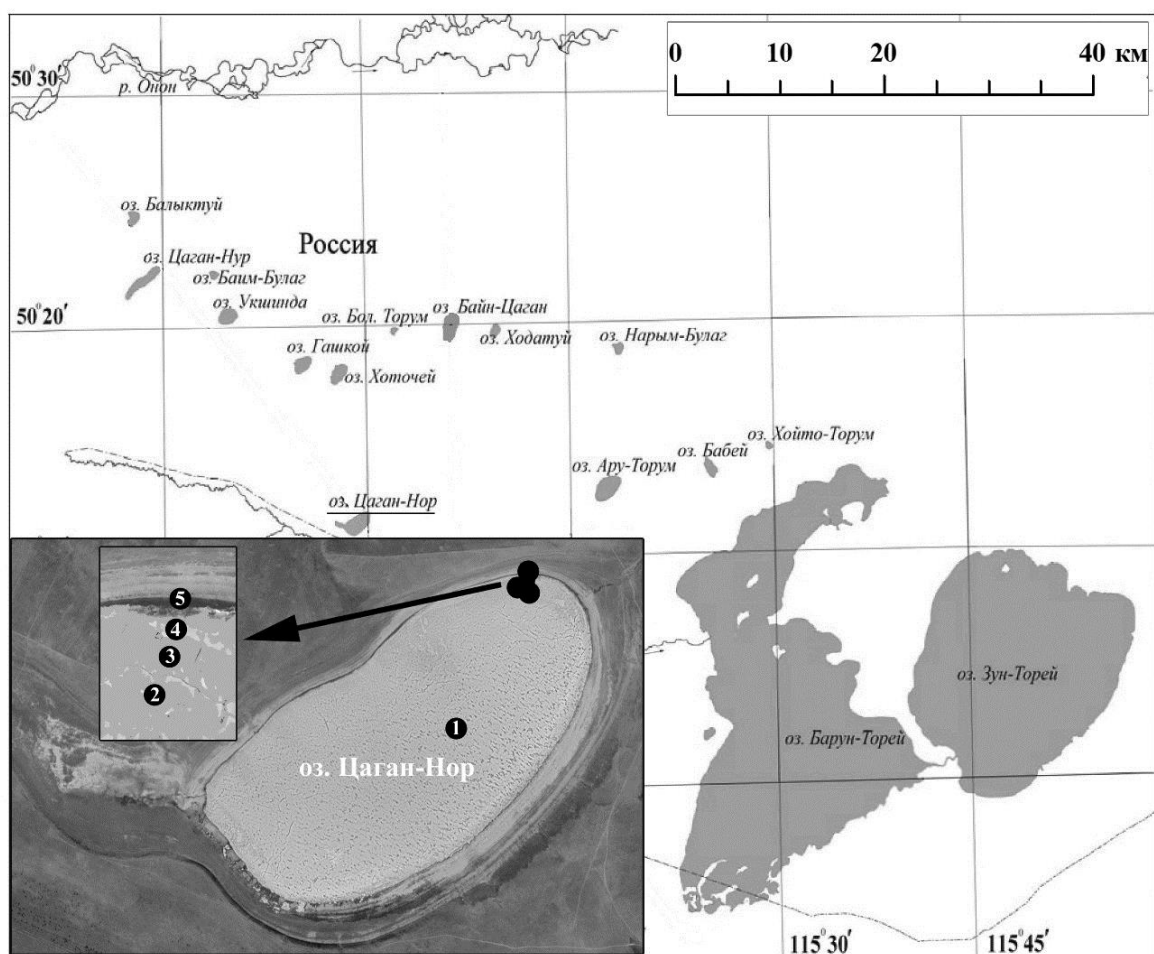


Рис. 1. Карта-схема озер Онон-Торейской равнины

Условные обозначения станций: 1 – центр, 2 – литоральная зона (глубина 1,5 м), 3 – литоральная зона (глубина 1,0 м), 4 – литоральная зона (глубина 0,5 м), 5 – литоральная зона (урез).

Полученные данные подвергнуты стандартной математической обработке с использованием пакета программ Microsoft Excel 2010 и надстройки для программы Microsoft Excel XLSTAT (Addinssoft, USA).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведенные исследования озера Цаган-Нор показали, что в настоящее время форма озера близка к эллипсоидной, так как полностью высох узкий залив с северо-западной части озера. Водоем вытянут с северо-востока на юго-запад. Южное побережье пологое, на северном побережье высокий береговой вал (рис. 2). С южной стороны в озеро впадает небольшой ручей, сформированный в результате разгрузки ключа. Максимальная глубина озера в центральной части озера составляла 2,7 м, при прозрачности воды 1,5 м. Большая часть водоема – это мелководная литоральная зона (до глубины 1,5 м). Грунты озера – песчаные отложения с илом. Пояс растительности, представленный, преимущественно, рдестами, простирается от зоны уреза до глубины 1,0 м.

Состав воды в озере Цаган-Нор относится к гидрокарбонатному классу, группе натрия (Стрижова, Орлик, 1991). В период проводимых исследований воды озера имели минерализацию 11,7 г/л и относились к мезогалинному типу. В соответствии со значениями минерализации изменялись значения электропроводности и окислительно-

восстановительного потенциала. Температура воды в литоральной части озера изменялась от 25,4 до 27,8 °С. В толще воды значение температуры варьировали незначительно. В прибрежной полосе из-за малой глубины в пределах 0,5 м от уреза температура воды на 1,3–2,4 °С выше по сравнению с центральной станцией озера. Величина водородного показателя (рН) была смещена в сторону щелочной реакции. Диапазон измеренных величин мутности составил 10,8–38,3 ЕМФ.

Основные физико-химические параметры озера представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические параметры озера Цаган-Нор в июле 2018 года

Показатель (ед. измерения)	Глубина, м								
	Литораль					Центр			
	0	0,5	1	1,5	Mean±SD	0	1,5	2,7	Mean±SD
Т (°С)	27,20	27,80	25,40	26,10	26,63±1,08	25,80	25,90	25,20	25,63±0,38
рН	9,12	9,08	9,10	9,06	9,09±0,02	8,88	8,90	8,92	8,9±0,02
О ₂ (мг/л)	11,03	9,32	8,88	7,88	9,28±1,32	7,90	7,32	7,46	7,56±0,3
Sat (%)	140,7	118,6	106,7	97,70	115,93±18,6	79,00	91,20	56,00	75,4±17,87
TDS (мг/л)	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70±0,00	11,70	11,70	11,70	11,70±0,00
ORP (мВ)	103,0	98,30	100,0	101,0	100,58±1,96	94,40	95,40	113,0	100,93±10,46
ЕС (мкСм/см)	28,13	28,10	11,17	11,20	19,65±9,78	11,27	11,23	11,16	11,22±0,06
Turb (ЕМФ)	10,80	14,50	38,30	38,20	25,45±14,86	38,80	40,00	39,30	39,37±0,60
NO ₂ ⁻ (мг/л)	0,14	0,84	0,02	0,06	0,27±0,38	0,00	0,72	0,00	0,24±0,42
NO ₃ ⁻ (мг/л)	0,045	0,028	0,028	0,028	0,03±0,01	0,034	0,040	0,041	0,04±0,00
NH ₄ ⁺ (мг/л)	0,011	0,012	0,008	0,016	0,01±0,00	0,013	0,013	0,01	0,01±0,00
Р _{общ.} (мг/л)	0,45	0,44	0,45	0,44	0,45±0,01	0,46	0,45	0,45	0,45±0,01
PO ₄ ⁻³ (мг/л)	0,35	0,34	0,35	0,34	0,35±0,01	0,36	0,35	0,35	0,35±0,01
ПОК (мгО ₂ /л)	13,30	12,90	12,10	14,00	13,08±0,79	13,20	12,80	13,50	13,17±0,35
ХПК (мгО ₂ /л)	76,00	75,60	75,60	74,5	75,43±0,65	75,30	81,30	73,80	76,80±3,97

Примечание к таблице. Mean±SD – среднее значение ± стандартная ошибка.

Содержание биогенных элементов в озере Цаган-Нор было низким по всей акватории водоема (см. табл. 1). Существенных различий в концентрациях биогенных элементов между литоральной и центральной зонами не выявлено. Планктонная флора и фауна озера Цаган-Нор в период исследования была представлена крайне бедно. В результате проведенных исследований в составе водорослей озера было идентифицировано 6 таксонов рангом ниже рода (Cyanobacteria – 1, Bacillariophyta – 1, Cryptophyta – 2, Chlorophyta – 2). Видовое разнообразие беспозвоночных слагалось из 8 видов (Rotifera – 3, Cladocera – 2, Copepoda – 3) (табл. 2). Существенных различий в планктоне литоральной и центральной части озера не обнаружено.



Рис. 2. Озеро Цаган-Нор (у села Буйлэсан): северное побережье (а) и южное побережье (b)
(фото Б. Б. Базаровой)

Таблица 2

Видовой состав планктона озера Цаган-Нор в июле 2018 года

Фитопланктон		Зоопланктон	
Таксон	Частота встречаемости	Таксон	Частота встречаемости
Суанобактерия		Rotifera	
<i>Anabaena</i> sp.	28	<i>Brachionus plicatilis</i> Müller	20
Bacillariophyta		<i>B. urceus</i> (Linnaeus)	20
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère in Jahn et al.	14	<i>Hexarthra mira</i> (Hudson)	100
Cryptophyta		Cladocera	
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	70	<i>Daphnia magna</i> Straus	60
<i>Komma caudata</i> (L.Geitler) D.R.A.Hill	14	<i>Moina brachiata</i> (Jurine)	100
Chlorophyta		Copepoda	
<i>Chlamydomonas</i> sp.	14	<i>Arctodiaptomus bacillifer</i> (Koelbel)	100
<i>Ankyra ancora</i> (G.M. Smith) Fott	42	<i>A. dahuricus</i> Borutzky	100
		<i>Thermocyclops dybowskii</i> (Lande)	100

Количественное развитие водорослей в период обследования озера было низким (табл. 3). Структуру альгоценоза определяли криптофитовые и зеленые водоросли. На долю криптофитовых приходилось 67 % от общей численности и до 89 % от общей биомассы. Доля зеленых водорослей в планктоне доходила до 50 %. В составе водорослей планктона доминировала криптофитовая водоросль *C. erosa* (38–89 % от общей численности и 48–89 % от общей биомассы).

Для беспозвоночных планктона, напротив, были характерны высокие количественные показатели (табл. 4). Основу численности и биомассы формировали ракообразные рода *Arctodiaptomus*, *Thermocyclops dybowskii* и *Moina brachiata*. Популяция ветвистоусых состояла из половозрелых особей, веслоногих – из младшевозрастных стадий.

ОБСУЖДЕНИЕ

Колебания увлажненности в аридных регионах отличаются достаточно большой амплитудой. Они определяют минерализацию водоема. За последние 30–40 лет минерализованность вод озера Цаган-Нор изменялась от 5,2–7,4 г/л (1983 г.) (Стрижова, Орлик, 1991) до 2,5–3,7 г/л (1984–1985 гг.) (Стрижова и др., 1991), до 2,4±0.21 (1999 г.)

Таблица 3

Распределение числа видов, численности и биомассы фитопланктона в озере Цаган-Нор

Показатель (ед. измерения)	Глубина, м							
	Литораль					Центр		
	0 (урез)	0,5	1	1,5	Mean±SD	0	1,5	2,7
Число видов	6	5	6	6	5,75±0,50	7	5	5
Численность (тыс. кл./л)	3,24	1,26	3,84	2,88	2,81±1,1	1,56	0,96	1,96
Биомасса (мг/м ³)	2,69	1,67	4,08	1,59	2,51±1,16	1,25	8,12	1,68
Доминанты	<i>Ankura ancora</i> <i>Cryptomonas erosa</i>	<i>Cryptomonas erosa</i>	<i>Cryptomonas erosa</i>	<i>Cryptomonas erosa</i>	-	<i>Ankura ancora</i> <i>Cryptomonas erosa</i>	<i>Cryptomonas erosa</i>	<i>Cryptomonas erosa</i>

Примечание к таблице. Mean±sd – среднее значение ± стандартная ошибка.

Таблица 4

Распределение числа видов, численности и биомассы зоопланктона в озере Цаган-Нор

Показатель (ед. измерения)	Глубина, м					
	Литораль					Центр
	0 (урез)	0,5	1	1,5	Mean±SD	0–2,7
Число видов	4	6	6	7	5,66±1,15	6
Численность (тыс. экз./м ³)	480	489,38	275,44	311,75	389,14±11,39	217,64
Биомасса (мг/м ³)	33417,38	26598,62	11419,16	10790,25	20556,35±11266,18	5554,63
Доминанты	Виды рода <i>Arctodiaptomus</i> ; <i>M. brachiata</i>	Виды рода <i>Arctodiaptomus</i> ; <i>T. dybowskii</i>	<i>T. dybowskii</i> ; <i>M. brachiata</i> ; виды рода <i>Arctodiaptomus</i>	<i>M. brachiata</i> ; <i>H. mira</i>	-	Виды рода <i>Arctodiaptomus</i> ; <i>M. brachiata</i> ; <i>T. dybowskii</i>

Примечание к таблице. Mean±sd – среднее значение ± стандартная ошибка.

(Афонина, Ташлыкова, 2019), до 4,37 г/л (2011 г.) (Куклин и др., 2013), до 7,1 (2016 г.) (Афонина, Ташлыкова, 2019). Начиная с 90-х годов водоем от мезогалинного типа (1983 г.) перешел к олигогалинному (1984–1985 гг.; 1999 и 2011 гг.), затем вновь к мезогалинному (2016 и 2018 гг.). Изменение величины общей минерализации в сторону увеличения или снижения в зависимости от колебаний атмосферного увлажнения территории отмечалось и в других соленых озерах Забайкалья и Северо-Восточной Монголии (Gorlacheva et al., 2014; Итигилова и др., 2014), а также в озере Чана (Визер, 2016), Крымских озерах (Shadrin, 2018), содово-соленых озерах Африки (Schagerl, 2016) и Испании (Comin, 1999).

Определенной закономерности в динамике биогенных элементов в озере Цаган-Нор на момент обследования не установлено. Как отмечают Т. А. Стрижова и Л. А. Орлик (1991), для озера Цаган-Нор характерны сезонные и межгодовые колебания содержания биогенных элементов (азот и фосфор), обусловленные цикличностью водного режима. В летний период маловодных годов с кратковременными ливневыми атмосферными осадками отмечаются их максимальные концентрации, связанные с накоплением на водосборной территории запаса питательных солей. В период увлажнения концентрации биогенных элементов резко снижаются, в некоторых случаях до аналитического нуля, что вызвано сокращением поступления веществ с более промытых почв водосбора. Летом 1983 года содержание минерального азота определялось в 4,52 мгN/л, аммонийного – 1,00–1,50 мгN/л. В 1985 году (период увлажнения) концентрация NH_4^+ понизилась до 0,1 мгN/л (Стрижова, Орлик, 1991). В летний период 2011 и 2014 годов отмечалось снижение концентраций всех форм азота и незначительное повышение соединений фосфора к 2014 году (Цыбекмитова и др., 2014).

Реакция среды (pH) в озере щелочная. Аналогичные значения отмечались и при исследованиях 2011 года, когда pH варьировал в пределах 9,0–9,6 (Куклин и др., 2013). Это характерно и для других озер Улдза-Торейского бессточного бассейна (Афони́на, Ташлыкова, 2019).

Водная среда исследуемого озера в июле 2018 года характеризовалась относительно высоким содержанием растворенного кислорода, по сравнению с галитовыми озерами Борзинской группы (Банзаракцаева и др., 2007), Крымскими озерами (Shadrin, 2018). Наличие высшей водной растительности в литоральной зоне приводило к насыщению водной толщи кислородом до 141 %, по сравнению с центральной.

Сравнение полученных материалов с более ранними исследованиями планктона, проведенными в летний период 1999, 2003, 2007, 2011 и 2014 годов (Ташлыкова, 2008; Ташлыкова и др., 2010; Афони́на, Итигилова, 2015; Афони́на, Ташлыкова, 2019) показало, что видовой состав и соотношение отделов/групп в фито- и зоопланктоне озера Цаган-Нор типичны для водоемов с повышенной соленостью (Hammer et al., 1983; Веснина и др., 2005; Ермолаева, Бурмистрова, 2005; Larson, Belovsky, 2013; Итигилова и др., 2014; Afonina, Tashlykova, 2018). В период обследования озера Цаган-Нор изменения в фитопланктоне выразились в снижении видового разнообразия (табл. 5) и общей плотности водорослей. В июле 2018 года из состава альгоценоза выпали харовые и эвгленовые водоросли, снизили свою активность представители зеленых и цианобактерий.

Таблица 5

Таксономический состав летнего фитопланктона в озере Цаган-Нор
в разные годы наблюдений

Год наблюдений	Количество отделов	Количество видов						Общее
		Суанобacteria	Bacillariophyta	Cryptophyta	Charophyta	Chlorophyta	Euglenophyta	
2003	4	2	5	-	-	4	1	12
2007	5	1	2	-	1	3	1	8
2011	4	-	2	-	1	3	1	7
2014	3	3	-	1	-	2	-	6
2018	4	1	1	2	-	2	-	6

В зоопланктоне наблюдалось снижение видового богатства (табл. 6) и возрастание общей численности при достаточно стабильном составе доминирующего комплекса. Аналогичная картина отмечалась в других озерах Улдза-Торейского бессточного бассейна (Афони́на, Ташлыкова, 2019).

Таксономический состав летнего зоопланктона в озере Цаган-Нор
в разные годы наблюдений

Год наблюдений	Количество видов			
	Rotifera	Cladocera	Copepoda	Общее
1999	3	5	4	12
2003	2	3	3	8
2007	2	3	3	8
2011	1	3	4	8
2014	2	2	3	7
2018	3	2	3	8

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенные исследования показали, что в июле 2018 года выявлен обедненный состав планктона. В озере обнаружено 6 видов водорослей из четырех систематических групп и 8 видов беспозвоночных из трех систематических групп. Распределение водорослей и беспозвоночных от уреза до глубины прозрачности воды неравномерное. Для водорослей отмечены низкие значения количественных характеристик.

Наибольшая концентрация беспозвоночных зарегистрирована в зоне растительности, где преобладали веслоногие ракообразные.

Усиление аридизации климата территории явилось причиной изменения структуры планктонного сообщества, что проявилось: в межгодовом аспекте отмечена тенденция к снижению видового разнообразия летнего планктона; снижение количественных показателей фитопланктона, возрастание общей численности зоопланктона, достаточно стабильном составе доминирующего комплекса беспозвоночных.

Благодарности. Авторы выражают признательность к б. н. Б. Б. Базаровой за предоставленные фотоматериалы.

Работа выполнена в рамках госзадания ФГБУН ИПРЭК СО РАН «Биоразнообразие природных и природно-техногенных экосистем Забайкалья (Центральной Азии) как индикатор динамики региональных изменений климата», № АААА-А17-117011210078-9.

Список литературы

Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. Руководство по химическому анализу вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 269 с.

Афонина Е. Ю., Итигилова М. Ц. Динамика зоопланктона соленых озер юго-восточного Забайкалья в разные климатические периоды // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. – 2015, № 4. – С. 104–115.

Афонина Е. Ю., Итигилова М. Ц. Состав и структура зоопланктона минерализованных озер Онон-Торейской равнины (Забайкальский край) // Фауна Урала и Сибири. – 2018, № 1. – С. 28–45.

Афонина Е. Ю., Ташлыкова Н.А. Планктон минеральных озер юго-восточного Забайкалья: трансформация и факторы среды // Сибирский экологический журнал. – 2019. – Т. 26, № 2. – С. 192–209.

Баженова О. И. Современная динамика озерно-флювиальных систем Онон-Торейской высокой равнины (Южное Забайкалье) // Вестник ТГУ. – 2013. – № 371. – С. 171–177.

Банзаракцаева Т. Г., Абидуева Е. Ю., Намсараев Б. Б. Гидрохимические и микробиологические характеристики содовых и содово-соленых озер Юго-Восточного Забайкалья // География и природные ресурсы. – 2007. – № 2. – С. 101–105. Веснина Л. В., Митрофанова Е. Ю., Лисицина Т. О. Планктон соленых озер территории замкнутого стока (юг Западной Сибири, Россия) // Сибирский экологический журнал. – 2005. – № 2. – С. 221–233.

Визер Л. С. Сообщества зоопланктона солоноватых водоемов юга Западной Сибири (на примере Чановской озерной системы): дис. ... докт. биол. наук: 03.02.10 Гидробиология. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2016. – 309 с.

Ермолаева Н.И., Бурмистрова О.С. Влияние минерализации на зоопланктон озера Чаны // Сибирский экологический журнал. – 2005. – № 2. – С. 235–247.

- Замана Л. В., Борзенко С. В. Гидрохимический режим соленых озер Юго-Восточного Забайкалья // География и природные ресурсы. – 2010. – Т. 31, № 4. – С. 100–107.
- Замана Л. В., Обязов В. А. Динамика уровня и гидрохимического режима Торейских озер в 20-м веке // Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами: тез. межд. конф. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2004. – Т. 1. – С. 98–99.
- Иванов А. В. Торейские озера // Гидрохимия рек и озер в условиях резко континентального климата. – Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1977. – С. 17–21.
- Итигилова М. Ц., Дулмаа А., Афонина Е. Ю. Зоопланктон озер долины рек Ульдза и Керулен северо-востока Монголии // Биология внутренних вод. – 2014. – № 3. – С. 54–530.
- Киселев И. А. Планктон морей и континентальных водоемов. – Л.: Наука, 1969. – Т. 1. – 658 с.
- Кожова О. М. Формирование фитопланктона // Формирование природных условий и жизни Братского водохранилища. – М.: Наука, 1970. – С. 27–160.
- Кренделев Ф. П. Периодичность наполнения и высыхания Торейских озер (Юго-Восточное Забайкалье) // Доклады АН СССР. – 1986. – Т. 287, № 2. – С. 396–400.
- Куклин А. П., Цыбекмитова Г. Ц., Горлачева Е. П. Состояние водных экосистем озер Онон-Торейской равнины за 1983–2011 годы (Восточное Забайкалье) // Аридные экосистемы. – 2013. – Т. 19, № 3 (56). – С. 16–26.
- Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). – Л.: Наука, 1970. – 744 с.
- Малаева С. М., Симонов Ю. Г. Условия существования озер Юго-Восточного Забайкалья в позднем кайнозое // Вопросы озерного морфолитогенеза. – Чита, 1969. – С. 15–21.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция [Ред. Г. Г. Винберг]. – Ленинград, 1982. – 34 с.
- Обязов В. А. Изменение климата и гидрологического режима рек и озер в Даурском экорегионе // Проблемы адаптации к изменению климата в бассейнах рек Даурии: экологические и водохозяйственные аспекты. – Чита: Экспресс-издательство, 2012. – С. 24–45.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий [Ред. С. Я. Цалолихина]. – СПб.: Наука, 1995. – Т. 2. – С. 34–128.
- Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши [Ред. А. Д. Семенова]. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 541 с.
- Симонов Ю. Г. Озерный морфолитогенез в условиях Забайкалья // Вопросы озерного морфолитогенеза. – Чита, 1969. – С. 11–14.
- Садчиков А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона. – М.: Изд-во «Университет и школа», 2003. – 157 с.
- Склярёв Е. В., Склярёва О. А., Меньшагин Ю. В., Данилова М. А. Минерализованные озера Забайкалья и Северо-Восточной Монголии: особенности распространения и рудогенерирующий потенциал // География и природные ресурсы. – 2011. – № 4. – С. 29–39.
- Содовые озера Забайкалья: экология и продуктивность [Ред. А. Ф. Алимов]. – Новосибирск: Наука, 1991. – 216 с.
- Стрижова Т. А., Орлик Л. А. Гидрохимический режим озера // Содовые озера Забайкалья: экология и продуктивность. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 19–25.
- Ташлыкова Н. А. Некоторые материалы по летнему фитопланктону Онон-Торейских озер // Материалы международного симпозиума «Изменение климата центральной Азии: социально-экономические и экологические последствия». – Чита, 2008. – С. 131–134.
- Ташлыкова Н. А. Экологические особенности развития фитопланктона дельтовых проток реки Селенги и сора Черкалово (оз. Байкал): дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 Экология, 03.00.18 Гидробиология. – Улан-Удэ: Бурятский государственный университет, 2009. – 207 с.
- Ташлыкова Н. А., Афонина Е. Ю., Итигилова М. Ц. К изучению летнего планктона Торейских озер // Природоохранное сотрудничество в трансграничных экологических регионах: Россия – Китай – Монголия: сборник научных материалов. – Чита: Экспресс-издательство, 2010. – С. 280–285.
- Топачевский А. В., Масюк Н. П. Методы сбора и изучения водорослей // Пресноводные водоросли Украинской ССР. – Киев: Вища школа, 1984. – С. 61–78.
- Фриш В. А. Торейский эксперимент // Природа. – 1972. – № 2. – С. 60–66.
- Цыбекмитова Г. Ц., Матвеева М. О. Содержание биогенных элементов в озерах Онон-Торейской котловины в период климатических флуктуаций // Водное хозяйство России. – 2019. – № 3. – С. 94–108.
- Шмидеберг Н. А. Гидрохимия озер Онон-Торейского степного района: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – М., 1969. – 23 с.
- Afonina E. Y., Tashlykova N. A. Plankton community and the relationship with the environment in saline lakes of Onon-Torey Plain, Northeastern Mongolia // Saudi Journal of Biological Sciences. – 2018. – Vol. 25, N 2. – P. 399–408.
- Bazarova B. B., Tashlykova N. A., Afonina E. Yu., Kuklin A. P., Matafonov P. V., Tsybekmitova G. Ts., Gorlacheva E. P., Itigilova M. Ts., Afonin A. V., Butenko M. N. Long-term fluctuations of the aquatic ecosystems in the Onon-Torey plain (Russia) // Acta Ecologica Sinica. – 2019. – Vol. 39. – P. 157–165.
- Hammer U. T., Shames J., Haynes R. C. The distribution and abundance of algae in saline lakes of Saskatchewan, Canada // Hydrobiologia. – 1983. – Vol. 105. – P. 1–26.
- Comin, F. A., Cabrera M., Rodor X. Saline lakes: integrating ecology into their management future // Hydrobiologia. – 1999. – Vol. 395/396. – P. 241–251

Gorlacheva E. P., Tsybekmitova G. Ts., Afonin A. V., Tashlikova N. A., Afonina E. Yu., Kuklin A. P., Saltanova N. V. Lake-margin ecosystems of saline lakes of the Borzya group (Zabaikalsky Krai, Russia) during the initial filling phase // *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*. – 2014. – Vol. 32, N 4. – P. 871–878.

Guiry M. D., Guiry G. M. *Algaebase*. – World-wide electronic publication (Galway: National University of Ireland). – 2018. – Режим доступа: <http://www.algaebase.org/>

Liken G. E. *Lake ecosystem ecology: a global perspective*. – Amsterdam, Netherlands, Elsevier Inc., 2010. – 463 p.

Larson C., Belovsky G. E. Salinity and nutrients influence species richness and evenness of phytoplankton communities in microcosm experiments from Great Salt Lake, Utah, USA // *Journal of Plankton Research* – 2013. – Vol. 35, N 5. – P. 1154–1166.

Schagerl M. *Soda lakes of East Africa*. – Switzerland, Springer International Publishing, 2016. – 92 p.

Shadrin N. V. The alternative saline lake ecosystem states and adaptive environmental management // *Journal of Oceanology and Limnology*. – 2018. – Vol. 36, N 6. – P. 2010–2017.

Tashlykova N. A., Afonina E. Y., Kuklin A. P., Bazarova B. B., Matafonov P. V., Tsybekmitova G. Ts., Gorlacheva E. P., Itigilova M. Ts., Butenko M. N. Ecological features of the hydrobiocenoses of some lakes of the Onon-Torey plain in different hydrological periods // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2018. – Vol. 9, N 5. – P. 734–752.

Wetzel R. G. *Land-water interfaces: metabolic and limnological regulators* // *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*. – 1990. – Vol. 24. – P. 519–590.

Tashlykova N. A., Afonina E. Yu., Tsybekmitova G. Ts., Matveeva M.O. The current ecological state of the littoral zone of Lake Tsagan-Nor (Onon-Borzinsky lake system) // *Ekosistemy*. 2020. Iss. 22. P. 5–14.

In the past few decades, interest for the study of the structural and functional organization of hydrobionts in saline lakes has grown significantly. Numerous saline or mineral lakes with different chemical composition and water mineralization are widespread in Transbaikalia, as well as throughout the arid zone of Siberia and other regions. The paper presents the results of the research of some morphometric, hydrophysical, hydrochemical parameters and species diversity of planktonic communities in the littoral zone of soda Lake Tsagan-Nor according to data obtained in summer 2018. Assessment of dynamics of physical and chemical parameters revealed that climatic conditions (aridization or humidification) resulted in the lake mineralization. Mineralization of lake water has changed for last 30–40 years: from mesogaline type (1983) to oligogaline type (1984–1985; 1999 and 2011), and to mesogaline type (2016 and 2018). The content of nutrients in the lake was low and almost evenly distributed both vertically and horizontally during the study period. It is revealed that during the research period the lake plankton was characterized by poor taxonomic composition due to the influence of determining environmental factors (mineralization, active hydrogen index and temperature). In the long-term aspect, the authors highlight the trend of decreasing plankton hydrobionts species diversity. The quantitative distribution of algae and invertebrates from the edge to the depth of water transparency is uneven. Low values of numerical features are registered for algae. On the contrary, plankton invertebrates are characterized by high abundance and biomass. The highest concentration of invertebrates is recorded in the vegetation zone, where copepods prevail.

Key words: biogenic nutrients, phytoplankton, zooplankton, Lake Tsagan-Nor, Onon-Borzinsky lake system, Transbaikalia.

Поступила в редакцию 05.02.20

УДК 574.587(28)(262.5)

Бентос северо-западной части озера Донузлав в 2017 году

Алёмов С. В., Бурдиян Н. В., Витер Т. В., Гусева Е. В., Короткова А. В.

Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН
Севастополь, Россия
alyomov_sv@ibss-ras.ru

Проведены комплексные рекогносцировочные исследования бентоса озера Донузлав в северо-западной части Крыма. Пробы отбирали на четырёх станциях северо-западного побережья озера и двух станциях на морском берегу косы Беляус. Впервые оценена численность разных физиологических групп бактериобентоса. Высокая численность гетеротрофных бактерий наблюдалась только в центральной части озера, а нефтеокисляющие бактерии в низких титрах отмечались повсеместно. Последнее свидетельствует о наличии нефтяных углеводородов в донных осадках и низком деструкционном потенциале бактериобентоса в процессах разложения нефти и её производных. Высокая численность сульфатредуцирующих бактерий указывает на активные процессы восстановления сульфатов, приводящих к ухудшению санитарно-экологического состояния озера, вследствие высокой токсичности сероводорода для гидробионтов. Мейобентос исследованной акватории озера Донузлав представлен 7 крупными таксонами, с преобладанием нематод. Численность мейобентосных организмов была выше в озере, чем на открытом побережье. Кластерный анализ по количественному соотношению в пробах таксономических групп мейобентоса показал наличие двух групп станций. В составе макрозообентоса отмечен 51 вид, относимый к 7 крупным таксономическим группам, что составляет более половины видов макрозообентоса, отмеченных для всего озера предыдущими исследователями в 60-х и 90-х годах XX века. Численность макрозообентоса изменялась в пределах 75–4217 экз./м², биомасса – от 1,07 до 130,36 г/м². Максимальный вклад в биомассу (95,0–99,6 %) практически на всех станциях приходился на двустворчатые моллюски. Значения индекса Шеннона по численности макрозообентоса превышали 2 практически на всех исследованных участках акватории. Полученные данные характеризуют исследованную акваторию как малозагрязнённую, с высоким видовым разнообразием и устойчивыми ценозами исследованных участков в течение длительного времени.

Ключевые слова: Чёрное море, озеро Донузлав, бактериобентос, макрозообентос, мейобентос.

ВВЕДЕНИЕ

Озеро Донузлав, крупнейшее в Крыму, находится в его северо-западной части. Конфигурация берегов и мощный слой илов по глубинам свидетельствует, что когда-то оно было устьем реки, впоследствии пересохшей и отделившейся от Чёрного моря пересыпью из продуктов выветривания осадочных пород. Из них же сложены донные осадки прибрежного мелководья. До 60-х годов XX века Донузлав был классическим гиперсолёным озером. После прорытия в 1961 году судоходного канала статус водоёма стал спорным, его называют и лиманом, и бухтой, и эстуарием, и искусственным заливом. Чтобы избежать путаницы, многие исследователи предпочитают пользоваться устоявшимся выражением «озеро Донузлав». С северо-запада озеро ограничено косой Беляус, с юго-востока – косой Южной. Современный уровень солёности воды озера Донузлав, кроме вершинной части, где наблюдается субмаринная пресная разгрузка, изменяется от 17,01 до 19,48 ‰ (Кочергин и др., 2017) в зависимости от сезона.

Цель настоящей работы – санитарно-биологическая оценка современного состояния донных осадков северо-западной части прибрежной акватории озера Донузлав, граничащей, в основном, с обширными природными пастбищами, и в меньшей степени подверженной антропогенному воздействию, чем индустриализированная (стоянки судов, добыча песка, ряд населённых пунктов) восточная часть. Были определены следующие показатели биоты – качественно-количественные характеристики бактерио-, мейо- и макрозообентоса. Одновременно исследовали физико-химические показатели, как-то: в морской воде – солёность, содержание нефтяных углеводородов, в донных осадках – рН, Eh, содержание

хлороформ-экстрагируемых веществ, нефтяных углеводов, тяжёлых металлов, что описано в работе (Котельянец и др., 2019).

Работы по изучению бактериобентоса озера Донузлав нами не обнаружены.

Мейобентос озера Донузлав исследовался в начале 60-х годах XX века и в начале 2000-х годов (Киселёва, Славина, 1964; Сергеева, 2003). Постоянный компонент был представлен фораминиферами, нематодами, гарпактикоидами, остракодами, клещами, с преобладанием нематод. Временный компонент, псевдомейобентос, – полихетами, олигохетами, амфиподами, анизоподами, брюхоногими и двустворчатыми моллюсками. Средняя численность мейобентоса составляла 8110 экз./м² в 60-х годах прошлого века, и 312 000 экз./м² – в начале XXI века.

Изучение макрозообентоса озера Донузлав в изменившихся условиях, после соединения в 1961 году водоёма судоходным каналом с Чёрным морем, началось в 1981 году (Чухчин, 1991) и было продолжено в 90-х годах XX века (Михайлова, 1992; Болтачёва и др., 2002). Целевые работы по изучению макрозообентоса в районе устричников проводились в 2001 – 2003 годах, где определяли численность, биомассу поселений *Ostrea edulis* и степень поражения колоний паразитами (Болтачёв и др., 2012). Наиболее современными являются исследования ЮгНИРО по влиянию добычи песка на северо-западе озера на биоценозы дна (Панов, 2005), однако они ограничены участком собственно добычи и расположенной рядом 100–150-метровой ненарушенной зоной, приблизительно соответствующей нашим станциям 20 и 20а. Численность макрозообентоса на песчаном мелководье предустьевого участка тогда составила 640 экз./м², биомасса – 122 г/м², а таксономическое разнообразие насчитывало 10 видов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Пробы отбирали на 6 станциях (рис. 1) – на четырёх станциях северо-западного побережья озера (станции 20, 20а, 21, 22) и двух станциях на морском берегу с внешней стороны косы Беляус (станции 18, 19).

Для микробиологических исследований были отобраны пробы донных отложений на четырёх станциях (18, 20, 21 и 22), микробиологические показатели станции 18, расположенной на открытом побережье косы Беляус использованы в качестве контрольных. В пробах определяли численность гетеротрофных бактерий (ГБ) – основных деструкторов органического вещества в водоёмах, и нефтеокисляющих бактерий (НОБ) – деструкторов нефтяных углеводов. На станциях 18, 20 и 22 также определены количественные показатели сульфатредуцирующих бактерий (СРБ) – основных производителей сероводорода, и тионовых бактерий (ТБ) – активных окислителей серы и её неорганических восстановленных соединений. Численность бактерий в пробе определяли методом предельных разведений с использованием элективных сред (Самоочищение..., 1975; Практикум..., 2005; Бурдиян, 2011) с учётом солёности воды (Котельянец и др., 2019). Наиболее вероятное число микроорганизмов в единице объёма рассчитывали по таблице Мак-Креди (в трёх повторностях), основанной на методе вариационной статистики (Практикум..., 2005).

Мейобентос донных осадков исследовали на станциях 18–22, материал отбирали трубкой с диаметром 3,4 см в трёх повторностях. Пробы промывали через сито с диаметром ячеей 1 мм для отделения организмов макробентоса. Фильтрат отмучивали на мельничном газе № 76, осадок фиксировали этанолом. Пробы микроскопировали с использованием камеры Богорова для определения и калькулирования численности представителей основных таксономических групп мейобентоса, с дальнейшим пересчётом на 1 м².

Сбор материала для анализа макрозообентоса проводили на станциях 18, 19, 20, 20а, 21 и 22 ручным водолазным пробоотборником с площадью захвата 0,08 м². На станции 21 также была отобрана качественная проба. Для исследования состава бентосного сообщества отобранные пробы промывали от грунта через систему сит с диаметром ячеей 1 мм нижнего

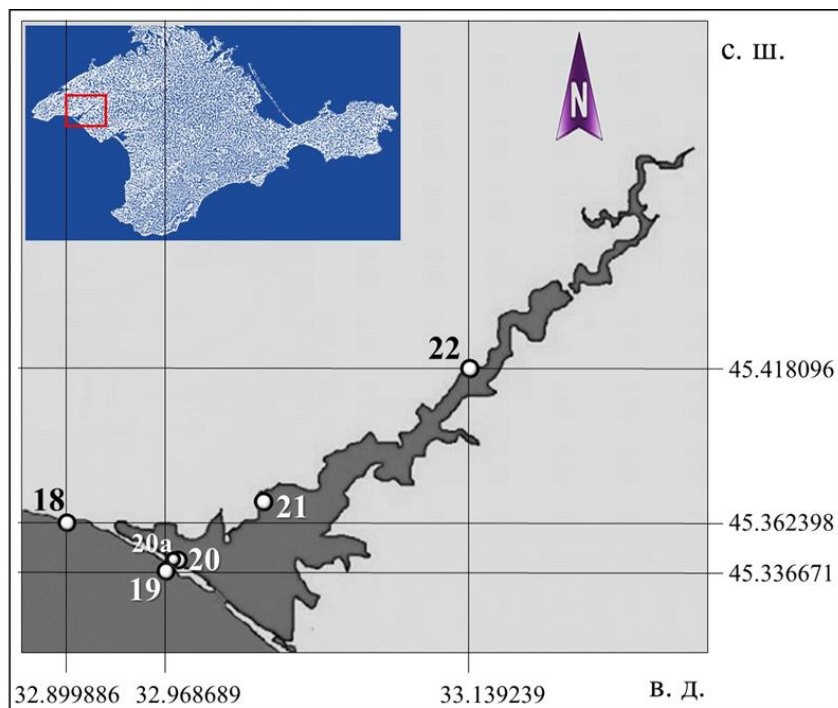


Рис. 1. Схема станций санитарно-биологической съёмки в северо-западной части акватории озера Донузлав (август 2017 года)

сита, содержимое которого фиксировали этанолом. Определяли видовой состав (Определитель..., 1968, 1969, 1972), численность, биомассу, трофическую структуру макрозообентоса. Современная классификация дана по (World Register..., 2008). Для оценки видового разнообразия макрозообентоса использовали модифицированную формулу Шеннона (Wilhm, Dorris, 1968). Также для каждой станции были рассчитаны индексы выравненности Пieloу (Pielou, 1966).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В акватории северо-западного побережья озера Донузлав численность гетеротрофных бактерий (ГБ) в донных отложениях изменялась от 10^3 до 10^7 кл./г. Максимальное значение численности ГБ определено на станции 22, минимум – на станции 21. Число ГБ открытого побережья косы Беляус (станция 18) на порядок выше такового за ней (рис. 2). Нефтеокисляющие бактерии (НОБ) выделены повсеместно. Число НОБ на исследуемых станциях был одинаковым и составляло 10 кл./г, на контрольной станции 18 не превышало 1 кл./г (рис. 2).

Тионовые бактерии (ТБ) и сульфатредуцирующие бактерии (СРБ) определяли на станциях 18, 20 и 22. В центральной части (станция 22) численность ТБ составляла $2,0 \times 10^3$ кл./г, а на приустьевой станции 20 – не превышала 5 кл./г. Число ТБ на участке открытого побережья составила $4,5 \times 10$ кл./г (рис. 3). Численность СРБ в устьевой и срединной части озера находился в пределах одного порядка (450–950 кл./г). В контрольной точке (станция 18) на открытом побережье СРБ не выделены (рис. 3).

Численность мейобентосных организмов в августе 2017 года изменялась от 6,2 до 18,5 тыс. экз./м² вне озера (станции 18, 19) и от 17,3 до 96,4 тыс. экз./м² – в самом озере (станции 20–22) (рис. 4). Обнаружено 7 крупных мейобентосных таксонов, с преобладающим доминированием нематод – от 44,4 до 96,2 %. Гарпактикоиды, как и нематоды,

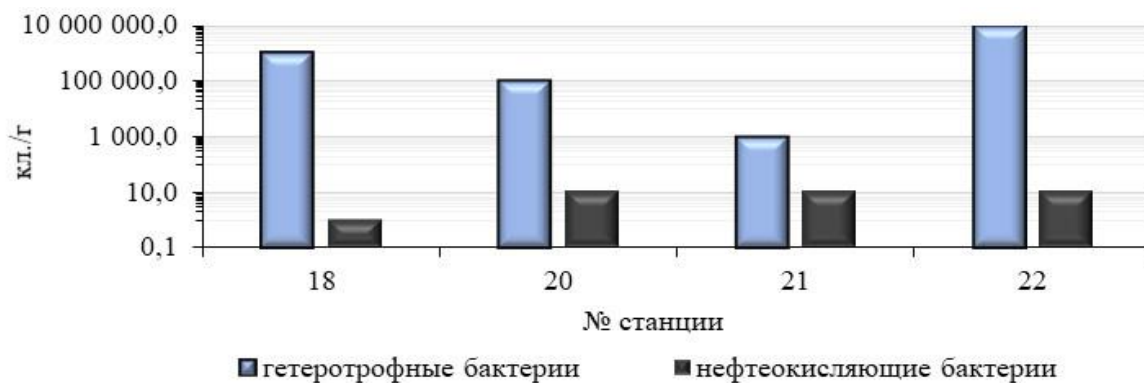


Рис. 2. Численность гетеротрофных и нефтеокисляющих бактерий в донных отложениях северо-западной части акватории озера Донузлав (август 2017 года)

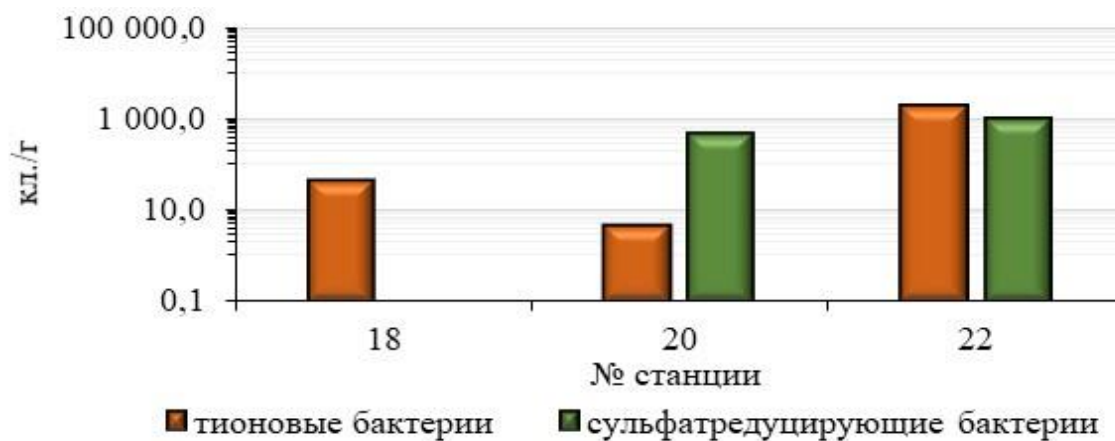


Рис. 3. Численность тионовых и сульфатредуцирующих бактерий в донных отложениях северо-западной части акватории озера Донузлав (август 2017 года)

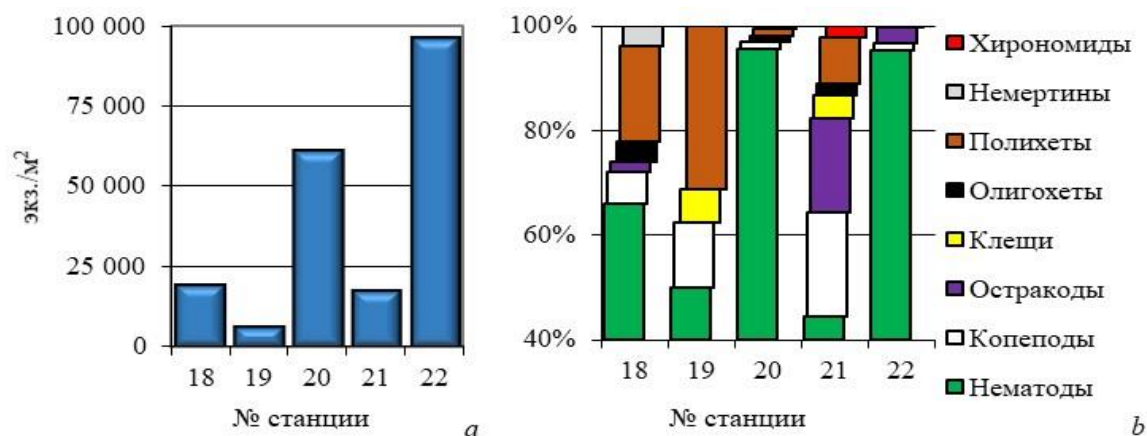


Рис. 4. Численность (а) и таксономическая структура (б) мейобентосного сообщества донных осадков северо-западной части акватории озера Донузлав (август 2017 года)

присутствовали на всех станциях, однако их доля не превышала 20 %. Остракоды встречены на станциях 18, 21 и 22, их доля изменялась от 2,1 до 17,8 %. Клещи обнаружены на станциях 19 и 21 – 6,2 и 4,4 %, соответственно. Псевдомейобентос представлен, в основном, полихетами, присутствующими почти на всех станциях в значительных количествах, – вне озера их доля достигала 18,7–31,2 % от общей численности, а собственно, в озере – до 8,9 %. Олигохеты также встречены на 4 станциях из 5, с относительной численностью, не превышающей 4,2 % от общей. Личинки комаров обнаружены только на станции 21 в незначительном количестве.

В августе 2017 года в донных осадках северо-западной прибрежной акватории озера Донузлав и на побережье открытого моря, на шести станциях обнаружено 62 вида макрозообентоса, относимых к 9 крупным таксонам (табл. 1, рис. 5), представители Bryozoa,

Таблица 1

Встречаемость видов макрозообентоса в северо-западной акватории озера Донузлав (август 2017 года)

№ п/п	Группа	Таксон, вид	Станции					
			18	19	20	20а	21	22
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	b*	<i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+
2	b	<i>Polititapes aureus</i> (Gmelin, 1791)	–	–	+	+	–	–
3	b	<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	–	–	+	–	–	+
4	b	<i>Loripes orbiculatus</i> Poli, 1791	–	–	+	+	–	+
5	b	<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	+	–	–	–
6	b	<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791)	–	–	+	+	–	+
7	b	<i>Gibbomodiola adriatica</i> (Lamarck, 1819)	–	–	+	+	–	–
8	b	<i>Moerella donacina</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	–	–	–
9	b	<i>Fabulina fabula</i> (Gmelin, 1791)	–	–	+	+	–	–
10	g*	<i>Mangelia costata</i> (Pennant, 1777)	–	–	+	–	–	+
11	g	<i>Rissoa membranacea</i> (J. Adams, 1800)	–	–	+	+	–	+
12	g	<i>Rissoa parva</i> (da Costa, 1778)	–	–	+	+	–	+
13	g	<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)	–	–	–	+	+	+
14	g	<i>Tritia neritea</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	–	+	–	–
15	c*	<i>Ampelisca diadema</i> (Costa, 1853)	–	–	+	+	–	+
16	c	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i> (Spence Bate, 1857)	+	–	–	–	–	–
17	c	<i>Iphinoe maeotica</i> Sowinskyi, 1893	–	+	+	–	–	–
18	c	<i>Idotea balthica</i> (Pallas, 1772)	–	+	–	–	–	–
19	c	<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	–	–	–	+	–	–
20	c	<i>Gammarus insensibilis</i> Stock, 1966	–	+	–	–	–	–
21	c	<i>Gastrosaccus sanctus</i> (Van Beneden, 1861)	–	+	–	–	–	–
22	c	<i>Nototropis guttatus</i> Costa, 1853	–	–	–	+	–	–
23	c	<i>Orchestia gammarellus</i> (Pallas, 1766)	–	+	–	–	–	–
24	c	<i>Ericthonius difformis</i> H. Milne Edwards, 1830	–	–	–	+	–	–
25	c	<i>Eurydice pontica</i> (Czerniavsky, 1868)	+	+	–	–	–	–
26	c	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa, 1853	–	–	–	+	–	–

Таблица 1 (Продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
27	с	<i>Perioculodes longimanus</i> (Spence Bate & Westwood, 1868)	-	-	-	+	-	-
28	с	<i>Chondrochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842)	-	-	-	+	-	-
29	с	<i>Upogebia pusilla</i> (Petagna, 1792)	-	-	-	-	-	+
30	с	<i>Paramysis Czerniavsky</i> , 1882	-	-	-	-	-	+
31	i*	Chironomidae	-	-	-	+	-	-
32	p*	<i>Glycera alba</i> (O. F. Müller, 1776)	-	-	+	+	-	-
33	p	<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861	-	-	+	-	-	-
34	p	<i>Glycera</i> sp.	-	-	-	-	-	+
35	p	<i>Goniada emerita</i> Audouin & H Milne Edwards, 1833	-	-	+	-	-	-
36	p	<i>Goniadella bobrezkii</i> (Annenkova, 1929)	-	+	-	+	-	-
37	p	<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)	-	-	+	-	-	-
38	p	<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)	-	-	+	-	-	-
39	p	<i>Nereis zonata</i> Malmgren, 1867	-	-	+	-	-	-
40	p	<i>Notomastus lineatus</i> Claparède, 1869	+	+	-	-	-	-
41	p	<i>Nereiphylla pusilla</i> (Claparède, 1870)	-	+	-	-	-	-
42	p	<i>Genetyllis tuberculata</i> (Bobretzky, 1868)	-	-	-	+	-	+
43	p	<i>Pygospio elegans</i> Claparède, 1863	-	-	-	+	-	-
44	p	<i>Spio filicornis</i> (Müller, 1776)	+	-	-	-	-	+
45	p	<i>Janua heterostropha</i> (Montagu, 1803)	-	+	-	-	-	-
46	p	<i>Prionospio cirrifera</i> Wirén, 1883	-	-	-	-	-	+
47	p	<i>Laonice cirrata</i> (M. Sars, 1851)	-	-	-	-	-	+
48	p	<i>Lagis koreni</i> Malmgren, 1866	-	-	-	-	-	+
49	p	<i>Mysta picta</i> (Quatrefages, 1866)	+	-	-	-	-	+
50	p	<i>Pholoe inornata</i> Johnston, 1839	-	-	-	-	-	+
51	p	Cirratulidae	+	-	-	-	-	-
52	o*	<i>Cryptosula pallasiana</i> (Moll, 1803)	-	-	+	-	-	-
53	o	<i>Phoronis</i> Wright, 1856	-	-	+	-	-	-
54	o	ENTOPROCTA	-	-	+	-	-	-
55	o	PLATYHELMINTES	+	-	-	-	-	-
56	b	<i>Cerastoderma glaucum</i> (Briguière)**	-	-	+	-	+	+
57	b	<i>Flexopecten glaber ponticus</i> (Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1889)**	-	-	-	-	+	+
58	b	<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819**	-	-	-	-	-	+
59	с	<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)**	-	-	-	-	-	+
60	с	<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)**	-	-	+	-	-	-
61	с	<i>Chondrochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842)**	-	-	+	-	-	-
62	p	<i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1833)**	-	-	+	-	-	-

Примечание к таблице. *b – Bivalvia, g – Gastropoda, с – Crustacea, i – Insecta, p – Polychaeta, o – другие таксоны (others taxa); ** – встречены только в качественных пробах.

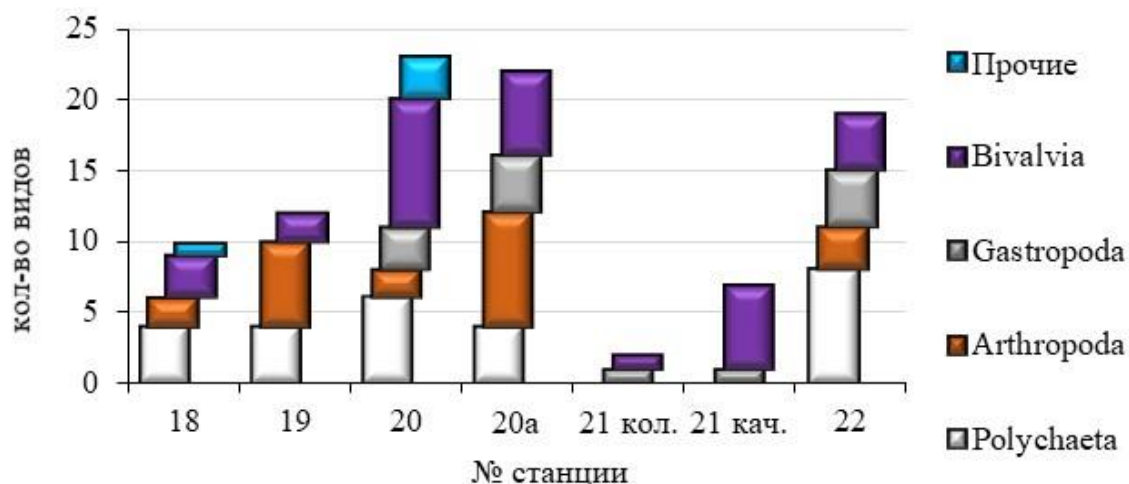


Рис. 5. Таксономическое разнообразие макрозообентоса северо-западной части акватории озера Донузлав (август 2017 года)

К «Прочие» отнесены представители Bryozoa, Phoronida, Platyhelminthes и Entoprocta.

Phoronida, Platyhelminthes и Entoprocta отнесены к «Прочим». Непосредственно в озере обнаружен 51 вид. Наибольшее видовое разнообразие приурочено к пескам станций 20 и 20а – соответственно, 22 и 23 вида, и к илистому мелководью станции 22 – 19 видов; наименьшее – на станции 21 – 2 вида (8 видов в качественной пробе). На станциях открытого побережья (18, 19) обнаружено 18 видов беспозвоночных, относимых к 4 таксонам.

Обнаруженные двустворчатые моллюски относятся к 12 видам, наиболее часто – на всех станциях – встречалась *Chamelea gallina*, со средней численностью 112 экз./м². К массовым видам отнесены *Mytilaster lineatus* (до 1962 экз./м²), *Gibbomodiola adriatica* (до 1150 экз./м²). На станции 21 в количественной пробе двустворчатые моллюски представлены только *Ch. gallina* (50 экз./м²), в качественной пробе обнаружены также *Cerastoderma glaucum*, *Flexopecten glaber ponticus*, *Parvicardium exiguum*, *Loripes orbiculatus*, *Mytilaster lineatus* и *Polititapes aureus*. На станциях 18 и 19 вне озера обнаружены 3 вида двустворчатых моллюсков – *Ch. gallina* и *Moerella donacina* и *Lucinella divaricata*.

Брюхоногие моллюски представлены 5 видами, наиболее часто встречаются (75 %) риссой и биттиумы, чья численность в среднем достигает 200 экз./м². На станциях 18 и 19 вне озера брюхоногие моллюски не обнаружены.

Тип Arthropoda на исследуемых станциях представлен 19 видами ракообразных и одним видом насекомых. На станциях 20 и 22 ракообразные представлены в основном малочисленными (12–50 экз./м²) экземплярами видов *Iphinoe maeotica*, *Nototropis guttatus*, *Erichthonius difformis*, *Upogebia pusilla*, *Microdeutopus gryllotalpa*, *Perioculodes longimanus*, *Chondrochelia savignyi*, *Paramysis*, с частотой встречаемости 25 %. Единственный вид, обнаруженный на трёх станциях – *Ampelisca diadema*, с высокой численностью 125–437 экз./м². На станции 21 представители ракообразных не найдены. На станциях 18 и 19 ракообразные представлены в основном *Eurydice pontica* с численностью 168 экз./м² (23,3 % от всей численности макрозообентоса). Насекомые представлены личинками хирономид только на станциях 20 и 20а, с численностью 12 экз./м².

Максимальное видовое разнообразие отмечено среди полихет – 21 вид, однако встречаемость большинства видов, кроме *Glycera alba*, *Goniadella bobrezkii* и *Genetyllis tuberculata* – не более 20 %. Наибольшее видовое разнообразие этого таксона обнаружено на станциях 20 и 22 (по 8 видов), однако численность отдельных видов не превышала 112 экз./м² (*Lagis koreni*, станция 22), в среднем составляя 6 экз./м² на исследованных станциях. На станции 21 полихеты не обнаружены. Вне озера (станции 18 и 19) обнаружено 6 видов полихет, три из которых не встречались на станциях в самом озере – *Notomastus lineatus*,

Nereiphylla pusilla и *Janua heterostropha*. Численность отдельных видов здесь не превышала 31 экз./м².

Представители таких типов, как Bryozoa (*Cryptosula pallasiana*), Phoronida (*Phoronis euxinicola*) и Entoprocta (*Barentsia benedeni*) обнаружены только на станции 20, с плотностью поселений, соответственно, – 12, 62 и 37 экз./м². Вне озера, на станции 18 обнаружен представитель типа Platyhelminthes (6 экз./м²).

Общая численность макрозообентоса в самом озере изменялась в пределах 75–4217 экз./м² (рис. 6). По данным предыдущих съёмок численность составляла 234–7487 экз./м² (Михайлова, 1992) и 640 экз./м² (Панов, 2005). На станциях 18 и 19 – по 359 экз./м².

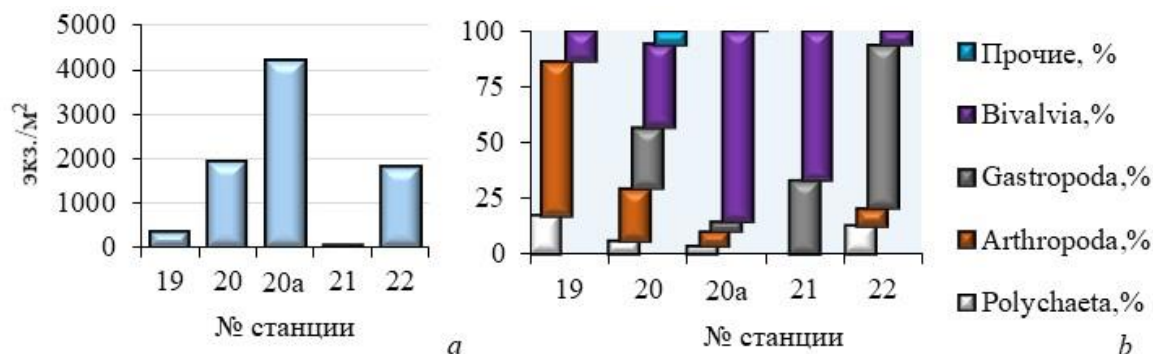


Рис. 6. Численность макрозообентоса (a, экз./м²) и доля в ней крупных таксонов (b, %)

Биомасса макрозообентоса изменялась от 1,07 (станция 18) до 130,36 (станция 20) г/м² (рис. 7). Минимальные значения биомассы отмечались на станциях 18 и 19 в открытом море (1,07 и 11,36 г/м² соответственно), а максимальные – за пересыпью на станциях 20 и 20а (130,36 и 102,56 г/м² соответственно). Максимальный вклад в биомассу практически на всех станциях (95,0–99,6 %) приходился на двустворчатые моллюски, кроме станции 22, где 51,28 % биомассы обеспечивали брюхоногие моллюски и 32,7 % – членистоногие, включающие в себя крупных ракообразных (*Upogebia pusilla*). Даже личинки насекомых и полихеты (по 9 %) превышали здесь по биомассе двустворчатых моллюсков (7,02 %). На станциях 18 и 19 в открытом море основной вклад в биомассу макрозообентоса также вносили двустворчатые моллюски (86,2–93,1 %).

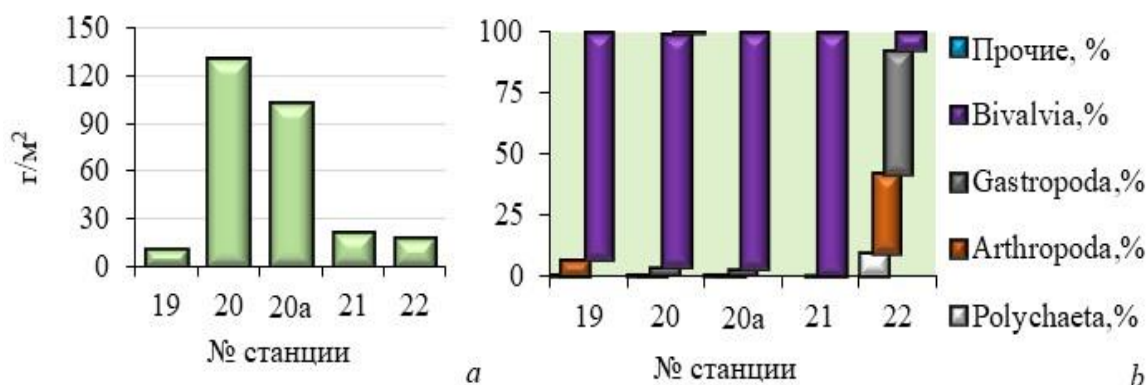


Рис. 7. Биомасса макрозообентоса (a, г/м²) и доля в ней крупных таксонов (b, %)

Трофическая структура макрозообентоса по станциям представлена на рисунке 8.

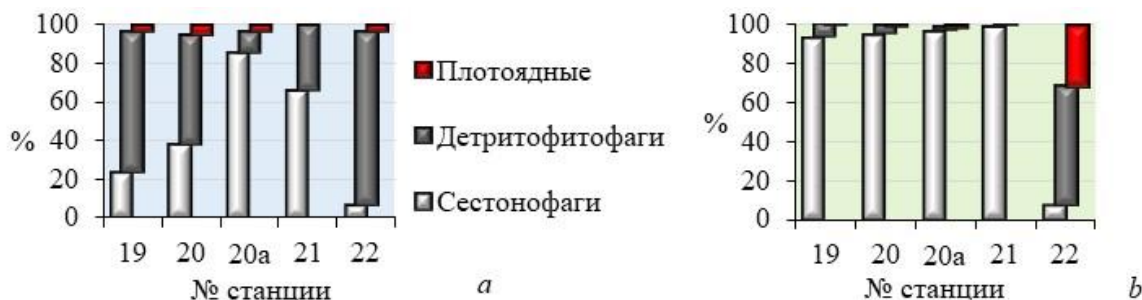


Рис. 8. Трофическая структура макрозообентоса по станциям в северо-западной части акватории озера Донузлав (август 2017 года)

a – по биомассе, *b* – по численности.

Сестонофаги вносили основной вклад в численность и биомассу бентоса: на станции 18 за счёт преобладания моереллы, на станции 20a – мителид, на станции 21 – хамелеи. Детритофитофаги преобладали в центральной части на станции 22, как по численности, так и по биомассе (за счёт большого количества риссой и биттиума). На станциях 19 и 20 преобладали детритофитофаги: по биомассе – сестонофаги (за счёт крупной хамелеи), по численности – вне озера, на станции 19, за счёт большого количества мелких ракообразных *E. pontica*, а на станции 20 – за счёт *Ampelisca diadema*.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведённые микробиологические исследования показали высокую степень развития гетеротрофных бактерий в центральной части озера Донузлав. Повсеместное распространение нефтеокисляющих бактерий подтверждает наличие нефтяных углеводородов в донных осадках озера. Однако их доля в общей численности ГБ довольно незначительная, и свидетельствует о низком потенциале бактериобентоса в процессах деструкции нефти и её производных. Для сравнения, численность НОБ в донных отложениях черноморского побережья Крыма (солёность 18 ‰) число НОБ варьирует от 10^2 до 10^4 кл./г (Дорошенко, Бурдиян, 2016), а в донных отложениях Азовского моря (солёность 12 ‰) колеблется от 10^3 до 10^5 кл./г (Корпакова, 2012). Невысокая численность НОБ в озере, возможно, обусловлена низким содержанием необходимых микроорганизмам биогенов, в частности, азота и фосфора, в связи с засушливым летом в год исследований.

Высокая численность сульфатредуцирующих бактерий указывает на активные процессы восстановления сульфатов, приводящих к ухудшению санитарно-экологического состояния озера, вследствие высокой токсичности сероводорода для гидробионтов.

Обнаруженные довольно высокие показатели численности мейобентоса на станциях 20 и 22 при незначительном таксономическом разнообразии, обеспеченные развитием нематод (> 95 %), на фоне показателей сульфатредуцирующих бактерий (смотри рис. 3) могут свидетельствовать о наличии анаэробных условий в верхних слоях донных осадков этих станций (Белогурова, 2011). Доминированию нематод при угнетении других таксономических групп на станции 20 может способствовать высокий уровень нефтяных углеводородов в воде (Фадеева и др., 2002) – 0,05 мг/л (ПДК) (Котельянец, 2019).

Кластерный анализ по количественному соотношению в пробах таксономических групп мейобентоса в целом и, отдельно, эвмейобентоса на станциях 18–22 показал высокое сходство станций 18, 20 и 22, – 70–85 % для всего мейобентоса и 88–93 % – для его постоянного компонента. Станции 19 и 21 имеют, аналогично, сходство 73 и 80 % (рис. 9).

По видовому составу макрозообентоса в целом можно отметить, что все найденные на небольшом участке прибрежной акватории озера виды обнаруживались в нём ранее, хотя показатели были выше – 62 вида в 1990 году и 99 вида – в 1997 году (Михайлова, 1992;

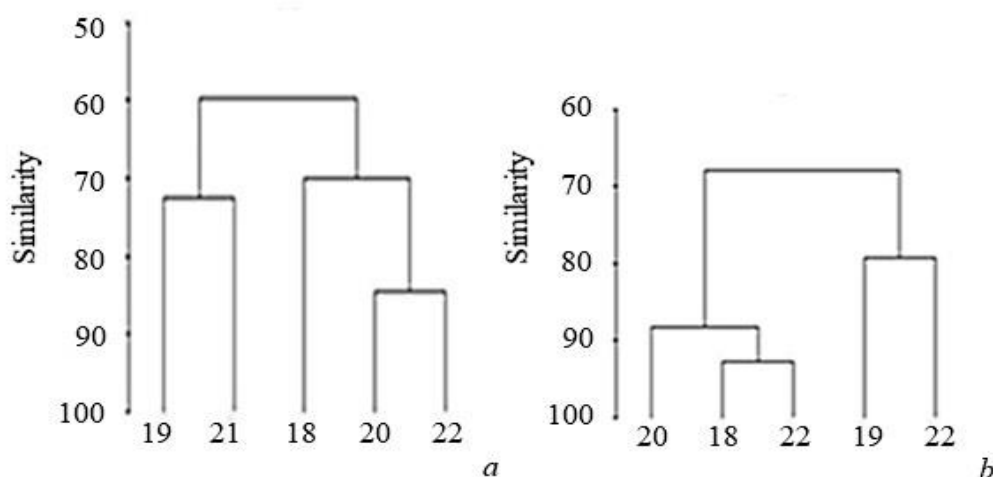


Рис. 9. Дендрограммы сходства станций северо-западной акватории озера Донузлав по соотношению таксономических групп мейобентоса (а) и его постоянного компонента – эвмейобентоса (b), август 2017 года

Болтачёва и др., 2002), но были получены в результате съёмки всего водоёма, что говорит о высоком видовом разнообразии и устойчивости ценозов исследованных участков в течение длительного времени.

Наибольшее сходство видового состава по численности (47,1 %) и по биомассе (65,2 %) макрозообентоса наблюдалось для станций 20 и 20а (рис. 10), что объясняется их близким расположением.

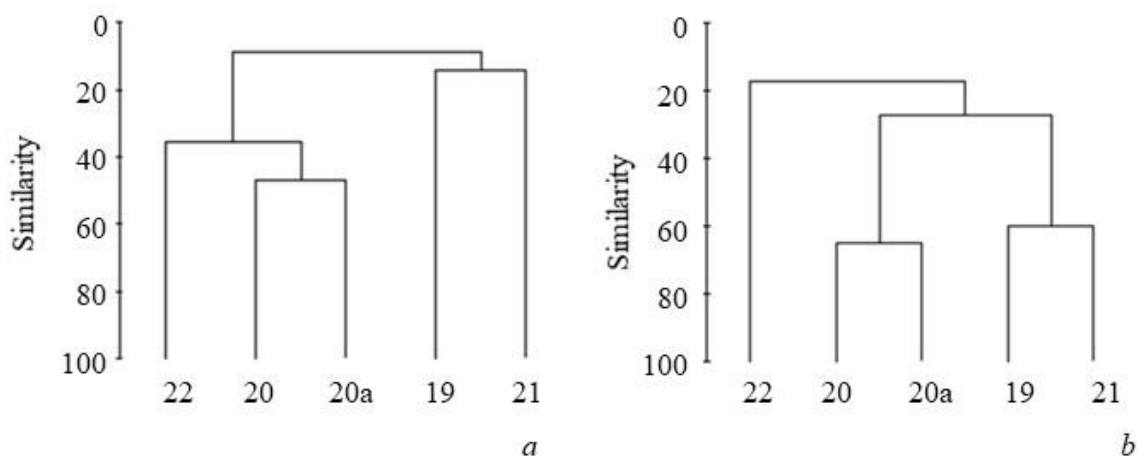


Рис. 10. Дендрограммы сходства станций по численности (а) и по биомассе (b) макрозообентоса (северо-западная часть акватории озера Донузлав, август 2017 года)

Изменения биотических индексов представлено на рисунке 11. Индекс Шеннона, рассчитанный по биомассе бентоса, существенно варьировал на различных станциях (0,74÷2,6), на станции 21 был минимальным (0,04) вследствие заметного доминирования *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) и наличия всего двух видов макрозообентоса. Значения индекса Шеннона для численности макрозообентоса превышали 2 на всех исследованных участках акватории, кроме станции 21, что соответствует показателям для малозагрязнённых

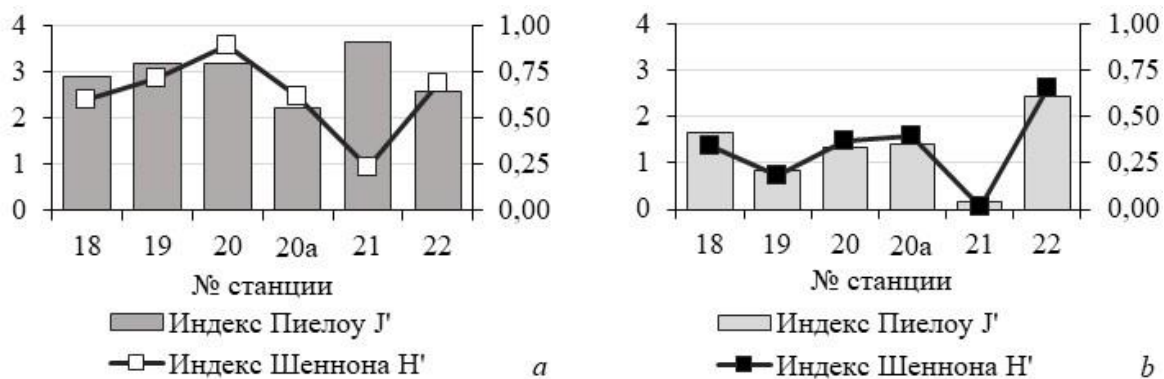


Рис. 11. Индексы видового разнообразия Шеннона и выравненности Пиеλου бентосных сообществ по станциям (а – по численности, б – по биомассе), северо-западная часть акватории озера Донузлав, август 2017 года

вод (Константинов, 1979; Финогенова, Алимов, 1976). Индекс выравненности Пиеλου по численности составлял 0,55–0,91, в среднем равняясь 0,74, а по биомассе – 0,04–0,61 (среднее значение – 0,33).

Рассмотрена частотно-размерная характеристика поселений доминирующих моллюсков *Chamelea gallina* и *Bittium reticulatum* на фоне изменения редокс-потенциала и концентрации нефтяных углеводородов (рис. 12). При переходе от песчаных грунтов устья к заиленным донным осадкам в центральной части водоёма редокс-потенциал снижается, а концентрация НУ возрастает. Одновременно численность хамелеи резко снижается и выпадают как старшие, так и младшие возрастные группы. Численность биттиума наиболее высока на станции 22. Известно (Миловидова, Алёмов, 1992), что *Ch. gallina* характерна для чистых песчаных грунтов, а *B. reticulatum* является более устойчивым к загрязнению и недостатку кислорода организмом.

Сравнительный анализ численности макро- и мейобентоса на станциях 19–22 показывает, что на станции 21, при пониженной, в сравнении с другими станциями, общей численности организмов обеих размерных группировок, у мейобентосного сообщества отмечено максимальное разнообразие – обнаружены представители 7 таксонов, в то время как макрозообентос представлен (по данным количественной пробы) всего двумя видами двух таксонов. Предполагаем возможным, что этот участок недавно подвергался воздействию (не загрязнению), при котором верхний слой донных осадков был сильно нарушен, и в данный момент идёт восстановление донного биоценоза с естественным для мейобентоса преобладанием по скорости.

ВЫВОДЫ

Впервые оценена численность гетеротрофных, нефтеокисляющих, сульфатредуцирующих и тионовых бактерий в донных отложениях озера Донузлав. Исследуемые группы бактерий распространены практически повсеместно. Наиболее обильный бактериобентос отмечен в центральной части озера. Численность нефтеокисляющих бактерий на всех исследованных участках не превышала 10 кл./г, что, при высокой численности гетеротрофных бактерий и обнаружении нефтяных углеводородов в грунте, свидетельствует о низком потенциале бактериобентоса в процессах деструкции нефти.

Мейобентос северо-западной части акватории озера Донузлав был представлен 7 купными таксонами, с преобладанием нематод. Численность мейобентосных организмов была выше в озере, чем на открытом побережье.

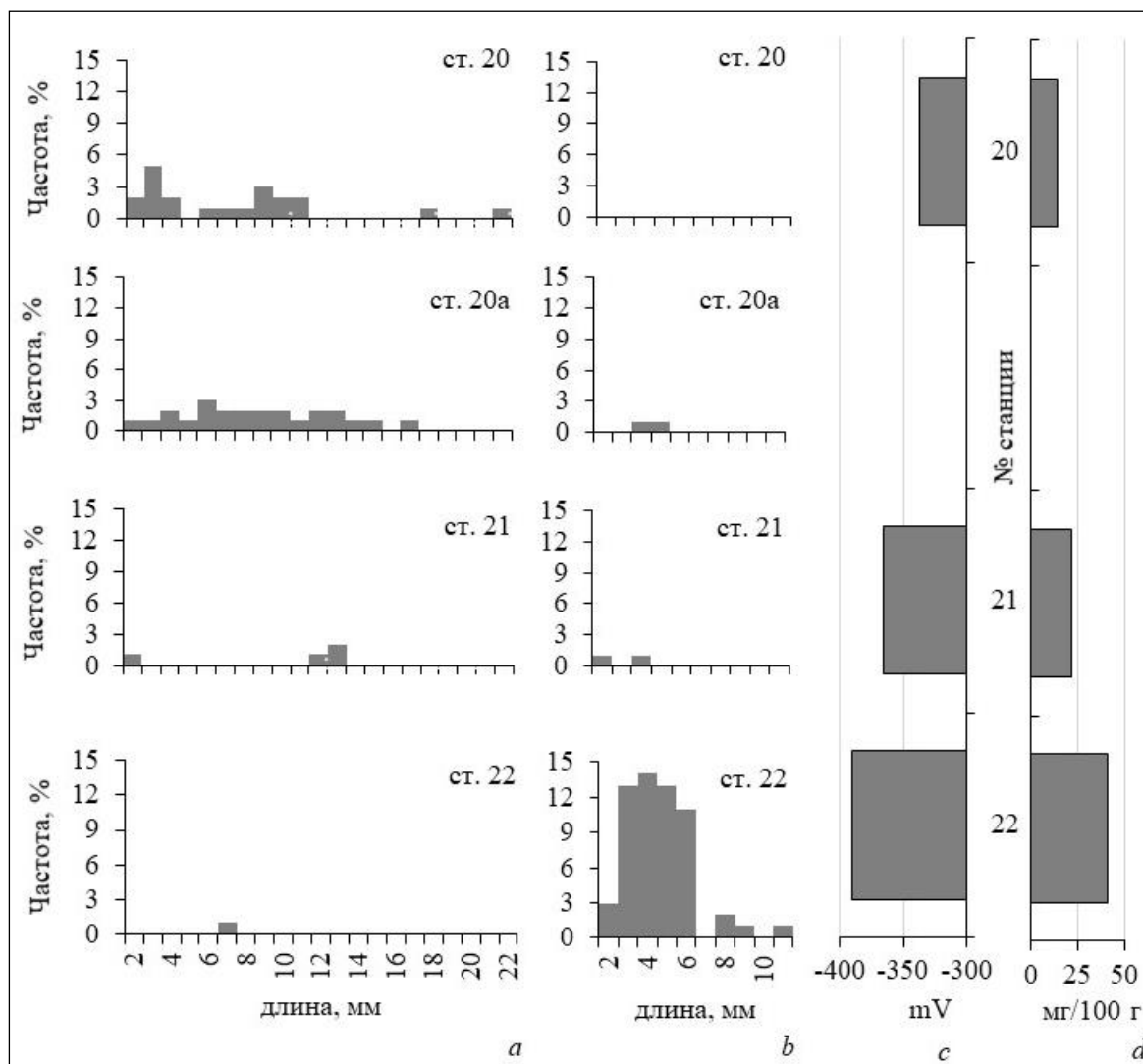


Рис. 12. Размерно-частотная характеристика доминирующих видов моллюсков *Chamelea gallina* (a) и *Bittium reticulatum* (b) на станциях в северо-западной части акватории озера Донузлав (август 2017 года) на фоне градиентов редокс-потенциала (c) и концентрации нефтяных углеводородов (d) (Котельянец и др., 2019)

Макрозообентос северо-западной части озера Донузлав был представлен 51 видом, относимым к семи таксонам. Все эти виды были ранее (в 60-х и 90-х годах XX века) отмечены предыдущими исследователями. На 4-х исследованных станциях было найдено более половины видов, обнаруживаемых ранее по всей акватории озера. Значения индекса Шеннона по биомассе (0,74–2,60) характерны для малозагрязнённых акваторий.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем», № АААА-А18-118020890090-2.

Список литературы

- Белогурова Л. С. Перспективы использования мейобентоса для биологического мониторинга водных экосистем // Наука и современность – 2011. Секция Биология: Матер. XI международ. конф. – Новосибирск, 2011. – № 9 (1) – С. 14–18
- Болтачёв А. Р., Сергеева Н. Г., Загородняя Ю. А., Климова Т. Н. Добыча песка на шельфе у Севастополя как угроза прибрежной экосистеме и биологическому разнообразию Чёрного моря // Биоразнообразие и устойчивое

развитие: Матер. II междунар. науч.-практ. конф. (Симферополь, 12–16 сент. 2012 г.). – Симферополь, 2012 – С. 39–42.

Болтачёва Н. А., Колесникова Е. А., Ревков Н. К. Фауна макрозообентоса лимана Донузлав (Чёрное море) // Экология моря. – 2002. – Вып. 62. – С. 10–15.

Бурдиян Н. В. Сульфатредуцирующие, тионовые, денитрифицирующие бактерии в прибрежной зоне Чёрного моря и их роль в трансформации нефтяных углеводородов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Севастополь, 2011. – 24 с.

Дорошенко Ю. В., Бурдиян Н. В. Микробиологическая характеристика донных отложений Крымского шельфа // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: Материалы Всерос. науч.-практ. конференции (с междунар. участием) – Севастополь, 2016 – Т. 3. – С. 81–83.

Киселёва М. И., Славина О. Я. Донные биоценозы у Западного побережья Крыма // Труды Севастопольской биостанции. – 1964. – Т. 15. — С. 152–172.

Константинов А. С. Общая гидробиология. – М. «Высшая школа», 1979. – 480 с.

Корпакова И. Г. Биологические особенности акваторий лицензионного участка ООО «НК Приазовнефть» в Азовском море в 2012 г. // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2013. – № 12. – С. 26–35.

Котельянец Е. А., Соловьёва О. В., Тихонова Е. А. Загрязнение донных отложений северо-западного побережья озера Донузлав по данным 2017 года // Вестник МГУ. Серия 5. География. – 2019. – № 2. – С. 95–102.

Кочергин А. Т., Загайный Н. А., Крискевич Л. В. Изменчивость гидрометеорологических характеристик озера Донузлав (п-ов Крым) в 2016 г. // Труды ВНИРО. Среда обитания водных биологических ресурсов. – Т. 166. – 2017. – С. 151–158.

Миловидова Н. Ю., Алёмов С. В. Зообентос мягких грунтов Севастопольской бухты и прилегающих районов / Молисмология Чёрного моря / [Отв. ред. Поликарпов Г. Г.] – Киев: Наукова думка. – 1992. – С. 263– 81.

Михайлова Т. В. Макрозообентос озера Донузлав // Экология моря. – 1992. – Вып. 42 – С. 16–20.

Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. 1. Свободноживущие беспозвоночные. Простейшие, губки, кишечнополостные, черви, щупальцевые. – Киев: Наукова думка, 1968. – 437 с.

Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. 2. Свободноживущие беспозвоночные. Ракообразные. – Киев: Наукова думка, 1969. – 536 с.

Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. 3. Свободноживущие беспозвоночные. Членистоногие (кроме ракообразных), моллюски, иглокожие, щетинкочелюстные, хордовые. – Киев: Наукова думка, 1972. – 340 с.

Панов Б. Н. Мониторинг состояния северо-западного участка оз. Донузлав в условиях добычи песка Евпаторийским морским торговым портом: Отчёт о НИР. – ЮгНИРО, Керчь. – 2005. – 51 с.

Практикум по микробиологии / [Ред. А. И. Нетрусова]. – М.: Издательский центр «Академия». – 2005. – 608 с.

Самоочищение в прибрежной акватории Чёрного моря / [Ред. В. Н. Грезе]: Киев: Наукова думка. – 1975. – 142 с.

Сергеева Н. Г. Мейобентос лимана Донузлав / Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор) – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2003. – С. 251–258.

Фадеева Н. П., Безвербная И. П., Тазаки К., Ватанабэ Н., Фадеев В. И. Состав, структура и метаболизм донных сообществ илистых грунтов в условиях хронического антропогенного загрязнения (на примере б. Золотой Рог) // Фундаментальные исследования морской биоты: биология, химия и биотехнология: Матер. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных НОЦ ДВГУ «Морская биота» (1–2 октября 2002 г., г. Владивосток). – Владивосток: Изд-во Дальневосточного ун-та. – 2002. – С. 62–66.

Финогенова Н. П., Алимов А. Ф. Оценка степени загрязнения вод по составу донных животных // Методы биологического анализа пресных вод. – Л.: ЗИН АН СССР. – 1976. – С. 95–106.

Чухчин В. Д. Формирование донных биоценозов в озере Донузлав после соединения с морем // Многолетние изменения зообентоса Чёрного моря. – Киев: Наукова думка. – 1991. – С. 76–90.

Pielou E. C. Shannon's formula as a measure of species diversity: its use and misuse // American Naturalist. – 1966. – Vol. 100. – P. 463–465.

Wilhm J. L., Dorris T. C. Biological parameters for water quality criteria // Bioscience. – 1968. – 18. – P. 477–481.

World Register of Marine Species. – 2008. Режим доступа: <https://www.marinespecies.org/> (просмотрено 05.02.2020).

Alyomov S. V., Burdiyan N. V., Viter T. V., Guseva E. V., Korotkova A. V. Benthos of the north-western part of the Lake Donuzlav in 2017 // Ekosistemy. 2020. Iss. 22. P. 15–28.

The authors conducted a comprehensive reconnaissance study of the Lake Donuzlav benthos in the North-Western part of Crimea. Samples were taken at four stations on the northwest coast of the lake and at two stations on the seashore of the Belyaus Spit. The number of different physiological groups of bacteriobenthos was estimated for the first time. A high number of heterotrophic bacteria was observed only in the central part of the lake but low abundance of oil-oxidizing bacteria was recorded everywhere. Last factor indicates the presence of oil hydrocarbons in bottom sediments and low destruction potential of bacteriobenthos in decomposition of oil and its derivatives. High number of sulfate-reducing bacteria specifies active processes of sulfate reduction, which lead to a deterioration of the sanitary-ecological state of the lake due to high toxicity of hydrogen sulfide for aquatic organisms. Meiobenthos of the researched water area represented by 7 major taxa was dominated by nematodes. The number of meiobenthic organisms was higher in the lake than on the seashore. Cluster analysis based on the quantitative ratio of taxonomic groups of meiobenthos in samples showed the presence of two groups of stations. Fifty-one species belonging to 7 large taxonomic groups were recorded in the composition of macrozoobenthos. This accounts for more than a half of macrozoobenthos species recorded at all the territory of the lake by previous researches in the 60s and 90s of the XX century. Bouivalves made the maximum contribution to biomass (95.0–99.6 %) at almost all stations. The number of macrozoobenthos varied in the range of 75–4217 ind./m², biomass varied from 1.07 to 130.36 g/m². The Shannon index values exceeded the value 2 in almost all studied stations. The obtained data characterize the studied territory as a slightly polluted water area with high species diversity and stable cenoses for extended period of time.

Key words: Black Sea, Donuzlav Lake, bacteriobenthos, macrozoobenthos, meiobenthos.

Поступила в редакцию 02.03.20

Видовой состав *Cyanobacteria* морской каменистой супралиторали заповедника «Мыс Мартьян» (Чёрное море)

Садогурская С. А. Белич Т. В., Садогурский С. Е.

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
Ялта, Республика Крым, Россия
sadogurska@yandex.ru

Полные списки биоты являются научным фундаментом, на котором строятся исследования биологического разнообразия регионов. Современные исследования на основании новых методов и подходов способствовали появлению новой классификационной схемы цианопрокариот, которая отражает эволюционную историю группы. В связи с этим возникает необходимость ревизии данных о видовом составе *Cyanobacteria* различных биотопов, что особенно актуально для заповедных объектов. В статье представлены результаты ревизии видового состава *Cyanobacteria* супралиторальной зоны заповедника «Мыс Мартьян» (в настоящее время по факту в статусе природного парка). Исследования проводили на участке естественного валунно-глыбового навала, расположенного непосредственно на мысе Мартьян, в супралиторальной зоне моря. Уточнённый список *Cyanobacteria* супралиторальной зоны заповедника «Мыс Мартьян», включает 69 видов, представителей 1 класса, 2 подклассов, 6 порядков, 18 семейств и 35 родов. Наиболее разнообразно представлены семейства *Oscillatoriaceae* и *Rivulaceae*. Среди родов доминируют *Chroococcus*, *Lyngbya* и *Gloeocapsa*. К категории редких и нуждающихся в охране относится 21 вид, что составляет треть видового списка. Для обнаруженных видов дана биолого-экологическая характеристика. Для *Cyanobacteria* супралиторальной зоны заповедника «Мыс Мартьян» характерно преобладание прикреплённых бентосных, бентосно-почвенных и планктонно-бентосных форм, а также морских и солоноватоводных форм, что является характерной чертой супралиторальной микроальгофлоры. В то же время, преобладание космополитов и широкоареальных бореально-тропических видов подчёркивает азональность биотопа морской каменистой супралиторали.

Ключевые слова: *Cyanobacteria*; супралитораль; Чёрное море; заповедник «Мыс Мартьян».

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время ведётся активное обсуждение концепции вида у цианопрокариот и предпринимаются попытки преобразовать систему *Cyanophyta* с учетом данных об ультраструктуре, экофизиологии, молекулярной биологии и биотопической приуроченности отдельных видов (Виноградова, Брянцева, 2017). Применение полифазного подхода, использование результатов молекулярно-биологических и филогенетических исследований, разработка «прагматической» концепции вида способствовали появлению новой классификационной схемы цианопрокариот, создатели которой стремились отразить эволюционную историю группы, опираясь на монофилетические таксоны (Komárek et al., 2014). Центральная роль в предложенной таксономической классификации отведена родам цианобактерий. Принадлежность рода и входящих в него видов к тому или иному семейству или порядку может изменяться в зависимости от новых данных по филогении соответствующей таксономической группы. В связи с вышперечисленным, возникает необходимость ревизии данных о видовом составе *Cyanobacteria*. Полные списки биоты являются научным фундаментом, на котором строятся все исследования в сфере выявления и сохранения биологического разнообразия регионов, это особенно актуально для заповедных объектов.

Заповедник «Мыс Мартьян» (с 2015 года природный парк регионального подчинения) расположен в центральной части Южного берега Крыма (ЮБК), с востока прилегает к паркам Никитского ботанического сада. Его сухопутная часть занимает далеко выдвинутую в море оконечность Никитского хребта. Территория заповедника представляет собой относительно пологий макросклон, заканчивающийся у берега обрывом из известняков и цементированных брекчий (Панин, 1980). Для побережья характерны скульптурные и

аккумулятивные формы рельефа, рельефообразующие эрозионно-аккумулятивные процессы происходят весьма активно. Пляжевые полосы состоят в основном из мраморовидного известняка. В течение года преобладают северо-восточные и юго-западные ветры. Район характеризуется приглубыми берегами, постоянным и сильным волнением, типичным для открытого моря (Водяницкий, 1949; Лоция..., 2008).

В Чёрном море приливно-отливные явления выражены слабо, супралиторальная зона расположена выше уровня ветрового нагона воды и лишь увлажняется брызгами прибойных волн. На твёрдом субстрате вследствие массового развития *Cyanobacteria* она визуально хорошо выделяется как «чёрная зона» (рис. 1).



Рис. 1. Супралиторальная зона на валунно-глыбовом навале в заповедной акватории у мыса Мартьян (фото авторов)

Первые сведения о *Cyanobacteria* побережья Южного берега Крыма отмечены в начале XX века (Надсон, 1900, 1927*a*, 1927*б*; Чернов, 1929; Михайловская, 1937; Косинская, 1948). К сожалению, в большинстве этих публикаций нет чёткой локализации пунктов отбора проб (участок побережья, зона бентали и т.п.), что затрудняет сравнительный анализ литературных данных. Некоторые сведения о супралиторальных видах в буферной зоне природного заповедника «Мыс Мартьян» даны в работе О. Н. Виноградовой (1994). Более планомерное обследование супралиторальной зоны природного заповедника «Мыс Мартьян» было начато в 2000–х годах (Садогурская, 2000, 2003, 2005*a*, 2005*б*, 2007, 2011, 2012, 2013, 2014; Царенко и др., 2012). К настоящему времени накопились новые данные, требующие анализа и обобщения.

Целью настоящей работы было проведение ревизии современного видового состава *Cyanobacteria* супралиторальной зоны заповедника «Мыс Мартьян».

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на участке естественного валунно-глыбового навала, расположенного непосредственно на мысе Мартьян, в супралиторальной зоне моря. Идентификация видов и внутривидовых таксонов в ранге вида проводилась по соответствующим руководствам (Михайловская, 1937; Косинская, 1948; Кондратьева, 1968; Кондратьева и др., 1984; Komarek, Anagnostidis, 1986, 1989, 1999, 2005, 2014; Silva, 1996). Уточнение номенклатуры и систематического положения приведены в соответствии с последними сводками (Guiry, Guiry, 2019). Анализ полученных результатов проводили, используя методы сравнительной флористики (Шмидт, 1984).

Приведены некоторые эколого-биологические характеристики видов (приуроченность к местообитанию, сапробность и географическая приуроченность) (Барина и др., 2006; 2019; Рябушко, 2013), при определении редкости видов использованы методические подходы ряда авторов (Паламарь-Мордвинцева и др., 1998).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В последней сводке Cyanobacteria супралиторали «Мыс Мартьян» было отмечено 78 видов и внутривидовых таксонов (включая формы в ранге вида) (Садогурская, 2013). В настоящее время с учетом последних номенклатурно-таксономических изменений для этой зоны морской акватории «Мыс Мартьян» отмечено 69 таксонов, из 1 класса, 2 подклассов, 6 порядков, 18 семейств и 35 родов.

Ведущими по количеству видов осталось семейство Oscillatoriaceae (I–II ранг), к нему добавилось семейство Rivulariaceae (I–II ранг), но количество видов в каждом из них снизилось до 8 (табл. 1). Близкими значениями показателя отличаются семейства Heteroleibleiniaceae и Hyellaceae (III–IV ранг), по 7 видов в каждом. По сравнению с данными, приведёнными в последней обобщающей сводке (Садогурская, 2013), в современный список в число ведущих не вошло семейство Gloeocapsaceae. В тоже время семейства Chroococcaceae, Microcystaceae и Aphanothecaceae ныне занимают довольно высокие ранги (V–VI). Часть семейств ушла из числа ведущих – Schizotrichaceae, Pleurocapsaceae, Homoeotrichaceae, Dermocarpaceae, также увеличилось с семи до девяти количество семейств, представленных одним видом.

Среди родов, как и ранее, доминирующее положение занимают *Lyngbya*, *Chroococcus* и *Gloeocapsa* (по шесть и пять видов соответственно). Ныне представители рода *Gloeocapsopsis* выделены из рода *Gloeocapsa*, соответственно изменилось количество видов в родах. Из-за номенклатурных изменений роды *Microcystis* и *Homoeothrix* не попали в число ведущих. В тоже время роды *Aphanocapsa* и *Calothrix* включают по четыре вида соответственно и являются ведущими родами; три рода представлены тремя видами; девять родов – двумя видами, остальные 16 родов представлены одним видом.

Приведённый ниже список представляет собой результат ревизии видового состава Cyanobacteria супралиторальной зоны заповедной акватории у мыса Мартьян.

Список Cyanobacteria супралиторальной зоны природного заповедника «Мыс Мартьян»

Класс Cyanophyceae

Подкласс Synechococcophycidae

Порядок Pseudanabaenales

Семейство Schizotrichaceae

Род *Schizothrix*

Schizothrix lardacea Gomont, бентосный, солоноватоводно-морской, бореально-тропический.

Schizothrix septentrionalis Gomont, бентосный, солоноватоводно-морской, бореально-тропический.

Таблица 1

Ведущие семейства и роды Cyanobacteria супралиторальной зоны моря
заповедника «Мыс Мартыан» (2013 и 2019 годы)

Ведущие семейства	Количество		Ранг	Ведущие роды	Количество видов	Ранг
	родов	видов				
2013 г.						
Oscillatoriaceae	4	16	I	<i>Gloeocapsa</i>	12	I
Gloeocapsaceae	2	15	II	<i>Lyngbya</i>	9	II
Rivulariaceae	3	13	III	<i>Calothrix</i>	6	III
Microcystidaceae	2	6	IV–V	<i>Microcystis</i>	4	IV–VI
Schizotrichaceae	2	6	IV–V	<i>Rivularia</i>	4	IV–VI
Pleurocapsaceae	3	5	VII	<i>Homoeothrix</i>	4	IV–VI
Homoeotrichaceae	1	4	VIII	<i>Gloeotheca</i>	3	VII–XIII
Dermocarpaceae	2	2	IX	<i>Oscillatoria</i>	3	VII–XIII
				<i>Phormidium</i>	3	VII–XIII
				<i>Gloeotrichia</i>	3	VII–XIII
				<i>Schizothrix</i>	3	VII–XIII
				<i>Microcoleus</i>	3	VII–XIII
				<i>Pleurocapsa</i>	3	VII–XIII
2019 г.						
Oscillatoriaceae	3	8	I–II	<i>Chroococcus</i>	6	I–II
Rivulariaceae	3	8	I–II	<i>Lyngbya</i>	6	I–II
Heteroleibleiniaceae	6	7	III–IV	<i>Gloeocapsa</i>	5	III
Hyellaceae	1	7	II–IV	<i>Aphanocapsa</i>	4	IV–V
Chroococcaceae	2	6	V	<i>Calothrix</i>	4	IV–V
Microcystaceae	3	5	VI	<i>Phormidium</i>	3	VI–VIII
Aphanothecaceae	2	4	VI–IX	<i>Pleurocapsa</i>	3	VI–VIII
Merismopediaceae	1	4	VII–X	<i>Rivularia</i>	3	VI–VIII
Microcoleaceae	3	4	VII–X			

Порядок Synechococcales
Семейство Heteroleibleiniaceae

Род *Heteroleibleinia*

Heteroleibleinia kuetzingii (Schmidle) Compère, бентосный, космополит, олиго-бетамезосапробионт.

Род *Tapinothrix*

Tapinothrix janthina (Bornet et Flahault) Bohunická et J.R. Johans., бентосный, пресноводный, аркто-бореально-тропический, ксено-бетамезосапробионт.

Tapinothrix varians (Geitler) Bohunická et J.R. Johans., бентосный, почвенный, бореально-тропический.

Род *Leptolyngbya*

Leptolyngbya rivulariarum (Gomont) Anagn. et Komárek, бентосный, пресноводный, бореально-тропический.

Leptolyngbya scotii (F.E. Fritsch) Anagn. et Komárek, почвенный, бореально-тропический.

Род *Leibleinia*

Leibleinia epiphytica (Hieron. ex Kirchn.) Compère, эпифитный, пресноводный, бореально-тропический, олигосапробионт.

Род *Planktolyngbya*

Planktolyngbya contorta (Lemmerm.) Anagn. et Komárek, планктонный, космополит.

Род *Trichocoleus*

Trichocoleus tenerrimus (Gomont) Anagn., планктонный, бентосный, морской, бореально-тропический.

Порядок Chroococcales
Семейство Aphanothecaceae

Род *Aphanothece*

Aphanothece minutissima (West) Komárk.-Legn. et Cronberg f. *nidulans* (P. Richt.) Elenk.,
планктонный, бореальный.

Aphanothece saxicola Nägeli, планктонный, почвенный, пресноводный, космополит.

Род *Gloeothece*

Gloeothece confluens Nägeli, планктонный, почвенный, пресноводный, бореально-
тропический.

Gloeothece palea (Kütz.) Rabenh., планктонный, бентосный, морской, бореально-
тропический.

Семейство Chroococcaceae

Род *Cyanosarcina*

Cyanosarcina chroococcoides (Geitler) Kovácik, планктонный, пресноводно-
солонатоводный, бореальный.

Род *Chroococcus*

Chroococcus lithophilus Erceg., бентосный, морской, бореальный.

Chroococcus minimus (Keissler) Lemmerm., планктонный, пресноводно-
солонатоводный, бореально-тропический.

Chroococcus minor (Kütz.) Nägeli, планктонно-бентосный, космополит, олиго-
бетамезосапробионт.

Chroococcus minutus (Kütz.) Nägeli, планктонный, пресноводно-солонатоводный,
космополит

Chroococcus turgidus (Kütz.) Nägeli, почвенный, бентосный, космополит,
олигосапробионт.

Chroococcus varius A. Braun in Rabenh., почвенный, бентосный, пресноводный,
бореальный, олиго-бетамезосапробионт.

Семейство Entophysalidaceae

Род *Entophysalis*

Entophysalis granulosa Kütz., бентосный, морской, космополит.

Семейство Microcystaceae

Род *Gloeocapsa*

Gloeocapsa alpina Nägeli in Rabenh., почвенный, бентосный, бореальный.

Gloeocapsa atrata Kütz., почвенный, бентосный, пресноводный, аркто-бореально-
тропический.

Gloeocapsa kuetzingiana Nägeli ex Kütz., почвенный, бентосный, пресноводный,
монтанный, аркто-бореально-тропический.

Gloeocapsa punctata Nägeli, почвенный, бентосный, морской, космополит.

Gloeocapsa rupestris Kütz., почвенный, бентосный, морской, космополит.

Семейство Merismopediaceae

Род *Aphanocapsa*

Aphanocapsa grevillei (Hass.) Rabenh., планктонно-бентосный, пресноводный, аркто-
бореально-тропический, олиго-бетамезосапробионт.

Aphanocapsa inserta (Lemmerm.) Cronberg et Komárek, планктонно-бентосный,
пресноводно-солонатоводный, космополит, бетамезосапробионт.

Aphanocapsa litoralis (Hansg.) Komárek et Anagn., планктонно-бентосный, космополит.

Aphanocapsa salina Woron., планктонно-бентосный, почвенный, солонатоводный,
бореально-тропический.

Подкласс Oscillatoriophycidae

Порядок Oscillatoriales

Семейство Homoeotrichaceae

Род *Homoeothrix*

Homoeothrix juliana (Bornet et Flahault) Kirchn., бентосный, бореально-тропический.

Homoeothrix margalefii Komárek et Kalina, бентосный, бореально-тропический.

Семейство Oscillatoriaceae

Род *Oscillatoria*

Oscillatoria margaritifera (Kütz.) Gomont, планктонно-бентосный, почвенный, бореально-тропический.

Род *Blennothrix*

Blennothrix confluens (Setch. et N.L. Gardner) Umezaki, бентосный, морской, бореальный.

Род *Lyngbya*

Lyngbya aerugineo-coerulea f. *calcareae* Elenkin, почвенный, тропический

Lyngbya aestuarii Liebman ex Gomont, планктонно-бентосный, почвенный, космополит, олигосапробионт.

Lyngbya drouetii G.De Toni, бентосный, морской, бореально-тропический.

Lyngbya epiphytica f. *calotrichicola* Elenkin, эпифит, космополит, олигосапробионт.

Lyngbya semiplena J. Agardh ex Gomont, почвенный, бентосный, морской, бореально-тропический.

Lyngbya sordida Gomont ex Gomont, планктонно-бентосный, морской, бореально-тропический.

Семейство Phormidiaceae

Род *Phormidium*

Phormidium aerugineo-caeruleum (Gomont) Anagn. et Komárek, почвенный, бентосный, пресноводный, космополит.

Phormidium puteale (Montagne ex Gomont) Anagn. et Komárek, почвенный, бентосный, пресноводный, бореально-тропический.

Phormidium retzii (C. Agardh) Gomont ex Gomont, почвенный, бентосный, пресноводный, бореально-тропический, бетамезосапробионт.

Семейство Microcoleaceae

Род *Pseudophormidium*

Pseudophormidium battersii (Gomont) Anagn., почвенный, бентосный, пресноводный, бореальный.

Pseudophormidium golenkinianum (Gomont) Anagn., бентосный, морской, бореально-тропический.

Род *Kamptonema*

Kamptonema laetevirens (H. Crouan et P. Crouan ex Gomont) Strunecký, Komárek et J. Šmarda, бентосный, планктонный, морской, бореально-тропический.

Порядок Pleurocapsales

Семейство Hydrococcaceae

Род *Hydrococcus*

Hydrococcus sp.

Семейство Hyellaceae

Род *Gloeocapsopsis*

Gloeocapsopsis crepidinum (Thur.) Geitler ex Komárek, бентосный, морской, космополит.

Gloeocapsopsis magma (Bréb.) Komárek et Anagn. ex Komárek, почвенный, бентосный космополит.

Род *Pleurocapsa*

Pleurocapsa entophysaloides Setch. et N.L. Gardner, бентосный, морской, бореальный.

Pleurocapsa minuta Geitler, бентосный, морской, бореально-тропический.

Pleurocapsa fuliginosa Hauck, бентосный, морской, бореально-тропический.

Род *Chamaecalyx*

Chamaecalyx swirenkoi (Sirsov) Komárek et Anagn., бентосный, солоноватоводный, бореальный.

Род *Hyella*

Hyella caespitosa Bornet et Flahault, бентосный, солоноватоводно-морской, бореально-тропический.

Порядок Nostocales

Семейство Aphanizomenonaceae

Род *Anabaenopsis*

Anabaenopsis arnoldii Artekar, планктонно-бентосный, аркто-бореально-тропический, бета-олигосапробионт.

Семейство Gloeotrichiaceae

Род *Gloeotrichia*

Gloeotrichia natans f. *bucharica* Kissel., бентосный, почвенный, бореально-тропический.

Gloeotrichia rabenhorstii Bornet ex Bornet et Flahault, планктонно-бентосный, пресноводно-солоноватоводный, бореально-тропический.

Семейство Nostocaceae

Род *Nostoc*

Nostoc commune Vauch. ex Bornet et Flahault, бентосный, почвенный, космополит.

Семейство Rivulariaceae

Род *Rivularia*

Rivularia bullata Berk. ex Bornet et Flahault, бентосный, морской, бореальный.

Rivularia coadunata Foslie, бентосный, морской, бореальный.

Rivularia polyotis Roth ex Bornet et Flahault, бентосный, морской, бореально-тропический.

Род *Dichothrix*

Dichothrix gypsophila (Kütz.) Bornet et Flahault, бентосный, пресноводно-солоноватоводный, бореальный, ксеносапробионт.

Род *Calothrix*

Calothrix fusca Bornet et Flahault, бентосный, солоноватоводно-морской, космополит, олигосапробионт.

Calothrix fusca (Kütz.) Bornet et Flahault f. *parva* (Elenk.) V. Poljansk., бентосный, солоноватоводно-морской, бореальный.

Calothrix parietina Thur. ex Bornet et Flahault, бентосный, пресноводный, аркто-бореально-тропический, олигосапробионт.

Calothrix scopulorum C. Agardh ex Bornet et Flahault, бентосный, морской, бореально-тропический.

Семейство Symphyonemataceae

Род *Brachytrichia*

Brachytrichia quoyi Bornet et Flahault, бентосный, морской, бореальный.

Семейство Scytonemataceae

Род *Scytonematopsis*

Scytonematopsis crustacea (Thur. ex Bornet et Flahault) Koválik et Komárek, бентосный, морской, бореально-тропический.

Флора цианобактерий заповедной акватории у мыса Мартьян по субстратной приуроченности представлена прикрепленными видами: бентосные – 41,2 %, почвенные – 22,1 %, планктонно-бентосные – 17,6 %, планктонные и почвенные бентосные по 5,9 %, планктонные, почвенные и эпифиты по 2,9 % и почвенные – 1,5 %.

По географической приуроченности во флоре отмечен высокий процент космополитов – 26,5 %, преобладают бореально-тропические – 42,6 % и бореальные виды – 20,6 %, доля аркто-бореально-тропических – 8,87 % и тропических видов не высока – 1,5 %.

Галобность приводится для 67,6 % определённых видов, преобладающие значения имеет группа морских – 30,9 %, довольно высокий вклад пресноводных – 19,1 %, остальные виды относятся к переходным комплексам: пресноводно-солонатоводные и солонатоводно-морские по 7,4 %, солонатоводные – 2,9 %.

Для большинства видов сапробность не определена (76,5 %), остальные относятся к сапробионтам – 8,8 %, олиго-бетамезосапробионтам – 7,4 %, бетамезосапробионтам – 2,9 %, бета-олигосапробионтам, ксено-бетамезосапробионтам и ксеносапробионтам по 1,5 % соответственно.

Преобладание прикрепленных бентосных, планктонно-бентосных и почвенных форм (80,9 %), а также морских и солонатоводных форм (48,6 %) является характерной чертой супралиторальной микроальгофлоры. Преобладание в её составе космополитов и широкоареальных бореально-тропических видов (89,7 %) акцентирует азональность биотопа морской каменистой супралиторали

К категории редких и нуждающихся в охране относится 21 (30,4 %) вид: *Anabaenopsis arnoldii*, *Aphanocapsa litoralis*, *Aphanocapsa salina*, *Blennothrix confluens*, *Brachytrichia balani*, *Chroococcus lithophilus*, *Chroococcus minutus*, *Chroococcus varius*, *Dichothrix gypsophila*, *Entophysalis granulosa*, *Gloeocapsa punctata*, *Gloeotrichia natans* f. *bucharica*, *Homoeothrix juliana*, *Homoeothrix margalefii*, *Leptolyngbya halophila*, *Lyngbya drouetii*, *Lyngbya sordida*, *Trichocoleus tenerrimus*, *Phormidium retzii*, *Rivularia bullata*, *Scytonematopsis crustacea*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, с учетом последних номенклатурно-таксономических изменений для заповедной акватории Мыса Мартьян приводится 69 видов и внутривидовых таксонов *Cyanobacteria*. Изменение списка видов, приведенного ранее, связано как с новыми флористическими находками, так и с многочисленными изменениями в систематике группы, что особенно повлияло на количество и состав родов.

Выявлено, что виды, для которых установлен индекс сапробности, относятся к олиготрофному комплексу.

Большинство отмеченных в супралиторали видов относятся к прикрепленным бентосным формам. Показано, что преобладание прикрепленных бентосных, планктонно-бентосных и почвенных форм, а также морских и солонатоводных форм является характерной чертой супралиторальной микроальгофлоры. Преобладание в её составе космополитов и широкоареальных бореально-тропических видов акцентирует азональность биотопа морской каменистой супралиторали.

Показано, что к категории редких и нуждающихся в охране относится 21 вид, что составляет треть обнаруженных видов.

Необходим дальнейший мониторинг видового состава *Cyanobacteria* супралиторальной зоны заповедника.

Список литературы

- Барина С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей – индикаторов окружающей среды. – Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. – 498 с.
 Барина С. С., Белоус Е. П., Царенко П. М. Альгоиндикация водных объектов Украины: методы и перспективы. – Хайфа, Киев: University of Haifa Publisher, 2019. – 367 с.
 Водяницкий В. Н. О естественно-историческом районировании Чёрного моря, в частности, у берегов Крыма //

- Труды Севастопольской биологической станции АН СССР. – 1949. – Т. 7. – С. 249–255.
- Виноградова О. Н. Синезелёные водоросли Горного Крыма: автореф. дис... канд. биол. наук: спец. 03.00.05 Ботаника. – К.: Институт ботаники НАНУ, 1994. – 25 с.
- Виноградова О. Н., Брянцева Ю. В. Таксономическая ревизия Cyanobacteria / Cyanoprokaryota Черноморского побережья Украины // Альгология. – 2017. – Т. 27, вып. 4. – С. 436–457.
- Кондратьева Н. В. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. – Т. 1: Синьозелені водорості – Суанорфyta. – Ч. 2: Клас гормогонієві – Hormogoniophyceae. – Київ: Наук. думка, 1968. – 525 с.
- Кондратьева Н. В., Коваленко О. В., Приходькова Л. П. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. – Т. 1: Синьозелені водорості – Суанорфyta. – Ч. 1: Загальна характеристика синьозелених водоростей Суанорфyta. Клас Хроококкові – Chroococcosphyceae. Клас хамесифонові – Chamaesiphonophyceae. – Київ: Наук. думка, 1984. – 388 с.
- Косинская Е. К. Определитель морских синезелёных водорослей. – Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – 265 с.
- Лоция Черного моря / Главное управление навигации и океанографии Министерства обороны Российской федерации. – СПб, 2008. – 576 с.
- Михайловская З. Н. Определитель синезелёных водорослей Северо-восточной части Чёрного моря // Труды Новороссийской биологической станции. – 1937. – Т. 1, вып. 6. – С. 104–144.
- Надсон Г. А. Сверлящие водоросли и значение их в природе // Botanicheskiya Zapiski. Scripta botanica Horti Universitatis Imperialis Petropolitanae. – 1900. – 28. – 40 p.
- Надсон Г. А. О красочной приспособляемости морских водорослей // Юбилейный сборник, посвященный И. П. Бородину. – Л., 1927a. – С. 402–416.
- Надсон Г. А. Сверлящие водоросли Чёрного моря // Русский архив протистологии. – М., 1927b. – Т. 6, вып. 1–4. – С. 147–153.
- Паламарь-Мордвинцева Г.М., Царенко П.М., Вассер С.П. К вопросу о составлении «Красных списков» водорослей Украины // Альгология. – 1998. – 8, № 4. – С. 341–350.
- Панин А. Г. Ландшафтная структура территории заповедника «Мыс Мартьян» на Южном берегу Крыма // Физическая география и геоморфология. – 1979. – Вып. 22. – С. 75–78.
- Рябушко Л. И. Микрофитобентос Чёрного моря. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2013. – 416 с.
- Садогурская С. А. Предварительные данные о видовом разнообразии Суанорфyta супралиторали Южного берега Крыма // Экология моря. – 2000. – Вып. 52. – С. 48–51
- Садогурская С. А. О вертикальном распределении Суанорфyta на морской каменистой супралиторали Крымского полуострова / Роль природно-заповідних територій у підтриманні біорізноманіття: Матер. міжнар. науково-практичної конф., присвяченої 80-річчю Канівського природного заповідника (м. Канів, 9-11 вересня 2003 р). – Канів, 2003. – С. 140–142.
- Садогурская С. А. Суанорфyta морской каменистой супралиторали Крыма: дис... канд. биол. наук: спец. 03.00.05 Ботаника – Ялта: ГНБС, 2005a. – 395 с.
- Садогурская С. А. Суанорфyta морской каменистой супралиторали Крыма: автореф. дис... канд. биол. наук: спец. 03.00.05 Ботаника. – Киев: Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного, 2005b. – 20 с.
- Садогурская С. А. К изучению редких таксонов Суанорфyta морской супралиторали Крыма / Заповедники Крыма 2007: Матер IV Междунар. научно-практич. конф., посвящ. 10-летию проведения международного семинара "Оценка потребностей сохранения биоразнообразия Крыма" (Гурзуф, 1997). – Симферополь, 2007. – С. 145–150.
- Садогурская С. А. К изучению динамики видового состава Суанорфyta на каменистой супралиторали природного заповедника «Мыс Мартьян» / Каразинские естественнонаучные студии: Тезисы междунар. научн. конф., посвященной 100-летию профессоров Харьковского университета Ю. Н. Прокудина и А. М. Матвиенко (1-4 февраля 2011 года, Харьков, Украина). – Харьков, 2011. – С. 125–127.
- Садогурская С. А. К изучению супралиторального фитобентоса некоторых районов Южного берега Крыма // Сборник научных трудов ГНБС. – 2012. – Т. 134. – С. 360–373.
- Садогурская С. А. Аннотированный список Суанорпрокаryota морской каменистой супралиторали природного заповедника «Мыс Мартьян» // Черноморський ботанічний журнал. – 2013. – Том 9, № 1. – С. 125–138.
- Садогурская С. А. Фитобентос супралиторали побережья Южного берега Крыма // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». – 2014. – Вып. 5. – С. 88.
- Царенко П. М., Маслов И. И., Куликовский М. С. Микроводоросли природного заповедника «Мыс Мартьян» и сопредельных территорий // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». – 2012. – Вып. 3. – С. 136–165.
- Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. – 288 с.
- Чернов В. К. К биологии водорослей у Южного берега Крыма // Русский ботанический журнал. – 1929. – Т. 8, № 8–9. – С. 222–229.
- Guiry M. D., Guiry G. M. AlgaeBase. [World-wide electronic publication]. – National University of Ireland, Galway. – 2019. – <http://www.algaebase.org> (Searched: 15.10.2019).
- Komarek J., Anagnostidis K. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 2 – Chroococcales // Arch. Hydrobiol. – 1986. – Suppl. 73, Hf. 2. (Algological Studies 43). – P. 157–226.
- Komarek J., Anagnostidis K. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4 – Nostocales // Arch. Hydrobiol. – 1989. – Suppl. 82, Hf. 3. (Algological Studies 56). – P. 247–345.
- Komarek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. 1. Teil Chroococcales. Susswasserflora von Mitteleuropa. – Jena.: Gustav Fisher Verlag., 1999. – 548 p.
- Komarek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. II. Oscillatoriales. Susswasserflora von Mitteleuropa. – Jena -

Stuttgart - Lubek - Ulm: Gustav Fisher, 2005. – 759 p.

Komárek J., Kaštovský J., Mareš J., Johansen J. R. Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (cyanobacterial genera) 2014 using a polyphasic approach // *Preslia*. – 2014. – Suppl. 86(4). – P. 295–235.

Silva P. C., Basson P. W., Moe R. L. Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean. – Berkeley – Los Angeles – London: California press, 1996. – 1259 p.

Sadogurskaya S. A., Belich T. V., Sadogurskiy S. Ye. Species composition of Cyanobacteria from marine rocky supralittoral in the Nature Reserve “Cape Martyan” (Black Sea) // *Ekosistemy*. 2020. Iss. 22. P. 29–38.

Complete lists of biota are the scientific foundation on which studies of the regional biological diversity are based. Modern research based on new methods and approaches has contributed to formation of a new classification scheme of Cyanobacteria, which reveals the evolutionary history of the group. In this context, there is a need to revise data on the species composition of Cyanobacteria of various biotopes, which is especially important for protected areas. The article presents the results of the species composition revision of the supralittoral Cyanobacteria from the Nature Reserve “Cape Martyan” (de facto it has the status of a nature park now). The studies were carried out on the site of a natural boulder-block shore located directly on Cape Martyan, in the supralittoral zone of the sea. Updated list of Cyanobacteria from marine rocky supralittoral in the Nature Reserve “Cape Martyan” consists of 69 species. Species are representatives of 1 class, 2 subclasses, 6 orders, 18 families and 35 genera. The Oscillatoriaceae and Rivulariaceae families are represented the most diversely. *Chroococcus*, *Lyngbya* and *Gloeocapsa* dominate among the genera. The category of rare species includes 21 taxa, which makes up a third of the species list. Biological and ecological characteristics were given for the studied species. The supralittoral Cyanobacteria of Nature Reserve “Cape Martyan” is characterized by the predominance of attached benthic, benthic-soil and plankton-benthic forms, as well as marine and brackish-water forms, which is a typical feature of supralittoral microalgoflora. At the same time, the predominance of cosmopolitans and wide-range boreal-tropical species emphasizes the azonality of the biotope of the marine rocky supralittoral.

Key words: Cyanobacteria, supralittoral, the Black Sea, the Nature Reserve “Cape Martyan”.

Поступила в редакцию 02.01.20

Пространственная взаимосвязь охраняемых видов растений с ландшафтной структурой природного парка «Максимова дача»

Панкеева Т. В.¹, Каширина Е. С.^{2,3}, Свиринов С. А.³, Миронова Н. В.¹, Голубева Е. И.⁴

¹Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН

Севастополь, Россия

tatyapankeeva@yandex.ru, dr.nataliya.mironova@yandex.ru

²Филиал Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова в городе Севастополе

Севастополь, Россия

e_katerina.05@mail.ru

³Севастопольский государственный университет, Институт развития города

Севастополь, Россия

sapsan7@mail.ru

⁴Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

Москва, Россия

egolubeva@gmail.com

Впервые на основе ландшафтного подхода проанализировано распространение 38 охраняемых видов и подвидов сосудистых растений природного парка «Максимова дача» включённых в различные Красные книги и природоохранные конвенции. Территория природного парка отличается биологическим и ландшафтным разнообразием. Отмечено, что наибольшее число охраняемых видов относится к семействам Orchidaceae (21,1 %), Rosaceae (21,1 %) и Iridaceae (10,5 %). Составлена ландшафтная карта на уровне типов местности и урочищ. Выявлено, что современные ландшафты природного парка сформировались под влиянием естественных и антропогенных процессов. Показано, что видовой состав охраняемых растений различен на выделенных ландшафтных комплексах, что обусловлено природными особенностями и степенью антропогенной преобразованности. Ландшафтные комплексы прибалочных и приводораздельных склонов природного парка отличаются биоценотической ценностью, высоким соэкологическим статусом, наличием эндемиков, а также аттрактивностью и средообразующей значимостью. Низкий соэкологический статус определён для ландшафтов днища балок и террасированных склонов. Описание местонахождений охраняемых видов растений природного парка «Максимова дача» позволяет вести многолетние наблюдения в условиях природоохранного режима. Полученные сведения могут быть использованы для оптимизации природопользования, функционального зонирования природного парка.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, ландшафт, тип местности, урочище, Красная книга, Севастополь.

ВВЕДЕНИЕ

Особо охраняемая природная территория (ООПТ) «Максимова дача» была создана на основании материалов ходатайства и научного обоснования, подготовленных научно-исследовательскими учреждениями и общественными организациями Республики Крым и города Севастополя, решением Севастопольского городского совета № 5678 от 18.06.2013 «О создании Регионального ландшафтного парка местного значения «Максимова дача» с целью сохранения и восстановления архитектурно-ландшафтного комплекса парка и усадьбы А. А. Максимова, прилегающих ценных природных и историко-культурных объектов ландшафтного и биологического разнообразия региона, генофонда животного и растительного мира, поддержания общего экологического баланса селитебной зоны города Севастополя и обеспечения фонового мониторинга окружающей среды (Тарасюк, 2001; Позаченюк, Панкеева, 2008; Мильчакова и др., 2013). Постановлением Правительства Севастополя от 25.05.2015 г. № 417-ПП «Об утверждении перечня особо охраняемых природных территорий регионального значения, расположенных в г. Севастополе» объект переименован в природный парк регионального значения «Максимова дача».

Территория изучаемой ООПТ отличается, с одной стороны, биологическим разнообразием, наличием редких и охраняемых видов растений и животных, с другой стороны, находясь в границах городской черты, привлекательна для отдыха местных жителей и гостей города. Это приводит к обострению конфликта между природоохранным и рекреационным природопользованием. Как показывают исследования, возрастающая антропогенная нагрузка, вызывает существенную перестройку и деградацию уникальных природных комплексов, потерю биологического и ландшафтного разнообразия. В связи с этим, приобретает актуальность изучение местообитаний видов растений, включённых в Красную Книгу Российской Федерации (КК РФ) (2008) и КК города Севастополя (КК С) (2018) как в природном парке «Максимова дача», так и на ООПТ региона.

Флористическое разнообразие зависит от разнообразия местообитаний: чем выше разнообразие растительных сообществ, и их рисунок более мозаичный, тем выше разнообразие флоры (Максимов, 2006; Magle et al., 2012). Неравномерность распределения редких видов флоры Крыма в физико-географическом отношении неоднократно отмечалась рядом флористов (Рубцов, 1959; Шеляг-Сосонко, Дидух, 1980; Дидух, 1992; Выработка приоритетов..., 1999; Дубовик, 2005).

В настоящее время накоплен теоретический и практический опыт изучения редких и охраняемых видов с применением картографических методов, которые позволяют выявить географические районы с максимальным сосредоточением охраняемых видов – так называемые «горячие точки» биологического разнообразия, динамические тренды в распространении или исчезновении, дать оценку эффективности охраны биоразнообразия экосистем и ландшафтов (Королёва и др., 2019). Для картографирования флоры и отдельных групп фауны во многих странах широко применяется сеточный метод (Humphries et al., 1999; Серёгин, 2014). В последние годы этот метод используется в РФ при создании картосхем региональных Красных Книгах (Красная книга Орловской области 2007; Красная книга Краснодарского края..., 2017; Красная книга Республики Крым, 2015а,б; Красная книга города Севастополь, 2018 и др.) и атласов (например, Флора Владимирской области (Серёгин, 2014)). В рамках проекта «Атлас Флоры Европы» (1996) территория Крымского полуострова поделена на ячейки со стороной 50 км. В рекомендациях к изданию КК Республики Крым (КК РК) подчеркивается необходимость наложения ячеек на физико-географическую карту полуострова (Корженевский и др., 1999).

В сводке А. В. Ены (2008) показано распределение эндемиков региональной флоры в ландшафтах Крыма. В работе Л. Э. Рыфф (2017) проанализировано распределение 54 редких видов флоры Крымского полуострова, включённых в КК РК и КК С, к биотопам, систематизированным в соответствии с EUNIS habitat classification. К настоящему времени сеточное картирование проведено для охраняемых видов растений Крымского полуострова (Королёва и др., 2019). На ландшафтной основе представлены точечные карты распространения 45 видов орхидных Крыма (Фатерыга и др., 2019). Для 58 ООПТ Крыма показана взаимосвязь различных типов местообитаний с показателями биологического разнообразия, в том числе, охраняемых растений (Горбунов и др., 2019).

Современный этап природопользования отличается комплексным подходом к охране отдельных видов и растительных сообществ, предполагает сохранение их местообитаний. Местообитания, как правило, классифицируют на основе морфологического (экологического), фитоценологического (растительность) и ландшафтного подхода (фация). Применение ландшафтного подхода в сочетании с экологической характеристикой флоры и растительности позволяет оценить как биологическое, так и ландшафтное разнообразие территорий ООПТ, при этом ландшафтные карты являются картографической и информационной основой мониторинга сохранения регионального фиторазнообразия. Однако, научных работ, посвящённых этой тематике, мало.

В связи с этим, цель работы – исследование распространения видов и подвидов сосудистых растений, включённых в КК РФ, КК С и природоохранные конвенции, с учётом

ландшафтной структуры и выявление биоценотической ценности ландшафтов природного парка «Максимова дача».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Авторами собраны и проанализированы материалы полевых ландшафтных и геоботанических исследований (2015–2019 гг.), проведённых в природном парке в соответствии с традиционными методиками (Голубев, 1980 и др.; Исаченко, 1980; Николаев, 2000). Поиск и регистрацию местонахождений охраняемых видов растений на его территории проводили по разработанным авторами девяти маршрутам, методом натуральных полевых исследований в два этапа – первый этап с апреля по сентябрь и второй – октябрь – ноябрь 2019 года. Для идентификации видов использовали «Определитель высших растений Крыма» (1972) и «Определитель высших растений Украины» (Доброчаева и др., 1987). Номенклатура растений представлена согласно чеклисту А. В. Ены «Природная флора Крымского полуострова» (2012). Исследования сопровождали фотофиксацией объектов растительного мира. Для каждого вида растений регистрировали координаты местонахождения и биоморфологический анализ проведён по данным В. Н. Голубева (1996).

Созологическое значение и статус охраны: IUCN – вид оценён по критериям Международного союза охраны природы (МСОП) (с указанием категории охраны, согласно Красному списку угрожаемых растений МСОП) (The IUCN Red List..., 2017), ERL – вид включён в Приложение 2 Европейского красного списка (Bilz, 2011), CITES – вид охраняется Международной конвенцией «О международной торговле видами дикой фауны и флоры, которые находятся под угрозой исчезновения» (1973) (Convention..., 2018), BC – Дополнение I к Бернской конвенции об охране дикой флоры, фауны и природных сред обитания в Европе (The Convention..., 2016), вид включён в КК РФ и КК С. Крымские эндемики представлены согласно данным А. В. Ены (2012).

Результаты картографирования местонахождений охраняемых растений нанесены на ландшафтную карту природного парка, для создания которой использовали программный пакет *QGIS 2.14.18*, электронную основу топографической карты, а также GPS-навигатор (*Oregon 650*). Ландшафтная структура природного парка исследована на уровне типов местностей и урочищ. Географическую привязку границ ландшафтных комплексов и определение их площади осуществляли с помощью программы *QGIS*. Сопряжённый анализ карт геологического строения, топографической карты и сведений полевых съёмок позволили провести экстраполяцию участков территории со сходными параметрами для выделения границ типов местностей и урочищ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Территория природного парка «Максимова дача» (общая площадь 83,9 га) входит в административные границы Ленинского муниципального округа города федерального значения Севастополь (рис. 1). В физико-географическом отношении он находится в юго-западной части Крымского полуострова, занимает центральную часть Гераклеийского полуострова. Преобладающий рельеф природного парка формирует один из правых притоков Сарандинакиной балки - Хомутова балка с прилегающими к ней водоразделами.

Характерна пестрота литологического состава отложений: известняки, известняки-пудинги, глины, пески, песчаники, гравелиты. Долинно-балочное строение территории определяет специфические черты микроклимата (поздние заморозки, частые туманы и температурные инверсии).

Территория природного парка «Максимова дача», согласно ботанико-географическому районированию Крыма, относится к Севастопольскому району Горнокрымского округа, к

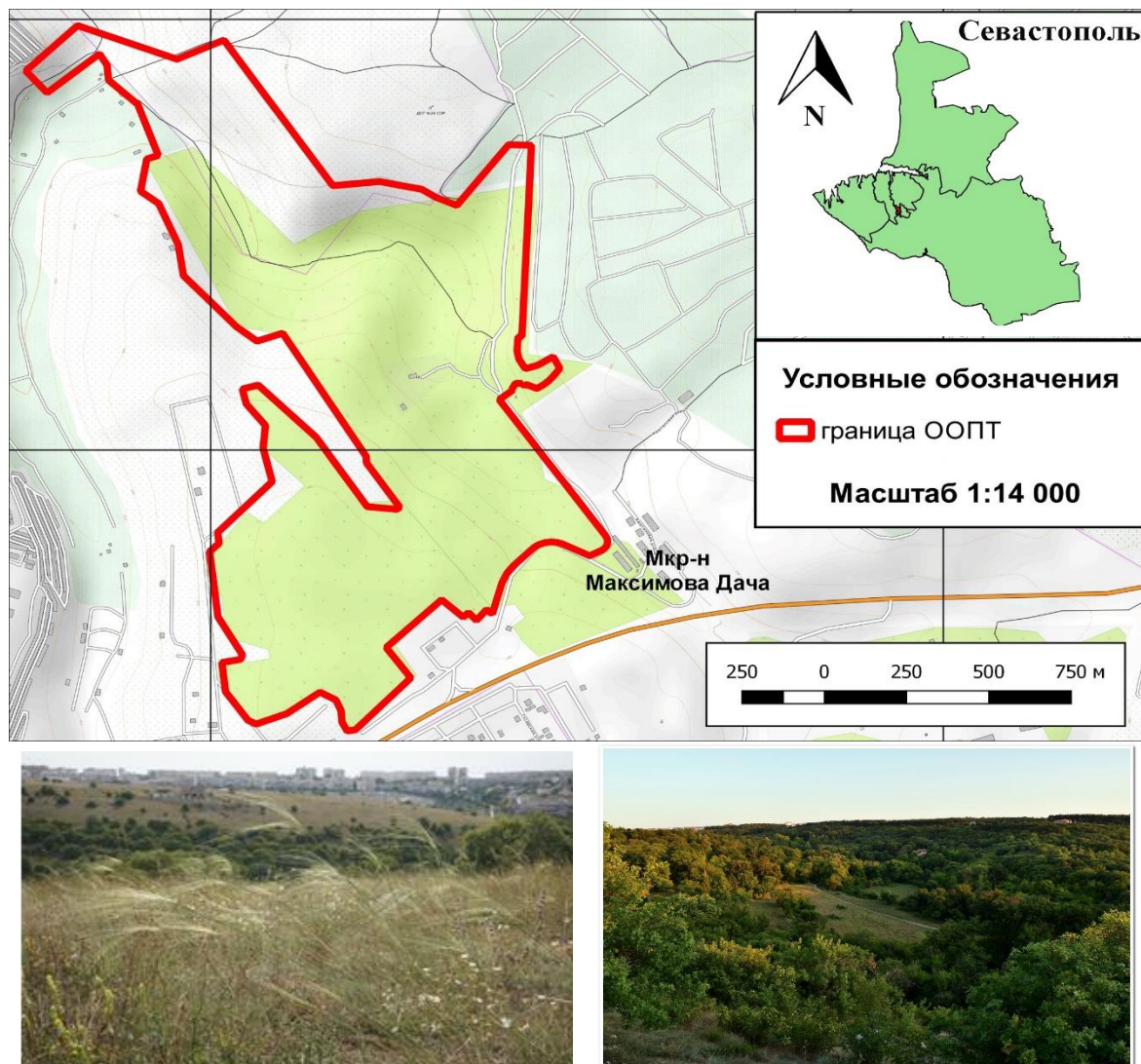


Рис. 1. Географическое положение и общий вид природного парка «Максимова дача» (фото С. Свирина и Д. Шамрея)

нижнему поясу Северного макросклона, находится в полосе гемиксерофильных лесов, шибляков (Дидух, 1992). Флора парка включает 524 видов растений, которые относятся к 286 родам и 78 семействам, 5 классам, 3 отделам высших сосудистых растений (Kashirina et al., 2019). На региональном, федеральном и международном уровнях охраняется 38 видов и подвидов сосудистых растений из 17 семейств (7,3 % флоры изучаемой ООПТ, 21,6 % и 34 % от общего количества видов, включённых соответственно в КК С и КК РФ (табл. 1). Наибольшее число охраняемых растений относится к семейству Orchidaceae и Poaceae (по 8 видов или 21,1 % общего количества охраняемых видов ООПТ), Iridaceae (4 или 10,5 %). Остальные семейства представлены 1–2 видами.

Виды растений, включённые в КК С относятся к четырём категориям: 4 (неопределённый по статусу) – 3 вида (7,9 % общего количества охраняемых видов ООПТ), 3 (редкий) – 13 видов (34,2 %), 2 (сокращающийся в численности) – 21 вид (55,3 %), 1 (находящийся под угрозой исчезновения) – 1 вид (2,6 %) (табл. 1). Характерно, что под угрозой исчезновения находится *Avena eriantha* Durieu – вид, нетипичный для исследуемого района, который известен для петрофитно-степных сообществ на каменистых и щебнистых известняковых склонах приморского пояса южного бережья.

На федеральном уровне охраняется 18 видов растений, из которых 9 (23,7 % от всей раритетной фракции ООПТ) имеют категорию 3, 6 (15,8 %) – категорию 2, 3 (7,9 %) вида – категорию 1 (табл. 1). Характерно, что по территории природного парка проходит западная граница крымского ареала *Himantoglossum caprinum*. Следует отметить, что охраняемый на федеральном уровне *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (статус 1) на территории изученной ООПТ представлен в искусственных посадках.

В Красном списке МСОП (The IUCN Red List..., 2017) и в Приложение 1,2 Европейского Красного списка (ERL) (Bilz, 2011) природоохранный статус имеют по 14 видов (или 36,8 % от всей раритетной фракции ООПТ), в Конвенцию CITES (Convention..., 2018) – 10 (26,3 %), в приложение I Бернской конвенции BC (Convention..., 2016) внесено 2 (5,3 %) вида (табл. 1).

Таблица 1

Созологический статус и распределение видов и подвидов, включённых в КК С, с учётом ландшафтной структуры природного парка «Максимова дача»

№	Наименование вида (латинское название – русское название)	КК С / КК РФ	Конвенции	Ландшафтные комплексы												
				1			2			3			4			
				1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3		3.4	3.5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Порядок Cupressales – Кипарисовые Семейство: Cupressaceae – Кипарисовые																
1	<i>Juniperus deltoides</i> R.P. Adams – можжевельник дельтовидный	2	Id								+					+
Семейство: Taxaceae – Тисовые																
2	<i>Taxus baccata</i> L. – тис ягодный (посадка)	3/2	Id				+									
Семейство: Pinaceae – Сосновые																
3	<i>Pinus brutia</i> Ten. – сосна брутйская (посадка)	2/2	Ib													+
4	<i>Pinus nigra</i> J. F. Arnold subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe – сосна Палласа (посадка)	4/1										+				+
Порядок Ariales – Сельдереецветные Семейство: Apiaceae – Сельдерейные																
5	<i>Rumia crithmifolia</i> (Willd.) Koso- Pol. – румия критмолистная	3							+							
Порядок Asparagales – Спаржецветные Семейство: Amaryllidaceae – Амариллисовые																
6	<i>Galanthus plicatus</i> M. Bieb. – подснежник складчатый	2/2	Id, II, III				+						+			
7	<i>Sternbergia colchiciflora</i> Waldst. et Kit. – штернбергия зимовникоцветковая	2/1	Id, II, III				+									
Семейство: Asparagaceae – Спаржевые																
8	<i>Bellevalia speciosa</i> Woronow ex Grossh. – бельвалия великолепная	4/2														+
9	<i>Scilla bifolia</i> L. – пролеска двулистная	2					+		+				+			
Семейство: Iridaceae – Ирисовые																
10	<i>Crocus angustifolius</i> Weston – шафран узколистный	2						+					+	+	+	
11	<i>Crocus pallasii</i> Goldb. – шафран Палласа	3/2								+						
12	<i>Iris pseudacorus</i> L. – ирис ложноаирный	2	Id, II					+								
13	<i>Iris pumila</i> L. – ирис низкий	4/3					+	+								

Таблица 1 (Продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Семейство: Orchidaceae – Орхидные																
14	<i>Anacamptis morio</i> (L.) R. M. Bateman, Pridgeon et M. W. Chase – анакамптис кавказский	3/3	Ic, II, III						+		+				+	
15	<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich. – анакамптис пирамидальный	3/3	Id, II, III					+	+		+			+	+	
16	<i>Cephalanthera damasonium</i> (Mill.) Druce – пыльцеголовник крупноцветковый	3/3	Id, II, III						+	+						
17	<i>Comperia comperiana</i> (Steven) Asch. et Graebn. – комперия Компера	2	Ia, II, III, IV									+				
18	<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz – дремлик морозниковый	3/3	II, III								+					
19	<i>Himantoglossum caprinum</i> (M. Bieb.) Spreng. – ремнелепестник козий	2/1	Ia, II, III, IV					+								
20	<i>Orchis purpurea</i> Huds. – ятрышник пурпурный	3/3	Id, II, III					+	+	+					+	
21	<i>Orchis simia</i> Lam. – ятрышник обезьяний	2/3	Id, II, III					+								
Порядок Asterales – Астроцветные Семейство: Asteraceae – Астровые																
22	<i>Centaurea comperiana</i> Steven – василёк козий	2							+	+	+				+	+
Порядок Brassicales – Капустоцветные Семейство: Кудрявковые – Шлецебравые																
23	<i>Paronychia cephalotes</i> (M. Bieb.) Besser – приноготовник головчатый	2/2							+	+					+	
Семейство: Chenopodiaceae – Маревые																
24	<i>Beta vulgaris</i> L. subsp. <i>maritima</i> (L.) Arcang. – свёкла морская	3							+							
Порядок Dipsacales – Ворсянкоцветные Семейство: Caprifoliaceae – Жимолостные																
25	<i>Scabiosa praemontana</i> Privalova – скабиоза предгорная	2							+		+				+	+
Порядок Fabales – Бобовоцветные Семейство: Fabaceae – Бобовые																
26	<i>Hippocrepis ciliata</i> Willd. – подковник реснитчатый	3												+		
Порядок Lamiales – Ясноткоцветные Семейство: Lamiaceae – Яснотковые																
27	<i>Satureja montana</i> L. subsp. <i>taurica</i> (Velen.) P. W. Ball – чабер крымский	3				+			+	+						+
Семейство: Scrophulariaceae – Норичниковые																
28	<i>Verbascum orientale</i> (L.) All. – коровяк восточный	3							+							
Порядок Poales – Мятликоцветные Семейство: Poaceae – Мятликовые																
29	<i>Avena barbata</i> Pott ex Link subsp. <i>barbata</i> – овёс бородачатый	3	II			+										
30	<i>Avena eriantha</i> Durieu – овёс сомнительный	1	II													+
31	<i>Stipa capillata</i> L. – ковыль волосатик	2							+	+	+			+	+	

Пространственная взаимосвязь охраняемых видов растений
с ландшафтной структурой природного парка «Максимова дача»

Таблица 1 (Продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
32	<i>Stipa eriocaulis</i> Borb. subsp. <i>lithophila</i> (P. Smirn.) Tzvelev – ковыль камнелюбивый	2							+				+	+	
33	<i>Stipa lessingiana</i> Trin. et Rupr. subsp. <i>lessingiana</i> – ковыль Лессинга	2	Id						+				+	+	
34	<i>Stipa pontica</i> P. Smirn. – ковыль понтийский	2							+				+	+	
35	<i>Stipa pulcherrima</i> K. Koch – ковыль красивейший	2/3							+				+	+	
36	<i>Triticum boeoticum</i> Boiss. – пшеница беотийская	2	II						+						+
Порядок Sapindales – Сапindoцветные Семейство: Anacardiaceae – Сумаховые															
37	<i>Pistacia mutica</i> Fisch. et C. A. Mey. – фисташка туполистная	2/3					+		+		+	+	+	+	
Порядок Saxifragales – Камнеломкоцветные Семейство: Paeoniaceae – Пионовые															
38	<i>Paeonia daurica</i> Andrews – пион крымский	2						+				+	+		

Примечания к таблице. Нумерация ландшафтов приведена в соответствии с условными обозначениями на рисунке 2. Категории редкости: 4 – неопределённый по статусу, 3 – редкий, 2 – сокращающийся в численности, 1 – находящийся под угрозой исчезновения. I – IUCN (Ia – EN (Endangered), Ib – VU (Vulnerable), Ic – NT (Near Threatened), Id – LC (Least Concern)), II – ERL, III – CITES, IV – BC.

Охраняемые виды представлены семью основными биоморфами. Доминируют травянистые растения (32 вида, или 84,2 %), среди которых к поликарпическим травам относится 23 (или 60,5 %) и озимым однолетникам 5 (или 28,7 %). Значительна доля древесных форм (6; 15,2 %).

Географический анализ показал, что большинство охраняемых видов имеют средиземноморский тип ареала: европейско-средиземноморский (6, или 15,8 % от общего количества охраняемых видов), средиземноморско-переднеазиатский (5, или 13,2 %); восточно-средиземноморский (5, или 13,2 %) и средиземноморско-евроазиатский степной (4, или 10,5 %); средиземноморский (3, или 7,9 %). К крымским эндемикам относится 3 вида и 2 подвида (*Centaurea comperiana*, *Stipa eriocaulis* subsp. *lithophila*, *Rumia crithmifolia*, *Satureja montana* subsp. *taurica*, *Scabiosa praemontana*), что составляет 4,7 % от общего числа эндемиков Крыма (Ена, 2012). Крымско-кавказский ареал имеет *Himantoglossum caprinum*, палеарктический ареал - *Epipactis helleborine*.

Природный парк расположен в предгорной зоне разнотравных степей, шибляковых зарослей, лесостепи и дубовых лесов в ландшафтном поясе шибляково-разнотравных степей и лесостепей на возвышенных аккумулятивных и денудационных равнинах и мелкогорье (Позаченюк, Панкеева, 2008). Современные ландшафты природного парка сформировались под влиянием естественных и антропогенных процессов. На особенности его ландшафтной структуры оказывают влияние геолого-геоморфологические особенности территории (литология, механический состав горных пород; высота, крутизна и экспозиция склонов и др.). Антропогенный фактор приводит к более дробной дифференциации растительного покрова и появлению новых типов растительности, к которым можно отнести кустарниковые заросли типа шибляк, парковые лесостепи и др. В ландшафтной структуре природного парка выделены ландшафтные комплексы (типы местности): днище балки, прибалочные склоны, приводораздельные склоны и водораздельно-останцовые равнины, дифференциация которых проведена в зависимости от приуроченности к геоморфологическим элементам, условиям увлажнения и освещённости. В настоящее время природные комплексы балок сильно преобразованы антропогенной деятельностью. По днищу Хомутовой балки проходит тальвег временного водотока, который во времена А. А. Максимова был укреплен каменной кладкой,

местами через него переброшены каменные мосты. В последние десятилетия тальвег интенсивно засыпается мусором, перегораживается отвалами. Прибалочные склоны асимметричны и отличаются сложной ландшафтной структурой. Левый (западный) борт более пологий, уклон которого колеблется от 8 до 20°, крутой правый (восточный) борт, крутизна которого равна 25–26°, переходящий местами в вертикальные уступы. Приводораздельные склоны денудационных равнин характеризуются различной экспозицией и крутизной, которая меняется в значительных пределах от отвесных (с углами наклона до 90°) до пологих, уклоны которых варьируют в пределах 5–15°. Изменение экспозиции и крутизны склонов частично может являться причиной смены растительных сообществ.

Ландшафтная карта природного парка «Максимова дача» демонстрирует неоднородность территориального распределения охраняемых видов растений (рис. 2).

В ландшафтной структуре **днища балки с парковой растительностью на коричневых почвах со следами олуговения (1)** выделено три урочища (рис. 2). Дно выровнено, имеет незначительную ширину (около 30 м). Естественная растительность сильно преобразована, почвы нередко погребены или перекрыты насыпными отложениями. Здесь выявлено три охраняемых вида (или 7,9 %), из которых на региональном уровне подлежат охране два вида, на федеральном – один (табл. 2). Характерно, что эти виды произрастают только в урочище правого отрога балки (1.3), которое занято ясенево-грабинниковым редколесьем, при этом древесные виды находятся в хорошем состоянии. Природоохранную ценность имеет *Pistacia mutica*, включённая в КК РФ. *Avena barbata* встречается только в урочище 1.3 (табл. 2).

На **прибалочных склонах, выработанных в карбонатных глинистых отложениях сарматского яруса верхнего миоцена с садово-парковыми насаждениями, на смытых коричневых почвах и насыпных грунтах (2)** выявлено 28 видов растений (или 73,7 %). Отмеченные виды растений в КК С относятся к трём категориям: 4 – 1 вид (2,6 %), 3 – 10 видов (26,3 %), 2 – 17 видов (60,7 %). На федеральном уровне (КК РФ) охране подлежит 13 видов растений: 3 – 8 видов (44,7 %), 2 – 3 вида (7,9 %), 1 – 2 вида (5,3 %) (табл. 2). Этот тип местности характеризуется наибольшим количеством эндемиков (5) и видов растений, включённых в списки международных соглашений и конвенций (12) (табл. 2).

В ландшафтной структуре этого типа местности выделено три урочища (рис. 2), в которых видовой состав охраняемых видов различен (табл. 2). Наибольшее количество охраняемых видов (18 видов, или 47,3 %) отмечено в урочище прибалочных склонов с дубово-грабинниковым редколесьем (2.3), занимающее склоны Сарандинакиной балки. Левый борт балки покрыт зарослями из держидерева (*Paliurus spina-christi* Mill) и грабинника (*Carpinus orientalis* Mill) на правом борту – грабинниковое редколесье с нарушенными петрофитными степями. Почвы коричневые, маломощные, сильно эродированные, часто гумусовый горизонт отсутствует. Здесь отмечены все выявленные на изученной ООПТ 5 эндемиков Крыма. Наибольшим числом видов представлены семейства Poaceae: *Stipa capillata*, *S. eriocaulis*, *S. lessingiana*, *S. pontica*, *S. pulcherrima*, *Triticum boeoticum* (6 из 8, отмеченных в природном парке) и Orchidaceae: *Anacamptis pyramidalis*, *A. morio*, *Cephalanthera damasonium*, *Orchis purpurea* (4 из 8, отмеченных в природном парке). Характерно, что такие виды, как *Beta vulgaris*, *Verbascum orientale*, *Rumia crithmifolia* приурочены только к этому урочищу.

В урочище ступенчатых прибалочных склонов с садово-парковыми насаждениями и дубово-кленовым редколесьем (2.1) на террасах склонов сохранились посадки кипариса (*Cupressus sempervirens* L.), клёна (*Acer platanoides* L.), дуба (*Quercus pubescens* Willd.), вяза (*Ulmus minor* Mill.), платана (*Platanus acerifolia* (Ait.) Willd.). В нижней части склонов урочища располагается каскад прудов и остатки парковой растительности, в которой представлены робинии (*Robinia pseudoacacia* L.), кипарисы (*Cupressus arizonica* Greene, *Cupressus sempervirens* L.), софора (*Styphnolobium japonicum* (L.) Schott), платаны (*Platanus acerifolia* (Ait.) Willd.), кедры (*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière, *Cedrus deodara* (Roxb. ex D. Don) G. Don) и др. Несмотря на значительную преобразованность этого урочища, здесь выявлено 10 охраняемых видов (26,3 %), при этом отмечено высокое количество видов растений, включённых в КК РФ (7) и международные природоохранные списки (6) (табл. 2).

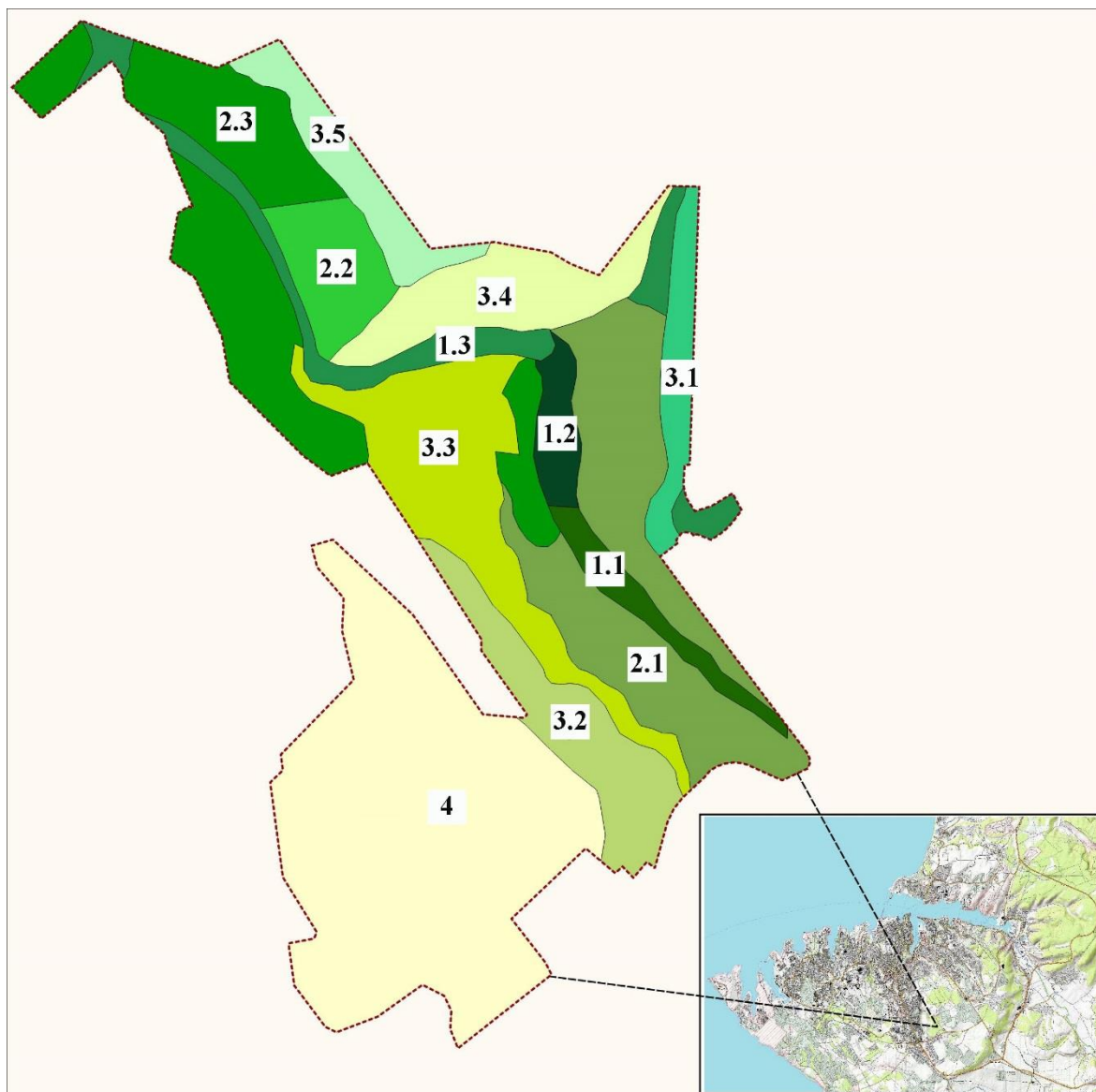


Рис. 2. Картограмма ландшафтной структуры природного парка «Максимова дача»

- 1. Днище балки с парковой растительностью на коричневых почвах со следами олуговения:** 1.1. Приустьевая часть днища балки с парковой растительностью; 1.2. Пологая часть днища балки с посадками ивы, тополей со следами олуговения; 1.3. Днище правого отрога балки с ясенево-грабинниково-дубовым редколесьем и посадками софоры.
- 2. Прибалочные склоны балки, выработанные в карбонатных глинистых отложениях сарматского яруса верхнего миоцена с садово-парковыми насаждениями, на смытых коричневых почвах и насыпных грунтах:** 2.1. Ступенчатые прибалочные склоны с садово-парковыми насаждениями и дубово-кленовым редколесьем; 2.2. Крутые прибалочные склоны с фисташковым редколесьем; 2.3. Прибалочные склоны с дубово-грабинниковым редколесьем.
- 3. Крутые и средней крутизны склоны денудационных равнин, сложенные известняковыми породами с грабинниково-дубовым лесом, посадками фисташки туполистной и сосны Палласа:** 3.1. Приводораздельные склоны с посадками экзотов; 3.2. Приводораздельные склоны с посадками сосны Палласа; 3.3. Приводораздельные склоны с грабинниково-дубовым лесом; 3.4. Крутые гравитационно-осыпные слабоступенчатые склоны с единичными экземплярами фисташки туполистной и посадками миндаля; 3.5. Прибровочные склоны плато с нарушенными петрофитно-шандровыми степями и посадками дубков.
- 4. Водораздельно-останцовые равнины с грабинниково-дубовым лесом и посадками сосны брутгийской и Палласа на эродированных коричневых и дерново-карбонатных почвах.**

Таблица 2

Распределение количества охраняемых видов и подвидов сосудистых растений по ландшафтным комплексам природного парка «Максимова дача»

Ландшафты	КК С					КК РФ				IUCN	ERL	BC	CITES	Эндемики
	Всего	Категория				Всего	Категория							
		1	2	3	4		1	2	3					
1.1	0	–	–	–	–	0	–	–	–	–	–	–	–	–
1.2	0	–	–	–	–	0	–	–	–	–	–	–	–	–
1.3	3	–	1	2	–	1	–	–	1	–	1	–	–	1
1	3	–	1	2	–	1	–	–	1	–	1	–	–	1
2.1	10	–	7	2	1	7	2	3	2	7	6	1	5	–
2.2	6	–	4	1	1	4	–	1	3	1	1	–	1	–
2.3	18	–	10	8	–	6	–	1	5	5	6	–	4	5
2	28	–	17	10	1	13	2	3	8	12	12	1	9	5
3.1	8	–	4	4	–	5	–	1	4	3	3	–	3	1
3.2	8	–	5	2	1	4	1	–	3	3	3	1	3	2
3.3	5	–	5	–	–	2	–	1	1	1	1	–	1	–
3.4	8	–	7	1	–	3	–	1	2	1	–	–	–	1
3.5	10	–	9	1	–	3	–	1	2	2	1	–	1	3
3	23	0	15	7	1	11	1	2	8	8	7	1	7	3
4	12	1	5	4	2	6	1	2	3	5	5	–	3	3

Примечание к таблице. Нумерация ландшафтов приведена в соответствии с условными обозначениями на рисунке 2. Категории редкости: 4 – неопределённый по статусу, 3 – редкий, 2 – сокращающийся в численности, 1 – находящийся под угрозой исчезновения.

Наибольшим числом видов представлены семейства Orchidaceae (7,9 %) – *Himantoglossum caprinum*, *Orchis simia*, *O. purpurea*; Iridaceae (7,9 %) – *Iris pumila*, *I. pseudacorus*, *Crocus angustifolius* и Amaryllidaceae (5,3 %) – *Galanthus plicatus*, *Sternbergia colchiciflora*. Виды *Sternbergia colchiciflora* и *Himantoglossum caprinum* отмечены только в этом урочище, при этом они имеют высокий природоохранный статус на региональном и федеральном уровне. В искусственном пруду произрастает *Iris pseudacorus*, имеющий природоохранный статус на федеральном и международном уровне.

Урочище крутых прибалочных склонов с фисташковым редколесьем (2.2) занимает правый борт Хомутовой балки. Здесь доминируют *Pistacia mutica* (посадки), выявлено незначительное количество редких видов (6, или 15,8 %), из которых 4 вида охраняются на федеральном уровне.

На крутых и средней крутизны склонах денудационных равнин, сложенных известняковыми породами с грабинниково-дубовым лесом, посадками фисташки туполистной и сосны Палласа (3) выявлено 23 вида растений (60,5 %), охраняемых на региональном и федеральном уровнях. На региональном уровне (КК С, 2018) охране подлежат все виды, из которых категорию 4 имеет 1 (2,6 %), 3 – 7 (18,4 %), 2 – 15 (39,5 %) видов. На федеральном уровне (КК РФ) охране подлежит 11 видов: из которых категорию 3 имеет 8 (21,5 %), 2 – 2 (5,3 %), 1 – 1 (2,6 %) вид (табл. 2).

В ландшафтной структуре этого типа местности выделено пять урочищ (рис. 2). Максимальное количество охраняемых видов отмечено в урочище прибалочных склонов плато с нарушенными петрофитно-шандровыми степями и посадками дубков (3.5). Из 10 видов (23,3 %) 3 вида включены в КК РФ, 4 вида принадлежит роду *Stipa* L. (10,5 %), что подчёркивает природоохранную ценность степных участков природного парка.

Наименьшее количество (5) охраняемых видов зарегистрировано в урочище приводораздельных склонов с грабниково-дубовым лесом (3.3), из которых на федеральном уровне охраняется 2 вида (*Pistacia mutica* и *Galanthus plicatus*).

В остальных трёх урочищах выявлено по 8 охраняемых видов. Однако видовой состав существенно отличается в разных урочищах. Урочище приводораздельных склонов с посадками экзотов (3.1) примыкает к правому борту Хомутовой балки. Здесь представлены садово-парковые комплексы с посадками робинии (*Robinia pseudoacacia*), софоры (*Styphnolobium japonicum*), платана (*Platanus acerifolia*), гледичии (*Gleditsia triacanthos* L.). Отмечено произрастание 5 видов растений, включённых в КК РФ, 3 из которых (*Anacamptis morio*, *Cephalanthera damasonium*, *Orchis purpurea*,) относятся к семейству Orchidaceae. Местообитание *Crocus pallasii*, включённого в КК С и КК РФ, выявлено только для этого урочища. В описываемом урочище также произрастает *Juniperus deltooides*, охраняемый на региональном уровне.

К левому борту балки примыкает урочище приводораздельных склонов с посадками сосны брунговской и Палласа (3.2). Наибольшим числом видов представлены семейство Orchidaceae (3 вида, или 7,9 %) В этом урочище в единичном экземпляре произрастает *Comperia comperiana*, включённая в КК С и международные природоохранные конвенции.

Урочище крутых гравитационно-осыпных слабоступенчатых склонов с единичными экземплярами фисташки туполистной и посадками миндаля (3.4) сильно террасировано, в нем произрастают все представители рода *Stipa*, выявленные на изученной ООПТ. В КК РФ внесено 2 вида (*Pistacia mutica* и *Stipa pulcherrima*).

Для водораздельно-останцовых равнин с грабниково-дубовым лесом и посадками сосны брунговской и Палласа на эродированных коричневых и дерново-карбонатных почвах (4) характерны выравненные субгоризонтальные участки с уклонами 3–4°. Особенностью этого типа местности является высокая антропогенная преобразованность (сохранились остатки стен, фундаменты построек, наличие воронок, окопов, стрелковых ячеек, дотов времён Великой Отечественной войны). В результате проведённых лесоустроительных работ рельеф равнины имеет мелкобугристый характер, при этом, местами вывороченные камни образуют вытянутые увалы (гряды) высотой до 1,5 метра. Большая часть водораздельно-останцовых равнин занята скумпиево-грабниковым редколесьем с посадками сосны Палласа и брунговской.

Для данного типа местности зафиксировано 12 видов (31,6 %), охраняемых на региональном и федеральном уровнях (табл. 2). На региональном уровне (КК С, 2018) охране подлежат все виды, из которых категорию: 4 – 2 вида (5,3 %), 3 – 4 вида (10,5 %), 2 – 5 видов (13,1 %), 1 – 1 вид (2,6 %). На федеральном уровне (КК РФ) охране подлежит 11 видов: из которых категорию: 3 – 3 вида (7,9 %), 2 – 2 вида (5,3 %), 1 – 1 вид (2,6 %) (табл. 2). Наибольшим числом видов представлены семейства Orchidaceae (25 %) – *Anacamptis morio*, *A. pyramidalis*, *Orchis purpurea* и Poaceae (16,7 %) – *Avena eriantha*, *Triticum booticum*. Местообитание *Bellevalia speciosa* и *Avena eriantha* выявлено только в этом типе местности.

На первых этапах заповедного дела для организации природоохранных территорий выбор базировался на «точечных» критериях наличия особо ценных или редких видов животных и растений, сохранившихся типичных и уникальных ландшафтов и т.п. При системном подходе, получившем наибольшее признание в последние годы, внимание уделяется сохранению местообитаний и ландшафтов в целом. Нарушение пространственной целостности природных комплексов приводит к потере ценных территорий, имеющих высокую природоохранную ценность, деградации ландшафтного и биологического разнообразия. Природный парк «Максимова дача» представляет собой целостный природно-территориальный комплекс балок Хомутова и Сарандинаки, имеющий средообразующую, культурную и природную значимость для региона.

Однако, распределение охраняемых видов растений по ландшафтам природного парка «Максимова дача» зависит как от комплекса географических и экологических факторов, так и от степени антропогенной преобразованности территории. Показано, что значительную

биоценотическую и природоохранную ценность имеют ландшафтные комплексы прибалочных и приводораздельных склонов, которые отличаются высокой насыщенностью охраняемых видов. Минимальное количество охраняемых видов характерно для ландшафтов днища балок и террасированных склонов, отличающихся высокой степенью антропогенной преобразованности и постоянными рекреационными нагрузками. В природном парке представлены охраняемые виды растений, имеющие широкое распространение и являющиеся типичными для нескольких ландшафтных комплексов, такие как *Anacamptis pyramidalis* и *Stipa capillata* – в 5 урочищах, *Stipa capillata*, *Crocus angustifolius* и *Scabiosa praemontana*. – в 4 урочищах. Характерно, что 15 видов охраняемых растений приурочены только к одному ландшафтному комплексу.

Полученные данные о неравномерности распространении охраняемых растений в ландшафтах необходимо учитывать при функциональном зонировании природного парка и нормировании рекреационных нагрузок. Так, ландшафты прибалочных склонов Хомутовой и Сарандинакиной балки и прирвовочных склонов Гераклеийского плато должны быть включены в зону строгой охраны парка. Ландшафты приводораздельных склонов рекомендуется включить в зону регулируемой рекреации, предусматривающей создание экотроп, организованных и самостоятельных экскурсионных маршрутов, краеведческо-познавательных и спортивно-туристских мероприятий.

Преобразованные ландшафты днища балок могут быть рассмотрены, как хозяйственная зона или зона регулируемой рекреации, где необходимо предусмотреть размещение зданий и сооружений для организации и обслуживания природного парка, а также организовать размещение оборудованных мест для пикников. В этой зоне рекомендуется размещение визит-центра в сохранившемся цокольном помещении усадьбы после его реставрации. В дальнейшем необходима реставрация элементов ландшафтно-парковой архитектуры. Предложенные мероприятия будут способствовать сохранению уникальных природных комплексов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На территории природного парка «Максимова дача» зарегистрировано 38 видов и подвидов растений (7,3 % флоры изучаемого объекта), имеющих созологический статус и включённых в различные Красные книги и природоохранные конвенции: КК С – 38 видов, КК РФ – 18, Красный список МСОП – 14, Европейский красный список – 14, Приложение к Бернской конвенции – 2, Приложение к Конвенции СИТЕС – 10. Выявлено, что преобладают виды, имеющие соответственно на региональном и федеральном уровнях охраны категорию 2 – 21 (55,3%) и 9 (23,7 %), 3 – 13 (34,2 %) и 6 (15,8 %). Отмечено, что наибольшее число охраняемых видов относится к семействам *Orchidaceae* (21,1 %), *Poaceae* (21,1 %) и *Iridaceae* (10,5 %). Из семи биоморф, доминируют травянистые растения, среди них лидируют поликарпические травы и озимые однолетники. Показано, что большинство охраняемых видов (47,4%) имеют средиземноморский ареал. 5 – являются эндемиками Крыма.

При изучении пространственного распределения охраняемых растений установлено, что видовой состав различен на выделенных ландшафтных комплексах, что обусловлено природными особенностями и степенью антропогенной преобразованности. Ландшафтные комплексы прибалочных и приводораздельных склонов отличаются наибольшим видовым разнообразием, высокой биоценотической наличием эндемиков, а также аттрактивностью и средообразующей значимостью. Низкий уровень созологический статус определён для ландшафтов днища балок и террасированных склонов.

Описание местонахождений охраняемых видов растений природного парка «Максимова дача» позволяет вести многолетние наблюдения в условиях природоохранного режима. Полученные сведения могут быть использованы для оптимизации природопользования, функционального зонирования природного парка. Настоящий список охраняемых видов

растений ООПТ, безусловно, не является полным и возможны дальнейшие находки, дополнения и уточнения.

Работа выполнена в рамках госзадания ФИЦ ИНБИОМ АААА-А18-118021350003-6.

Список литературы

- Выработка приоритетов: новый подход к сохранению биоразнообразия в Крыму. – Вашингтон, США: BSP, 1999. – 258 с.
- Голубев В. Н. Биологическая флора Крыма. – Ялта: НБС-ННЦ, 1996. – 126 с.
- Голубев В. Н., Косых В. М. Методические указания по изучению эндемичных растений флоры Крыма. – Ялта: ГНБС, 1980. – 31 с.
- Горбунов Р. В., Плугатарь Ю. В., Смирнов В. О., Снегур А. В., Горбунова Т. Ю., Дрыгваль А. В., Приймак А. С. Пространственная взаимосвязь биоразнообразия и типов местообитаний на территории Крымского полуострова // Бюллетень ГНБС. – 2019. – Вып. 133. – С. 224–240.
- Дидух Я. П. Растительный покров горного Крыма (структура, динамика, эволюция и охрана). – К.: Наукова думка, 1992. – 256 с.
- Доброчасова Д. Н., Котов М. И., Прокудин Ю. Н. и др. Определитель высших растений Украины. – К.: Наукова думка, 1987. – 548 с.
- Дубовик О. Н. Флорогенез Крымско-Новороссийской провинции. – К.: Фитон, 2005. – 180 с.
- Исаченко А. Г. Методы прикладных ландшафтных исследований. – Л.: Наука, 1980. – 222 с.
- Ена А. В. Эндемизм флоры Крыма в ландшафтном контексте // Черноморский ботанический журнал том.4, № 2 (2008) – С. 175–179.
- Ена А. В. Природная флора Крымского полуострова. – Симферополь: Н. Орианда, 2012. – 232 с.
- Максимов А. А. Флора города Архангельска : дис. ... канд. биол. наук : спец. 03.00.05 Ботаника. – Москва, 2006. – 304 с.
- Красная книга Краснодарского края. Растения и грибы / Адм. Краснодар. края, отв. ред. С.А. Литвинская [и др.]. – 3-е изд. – Краснодар: Адм. Краснодар. края, 2017. – 850 с.
- Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / [Отв. ред. д. б. н., проф. А. В. Ена и к. б. н. А. В. Фатерыга]. – Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. – 480 с.
- Красная книга Республики Крым. Животные / [отв. ред., С. П. Иванов и А. В. Фатерыга]. – Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015а. – 440 с.
- Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / [Отв. ред. д. б. н., проф. А. В. Ена и к. б. н. А. В. Фатерыга]. – Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015б. – 480 с.
- Красная книга Российской Федерации (растения и грибы)/ сост. Т. В. Абрамова и др.; гл. ред. Ю. П. Трутнев и др.; отв. ред.: Р. В. Камелин, В. С. Новиков. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 885 с.
- Красная книга Орловской области: [Грибы. Растения. Животные] / Администрация Орловской области; [отв. ред. О. М. Пригоряну]. – изд. 1-е, офиц. – Орел: Центр Ковыль: [Изд. А. В. Воробьев], 2007. – 264 с.
- Красная книга Севастополя / Главное управление природных ресурсов и экологии города Севастополя. [Отв. ред. д. б. н., проф. И. В. Довгаль и д. б. н., проф. В. В. Корженевский]. – Калининград: «Издательский Дом «РОСТ-ДООАФК», 2018. – 432 с.
- Корженевский В. В., Ена А. В., Костин С. Ю. К обоснованию Красной книги Крыма. // Вопросы развития Крыма. Научно-практический дискуссионно-аналитический сборник. – Симферополь, 1999. – С. 7–14.
- Королева Е. Г., Каширина Е. С., Казанджян И. М. Картографический анализ охраняемых растений и животных Республики Крым // Экосистемы, 2019. – № 19 – С. 3–14.
- Мильчакова Н. А., Бондарева Л. В., Панкеева Т. В., Тарасюк Е. Е., Каширина Е. С., Александров В. В. Создание регионального ландшафтного парка "Максимова дача" в регионе Севастополя и перспектива расширения его границ // Заповедники Крыма. Биоразнообразие и охрана природы в Азово-Черноморском регионе Материалы VII Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 117 – 122.
- Николаев В. А. Ландшафтоведение. – М.: МГУ, 2000. – 94 с.
- Определитель высших растений Крыма / [Под общ. ред. Н. И. Рубцова]. – Л.: Наука, Ленингр. отд., 1972. – 550 с.
- Позаченюк Е. А., Панкеева Т. В. Геоэкологическая экспертиза административных территорий. Большой Севастополь. – Бизнес-Информ, 2008. – 298 с.
- Рубцов Н. И. Краткий обзор эндемиков флоры Крыма // Труды Государственного Никитского ботанического сада. – 1959. – Т. 29. – С. 19–54.
- Рыфф Л. Э. Биотопическая характеристика некоторых редких видов флоры юго-западного Крыма. Экосистемы. 2017. – Вып. 11. – С. 14–23.
- Серёгин А. П. Флора Владимирской области: анализ данных сеточного картирования. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. – 441 с.
- Тарасюк А. Н. Проблемы сохранения и развития природно-заповедного фонда Севастопольского региона // Записки общества геоэкологов. – Симферополь, 2001. – Вып. 5–6. – С. 53–63.

Фатерыга А. В., Ефимов П. Г., Свирин С. А. Орхидеи Крымского полуострова. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019 – 224 с.

Шеляг-Сосонко Ю. Р., Дидух Я. П. Ялтинский горно-лесной государственный заповедник. – К.: Наукова думка, 1980. – 183 с.

Atlas Florae Europaeae. Distribution of Vascular Plants in Europe. Vol. 11. / [Eds.: J. Jalas, J. Suominen, R. Lampinen]. – Helsinki: S.n., 1996. – 310 p.

Bilz M., Bilz M., Kell S. P., Maxted N., Lansdown R. V. European Red List of Vascular Plants. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. – 130 p.

Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora [Electronic resource]. – Available at: <http://www.cites.org> (accessed: 12.09.2018).

Humphries C., Araújo M., Williams P., Lampinen R., Uotila P. Plant diversity in Europe: Atlas Florae Europaeae and WORLDMAP // Acta Botanica Fennica. 1999. – Vol. 162. – P. 11–21.

Kashirina E., Golubeva E., Svirin S., Lyamina N. Floristic and phytocenotic richness of urban protected natural areas (Maximov's dacha, Sevastopol // Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference 'Anthropogenic Transformation of Geospace: Nature, Economy, Society' (ATG 2019). – Atlantis Press, 2019.

Magle S., Hunt V., Vernon M., Crooks K. Urban wildlife research: Past, present, and future // Biological Conservation 155 (2012). – P. 23–32.

The Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (Bern Convention) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://conventions.coe.int/treaty/en/Treaties/Html/104.htm> (просмотрено 12.01.2016).

The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017.1 [Electronic resource]. – 2017. Available at: <http://www.iucnredlist.org> (accessed: 19.09.2017).

Pankeeva T. V., Kashirina E. S., Svirin S. A., Mironova N. V., Golubeva E. I. Spatial relationship of protected plant species with the landscape structure of the Maximov's Dacha Natural Park // Ekosistemy. 2020. Iss. 22. P. 39–52.

The distribution of protected plant species was analyzed on the basis of the landscape approach for the first time in the Maximov's Dacha Nature Park (Sevastopol, Crimea). The territory of the Nature Park is characterized by high biological and landscape diversity. Thirty-eight species of vascular plants included in various Red Lists of Threatened Species and nature conservation conventions are registered in the Park. Five endemic species of Crimea are identified there. It is noted that the largest number of protected plant species belong to the families Orchidaceae, Poaceae, and Iridaceae. A landscape map was made at the level of terrain types. It is revealed that the modern landscapes of the Nature Park were formed under the influence of natural and anthropogenic processes. It is shown that the number and species composition of protected plants differ in the selected landscape complexes due to natural features and the degree of anthropogenic transformation. Description of the locations of protected plant species in the Maximov's Dacha Nature Park enables providing long-term species observation in condition of nature protection regime. The obtained data can be used for optimization of environmental management and functional zoning of the Nature Park.

Key words: Nature Park, protected area, landscape, protected plant species, Maximov's Dacha, Sevastopol, Crimea.

Поступила в редакцию 25.02.20

УДК 504.054:581.52+574.21

Фитоиндикаторы техногенного химического воздействия на луговые экосистемы

Гусев А. П., Шпилевская Н. С.

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины
Гомель, Беларусь
andi_gusev@mail.ru

По результатам исследований луговых экосистем на территории, прилегающей к химическому производству, было установлено воздействие химического загрязнения поверхностных и грунтовых вод на луговые экосистемы в зоне влияния отвалов фосфогипса. Под воздействием подтопления загрязненными грунтовыми водами снижается общее проективное покрытие растительности в среднем в 2,8 раза по сравнению с фоновыми значениями, уменьшается видовое богатство в 2,9 раза, изменяется доля луговых видов в фитоценозе в 2,2 раза. Отмечено значительное снижение значений вегетационных индексов (NDVI – в 1,4–1,9 раза в зависимости от даты космосъемки, GNDV – в 1,2–1,8 раза, NBR – в 1,3–1,8 раза, SWVI – в 2,4–9,5 раза). Изменения вегетационных индексов обусловлены уменьшением зеленой фитомассы, общего проективного покрытия, изменением цвета (пожелтение) луговой растительности по градиенту химического воздействия. Наземными и дистанционными методами выделены модификации луговых экосистем, соответствующие разным уровням химического воздействия. Химическое воздействие индицируется изменениями показателей растительности (состав фитоценоза, видовое богатство, проективное покрытие) и спектрально-отражательными свойствами земной поверхности (вегетационных индексов).

Ключевые слова: фитоиндикаторы, экосистема, фитоценоз, вегетационные индексы, химическое загрязнение.

ВВЕДЕНИЕ

Фитоиндикация – это метод, использующий взаимосвязь растений с условиями их произрастания. В качестве фитоиндикаторов выступают как отдельные виды растений, растительные сообщества (фитоценозы), а также растительный покров в целом. Индикатором (то есть объектом оценки) являются компоненты окружающей среды (биотоп). Фитоиндикация успешно и давно применяется при картографировании и мониторинге загрязнения атмосферы (Биоиндикация загрязнений..., 1988). Разработаны фитоиндикационные методы оценки свойств почвенного покрова смешанных лесов умеренного пояса – влажности, трофности, азотного богатства, содержания гумуса, кислотности и так далее (Цыганов, 1983). В настоящее время активно развиваются дистанционные фитоиндикаторы, основанные на многозональных космических съемках. Физическими предпосылками использования многозональных космических съемок для индикации являются изменения отражательной способности растительности в различных диапазонах электромагнитного спектра в зависимости от ее состояния (Комарова и др., 2016). Например, изменения отражательной способности лесных экосистем проявляются при пожелтении листвы и хвои, дефолиации, при усыхании древостоя, за счет продуктов горения (Василевич и др., 2014).

Для дистанционной оценки состояния растительности используют вегетационные индексы, под которыми понимают показатели, получаемые в результате математических операций с разными спектральными каналами в каждом пикселе космоснимка. Наиболее часто используемый вегетационный индекс – NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), служащий количественным показателем фотосинтетически активной биомассы (Box et al., 1989; Yengoh, 2014). GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index) диагностирует содержание хлорофилла в листьях и хвое, а также скорость фотосинтеза (Gitelson, Merzlyak, 1998). NBR (Normalized Burn Ratio) и SWVI (Short Wave Vegetation Index) являются

индикаторами содержания влаги в растениях и отражают стрессовое состояние растительности (Сессато et al., 2001; Miller, Quayle, 2015).

Цель работы – изучить наземные и дистанционные фитоиндикаторы химического загрязнения луговых экосистем. Задачи исследований: геоботаническая съемка на пробных площадках на объектах исследований; подбор, атмосферная коррекция многозональных снимков Sentinel-2; расчет вегетационных индексов; анализ изменения наземных и дистанционных показателей луговой растительности по градиенту химического загрязнения в зоне влияния полигона твердых отходов химического производства.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Район исследований расположен на юго-востоке Беларуси (около 10 км на запад от города Гомеля). Объектом исследований являлись луговые экосистемы зоны влияния полигона твердых отходов Гомельского химического завода – крупнейшего предприятия по производству минеральных удобрений в Беларуси. Функционирование химического завода сопровождается накоплением твердых отходов, которые складываются на полигоне (около 100 га) и представляют собой отвалы фосфогипса (состав: 97 % – гипс, 3 % – фосфаты железа и алюминия, ортофосфорная кислота, фторсиликаты калия и натрия, фториды кальция). Отвалы фосфогипса – это постоянно действующий источник загрязнения почв, поверхностных и грунтовых вод (Гусев и др., 2013; Гусев, 2015).

Для дистанционной фитоиндикации применялись результаты космической многозональной съемки спутников Sentinel-2 – 13 каналов с пространственным разрешением 10–60 м (Frampton et al., 2013). Данные съемки находятся в свободном доступе на Copernicus Open Access Hub (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>). В работе использованы снимки, сделанные в летний период (26 мая, 20 июня, 11 августа, 26 августа 2018 года).

Атмосферная коррекция, привязка, оцифровка космоснимков, расчет вегетационных индексов выполнены в QGIS 3.6.

В работе использованы вегетационные индексы, рассчитываемые по формулам приведенным в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика используемых вегетационных индексов

Вегетационный индекс	Формула для расчета на основе каналов спутника Sentinel-2
NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)	$(B08-B04)/(B08+B04)$
GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index)	$(B08-B03)/(B08+B03)$
NBR (Normalized Burn Ratio)	$(B08-B12)/(B08+B12)$
SWVI (Short Wave Vegetation Index)	$(B08-B11)/(B08+B11)$

Примечание к таблице. Каналы: B03 – зеленый (центральная длина волны – 560 нм, ширина полосы – 35 нм); B04 – красный (соответственно 665 и 30 нм); B08 – ближний инфракрасный (842 и 115 нм); B11 – коротковолновой инфракрасный (1610 и 90 нм); B12 – коротковолновой инфракрасный (2190 и 180 нм).

Наземные исследования проводились методом геоботанической съемки на пробных площадках (размер площадок – 100 м²). На пробных площадках определялись состав и проективное покрытие травяного покрова, численность и состав естественного возобновления древесных видов.

Проективное покрытие определяли по 5-балльной шкале: (+) – менее 1 %; 1 – менее 5 %; 2 – 6–15 %; 3 – 16–25 %; 4 – 26–50 %; 5 – более 50 %. Для каждого вида устанавливали класс

постоянства: I – менее 20 %; II – 21–40 %; III – 41–60 %; IV – 61–80 %; V – 81–100 % (Миркин и др., 2002). Названия растений даются по С. К. Черепанову (Черепанов, 1995).

Методика фитоиндикации предполагала выделение пространственных рядов фитоценозов, индицирующих техногенные модификации (ТМ) экосистем, обусловленные разным уровнем химического загрязнения. В качестве эталона для сравнения использовалась растительность одноранговых луговых экосистем, не подверженных загрязнению.

Статистический анализ выполнялся с помощью программы STATISTICA 6.0. Для оценки достоверности различий применялся непараметрический критерий Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как показывают многолетние геохимические исследования (Гусев и др., 2013) на территории полигона отходов поверхностные воды имеют высокий уровень загрязнения: общая минерализация составляет 5–10 г/дм³, содержание сульфат-иона – 2–5 г/дм³, фосфора фосфатного – 1,5–2 г/дм³, фтор-иона – 0,2–0,5 г/дм³; иона алюминия – до 100 мг/дм³). Эти воды также имеют крайне кислую реакцию (рН=2–2,5). От полигона загрязненный поверхностный и грунтовый сток идет в северо-западном направлении, затопливая и подтапливая близлежащие луговые экосистемы.

В зоне влияния полигона фосфогипса нами были выделены фоновая луговая экосистема (луг разнотравно-злаковый) и две ее техногенные модификации:

ТМ-2 – луг, подтопленный загрязненными водами;

ТМ-1 – зона периодического затопления загрязненными водами.

Фоновая экосистема представляет собой периодически скашиваемый луг на дерново-глебоватых супесчаных почвах. В составе лугового фитоценоза доминируют такие виды, как *Potentilla anserina* L., *Achillea millefolium* L., *Vicia cracca* L., *Agrostis tenuis* Sibth., *Phleum pratense* L., *Festuca pratensis* Huds., *Ranunculus acris* L., *Dactylis glomerata* L. и другие (табл. 2). Значительная часть видов (более 80%) – диагностические виды класса Molinio-Arrhenatheretea R.Tx. 1937 em. R.Tx. 1970 (вторичные послелесные луга умеренной зоны Евразии на достаточно богатых незасоленных почвах) по эколого-флористической классификации Браун-Бланке (Миркин и др., 2008). В общем проективном покрытии доминируют *P. anserina*, *A. tenuis* Sibth., *F. pratensis* Huds., *Trifolium pratense* L., *V. cracca* L.

Под воздействием подтопления загрязненными грунтовыми водами (минерализация 1,5–2 г/дм³, содержание сульфат-иона – 0,5–0,9 мг/дм³, рН=4,5–5) в зоне ТМ-2 снижается общее проективное покрытие растительности (в 1,8 раза по сравнению с фоновым лугом), видовое разнообразие (в 1,7 раза), снижается доля луговых видов (в 1,4 раза). Причем значения этих показателей отличаются от фона статистически достоверно (табл. 2). Снижается численность подростов древесных видов. Часть подростов (34,3 %) – сухостой. В составе фитоценоза возрастает роль таких видов, как *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Chamerion angustifolium* (L.) Holub, *Lythrum salicaria* L.

В зоне ТМ-1 в весенний период (при условии снежной зимы) имеет место кратковременное затопление загрязненными водами, имеющими минерализацию до 5 мг/дм³, а рН – ниже 5,5. В этой зоне растительный покров приобретает мозаичную структуру – растительность распространена пятнами, ее общее проективное покрытие составляет 20–40 % (в среднем в 2,8 раза ниже чем в фоновой экосистеме), значительно падает видовое богатство (в 2,9 раза по сравнению с фоновыми лугами). Видно, что доля луговых видов сокращается до 37,8 % от общего их числа. Резко уменьшается численность подростов древесных видов (в 9,2 раза по сравнению с фоном), причем значительная часть подростов – сухая (табл. 3). Здесь остаются только самые устойчивые к загрязнению виды – *C. angustifolium* (L.) Holub, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Rumex crispus* L., *C. epigeios* (L.) Roth, *Bidens tripartita* L. (табл. 2).

По данным Sentinel-2 предпринята попытка использования вегетационных индексов как индикатора химического загрязнения в зоне влияния отвалов фосфогипса. Характерным

Таблица 2

Изменение видового состава растительности по градиенту химического воздействия
(указаны только виды, имеющие постоянство II-V баллов)

Вид	Градиент химического воздействия		
	Фоновая луговая экосистема (n=9)*	ТМ-2 (n=9)	ТМ-1 (n=10)
<i>Achillea millefolium</i> L.	III	II	–
<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	V ¹⁻²	III	–
<i>Amoria repens</i> (L.) C. Presl	IV	–	–
<i>Bidens tripartita</i> L.	–	II	II
<i>Bromopsis inermis</i> (Leyss.) Holub	III	–	–
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	II	V ¹⁻²	IV
<i>Chamerion angustifolium</i> (L.) Holub	–	IV	V ¹⁻²
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	III	I	I
<i>Dactylis glomerata</i> L.	IV	I	–
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	IV	III	II
<i>Equisetum pratense</i> Ehrh.	II	I	–
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	V ¹⁻²	–	–
<i>Juncus effusus</i> L.	III	II	–
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	I	II	II
<i>Lythrum salicaria</i> L.	II	V ¹⁻²	IV
<i>Medicago lupulina</i> L.	III	–	–
<i>Phleum pratense</i> L.	IV	I	–
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	–	III	II
<i>Plantago major</i> L.	II	–	–
<i>Poa pratensis</i> L.	IV	II	–
<i>Polygonum aviculare</i> L.	I	II	–
<i>Potentilla anserina</i> L.	V ²⁻³	IV	I
<i>Parmica vulgaris</i> Hill or Blackw. ex DC.	II	–	–
<i>Ranunculus acris</i> L.	III	II	–
<i>Ranunculus repens</i> L.	II	–	–
<i>Rumex acetosa</i> L.	II	–	–
<i>Rumex crispus</i> L.	III	III	IV
<i>Salix caprea</i> L.	III	II	I
<i>Sonchus arvensis</i> L.	II	–	–
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	IV	–	–
<i>Trifolium pratense</i> L.	V ¹⁻²	II	–
<i>Typha latifolia</i> L.	–	II	I
<i>Veronica longifolia</i> L.	II	–	–
<i>Vicia cracca</i> L.	V ¹⁻²	–	–

Примечание к таблице. * – число пробных площадок с геоботаническими описаниями.

признаком растительности и ее состояния является спектральная отражательная способность, характеризующаяся большими различиями в отражении излучения разных длин волн. Взаимосвязь между структурой и состоянием растительного покрова и его отражательными свойствами позволяют использовать космические снимки для оценки состояния экосистем.

Таблица 3

Индикаторы загрязнения луговых экосистем в зоне влияния отвалов фосфогипса химического завода

Показатель	Градиент химического воздействия		
	Фоновая луговая экосистема (n=9)*	ТМ-2 (n=9)	ТМ-1 (n=10)
Геоботанические индикаторы			
Общее проективное покрытие, %	90,0±8,3**	<u>51,1±12,7</u>	<u>32,0±9,2</u>
Видовое богатство, число видов на 100 м ²	15,7±3,3	<u>9,0±1,4</u>	<u>5,4±1,3</u>
Численность подроста, шт./га	367±500	257±500	40±70
Сухостой в подросте, %	0±0	<u>34,3±25,8</u>	<u>89,3±5,4</u>
Доля луговых видов, %	81,8±12,5	<u>57,0±12,1</u>	<u>37,8±16,3</u>
Вегетационные индексы			
NDVI	0,701±0,06	<u>0,511±0,09</u>	<u>0,366±0,11</u>
GDVI	0,675±0,04	<u>0,542±0,10</u>	<u>0,373±0,12</u>
NBR	0,491±0,05	<u>0,375±0,08</u>	<u>0,260±0,11</u>
SWVI	0,195±0,05	<u>0,08±0,08</u>	<u>0,02±0,12</u>

Примечание к таблице. * – число пробных площадок с геоботаническими описаниями; ** – среднее значение и стандартное отклонение. Подчеркнуты значения, достоверно отличающиеся по критерию Манна-Уитни от фоновых экосистем.

Поток токсичных вод вызывает повреждения луговой растительности, что сказывается на спектрально-отражательных свойствах земной поверхности. В пределах указанных зон были выделены тестовые ареалы для определения по серии космических снимков вегетационных индексов. Площадь тестовых ареалов составляет: 0,06 км² в зоне ТМ-1, 0,04 км² в зоне ТМ-2 и 0,08 км² в пределах фоновых луговых экосистем.

Поскольку значения вегетационных индексов испытывают существенные сезонные колебания, то важно выяснить какой период наблюдений будет оптимален для задач индикации загрязнения. В соответствии с этим нами были изучены временные вариации значений вегетационных индексов в выделенных зонах. Установлено, что для NDVI отличия зоны ТМ-1 от фоновой луговой геосистемы составляли: в мае – 0,405, в июне – 0,326, в августе – 0,247. Аналогично для GNDVI: в мае – 0,363, в июне – 0,288, в августе – 0,303. Для NBR: в мае – 0,337, в июне – 0,198, в августе – 0,124. Для SWVI: в мае – 0,287, в июне – 0,14, в августе – 0,061. Очевидно, что, наибольшие различия наблюдаются на снимке, сделанном в конце мая.

Выделенные зоны достаточно четко отличаются друг от друга по величине вегетационных индексов (табл. 3). Так, в зоне периодического затопления загрязненными водами средние значения NDVI в 1,9 раза ниже, чем в фоновой луговой геосистеме. Соответственно средние значения GDVI ниже в 1,8 раза, NBR – в 1,85 раза, SWVI – в 9,5 раза. Весьма чувствительным к повреждению растительности токсичными веществами оказывается SWVI, значения которого резко снижаются уже в зоне ТМ-2. Отличия в спектрально-отражательных свойствах выделенных зон техногенной трансформации прослеживаются на всей серии снимков, т.е. являются устойчивыми в течение всего летнего сезона.

Изменения NDVI отражают изменения продуктивности луговых фитоценозов, подвергшихся воздействию химического загрязнения. Снижение значений GDVI обусловлено тем, что по мере роста загрязнения в растительном покрове становится больше сухих, усохших, пожелтевших растений, что отражается на «зелености» земной поверхности. Снижение NBR и SWVI указывают на стрессовое состояние растительности. Таким образом,

вегетационные индексы индицируют повреждения лугового растительного покрова по градиенту химического загрязнения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе выполненных исследований установлено, что воздействие химического загрязнения поверхностных и грунтовых вод на луговые экосистемы в зоне влияния отвалов фосфогипса индицируется:

снижением общего проективного покрытия растительности (в среднем в 2,8 раза по сравнению с фоновыми значениями);

снижением видового богатства фитоценоза (в 2,9 раза);

изменением доли луговых видов в фитоценозе (в 2,2 раза);

изменением спектрально-отражательных свойств земной поверхности, которое выражается в значительном снижении значений вегетационных индексов (NDVI – в 1,4–1,9 раза в зависимости от даты космосъемки, GNDVI – в 1,2–1,8 раза, NBR – в 1,3–1,8 раза, SWVI – в 2,4–9,5 раза).

Изменения вегетационных индексов обусловлены уменьшением зеленой фитомассы, общего проективного покрытия, изменением цвета (пожелтение) луговой растительности по градиенту химического воздействия. Успешное использование вегетационных индексов как индикаторов химического воздействия ограничено их зависимостью от метеорологических и климатических колебаний, состояния атмосферы в период космической съемки и другими факторами. Поэтому наибольшую эффективность фитоиндикация будет иметь при сочетании дистанционных и наземных методов.

Список литературы

- Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / [Ред. Р. Шуберта]. – М.: Мир, 1988. – 350 с.
- Василевич М. И., Елсаков В. В., Щанов В. М. Применение спутниковых методов исследования в мониторинге состояния лесных фитоценозов в зоне выбросов промышленного предприятия // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2014. – Т. 11, № 1. – С. 30–42.
- Гусев А. П. Фитоиндикаторы техногенного подтопления в зоне влияния полигона промышленных отходов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. – 2015. – № 1. – С. 128–131.
- Гусев А. П., Шершнева О. В., Павловский А. И., Прилуцкий И. О., Акулевич А. Ф. Особенности формирования ландшафтно-геохимических барьеров в зоне влияния отходов химических производств (Гомельский химический завод) // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геоэкология. – 2013. – № 2. – С. 147–152.
- Комарова А. Ф., Журавлева И. В., Яблоков В. М. Открытые мультиспектральные данные и основные методы дистанционного зондирования в изучении растительного покрова // Принципы экологии. – 2016. – № 1. – С. 40–74.
- Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И. Современная наука о растительности. – М.: Логос, 2002. – 264 с.
- Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. – М.: Наука, 1983. – 196 с.
- Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
- Vox E. O., Holben B. N., Kalb V. Accuracy of the AVHRR Vegetation Index as a predictor of biomass, primary productivity and net CO₂ flux // Vegetatio. – 1989. – Vol. 80. – P. 71–89.
- Seccato P., Flasse S., Tarantola S., Jacquemond S., Gregoire J. Detecting vegetation water content using reflectance in the optical domain // Remote Sensing of Environment. – 2001. – Vol. 77. – P. 22–33.
- Frampton W. J., Dash J., Watmough G., Milton E. J. Evaluating the capabilities of Sentinel-2 for quantitative estimation of biophysical variables in vegetation // Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2013. – Vol. 82. – P. 83–92.
- Gitelson A., Merzlyak M. Remote Sensing of Chlorophyll Concentration in Higher Plant Leaves // Advances in Space Research. – 1998. – Vol. 22. – P. 689–692.
- Miller J. D., Quayle B. Calibration and Validation of Immediate Post-Fire Satellite-Derived Data to three severity metrics // Fire Ecology. – 2015. – Vol. 11, № 2. – P. 12–30.
- Yengoh G. T., Dent D., Olsson L., Tengberg A. E., Tucker C. J. The use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to assess land degradation at multiple scales: a review of the current status, future trends, and practical considerations / Lund University Centre for Sustainability Studies. – LUCSUS, 2014. – 80 p.

Gusev A. P., Shpilevskaya N. S. Phytoindicators of technogenic chemical impact on meadow ecosystems // Ekosistemy. 2020. Iss. 22. P. 53–59.

The effect of chemical contamination of surface and groundwater of meadow ecosystems in the zone of influence of phosphogypsum dumps was revealed in accordance with the results of meadow ecosystems studies in the territory adjacent to the chemical enterprises. The total projective cover of vegetation decreases by an average of 2.8 times compared to background values; species abundance decreases by 2.9 times; the proportion of meadow species in the phytocenosis decreases by 2.2 times influenced by flooding with polluted groundwater. A significant decrease in the values of vegetation indices was noted (NDVI – by 1.4–1.9 times depending on the date of the space imagery, GNDV – by 1.2–1.8 times, NBR - by 1.3–1.8 times, SWVI – by 2.4–9.5 times). Changes in vegetation indices are caused by a decrease of green phytomass, total projective coverage, and a change in the color (yellowing) of meadow vegetation according to the gradient of chemical exposure. Modifications of meadow ecosystems corresponding to different levels of chemical exposure were identified by ground and remote methods. Chemical chemical impact is indicated by changes in vegetation indices (phytocenosis composition, species abundance, projective coverage) and spectral reflective properties of the earth's surface (vegetation indices).

Key words: phytoindicators, ecosystem, phytocenosis, vegetation indices, chemical pollution.

Поступила в редакцию 17.02.20

УДК 634.675.4:631.416:54-38(4-12)

DOI 10.37279/2414-4738-2020-22-60-65

Паслен черный – *Solanum nigrum* L. (Solanaceae) на засоленных местообитаниях Юго-Востока Европы

Юрицына Н. А., Васюков В. М.

Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Институт экологии Волжского бассейна РАН
Тольятти, Россия
natyur@mail.ru, vvasjukov@yandex.ru

Одной из негативных тенденций флорогенеза является обогащение флоры чужеродными видами, которое происходит на фоне инсуляризации естественного растительного покрова. Внедряясь в состав природных сообществ, конкурируя с видами местной флоры, они изменяют структуру экосистем, снижают их продуктивность, создают угрозу разнообразию и генетической целостности природной флоры. К числу чужеродных видов семейства Solanaceae Juss. относится паслен черный (*Solanum nigrum* L.) – ядовитый вид средиземноморского происхождения, с евразийским вторичным ареалом, ненамеренно-заносный (ксенофит), натурализующийся на вторичных местообитаниях (эпифит), мезофит, гелиофит, зоохор, преимущественно натурализующийся в более или менее нарушенные растительные сообщества на территории Юго-Востока Европы. Этот вид обнаружен и на засоленных почвах, где зарегистрирован в сообществах ассоциаций *Cichorio-Lactucetum serriolae* Golub et Mirkin 1986, *Atriplici aucheri-Tamaricetum ramosissimae* Golub et al. 1998 (субассоциации *A.au.-T.r. althaeetosum* Golub et al. 1998, *A.au.-T.r. cannabietosum* Golub et al. 1998), *Polygono-Aeluropodetum pungentis* Golub et Mirkin 1986 и *Suaedo-Petrosimonetum* Golub 1986 (вариант *Glycyrrhiza glabra*). Эти ассоциации могут встречаться в широком диапазоне степени почвенного засоления как на слабо-, так и сильнозасоленных почвах, но *S. nigrum* не показывает больших различий по своему присутствию в их сообществах. Вид характеризуется слабым внедрением в ценозы засоленных местообитаний – встречается редко и с незначительным обилием.

Ключевые слова: Юго-Восток Европы, Россия, Нижнее Поволжье, засоленные экотопы, чужеродный вид, эколого-флористическая классификация, продромус, *Solanum nigrum*, Solanaceae.

ВВЕДЕНИЕ

Среди экологических проблем довольно серьезной является проблема биологического загрязнения (Гельтман, 2003). В настоящее время практически все страны мира столкнулись с биологическими инвазиями чужеродных видов. Проблема проникновения видов живых организмов за пределы их исторических ареалов имеет исключительно важное социально-экономическое и природоохранное значение (Самые опасные..., 2018).

Настоящая статья продолжает серию публикаций, рассматривающих внедрение чужеродных видов растений в сообщества засоленных почв территории европейского Юго-Востока (Юрицына, Васюков, 2017, 2018, 2019; Юрицына и др., 2019).

Цель исследований – рассмотреть внедрение чужеродного вида – паслена черного (*Solanum nigrum* L. (Solanaceae Juss.)) в растительные сообщества засоленных экотопов Юго-Востока Европы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Европейский Юго-Восток в контексте статьи включает административные единицы двух стран: Российская Федерация – Республика Калмыкия, Астраханская, Волгоградская, Саратовская, Самарская и Оренбургская (юго-западная часть) области, Республика Казахстан – европейские части Западно-Казахстанской и Атырауской областей.

Объем совокупности единиц растительности засоленных экотопов Юго-Востока Европы соответствует приведенному для этого мегарегиона в обзоре Н. А. Юрицыной (2014, 2016). Классификация растительности – эколого-флористическая (Braun-Blanquet, 1964). Номенклатура таксонов приведена по Euro+Med Plantbase

(<http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/>); названия и номенклатура синтаксонов – правилам 3-го издания «International Code of Phytosociological Nomenclature» (Weber et al., 2000).

В ходе исследования выявлялись синтаксономические единицы с присутствием чужеродного вида *S. nigrum* и оценивалась степень его участия в формировании сообществ (на основе показателей обилия и константности), а также определялось распространение этого вида в сообществах засоленных экотопов в границах европейского Юго-Востока и устанавливались экологические особенности их местообитаний.

Обилие вида в сообществе указано в соответствии с модифицированной шкалой Б. М. Миркина (Миркин, Розенберг, 1983; Миркин и др., 1989), в контексте статьи это: «+» – проективное покрытие вида менее 1 %, 1 балл – 1–5 %. Константность приведена с использованием традиционной градации и в контексте статьи соответствует: I балл – менее 20 %, II – 21–40 %. Почвы охарактеризованы с использованием терминологии «Классификации и диагностики почв СССР» (1977).

Сокращения, используемые в работе: асс. – ассоциация, вар. – вариант, К – константность, кл. – класс, подпор. – подпорядок, пор. – порядок, субасс. – субассоциация.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

S. nigrum – ядовитый и лекарственный чужеродный вид средиземноморского происхождения, с евразийским вторичным ареалом, ненамеренно-заносный (ксенофит), натурализующийся на вторичных местообитаниях (эпикофит), однолетник, терофит, мезофит, гелиофит, зоохор, в основном, приуроченный по экологии к вторичным местообитаниям (Raunkiaer, 1934; Серебряков, 1962, 1964; Протопопова, 1991; Цвелев, 2000; Лактионов, 2009; Силаева и др., 2010).

При анализе растительности засоленных экотопов европейского Юго-Востока *S. nigrum* был обнаружен в ценозах всего 4 ассоциаций, которые относятся к 4 классам растительности, включая неустановленный (см. Продромус) (Юрицына, 2014, 2016). Эти классы не принадлежат к наиболее хорошо синтаксономически и географически представленным на территории данного мегарегиона (Голуб, 1986; Golub, Mirkin, 1986; Агелеуов, Голуб, 1989; Голуб и др., 1998, 2007; Голуб, Юрицына, 2001; Юрицына, 2003, 2008, 2012, 2014, 2016).

Продромус сообществ с участием *Solanum nigrum* на Юго-Востоке Европы

Кл. *Glycyrrhizetea glabrae* Golub et Mirkin in Golub 1995

Пор. *Glycyrrhizetalia glabrae* Golub et Mirkin in Golub 1995

Союз *Glycyrrhizion glabrae* Golub et Mirkin in Golub 1995

Асс. *Cichorio-Lactucetum serriolae* Golub et Mirkin 1986

Кл. *Nerio-Tamaricetea Br.-Bl. et Bolòs 1958*

Пор. *Tamaricetalia ramosissimae* Golub in Barmin 2001

Подпор. *Tamaricenalia ramosissimae* Golub in Barmin 2001

Союз *Elytrigio repentis-Tamaricion ramosissimae* Golub in Barmin 2001

Асс. *Atriplici aucheri-Tamaricetum ramosissimae* Golub et al. 1998

субасс. *A.au.-T.r. althaeetosum* Golub et al. 1998

субасс. *A.au.-T.r. cannabietosum* Golub et al. 1998

Кл. *Molinio-Arrenatheretea* Tx. 1937

Пор. *Althaeetalia officinalis* Golub et Mirkin in Golub 1995

Союз *Althaeion officinalis* Golub et Mirkin in Golub 1995

Асс. *Polygono-Aeluropodetum pungentis* Golub et Mirkin 1986

Класс?

Порядок?

Союз?

Асс. *Suaedo-Petrosimonetum* Golub 1986

вар. *Glycyrrhiza glabra* (Голуб, 1986)

Во всех перечисленных выше ассоциациях *S. nigrum* является редко встречающимся и малообильным видом – показатели его константности и обилия не превышают одного балла (табл. 1).

Таблица 1

Solanum nigrum в сообществах засоленных экотопов Юго-Востока Европы

№ п/п	Синтаксоны	Обилие, баллы		Константность, баллы	
		+	1	I	II
I	Кл. <i>Glycyrrhizetea glabrae</i>				
	Асс. <i>Cichorio-Lactucetum serriolae</i>	–	+	+	–
II	Кл. <i>Nerio-Tamaricetea</i>				
	Асс. <i>Atriplici aucheri-Tamaricetum ramosissimae</i>	+	–	+	–
	субасс. <i>A.au.-T.r. althaeetosum</i>	+	–	+	
	субасс. <i>A.au.-T.r. cannabietosum</i>	+	–	–	+
III	Кл. <i>Molinio-Arrenatheretea</i>				
	Асс. <i>Polygono-Aeluropodetum pungentis</i>	–	+	+	–
IV	Класс?				
	Асс. <i>Suaedo-Petrosimonetum</i>	+	–	+	–
	вар. <i>Glycyrrhiza glabra</i>	+	–	+	–

Вселение *S. nigrum* на засоленные местообитания европейского Юго-Востока, также как у ряда других чужеродных видов – представители семейств Amaranthaceae, Asteraceae и Roaceae (Юрицына, Васюков, 2018; Юрицына и др., 2019; неопубликованные данные) – оказалось зарегистрировано только в Нижнем Поволжье: дельта реки Волга и крайний юг Волго-Ахтубинской поймы (рис. 1).

Детализация участия и распространения *S. nigrum* в сообществах на засоленных экотопах европейского Юго-Востока в рамках отдельных классов растительности представлена ниже. В связи с тем, что все сообщества найдены на территории Астраханской области, ее название при указании их географии нами опущено.

1. Кл. *Glycyrrhizetea glabrae* Golub et Mirkin in Golub 1995

(лугово-степные сообщества степной и пустынной зон Прикаспийской низменности на слабо- или средnezасоленных почвах, краткосрочно затапливаемых полыми водами или только длительно подтопляемых грунтовыми)

В сообществах этого класса *S. nigrum* отмечен в единственной ассоциации – *Cichorio-Lactucetum serriolae* Golub et Mirkin 1986, где зарегистрирован только в одном описании с низким (1 балл) обилием (табл. 1). География (рис. 1): дельта реки Волги – Приволжский район. Ценозы ассоциации занимают вершины грив с незасоленными или слабозасоленными почвами (содержание солей в поверхностном горизонте – менее 0,5 %) в прирусловьях проток в дельте реки Волги. В составе ассоциации значительную долю составляют рудеральные виды (Golub, Mirkin, 1986; Юрицына, 2014, 2016).

2. Кл. *Nerio-Tamaricetea* Br.-Bl. et Bolòs 1958

(кустарниковые и древесно-кустарниковые сообщества аридных и субаридных районов Средиземноморья и Евразии на экотопах с близким залеганием грунтовых вод и различной степенью засоления почв)



Рис. 1. Распространение *Solanum nigrum* в сообществах засоленных экотопов на европейском Юго-Востоке

Обозначения к рисунку:

- ⊗ – Асс. *Cichorio-Lactucetum serriolae* (Кл. *Glycyrrhizetea glabrae*)
- – Асс. *Polygono-Aeluropodetum pungentis* (Кл. *Molinio-Arrhenatheretea*)
- ⊕ – Асс. *Atriplici aucheri-Tamaricetum ramosissimae* (Кл. *Nerio-Tamaricetea*)
- ⊙ – Асс. *Suaedo-Petrosimonetum* (Класс?)

S. nigrum зарегистрирован в единственной ассоциации класса – *Atriplici aucheri-Tamaricetum ramosissimae* Golub et al. 1998 (табл. 1). География (рис. 1): дельта реки Волга и крайний юг Волго-Ахтубинской поймы – Икрянинский, Камызякский, Наримановский районы. Экотопы ассоциации обычно используются под выпас.

Вид присутствует в сообществах лишь 2 ее субассоциаций – *A.au.-T.r. althaeetosum* Golub et al. 1998 (Икрянинский район) и *A.au.-T.r. cannabietosum* Golub et al. 1998 (Камызякский и Наримановский районы). В целом для ассоциации это – редкий вид с очень низким обилием: его константность – I, а обилие – +. Такое же незначительное обилие наблюдается у него и в обеих указанных субассоциациях, но в *A.au.-T.r. cannabietosum* он встречается несколько чаще (K=II) и на большем ареале, выходя за пределы волжской дельты в Волго-Ахтубинскую пойму.

Возможно, некоторая разница в интенсивности вселения *S. nigrum* в ценозы этих субассоциаций связано с особенностями увлажнения занимаемых ими экотопов и гранулометрическим составом почв. Сообщества субасс. *A.au.-T.r. cannabietosum* встречаются на не заливаемых в половодье высоких прирусловых гривах и буграх с легкими почвами, а субасс. *A.au.-T.r. althaeetosum* – на заливаемых в половодье довольно увлажненных участках вдоль временных водотоков и малых рек с более тяжелыми почвами. Ценозы обеих субассоциаций распространены на незасоленных или слабозасоленных с поверхности почвах, но при этом у субасс. *A.au.-T.r. althaeetosum* засоление может сильно увеличиваться со второго полуметра и меняться с хлоридно-сульфатного на сульфатно-хлоридное (Голуб и др., 1998; Юрицына, 2014, 2016).

3. Кл. *Molinio-Arrhenatheretea* Тх. 1937

(вторичные послелесные, преимущественно гликофитные, луга умеренной зоны Евразии, формирующиеся на месте широколиственных лесов на достаточно богатых незасоленных почвах)

S. nigrum с низким (1 балл) обилием отмечен только в одном описании единственной ассоциации класса – *Polygono-Aeluropodetum pungentis* Golub et Mirkin 1986 (табл. 1) на шлейфе бэровского бугра. Почвы под ее ценозами могут быть от слабо/средне- до сильнозасоленных: содержание солей – 0,5–1,5 %. География (рис. 1): дельта реки Волга – Володарский район (Golub, Mirkin, 1986; Юрицына, 2014, 2016).

4. Класс?

S. nigrum, как и в большинстве рассматриваемых нами классов, зарегистрирован только в одном описании единственной ассоциации неустановленного класса – *Suaedo-Petrosimonetum* Golub 1986, в ее варианте *Glycyrrhiza glabra* (Golub, 1986). При этом он характеризуется еще и очень низким (+) обилием. Почвы под сообществами этого варианта аллювиально-делювиальные, очень сильно засоленные и солончаковатые (содержание солей 1,5 %) с хлоридно-сульфатным и сульфатно-хлоридным типом засоления. Эти ценозы встречаются только в средней части дельты реки Волги по склонам и шельфам бэровских бугров. География (рис. 1): дельта реки Волга – Володарский район (Голуб, 1986; Юрицына, 2014, 2016).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Семейство Solanaceae не относится к ведущим или даже более-менее заметным в ценофлоре растительности засоленных экотопов низовий реки Волги (Юрицына, 2008), где на территории европейского Юго-Востока только и оказался зарегистрированным его чужеродный представитель *Solanum nigrum* L. Имея ограниченный небольшим участком в масштабах этого мегарегиона зарегистрированный «ареал внедрения», этот вид характеризуется так же и слабым внедрением в ценозы засоленных местообитаний – он является редко встречающимся с незначительным обилием в сообществах всего 4 ассоциаций. Эти ассоциации могут встречаться на широком диапазоне степени почвенного засоления – как на слабо- так и сильнозасоленных, – но *S. nigrum* не показывает больших различий по своему присутствию в их сообществах в зависимости от этого.

Работа выполнена в рамках госзаданий ИЭВБ РАН – филиала СамНЦ РАН: № АААА-А17-117112040039-7; № АААА-А17-117112040040-3.

Список литературы

- Агелеуов Е. А., Голуб В. Б. Флористическая классификация лугов р. Урал. – М., 1989. – 46 с. – Деп. в ВИНТИ 23.06.89, № 4148-В89.
- Гельман Д. В. Понятие «инвазивный вид» и необходимость изучения этого явления // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ: Материалы науч. конф. (Тула, 15–17 мая 2003 г.). – М.; Тула, 2003. – С. 35–36.
- Голуб В. Б. Сообщества *Glycyrrhizetea glabrae* на Нижней Волге // Классификация растительности СССР (с использованием флористических критериев) / [Под ред. Б. М. Миркина]. – М.: Изд-во Московского университета, 1986. – С. 159–172.
- Голуб В. Б., Дубына Д. В., Бондарева В. В., Николайчук Л. Ф. Растительные сообщества класса *Glycyrrhizetea glabrae* // Фиторазнообразии Восточной Европы. – 2007. – № 4. – С. 53–63.
- Голуб В. Б., Кузьмина Е. Г., Юрицына Н. А. Сообщества с доминированием *Tamarix ramosissima* в долине Нижней Волги // Український фітоценологічний збірник. – 1998. – Серія А. Вып. 1 (9). – С. 52–60.
- Голуб В. Б., Юрицына Н. А. Некоторые галофитные сообщества Волго-Уральского Междуречья // Бюллетень Самарская Лука. – 2001. – № 11/01. – С. 29–37.
- Классификация и диагностика почв СССР / [Ред. В. В. Егоров, В. М. Фридланд, Е. Н. Иванова, Н. П. Розов и др.] – М.: Колос, 1977. – 224 с.
- Лактионов А. П. Флора Астраханской области: монография. – Астрахань: Астраханский университет, 2009. – 296 с.
- Миркин Б. М., Розенберг Г. С. Толковый словарь современной фитоценологии. – М.: Наука, 1983. – 134 с.
- Миркин Б. М., Розенберг Г. С., Наумова Л. Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. – М.: Наука, 1989. – 220 с.
- Протопопова В. В. Синантропная флора Украины и пути ее развития. – Киев: Наукова думка, 1991. – 204 с.

- Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) / [Ред. Ю. Ю. Дгебуадзе, В. Г. Петросян, Л. А. Хляп]. – М.: Тов-во научных изданий КМК, 2018. – 688 с.
- Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. – М.: Высшая школа, 1962. – 378 с.
- Серебряков И. Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. – М.; Л.: Наука, 1964. – Т. 3. – С. 146–205.
- Силаева Т. Б., Кирюхин И. В., Чугунов Г. Г. и др. Сосудистые растения Республики Мордовия / [Ред. Т. Б. Силаева]. – Саранск: Изд-во Морд. ун-та, 2010. – 352 с.
- Цвелев Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Запада России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). – СПб.: Изд-во СПХФА, 2000. – 781 с.
- Юрицына Н. А. Особенности растительности засоленных экотопов дельты Волги // Известия Самарского научного центра РАН. – 2008. – Т. 10, № 2. – С. 420–425.
- Юрицына Н. А. Особенности растительности засоленных экотопов Юго-Востока Европы и сопредельных территорий: дис. ... д-ра биол. наук: спец. 03.02.08 Экология. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2016. – 309 с.
- Юрицына Н. А. Растительность засоленных местообитаний на юго-восточной границе Европы // Аридные экосистемы. – 2012. – Т. 18, № 4(53). – С. 55–62. (Yuritsyna N. A. Vegetation of Saline Habitats on Southeastern Border of Europe / Arid Ecosystems. – 2012. – Vol. 2, N 4. – P. 239–244.)
- Юрицына Н. А. Растительность засоленных почв Юго-Востока Европы и сопредельных территорий / [Ред. С. В. Саксонова]. – Тольятти: Кассандра, 2014. – 164 с.
- Юрицына Н. А. Экология и синтаксономия галофитной растительности Волго-Уральского междуречья: дис. ... канд. биол. наук: спец. 03.02.08 Экология. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 170 с.
- Юрицына Н. А., Васюков В. М. *Atriplex tatarica* L. (Chenopodiaceae) в сообществах засоленных экотопов Юго-Востока Европы // Известия Самарского научного центра РАН. – 2017. – Т. 19, № 2. – С. 96–103.
- Юрицына Н. А., Васюков В. М. Семейство Amaranthaceae Juss. в сообществах засоленных почв Юго-Востока Европы // Российский журнал биологических инвазий. – 2018. – Т. 9, № 3. – С. 130–136.
- Юрицына Н. А., Васюков В. М. Чужеродные виды семейства Brassicaceae Burnett в сообществах засоленных экотопов юго-востока Европы // Российский журнал биологических инвазий. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 123–135.
- Юрицына Н. А., Васюков В. М., Саксонов С. В. Инвазии *Bidens frondosa* L. (Asteraceae) в сообществах засоленных почв Юго-Востока Европы // Самарский научный вестник. – 2019. – Т. 8, № 3 (28). – С. 89–92.
- Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3rd ed. – Wien; N.Y.: Springer, 1964. – 865 p.
- Golub V. B., Mirkin B. M. Grasslands of the Lower Volga Valley // Folia Geobotanica et Phytotaxonomica. – 1986. – Vol. 21, N 4. – P. 337–395.
- Raunkiaer C. The life forms of plant and statistical plant geography. – Oxford: Clarendon Press, 1934. – 632 p.
- Weber H. E., Moravec J., Theurillat J.-P. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd ed. // Journal of Vegetation Science. – 2000. – Vol. 11, N 5. – P. 739–769.
- Yuritsyna N. A., Vasjukov V. M. Family Amaranthaceae Juss. in Communities of Saline Soils in Southeastern Europe // Russian Journal of Biological Invasions. – 2018. – Vol. 9, N 4. – P. 392–396.

Yuritsyna N. A., Vasjukov V. M. Nightshade black – *Solanum nigrum* L. (Solanaceae) on saline habitats of the Southeast Europe // Ekosistemy. 2020. Iss. 22. P. 60–65.

One of the negative florogenesis trends is the diversification of flora with alien species, which goes parallelly with insularization of natural vegetation cover. They alter the structure of ecosystems, reduce their productivity, threaten the diversity and genetic integrity of natural flora by integration into natural communities and competition with native flora species. One of alien species of Solanaceae Juss family is black nightshade (*Solanum nigrum* L.) – a poisonous species of Mediterranean origin, with a Eurasian secondary area; unintentionally introduced alien species (xenophyte), naturalizing in secondary habitats (epicophyte), mesophyte, heliophyte, zoochor, naturalizing predominantly in more or less disturbed vegetative communities of South-Eastern Europe. This species is also found on salted soils, where it is registered in the communities of associations *Cichorio-Lactucetum serriolae* Golub et Mirkin 1986, *Atriplici aucheri-Tamaricetum ramosissimae* Golub et al. 1998 (subassociations *A.au.-T.r. althaeetosum* Golub et al. 1998, *A.au.-T.r. cannabietosum* Golub et al. 1998), *Polygono-Aeluropodetum pungentis* Golub et Mirkin 1986 and *Suaedo-Petrosimonetium* Golub 1986 (variant *Glycyrrhiza glabra*). These associations can occur on soil with a wide range of salinization degree – both on soils with weak- and high- salinity - but *Solanum nigrum* does not have much difference in its presence in their communities depending on this factor. The species is characterized by a weak introduction in cenoses of saline habitats – it is rare and has low abundance level.

Key words: South-East of Europe, Russia, Lower Volga region, saline ecotopes, alien species, *Solanum nigrum*, Solanaceae.

Поступила в редакцию 25.12.19

Североамериканские виды рябин (*Sorbus* L.) коллекции Южно-Уральского ботанического сада

Абдуллина Р. Г.

Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН
Уфа, Республика Башкортостан, Россия
rimtaabdullina@yandex.ru

Дана краткая характеристика трех североамериканских видов рябин коллекции Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН (г. Уфа): *Sorbus decora*, *Sorbus americana* и *Sorbus scopulina*. Климатические условия района интродукции по температурному режиму близки параметрам естественного ареала североамериканской *S. decora*, но не являются оптимальными, хотя растения цветут и завязывают жизнеспособные семена. Можно предположить, что в условиях с более мягким климатом и благоприятными водно-физическими почвенными условиями жизненные показатели *S. decora* были бы выше. По данным дисперсионного анализа установлено, что условия года и видовые особенности значимо влияют на все фенологические фазы развития североамериканских рябин. При этом они в большей степени зависят от температурных условий года ($F=17,4$ при $p<0,001$) и в меньшей от видовых особенностей ($F=6,2$, при $p<0,001$), хотя из года в год сохраняется последовательность наступления фенофаз. Продолжительность вегетации рябин в среднем составляет 154–163 дня. Относительно новые для коллекции *S. americana* и *S. scopulina* (2011–2015 гг.) можно считать перспективными декоративными культурами для выращивания в климатических условиях города Уфы и Башкирского Предуралья.

Ключевые слова: *Sorbus*, вегетация; интродукция; фенология; североамериканские виды рябин, устойчивость.

ВВЕДЕНИЕ

Род *Sorbus* L., относится к подсемейству *Maloideae* Weber, семейства *Rosaceae* Adans. Рябины являются ценными декоративными и плодовыми растениями, обладающими высокой зимостойкостью, устойчивостью и неприхотливостью к условиям произрастания (Коновалов, 1954). В настоящее время насчитывается более 250 видов рябин, произрастающих, преимущественно, в умеренных районах северного полушария: Европе, Северной Африке, Азии и Северной Америке (Phipps etc, 1990).

Северная Америка находится почти в тех же климатических поясах, что и Евразия. В положении границ отдельных поясов существуют различия, создаваемые индивидуальными особенностями каждого из материков. Наиболее значительные температурные контрасты создаются между сильно прогретыми внутренними районами материка и охлаждаемыми холодными течениями западных и северо-восточных побережий. Средняя температура января в северной части материка (Канада, Аляска) низкая (от -20 до -24 °C), на островах Канадского Арктического архипелага -36 °C, в центре Гренландии до -44 °C. В то же время на юге средняя январская температура достаточно высока и может достигать $+20$ °C (Климат..., 2020).

Климатические условия северной и центральной части Северной Америки близки к условиям Башкирского Предуралья, что позволяет прогнозировать успешное культивирование рябин североамериканской флоры в Республике Башкортостан.

Фенологические наблюдения за интродуцированными видами, позволяют по внешним признакам судить об устойчивости растения и в совокупности с другими характеристиками оценить результаты адаптации, выделить наиболее устойчивые и хозяйственно-перспективные виды в новых условиях произрастания (Зайцев, 1981).

Цель настоящих исследований – изучить сезонные ритмы развития североамериканских видов рябин (*Sorbus* L.) в условиях Башкирского Предуралья, выявить зависимость наступления фенологических фаз развития от годовых климатических условий и видовых особенностей, выделить наиболее устойчивые и перспективные виды.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом работы являлись три вида коллекции рода *Sorbus*, секции *Sorbus* C. Koch: *Sorbus americana* Marshall (рябина американская), *Sorbus decora* (Sarg.) C. K. Schneid. (рябина красивая), *Sorbus scopulina* Greene (рябина горная). В данной работе использована систематика рода рябин, предложенная Э. Ц. Габриэлян (Габриэлян, 1978).

Климат региона, на территории которого находится Южно-Уральский ботанический сад (г. Уфа) характеризуется резкими изменениями температуры в течение всего года, абсолютный минимум зимних месяцев -42°C , абсолютный максимум летних месяцев $+38^{\circ}\text{C}$. По среднегодовым данным метеостанции города Уфы наступление осенних заморозков наблюдается 28 сентября (1 сентября – 22 октября), а окончание весенних заморозков – 6 мая (11 апреля – 2 июля). Глубина снежного покрова может достигать 50–80 см (Кадильникова, 1960).

В геологическом строении почвообразующими породами на территории Южно-Уральского ботанического сада служат элювий и делювиальные желто-бурые тяжелые суглинки, что обуславливается контрастностью почвенного покрова в пределах серых лесных и темно-серых лесных почв с большой уплотненностью. Вследствие уплотненности, почвообразовательные процессы характеризуются ухудшением водно-физических свойств почв (Кадильникова, 1960; Атлас Республики..., 2005).

Фенологические наблюдения проводились у *Sorbus decora* – 13 лет (2005–2017 гг.), *Sorbus americana* – 7 лет (2011–17 гг.), *Sorbus scopulina* – 3 года (2015–17 гг.) по общепринятой в интродукционных исследованиях методике (Методика фенологических наблюдений, 1975) по 7 фенологическим фазам: разверзание почек, начало роста побегов, начало цветения, конец цветения, начало созревания плодов, осенняя окраска листьев, начало листопада. Календарные даты наступления фенодат были переведены в непрерывный числовой ряд от 1 марта (Зайцев, 1981) и вычислена средняя для всех экземпляров каждого вида. Зимостойкость рябин оценивали по шкале, разработанной в Главном ботаническом саду (Лапин, 1975). Жизненное состояние растений оценивали по методике В. А. Алексеева (1989), предусматривающей распределение особей в зависимости от санитарного состояния (облиственность кроны, наличие сухих ветвей, повреждения стволов деревьев, отклонения от нормального роста) по следующим категориям: здоровые – 5 баллов, ослабленные – 4 балла, сильно ослабленные – 3 балла, отмирающие – 2 балла, сухостой – 1 балл. Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета Statistica 10.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Коллекция североамериканских видов рябин Южно-Уральского ботанического сада начала формироваться в конце XX столетия. Первые саженцы рябин североамериканской флоры были получены в 1984 году из ГБС (Москва). В 2005 году работа по пополнению коллекции продолжилась, в основном, путем выращивания видов из семян, полученных по программе обмена с другими ботаническими садами. В настоящее время в составе коллекции рода *Sorbus* L. представителей североамериканской флоры насчитывается 3 вида, что составляет 10 % от общего количества.

Sorbus decora (Sarg.) C. K. Schneid. (синонимы: *Pyrus americana* (Marshall) Sprengel var. *decora* Sargent; *P. decora* (Sargent) Hyland; *Sorbus decora* var. *groenlandica* (C. K. Schneider) G. N. Jones). Небольшое дерево или кустарник до 12 м высотой; встречается на восточном побережье Северной Америки, простираясь дальше на север до Гренландии, Ньюфаундленда, Миннесоты, Айовы и Нью-Йорка, растет во влажных и сухих лесах, скалистых склонах, по берегам озер и ручьев. В России культивируется в Липецкой ЛОСС, ботаническом саду Ростовского ГУ, Ставропольском ботаническом саду (Каталог культивируемых растений, 1999). В коллекции Южно-Уральского ботанического сада-института (рис. 1 а, б) имеются 2 образца: 1) растение высотой 5 м, посадки 1960 года, неизвестного происхождения; 2) пять



Рис. 1. Рябина красивая (Южно-Уральский ботанический сад, 23.05.2010) начало цветения (a) и плодоношения (b) (20.08.2017)

растений высотой до 4 м, полученных семенами из ГБС (г. Москва) в 1984 году. Vegetация начинается во второй половине апреля (табл. 1). Почки конические от темно-красного до черного цвета, липкие, крупные, до 20 мм длиной. Побеги толстые, жесткие. Лист сложный, непарноперистый, с 6–8 парами листочков, продолговато-эллиптический, 12,5–22,5 см длиной и 7,3–11,8 см шириной. Листочки 3,7–5,8 см длиной, 1,5–2 см шириной (Коновалов, 1954; McAllister, 2005). Начинает цвести в среднем 26 мая (Абдуллина, Рязанова, 2014). Щитковидное соцветие состоит из плотных белых бутонов, которые смотрятся очень эффектно на фоне темно-зеленых листьев. Плоды оранжево-красные, созревают в первой декаде сентября.

Семена светло-коричневые, до 5×2 мм, в среднем по 5 штук в одном плоде. К середине октября начинается окрашивание листьев в желто-бордовые цвета. Продолжительность вегетации составляет 162,4±3,0 дня (Абдуллина, 2018). Зимостойкость *Sorbus decora* I балл, но в последние годы отмечаются признаки угнетения растений (изреживание кроны, повреждение коры в нижней части ствола), предположительно связанное с уплотнением и ухудшением физико-механических свойств почвы. Жизненное состояние – ослабленные. В наших условиях *Sorbus decora* выделяется невысоким ростом, интенсивно окрашенными листьями осенью и яркими плодами (Абдуллина, Рязанова, 2015).

***Sorbus americana* Marshall.** (синонимы: *Pyrus americana* S. Watson & J. M. Coult., *Pyrus americana* (Willd.) DC., *Sorbus aucuparia* Michx., *Sorbus micrantha* hort. angl. ex Dum. Cours.) Дерево или кустарник до 10 м высотой, произрастает в Восточной Северной Америке, на острове Ньюфаундленд и в северо-восточной Миннесоте, на юге доходит до восточного Теннесси и Северной Каролины. Встречается на открытых местах и в лесных массивах, на скалистых склонах холмов, предпочитательно на влажных почвах, на высоте 1300 м н. у. м. (McAllister, 2005). В нашей коллекции содержатся 3 экземпляра, полученных в 2007 году семенами из г. Яункалнава (Латвия), высотой до 170 см. Начинает вегетацию одновременно с местным *S. aucuparia* в третьей декаде апреля (табл. 1). Побеги крепкие, толстые, красновато-коричневые. Почка коническая, темно-красная, липкая до 20 мм длиной, с красно-коричневыми волосками. Листья сложные, непарноперистые, до 30 см длиной, с 7–8 парами эллиптически-ланцетных листочков. Начинает цвести в конце мая, начале июня (рис. 2 a, b). Первое цветение отмечено в 2011 году (02.06.). Плоды блестящие, оранжево-красные, мелкие до 7,5×8 мм, почти округлые. Семя темно-коричневое, мелкое до 3×2 мм. Во второй половине октября листья начинают окрашиваться в желто-оранжевые тона. Продолжительность вегетации – 154±2,4 дня (Абдуллина, 2018). Зимостойкость *Sorbus americana* – I балл. Жизненное состояние – здоровые.

Рябина американская привлекает своими темно-зелеными листьями, блестящими, красно-оранжевыми плодами и яркими осенними листьями.



Рис. 2. Рябина американская (a) во время цветения (Южно-Уральский ботанический сад, 23.05.2017) и общий вид (b) (23.05.2014)

Североамериканские *S. americana* и *S. decora* внешне схожи с европейской *S. aucuparia*, отличительной особенностью является наличие липких почек, в то время как у европейской *S. aucuparia* почки с волосками. Было высказано предположение, что эти виды были тесно связаны и эволюционировали отдельно после разделения одной популяции и открытием Атлантического океана (Love, 1954; Hulten, 1971).

Таблица 1

Фенологические наблюдения за североамериканскими видами рода *Sorbus*
за период 2005–2017 годов

Вид	Разверзание почек	Начало роста побегов	Начало цветения	Конец цветения	Начало созревания плодов	Осенняя окраска листьев	Начало листопада
<i>S. decora</i>	23.04±1,7	27.04±1,6	26.05±1,9	02.06±2,0	21.08±2,9	19.09±2,7	02.10±2,8
<i>S. americana</i>	22.04±1,9	25.04±2,0	26.05±2,8	01.06±3,8	16.08±4,2	27.09±1,9	07.10±3,6
<i>S. scopulina</i>	21.04±4,5	25.04±4,0	31.05±2,5	13.06±3,3	15.08±0,5	16.09±4,4	01.10±1,9

***Sorbus scopulina* Greene** (синонимы: *Sorbus scopulina* var. *scopulina*, *Sorbus scopulina* Nough). Кустарник до 4 м высотой. Растет в Западной Северной Америке, Аляске, проходит через Британскую Колумбию и Альберту в Южную Дакоту, восточный Вашингтон и на юге в Нью-Мексико и Аризону, предпочитает горные склоны, открытые места, опушки леса, прибрежные зоны, встречается на высоте от 0 до 3300 м н. у. м. (McAllister, 2005). В коллекции пять экземпляров, выращенные из семян, полученных из фирмы 'Агбина' в 2011 году (город Королев, Московская область). Вегетация начинается в начале третьей декады апреля. Побеги толстые, красновато-бурые. Почки конически-яйцевидные, глянцевые, красно-коричневые и зеленоватые, липкие, до 14 мм, с белыми волосками на кончике и по краям. Лист сложный, непарноперистый длиной до 20 см длиной, с 5–6 парами листочков (рис. 3 a, b).

Листочки длиной до 60 мм, ланцетные до продолговато-ланцетных, заостренные, зубчатые почти до основания, глянцевые сверху (McAllister, 2005). Цветет с конца мая по середину июня. Первое цветение отмечено в 2015 году (31.05). Плоды блестящие, оранжево-красные, шаровидные до 8×10 мм. Семена светло-коричневые до 4,0×2,0 мм.



Рис. 3. Рябина скальная (а) во время цветения (Южно-Уральский ботанический сад, 20.05.2019) и общий вид (b) (20.05.2019)

Продолжительность вегетации $163 \pm 4,4$ дня. Зимостойкость *Sorbus scopulina* I балл. Жизненное состояние – здоровые. Рябина горная, привлекательна своим невысоким ростом, зелеными глянцевыми листьями и красно-оранжевыми блестящими плодами (Абдуллина, Рязанова, 2015).

В результате дисперсионного анализа выявлено, что условия года и видовые особенности значимо влияют на все фенологические фазы развития (табл. 2). Это значит, что наступление сроков фенофаз ежегодно меняются, они зависят от климатического фактора года и видовых особенностей, но последовательность фаз из года в год сохраняется.

Таблица 2

Влияние видовых особенностей и фактора года на прохождение фенологических фаз североамериканских рябин

Фенологические фазы	Видовые особенности		Фактор года	
	F	p	F	p
Разверзание почек	18,6	0,001	72,1	0,001
Начало роста побегов	19,5	0,001	93,1	0,001
Начало цветения	22,3	0,001	86,0	0,001
Конец цветения	18,8	0,001	120,5	0,001
Начало созревания плодов	12,9	0,001	17,8	0,001
Начало окраски листьев	7,5	0,001	21,7	0,001
Начало листопада	7,1	0,001	20,8	0,001

Примечание к таблице: F – уровень факторизации; p – уровень значимости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по результатам фенологических наблюдений за период 2011–2017 годов интродукцию североамериканских *S. americana* и *S. scopulina* коллекции Южно-Уральского ботанического сада интродукцию можно считать успешной: растения цветут, завязывают семена, имеют здоровое жизненное состояние. Для *S. decora* климатические условия по температурному режиму близки параметрам естественного ареала, но не являются оптимальными, хотя растения цветут и завязывают жизнеспособные семена. Можно предположить, что в условиях с более мягким климатом и благоприятными водно-физическими почвенными условиями, жизненные показатели *S. decora* были бы выше.

Установлено, что наступление фенологических фаз развития у североамериканских видов рябин зависит от метеорологических условий года и их видовых особенностей, новых для коллекции *S. americana* и *S. scopulina* (2011–2015 гг.) можно считать перспективными декоративными культурами для выращивания в климатических условиях города Уфы и Башкирского Предуралья.

Список литературы

- Абдуллина Р. Г., Рязанова Н. А. Сезонный ритм развития рябин (*Sorbus L.*) в ботаническом саду г. Уфы // Известия Уфимского научного центра Российской академии наук. – 2014. – № 4. – С. 87–92.
- Абдуллина Р. Г. Сезонный ритм развития рябин (*Sorbus L.*) в Южно-Уральском ботаническом саду-институте г. Уфы за период 2005–2017 гг. // Известия Уфимского научного центра Российской академии наук. – 2018. – № 2. – С. 44–48.
- Абдуллина Р. Г., Рязанова Н. А. Методика оценки декоративности видов и сортов рода *Sorbus L.* // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 4, – С. 236–239.
- Абдуллина Р. Г. Фенологические группы интродуцированных видов рябин (*Sorbus L.*) в г. Уфе // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2013. – № 7 (180). – Вып. 24. – С. 24–27.
- Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51–57.
- Габриэлян Э. Ц. Рябины (*Sorbus L.*) Западной Азии и Гималаев. – Ереван: Изд-во АН Арм. ССР, 1978. – 258 с.
- Зайцев Г. Н. Фенология древесных растений. – М.: Наука, 1981. – 120 с.
- Кадильникова Е. И. Климат района г. Уфы // Записки Башкирского филиала Географического общества СССР – Уфа, 1960. – С. 61–71.
- Каталог культивируемых древесных растений России. – Сочи, Петрозаводск, 1999. – 174 с.
- Климат Северной Америки [http://ecosystema.ru/08nature/world/geoworld/06-3.htm] (просмотрено 13.01.2020).
- Коновалов И. Н. Род 16. Рябина – (*Sorbus L.*). – Деревья и кустарники СССР. Т. 3. – М.; Л., 1954. – 841 с.
- Лапин П. И., Александрова М. С., Бородин Н. А. и др. Древесные растения Главного ботанического сада АН СССР. – М., 1975. – 547 с.
- Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М., 1975. – 28 с.
- Атлас Республики Башкортостан / [Гл. ред. Яппаров И. М.]. – Уфа: Китап, 2005. – 419 с.
- Phipps J. B., Robertson K., Smith P. G., Rohrer J. R. A checklist of the subfamily Maloideae (Rosaceae) // Canadian Journal of Botany – 1990. – 68 (10). – P. 2209–2269.
- McAllister H. The genus *Sorbus*. Mountain ash and other rowans. – Published by The Royal Botanic Gardens, Kew, 2005. – 252 p.
- Love A. Cytotaxonomical Evaluation of Corresponding Taxa // Vegetatio. – 1954. – 5/6. – P. 212–224.
- Hulten E. The Circumpolar plants II // Kongliga svenska Vetenskaps-akademiens Handlingar Fjärde Serien. – 1971. – Band 13, Nr. 1, Map 120. – P. 352–353.

Abdullina R. G. North-American species of rowan trees from the collection of the South-Ural Botanical Garden // Ekosistemy. 2020. Iss. 22. P. 66–71.

A brief description of three North-American species of rowan trees from the collection of the South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Centre of Russian Academy of Sciences (UFRC RAS): *Sorbus decora*, *Sorbus americana* and *Sorbus scopulina* is given. The climatic conditions of introduction area are similar in temperature to the parameters of the natural range of the North American *S. decora*: they are not optimal for it, but the plants bloom and give viable seeds. It can be assumed that vital signs of *S. decora* would be higher in milder climate and favorable water-physical soil conditions. According to the analysis of variance, it is revealed that the conditions of the year and species characteristics significantly affect all the phenological phases of development of North American rowan trees. At the same time, they are more dependent on the temperature conditions of the year ($F=17.4$ at $p<0.001$) and less on species characteristics ($F=6.2$, at $p<0.001$), although the sequence of phenophases is maintained from year to year. The average vegetation period of rowan trees is 154–163 days. *S. decora* growing in the Botanical Garden for a long time (planted in 1960–1974) and relatively new species for the collection – *S. americana* and *S. scopulina* (2009–2013) can be considered promising decorative crops for growing in the climatic conditions of Ufa and the Bashkir Urals.

Key words: *Sorbus*, vegetation; introduction; phenology; North-American species of rowans, stability.

Поступила в редакцию 10.02.20

УДК 582.594.2:581.162.3(292.471)

Сравнительный анализ особенностей опыления орхидей *Anacamptis morio caucasica* в двух ценопопуляциях в Предгорной зоне Крыма

Курамова В. В., Сволынский А. Д., Иванов С. П.

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского
Симферополь, Республика Крым, Россия
viktoriya.bekirova@ya.ru, svolinskiy@gmail.com, spi2006@list.ru

Проведено изучение особенностей опыления орхидей *Anacamptis morio caucasica* в двух пунктах Предгорного Крыма: в урочище Аян (Симферопольский район) и на горе Бакла (Бахчисарайский район). Проведена оценка относительной численности опылителей орхидей, привлекательности цветков для опылителей и уровня опыления в каждом из пунктов. Данные показатели процесса опыления орхидей получены в результате подсчета соотношения числа цветков восьми различных состояний, возникающих после посещения цветка опылителем. Оценка относительной численности опылителей была проведена на основании подсчета доли «цветков первого свидания» – цветков, которые опылитель посетил в первый раз. Привлекательность цветков орхидей для опылителей оценивалась по величине коэффициента повторности посещения цветков, который представлял среднее число цветков орхидей, которые последовательно посетил один опылитель за время фуражировки в месте произрастания орхидей. Выявлена несколько большая плотность опылителей орхидей и повторность посещения ими цветков на горе Бакла по сравнению с урочищем Аян. Эти небольшие превышения в совокупности обеспечили более высокий уровень опыления цветков орхидей на горе Бакла – 64 % по сравнению с 58 %. Сходство в соотношении числа опылителей, посещающих цветки более и менее уверенно, свидетельствует о сходстве видового состава комплекса опылителей орхидей в двух пунктах ее произрастания. Большая привлекательность цветков орхидей на горе Бакла, предположительно, объясняется различиями в цветовой гамме окраски цветков нектароносных растений, цветущих одновременно с орхидеей в данном местообитании, и большей долей соцветий яснотки пурпурной (*Lamium purpureum*) – основного объекта мимикрии орхидей *A. morio caucasica*. Выявленные уровни опыления орхидей *A. morio caucasica* как в одном, так и в другом пункте ее произрастания в Крыму являются относительно высокими для вида, использующего механизм обманного привлечения опылителей.

Ключевые слова: *Anacamptis morio caucasica*, уровень опыления, привлекательность цветков, эффективность деятельности опылителей, Крымский полуостров, Предгорная зона Крыма.

ВВЕДЕНИЕ

Крымский полуостров, благодаря наличию нескольких природных зон и разнообразию ландшафтов, обладает богатой флорой. Здесь произрастает более 2,5 тысяч видов сосудистых растений (Ена, 2012). В составе флоры много уникальных видов: реликтов, эндемиков, видов со сложной биологией и экологией. К таким видам можно отнести представителей семейства орхидные (Orchidaceae). В Крыму установлено произрастание 45 видов орхидей (Фатерыга, 2019). Все виды этого семейства относятся к редким и занесены в Красную книгу Республики Крым (Красная книга..., 2016), а 24 из них – в Красную книгу Российской Федерации (Красная книга..., 2008). Большинство орхидей относятся к перекрестноопыляемым видам, поэтому важным фактором, обеспечивающим их сохранение, является своевременное и качественное опыление. Достаточность опыления является непременным условием благополучия видов и во многом определяет возможное увеличение или уменьшение числа особей в популяции (Вахрамеева, Денисова, 1988). Пыльца орхидей заключена в специальных структурах (поллиниях или поллинариях) и не может быть использована опылителями ни для собственного питания, ни для выкармливания потомства. Кроме того, у большинства видов орхидных цветки не выделяют нектар. Такие орхидеи привлекают опылителей на свои цветки различными способами обмана (Дарвин, 1950; Dafni, 1984; Ackerman, 1986; Vereecken et al. 2010). Основными способами обманной аттракции являются: цветковая мимикрия, обман

неопытных опылителей, сексуальное привлечение. Первые два способа часто используются одновременно. Такие сложные способы привлечения опылителей делают орхидеи крайне уязвимыми, в особенности в природной среде, подверженной прессу антропогенных факторов. Поэтому детальное изучение особенностей опыления орхидей представляет собой актуальную научную задачу, от успешного решения которой зависит судьба этих замечательных растений.

Анакамптис кавказский – *Anacamptis morio* subsp. *caucasica* (K. Koch) H. Kretzschmar, Eccarius et H. Dietr. (= *Orchis picta* auct.) – редкий европейско-средиземноморский подвид более широко распространенного в Европе вида – анакамптис дремлик (*Anacamptis morio* (L.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase).

Основные биотопы анакамптиса кавказского в Крыму – луга, степи, лесные поляны, открытые солнцу участки среди кустарников (Красная книга..., 2016). Анакамптис кавказский – это многолетнее травянистое растение. Высота генеративных особей – до 30 (40) см, у стебля располагается розетка из нескольких продолговатых листьев. Соцветие цилиндрическое, колосовидное, состоит из 10–25 цветков. Имеет высокую степень изменчивости окраски цветка: от фиолетового до розового, иногда встречаются соцветия с белыми цветками. Губа посередине более светлая, с темными крапинками. Период цветения зависит от высоты н. у. м., общая продолжительность цветения – два месяца: с середины апреля до середины июня. Цветки перекрестноопыляемые, безнектарные, привлекают опылителей (различные виды пчел, включая шмелей) обманом (Красная книга..., 2016).

Цель работы – провести сравнительный анализ особенностей опыления орхидеи *A. morio caucasica* в двух ценопопуляциях, расположенных в Предгорной зоне Крыма.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объект изучения – генеративные особи анакамптиса кавказского – *Anacamptis morio caucasica*, произрастающие в двух пунктах Предгорной зоны Крыма (рис. 1).

Пункты исследования. Пункт первый – урочище Аян в окрестностях села Перевальное (Симферопольский район, Республика Крым); высота над уровнем моря 485 м.

Пункт второй – плато горы Бакла, вблизи села Скалистое (Бахчисарайский район, Республика Крым); высота над уровнем моря 417 м.

Сбор полевого материала проводили в мае – июне 2019 года.

Оценка деятельности опылителей. Для оценки характера взаимоотношений между цветками анакамптиса кавказского и опылителями использовали методику, в основу которой положен подсчет соотношения цветков, находящихся в различном состоянии после того, как их посетил опылитель (Иванов, Холодов, 2002). Цветок орхидеи *A. morio caucasica* относится к *Orchis*-типу, после посещения его опылителем он может принять одно из восьми состояний. Схематические изображения этих восьми состояний представлены на рисунке 2. Сразу после распускания в цветке орхидеи наблюдается наличие двух гемиполлинариев и рыльце чистое от массул. На рисунке 2 это состояние цветка представлено как нулевое (0). В таком состоянии цветок пребывает до посещения его опылителем. После посещения цветка насекомым-опылителем цветок может лишиться одного или двух гемиполлинариев, а на рыльце его пестика могут появиться пыльца в виде массул – с двух или одной стороны рыльца. В какое именно состояние из 8-ми возможных перейдет цветок зависит от того, насколько активно ведет себя опылитель при посещении цветка в попытках добыть нектар, а также от того, впервые ли опылитель встретился с цветком орхидеи или он уже посещал цветки этой орхидеи и несет на себе один или большее число гемиполлинариев.

В частности, при уверенном посещении цветка опылителем (опылитель полностью погрузил голову в цветок и прижался к мешочкам, скрывающим висцидии) опылитель покидает цветок, унося на себе оба гемиполлинария, и цветок приобретает состояние 1 (рис. 2). При менее уверенном, осторожном посещении цветка опылитель выносит только один поллинарый, при этом цветок приобретает состояние 5. Эти два состояния цветков



Рис. 1. Карты местности с указанием места локализации (белые кружки) исследуемых ценопопуляций *Anacamptis morio caucasica*
 a – урочище Аян; b – гора Бакла. Использован снимок с сервиса GoogleMaps.

++	--	--	+-	++	+-	--	+-	++
--	--	++	++	++	--	-+	-+	-+
0	1	2	3	4	5	6	7	8

Рис. 2. Схематическое изображение возможных состояний цветка орхидеи *Orchis*-типа
 Нулевое состояние (0) соответствует состоянию свежераспустившегося цветка, до посещения его опылителем; + – наличие гемиполлинария в цветке (верхний ряд значков) или массул на рыльце пестика (нижний ряд значков); -- отсутствие гемиполлинариев в цветке или массул на рыльце пестика.

приобретает, если цветок посетил опылитель, ранее не посещавший ни одного цветка орхидеи. Эти цветки мы выделили в особую группу «цветков первого свидания».

При посещении цветка орхидеи опылителем, который до этого уже посещал цветок орхидеи и, следовательно, нес на себе один или более гемиполлинариев, цветок мог приобрести одно из шести состояний – 2, 3, 4 или 6, 7, 8. Первые три состояния (2–4) возникали, если опылитель прилетел на цветок, неся на себе два и более гемиполлинариев, а

три других состояния (6–8) – если опылитель нес на себе только один гемиполлиний. Какое именно из этих состояний приобретал цветок, зависело от активности опылителя. При уверенном посещении цветка опылитель не только оставляет часть массул на каждой из двух сторон рыльца пестика, но и выносит из цветка два гемиполлиния. При самом осторожном посещении цветка опылитель извлекает только один из гемиполлиний или даже не извлекает ни одного, оставив массулы только на одной стороне рыльца пестика (8-е состояние).

Таким образом, состояние цветков в изучаемой ценопопуляции отражает характер взаимоотношений опылителей с орхидеей в изучаемой ценопопуляции.

Характер взаимоотношений опылителей с орхидеей *A. morio caucasica* и результаты их деятельности в двух изучаемых ценопопуляциях мы проводили в ходе сравнительного анализа диаграмм, отражающих соотношение числа цветков различного состояния (рис. 3), и расчета трех количественных показателей активности опылителей (см. ниже).

Оценку соотношения числа цветков разного состояния, результаты которой были использованы для построения диаграмм, проводили во второй половине периода цветения. Просмотр цветков для оценки их состояния проводили в полевых условиях с использованием лупы, без изъятия соцветий орхидей из природы. Просмотрено по 30 соцветий анакамптиса кавказского в каждой ценопопуляции, 302 цветков просмотрено в урочище Аян и 304 – на горе Бакла.

Расчет количественных показателей активности опылителей. «Доля цветков первого свидания» – этот показатель вычисляется суммированием долей цветков, находящихся в 1-м и 5-м состояниях. Данный показатель отражает относительную численность опылителей орхидей, которые решились на посещение цветка орхидеи хотя бы один раз. Чем выше значение этого показателя, тем больше численность таких опылителей в данном месте произрастания орхидеи по сравнению с другим местом при прочих равных условиях, влияющих на активность опылителей. Второй показатель – «коэффициент повторности посещения цветков» рассчитывается как соотношение (частное от деления) суммы долей цветков всех состояний (с 1-го по 8-е) и суммы долей цветков 1-го и 5-го состояний (цветки первого свидания). Величина данного показателя показывает, сколько цветков орхидеи в среднем посетил один опылитель за время пребывания на ценопопуляции. Показатель характеризует степень привлекательности цветков орхидеи для опылителей. Его минимальная величина – 1 означает, что каждый из опылителей посетил только один цветок орхидеи, значение 2 указывает на то, что в среднем каждый опылитель посетил 2 цветка орхидеи и так далее. Понятно, что чаще всего этот показатель имеет дробное значение. Третий показатель – «уровень опыления цветков» рассчитывается как сумма долей цветков шести состояний – 2–4 и 6–8. То есть, представляет суммарную долю всех опыленных цветков в изучаемой ценопопуляции.

В связи с тем, что *A. morio caucasica* привлекает опылителей обманным путем за счет подражания цветкам нектаросодержащих видов растений, цветущих одновременно с орхидеей, нами проводился **учет численности соцветий** таких модельных видов растений и оценка степени совпадения цветовой гаммы окраски их цветков с цветками орхидеи. Учеты численности проводили маршрутным методом, передвигаясь от одного соцветия к ближайшему. Обследовалась территория в радиусе 100–250 м от центра ценопопуляции.

Определение растений проводили по (Рубцов, 1972). Названия растений по (Ена, 2012; Efimov, 2020).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты оценки доли цветков различного состояния и основные показатели, характеризующие взаимоотношения пчел-опылителей и орхидеи *A. morio caucasica* в двух ценопопуляциях Предгорного Крыма, представлены на рисунке 3. Характеристика каждого из 8-ми состояний цветка дана в предыдущем разделе и представлена на рисунке 2.

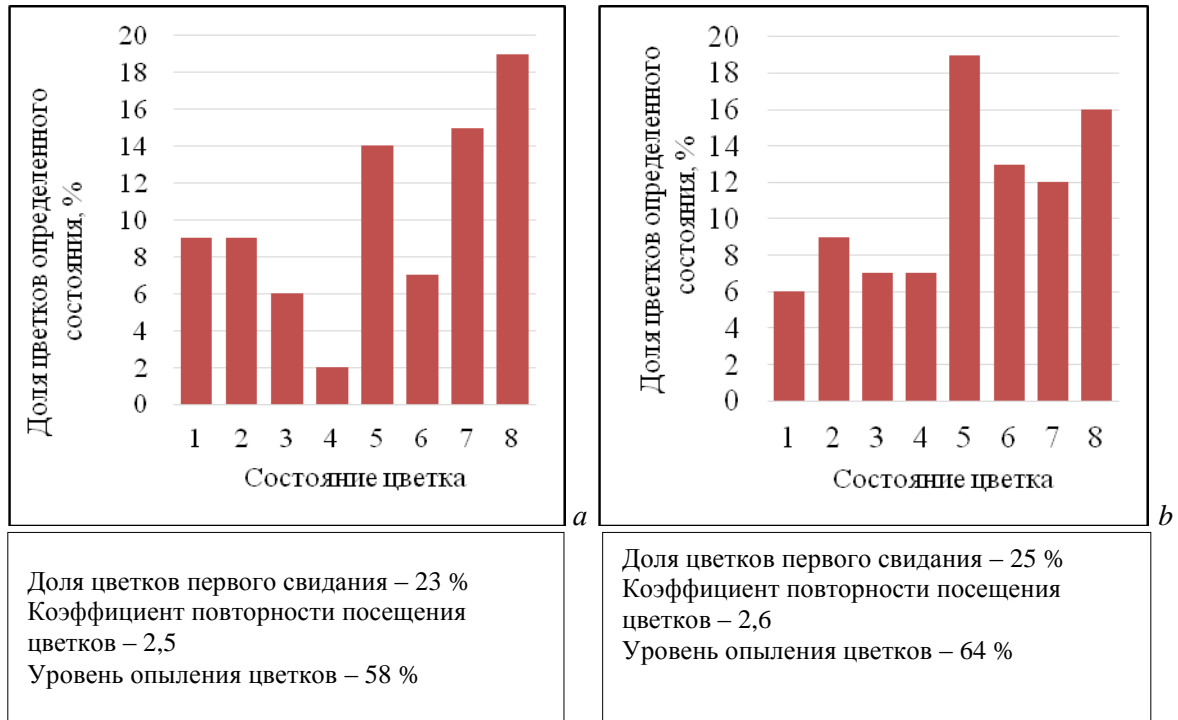


Рис. 3. Доля цветков разного состояния и основные показатели деятельности опылителей орхидеи *Anacamptis morio caucasica* в урочище Аян (a) и на горе Бакла (b)

Прежде всего, следует отметить общее сходство диаграмм по соотношению совокупной доли опылителей, посещающих цветки уверенно (состояния 1–4) и менее уверенно (состояния 5–8), что свидетельствует о сходстве видового состава комплекса опылителей орхидеи в этих двух пунктах ее произрастания.

Доля цветков первого свидания оказалась немного выше на горе Бакла – 25 % по сравнению с 23 % в урочище Аян. То есть, на горе Бакла численность опылителей, проявивших внимание к цветкам орхидеи, была больше в 1,1 раза. Коэффициент повторности посещения цветков также оказался выше на горе Бакла, где каждый из опылителей посетил в среднем 2,6 цветка, что немного выше, чем в урочище Аян (2,5 цветка).

Большая численность опылителей в совокупности с более высоким коэффициентом повторности посещения цветков на горе Бакла обеспечили в этой ценопопуляции *A. morio caucasica* более высокий уровень опыления по сравнению с ценопопуляцией в урочище Аян: 64 % по сравнению с 58 %.

A. morio caucasica относится к безнектарным мелиттофильным орхидеям. Цветки анакамптиса кавказского не содержат нектара и ничем не вознаграждают опылителей. Привлечение опылителей, как уже отмечалось выше, осуществляется путем их обмана за счет сходства цветков орхидеи с цветками кормовых растений опылителей. Для выявления видов растений, служащих *A. morio caucasica* моделями для подражания, нами проведена оценка состава и относительной численности соцветий мелиттофильных растений, цветущих одновременно с *A. morio caucasica* в двух пунктах произрастания орхидеи, а также сравнение цветовой гаммы окраски их цветков и цветовой гаммы окраски цветков орхидеи. Результаты такой оценки представлены на рисунке 4.

Окраска цветков *A. morio caucasica* варьирует от темно-фиолетового до розового, также широко варьируют количество и плотность цветков в соцветии (рис. 5).

Благодаря этой вариабельности, круг видов растений, способных выполнять роль моделей для анакамптиса кавказского, достаточно широк. В качестве моделей по цвету цветка в двух пунктах исследований можно выделить до 10 видов растений (рис. 4, 6): в урочище Аян – 6 видов, на Бакле – 8 видов (рис. 4).

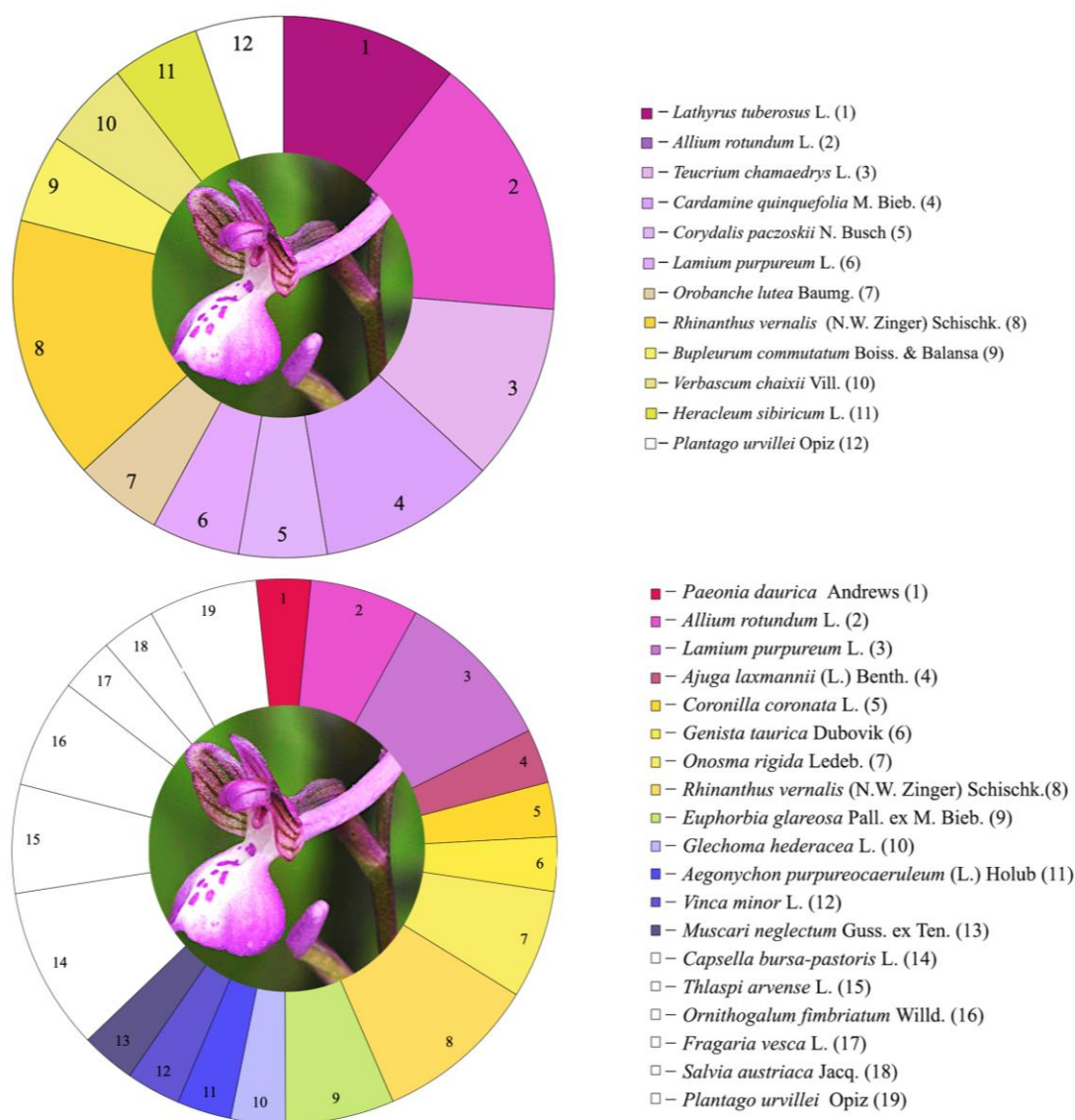


Рис. 4. Относительная численность соцветий и цветовая гамма цветков растений, цветущих одновременно с *Anacamptis morio caucasica* в двух пунктах Крыма

Верхняя диаграмма – урочище Аян, нижняя – гора Бакла. Цвет секторов подобран в соответствии с окраской цветков соответствующих видов растений.

Кроме окраски цветков, не меньшее значение имеют размеры и форма соцветия и цветка модельных растений. Если оценивать в баллах степень сходства выявленных моделей по совокупности факторов (цвет венчика цветка, его размеры и форма, размеры и форма соцветия), то наибольшее количество баллов получила яснотка *Lamium purpureum* L.

Кроме совпадения по внешнему виду соцветий, определенное значение для эффективности модельных растений имеет и степень совпадения их сроков цветения со сроками цветения *A. morio caucasica*. И в этом отношении также лидирует *L. purpureum*, цветение которого начинается до начала цветения *A. morio caucasica* и продолжается весь период цветения орхидеи.

Доля соцветий этого вида растений среди соцветий синего оттенка цвета всех видов растений составила в урочище Аян 8 %, а на горе Бакла – 26 %.



Рис. 5. Цветовая гамма цветков *Anacamptis morio caucasica* растений, произрастающих в Крыму (фото С. Иванова)



Рис. 6. Соцветия некоторых видов растений, которые, благодаря окраске венчика цветка, выполняют роль моделей для цветковой мимикрии *Anacamptis morio caucasica*

По порядку слева направо, начиная с верхнего ряда: *Lamium purpureum* L. (фото П. Евсеенкова, последующие фото С. Иванова), *Allium rotundum* L., *Teucrium chamaedrys* L., *Corydalis paczoskii* N. Busch, *Cardamine quinquefolia* (M. Bieb.) Schmalh, *Glechoma hederacea* L., *Vinca minor* L., *Aegonychon purpureocaeruleum* (L.) Holub.

Возможно, что именно бóльшая доля *L. purpureum* в сочетании с бóльшим числом модельных видов в целом, а также большой диапазон их цветовой гаммы на горе Бакла обеспечили более высокий уровень опыления анакамптиса кавказского в данном пункте.

В целом, как в одном, так и в другом пунктах произрастания анакамптиса кавказского в Крыму нами зафиксирован относительно высокий уровень опыления. В обзорной работе по опылению орхидей Крыма (Иванов и др., 2009б) в качестве опылителей *A. morio caucasica* приводится список из 23 видов пчел и указывается на колебание уровня опыления этого вида по отдельным пунктам произрастания и отдельным сезонам от 20 до 75 %. Среднее значение –

около 45 %. Эти сведения приводятся на основании анализа литературных данных (Волокитин и др., 1992; Холодов и др., 1998; Иванов, Холодов, 1999 2001, 2002, 2003; Холодов, Иванов, 2002; Тягнирядно, Фатерыга, 2005; Иванов и др., 2008; 2009a) и наблюдений авторов. В обзорной работе Ж. Классенса и Ж. Клейнена (Claessens, Kleynen, 2011) приводятся сведения об уровне опыления *A. morio* для 34 пунктов его произрастания в пределах всего ареала вида. При колебании от 4,3 до 54,4 % средний уровень завязывания плодов (fruit set) составил 30,7 %. В качестве опылителей приводится 23 вида пчел и 4 вида бабочек. Детальные исследования антэкологии *A. morio*, проведенные на острове Оланд в Балтийском море (Nilsson, 1984), показали, что этот вид ятрышника опыляют 7 видов пчел, в том числе 3 вида шмелей, которые являются основными опылителями. На основании детального изучения цветковых спектров цветков кормовых растений шмелей установлено, что наиболее близки к окраске цветков *A. morio* в диапазоне цветов, воспринимаемых пчелами, цветки чины горной (*Lathyrus montanum* Bernh.) и яснотки пурпурной (*L. purpureum*). На основании этих и некоторых других данных сделан вывод об особом значении этих видов для обеспечения эффективности обманной стратегии *A. morio*. Наши данные подтверждают эти выводы в отношении *L. purpureum*, присутствие которого в несколько большем числе на горе Бакла, обеспечило более высокий уровень опыления *A. morio* в этой ценопопуляции.

Исключительный интерес для оценки эффективности механизма обманного способа привлечения опылителей представляют сведения, полученные в ходе экспериментального привнесения нектара в цветки *A. morio* и последующих наблюдений за деятельностью шмелей-опылителей (Johnson et al., 2004). Этот эксперимент позволил выявить плюсы и минусы искусственного привнесения нектара в цветки безнектарного вида орхидеи. В частности, показано увеличение количества цветков, посещенных шмелями на одном соцветии, и числа извлеченных гемиполлинириев. Однако и первое (увеличение количества цветков, посещенных шмелями на одном соцветии), и второе (увеличение числа извлеченных гемиполлинириев) не способствовало увеличению эффективности работы опылителей. В первом случае отмечено некоторое увеличение доли самоопыленных цветков (самоопыление цветков в пределах соцветия). Во втором – отсутствие положительного эффекта в переносе пыльцы в целом. Вынос одним опылителем более двух поллинириев не приводит ни к повышению качества опыления, ни к увеличению числа опыленных цветков. То есть, экспериментальное привнесение нектара в цветки безнектарной орхидеи не улучшило ситуацию с опылением *A. morio* в целом, а только привело к сбою хорошо налаженного механизма опыления.

В целом, большой разброс уровня опыления *A. morio* как в Крыму, так и по всему ареалу свидетельствует о возможных сбоях в работе механизма обманной аттракции в отдельных местах его произрастания в отдельные сезоны. В то же время, при благоприятных условиях уровень опыления этого вида может быть достаточно высоким. Средний уровень опыления *A. morio* как в целом по всему ареалу (30,7 %), так и по Крыму (47,7 % с учетом всех известных данных, включая данные по Бакле и Аяну за 2019 год) следует признать относительно высоким.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе изучения особенностей опыления орхидеи *Anacamptis morio caucasica* в двух пунктах Предгорного Крыма – в урочище Аян (Симферопольский район) и на горе Бакла (Бахчисарайский район) – выявлена несколько большая плотность опылителей на горе Бакла по сравнению с урочищем Аян (в 1,1 раза) и большая повторность посещения ими цветков – коэффициент повторности в первой ценопопуляции составил величину 2,6, а во второй – 2,5.

Несколько большие величины показателей в совокупности обеспечили более высокий уровень опыления цветков орхидеи на горе Бакла – 64 % по сравнению с 58 %. Сходство в соотношении долей опылителей, посещающих цветки более уверенно и менее уверенно, свидетельствует о сходстве видового состава комплекса опылителей орхидеи в двух исследованных пунктах.

Большая привлекательность цветков орхидеи на горе Бакла (о чем свидетельствует большая величина повторности посещения цветков), предположительно объясняется различиями в широте диапазона цветовой гаммы окраски цветков нектароносных растений, цветущих одновременно с орхидеей в данном местообитании, большим числом их видов и большей долей яснотки пурпурной (*Lamium purpureum*) – основного объекта мимикрии орхидеи *A. morio caucasica* в данном пункте.

Выявленные уровни опыления *A. morio caucasica* как в одном, так и в другом пункте ее произрастания в Крыму являются относительно высокими для вида, использующего обманное привлечение опылителей.

Список литературы

- Вахрамеева М. Г., Денисова В. Д. Орхидеи и их охрана // Природа. – 1988. – № 6. – С. 44–55.
- Волокитин Ю. С., Алексеев А. А., Назаров В. В. Козволюционные аспекты взаимоотношений в системе «опылитель – цветок» на примере различных популяций *Orchis picta* Loisel. // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 1992. – Вып. 74. – С. 16–22.
- Дарвин Ч. Опыление орхидей насекомыми. Перекрестное опыление и самоопыление. Т. 6. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 696 с.
- Ена А. В. Природная флора Крымского полуострова. – Симферополь: Н. Оріанда, 2012. – 232 с.
- Иванов С. П., Фатерыга А. В., Тягнирядно В. В. Сравнительная оценка эффективности опыления орхидей в урочище Аян // Бюллетень Никитского ботанического сада. – 2008. – Вып. 97. – С. 10–14.
- Иванов С. П., Фатерыга А. В., Тягнирядно В. В. Эффективность опыления орхидей (Orchidaceae), цветущих одиночно и группами // Бюллетень Никитского ботанического сада. – 2009а. – Вып. 98. – С. 22–26.
- Иванов С. П., Холодов В. В., Фатерыга А. В. Орхидеи Крыма: состав опылителей, разнообразие систем и способов опыления и их эффективность // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – Симферополь: ТНУ, 2009б. – Т. 22, № 1. – С. 24–34.
- Иванов С. П., Холодов В. В. Экология опыления орхидеи *Orchis picta* Loisel. (Orchidaceae) в Крыму // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. – 1999. – № 2. – С. 7–9.
- Иванов С. П., Холодов В. В. Сравнительный анализ видового состава и эффективности работы пчел-опылителей орхидеи *Orchis picta* Loisel. на охраняемых и не охраняемых территориях в Крыму // Заповедники Крыма на рубеже тысячелетий (Материалы республиканской конференции). – Симферополь, 2001. – С. 45–48.
- Иванов С. П., Холодов В. В. Антэкология опыления орхидеи *Orchis picta* (Orchidaceae) в Крыму // Тезисы докладов II международной конференции по анатомии и морфологии растений. – СПб, 2002. – С. 147–148.
- Иванов С. П., Холодов В. В. Анализ характера опыления безнектарных орхидей (Orchidaceae) в зависимости от их пространственного размещения // Вопросы развития Крыма (Научно-практический дискуссионно-аналитический сборник). – Симферополь, 2004. – Вып. 15: Проблемы инвентаризации крымской биоты. – С. 57–65.
- Коммонер Б. Замыкающийся круг. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 280 с.
- Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы. Издание второе, исправленное. – Симферополь: Ариал, 2016. – 480 с.
- Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.
- Рубцов Н. И. Определитель высших растений Крым. – Л.: Наука, 1972. – 550 с.
- Тягнирядно В. В., Фатерыга А. В. Особенности опыления орхидеи *Orchis picta* (Orchidaceae) в урочище Аян // Заповедники Крыма: Заповедное дело. Биоразнообразие. Экообразование (Материалы III научной конференции, Симферополь, 22 апреля 2005 г.). – Часть 1: География. Заповедное дело. Ботаника. Лесоведение. – Симферополь, 2005. – С. 277–279.
- Фатерыга А. В. Новый чеклист орхидных (Orchidaceae) флоры Крыма // Экосистемы. – 2019. – Вып. 17. – С. 38–43.
- Холодов В. В., Иванов С. П. Экология опыления ятрышника раскрашенного в Крыму // Морські біотехнічні системи. Збірник наукових статей. – Севастополь, 2002. – С. 263–268.
- Холодов В. В., Назаров В. В., Иванов С. П. Видовой состав пчел (Hymenoptera, Apoidea) опылителей некоторых видов орхидей в Крыму // Экосистемы Крыма их оптимизация и охрана (Тематич. сб. научн. тр.). – Симферополь: СГУ, 1998. – Вып. 10. – С. 81–86.
- Ackerman J. D. Mechanisms and evolution of food-deceptive pollination systems in orchids // Lindleyana. – 1986. – N 1. – P. 108–113.
- Dafni A. Mimicry and deception in pollination // Annual Review of Ecology and Systematics. – 1984. – 15. – P. 259–278.
- Claessens J., Kleynen J. The flower of the European orchid. Form and function. – Netherlands: Schrijen-Lippertz, 2011. – 440 p.
- Efimov P. G. Orchids of Russia: annotated checklist and geographic distribution // Nature Conservation Research. – 2020. – Vol. 5 (Suppl.1). <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2020.018>

Johnson S. D., Peter C. I., Agren J. The effects of nectar addition on pollen removal and geitonogamy in the non-rewarding orchid *Anacamptis morio* // Proceedings of the Royal Society of London. Series B. – 2004. – 271. – P. 803–809.

Nilson L. A. Anthecology of *Orchis morio* (Oscidaceae) at its Outpost in the North // Nota Acta Regiae Societatis Societiarum Upsaliensis. – 1984. – Ser. V:C. – Vol. 3. – P. 167–179.

Vereecken N. J., Dafni A., Cozzolino S. Pollination Syndromes in Mediterranean Orchids – Implications for Speciation, Taxonomy and Conservation // Botanical Review. – 2010. – 76. – P. 220–240.

Kuramova V. V., Svolynskiy A. D., Ivanov S. P. Comparative analysis of the features of pollination of *Anacamptis morio caucasica* orchids in two habitats in the Foothill zone of Crimea // Ekosistemy. 2020. Iss. 22. P. 72–81.

The study of the features of pollination of the *Orchid Anacamptis morio caucasica* in two sites of the Foothill Crimea - in the Ayan tract (Simferopol district) and on the Bakla Mountain (Bakhchisarai district) assessed the relative number of orchid pollinators. The estimation of the relative number of orchid pollinators, the attractiveness of flowers for pollinators and the pollination level at each research site was conducted. Given indicators of the orchid pollination process were obtained as a result of the calculation of the ratio of the number of flowers in eight different conditions occurring after visit of pollinators to flowers. The estimation of the relative number of pollinators was based on the calculation of the percentage of “first date flowers”, i.e. the flowers that were visited by the pollinator for the first time. The attractiveness of flowers for pollinators was estimated by the value of a repeat flower visit coefficient that gave an average number of orchid flowers that were sequentially visited by one pollinator during forage at the orchid growth place. Slight excesses in the number of orchids pollinators and repeat flower visits were registered on Bakla mountain in comparison with Ayan tract: 25% and 23%, 2.6 and 2.5 respectively. These slight excesses together provided a higher pollination level of the orchid flowers on the Bakla mountain, i.e. 64% compared to 58%. The common similarity in the ratio of the number of pollinators visiting flowers more or less confidently indicates the similarity of the species composition of the orchid pollinators complex in two studied sites of the orchid growth. The great attractiveness of orchid flowers on the Bakla mountain presumably explained by the difference in the color gamut of flower plants that bloom simultaneously with the orchid in given habitat, as well as by a larger proportion of inflorescences of *Lamium purpureum* that is the main object of mimicry of the orchid *A. morio caucasica*. The revealed pollination levels of *A. morio caucasica* in both research sites are relatively high for a species using the deceptive attraction of pollinators that is characteristic for this kind of orchid.

Key words: *Anacamptis morio caucasica*, pollination level, attractiveness of flowers, efficiency of pollinators, Crimean Peninsula, Foothill Crimea.

Поступила в редакцию 15.01.20

Водный режим некоторых представителей рода *Iris* при интродукции на Южном Урале

Бекишева Л. Ф., Реут А. А.

Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН
Уфа, Республика Башкортостан, Россия
cvetok.79@mail.ru

В статье приводятся результаты исследования параметров водного режима ирисов (*Iris*), относящихся к подроду *Xyridion*: *Iris graminea*, *I. halophila*, *I. halophila* var. *sogdiana*, *I. notha*, *I. orientalis*, *I. spuria*, *I. spuria* subsp. *carthalinae*, *I. spuria* subsp. *musulmanica*, интродуцированных в Южное Предуралье в сравнении с местными видами: *I. sibirica*, *I. pseudacorus* и *I. pumila*. Опыты закладывали на базе лаборатории интродукции и селекции цветочных растений Южно-Уральского ботанического сада-института – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук. Объекты исследования представляли собой различные экологические группы растений по отношению к воде – гидрофиты, мезофиты, ксеромезофиты. Водный дефицит листьев и сопутствующие характеристики (относительная тургесцентность) определяли методом насыщения растительных образцов по методическим указаниям; водоудерживающую способность, оводненность тканей, уровень суточной водопотери – методом искусственного завядания. Полученные результаты характеризуют особенности водного режима ирисов и свидетельствуют о значительных межвидовых различиях. Выявлено, что во флоре Республики Башкортостан присутствуют растения как с широким диапазоном изменчивости водоудерживающей способности (*I. pumila*), так и с довольно консервативным (*I. pseudacorus*, *I. sibirica*). Обе стратегии успешны в условиях континентального климата Южного Предуралья. Интродуцированные таксоны подрода *Xyridion* также придерживаются той или иной стратегии, что может служить показателем успешной интродукции. Показано, что местные виды ирисов в условиях избыточного увлажнения не формируют водный дефицит, в то время как у 6 таксонов подрода *Xyridion* отмечается наличие среднего уровня водного дефицита. По сумме показателей исследованные таксоны относятся в группы со средней и высокой устойчивостью водного режима за счет низкого водного дефицита, высокой водоудерживающей способности и оводненности. Эти параметры встречаются в различных сочетаниях и обеспечивают стабильность водного режима культиваров. Исследованные физиологические показатели можно применять для оценки успешности интродукции в сравнении с местными контрольными видами.

Ключевые слова: *Iris*, водный режим, оводненность, водоудерживающая способность, водный дефицит, ботаника, Республика Башкортостан.

ВВЕДЕНИЕ

Виды ирисов освоили широкий диапазон местообитаний – от прибрежных до пустынных. Среди них нет настоящих лесных растений, они предпочитают открытые пространства и прогреваемые участки. Среди ирисов есть псаммофиты, отличающиеся высокой жаро- и засухоустойчивостью, гидрофиты, кальцефобы, виды, способные переносить высокую засоленность грунта, и виды, отличающиеся исключительно высокой холодостойкостью (Алексеева, 2008). В коллекции иридория Южно-Уральского ботанического сада-института – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра РАН (далее ЮУБСИ УФИЦ РАН) собраны ирисы из различных регионов и климатических поясов, в том числе виды подрода *Xyridion*, не затрагивающие своим ареалом Южное Предуралье. Процесс адаптации (акклиматизации) растений к определенным условиям сопровождается активным приспособлением организма к непривычным для него условиям (Елисафенко, 2009). Среди физиологических показателей приспособленности растений к данным местным условиям одно из важных мест занимает водный режим растений, включающий в себя ряд параметров. Их одновременный учет и изучение в конкретных условиях позволяют дать оценку адаптационным возможностям и засухоустойчивости растений (Миронова и др., 2010).

Водоудерживающую силу клеток обеспечивают осмотически активные и коллоидные вещества. В регуляции водообмена водоудерживающая способность зависит также от реакции устьичного аппарата на воздействие экстремальных условий (Голяева, Петров, 2007). Растения, устойчивые к засухе, отличаются высокой водоудерживающей способностью, то есть отдают в процессе завядания меньше воды, чем листья менее устойчивых (Жолкевич и др., 1989). Водоудерживающая способность растений определяется количеством потерянной воды в процессе обезвоживания листьев за более продолжительный, чем при определении транспирации, отрезок времени.

Оводненность тканей органов – также важный показатель водного режима растений. В засушливых условиях уровень общей оводненности тканей снижается. Однако этот показатель не объясняет, находится ли растение в состоянии водного насыщения или испытывает его недостаток. Степень насыщения тканей водой характеризуется величинами водного дефицита и относительной тургесцентности. В благоприятных условиях или при избыточном увлажнении водный дефицит имеет низкие величины и возрастает в условиях недостаточного увлажнения (Самуилов, Мухитов, 2012).

Водный дефицит образуется, когда поступление воды в растения не успевает за ее расходом. В нормальных условиях водоснабжения водный дефицит компенсируется возрастом сосущей силы листьев. При недостатке водоснабжения может наблюдаться завядание растений. У некоторых видов теневых местообитаний потеря воды, равная 3–5 %, уже вызывает завядание. Однако у других видов завядание наступает при водном дефиците 20–30 % (Якушкина, 1980).

Считается, что полная насыщенность растительных тканей влагой не является лучшей для роста и развития растений. Оптимальная оводненность характеризуется небольшим водным дефицитом (Миронова и др., 2014). В частности, для пшеницы он составляет 3–10 % (Жолкевич и др., 1989). Общепринято, что водный дефицит, не превышающий 10 %, не причиняет растению вреда. При 25 %-ном водном дефиците происходит завядание листьев, закрытие устьиц, снижение интенсивности фотосинтеза и роста, нарушение синтеза в клетках (Макараев, Титова, 2003).

Цель настоящего исследования – изучить некоторые особенности водного режима ирисов подрода *Xyridion*, интродуцированных в Южное Предуралье, в сравнении с местными видами.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на базе лаборатории интродукции и селекции цветочных растений ЮУБСИ УФИЦ РАН. Почвы на опытном участке серые лесные, типичные для региона, рН=5,89.

По метеоданным нами был рассчитан гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова (Чирков, 1986), который является показателем обеспечения территории влагой (табл. 1). Характеристики рассчитывались по материалам архива погоды сайта <http://rp5.ru/>. Образцы листьев для анализа отбирали дважды, в июле и августе 2019 года. Все взвешивания производили на электронных лабораторных весах Госмер ВЛТЭ 1100.

Таблица 1

Характеристика влагообеспеченности вегетационного периода 2019 года

Гидротермический коэффициент по месяцам							ГТК за год	Характеристика влагообеспеченности года
апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь		
0,9	2,3	1,4	1,2	2,5	1,8	1,4	1,8	Избыточно увлажненный

Примечание к таблице. Градации по Г. Т. Селянинову – зона избыточного увлажнения, или зона дренажа (ГТК>1,3), зона обеспеченного увлажнения (1,0–1,3); зона засушливая (0,7–1,0), зона сухого земледелия (0,5–0,7), зона сухая или ирригации (ГТК<0,5).

В работе были использованы следующие методы для определения основных показателей водного режима. Водный дефицит листьев и сопутствующие характеристики (относительная тургесцентность) определяли методом насыщения растительных образцов по методическим указаниям (Макараев, Титова, 2003); водоудерживающую способность, оводненность тканей, уровень суточной водопотери – методом искусственного завядания (Гусев, 1960, Таренков, Иванова, 1990). Опыты ставили параллельно. Листья собирали в период с 10 до 11 часов, измерения проводились с интервалом в месяц.

Объекты исследования – 11 таксонов (8 видов и 3 подвида) рода *Iris* (рис. 1).



Рис. 1. Некоторые объекты исследования

a – *Iris graminea*; *b* – *I. halophila*; *c* – *I. orientalis*; *d* – *I. spuria*.

Таксоны подрода *Xyridion* (8 штук) не произрастают в Южном Предуралье и все являются интродуцированными. В группах *Limniris* и *Iris* мы выделили эталонные маркерные виды, обитающие в Республике Башкортостан: *I. sibirica*, *I. pseudacorus*, *I. pumila*. Данные виды представляют собой различные экологические группы растений по отношению к воде – гидрофиты, мезофиты, ксеромезофиты (табл. 2). Экологические характеристики видов приведены согласно литературным источникам (Алексеева, 2008, Кирпичева, 2009, Шевченко, Скрипчинская, 2009, Бородич, 2012, Nadiradze, Eradze, 2014, Бирюкова и др., 2018).

Таблица 2

Объекты исследования и их экологическая характеристика

Виды	Природный ареал	Экологическая группа
Подрод <i>Xyridion</i>		
<i>Iris graminea</i>	Европа до Украины, Кавказ	Ксеромезофит, полуксерофит, условно-водолюбивый
<i>Iris halophila</i>	Восточная Европа, Кавказ, юг Европейской части РФ и Западной Сибири, Средняя и Центральная Азия	Гидрофит, ксеромезофит
<i>Iris halophila</i> var. <i>sogdiana</i>	Средняя Азия, умеренные регионы Центральной Азии	Гидрофит
<i>Iris notha</i>	Предкавказье, Ростовская область	Мезофит, сухолюб
<i>Iris orientalis</i>	Турция, юго-восточная Европа (Греция)	Ксеромезофит, условно-водолюбивый, влаголюбив
<i>Iris spuria</i>	Европа, Кавказ, Сибирь, Китай, Средняя Азия, Индия, Пакистан, Северная Африка	Мезофит
<i>Iris spuria</i> subsp. <i>carthalinae</i>	Кавказ, Турция	Мезофит, гидрофит, условно-водолюбивый
<i>Iris spuria</i> subsp. <i>musulmanica</i>	Кавказ, Турция, Иран	Гидрофит
Подрод <i>Limniris</i>		
<i>Iris pseudacorus</i>	Африка, Европа, Кавказ, Западная Азия, Западная Сибирь	Гидрофит
<i>Iris sibirica</i>	Восточная и Центральная Европа, Северная Азия	Гидрофит, мезофит
Подрод <i>Iris</i>		
<i>Iris pumila</i>	Степная зона Европы	Ксеромезофит, полуксерофит

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для ранжировки сортов по засухоустойчивости существуют шкалы, разработанные для сельскохозяйственных культур (Гончарова, 1988). Опираясь на полученные результаты, мы разработали подобную шкалу для ирисов (табл. 3).

Таблица 3

Устойчивость водного режима растений рода *Iris*

Параметры	Степень устойчивости		
	высокая	средняя	низкая
Оводненность тканей, %	≥80	60–79	≤59
Водоудерживающая способность, %	≥50	30–49	≤29
Водный дефицит, %	0–15	16–29	≥30

В целом, вегетационный период 2019 года можно отнести к категории «избыточно увлажненный» (ГТК=1,8). Июль 2019 года характеризовался достаточно увлажненной погодой – ГТК составил 1,2; максимальная температура достигала 31,3 °С при 39 мм осадков (табл. 1). В этом месяце таксоны подрода *Xyridion* имели средние значения общей

оводненности (66,84–75,13 %), за исключением *I. spuria* – чуть ниже средних значений (57,02 %). Значения показателя для листьев контрольных видов из различных экологических групп оказались практически одинаковыми – 74,59–6,74 %. Пять таксонов подрода *Xyridion* – *I. graminea*, *I. halophila*, *I. halophila* var. *sogdiana*, *I. orientalis*, *I. spuria* subsp. *carthalinae* – наиболее близки по значениям параметра к группе местных видов. *I. spuria*, значительно уступающий контрольным видам, относится к мезофитам. На 6 и 8 % соответственно показатель меньше у *I. notha* (мезофит) и *I. spuria* subsp. *musulmanica* (гидрофит).

Август 2019 года оказался избыточно увлажненным – ГТК равен 2,5 при 76 мм осадков. Максимальная температура достигала 30,8 °С. Логично предположить, что в условиях избыточного увлажнения показатели общей оводненности увеличатся. Однако в августе значение параметра в группе местных видов увеличилось только для *I. pumila* – на 12 % (92,31 %), осталось таким же для *I. pseudacorus* (72,69 %) и уменьшилось на 10 % для *I. sibirica* (65,02 %).

При таких погодных условиях для ирисов подрода *Xyridion* значения параметра в целом оказались более высокими по сравнению с июлем – от 64,53 до 84,77 %. В исследованной группе выделяются виды с высоким уровнем оводненности – *I. graminea* и *I. halophila* var. *sogdiana*. Остальные таксоны характеризуются средними значениями параметра. Таким образом, в условиях достаточного и избыточного увлажнения тканям ирисов подрода *Xyridion* свойственна средняя или высокая оводненность.

Рассматривая группу *Xyridion* в свете экологических характеристик, можно заметить что, например, ксеромезофиты *I. graminea* и *I. orientalis* в данном случае имеют разные стратегии в условиях избыточного увлажнения: первый увеличивает свою оводненность и этим близок к *I. pumila*, а второй – уменьшает, приближаясь по значению параметра к *I. sibirica*. *I. halophila*, который разными исследователями определяется как в группу гидрофитов, так и в группу ксеромезофитов (табл. 2), несмотря на избыточное увлажнение, также снижает оводненность до уровня *I. sibirica*.

Общая оводненность гидрофитов (*I. halophila* var. *sogdiana*, *I. spuria* subsp. *musulmanica*) в августе отличается от таковой у *I. pseudacorus*, в ту и другую сторону. *I. halophila* var. *sogdiana* увеличивает оводненность с 75,13 до 84,77 %, в то же время значение показателя остается стабильным для *I. spuria* subsp. *musulmanica* в оба месяца (66,84–66,33 %). Стабильность показателя по месяцам также характерна для *I. notha* (мезофит).

Подводя итог проведенному анализу, мы можем заключить, что содержание воды в органах растений разных экологических групп не различается в условиях «достаточного увлажнения». В условиях «избыточного увлажнения» также не наблюдается никакой зависимости общей оводненности от принадлежности таксона к определенной экологической группе.

По показателю общей оводненности невозможно полно оценить способность растений к регуляции водного обмена (его устойчивость), поэтому в рамках исследования изучалась водоудерживающая способность после суточного завядания, а также водный дефицит. Данные показатели также были ранжированы на три группы (табл. 3).

В июле *I. notha* имеет самое низкое значение водоудерживающей способности – всего 11,87 %. На другой стороне интервала – *I. graminea*, показатель равен 49 %. Остальные таксоны укладываются в довольно узкий промежуток между 27,19–37,21 %, попадая в группу низких или средних значений параметра, в том числе контрольные виды – гидрофит *I. pseudacorus* и ксеромезофит *I. pumila*. Другой маркерный вид, мезофит *I. sibirica*, имеет низкую водоудерживающую способность – 21,79 % (рис. 1).

В августе для *I. graminea* отмечено резкое снижение водоудерживающей способности (до 29,79 %) при сохранении высокой оводненности. На 8,7 % снижается значение параметра у *I. spuria* subsp. *carthalinae*. Остальные таксоны, независимо от принадлежности к экологической группе, в условиях высокой увлажненности демонстрируют рост показателя, порой довольно интенсивный. Так, значение параметра увеличилось на 31,01–39,71–41,98 % для *I. halophila* var. *sogdiana*, *I. pumila*, и *I. notha* и составило соответственно 60,92–76,92–

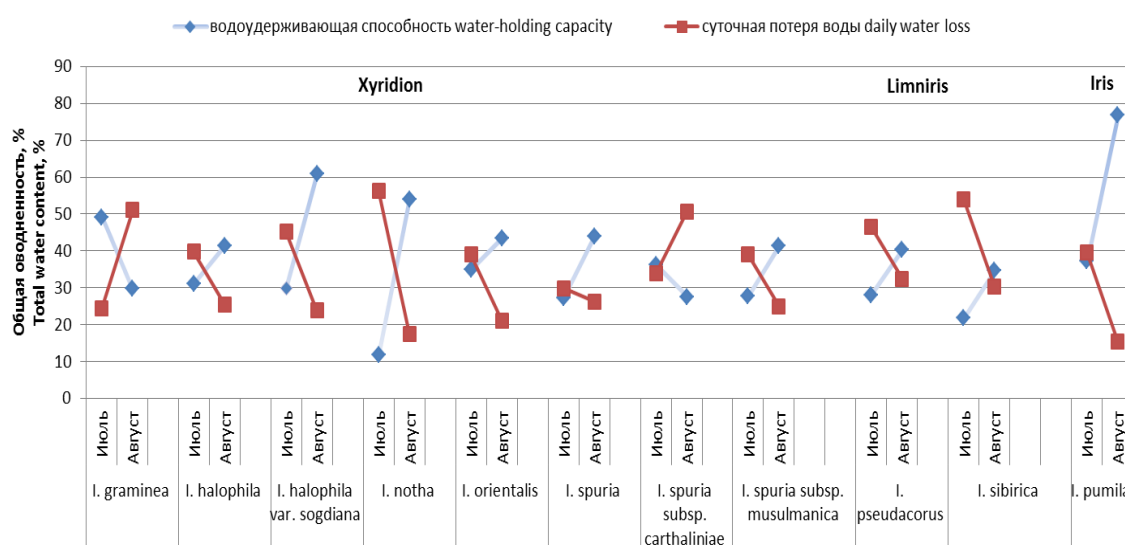


Рис. 1. Показатели водного режима некоторых видов ирисов

53,95 %. Контрольные виды – *I. pseudacorus*, *I. sibirica* демонстрируют рост параметра на 12,16–12,96 %. Для 4 таксонов подрода *Xyridion* – *I. halophila*, *I. orientalis*, *I. spuria*, *I. spuria* subsp. *musulmanica* – рост составил 8,52–16,73 % (рис. 1).

Таким образом, во флоре РБ присутствуют виды как с широким диапазоном изменчивости водоудерживающей способности (*I. pumila*), так и с довольно консервативным (*I. pseudacorus*, *I. sibirica*). Обе стратегии успешны в условиях континентального климата Южного Предуралья. Интродуцированные таксоны подрода *Xyridion* также придерживаются той или иной стратегии, что может служить показателем успешной интродукции.

Показатели водного дефицита определялись в августе, в условиях избыточной водообеспеченности (табл. 4).

В дни измерений водного дефицита относительная влажность воздуха достигала 80 %. Ожидалось, что в подобных условиях дефицит водного насыщения будет сведен к минимуму как у местных, так и у интродуцированных видов. Среди исследованных видов водный дефицит не сформировался (0 %) у местного вида *I. pumila*. Низкий водный дефицит от 5 до 12 % отмечен для других контрольных видов – *I. sibirica* и *I. pseudacorus*, а также для *I. notha* и *I. spuria* subsp. *carthaliniae*. Некоторые авторы считают, что такие величины не говорят о наличии водного дефицита (Евдокимова и др., 2012). Для остальных таксонов подрода *Xyridion* величина показателя составила 15,08–5,78 %. Наибольший дефицит воды имеют обитатели влажных местообитаний – *I. halophila* var. *sogdiana*, *I. orientalis* – выше 20 %. При этом данные виды имеют высокие или средние показатели водоудерживающей способности, что позволяет отнести их к видам со стабильным водным режимом.

Таким образом, ожидаемое в условиях избыточного увлажнения отсутствие или минимальное наличие водного дефицита подтвердилось на практике для местных и 2-х интродуцированных таксонов подрода *Xyridion*. Наличие водного дефицита среднего уровня в условиях отсутствия водного стресса отмечено для 6 таксонов подрода *Xyridion*.

Мы не рассматриваем в данной статье суточную динамику водного дефицита. Так, во влажный сезон в тропическом лесу для разных видов разница между средними и максимальными значениями водного дефицита может составлять от 1,4 до 16 %, достигая максимума в дневное время и минимума в утренние и вечерние часы (Евдокимова и др., 2012). В нашем случае, одномоментное измерение параметра позволяет провести сравнение интродуцированных видов с контрольными. Но мы также можем предположить возможные различия в суточной динамике водного дефицита, в частности наличие пика водного дефицита у интродуцированных растений, не совпадающего с максимумом местных видов.

Водный дефицит листьев растений рода *Iris* в августе

Виды	Водный дефицит, %	Относительная тургесцентность, %
Подрод <i>Xyridion</i>		
<i>Iris graminea</i>	15,46	84,54
<i>Iris halophila</i>	18,25	81,75
<i>Iris halophila</i> var. <i>sogdiana</i>	25,78	74,22
<i>Iris notha</i>	10,84	89,16
<i>Iris orientalis</i>	20,46	6,46
<i>Iris spuria</i>	16,79	83,2
<i>Iris spuria</i> subsp. <i>carthalinae</i>	5,71	94,29
<i>Iris spuria</i> subsp. <i>musulmanica</i>	15,08	84,92
Подрод <i>Limniris</i>		
<i>Iris pseudacorus</i>	12,91	87,09
<i>Iris sibirica</i>	5,49	94,51
Подрод <i>Iris</i>		
<i>Iris pumila</i>	0	100

Относительная тургесцентность – обратный водному дефициту показатель: чем больше водный дефицит, тем меньше доля воды, участвующей в обеспечении тургора растительных тканей. В соответствии с этим значения относительной тургесцентности максимальны для ирисов с низким водным дефицитом (табл. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты характеризуют особенности водного режима ирисов подрода *Xyridion* и свидетельствуют о следующих межвидовых различиях. Согласно проведенным исследованиям, содержание воды в ирисах не зависит от принадлежности таксона к определенной экологической группе. Среди контрольных и интродуцированных видов имеются таксоны, как с широким, так и с узким диапазоном изменчивости водоудерживающей способности. Местные виды ирисов в условиях избыточного увлажнения не формируют водный дефицит. Большая часть видов подрода *Xyridion* в тех же условиях характеризуется средним водным дефицитом, что, возможно, связано с суточной динамикой параметра.

В целом, по сумме показателей исследованные виды ирисов относятся в группы со средней и высокой устойчивостью водного режима за счет низкого или среднего водного дефицита, средней или высокой оводненности и водоудерживающей способности. Эти параметры встречаются в различных сочетаниях и обеспечивают стабильность водного режима касатиков. Показатели водного режима вполне подтверждают успешность интродукции ирисов подрода *Xyridion* в условиях Южного Предуралья.

Работа выполнена по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие природных систем и биологические ресурсы России» и в рамках государственного задания ЮУБСИ УФИЦ РАН по теме АААА-А18-118011990151-7

Список литературы

- Алексеева Н. Б. Род *Iris* L. (Iridaceae) в России // *Turczaninowia*. – 2008. – Т. 11, № 2. – С. 5–70.
 Бирюкова О. А., Куклина Е. Э., Гринченко К. В., Зайцева Д. М., Куршакова Е. И. Показатели плодов ирисов подрода Ксиридион в условиях республики Марий Эл // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. – 2018. – № 10–1. – С. 121–124.
 Боролич Г. С. Виды и сорта ирисов (*Iris*) в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси // *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сэрыя біялагічных навук*. – 2012. – № 1. – С. 22–25.

Голяева О. Д., Петров А. В. Засухоустойчивость сортов красной смородины // Селекция и сорторазведение садовых культур (сб. научн. тр.). – Орел: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 2007. – С. 64–73.

Гончарова Э. А. Оценка устойчивости к разным стрессам плодово-ягодных и овощных (сочноплодных) культур // Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: методическое руководство / [Ред. д. б. н., проф. Г. В. Удовенко]. – Л.: ВИР, 1988. – С. 46–62.

Гусев Н. А. Некоторые методы исследования водного режима растений. – Л.: АН СССР, Всесоюзное ботаническое общество, 1960. – 60 с.

Евдокимова Е. В., Новичонок А. О., Марковская Е. Ф., Курбатова Ю. А. Особенности водного режима некоторых видов растений в тропическом лесу на юге Вьетнама во влажный сезон // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. – 2012. – № 4 (125). – С. 19–24.

Елисафенко Т. В. Оценка результатов интродукционной работы на примере редких видов сибирской флоры // Растительный мир Азиатской России. – 2009. – № 2 (4). – С. 89–95.

Жолкевич В. Н., Гусев Н. А., Капля А. В. и др. Водный обмен растений. – М.: Наука, 1989. – 256 с.

Кирпичева Л. Ф. Генофонд ирисов ботанического сада Таврического национального университета им. В. И. Вернадского // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2009. – № 99. – С. 24–25.

Миронова Л. Н., Реут А. А., Денисова С. Г., Биглова А. Р., Аллаярова И. Н. Сравнительный анализ адаптационного потенциала декоративных травянистых многолетников // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2014. – Вып. 50. – С. 239–244.

Миронова Л. Н., Реут А. А., Денисова С. Г., Зайнетдинова Г. С., Шайбаков А. Ф., Биглова А. Р., Аллаярова И. Н. Сравнительный анализ жаростойкости и водного режима декоративных травянистых многолетников // Вестник Башкирского университета. – 2010. – Т. 15, № 4. – С. 1153–1154.

Самуилов Ф. Д., Мухитов Л. А. Водный режим и водопотребление сортов яровой мягкой пшеницы различных экологических групп в контрастных условиях водообеспеченности // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 5. – С. 10–13.

Таренков В. А., Иванова Л. Н. Водоудерживающая способность листьев боярышников в связи с устойчивостью к засухе // Интродукция, акклиматизация, охрана и использование растений (сб. научн. тр.). – Куйбышев: Куйбышевский госуниверситет, 1990. – С. 3–9.

Чирков Ю. И. Агрометеорология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 296 с.

Шевченко Г. Т., Скрипчинская Е. А. Виды и культивары Спуриа ирисов как этап интродукции родового комплекса *Iris* L. в Центральном Предкавказье // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2009. – № 42–1. – С. 202–206.

Маракаев О. А., Титова О. В. Экологическая физиология растений: вегетационные опыты. – Ярославль: Ярославский государственный университет, 2003. – 55 с.

Якушкина Н. И. Физиология растений. – М.: Просвещение, 1980. – 303 с.

Nadiradze T., Eradze N. In situ conservation of some rare and endemic species of Iridaceae family in National botanical garden of Georgia // European researcher. – 2014. – N 6–2 (77). – P. 1117–1121.

Beksheneva L. F., Reut A. A. Water regime of some representatives of the genus *Iris* L. during introduction in the Southern Urals // Ekosistemy. 2020. Iss. 22. P. 82–89.

The article presents the results of a study of the parameters of the water regime of irises of the subgenus *Xyridion* introduced in the Southern Urals (*Iris graminea*, *I. halophila*, *I. halophila* var. *sogdiana*, *I. notha*, *I. orientalis*, *I. spuria*, *I. spuria* subsp. *carthaliniae*, *I. spuria* subsp. *musulmanica*) in comparison with local species (*I. sibirica*, *I. pseudacorus*, *I. pumila*). The experiments were carried out on the basis of the laboratory of introduction and selection of flower plants of the South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Centre of Russian Academy of Sciences. The objects of the study were different ecological groups of plants in relation to water – hydrophytes, mesophytes and xeromesophytes. The water deficit of leaves and accompanying characteristics (relative turgescence) were determined by saturation of plant samples according to methodological guidelines; water retention capacity, tissue hydration and the level of daily water loss were determined by artificial wilting. The obtained results characterize the peculiarities of the water regime of irises and indicate significant interspecific differences. It was revealed that the flora of the Republic of Bashkortostan contains plants both with a wide range of variability of water retention capacity (*I. pumila*) and with a fairly conservative one (*I. pseudacorus*, *I. sibirica*). Both strategies are successful in the continental climate of the Southern Urals. Introduced taxa of the subgenus *Xyridion* also keep to a particular strategy and it can be considered an indicator of successful introduction. It is shown that local species of irises do not form a water deficit in conditions of excessive moisture, while 6 taxa of the subgenus *Xyridion* have an average level of water deficit. According to the sum of indicators, the studied taxa belong to the groups with medium and high stability of the water regime due to low water deficit, high water retention capacity and hydration. These parameters are found in various combinations and sustain the stability of the water regime of cultivars. The studied physiological indicators can be used to assess the success of introduction in comparison with local control species.

Key words: *Iris*, water regime, hydration, water retention capacity, water deficit, botany, Republic of Bashkortostan.

Поступила в редакцию 04.03.20

Особенности плодоношения интродуцированных видов сирени (*Syringa*) в Башкирском Предуралье

Полякова Н. В.

Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН
Уфа, Башкортостан, Россия
barhan93@yandex.ru

Плодоношение является важной характеристикой адаптации растений к новым условиям произрастания. Особенно это касается декоративных растений, которые после успешной интродукции могут быть использованы в озеленении населенных пунктов данного региона. В составе рода *Syringa* L. насчитывается около 30 видов, многие из которых могут пополнить ассортимент декоративных растений региона. В коллекции сирени Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН в настоящее время содержится 11 видов, достигших генеративного состояния. Целью данной работы было выявление особенностей плодоношения видов рода *Syringa* при интродукции в условиях Башкирского Предуралья. Был изучен уровень плодоношения видов сирени в коллекции ботанического сада путем определения общего количества плодов маточных кустов. Установлено, что уровень плодоношения интродуцированных видов сирени определяется биологическими (наследственными) особенностями видов и сезонными изменениями погодных условий. Наибольшим уровнем плодоношения характеризуется *S. velutina*, наименьшим – *S. vulgaris* и *S. wolfii*. Возможно, имеет место тенденция зависимости степени плодоношения от качества формируемой пыльцы. Два таксона среди всех изученных обнаруживают нестабильность плодоношения: *S. reticulata* ssp. *reticulata* цветет и плодоносит нерегулярно, а у *S. reticulata* ssp. *amurensis* при регулярном обильном цветении отмечается отсутствие плодоношения в отдельные годы.

Ключевые слова: *Syringa* L., плодоношение, интродукция, Уфа, Башкирское Предуралье.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных задач ботанических садов является сбор и сохранение коллекций растений, интродуцированных в новой для них климатической зоне, а также долгосрочный мониторинг всех жизненных циклов этих растений. Другая немаловажная задача ботанических садов – разработка рекомендаций по обогащению ассортимента декоративных растений для озеленения мегаполисов и других населенных пунктов конкретного региона. Сирень является одним из наиболее популярных декоративных кустарников, используемых в озеленении (Окунева, 2019). Однако при озеленении городов обычно используют 1–2 вида сирени. Поэтому в сложившейся ситуации актуальным становится пополнение ассортимента не менее декоративными, неприхотливыми и устойчивыми видами сирени. При отборе перспективных видов в целях озеленения необходимо получить комплексную оценку устойчивости этих видов в регионе. Особенности плодоношения являются важной характеристикой адаптированности интродуцентов к новым условиям произрастания и эти показатели используются для оценки перспективности их интродукции (Лапин, Сиднева, 1973; Трулевич, 1991).

В Южно-Уральском ботаническом саду-институте УФИЦ РАН (г. Уфа) на протяжении многих лет проводятся интродукционные исследования родовых комплексов декоративных древесных растений (Мурзабулатова, Полякова, 2015; Мурзабулатова, Полякова, 2016; Мурзабулатова и др., 2018). Коллекция сирени является одной из наиболее крупных в ботаническом саду и на основе ее с начала 2000-х годов проводится комплексное интродукционное изучение представителей рода *Syringa* (Полякова, 2010, 2016).

Цель данной работы – выявить особенности плодоношения видов сирени при интродукции в условиях Башкирского Предуралья как одного из важнейших показателей интродукционной устойчивости.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектами исследований явились 11 видов рода *Syringa* коллекции Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН, достигших генеративного состояния (табл. 1). Все они выращены из семян, полученных в конце 50-х – начале 60-х годов прошлого века из разных ботанических учреждений по программе обмена растительным материалом (Делектус). Все виды в коллекции произрастают в сирингарии, причем виды сосредоточены в начале коллекционного участка.

Климат Башкирского Предуралья, в пределах которого находится ботанический сад, континентальный и характеризуется холодной зимой и теплым летом, большой амплитудой колебаний температуры в течение года, ранними осенними и поздними весенними заморозками.

В Уфе среднесуточная температура воздуха составляет +3,4 °С, средняя температура января –13,5 °С, абсолютный минимум достигает –48,5 °С, зимой нередки оттепели, безморозный период длится в среднем 144 дня. Средняя температура июля +19,5 °С, абсолютный максимум зафиксирован на уровне +40 °С. Климат достаточно влажный: среднегодовое количество осадков составляет 500–590 мм, в том числе около 350 мм в теплый период (максимум приходится на июнь – июль). Снежный покров устанавливается в ноябре и держится в среднем 155 суток (Путенихин и др., 2017).

Таблица 1

Характеристика интродуцированных видов сирени

№	Таксон	Географическое происхождение	Место получения	Год получения
1	<i>Syringa emodi</i> Wall.	Сев.-Зап. Гималаи	г. Ташкент	1959
2	<i>Syringa</i> × <i>henryi</i> Schneid.	гибрид (<i>S. josikaea</i> × <i>S. villosa</i>)	г. Архангельск	1958
3	<i>Syringa josikaea</i> Jacq.	Карпаты, Трансильвания	Местная репродукция	1960
4	<i>Syringa komarowii</i> Schneid.	Сев.-Зап. Китай	г. Москва	1967
5	<i>Syringa pubescens</i> Turcz.	Сев. Китай, Монголия	Германия	1960
6	<i>Syringa reticulata</i> (Blume) H. Hara ssp. <i>amurensis</i> (Rupr.) P.S. Green & M.C. Chang	Приамурье, Приморский край, Сев.- Вост. Китай	г. Минск	1961
7	<i>Syringa reticulata</i> (Blume) H. Hara ssp. <i>reticulata</i>	Япония (о-ва Хондо, Хоккайдо, Хонсю)	Польша	1959
8	<i>Syringa sweginzowii</i> Koehne et Lingelsh.	Китай, Сев. Корея	г. Ленинград	1960
9	<i>Syringa wolfii</i> Schneid	Дальний Восток, Сев.-Вост. Китай, Корея	г. Ленинград	1960
10	<i>Syringa velutina</i> Kom.	Сев. Китай, Корея	Неизвестно	Неизвестно
11	<i>Syringa vulgaris</i> L.	Зап. и Юж. Румыния, Югославия, Болгария	г. Киев	1941

Учет степени плодоношения маточных кустов сирени проводился по специальной методике (Методические указания..., 1980). Для этого на каждом экземпляре выделялись модельные ветви (по 1 с каждой из сторон света) длиной около 1 м, измерялась длина каждой ветви по ее оси и суммировалась длина побегов всех порядков ветвления (в метрах). На каждой ветви подсчитывалось количество плодов, затем вычислялось количество плодов на 1 погонный метр данной модельной ветви. После чего определялось среднее количество плодов по всем модельным ветвям данного маточного экземпляра.

Общее приблизительное количество плодов маточника вычислялось по формуле:

$$Q = 10qRlk,$$

где:

Q – общее количество (шт.) плодов маточника;

q – количество (шт.) плодов на 1 п. м. модельной ветви;

R – средний радиус округленной проекции кроны;

l – длина протяженности зеленой кроны по стволу;

k – густота кроны в баллах (1–3).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Было определено общее количество плодов маточников некоторых видов сиреней (по 2 экземпляра каждого вида) и вычислено среднее количество плодов по видам (табл. 2). Виды *S. reticulata* ssp. *amurensis* и *S. reticulata* ssp. *reticulata* не задействованы в данном случае, так как цветение и плодоношение у них не ежегодное, а учет плодоношения у *S. pubescens* и *S. komarowii* в этот раз не удалось провести по субъективным причинам. Установлено, что

Таблица 2

Степень плодоношения некоторых видов рода *Syringa* за 1 год в коллекции ботанического сада

Вид	Средний радиус кроны, м	Длина протяженности зеленой кроны по стволу, м	Густота кроны, баллы	Количество плодов на 1 погонный метр, шт.	Общее количество плодов маточника, шт.	Среднее количество плодов по виду, шт.
<i>Syringa emodi</i> 1	1,1	1,9	3	57,3	3593	4737
<i>Syringa emodi</i> 2	1,1	1,8	3	108,9	5881	
<i>Syringa</i> × <i>henryi</i> 1	1,4	2,4	3	164,6	16592	12834
<i>Syringa</i> × <i>henryi</i> 2	1,3	2,6	3	89,5	9075	
<i>Syringa josikaea</i> 1	1,3	3,2	3	96,6	12056	12392
<i>Syringa josikaea</i> 2	1,4	3,2	3	94,7	12728	
<i>Syringa sweginzowii</i> 1	1,3	2,5	3	68,9	6718	7427
<i>Syringa zweginzowii</i> 2	1,0	2,3	3	117,9	8135	
<i>Syringa velutina</i> 1	1,5	2,6	3	32,7	3826	9468
<i>Syringa velutina</i> 2	1,2	2,8	3	149,9	15110	
<i>Syringa wolfii</i> 1	1,1	2,5	2	63,4	3487	3351
<i>Syringa wolfii</i> 2	1,0	2,6	2	61,8	3214	
<i>Syringa vulgaris</i> 1	2,1	3,1	3	72,3	14120	10420
<i>Syringa vulgaris</i> 2	1,9	3,0	3	39,3	6720	

максимальная продуктивность за 1 год оказалась у *S. × henryi* и *S. josikaea*, высокая – у *S. vulgaris* (рис. 1a), средняя – у *S. velutina* и *S. sweginzowii*, минимальная – у *S. emodi* и *S. wolfii*.

Из данных, полученных за несколько лет наблюдений за интродуцированными видами сирени (табл. 3), видно, что высокий показатель плодоношения имеет *S. velutina* – 156,8 шт./пог. м (рис. 1b). Приближаются к нему также *S. sweginzowii* (рис. 1c), *S. pubescens*, *S. josikaea* и *S. emodi* (рис. 1d). Характер цветения у этих видов практически ежегодно стабильно высокий (рис. 1). Наименьшей степенью плодоношения характеризуются *S. reticulata* ssp. *reticulata* – 19,4 шт./пог. м, *S. vulgaris* – 38,6 шт./пог. м и *S. wolfii* – 52,3 шт./пог. м.

В отношении видов с минимальной степенью плодоношения необходимо отметить следующее. *S. reticulata* ssp. *reticulata* характеризуется не только нерегулярным, но и необильным плодоношением в те годы, когда оно происходит; кроме того, у этого вида в отдельные годы отсутствует и фаза цветения. При изучении жизнеспособности пыльцы оказалось, что процент прорастания пыльцевых зерен у этой сирени сильно колеблется по годам – от 0 до 60%. Возможно, причиной этого явления могут быть природно-климатические условия Башкирского Предуралья, которые отличаются от таковых на родине данного вида (о-ва Хондо, Хоккайдо, Хонсю). Другой вид с низким плодоношением, *S. wolfii*, также родом с Дальнего Востока; в наших условиях он цветет и плодоносит ежегодно, однако обилие этих двух фенофаз стабильно невысокое. Кроме того, возможно, разница в климатических условиях этих регионов (Дальний Восток – муссонный климат и Башкортостан – резко континентальный) служит причиной нерегулярного плодоношения дальневосточных сиреней. Вероятно, имеет место и отсутствие насекомых-опылителей, обитающих в естественных условиях произрастания.

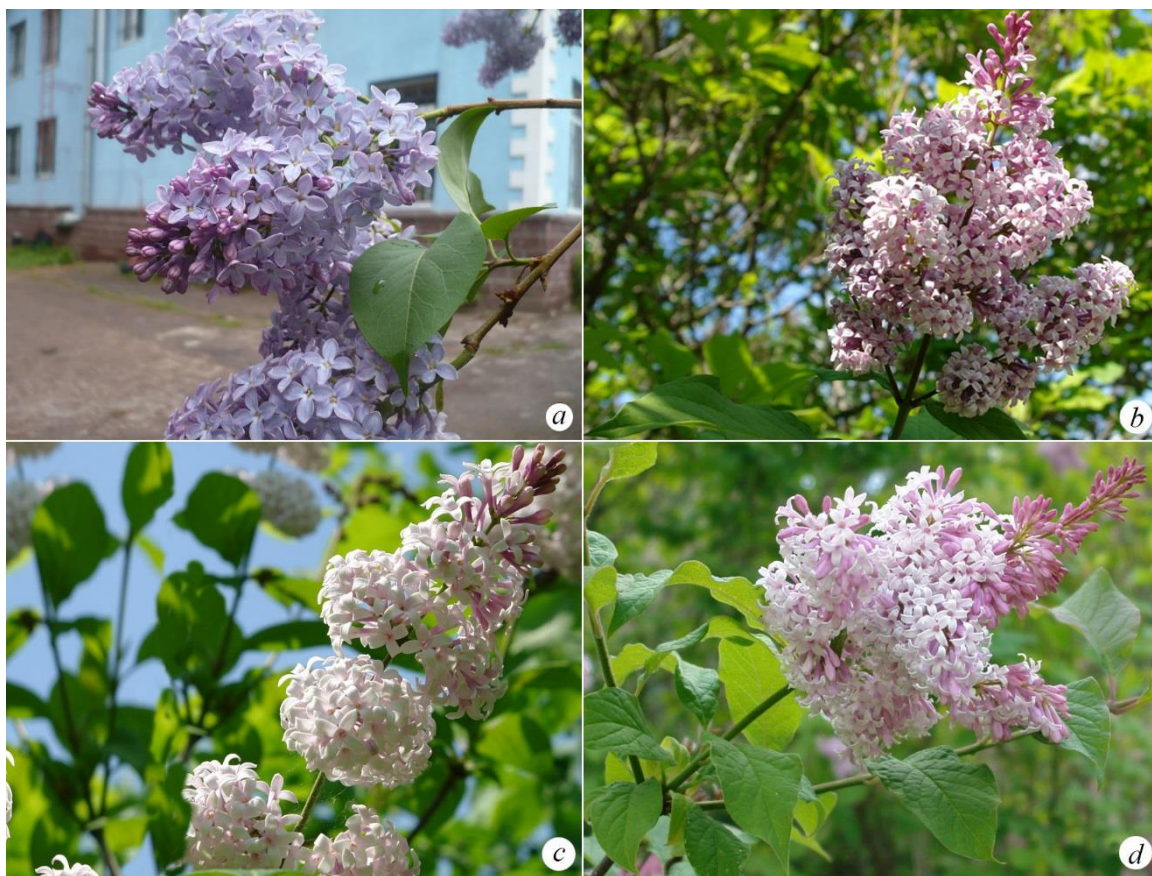


Рис. 1. Цветение некоторых видов сирени, интродуцированных в Башкирское Предуралье
a – *Syringa vulgaris*; b – *S. velutina*; c – *S. sweginzowii*; d – *S. emodi*.

Характеристика плодоношения интродуцированных видов сирени за 3 года наблюдений

Вид	Среднее количество плодов на погонный метр ветви, шт.	Пределы, шт.
<i>Syringa emodi</i>	139,9±23,18	57,3–285,0
<i>Syringa</i> × <i>henryi</i>	108,7±23,48	63,0–164,6
<i>Syringa josikaea</i>	121,7±20,26	90,0–217,0
<i>Syringa komarowii</i>	92,3±22,48	34,0–137,0
<i>Syringa pubescens</i>	133,0±45,00	88,0–178,0
<i>Syringa reticulata</i> ssp. <i>amurensis</i>	129,4±21,82	85,4–182,2
<i>Syringa reticulata</i> ssp. <i>reticulata</i>	19,4±1,99	16,2–25,5
<i>Syringa sweginzowii</i>	134,5±31,09	57,0–269,0
<i>Syringa velutina</i>	156,8±23,78	32,7–247,0
<i>Syringa vulgaris</i>	38,6±10,88	4,0–72,3
<i>Syringa wolfii</i>	52,3±5,32	30,0–69,0

Продуктивность *S. vulgaris* также имеет свои особенности. При общем обильном цветении на протяжении многих лет (рис. 1) завязывание плодов у этого вида остается низким, что подтверждается подсчитанным средним количеством плодов на 1 погонный метр модельной ветви. И даже если количество плодов на отдельных модельных ветвях оказывается велико, большинство из них очень мелкие и семена в них либо низкого качества, либо отсутствуют вообще. Низкое качество семян у этого вида подтверждено опытами по определению лабораторной всхожести в предыдущие годы (Полякова, 2011). Подсчитанная же высокая продуктивность *S. vulgaris* достигнута за счет крупных размеров маточных кустов. Качество семян у сирени прямо пропорционально качеству пыльцы, а у *S. vulgaris* оно всегда низкое – максимальный процент жизнеспособности пыльцы достигает 22 %. Отсюда и низкий процент завязывания плодов (рис. 2).

При выявлении связи между жизнеспособностью пыльцы и уровнем плодоношения видов коэффициент корреляции составил $r=0,48$ при $p=0,191$, что свидетельствует о его недостоверности. Вероятно, это связано с небольшим объемом выборки. Однако, между рассматриваемыми показателями вероятно существование связи средней степени, что



Рис. 2. Плодоношение некоторых видов сирени

a – плодоношение *Syringa komarowii*; *b* – плодоношение *S. vulgaris*, значительная часть цветков не сформировала плоды.

наглядно подтверждает приведенный график (рис. 3). Во всяком случае, можно говорить о той же тенденции, которая была отмечена в отношении всхожести семян: более жизнеспособная пыльца способствует не только формированию семян лучшего качества, но и увеличению количества плодов. Что касается *S. wolfii*, показатели которой отличаются от таковых у других видов на графике, то в этом случае, возможно, имеет место стабильно низкий уровень цветения данного вида в условиях Республики Башкортостан.

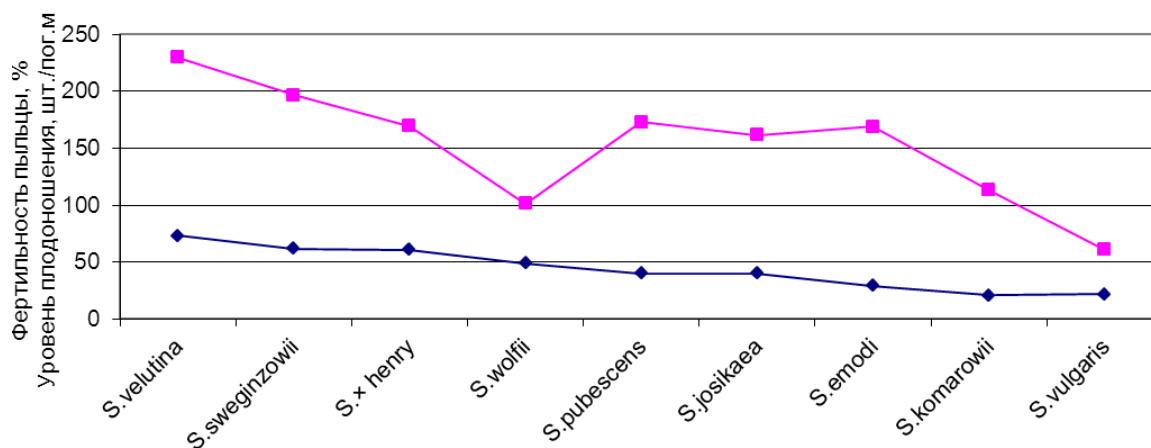


Рис. 3. Связь фертильности пыльцы (нижняя кривая) и уровня плодоношения (верхняя кривая)

Виды ранжированы по убыванию фертильности.

Проведенный дисперсионный анализ показал существенное влияние как фактора года (сезонных метеоусловий), так и индивидуальных особенностей видов на уровень плодоношения видов сирени в коллекции (фактор года – $F=5344$, $p<0,001$; видовые особенности – $F=6011$, $p=0,0008$). Под фактором года имеется в виду совокупность погодных условий – сумма осадков, сумма положительных температур, сумма низких температур в зимний период, высота снежного покрова; под видовыми особенностями – сроки наступления фенофаз, особенности морфологии генеративных органов и так далее.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, уровень плодоношения интродуцированных видов сирени в коллекции Южно-Уральского ботанического сада-института Уфимского НЦ РАН определяется биологическими (наследственными) особенностями видов и сезонными изменениями погодных условий. Наибольшим уровнем плодоношения характеризуется *Syringa velutina*, наименьшим – *S. vulgaris* и *S. wolfii*. Возможно, имеет место тенденция зависимости степени плодоношения от качества формируемой пыльцы. Два таксона среди всех изученных обнаруживают нестабильность плодоношения: *S. reticulata* ssp. *reticulata* цветет и плодоносит нерегулярно, а у *S. reticulata* ssp. *amurensis* при регулярном обильном цветении отмечается отсутствие плодоношения в отдельные годы.

Работа выполнена по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразии природных систем и биологические ресурсы России» и в рамках государственного задания ЮУБСИ УФИЦ РАН по теме АААА-А18-118011990151-7.

Список литературы

- Лапин П. И., Сиднева С. В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений. – М.: Наука, 1973. – С. 7–67.
- Методические указания по семеноведению интродуцентов. – М.: Наука, 1980. – 63 с.
- Мурзабулатова Ф. К., Полякова Н. В., Малораспространенные декоративно-лиственные кустарники коллекции Уфимского ботанического сада // «Живые и биокосные системы» [Электронный ресурс]. – 2015. № 13; Режим доступа: <http://www.jbks.ru/archive/issue-13/article-5> (просмотрено 16.12. 2019).
- Мурзабулатова Ф. К., Полякова Н. В. Интродукция малораспространенных декоративных красивоцветущих кустарников в Башкирском Предуралье // Растительный мир Азиатской России. – 2016. – № 2 (22). – С. 73–83.
- Мурзабулатова Ф. К., Полякова Н. В., Никитина Л. С., Путенихин В. П., Шигапов З. Х. Красивоцветущие и декоративно-лиственные кустарники (Фрутицетум, Сирингарий и некоторые другие коллекционные участки Уфимского ботанического сада). – Уфа, «Мир печати», 2018. – 152 с.
- Окунева И. Б. Сирень: Уход, обрезка, размножение, сорта. – Москва: Фитон XXI, 2019. – 288 с.
- Полякова Н. В. Биологические особенности представителей рода *Syringa* L. при интродукции в Башкирском Предуралье: дисс... канд. биол. наук: спец.: 03.02.01. Ботаника. – Уфа: БашГУ, 2010. – 152 с.
- Полякова Н. В. Биология семян видов сирени в ботаническом саду г. Уфы // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2011. – Т. 14, № 3–1 (98). – С. 56–60.
- Полякова Н.В. Интегральная оценка перспективности видов рода *Syringa* L. в коллекции Уфимского ботанического сада // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2016. – № 3. – С. 70–73.
- Путенихин В. П., Путенихина К. В., Шигапов З. Х. Кедр сибирский в Башкирском Предуралье и на Южном Урале: биологические и лесоводственные особенности при интродукции. – Уфа: Башкирская Энциклопедия, 2017. – 248 с.
- Трулевич Н. В. Эколого-фитоценотические основы интродукции растений. – М.: Наука, 1991. – 214 с.

Polyakova N.V. Features of introduced species of lilac (*Syringa*) fruiting in the Bashkir Urals // Ekosistemy. 2020. Iss. 22. P. 90–96.

Fruiting is an important characteristic of plant adaptation to new growing conditions. This is especially actual for ornamental plants, which, after successful introduction, can be used in landscaping of settlements. The genus *Syringa* L. has about 30 species, many of which can replenish the range of ornamental plants in the region. The collection of lilacs of the South Ural Botanical Garden-Institute of the UFIC RAS (Ufa Federal Research Centre of Russian Academy of Sciences) currently contains 11 species that have reached a generative state. The aim of this research is to identify the features of fruiting species of the genus *Syringa* during introduction in the conditions of the Bashkir Cis-Urals. The fruiting level of lilac species in the collection of the Botanical Garden was studied by determining the total number of fruits of the mother bushes. It is revealed that the fruiting level of introduced species of lilac is determined by the biological (hereditary) characteristics of the species and seasonal changes of weather conditions. *S. velutina* is characterized by the highest fruiting level, *S. vulgaris* and *S. wolfii* – by the lowest ones. It is assumed that there might be a tendency for dependence of the degree of fruiting on the quality of the formed pollen. Two taxa among all studied ones demonstrate fruiting level instability: *S. reticulata* ssp. *reticulata* blooms and bears fruit irregularly, while *S. reticulata* ssp. *amurensis* has regular abundant flowering, but there is a lack of fruiting in some years.

Key words: *Syringa* L., fruiting, introduction, Ufa, Bashkir Cis-Urals.

Поступила в редакцию 26.12.19

УДК 594.117:591.134.4:577.1

Размерно-весовые и биохимические характеристики соматического роста молодежи черноморских видов двустворчатых моллюсков *Anadara kagoshimensis* и *Flexopecten glaber ponticus*

Щербань С. А., Мельник А. В.

Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН
Севастополь, Россия
Shcherbansa@yandex.ru

Представлены результаты исследований морфо-физиологических и биохимических показателей соматического роста молодежи черноморских видов двустворчатых моллюсков: анадары *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) и гребешка *Flexopecten glaber ponticus* (Bucguoy, Dautzenberg et Dollfus 1889), обитающих в прибрежных биоценозах Севастополя. На примере молодежи с линейными размерами 25–32 мм дана сравнительная оценка особенности биосинтеза белка (мгновенной скорости роста) мягких тканей. По значениям содержания суммарных РНК и величинам ростового индекса РНК/ДНК в тканевых гомогенатах показано, что уровень синтеза белковых структур тканей у анадары в 2,2 раза выше, чем у гребешка. Сравнительная оценка морфо-физиологических параметров (относительные величины массы раковины (МР), мягких тканей (МТ) и межстворочной жидкости (МЖ) от общей массы моллюска) у молодежи обоих видов показала, что они практически не имеют различий и их значения находятся в пределах статистической ошибки. Рассчитаны корреляционные зависимости весовых и линейных параметров. Для обоих видов моллюсков получены прямые корреляции с высокими коэффициентами ($r=0,74$ и $r=0,85$), что свидетельствует о положительной изометрии роста.

Ключевые слова: анадара, черноморский гребешок, общая сырая масса, мягкие ткани, биосинтез белка, скорости роста, суммарные рибонуклеиновые кислоты (сум.РНК), расчетный индекс РНК/ДНК, двустворчатые моллюски, Черное море.

ВВЕДЕНИЕ

Anadara kagoshimensis (Tokunaga, 1906) и *Flexopecten glaber ponticus* – два значимых представителя двустворчатых моллюсков в экосистеме бентоса Черного моря. Анадара – относительно недавний вселенец Азово-Черноморский бассейн (Gomoiu, 1984; Золотарев, 1987; Стадниченко, Золотарев, 2009 и др.). Однако довольно быстро из малозаметного вселенца уже к 2013 году на ряде участков Крымского шельфа этот вид превратился в одну из руководящих форм бентоса (Ревков и др., 2002, 2004; Ревков, 2016). К настоящему времени накопилось достаточно много информации по распространению, особенностям развития и адаптации *A. kagoshimensis* в новых условиях. В вопросах роста известны данные по морфометрическим показателям, линейным и весовым приростам, скоростям линейного роста и особенностям аллометрии створок (Чихачев и др., 1994; Пиркова, 2012; Финогенова и др., 2012; Жаворонкова, Золотарев, 2014). Так, в частности, в работе А. В. Пирковой (2012) представлены модели весовых и линейных приростов на разных стадиях роста анадары в условиях аквакультуры Черного моря. Однако работ по росту отдельных популяционных групп в естественной среде крайне мало, а данные по морфометрии, аллометрии роста и годовым приростам *Flexopecten glaber ponticus* за последние десятилетия отсутствуют.

Известно, что анадара и в особенно черноморский гребешок растут значительно медленнее других массовых видов двустворчатых моллюсков Черного моря, таких как мидии, митиллястры и устрицы (Ревков и др., 2002, 2004; Стадниченко, Золотарев, 2009; Вялова, 2011; Пиркова, 2012; Shcherban, 2012). Линейный прирост анадары за один год в среднем составляет лишь 10 мм (Чихачев и др., 1994). Для молодежи гребешка подобные данные отсутствуют.

Продолжительность жизни обоих видов приблизительно одинакова и составляет 6–7 лет. Длина раковины анадары не превышает 60 мм (Золотарев, Терентьев, 2012), в Керченском проливе – 65 мм, в прибрежных зонах моря и в Севастопольских бухтах, в частности, его максимальные размеры также могут достигать 50–55 мм (Ревков, 2016). Средний размер раковины *A. kagoshimensis* в Черном море – 11–30 мм (Стадниченко, Золотарев, 2009).

Оба вида размножаются в теплое время года, присутствие половозрелых особей отмечается с мая по август. Половозрелость у гребешка наступает при длине раковины около 40 мм (возраст 2,5 года и старше) (Скарлато, Старобогатов, 1972; Пиркова, Ладыгина, 2017), у анадары при длине раковины 15–20 мм (Чикина и др., 2003; Sahin et al., 2009), по другим источникам гораздо позже, при длине около 35 мм. Известные на сегодня данные позволяют рассматривать оба вида как уже состоявшиеся элементы черноморской экосистемы, однако, отсутствие личинок гребешка в планктоне Севастопольской бухты и прилегающей к ней акватории в последние годы, в частности с 2013 по 2017, свидетельствует о факте сокращения его численности (Лисицкая, 2017).

На настоящий момент остаются малоизученными вопросы роста в природной среде на различных субстратах, а также физиолого-биохимические особенности биосинтеза тканей у обоих видов.

Цель данной работы – сравнительная оценка некоторых морфометрических и биохимических показателей соматического роста молоди анадары (*A. kagoshimensis*) и черноморского гребешка (*F. glaber ponticus*) в условиях их естественного обитания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объекты исследования отображены на рисунках 1 и 2.

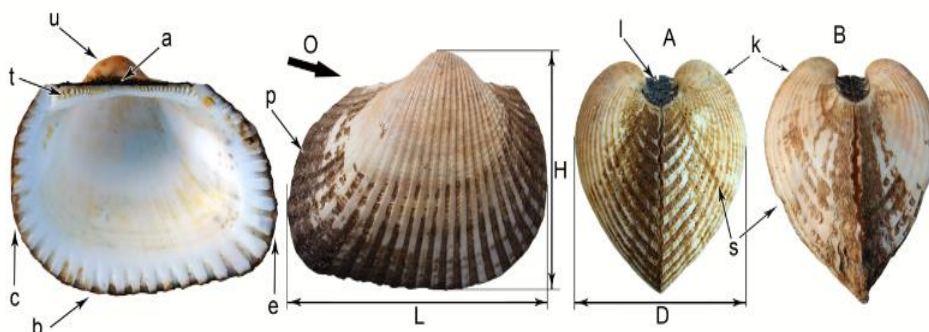


Рис. 1. Раковины *Anadara kagoshimensis* из района юго-восточного Крыма (б. Двужкорная) длиной 34 мм (Ревков, Щербань, 2017)
L – длина; H – высота; D – ширина раковины; A – вид раковины спереди; B – вид раковины сзади.

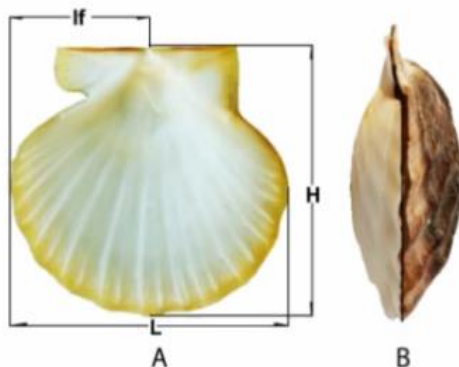


Рис. 2. Раковина *Flexopecten glaber ponticus*
A – правая створка, вид изнутри; B – вид раковины сбоку. Фото И. П. Бондарева, 2018 г.

Раковина черноморской анадары массивная, тяжёлая, вздутая и неравностворчатая. Выпуклость левой створки достоверно выше правой (Жаворонкова, Золотницкий, 2014; Ревков, 2017). По данным ряда авторов (Финогенова и др., 2012; Ревков, 2016 и др.), доля асимметричных особей колеблется от 67 до 86 % и с ростом увеличивается. Раковина гребешка хрупкая, легкая и также неравностворчатая. Правая створка выпуклая, левая плоская.

Моллюсков обоих видов отбирали из акватории мидийно-устричной фермы ООО НИО «Марикультура», расположенной в бухте Карантинная (район Севастополя) в ноябре 2018 года.

Карта-схема представлена на рисунке 3.

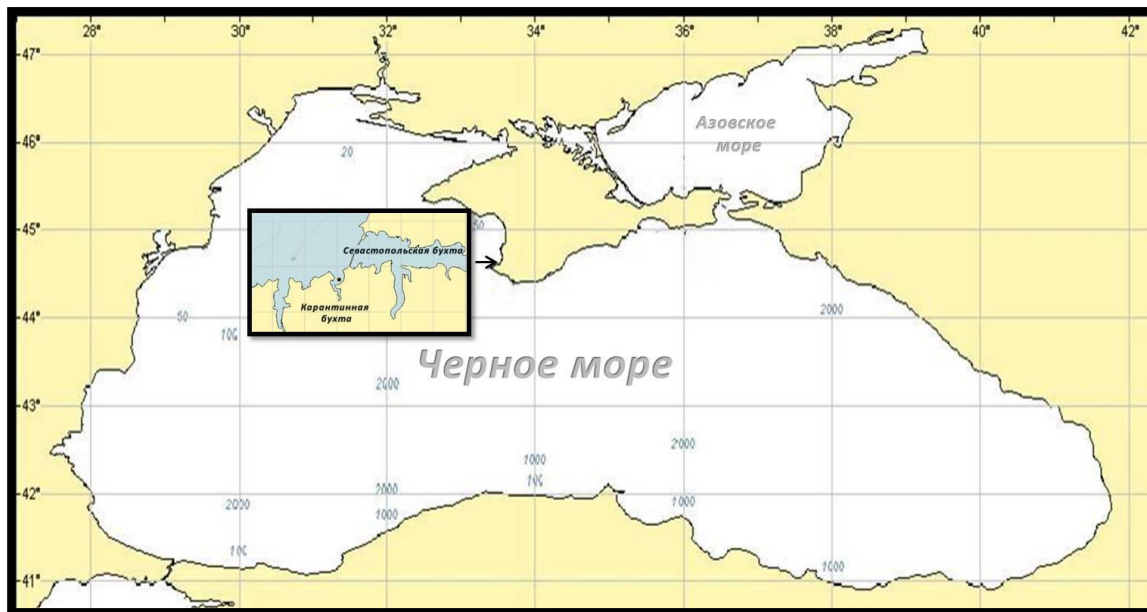


Рис. 3. Карта-схема отбора проб

Особь обоих видов взяты из садков с гигантскими устрицами, установленных на глубине 4–5 м. После отбора их содержали в аквариуме с проточной системой в течение одних-двух суток – период краткой адаптации. Из общей выборки отбиралась молодежь с одинаковыми линейными размерами 25–32 мм. Для анадары это возраст от 2-х до 3-х лет, для гребешка – от 1,5 до 2,5 лет.

Длину каждого моллюска измеряли штангенциркулем с точностью до 0,1 см. Далее, индивидуально, осуществляли измерения общей сырой массы, сырой массы выделенных мягких тканей, предварительно подсушенных на фильтровальной бумаге до исчезновения мокрого следа. Межстворочную жидкость предварительно сливали и взвешивали. Сырые ткани гомогенизировали. Навески гомогенатов, массой от 50 до 80–90 мг, промывали трижды 4 мл смеси Фолча (хлороформ (2) – метанол (1)) для устранения пигментных и липидных компонентов. Далее, в обезжиренных пробах тканей определяли содержание суммарных РНК (сум. РНК) и ДНК видоизмененным методом А. С. Спирина (Дивавин, 1984). Исследуемые показатели измеряли спектрофотометрически на приборе (СФ-26) методом разностей экстинкций, при длинах волн 270 и 290 нм (Дивавин, 1984). Результаты измерений выражали в мкг/мг сырой ткани. На основе полученных значений суммарных РНК и ДНК рассчитывали ростовой индекс РНК/ДНК. Статистическая обработка и графическое оформление данных выполнены с применением стандартного пакета Excel 97. На графиках представлены величины стандартных отклонений.

Линейный коэффициент корреляции рассчитывался по формуле:

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{S(x) \cdot S(y)}, \text{ где}$$

$\overline{xy}, \bar{x}, \bar{y}$ – выборочные средние, $S(x)$ и $S(y)$ среднее квадратическое отклонение.

Связи между признаками оценивались по шкале Чеддока (Сысоев, 2003) по критериям: $0,1 < r < 0,3$: слабая; $0,3 < r < 0,5$: умеренная; $0,5 < r < 0,7$: заметная; $0,7 < r < 0,9$: высокая; $0,9 < r < 1$: весьма высокая.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Представленные данные характеризуют состояние весовых параметров и уровень мгновенных скоростей роста мягких тканей моллюсков в данный период исследований их жизненного цикла (середина осени, период относительно стабильного роста).

Морфо-физиологические показатели моллюсков. Некоторые морфометрические показатели исследуемых моллюсков представлены в таблице 1. Так, для моллюсков с

Таблица 1

Линейные размеры, общий вес и относительное содержание тканей у молоди двух видов черноморских моллюсков

L раковины, мм		W общий, г		Доля мягких тканей, %	
Анадара	Гребешок	Анадара	Гребешок	Анадара	Гребешок
25	25	6,9	3,0	17,5	16,7
27	25	10,8	2,8	18,2	19,4
27	26	11,1	3,3	18,7	17,5
28	26	14,5	3,3	17,9	17,7
28,5	27	12,9	3,7	17,6	23,0
29,4	27	12,9	3,0	18,7	16,7
30	27	12,3	3,45	19,5	17,6
31	28	18,4	4,3	20,2	17,6
31	28	13,6	4,1	20,4	19,6
31	29	13,9	4,2	20,8	18,9
32	30	16,2	4,6	20,5	18,5
32	30	18,1	4,15	19,8	17,7

одинаковой длиной раковины общая масса находилась в диапазоне от 2,8 до 4,6 г (гребешок) и от 6,9 до 18,4 г (анадара). Процентное содержание мягких тканей близки у молоди обоих видов: для гребешка – это величина от 16,7 до 23,0 % (в среднем 18,5 %), для анадары – от 17,5 до 20,8 % (в среднем 19,0 %). Такие значения сравнимы с показателями по черноморскому гребешку более крупного размера – 25–40 мм (18–21 %) и близки к показателю приморского гребешка промысловых размеров (20–21 %) (Кракатица, 1972).

Данные по относительным величинам масс раковины, мягких тканей и межстворочной жидкости представлены на круговых диаграммах (рис. 4).

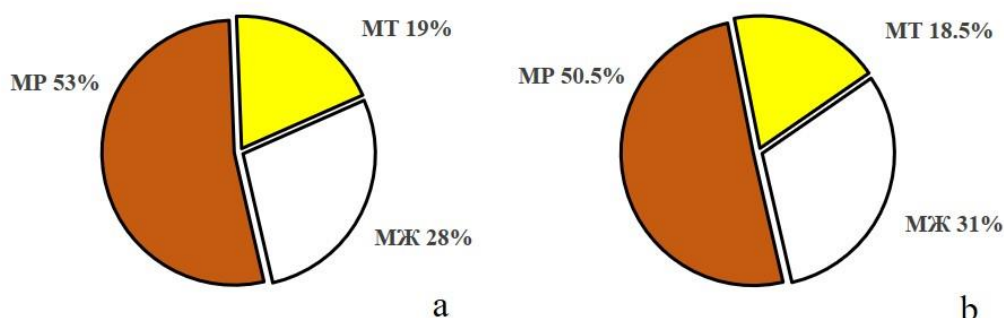


Рис. 4. Относительные величины массы раковины (MP), мягких тканей (MT) и межстворочной жидкости (МЖ) от общей массы моллюска
a – молодь анадары; b – молодь гребешка.

Отметим, что в период отбора моллюски находились в покое (как теплолюбивые виды нерест у них происходит в летние месяцы и заканчивается в сентябре – октябре). Вследствие этого можно полагать, что величины относительного содержания мягких тканей у анадары могут быть выше в другие периоды годового цикла за счет массы половых продуктов на разной стадии их созревания. За нерестовый период общий вес моллюсков может снижаться у этого вида на 27 % (Пиркова, 2012). Особи популяции гребешка неполовозрелы.

Относительная величина веса раковины у анадары несколько выше (53 %), чем у гребешка за счет более массивных и тяжелых створок.

При изучении закономерностей роста обычно исследуют особенности аллометрии этого процесса. Ранее, на черноморской анадаре проводились подобные исследования в морских акваториях вблизи Керчи, Кавказского побережья, Адлера и Севастополя. По результатам исследований давалась количественная характеристика связи длины с высотой и выпуклостью раковины, а также взаимосвязь длины с массой раковины и массой мягких тканей (Пиркова, 2012; Жаворонкова, 2014). Авторами установлена положительная аллометрия роста высоты и выпуклости раковины относительно ее длины. В частности, для подрачиваемых в садках неполовозрелых групп анадары (возрастного диапазона 0,5–3 года) описана связь длины раковины с высотой и шириной. Показано также, что общий максимальный прирост моллюсков отмечен в первый год жизни (1,33 мм/мес.); к трехлетнему возрасту он снижается, в среднем, два раза (до 0,67 мм/мес.). Подобных данных по черноморскому гребешку нет.

Нами рассчитана корреляционная зависимость длин от общей массы для обоих видов (рис. 5). Связь между исследуемыми признаками оценивалась по шкале Чеддока как весьма высокая, что свидетельствует о положительной изометрии роста.

Особенности соматического роста тканей моллюсков. Для гомогенатов мягких тканей рассчитывали значения двух показателей синтеза белковой массы – содержание суммарных РНК и индекса роста РНК/ДНК, характеризующих уровень данного процесса (рис. 6). У особей анадары показатель содержания суммарных РНК составлял $1,65 \pm 0,42$ мкг/мг ткани, что в 2,2 раза выше, чем у одноразмерных особей гребешка ($0,78 \pm 0,06$ мкг/мг). Величины индекса РНК/ДНК также различались в 2,1 раза: соответственно $13,69 \pm 2,98$ у.е. (анадара) и $6,4 \pm 0,66$ у.е. (гребешок).

Диапазон варьирования ростового индекса у двустворчатых моллюсков, в частности черноморских, достаточно широк и его значения находятся в пределах от 3 до 16 у.е. (Щербань, 2018). Ранее, исследования на молодежи черноморского вида устриц *Crassostrea gigas* и анадары *A. kagoshimensis* из их естественных поселений свидетельствовали о более

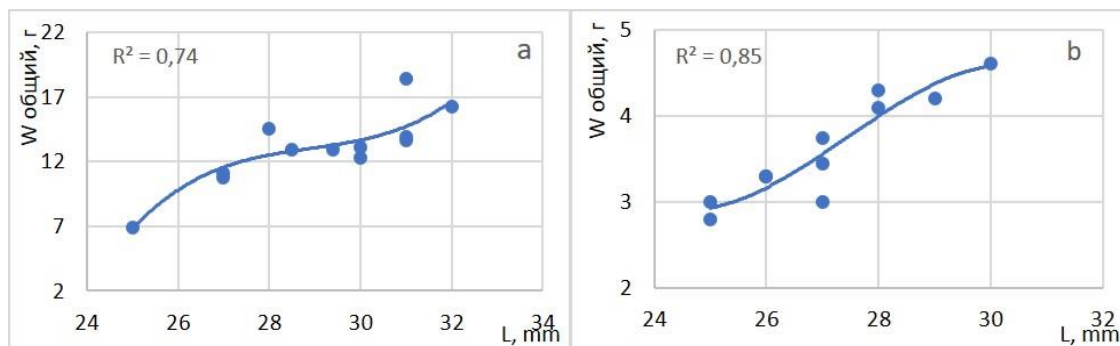


Рис. 5. Корреляционная зависимость между длиной и общей массой моллюска у молодежи анадары и черноморского гребешка (линейный диапазон 25–32 мм)
а – анадара; б – гребешок.

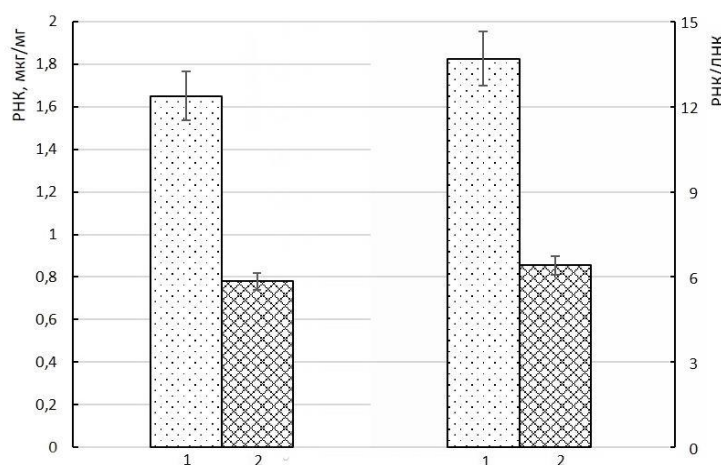


Рис. 6. Содержание сум.РНК и значения индекса РНК/ДНК в тканевых гомогенатах молодежи анадары и гребешка (диапазон длин 25–32 мм)
1 – анадара; 2 – гребешок.

высоком уровне «мгновенных скоростей» соматического роста у этих видов (в особенности анадары (длина раковины от 14 до 18 мм) показали, что значения ростового индекса РНК/ДНК имели величину с максимальным значением 9,6 у.е. (Щербань, 2010; Щербань, 2018; Shcherban, 2012). По результатам данного исследования уровень тканевого соматического роста у молодежи анадары можно оценить как высокий, у молодежи гребешка как средний.

Получение новых данных на более значительных объемах популяционных выборок разного размерно-возрастного диапазона моллюсков будет являться целью проведения дальнейших исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для молодежи анадары и черноморского гребешка одного размерного диапазона (25–32 мм) получены прямые корреляционные зависимости между длиной и общей массой с высокими коэффициентами ($r=0,74$ и $r=0,85$) соответственно, что свидетельствует о положительной изометрии роста.

По показателям содержания суммарных РНК и индекса РНК/ДНК в тканях было установлено, что уровень синтеза белковых структур у анадары оценивается как высокий и в среднем в 2,2 раза выше, чем у гребешка.

Сравнительная оценка морфо-физиологических параметров (относительные величины массы раковины (МР), мягких тканей (МТ) и межстворочной жидкости (МЖ) от общей массы моллюска) у молодежи обоих видов показала, что они практически не имеют различий и их значения находятся в пределах статистической ошибки.

Работа подготовлена по темам государственных заданий ФГБУН ИнБЮМ «Функциональные, метаболические и токсикологические аспекты существования гидробионтов и их популяций в биотопах с различным физико-химическим режимом». Регистрационный № НИОКТР: АААА-А18-118021490093-4 и «Структурно-функциональная организация, продуктивность и устойчивость морских пелагических экосистем». Регистрационный № НИОКТР: АААА-А18-118020790229-7.

Список литературы

- Вялова О. Ю. Ростовые, морфометрические и биохимические характеристики анадары *Anadara inaequivalvis* в Чёрном море (акватория Голубого Залива, ЮБК) // Промысловые биоресурсы Чёрного и Азовского морей. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – С. 189–192.
- Дивавин И. А. Нуклеиновый обмен черноморских гидробионтов в различных бухтах юго-западного побережья Крыма // Экология моря. – 1984. – Вып. 2. – С. 48–51.
- Жаворонкова А. М., Золотницкий А. П. Характеристика аллометрического роста двустворчатого моллюска анадары (*Anadara inaequivalvis*) Керченского пролива // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2014. – Вып. 10. – С. 128–133.
- Золотарев В. Н. Двустворчатый моллюск *Cunearca cornea* – новый элемент фауны Черного моря // Доклады Академии наук СССР. – 1987. – Т. 297. – С. 501–503.
- Золотарёв П. Н., Терентьев А.С. Изменения в сообществах макробентоса Гудаутской устричной банки // Океанология. – 2012. – Т. 52, № 2. – С. 251–257
- Кракатица Т. Ф. Распределение и запасы гребешка *Pecten ponticus* B.D. et D (Mollusca, Bivalvia) в Черном море Зоологический журнал. – 1972. – Т. 51, Вып. 1. – С. 136–138.
- Лисицкая Е. В. Таксономический состав и сезонная динамика меропланктона в районе мидийно-устричной фермы (Севастополь, Черное море) // Морской биологический журнал. – 2017. – Т. 2, № 4. – С. 38–49.
- Пиркова А. В. Рост двустворчатого моллюска *Anadara inaequivalvis* (Bivalvia) в Черном море при садковом выращивании // Материалы VII Междуна. конф. «Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона». Керчь: ЮГНИРО, 20–23 июня 2012 г. – 2012. – Т. 2. – С. 73–78.
- Пиркова А. В., Ладыгина Л. В., Мейоз, эмбриональное и личиночное развитие черноморского гребешка *Flexopecten glaber ponticus* (Vucquoq, Dautzenberg & Dollfus, 1889) (Bivalvia, Pectinidae) // Морской биологический журнал. – 2017. – Т. 2, № 4. – С. 50–57.
- Ревков Н. К. Особенности колонизации Черного моря недавним вселенцем – двустворчатым моллюском *Anadara kagoshimensis* (Bivalvia: Arcidae) // Морской биологический журнал. – 2016. – Т. 1, № 2. – С. 3–17.
- Ревков Н. К., Болтачева Н. А., Николаенко Т. В., Колесникова Е. А. Биоразнообразие зообентоса рыхлых грунтов Крымского побережья Черного моря // Океанология. – 2002. – Т. 42, № 4. – С. 561–571.
- Ревков Н. К., Костенко Н. С., Киселева Г. А., Анистратенко В. В. Тип Моллюски Mollusca Cuvier, 1797 // Карадаг. Гидробиологические исследования. Сб. науч. тр., посвящ. 90-летию Карад. науч. станции и 25-летию Карадагского природного заповедника НАН Украины. Кн. 2. – Симферополь: СОНАТ, 2004. – С. 399–435.
- Ревков Н. К., Щербань С. А. Особенности биологии двустворчатого моллюска *Anadara kagoshimensis* в Черном море // Экосистемы. – 2017. – Вып. 9 (39). – С. 47–57.
- Стадниченко С. В., Золотарев В. Н. Популяционная структура морских двустворчатых моллюсков в районе дельты Дуная в 2007-2008 гг. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – Вып. 20. – С. 268–261.
- Сысов В. В. Парная линейная регрессия. – Из-во Воронежская государственная технологическая академия, 2003. – 324 с.
- Финогенова Н. Л., Куракин А. П., Ковтун О. А. Морфологическая дифференциация *Anadara inaequivalvis* (Bivalvia, Arcidae) в Черном море // Гидробиологический журнал. – 2012. – Т. 48, № 5. – С. 3–10.
- Чихачев А. С., Фроленко Л. Н., Реков Ю. И. Новый вселенец в Азовское море // Рыбное хозяйство. – 1994. – Т. 3. – С. 40–45.
- Щербань С. А. Тканевые особенности белкового синтеза у двустворчатого моллюска *Anadara inaequivalvis* (Bruguiera) в условиях нормы и при дефиците пищи // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Серія біол. Спец. вып. «Гідроекологія». – 2010. – № 3 (44). – С. 323–327.
- Щербань С. А. Биохимические индикаторы пластического роста у представителей морских Bivalvia (Черное море) // Экосистемы. – 2018. – Вып. 14 (44). – С. 110–119.
- Gomoiu M. T. *Scapharca inaequivalvis* (Bruguiera) a new species in the Black Sea // Cercetări marine – Recherches marines. – 1984. – Vol. 17. – P. 131–141.

Shcherban S. A. Tissue peculiarities of the protein anabolism in bivalve mollusk *Anadara inaequivalvis* in norm, under foot deficit and anoxia // Hydrobiology Journal. – 2012. – Vol. 48, N 2. – P. 21–29.

Sahin C., Emiral H., Okumus I., Mutlu Gozler A. The Benthic Exotic Species of the Black Sea: Blood Cockle (*Anadara inaequivalvis*, Bruguiere, 1789: Bivalve) and Rapa Whelk (*Rapana thomasiana*, Crosse, 1861: Mollusc) // Journal of Animal and Veterinary Advances. – 2009. – Vol. 8, N. 2. – P. 240–245.

Shcherban S. A., Melnic A. V. Size-weight and biochemical characteristics of somatic growth of young Black Sea bivalvia mollusks *Anadara kagoshimensis* and *Flexopecten glaber ponticus* // Ekosistemy. 2020. Iss. 22. P. 97–104.

The results of studies of morpho-physiological and biochemical parameters of somatic growth of the Black Sea species of bivalve mollusks – scallops *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) and *Flexopecten glaber ponticus* (Bucguoy, Dautzenberg et Dollfus, 1889), living in coastal biocenoses of Sevastopol are presented. Comparative assessment of the features of protein biosynthesis (instantaneous growth rate) of soft tissues is given on the example of juvenile population groups with linear dimensions of 25–32 mm. The values of total RNA content and RNA/DNA index prove that *Anadara kagoshimensis* has 2,2 times higher level of synthesis of protein structures of tissues than *F. glaber ponticus*. Comparative analysis of morpho-physiological parameters (relative indexes of shell mass (SM), soft tissue (ST) and interstitial fluid (IF) of the total mass of the mollusk) of juveniles of both species shows that they have practically no differences and their indexes are within the statistical error range. The correlation dependences of the weight and linear parameters are calculated. Direct correlations between parameters with high coefficients ($r=0,74$ and $r=0,85$) are obtained for both mollusk species, which might indicate a positive allometry growth.

Key words: *Flexopecten glaber ponticus*, *Anadara kagoshimensis*, total wet mass, soft tissues, protein synthesis, growth rates, total RNA, RNA/DNA index, bivalvia mussels, Black Sea.

Поступила в редакцию 15.01.20

УДК 502.742: 595.7(470.326)

Охраняемые насекомые государственного природного заповедника «Воронинский» (Тамбовская область, Россия)

Володченко А. Н.

Балашовский институт Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского
Балашов, Россия
kimixla@mail.ru

В данном исследовании представлена комплексная инвентаризация видового состава насекомых заповедника, включенных в Красную книгу Тамбовской области. За все время исследований на территории заповедника обнаружено 60 видов охраняемых насекомых (37 % от общего количества охраняемых насекомых региона), которые относятся к 5 отрядам: Стрекозы (3 вида), Богомолы (1), Равнокрылые (1), Жесткокрылые (23), Чешуекрылые (21), Перепончатокрылые (11). Два из охраняемых видов – *Calosoma sycophanta* и *Protaetia aeruginosa* – включены в Красную книгу России. Виды *Stenocorus quercus*, *Leptura maculata*, *Bombus proteus*, *Formica aquilonia* в области отмечены только в заповеднике. Для 9 видов (*Carabus clathratus*, *Panagaeus cruxmajor*, *Odacantha melanura*, *Hololepta plana*, *Dorcus parallelipedus*, *Necydalis major*, *Zerynthia polyxena*, *Parnassius mnemosyne*, *Scolia hirta*) приводятся новые данные о распространении в заповеднике. Предварительный обзор показывает, что в заповеднике обитает относительно много охраняемых видов. Список видов возможно пополнить новыми «краснокнижными» видами, известных с близко расположенных к заповеднику территорий.

Ключевые слова: редкие насекомые, лесостепные экосистемы, центральная Россия, природный заповедник «Воронинский», сохранение биоразнообразия.

ВВЕДЕНИЕ

Охраняемые природные территории являются одним из ключевых элементов сохранения природного наследия в естественных ландшафтах на популяционном, видовом и экосистемном уровнях (Naro-Maciel et al., 2009). Защита ландшафтов и сообществ позволяет обеспечить протекание экологических процессов без участия человека, что важно для многих уязвимых видов. Многие насекомые восприимчивы различным видам антропогенного воздействия, что обусловлено особенностями биологии, требованиями к климатическим и микростабиальным условиям, взаимосвязями с другими видами (Фатерыга, Иванов, 2010; Montgomery et al., 2020). Эти особенности позволяют использовать насекомых как индикаторов экосистем с высоким биоразнообразием (Иванов, 2002). Заповедники как крупные природные комплексы предоставляют среду обитания большей части видового разнообразия флоры и фауны и позволяют обеспечить устойчивое существование популяций обитающих на их территории видов. Однако до настоящего времени изученность энтомофауны заповедников остается неудовлетворительной даже на относительно хорошо изученной европейской части России, данные по охраняемым видам малочисленны и фрагментарны (Govorushko, Nowicki, 2019). В связи с этим задача выявления местообитаний видов, включенных в федеральную и региональные красные книги, продолжает оставаться актуальной.

Государственный природный заповедник «Воронинский» основан в 1994 году для сохранения биоразнообразия характерных лесостепных экосистем. Заповедник располагается в восточной части Тамбовской области на восточной окраине Окско-Донской равнины в долине реки Ворона. Большую часть территории (77 %) занимают лесные сообщества, остальную часть территории занимают практически в равной доле травянистые и водные сообщества. Территория заповедника в начале XX века оценивалась как имеющая высокую сохранность природных сообществ, В. П. Семеновым-Тяншанским в 1916 году даже был подготовлен проект организации заповедника «Уремный». Однако данные планы не были

реализованы. К моменту основания заповедника состояние многих сообществ было подорвано значительным антропогенным воздействием, однако сохранение разнообразия флоры и фауны, популяций редких видов позволило в конце века придать этой территории охраняемый статус (Егоров, 2009). К настоящему времени через 25 лет после образования заповедника отмечается улучшение состояния и восстановление экосистем, происходят процессы естественной смены сообществ. В связи с этим актуальным является обобщение накопленных данных по редким видам, анализ наблюдающихся изменений в популяциях с учетом преобразования экосистем.

Важной задачей научных исследований в заповеднике является мониторинг состояния популяций редких видов, выявление биологии, экологии и естественной динамики численности охраняемых животных и растений. Первые сведения об обитании редких видов насекомых на территории заповедника начинают собираться вскоре после основания заповедника, что было отражено в первом издании Красной книги Тамбовской области (2000). В последующие годы был выявлен ряд редких видов (Ишин, 2000; Касандрова и др., 2002; Ганжа, Кириченко, 2003; Самохин, Касандрова, 2007). Эти и другие накопленные за 15 лет существования заповедника материалы по редким видам насекомых были обобщены Д. М. Самохиным, в его работе для заповедника указывается 39 охраняемых видов (Самохин, 2009). Накопленные данные по энтомофауне Тамбовской области привели к пересмотру перечня охраняемых видов, что нашло свое отражение в новом издании Красной книги Тамбовской области (2012). Проводимые в дальнейшем исследования дополнили сведения о распространении и биологии охраняемых насекомых в целом (Глушков, Гудина, 2015; Володченко и др., 2016), а также представителей отдельных отрядов: стрекоз (Коломийцева, 2013; Королева, Володченко, 2018, 2019), жесткокрылых (Володченко, 2018, 2019; Володченко и др., 2018), перепончатокрылых (Васильченко, 2016; Трушов, 2016).

Цель нашего исследования – выявить современный состав охраняемых видов Воронинского заповедника и уточнить состояние их популяций.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе обобщены литературные данные по охраняемым видам насекомых заповедника «Воронинский». Также использованы материалы полевых работ автора, проводимых на территории заповедника в 2015–2016 годах, но не вошедшие в публикации. Изучение насекомых проводилось во время краткосрочных экспедиций, в ходе которых проводились маршрутные обходы по территории заповедника или устанавливались стационарные ловушки. Применялись следующие методы: визуальное наблюдение, ручной сбор с поверхности субстратов, кошение энтомологическим сачком, почвенные ловушки, ствольные ловушки-электоры (Голуб и др., 2012). Редкие насекомые по возможности не беспокоились, собранные живыми, после идентификации отпускались. Названия насекомых в работе приведены согласно последнему изданию Красной книги Тамбовской области (2012).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ниже представлены сведения об охраняемых насекомых заповедника «Воронинский» с указанием известных мест их обитания и особенностей распространения и экологии на исследованной территории.

Плосконожка обыкновенная *Platycnemis pennipes* (Pallas, 1771) – III категория. Впервые для заповедника указывается с 2012 года (Коломийцева 2013). Встречается на участках реки Вороны с хорошо выраженным течением и по берегам некоторых стариц, где имеется развитая полупогруженная растительность. Нередко доминирует по численности среди других равнокрылых стрекоз (Володченко и др., 2015; Королева, Володченко, 2018, 2019).

Дозорщик-император *Anax imperator* Leach, 1815 – VII категория. Известен с 2000 года, на территории заповедника фиксировался регулярно до 2009 года в кварталах 98 и 98а (Самохин, 2009). Более поздние указания на обитание вида отсутствуют.



Рис. 1. Характерные ландшафты заповедника «Воронинский»

a – окрестности поселка Инжавино, инжавинский лесной массив, урочище «Лысая гора», разнотравный луг и опушка нагорного леса; *b* – окрестности села Боброво, кирсановский лесной массив, пойменный лес около старицы реки Ворона; *c* – окрестности села Семеновка, инжавинский лесной массив, урочище «Грициановские луга», пойменный луг и опушка склонового лиственного леса; *d* – окрестности села Рамза, река Ворона.

Голубое коромысло *Aeschna juncea* (Linnaeus, 1758) – III категория. Известен с 2000 года, указывается для кварталов 14, 17, 44, 45, 49, 98а, 131 (Самохин, 2009). Современные находки не известны.

Богомол обыкновенный *Mantis religiosa* (Linnaeus, 1758) – V категория. В окрестностях заповедника отмечался с 1997 года (Самохин, 2009). На территории заповедника впервые найден в 2013 (Глушков, Гудина, 2015). Вид имеет невысокую численность как крупный хищник, но регулярно отмечается отдельными особями в остепненных и луговых сообществах заповедника.

Горная цикада *Cicadetta montana* (Scopoli, 1763) – III категория. Приводится для Инжавинского лесного массива по материалам коллекции зоологического музея ТГУ (Красная книга..., 2000). Актуальные находки отсутствуют.

Отличный скакун *Cicindela soluta* Dejean, 1822 – III категория. Имеются находки вида на территории Инжавинского лесного массива (Касандрова и др., 2002; Бескокотов, Самохин, 2009). Современные указания не известны.

Полевой скакун *Cicindela campestris* Linnaeus, 1758 – III категория. Указывается для Кирсановского лесного массива (Красная книга..., 2012). Современные указания не известны.

Красотел пахучий *Calosoma sycophanta* (Linnaeus, 1758) – I категория. Единственная находка вида сделана в 2015 году в 163 квартале в нагорной дубраве (Володченко и др., 2015).

Численность вида подвержена значительным колебаниям, что связано с динамикой численности гусениц – жертв красотела. В год находки наблюдалась вспышка численности непарного шелкопряда, являющегося трофическим объектом жука.

Бронзовый красотел *Calosoma inquisitor* (Linnaeus, 1758) – III категория. Отмечается с 2002 года (Касандрова и др., 2002). Известны находки в 148 и 163 кварталах заповедника в пойменных лесах (Самохин, 2009; Володченко и др., 2015), а также в окрестностях озера Рамза (Биломар, 2011).

Полевая жужелица *Carabus arcensis* Herbst, 1784 – III категория. Отмечается с 2002 года, находки сделаны в лесах разных типов (Самохин, Касандрова, 2007; Самохин, 2009). Состояние популяции вида в последние годы не известно.

Жужелица Щеглова *Carabus stscheglowi* Mannerheim, 1827 – III категория. Первые находки вида сделаны в 146 квартале в сосняке с дубом (Самохин, 2009). Позднее вид найден в окрестностях с. Карай-Салтыково на берегу р. Ворона (2016 г) и на берег Рамзы (2017 г) (Володченко и др., 2019).

Золотоямчатая жужелица *Carabus clathratus* Linnaeus, 1761 – III категория. Впервые для заповедника приводится во втором издании Красной книги, найден в Инжавинском лесном массиве (Красная книга..., 2012). Позднее был найден в 2015 году в 166 квартале заповедника на берегу пойменного озера (Володченко и др., 2015). Также найден в 2017 году пойменном ольшаннике недалеко от с. Боброво.

Выпуклая жужелица *Carabus convexus* Fabricius, 1775 – III категория. В заповеднике вид известен с 2001 года отмечался в березовых, сосновых, дубовых лесах, где имела стабильно низкую численность (Бескокотов, Самохин, 2009; Самохин, 2009). Актуальные находки отсутствуют.

Жужелица большой крестоносец *Panagaeus cruxmajor* (Linnaeus, 1758) – III категория. Найден в 164 квартале заповедника в 2015 году внутри трухлявого ствола осины (Володченко и др., 2015). В 2019 году найдено 2 экз. в пойменном лесу в окрестностях с. Боброво.

Чернохвостая одаканта *Odacantha melanura* (Linnaeus, 1767) – III категория. Для территории заповедника приводится в последнем издании Красной книги (Красная книга..., 2012). Также был обнаружен в 2015 году в 94 квартале (Володченко и др., 2015), а в 2019 году на берегу озера Кипец.

Зубастая дрипта *Drypta dentata* (P. Rossi, 1790) – IV категория. Известен по одной находке 2015 года в 163 квартале заповедника (Володченко, 2018).

Карапузик-плоскушка *Hololepta plana* (Sulzer, 1776) – III категория. Первое указание приходится на 2015 год, где был найден под корой осины в 163 квартале (Володченко и др., 2015). Также обнаружен в урочищах Лысая гора (13.06.2018, 1 экз.; 17.05.2019, 1 экз.) и Грициановские луга (24.05.2018, 1 экз.).

Оленек *Dorcus parallelipedus* (Linnaeus, 1758) – I категория. Впервые обнаружен в 2015 году (Володченко и др., 2015). Впоследствии находился отдельными особями в окрестностях сел Боброво (2018 и 2019 года), Якутино (2018), поселка Инжавино (2016, 2017, 2019).

Однорогий рогачик *Sinodendron cylindricum* (Linnaeus, 1758) – III категория. Известен по одной находке, сделанной в склоновой дубраве в окрестностях с. Якутино (Володченко и др., 2018).

Лунный копр *Copris lunaris* (Linnaeus, 1758) – II категория. Известен с 2002 года с территории охранной зоны, в 2007 году найден в урочище «Грициановские луга» (Самохин, 2009). В последние годы не отмечался, что вероятно может быть связано со снижением численности домашнего скота, экскрементами которого питаются жуки.

Восьмиточечный восковик *Gnorimus variabilis* (Linnaeus, 1758) – I категория. Найден только один экземпляр в урочище Лысая гора на вытекающем соке дуба (Володченко и др., 2018).

Гладкая бронзовка *Protaetia aeruginosa* Drury, 1770 – I категория. В заповеднике найден в 2002 году (Касандрова и др., 2002), в последующие годы вид не фиксировался.

Степной медляк *Blaps halophila* (Fischer von Waldhaim, 1832) – III категория. Впервые найден в 2002 году, также имеются находки 2007 года в 148 квартале (Самохин, 2009). Современные находки отсутствуют.

Дубовый стенокорус *Stenocorus quercus* Götze, 1783 – III категория. Единственные указания на обитание вида датируются концом прошлого века (Ишин, 2000), более поздние находки не известны.

Пятнистая лептура *Leptura maculata* Poda, 1761 – III категория. Указывался для заповедника практически с момента основания (Ишин, 2000; Бескокотов, Самохин, 2009), но встречается редко. В 2018 году отмечен в урочище Лысая гора, где имаго питались на цветах липы (Володченко, 2019).

Большой коротконадкрыл *Necydalis major* Linnaeus, 1758 – III категория. Первое упоминание приходится на 2015 год (Володченко и др., 2015). Впоследствии единичные экземпляры встречались в склоновых и пойменных лесах с участием дуба в урочище Лысая гора. Лет имаго проходит в первой половине лета.

Краснокрыл Келера *Purpuricenus kaehleri* (Linnaeus, 1758) – III категория. Отмечался в 2014 и 2017 годах в окрестностях поселка Инжавино (Володченко и др., 2018).

Мускусный усач *Aromia moschata* (Linnaeus, 1758) – III категория. Из заповедника известен один экземпляр, собранный в 2017 году в окрестностях Инжавино (Володченко и др., 2018).

Глазчатая пестрянка *Zygaena carniolica* (Scopoli, 1763) – III категория. Известен по данным составителей Красной книги с территории Инжавинского лесного массива (Красная книга..., 2012).

Дуболистный коконопряд – *Gastropacha quercifolia* (Linnaeus, 1758) – III категория. Известен по одной находке 2015 года в нагорной дубраве в 109 кв. (Володченко и др., 2015).

Малая красная лента *Catocala promissa* (Denis et Schiffermüller, 1775) – II категория. Приводится в последнем издании Красной книги по данным составителей для Инжавинского лесного массива (Красная книга..., 2012). Более ранние литературные указания не подтверждены материалом.

Малиновая лента *Catocala sponsa* (Linnaeus, 1767) – II категория. Приводится в последнем издании Красной книги по данным составителей для Инжавинского лесного массива (Красная книга..., 2012).

Медведица госпожа *Callimorpha dominula* (Linnaeus, 1758) – III категория. Приводится для Инжавинского лесного массива по литературным данным прошлого века (Красная книга..., 2000, 2012).

Медведица Кайя *Arctia caja* (Linnaeus, 1758) – V категория. Приводится в последнем издании Красной книги по данным составителей (Красная книга..., 2012).

Обыкновенная зубецкрылка *Carchorodus alceae* (Esper, [1780]) – III категория. Отмечалась в 2002 году (Самохин, 2009), современные находки отсутствуют.

Истодовая толстоголовка *Pyrgus alveus* (Hübner, [1803]) – III категория. Приводится в последнем издании Красной книги по данным составителей для Инжавинского лесного массива (Красная книга..., 2012).

Поликсена *Zerynthia polyxena* (Denis et Schiffermüller, 1775) – III категория. В заповеднике регистрируется с 2002 года (Глушков, Гудина, 2015). Отмечен в урочищах Грициановские луга, Мельница, Кривая Лука. Численность низкая, в выявленных местообитаниях встречается единичными особями (Самохин, 2009). Популяции стабильны до настоящего времени.

Мнемозина *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758) – III категория. В заповеднике регистрируется со времени основания, известны популяции в урочищах Ольховка, Мельница, Варваринское, Лысая гора, а также в 72 и 98 кварталах (Самохин, 2009; Глушков, Гудина, 2015).

Подалирий *Iphiclides podalirius* (Linnaeus, 1758) – I категория. Единственная находка сделана в 2015 году (Володченко и др., 2015), с тех пор на территории заповедника не отмечался. Так как подалирий переносит умеренную антропогенную нагрузку (Васильченко

и др., 2019), обладает сильным полетом и трофически связан с плодовыми розоцветными, то однозначно утверждать о существовании стабильной популяции на территории заповедника невозможно.

Махаон *Papilio machaon* Linnaeus, 1758 – VII категория. Отмечается в заповеднике регулярно в лугах, степях и на опушках (Самохин, 2009). В период лета встречается почти повсеместно, в отдельные годы встречается часто (Глушков, Гудина, 2015).

Раkitниковая желтушка *Colias myrmidone* (Esper, [1777]) – V категория. Отмечалась в летописи природы 2002 года как вид, встречающийся изредка по лугам и полянам (Самохин, 2009). Более поздних указаний нет.

Голубянка орион *Scolitantides orion* (Pallas, 1771) – III категория. Указывается для заповедника с территории Инжавинского и Кирсановского лесных массивов (Красная книга..., 2012). Более поздние находки отсутствуют.

Голубянка арион *Maculinea arion* (Linnaeus, 1758) – II категория. Указывается с территории Инжавинского лесного массива (Красная книга..., 2012). Позднее не отмечался.

Черноватая голубянка *Maculinea nausithous* (Bergstrasser, 1779) – I категория. Указывается с территории Инжавинского лесного массива (Красная книга..., 2012). Более поздние находки отсутствуют.

Красивая голубянка *Polyommatus bellargus* (Rottemberg, 1775) – III категория. Указывается для заповедника с территории Инжавинского и Кирсановского лесных массивов (Красная книга..., 2012). В последние годы вид не отмечался.

Голубянка мелеагр *Polyommatus daphnis* ([Denis et Schiffermüller], 1775) – III категория. Известна с 2002 года (Самохин, 2009). Указывается для заповедника с территории Инжавинского и Кирсановского лесных массивов (Красная книга..., 2012). Более поздние находки отсутствуют.

Большая переливница *Apatura iris* (Linnaeus, 1758) – I категория. Вид известен по двум особям, найденных в окрестностях р.п. Инжавино в урочище Лысая гора 7 июня 2019 года (Володченко, 2019).

Шашечница матурна *Euphydryas maturna* (Linnaeus, 1758) – II категория. Указывается для заповедника с территории Инжавинского лесного массива (Красная книга..., 2012). Отдельные экземпляры встречались по опушкам в 2016 и 2018 годах.

Русский кружевник *Melanargia russiae* (Esper, [1783]) – III категория. Известен с 2001 года. Встречается в окрестностях заповедника (Глушков, Гудина, 2015). Лысая гора, остепненные склоны (Самохин, 2009). В 2019 году отмечались единичные особи.

Сколия гигантская *Scolia maculata* (Drury, 1773) – IV категория. В заповеднике зарегистрирована с 2008 года в урочище Лысая гора (Самохин, 2009). Позднее неоднократно отмечалась там же на опушках, на опесчаненных почвах (Глушков, Гудина, 2015).

Степная сколия *Scolia hirta* (Schrank, 1781) – III категория. Впервые отмечен в 2015 году на территории урочища Ольховка (Трушов, 2016). Два экземпляра вида найдены в 2018 году в урочище Лысая гора на цветущей растительности.

Пчела плотник *Xylocopa valga* Gerstaecker, 1872 – VII категория. Известна в заповеднике с момента основания, отмечается повсеместно на опушках, лесных полянах (Самохин, 2009; Васильченко, 2016).

Моховой шмель *Bombus muscorum* (Linnaeus, 1758) – V категория. Приводится для заповедника по результатам исследований 1998 года (Самохин, 2009). Более поздние находки не известны.

Изменчивый шмель *Bombus proteus* Gerstaecker, 1869 – II категория. Приводится для заповедника по результатам исследований 1998 года (Самохин, 2009). Более поздние находки не известны.

Шмель-чесальщик *Bombus distinguendus* F. Morawitz, 1869 – III категория. Приводится для заповедника по результатам исследований 1998 года (Самохин, 2009). Более поздние находки не известны.

Шмель конфусус *Bombus confusus* Schenck, 1859 – III категория. Отмечен в 98 квартале (Васильченко, 2016).

Пестрый шмель *Bombus soroensis* (Fabricius, 1777) – III категория. Приводится для заповедника по результатам исследований 1998 года (Самохин, 2009). Более поздние находки не известны.

Малый каменный шмель *Bombus derhamellus* Kirby, 1802 – II категория. Приводится для заповедника по результатам исследований 1998 года (Самохин, 2009). Более поздние находки не известны.

Красногрудый муравей древоточец *Camponotus herculeanus* (Linnaeus, 1758) – III категория. Указывается для Инжавинского лесного массива (Красная книга..., 2012).

Северный лесной муравей *Formica aquilonia* Yarrow, 1955 – IV категория. (Ганжа и др., 2003; Красная книга..., 2012).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в заповеднике зафиксировано обитание 60 видов охраняемых насекомых, которые относятся к 5 отрядам: стрекозы (3 вида), богомолы (1), равнокрылые (1), жесткокрылые (23), чешуекрылые (21), перепончатокрылые (11). Это составляет 37 % от общего числа видов, внесенных в Красную книгу региона, что говорит о важной роли ООПТ в сохранении биологического разнообразия региона. Некоторые виды в области отмечены только в заповеднике (*Stenocorus quercus*, *Leptura maculata*, *Bombus proteus*, *Formica aquilonia*), для других видов территория заповедника является одним из немногих известных местообитаний. Два вида – *Calosoma sycophanta* и *Protaetia aeruginosa* – включены в Красную книгу России (Ильяшенко и др., 2018).

Среди охраняемых насекомых заповедника значительна доля дендрофильных видов, трофически и топически связанных с листовыми деревьями. Другой крупной экологической группой являются хортобионтные виды, обитающие по луговым и степным сообществам и связанные с травянистыми растениями. Обитатели водно-болотных экосистем представлены меньшим числом видов, что скорее говорит о недостаточной изученности этих сообществ.

Следует отметить, что состояние популяций большинства видов на настоящее время не известно. Свыше трети всех охраняемых видов не отмечено за более чем 10 летний период. Среди них все разнокрылые стрекозы и шмели, большинство чешуекрылых, некоторые жесткокрылые (усачи, пластинчатоусые, жулици). Также некоторые из охраняемых видов известны по одному или нескольким экземплярам. Таким образом, говорить о существовании в заповеднике устойчивых и воспроизводимых популяциях этих видов невозможно без дополнительных исследований.

Высокое разнообразие редких насекомых и присутствие уникальных для области видов свидетельствует о значительной ценности заповедника «Воронинский» в экологическом каркасе Тамбовской области. Возможно обитание на территории ряда других охраняемых видов, которые находились вблизи от заповедника.

Благодарности. Автор выражает признательность директору заповедника «Воронинский» О. А. Буркановой за содействие в работе, а также сотрудникам заповедника за оказанную помощь при проведении исследований.

Список литературы

- Бескокотов Ю. А., Самохин Д. М. К познанию энтомофауны заповедника «Воронинский» // Труды государственного природного заповедника «Воронинский»: Т. 1. – Тамбов: Изд-во Першина Р. В., 2009. – С. 118–142.
- Биломар Е. Е. К фауне жулициц (Sagaboidea) с. Рамза // Труды государственного природного заповедника «Воронинский»: Т. 2. – Тамбов: Издательский дом ТГУ, 2011. – С. 139–143.
- Васильченко Т. В. К познанию трофических связей антофильных насекомых псаммофитных участков государственного заповедника «Воронинский» // Научные труды Национального парка «Хвалынский»: Выпуск 8: Матер. III Всерос. науч.-практич. конф. с междунар. участием «Особо охраняемые природные территории: прошлое, настоящее, будущее». – Саратов – Хвалынский: Амирит, 2016. – С. 164–166.

Васильченко Т. В., Володченко А. Н., Горшкова В. П., Кольдюшова И. А., Трушов Д. А. Охраняемые насекомые рекреационной зоны города Балашова // Вестник Тульского государственного университета. Межрегион. науч. конф. «Изучение и сохранение биоразнообразия Тульской области и сопредельных регионов Российской Федерации», посвященная 120-летию со дня рождения Геннадия Николаевича Лихачёва. 20 – 22 ноября 2019 г. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2019. – С. 103–109.

Володченко А. Н. К познанию биоразнообразия жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) государственного природного заповедника «Воронинский» // Изучение и сохранение беспозвоночных Центрально-Черноземного региона России: Сб. науч. ст., посвящ. памяти М. Н. Цурикова. – Воронеж: Издательство «Научная книга», 2018. – С. 27–31.

Володченко А. Н. Новые находки ксилофильных жесткокрылых (Coleoptera) в природном заповеднике «Воронинский» // Евразийский энтомологический журнал. – 2019. – Т. 18, № 3. – С. 177–181.

Володченко А. Н., Васильченко Т. В., Трушов Д. А., Петрова В. С. Новые данные о краснокнижных видах насекомых заповедника «Воронинский» // Труды государственного природного заповедника «Воронинский»: Т. 3. – Тамбов: «Принт-Сервис», 2016. – С. 17–22.

Володченко А. Н., Сажнев А. С., Удоденко Ю. Г. Дополнения к фауне жесткокрылых (Coleoptera) государственного природного заповедника «Воронинский» (Тамбовская область) // Эверсманния. – 2018. – Вып. 53. – С. 10–15.

Ганжа Е. А., Кириченко Л. М., Попов А. П. Видовой состав семейства Formicidae Тамбовской области // Охрана растительного и животного мира Поволжья и сопредельных территорий: Матер. Всерос. науч. конф., посвящ. 130-летию со дня рождения И. И. Спрыгина. – Пенза: Изд-во ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2003. – С. 197–198.

Глушков В. В., Гудина А. Н. Находки редких видов насекомых в заповеднике «Воронинский» и его окрестностях // Научные труды Национального парка «Хвалынский»: Выпуск 7: Матер. II Всерос. науч.-практич. конф. «Особо охраняемые природные территории: прошлое, настоящее, будущее»: Сб. науч. ст. – Саратов-Хвалынский: «Амирит», 2015. – С. 153–156.

Голуб В. Б., Цуриков М. Н., Прокин А. А. Коллекция насекомых: сбор, обработка и хранение материала. – М.: КМК, 2012. – 339 с.

Егоров А. А. История создания заповедника «Воронинский» // Труды государственного природного заповедника «Воронинский»: Т. 1. – Тамбов: Изд-во Першина Р. В., 2009. – С. 5–18.

Иванов С. П. Дикie пчелы – индикаторы территорий с высоким уровнем разнообразия в Крыму // Заповедники Крыма. Биоразнообразие на приоритетных территориях: 5 лет после Гурзуфа. – Симферополь, 2002. – С. 87–90.

Ильяшенко В. Ю., Шаталкин А. И., Куваев А. В., Комендатов А. Ю., Бритаев Т. А., Косьян А. Р., Павлов Д. С., Шилин Н. И., Ананьева Н. Б., Туниев Б. С., Семенов Д. В., Сыроечковский Е. Е., Морозов В. В., Мищенко А. Л., Рожнов В. В., Поярков А. Д. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения животные России. Материалы к Красной книге Российской Федерации. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. – 112 с.

Ишин Р. Н. Жуки-дровосеки (Cerambycidae) Тамбовской области // Эколого-фаунистические исследования в Центральном Черноземье и сопредельных территориях. Науч. сб. – Липецк, 2000. – С. 60–61.

Касандрова Л. И., Романкина М. Ю., Щекочихин А. В. К изучению энтомофауны Воронинского заповедника в весенний период // Растения и животные Тамбовской области: кадастр и мониторинг: Сб. науч. тр. – Мичуринск, 2002. – С. 33–40.

Коломийцева Н. Е. К фауне стрекоз заповедника «Воронинский» // Летопись природы заповедника «Воронинский» за 2012 год (рукопись). – Инжавино, 2013. – С. 62–67.

Королёва И. С., Володченко А. Н. Распространение и численность плосконожки обыкновенной *Platynemis pennipes* (Pallas, 1771) в заповеднике «Воронинский» // Труды государственного природного заповедника «Воронинский»: Т. 4. – Воронеж: Научная книга, 2019. – С. 47–49.

Королева И. С., Володченко А. Н. Топические группировки равнокрылых стрекоз (Odonata, Zygoptera) озера Рамза Воронинского заповедника // Научные труды Национального парка «Хвалынский». Сб. науч. ст. V Междунар. науч.-практич. конф. – Саратов: Амирит, 2018. – С. 36–40.

Красная книга Тамбовской области: Животные. – Тамбов: ИЦ «Тамбовполиграфиздат», 2000. – 352 с.

Красная книга Тамбовской области: Животные. Тамбовской области. – Тамбов: ООО «Издательство Юлис», 2012. – 352 с.

Самохин Д. М. Современное состояние краснокнижных видов насекомых на территории заповедника «Воронинский» // Труды государственного природного заповедника «Воронинский»: Т. 1. – Тамбов: Изд-во Першина Р. В., 2009. – С. 142–157.

Самохин Д. М., Касандрова Л. И. Жуки – жужелицы (Coleoptera, Carabidae) заповедника «Воронинский» // Биоразнообразие – от идеи до реализации: Тез. Межрегион. конф. – Тамбов: Изд-во Першина Р. В., 2007. – С. 114–117.

Трушов Д. А. К изучению экологии осовидных перепончатокрылых Воронинского заповедника // Научные труды Национального парка «Хвалынский» материалы III Всерос. науч.-практич. конф. с междунар. участ. – Саратов – Хвалынский: Амирит, 2016. – С. 182–184.

Фатерьга А. В., Иванов С. П. «Краснокнижные» виды складчатокрылых ос (Hymenoptera, Vespidae) на карте Крыма // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – № 3 (22). – С. 180–192.

Govorushko S., Nowicki P. Lessons from insect conservation in Russia // Journal of Insect Conservation. – 2019. – Vol. 23 – Iss. 1. – P. 1–14.

Montgomery G. A., Dunn R. R., Fox R., Jongejans E., Leather S. R., Saunders M. E., Shortall C. R., Tingley M. W., Wagner D. L. Is the insect apocalypse upon us? How to find out // Biological Conservation. – 2020. – Vol. 241. – P. 1–6.

Naro-Maciel E., Sterling E. J., Rao M. Protected Areas and Biodiversity Conservation I: Reserve Planning and Design // Lessons in Conservation. – 2009. – Vol. II. – P. 19–49.

Volodchenko A. N. Protected insects of “Voroninsky” State Nature Reserve (Tambov region, Russia) // Ekosistemy. 2020. Iss. 22. P. 105–113.

This study presents the comprehensive inventory of species composition of insects of “Voroninsky” State Nature Reserve included into Red List of Tambov region. During the research period, 60 species of protected insects were found in the Reserve (37 % of the total number of protected insects of the region), which belong to 5 orders: Odonata (3 species), Mantoptera (1), Homoptera (1), Coleoptera (23), Lepidoptera (21) and Hymenoptera (11). Two of the protected species – *Calosoma sycophanta* and *Protaetia aeruginosa* – are included in the Red List of Russia. Species *Stenocorus quercus*, *Leptura maculata*, *Bombus proteus*, *Formica aquilonia* are recorded in Tambov region only in the Reserve. New data on distribution in the Reserve are provided for 9 species: (*Carabus clathratus*, *Panagaeus cruxmajor*, *Odacantha melanura*, *Hololepta plana*, *Dorcus parallelipedus*, *Necydalis major*, *Zerynthia polyxena*, *Parnassius mnemosyne*, *Scolia hirta*). A preliminary survey shows that the Reserve is a habitat for many protected species. It is possible to discover new rare species that live in areas near the Reserve.

Key words: rare insects, forest-steppe ecosystem, Central Russia, State Nature Reserve “Voroninsky”, biodiversity conservation.

Поступила в редакцию 03.02.20

Пауки-кругопряды (Aranei: Araneidae) острова Аскольд (Залив Петра Великого, Приморье)

Симонов П. С.

Тихоокеанский институт географии Дальневосточное отделение РАН
Владивосток, Россия
palzpss@yandex.ru

В работе впервые приведены данные по видовому составу, численности и биотопическому распределению пауков-кругопрядов семейства Araneidae (Aranei) на острове Аскольд, расположенному в заливе Петра Великого на юге Приморского края. Сбор материала осуществлен осенью 2014, 2015 годов и в августе 2016 года. Осенью проведены случайные фаунистические сборы пауков-кругопрядов в четырёх местообитаниях. Летом на территории острова во всем спектре местообитаний была заложена 21 учётная площадка размером 3×25 м, где с помощью энтомологического кошения, дополненного методом ручного сбора, проводились сборы пауков-кругопрядов. Выявлена биотопическая приуроченность 12 видов пауков, относящихся к 7 родам, и установлено, что их распределение по территории острова неравномерно. Наибольшее разнообразие отмечено в широколиственных полидоминантных лесах, где доминирует *Araneus ventricosus* (L. Koch, 1878), чья плотность достигает 15 экз./100 м². Наименьшим видовым разнообразием характеризуются каменистые пляжи, где встречается единственный вид – *A. ventricosus* (плотность 4 экз./100 м²) и заболоченный участок с осоками, заселённый *Neoscona adianta* (Walckenaer, 1802) (плотность 10 экз./100 м²). На основе оригинальных данных автора и спутниковых снимков составлена картосхема плотности населения пауков-кругопрядов семейства Araneidae (Aranei), позволяющая оценить густоту заселения данной группой беспозвоночных территории острова Аскольд в летний период. Впервые для островной фауны Российской Федерации указывается *Alenatea cf. wangi* Zhu et Song, 1999. *Pronoides brunneus* впервые приводится для островов залива Петра Великого.

Ключевые слова: пауки-кругопряды, численность, видовой состав, островная фауна, залив Петра Великого.

ВВЕДЕНИЕ

Небольшие островные территории, имеющие свои особые экологические условия, интересны различным исследователям, в том числе и арахнологам. На юге Дальнего Востока изученность фауны пауков островов залива Петра Великого недостаточна. Исследования проводились на островах Морского Заповедника (Marusik et al., 1992; Logunov, Koronen, 2000) и на ряде других островов (Марусик, 1989; Комисаренко, Омелько, 2015). На острове Аскольд, длительное время являющимся закрытой режимной территорией, изучение фауны пауков начаты только в 2014 году (Симонов, 2016), когда для территории были приведены отрывочные данные по видовому составу пауков-кругопрядов (Aranei: Araneidae).

Цель работы – выявить видовой состав, оценить численность и проанализировать пространственно-биотопическое распределение пауков-кругопрядов семейства Araneidae на острове Аскольд.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Район работ – остров Аскольд, по площади занимает третье место среди всех островов залива Петра Великого (14,6 км²), расположен на юге Приморского края в восточной части залива (рис. 1). В сентябре 2014 и 2015 годов проведены случайные фаунистические сборы пауков-кругопрядов в четырёх местообитаниях, а в августе 2016 года широкомасштабные исследования охватывали всю площадь.

В летний период на территории острова во всём спектре местообитаний была заложена 21 ключевая площадка размером 3×25 м (рис. 1). Сбор пауков проводился с помощью кошения энтомологическим сачком (Марусик, Ковблюк, 2011) и дополнен методом ручного

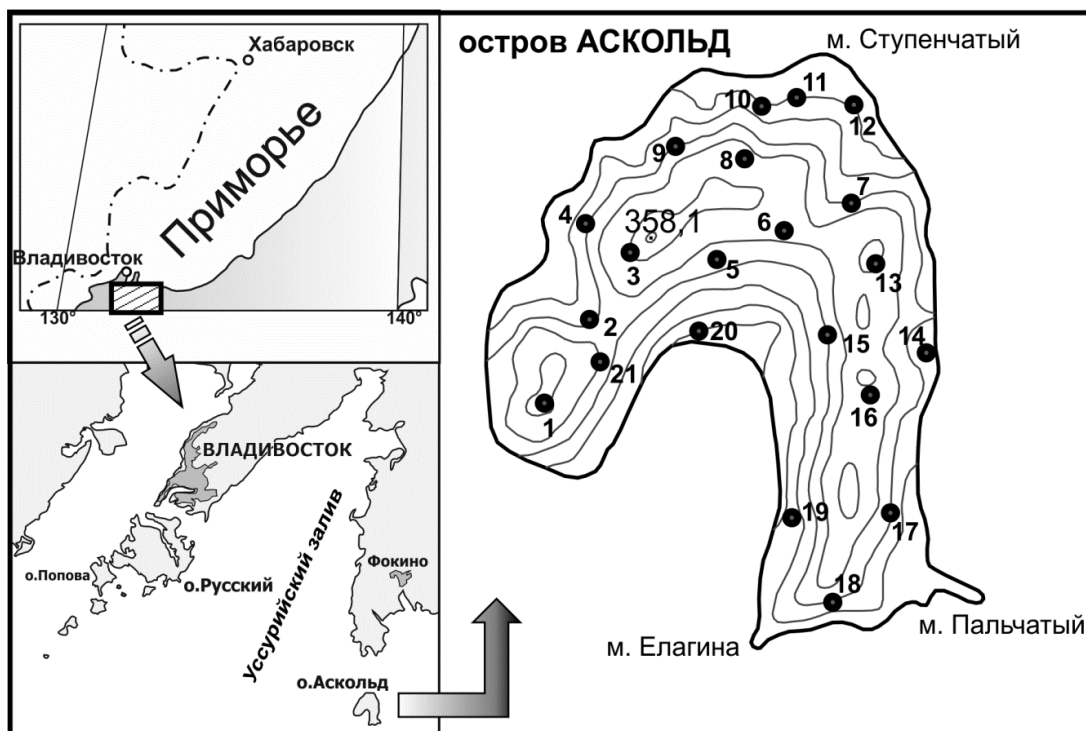


Рис. 1. Район сбора материала

Условные обозначения: 1–21 – места расположения учётных площадок.

сбора на каменистых пляжах, скальных обрывах и в дубняках паркового типа со слабо развитым травяным ярусом. Отловлен 401 экземпляр пауков-кругопрядов 12 видов, относящихся к 7 родам. В дальнейшем был произведен пересчёт численности в экземпляры на 100 м^2 (экз./ 100 м^2). В работе использовались только половозрелые пауки. Собранный материал находится в коллекции Зоологического музея Московского государственного университета (ZMMU) и временно хранится в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН (ТИГ).

Фотографии копулятивных органов выполнены М. М. Омелько (Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ), г. Владивосток) с помощью фотокамеры Nikon DS-Ri2, присоединённой к стереомикроскопу Nikon SMZ25. Эпигина была очищена в растворе щёлочи КОН.

Картограмма плотности населения пауков-кругопрядов построена с использованием принципов и методов зоологического картографирования предложенных Н. В. Тупиковой (1979). За основу картограммы взят план лесонасаждений Тихоокеанского лесничества с внесёнными изменениями по натурным наблюдениям и спутниковым снимкам.

Название видов приводится по мировому каталогу пауков World Spider Catalog (2020).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ниже приведены данные о 12 видах пауков-кругопрядов впервые отловленных на острове Аскольд.

Отряд Aranei Clerck, 1757 – Пауки

Семейство Araneidae Simon, 1895 – кругопряды, пауки-крестовики

Род *Alenatea* Song & Zhu, 1999

Alenatea cf. wangi Zhu et Song, 1999 (рис. 2): 12 ♀♀ (ТИГ), 13.IX.2015; 8 ♀♀ (ZMMU), 01.VIII.2016.

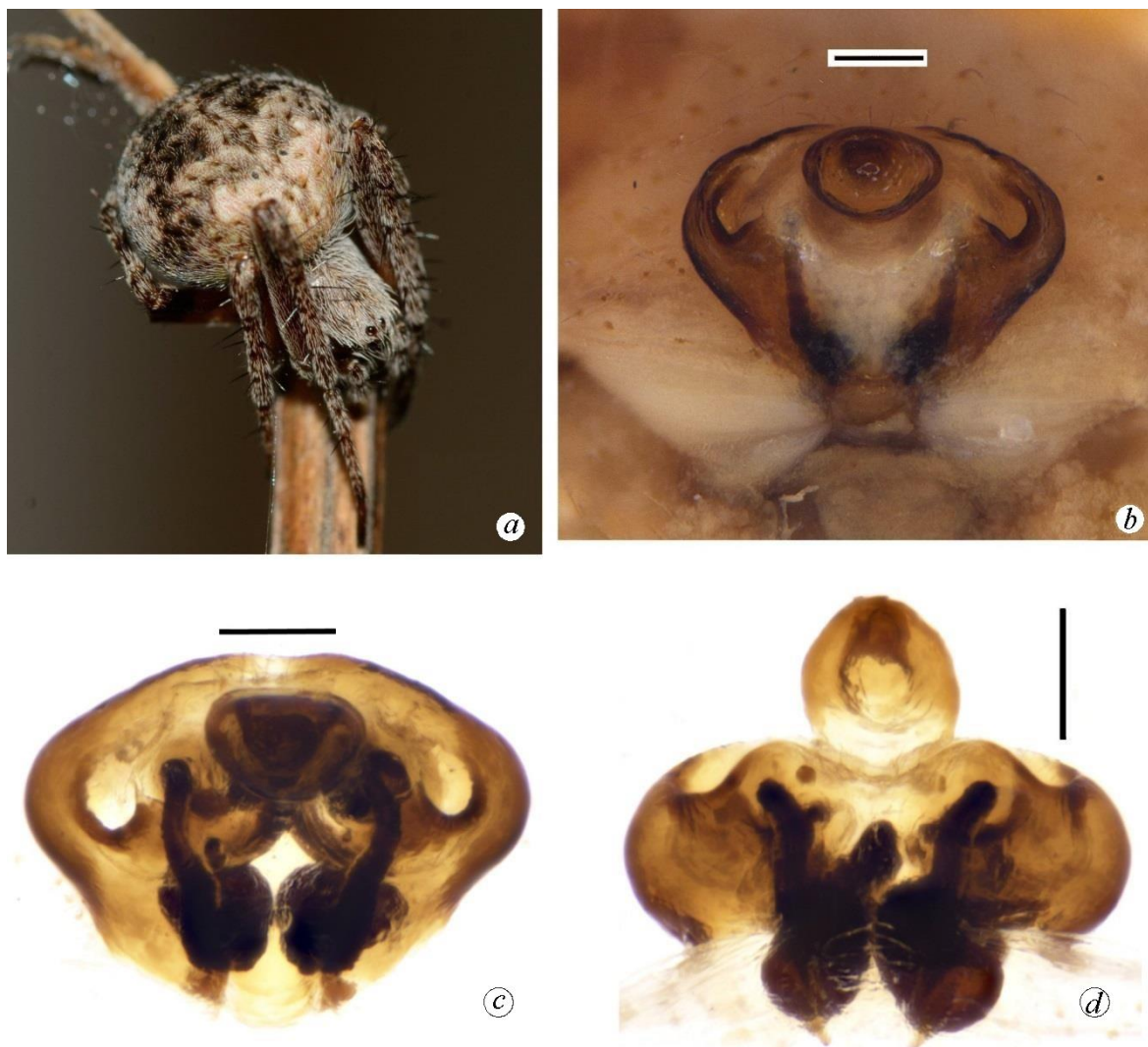


Рис. 2. Внешний вид *Alenatea cf. wangi* и эпигина
a – внешний вид; *b* – эпигина вентрально, *c* – вентрально после мацерирования, *d* – сзади после мацерирования (*a* – фото автора, *b, c, d* фото М. М. Омелько). Масштабная линейка 0,1 мм.

Вид распространён в Китае (Song et al., 1999). В Приморском крае указывался нами ранее на материковой части (Симонов, 2015; 2017). В России с островных территорий приводится впервые. Отловлен на разнотравно-осоково-вейниковом лугу (плотность – 13 экз./100 м²).

Требуется дальнейшее исследование собранных экземпляров данного вида паука, по результатам которого планируется к публикации отдельная специальная статья.

Род *Araneus* Clerck, 1757

Araneus ishisawai Kishida, 1920: 1 ♀ (ТИГ), 14.IX.2014; 1 ♂, 28 ♀♀ (ТИГ), 02–03.VIII.2016.

Палеарктический тип ареала. Распространён на Дальнем Востоке России, в Корее и Японии. Для островов залива Петра Великого указывался с Русского, Попова, Рейнеке, Наумова – где является обычным, но немногочисленным в широколиственных лесах (Комисаренко, Омелько, 2015; Симонов 2016).

На острове Аскольд обитает в различных лесных биотопах. Наиболее многочисленен в дубовых лесах с кустами рододендрона и в липовых лесах, где плотность данного вида составляет 12 экз./100 м².

***Araneus macacus* Uyemura, 1961 (рис. 3a):** 2 ♀♀ (ZMMU), 14.IX.2014; 13 ♀♀ (ТИГ), 01.VIII.2016.

Палеарктический тип ареала. В России широко распространён на Юге Дальнего Востока. Встречается в Восточной Монголии, Корее и Японии. Ранее был отмечен в большом количестве на островах Попова, Рейнеке среди широколиственных лесов (Комисаренко, Омелько, 2015), а на островах Русском и Наумова – в небольшом количестве (Симонов, 2016).

На острове Аскольд распространён в широколиственных лесах, произрастающих на северо-западе острова и на открытых участках, заросших полынью Гмелина высотой до 1,5 м. Здесь плотность данного вида составляет 9 экз./100 м².

A. macacus является видом очень схожим с *A. ventricosus* (L. Koch, 1878), который также отмечен нами на острове Аскольд, но в отличие от *A. ventricosus* распространён по территории острова гораздо меньше. Отловлен в 3 местообитаниях из 13.

***Araneus marmoreus* Clerck, 1757:** 11 ♀♀ (ТИГ), 02–03.VIII.2016.

Циркумголарктический тип ареала. В Приморском крае обитает повсеместно. С островов залива Петра Великого ранее был отмечен на островах Русский, Попова, Шкота (Симонов, 2016).

На острове распространён как в широколиственных, так и в мелколиственных лесах (до 8 экз./100 м²).

***Araneus pinguis* (Karsch, 1879):** 1 ♀ (ТИГ), 14.IX.2014; 12 ♀♀ (ТИГ), 01.VIII.2016.

Маньчжурский тип ареала. Обитает на территории, простирающейся от Монголии до Сахалина и Курильских островов, от юга Дальнего Востока до Кореи и Японии. Ранее в небольшом количестве указывался с островов Русский и Рейнеке (Симонов, 2016).

На острове Аскольд обитает среди разнотравно-осоково-вейниковых лугов с примесью полыни Гмелина, произрастающих в различных частях острова. Численность вида достигает 16 экз./100 м².

***Araneus ventricosus* (L. Koch, 1878):** 1 ♀ (ТИГ), 14.IX.2014; 2 ♂♂ (ZMMU), 04.VIII.2016; 4 ♀♀ (ZMMU), 03.VIII.2016; 32 ♀♀ (ТИГ), 02–05.VIII.2016.

Палеарктический тип ареала. Распространён в Хабаровском и Приморском краях. Многочислен на островах залива Петра Великого (Симонов, 2016).

На острове широко распространён в лесных биотопах, где достигает наибольшей численности в берёзовых и дубовых лесах с рододендронами (до 15 экз./100 м²). Единично встречается на разнотравных лугах, среди каменистых осыпей, покрытых разреженными кустами рододендронов и на каменистых пляжах. Отловлен в 9 местообитаниях из 13.

Род *Araniella* Chamberlin & Ivie, 1942

***Araniella yaginumai* Tanikawa, 1995:** 1 ♀ (ТИГ), 14.IX.2014; 7 ♀♀ (ТИГ), 01.VIII.2016.

Палеарктический тип ареала. Обитает в Китае, Корее, Японии. В России встречается на юге Дальнего Востока, на острове Сахалин и Южных Курильских островах. Редко встречается на острове Русский (Симонов, 2016).

На Аскольде отловлен нами только в широколиственных многопородных лесах с папоротником, произрастающих в северной части острова. Плотность вида составляет 9 экз./100 м².

Род *Argiope* Audouin, 1826

***Argiope bruennichi* (Scopoli, 1772):** 1 ♀ (ТИГ), 14.IX.2014; 19 ♀♀ (ТИГ), 03–04.VIII.2016.

Транспалеарктический тип ареала. На Дальнем Востоке России распространён в южной части региона. Ранее в небольшом количестве указывался с островов Русский и Рейнеке (Симонов, 2016).

На острове Аскольд обычен среди разнотравно-осоково-вейниковых лугов в юго-западной части (численность 14 экз./100 м²). Среди разнотравно-осоковых лугов с полынью Гмелина (высота 1,0–1,5 м), расположенных на приводораздельных участках склонов и вдоль побережья острова, численность вида ниже и достигает 10 экз./100 м².

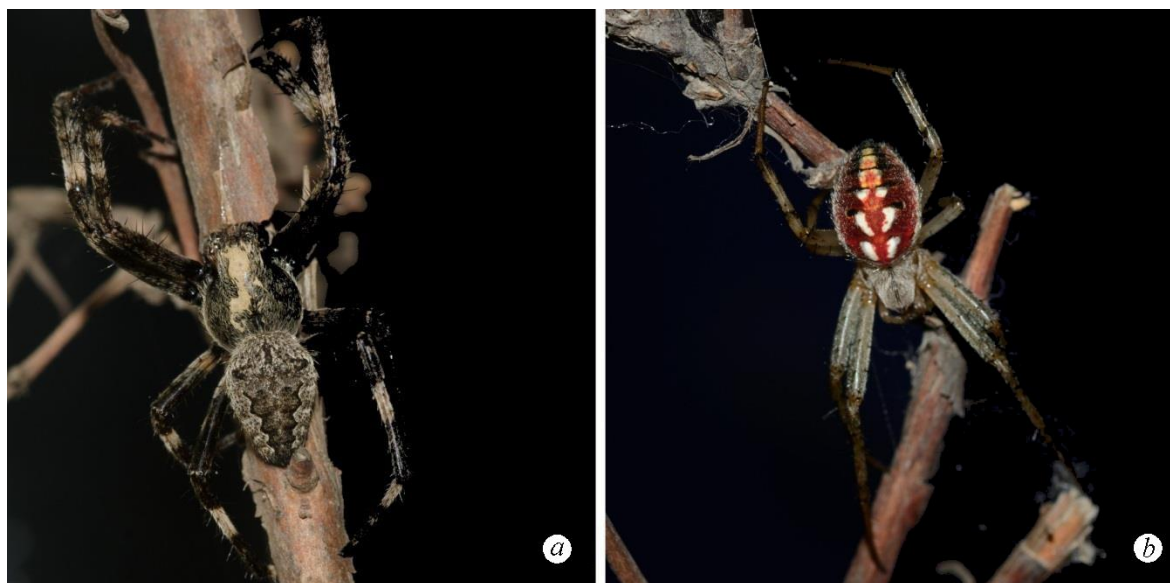


Рис. 3. Внешний вид *Araneus macacus* (a) и *Neoscona adianta* (b)

Род *Neoscona* Simon, 1864

Neoscona adianta (Walckenaer, 1802) (рис. 3b): 2 ♀♀ (ТИГ), 14.IX.2014; 1 ♀ (ТИГ), 13.IX.2015; 65 ♂♂ (ТИГ), 01–05.VIII.2016; 125 ♀♀ (ТИГ), 01–05.VIII.2016.

Транспалеарктический тип ареала. В Приморском крае распространён широко. С островов Русский, Попова, Рейнеке, Рикорда, Шкота, Желтухина, Наумова, Клыкова (залив Петра Великого) указывался ранее (Комисаренко, Омелько, 2015; Симонов, 2016).

На острове Аскольде многочисленен и широко распространён в открытых растительных сообществах. Для вида наиболее оптимальны разнотравно-осоковые луга, местами с полыньёй Гмелина, произрастающие в различных частях острова (максимальная численность – 29 экз./100 м²).

Neoscona scylla (Karsch, 1879): 1 ♀ (ТИГ), 14.IX.2014; 13 ♀♀ (ТИГ), 05.VIII.2016.

Палеархеарктический тип ареала. Встречается в Китае, Корее, Японии. В России отмечен в Приморском крае. Указывался с островов Русский, Путятин, Попова, Рейнеке, Рикорда, Шкота, Желтухина, Наумова, Клыкова (Марусик, 1989; Симонов, 2016).

На острове Аскольд был отловлен только среди разнотравно-осоковых лугов с полыньёй Гмелина, расположенных на приводораздельных участках склонов и вдоль побережья (плотность 9 экз./100 м²).

Род *Plebs* Joseph & Framenau, 2012

Plebs sachalinensis (Saito, 1934) (рис. 4a): 2 ♀♀ (ТИГ), 14.IX.2014; 4 ♀♀ (ТИГ), 13.IX.2015; 21 ♀♀ (ТИГ), 01–03.VIII.2016.

Палеархеарктический тип ареала. Обитает в Китае, Корее, Японии. На Дальнем Востоке России встречается в Амурской области, Хабаровском и Приморском краях, на юге острова Сахалин и Курильских островов. Широко распространён на островах залива Петра Великого: острова Русский, Попова, Рикорда, Шкота, Наумова, Клыкова (Симонов, 2016).

На территории острова вид обитает в различных лесных биотопах. Оптимальны дубовые леса, местами с грабом, произрастающие в верхних частях склонов, где численность *Plebs sachalinensis* составляет 12 экз./100 м².



Рис. 4. Внешний вид *Plebs sachalinensis* (a) и *Pronoides brunneus* (b)

Род *Pronoides* Schenkel, 1936

Pronoides brunneus Schenkel, 1936 (рис. 4b): 11 ♀♀ (ТИГ), 02–03.VIII.2016.

Маньчжурский тип ареала. Распространён в Китае, Корее, Японии. В России встречается на юге Дальнего Востока.

Для островов залива Петра Великого приводится впервые. На Аскольде вид отловлен в липовом лесу, произрастающим на северо-западе острова и среди дубняков паркового типа, расположенных на водораздельных участках (плотность составляет 8 и 7 экз./100 м², соответственно).

На основе собранного материала составлена картосхема плотности населения пауков-кругопрядов семейства Araneidae (Aranei) на острове в летний период (рис. 5). Как видно из этой картосхемы, наибольшая плотность пауков отмечается на юге острова и на вершинных участках, которая достигается главным образом за счёт высокой плотности *Neoscona adianta* среди разнотравно-вейниковых лугов и биотопов с полынью Гмелина. Наименьшая плотность пауков фиксируется на прибрежных каменистых пляжах и среди обрывистых берегов, где растительность развита очень слабо. Здесь встречаются единичные экземпляры *Araneus ventricosu*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые на острове Аскольд выявлено 12 видов пауков-кругопрядов (Araneidae: *Alenatea cf. wangi*, *Araneus ishizawai*, *A. macacus*, *A. marmoreus*, *A. pinguis*, *A. ventricosus*, *Araniella yaginumai*, *Argiope bruennichi*, *Neoscona adianta*, *N. scylla*, *Plebs sachalinensis*, *Pronoides brunneus*) относящихся к 7 родам, что составило 54,5 % от всех видов пауков-кругопрядов пойманных ранее на островах залива Петра Великого.

Alenatea cf. wangi является новым видом для островных территорий Российской Федерации.

Pronoides brunneus впервые приводится для островов залива Петра Великого.

Наиболее многочисленный и широко распространённый вид на острове – *Neoscona adianta*. Для данного вида благоприятны разнотравно-осоковые биотопы, местами с полынью. Максимальная численность – 29 экз./100 м². *Pronoides brunneus* самый малочисленный вид. В широколиственных лесах из липы и дуба его численность не превышает 8 экз./100 м². Численность остальных видов пауков-кругопрядов колеблется в диапазоне 12–16 экз./100 м².

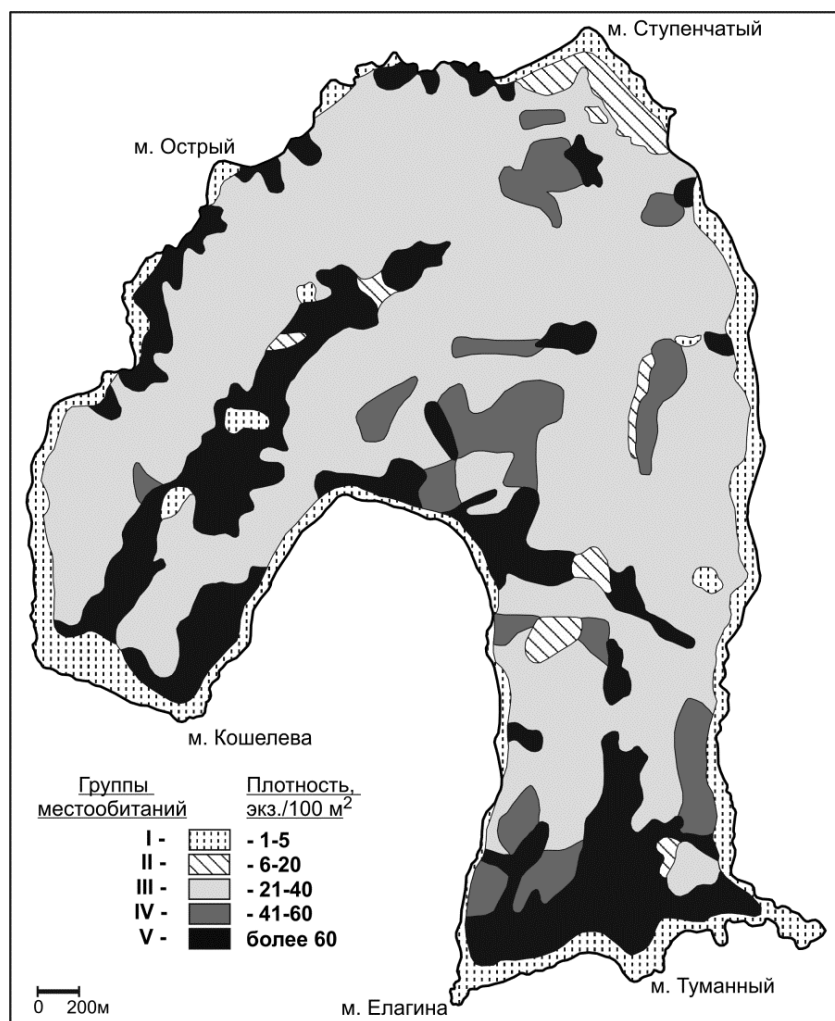


Рис. 5. Картограмма плотности населения пауков-кругопрядов семейства Araneidae (Aranei) на острове Аскольд в летний период

Группы местообитаний: I – каменистые россыпи с кустами рододендрона, каменистые пляжи и обрывы; II – дубовые леса паркового типа, березовые леса молодые, разнотравно-мискантусовые луга, разнотравно-осоковые луга заболоченные; III – дубовые леса с кустами рододендрона, грабово-дубовые леса; IV – широколиственные полидоминантные, липовые и берёзовые леса; V – разнотравно-вейниковые луга и заросли полыни Гмелина.

Распределение пауков по территории острова неравномерно. На юге острова и на вершинных участках, где хорошо развит разнотравно-осоковый и полынно-разнотравный покров, отмечается наибольшая численность. Наименьшая – на прибрежных каменистых пляжах и среди обрывистых берегов, где растительность развита слабо.

Максимальное видовое разнообразие пауков отмечено в широколиственных полидоминантных лесах (собрано 7 видов), где доминирует *Araneus ventricosus*, достигающий плотности 15 экз./100 м². Минимальное разнообразие отмечено на каменистых пляжах и на заболоченном участке с осоками, где отловлено по одному виду *A. ventricosus* и *Neoscona adianta*, соответственно.

Картограмма плотности населения пауков-кругопрядов семейства Araneidae (Aranei) позволяет оценить густоту заселения данной группой беспозвоночных территории острова Аскольд в летний период.

Благодарности. Автор выражает благодарность д. б. н. Ю. М. Марусику (ИБПС ДВО РАН, г. Магадан) за всестороннюю помощь при определении ряда видов и к. б. н. М. М. Омелько (ДВФУ, г. Владивосток) за предоставленные фотографии копулятивных органов *Alenatea cf. wangi*.

Список литературы

- Комисаренко А. А., Омелько М. М. К фауне пауков (Arachnida: Aranei) островов залива Петра Великого (Приморский край). // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. (Владивосток, 4-5 марта 2015 г.). – Вып. 26. – Владивосток: Дальнаука, 2015. – С. 72–75.
- Марусик Ю. М. Новые данные о фауне и синонимии пауков СССР (Arachnida: Aranei). Фауна и экология пауков и скорпионов. – М.: Наука, 1989. – С. 39–52.
- Марусик Ю. М., Кроуфорд Р. Л. Пауки (Aranei) острова Монерон. Растительный и животный мир острова Монерон. Материалы Международного сахалинского проекта. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – С. 171–195.
- Марусик Ю. М., Ковблук Н. М. Пауки (Arachnida, Aranei) Сибири и Дальнего Востока России. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – 344 с.
- Симонов П. С. Пауки-кругопряды (Aranei: Araneidae) Ливадийского хребта (Южное Приморье) // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова (Владивосток, 4-5 марта 2015 г.). Вып. 26. – Владивосток: Дальнаука, 2015. – С. 63–71.
- Симонов П. С. Пауки-кругопряды (Aranei: Araneidae) островов залива Петра Великого (Приморский край) // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова (Владивосток, 3-4 марта 2016 г.). Вып. 27. – Владивосток: Дальнаука, 2016. – С. 70–79.
- Симонов П. С. Высотное распределение пауков-кругопрядов (Aranei: Araneidae) на Ливадийском хребте (Южное Приморье) // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова (Владивосток, 2-3 марта 2017). Вып. 28. – Владивосток: ФНИЦ Биоразнообразия ДВО РАН, 2017. – С. 35–45.
- Тупикова Н. В., Комарова Л. В. Принципы и методы зоологического картографирования. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – 190 с.
- Logunov D. V., Koponen S. Asynopsis of the jumping spider fauna in the Russian Far East (Araneae, Salticidae) // Entomologica Fennica. – 2000. – Vol. 11. – P. 67–87.
- Marusik Y. M., Eskov K. Y., Logunov D. V., Basarukin A. M. A check-list of spiders (Arachnida; Aranei) from Sakhalin and Kurile // Arthropoda selecta. – 1992. – Vol. 1, N 4. – P. 73-85.
- Song D. X., Zhu M. S., Chen J. The Spiders of China. – Shijiazhuang: Hebei Sci. Technol. Publ. House, 1999. – 640 p.
- World Spider Catalog Version 20.5. [Электронный ресурс]. – Natural History Museum Bern. – 2000. – Режим доступа: <http://wsc.nmbe.ch> (просмотрено 16.01.2020).

Simonov P. S. Orb-weaver spiders (Aranei: Araneidae) of the Askold island (Primorie, the Peter the Great Gulf) // Ekosistemy. 2020. Iss. 22. P. 114–121.

The fauna of spiders on the islands of the Peter the Great Gulf in the south of the Far East is poorly studied. Data on the species composition, abundance and biotopic distribution of orb-weaver spiders (Aranei: Araneidae) of Askold Island are given in the paper for the first time. The island is located in the Peter the Great Gulf in the south of Primorskii krai. The material was collected in autumn of 2014, 2015 and in August 2016. In autumn, random collection of spiders was made. In summer 2016, 21 key sites were selected on the island. The size of each site is 3×25 m. The spiders were collected using a sweeping method supplemented with a manual method. The biotopic correspondence of 12 species of spiders belonging to 7 genera was revealed. It has been established that the distribution of spiders throughout the island is uneven. The greatest diversity is noted in broad-leaved polydominant forests. *Araneus ventricosus* (L. Koch, 1878) whose density reaches 15 specimens per 100 m² dominates there. Rocky beaches have the lowest species diversity. The only species is found there – *A. ventricosus* (density 4 specimens per 100 m²). Only *Neoscona adianta* (Walckenaer, 1802) (density 10 specimens per 100 m²) inhabits the swampy area with sedges. The map of the density of orb-weaver spiders has been compiled on the basis of original data of the author and satellite images. This map allows to estimate the distribution and density of population of spiders over the area of Askold island in the summer. *Alenatea cf. wangi* Zhu et Song, 1999 and *Pronoides brunneus* Schenkel, 1936 are recorded on the islands of the Peter the Great Gulf for the first time.

Key words: orb-weaver spiders, number, species composition, islands fauna, the Peter the Great Gulf.

Поступила в редакцию 05.02.20

УДК 598.243:575.857:639.1.034(470)

Динамика популяции и новые гнездовые адаптации кулика-сороки *Haematopus ostralegus* в среднем течении реки Мокша (Центральная Россия)

Спиридонов С. Н.^{1,2}, Гришуткин Г. Ф.², Захватов А. А.², Губин С. В.²

¹Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева
Саранск, Россия
alcedo@rambler.ru

²Объединенная дирекция Мордовского государственного природного заповедника и национального парка «Смольный»
Саранск, Россия
alcedo@rambler.ru

В настоящей статье представлены результаты сравнения обилия и распределения материкового подвида кулика-сороки (*Haematopus ostralegus longipes*) в среднем течении реки Мокша (центральная Россия, Темниковский район, Республика Мордовия). Учёты птиц проведены в конце XX и начале XXI веков с разницей почти в 25 лет. Показано, что размещение куликов-сорок и их численность практически не изменились. Основным фактором, лимитирующим численность кулика-сороки и особенно его гнездование, является ограниченное количество типичных мест гнездования (не заросшие пляжи и острова) на реках. Гнездовой консерватизм кулика-сороки, а также неконтролируемое использование человеком пляжей для ведения хозяйственных нужд (места для водопоя и отдыха скота), особенно заметное до конца XX века ограничивало рост численности вида. В последние годы этот фактор заметно снизился, число крупного рогатого скота и соответственно нагрузка на прибрежные участки уменьшились. Кроме этого у куликов-сорок стали появляться адаптационные механизмы, в частности использование нехарактерных мест расположения гнезд, позволяющие ему не зависеть от многих негативных факторов, ранее оказывающих влияние на успешность гнездования. В XXI веке гнёзда кулика-сороки впервые обнаружены в нехарактерных для этого вида местах (на береговых обрывах, карьерах, сломе дерева). Подобные гнездовые адаптации вида могут способствовать увеличению численности кулика-сороки и его расселению в регионе.

Ключевые слова: кулик-сорока, *Haematopus ostralegus longipes*, гнездование, распределение, численность, экология.

ВВЕДЕНИЕ

Кулик-сорока *Haematopus ostralegus* Linnaeus, 1758 включён в Красный список МСОП со статусом Near Threatened (NT) – близкий к угрожаемому (BirdLife..., 2019). Одной из причин ухудшения состояния мировой популяции кулика-сороки считается деградация мест обитания (van de Pol et al., 2014).

В России численность кулика-сороки оценена в 6,5–15,5 тысяч пар с тенденцией её сокращения в 5–30 % (European..., 2017). Кулик-сорока – политипический вид. Материковый подвид кулика-сороки (*Haematopus ostralegus longipes* Buturlin, 1910) (рис. 1а) включён в действующие Красную книгу Российской Федерации (2001) и Красную книгу Республики Мордовия (2005), а также рекомендован к включению в их новые издания.

Численность *H. o. longipes* в европейской части России с конца XX века несколько увеличилась и составляет в настоящее время 3,6–5,1 тысяч гнездящихся пар, чему способствовало в том числе, сокращение выпаса и водопоя скота по берегам рек (Sarychev, Mischenko, 2014). Местами его обитания в России служат центральные и южные районы европейской части, западная и частично средняя Сибирь (Hockey et al., 2019). Территория Мордовии входит в гнездовой ареал кулика-сороки, численность которого на гнездовании на начало XXI века составляла около 110 пар (Спиридонов, 2010), с небольшими флуктуациями по годам. Основные места гнездования вида в Мордовии находятся на реке Сура, где



Рис. 1. Кулик-сорока *Haematopus ostralegus longipes* на берегу реки Мокша (а) и его гнездо на сломе ствола дуба (б) (фото С. Н. Спиридонова)

размножение известно с конца XIX века (Луговой, 1975). На другой крупной реке региона – Мокше, кулик-сорока гнездится с начала 1990-х годов (Лапшин, Лысенков, 2001; Данные авторов).

Цель работы – изучить изменения, произошедшие в распределении, обилии и гнездовой экологии кулика-сороки за последнюю четверть века на одном из участков среднего течения реки Мокша (Центральная Россия).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Учёты численности и изучение пространственного распределения кулика-сороки в среднем течении реки Мокша проводилось в начале июня 1993–1995 и 2018 годах. Под наблюдением находился участок реки в Темниковском районе протяженностью 80 км от села Жегалово до устья реки Сатис у деревни Нижний Сатис. Использовался метод сплава на катерах (без мотора). Данный участок реки отличается наивысшей численностью этого кулика на всем её протяжении в пределах Мордовии.

Проводился учёт всех встреченных куликов-сорок, отмечались границы территориальных пар, скопления холостых птиц, биотопическая приуроченность птиц, проводились поиски гнёзд и их описание.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ динамики численности кулика-сороки на обследованном участке реки Мокша показал, что существенного изменения численности за столь длительный временной промежуток не произошло. Средняя численность в 1994, 1995 и 2018 годах варьировала незначительно и составляла, соответственно, 0,47, 0,69 и 0,58 ос./км русла реки. В первой половине 1990-х годов наблюдалось медленное увеличение численности вида, возможно в связи с уменьшением поголовья коров, выпасаемых сельхозпредприятиями в пойме реки и, соответственно, уменьшением их воздействия на береговые косы. Так, количество скота в Темниковском районе уменьшилось с 1990 по 1995 год на 38,5 %, (с 26 тыс. до 16,3 тыс. голов), а численность кулика-сороки возросла в это время на 61 %. Резкое снижение численности коров в 2000–2010 годах (в 2017 году в Темниковском районе численность коров составляла 1,9 тысяч голов) и перевод части поголовья на стойловое содержание, привело к другой проблеме – зарастанию кос. Можно предположить, что настоящая численность кулика-сороки является оптимальной для современных условий обитания в среднем течении реки Мокша.

Число территориальных пар и их размещение по руслу реки за последнюю четверть века изменилось незначительно (рис. 2, табл. 1). Территориальные пары, как и холостые

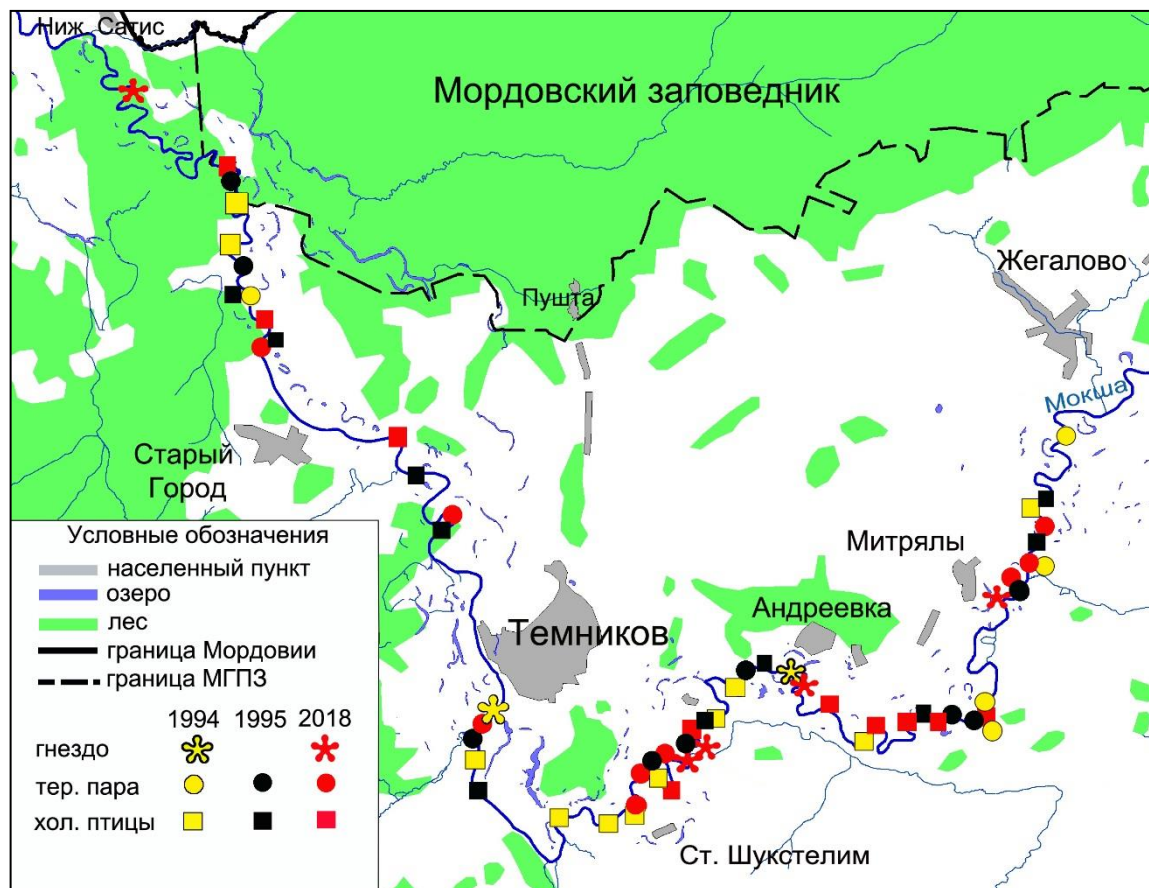


Рис. 2. Распределение *Haematopus ostralegus longipes* в среднем течении реки Мокша
Условные обозначения: МГПЗ – Мордовский государственный природный заповедник, тер. пара – территориальная пара, хол. птицы – холостые птицы.

птицы, отмечались примерно через 6–8 км. Во все годы исследований участок с наивысшей численностью кулика-сороки находился между селом Митрялы и деревней Старый Шукстелим. Здесь же было выявлено большинство пар с гнездовым поведением и найдены гнёзда. Ниже по течению реки кулик-сорока встречался значительно реже. Можно лишь выделить участок реки от села Старый Город до границы Мордовского заповедника, где во все учёты встречались как одиночные птицы, так и территориальные пары.

Известно, что кулик-сорока – выраженный стенобионт. Характерными гнездовыми станциями материкового подвида служат песчаные, песчано-галечниковые и галечниковые косы и острова в долинах крупных и средних рек, в основном слабо заросшие травянистой растительностью или полностью лишённые её (Sarychev, Mischenko, 2014). При этом он размещает гнёзда на наиболее высоких точках на открытых участках русловых наносов.

В среднем течении реки Мокша кулик-сорока придерживается больших и средних по протяженности песчаных кос, нередко с негустыми зарослями растительности, служащей защитой для населяющих птиц и в дальнейшем для птенцов. На таких участках реки чаще встречались территориальные пары, у которых наблюдались признаки гнездового поведения (птицы окрикивали человека, беспокоились при приближении к ним и при этом не улетали) и было найдено 42 % гнезд. Учитывая все найденные гнёзда и территориальные пары, гнездовая численность на обследованном участке реки Мокша в 1994–2018 годах составляла 0,1–0,2 пар/км реки.

Учитывая, что кулики-сороки предпочитают гнездиться на косах, локальная гнездовая численность выше. Исследование 2018 года показало, что от села Жегалово до

Таблица 1

Динамика численности *Haematopus ostralegus longipes* в среднем течении реки Мокша

Показатель	Год		
	1994	1995	2018
Число птиц, всего особей	38	52	47
Из них территориальные пары	8	9	14
Найдено гнёзд, всего	2	0	5
Из них нетипичные гнёзда	0	0	3
Холостые птицы, всего особей	18	34	19

деревни Нижний Сатис насчитывалось 64 песчаные и песчано-галечниковые косы (наносов) общей протяжённостью 11,76 км. Преобладали наносы небольшой длины в 10–150 м, крупные косы в 300–430 м были очень редки. Количество гнездовых территорий на данных участках зависит от выраженности русловых процессов на них. На двух условно выделенных нами участках реки количество размножающихся куликов-сорок существенно различалось. На участке № 1 (село Жегалово – село Бабеево) отмечено 34 косы, суммарная длина которых составила 5,8 км. Река здесь очень сильно меандрирует, создавая при этом вдоль кос обширные мелководные участки, пригодные для добывания основного пищевого ресурса – двусторчатых моллюсков сем. Unionidae. Наличие на гнездовом участке мелководий, на которых существует доступ к пищевым ресурсам, необходимое условие для успешного гнездования и выкармливания птенцов (Ермохин, 2000; Ермохин, Табачишин, 2017; Ens et al., 1992; Neg et al., 2001). Средняя плотность гнездования кулика-сороки на участке № 1 составила 1,7 пар/км наносов (обрывов). На участке № 2 (село Бабеево – устье реки Сатис) русло реки Мокша более прямое, берега нередко обрывистые, заросшие до уреза воды деревьями и кустарниками, мелководья практически отсутствуют. На отмеченных здесь 30 косах, общей длиной 5,96 км кулики-сороки встречаются редко и средняя плотность гнездования составила 0,67 пар/км наносов (обрывов).

В последние годы в пределах ареала для кулика-сороки стало известно множество случаев гнездования в нехарактерных местах (вне берегов рек): на затопленных пнях, опорах мостов, бетонных дамбах, старых деревянных столбах линий электропередач, в старых гнёздах крупных птиц, в руинах церкви, на крышах зданий, пашнях и других сельскохозяйственных угодьях (Сотников, 2002; Атамась, 2009; Свиридова, Гринченко, 2012 и др.).

В Мордовии находили одиночные гнёзда на реке Суре на сломе старого дерева, возвышающегося из воды на 2,5 м и в пойме реки Мокша на заброшенном песчаном карьере (Лысенков и др., 2004). С 2011 года на реке Алатырь около села Луньга Ичалковского района (Данные авторов) и с 2012 года на реке Суре (Коротин И. В., уст. сооб.) известны находки гнёзд на обрывистых берегах. Ранее все известные гнёзда куликов-сорок на реке Мокша были расположены на песчаных и песчано-галечниковых косах или островах реки.

В 2018 году были найдены 3 гнёзда куликов-сорок в нехарактерных для них биотопах. В окрестностях села Кондровка Темниковского района 2 гнёзда были расположены на береговых обрывах. Одно из них (рис. 3a) устроено на выступе (размер 28×35 см) слабо задернованного обрыва (длина обрыва 160 м, расстояние до воды – 2 м, до края обрыва – 1,2 м. Другое (рис. 3b) в центре глинистого обрыва (длина – 280 м). Здесь же проявляли беспокойство еще 2 птицы из другой пары, но их гнёзда найти не удалось. Оба гнёзда были расположены совершенно открыто. Еще одно гнездо (рис. 1b) было обнаружено на участке лесистого берега. В качестве субстрата птицы использовали поваленный трухлявый ствол дуба длиной 1,5 м. Он был направлен в сторону реки и возвышался над водой на 5 м, расстояние от края обрыва до гнёзда – 1 м. Гнездо было устроено в центре ствола, диаметр которого составлял 20 см, на дне лотка была древесная труха. Нижние ветви растущих рядом



Рис. 3. Расположение гнёзд куликов-сорок *Haematopus ostralegus longipes* на задернованном (а) и глинистом (б) обрывах реки Мокша (фото С. Н. Спиридонова)

деревьев закрывали гнездо, наиболее открытое место для подлёта к нему было перпендикулярно руслу реки.

Отметим, что в каждом случае напротив мест гнездования находились песчаные косы. Одна из них использовалась в качестве места водопоя и отдыха скота, на двух других располагались многочисленные места для ловли рыбы. Кулики-сороки их использовали только в качестве мест добывания пищи (найлены раковины моллюсков).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основным фактором, лимитирующим численность кулика-сороки и особенно его гнездование на реке Мокша, является ограниченное количество типичных мест гнездования (не заросшие пляжи и острова). Гнездовой консерватизм кулика-сороки, а также неконтролируемое использование человеком пляжей для ведения хозяйственных нужд (места для водопоя и отдыха скота), особенно заметное до конца XX века, ограничивало рост численности вида. В последние годы этот фактор заметно снизился, число выпасаемого в пойме реки Мокша крупного рогатого скота и, соответственно, нагрузка на прибрежные участки уменьшились. Кроме этого у куликов-сорок стали появляться адаптационные механизмы, в частности использование нехарактерных мест расположения гнезд, позволяющие ему не зависеть от многих негативных факторов, ранее оказывающих влияние на успешность гнездования.

Использование куликами-сороками береговых обрывов для гнездования объясняется рядом причин: 1) приспособлением птиц к более ранним срокам гнездования, так как береговые обрывы быстрее обсыхают после половодья, чем косы, 2) обрывы менее доступны для человека и хищников и 3) отдельные косы активно используются для отдыха крупного рогатого скота, который вытаптывает гнезда и мешает нормальному ритму насиживания, другие же косы (большая часть) зарастают растительностью, в результате чего они малопривлекательны для гнездования куликов-сорок.

Из-за использования куликами-сороками для гнездования не только кос, но и береговых обрывов и других нетипичных мест устройства гнезд, наблюдается расселение кулика-сороки по рекам региона, что возможно отразится в дальнейшем на росте его численности.

Список литературы

- Атамась Н. С. К гнездовой экологии кулика-сороки *Haematopus ostralegus* на Каневском водохранилище // Кулики Северной Евразии: экология, миграции и охрана. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009. – С. 17–18.
- Ермохин М. В. Экологическая структура маргинальных участков речных биоценозов в переходной зоне вода-суша: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Самара, 2000. – 19 с.
- Ермохин М. В., Табачишин В. Г. Особенности экологии гнездования и репродукции кулика-сороки (*Haematopus ostralegus longipes* Buturlin, 1910) (Haematorpodidae, Charadriiformes) в русле р. Медведица (Саратовская область) // Поволжский экологический журнал. – 2017. – № 1. – С. 84–89.
- Красная книга Республики Мордовии. Т. 2. Животные. – Саранск, 2005. – 366 с.
- Красная книга Российской Федерации. Животные. – М.: АСТ «Астрель», 2001. – 862 с.
- Лапшин А. С., Лысенков Е. В. Редкие птицы Мордовии. – Саранск, 2001. – 176 с.
- Луговой А. Е. Птицы Мордовии. – Горький, 1975. – 300 с.
- Лысенков Е. В., Лапшин А. С., Спиридонов С. Н. Современное состояние популяции кулика-сороки *Haematopus ostralegus* в Мордовии // Русский орнитологический журнал. – 2004. – Вып. 271. – С. 814–816.
- Свиридова Т. В., Гринченко О. С. Гнездование кулика-сороки в сельскохозяйственных угодьях северо-востока Московской области // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. – 2012. – Т. 117, № 6. – С. 21–24.
- Сотников В. Н. Птицы Кировской области и сопредельных территорий. Т. 1. Неворобьиные. Ч. 2. – Киров, 2002. – 528 с.
- Спиридонов С. Н. Редкие виды куликов Республики Мордовия: современный статус, распространение и численность // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. – 2010. – Т. 115, № 1. – С. 10–20.
- BirdLife International 2019. *Haematopus ostralegus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.https://www.iucnredlist.org/species/22693613/154998347](http://www.https://www.iucnredlist.org/species/22693613/154998347). (просмотрено 08.01.2019).
- Ens B. J., M. Kersten A. B., Hulscher J. B. Territory quality, parental effort, and reproductive success of Black Oystercatchers (*Haematopus ostralegus*) // Journal of Animal Ecology. – 1992. – Vol. 61. – P. 703–715.
- Heg D., van der Velde M. Effects of territory quality, food availability and sibling competition on the fledging success of oystercatchers (*Haematopus ostralegus*) // Behavioral Ecology and Sociobiology. – 2001. – Vol. 49, Iss. 2–3. – P. 157–169.
- van de Pol M., Atkinson P., Blew J., Crowe O., Delany S., Duriez O., Ens B. J., Hälterlein B., Hötter H., Laursen K., Oosterbeek K., Petersen A., Thorup O., Tjørve K., Triplet P., Yésoù P. A global assessment of the conservation status of the nominate subspecies of Eurasian Oystercatcher *Haematopus ostralegus ostralegus* // Conservation Status of Oystercatchers around the World. International Wader Studies. – 2014. – Vol. 20. – P. 47–61.
- Hockey P., Kirwan G. M., Boesman P. Eurasian Oystercatcher (*Haematopus ostralegus*) // In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.). Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Edicions, Barcelona. 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hbw.com/species/eurasian-oystercatcher-haematopus-ostralegus> (просмотрено 24.11.2019).
- European birds of conservation concern: populations, trends and national responsibilities. – Cambridge, UK: BirdLife International. – 2017. – 170 p.
- Sarychev V., Mischenko A. Conservation assessment of *Haematopus ostralegus longipes* // Conservation Status of Oystercatchers around the World. International Wader Studies. – 2014. – Vol. 20. – P. 33–40.

Spiridonov S. N., Grishutkin G. F., Zakhvatov A. A., Gubin S. V. Dynamics of population and new nest adaptations of Eurasian Oystercatcher *Haematopus ostralegus* in the middle flow of Moksha river (Central Russia) // Ekosistemy. 2020. Iss. 22. P. 122–127.

This article presents the results of a comparison of the abundance and distribution of oystercatchers of the continental subspecies of Oystercatcher (*Haematopus ostralegus longipes*) in the middle reaches of the Moksha River (central Russia Temnikovsky district, Republic of Mordovia). Bird censuses were conducted during breeding season in late XX and early XXI centuries with a gap period of almost 25 years. It is highlighted that the placement of oystercatchers and their number practically have not changed. The main factor limiting the number of oystercatchers, and especially their nesting, is the limited number of typical nesting sites (not overgrown beaches and islands) on the rivers. The nesting conservatism of oystercatchers, as well as uncontrolled human use of beaches for housekeeping (watering and resting places for livestock), especially noticeable until the end of the XX century, limited the growth of population. In recent years, this factor has decreased significantly, the number of cattle and, consequently, the load on the coastal areas have reduced. In addition, oystercatchers began to acquire adaptive mechanisms, in particular, they started to use uncharacteristic nesting locations, which allowed them not to depend on many negative factors that previously had an impact on nesting success. In XXI century, the nests of the oystercatchers were first found in places that are not typical for this species (on coastal cliffs, opencast mines, broken trees). Such breeding adaptations of the species can result in an increase of the population of oystercatchers and their settlement in the Republic of Mordovia.

Key words: oystercatcher, *Haematopus ostralegus longipes*, breeding, distribution, population, ecology.

Поступила в редакцию 20.03.20

УДК 599.322.2:591.951(470.61-25)

Степной сурок (*Marmota bobak*) в Агрызском районе Республики Татарстан

Загуменов М. Н.

Удмуртский Государственный университет
Ижевск, Удмуртская Республика, Россия
micheyzag@mail.ru

В Республике Татарстан степной сурок, или байбак (*Marmota bobak*) находится в пределах естественного ареала. В регионе проводились работы по внутриреспубликанскому расселению зверьков, в ходе которых в 1994 году сурков завезли и в находящийся в пределах лесной природной зоны Агрызский район. Место выпуска зверьков находится на территории Государственного природного комплексного заказника «Кичке-Тан». Всего было завезено 105 особей из Азнакеевского района. Интродуцированные зверьки устойчивых поселений не создали, в настоящее время на месте выпуска отсутствуют. Впоследствии степные сурки стали самостоятельно проникать на территорию Агрызского района из юго-восточных районов Удмуртской Республики, где после интродукции в 80-х годах XX века сформировались устойчивые поселения сурков. В 2019 году в районе учтено 9 семей байбака в 2 поселениях. Поселения располагались в окрестностях населенных пунктов Красный Бор и Каменный Ключ. Общая численность сурков в обследованных поселениях оценена нами в 35–45 особей. Поселения располагались в овражно-балочных сетях на склонах южной, юго-восточной и восточной экспозиций. На территории семейных участков производился выпас скота. В целом, особенности пространственного расположения и структура поселений байбака в Агрызском районе типичны для этого вида. В дальнейшем можно ожидать обнаружения новых мест обитания байбака в районе вследствие продолжающегося расселения зверьков из Удмуртии. Следует отметить, что сурки Агрызского района, как и сурки Удмуртии происходят из Старокулаткинского района Ульяновской области.

Ключевые слова: степной сурок, интродукция, Республика Татарстан, Агрызский район.

ВВЕДЕНИЕ

Степной сурок, или байбак (*Marmota bobak* Müll., 1776) – крупный зимоспящий грызун семейства Белчицы (*Sciuridae*). Степной сурок является эдификатором степных экосистем (Dimitriev et al., 2002), то есть видом, играющим ведущую роль в сложении их структуры и функционирования.

Байбак занесён в региональные Красные книги, к примеру, в Нижегородской области (Красная книга Нижегородской области..., 2014). Байбак так же был включен в издание Красной книги Татарстана 1995 года (Красная книга Республики Татарстан..., 1995). Новые сведения могут помочь сохранению и увеличению численности этого редкого в некоторых регионах вида. Степной сурок в степной зоне Республики Татарстан обитает в пределах своего естественного ареала. В 2010 году численность зверьков оценивалась в 28,5 тыс. особей (Машкин и др., 2010). Поселения байбака сохранялись в регионе и во время общей депрессии численности вида в первой половине XX века (Попов, 1960). В республике активно проводились работы по акклиматизации (реакклиматизации) сурков, в ходе которых зверьки были расселены и на территорию Агрызского района (Димитриев, 2001). Информация о выпуске и обитании сурков в данном районе достаточно скудна: большее внимание исследователей уделяется крупным и реликтовым поселениям (Шарапова, Сайфуллин, 2015).

Сурки Удмуртии и Агрызского района Республики Татарстан обитают в пределах лесной природной зоны и находятся на северном пределе ареала (Загуменов, 2019). Следовательно, любые данные, касающиеся аспектов биологии и экологии вида в данном регионе интересны в научном плане – как отличные от условий в естественной части ареала.

Целью проведенного исследования было выявление поселений степного сурка в Агрызском районе Татарстана. В данной работе мы так же рассматриваем историю вселения байбака и современное состояние популяции сурка в Агрызском районе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

История интродукции байбака в Агрызском районе Татарстана изучалась нами на основании опросов респондентов и по имеющимся литературным источникам (Димитриев, 2001). Данные по Удмуртии приводятся нами по архивным материалам Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Удмуртской Республики и работам сотрудников УдГУ (Капитонов, Украинцева, 1997). Полевые работы, связанные с поиском и обследованием мест обитания степного сурка в Агрызском районе проводились 26.07.2018 и 31.08–01.09.2019. Степные сурки отмечались визуально, с использованием 10-кратного полевого бинокля, либо по характерным следам жизнедеятельности: норам и тропам. Координаты нор фиксировались с помощью GPS-навигатора фирмы «Garmin». В ходе последующей обработки координаты наносились на карту, основу которой мы взяли с сервиса «Яндекс.Карты» (<https://yandex.ru/maps/>). Для выявления пространственного распределения семейных участков учитывалась экспозиция склона с выходом норы. Угол уклона поверхности измерялся с помощью транспортира с прикреплённым к нему отвесом.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Агрызский район расположен в северо-восточной части Республики Татарстан, у подножия Сарапульской возвышенности, на берегу реки Иж (правый приток реки Кама). (<http://agryz.tatarstan.ru/>). Территория относится к природно-географическому району Восточное Предкамье (Салахов, Архипова, 2013), расположенному в пределах лесной природной зоны. От естественного ареала степного сурка (*Marmota bobak*) территория района отделена крупной водной преградой – рекой Кама и организованным на ней Нижнекамским водохранилищем. Ближайшие поселения сурков в Татарстане находятся в Нижнекамском, Заинском и Муслимовском районах (Горшков, Павлов, 1999; Наблюдение Р. Кутушева от 01.07.19 на портале «Млекопитающие России», <http://rusmam.ru/data/view?id=37034>). Таким образом, естественное расселение зверьков на территорию района практически невозможно.

В начале 90-х годов XX века в районе были выпущены 2 партии общей численностью в 105 особей (Маннапов Р. Р., устное сообщение). Зверьков для расселения отлавливали в Азнакеевском районе (Димитриев, 2001). Выпуск осуществлялся сотрудниками районного охотхозяйства на территории современного заказника Кичке-Тан, возле населенных пунктов Балтачево и Кичкетан. Зверьки не создали устойчивых поселений и в настоящее время на месте выпуска отсутствуют. Вероятно, в исчезновении сурков свою негативную роль сыграла и незаконная добыча (Маннапов Р. Р., устное сообщение). Данные о встречах зверьков в последующие годы в окрестностях места выпуска нам не известны. Ситуация, по нашему мнению, сходна с неудачным выпуском зверьков в Увинском районе Удмуртии. Здесь байбаки были выпущены в 1988–1989 годах, не создали устойчивых поселений, но отдельные особи встречались до начала XXI века (Матвеев, 2006).

Практически в то же время, в 1986–1989 годах, выпуски сурков, завезённых из Ульяновской области, осуществлялись в Удмуртии. Интродукция была продолжена в 2001–2003 годах. Степных сурков выпускали в Каракулинском, Увинском и Сарапульском районах. Степные сурки прижились на территории Каракулинского и Сарапульского районов и через 8–9 лет после выпуска начали формировать дочерние пространственные группировки (Загуменов, 2014).

С 2011–2012 годов отмечена тенденция к активному расселению сурков из крупных поселений и образование ими мелких поселений и изолированных семей (Загуменов, 2019). Происходило и увеличение численности сурков. Причинами наблюдаемых тенденций, по нашему мнению, являются, в первую очередь, исчерпание ёмкости среды в материнских

поселениях (либо её снижение вследствие прекращения здесь выпаса скота); и возможное появление у байбаков адаптаций к природным условиям Удмуртской Республики.

Всего к настоящему времени мы располагаем информацией о 25 отдельных пространственных группировках степного сурка в Удмуртской Республике: 15 поселениях и 10 изолированных семьях (пространственных группировках, состоящих из 1 семьи). Всего в 2016 году было выявлены 160 семей байбака, организованные в 60 колоний. Общая численность степного сурка в Удмуртии в 2014 году на основании среднего числа особей в семье была оценена нами в 520–600 особей.

По нашему мнению, именно из Каракулинского района Удмуртии сурки стали проникать в соседний Агрызский район Республики Татарстан. Природные условия в приграничной части районов сходны, серьёзные препятствия для расселения зверьков отсутствуют. По устному сообщению сотрудника Красноборского охотхозяйства В. А. Митрошина известно о встречах с сурками в южной части Агрызского района с 2011 года. Эти грызуны отмечались возле населенных пунктов Красный Бор (2011 г.), Каменный ключ (2013 г.), Старая Чекалда (2013 г.), Исенбаево (2014 г.), Шаршادا (2014 г.), Зуево (2014 г.), Ожбуй (2014 г.). Появление в указанных местах сурков, являющихся потомками выпущенных в 1994 году, с нашей точки зрения маловероятно: от заказника Кичке-Тан эта часть района отделена рекой Иж и лесными массивами. Леса непригодны для обитания степных сурков и избегаются ими при расселении (Машкин, 1997).

Встречи с сурками так же отмечались в 2016–2018 годах в северо-восточной части района около населенных пунктов Девятерня (2016 г.), Кадыбаш (2016 г.), Старое Сляково (2018 г.) (Соколов Д. Ю., устное сообщение). В ходе обследования, проведенного нами в июле 2018 года, сурки отмечены не были. Наиболее вероятно, что зверьки представляли собой мигрантов. Через северо-восточную часть Агрызского района зверьки проникли на территорию Киясовского района Удмуртии, где небольшое поселение (с 2016 г. – изолированная семья) существовало в окрестностях деревни Ермолаево в 2015–2017 годах.

С целью уточнения числа семей, картирования участков и определения перспектив дальнейшего распространения сурков в Агрызском районе 31.08–01.09.2019 нами была обследована юго-восточная часть района. Степные сурки обнаружены в окрестностях населенных пунктов Красный Бор и Каменный ключ (рис. 1), где зверьки сформировали небольшие поселения численностью 3 и 6 семей соответственно. Учёт численности не производился, так как животные были неактивны, некоторые семьи уже залегли в спячку. Исходя из данных по среднему числу особей в семье, полученных нами в Удмуртии (Загуменов, 2019), можно оценить число сурков в поселениях в 35–45 особей.

Поселение сурков возле села Красный Бор располагалось на склоне южной экспозиции коренного берега Нижнекамского водохранилища. Все семейные участки находились в пределах видимости, из чего можно заключить, что поселение состояло из одной колонии. На семейных участках производился выпас мелкого рогатого скота. Участки находятся на расстоянии 100 м от жилых построек, в непосредственной близости от мест отдыха жителей и туристов. Ближайшее поселение степного сурка в Удмуртии – возле поселка Зуевы Ключи – располагалось в 9,5 км к востоку.

Более крупное поселение в деревне Каменный Ключ состояло из 6 семей: 2 колоний (из 2 и 3 семей) и одиночной семьи. Поселение находилось в овражно-балочной сети реки Кулегаш. Ближайшее поселение степного сурка в Удмуртии – на территории бывшей деревни Ильнеш – располагалось в 6,5 км к юго-востоку. Колонии сурков в окрестностях деревни Каменный Ключ располагались на склонах балок к западу и югу от населенного пункта, на расстоянии около 1 км от жилых построек. Одиночная семья (то есть «колония», состоящая из одной семьи) находилась восточнее деревни, на расстоянии 800 м от домов. Семейные участки располагались на пологих (крутизной до 25°) склонах южной, юго-восточной и восточной экспозиций, лишённых древесно-кустарниковой растительности. Во время обследования в поселении отмечена подготовка зверьков к спячке: норы 2 семей были запечатаны характерными земляными комьями. На семейных участках первой и второй



Рис. 1. Поселения степного сурка в Агрызском районе Татарстана
 Основа для схемы взята с сервиса «Яндекс.Карты».

колонии производился выпас скота. К семейным участкам колонии из 3 семей примыкало поле, засеянное люцерной. В поселении зафиксирована попытка добычи сурков: у норы одиночной семьи мы обнаружили настроженный капкан.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом, особенности пространственного расположения и структура поселений байбака в Агрызском районе типичны для этого вида (Машкин, 1997). В Удмуртской Республике мы отмечаем схожие закономерности (Загуменов, 2015). Таким образом, в настоящее время на территории Агрызского района Татарстана за счёт переселения зверьков из Удмуртии формируются небольшие поселения байбака. Дальнейшее обследование пригодных для сурков территорий, безусловно, позволит выявить новые места обитания или следы зверьков в районе. Значительное увеличение численности байбака, с нашей точки зрения маловероятно: небольшие поселения сурков отличаются медленным ростом (Колесников, 2007; Загуменов, 2019). Следует отметить, что по своему происхождению эти зверьки происходят из нетипичного для Татарстана «донорского центра» (Абрахина, Дмитриев, 1999; Дмитриев, 2001) – Старокулаткинского района Ульяновской области.

Благодарности. Выражаю благодарность за помощь в сборе данных по истории интродукции и современному распространению сурков в Татарстане директору Государственного природного комплексного заказника «Кичке-Тан» Р. Р. Маннапову, сотруднику Красноборского охотхозяйства В. А. Митрошину, сотрудникам Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Удмуртской Республики Д. Ю. Соколовун и А. Н. Завьялову. За помощь в сборе полевого материала выражаю благодарность заведующему кабинетом зоологии и палеонтологии Удмуртского государственного университета А. Г. Меньшикову и выпускнику Биолого-химического факультета Удмуртского государственного университета А. А. Марочкину.

Список литературы

- Абрахина И. Б., Димитриев А. В. О донорских центрах по расселению сурков в Поволжье // Сурки Палеарктики: биология и управление популяциями: тез. докл. III Междунар. совещ. по суркам стран СНГ. – М., 1999. – С. 5–6.
- Горшков П. К., Павлов Е. А. Численность степного сурка в Республике Татарстан // Сурки Палеарктики: биология и управление популяциями: тез. докл. III Междунар. совещ. по суркам стран СНГ. – М., 1999. – С. 21–22.
- Димитриев А. В. Акклиматизация и восстановление численности степного сурка (*Marmota bobak* Müller, 1776) в Поволжье: дис. ... канд. биол. наук. – М., 2001. – 236 с.
- Загуменов, М. Н. История расселения и особенности современного распространения степного сурка (*Marmota bobak* Müll., 1776) в Удмуртской Республике // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2014. – Вып. 1. – С. 85–92.
- Загуменов М. Н. Современное распространение степного сурка в Удмуртии через 30 лет после интродукции // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2015. – Т. 25, вып. 3. – С. 41–50.
- Загуменов М. Н. Особенности экологии интродуцированного степного сурка (*Marmota bobak*) в условиях юга лесной зоны (на примере Удмуртской Республики): дис. ... канд. биол. наук. – Ижевск, 2019. – 208 с.
- Капитонов В. И., Украинцева С. П. История акклиматизации и современное состояние поселений байбака в Удмуртии // Сурки Голарктики как фактор биоразнообразия: тез. докл. III междунар. конф. по суркам. – М., 1997. – С. 54.
- Колесников В. В. К вопросу о минимальной жизнеспособной популяции // Сурки Евразии: происхождение и современное состояние: докл. V Междунар. конф. по суркам. – Ташкент, 2007. – С. 57–63.
- Красная книга Нижегородской области. Т. 1. Животные. – Н. Новгород, 2014. – 446 с.
- Красная Книга Республики Татарстан / [Гл. ред. А. И. Щеповских]. – Казань: Природа, 1995 – 454 с.
- Матвеев В. А. Результаты акклиматизации степного сурка (*Marmota bobak* Müll.) в лесной зоне Удмуртской Республики // Сурки в антропогенных ландшафтах Евразии: тез. докл. IX Междунар. совещ. по суркам стран СНГ. – Кемерово, 2006. – С. 36.
- Машкин В. И. Европейский байбак: экология, сохранение и использование. – Киров: Киров. обл. типография, 1997. – 160 с.
- Машкин В. И., Батурич А. Л., Колесников В. В. Экология, поведение и использование сурков Евразии. – Киров: Кировская областная типография, 2010. – 290 с.
- Попов В. А. Млекопитающие Волжско-Камского края. Насекомоядные, Рукокрылые, Грызуны. – Казань, 1960. – 468 с.
- Салахов Н. В., Архипова Н. С. Растительный мир Республики Татарстан: учебно-методическое пособие. – Казань: КПФУ, 2013. – 74 С.
- Шарапова Г. Ф., Сайфуллин Р. Р. К истории изучения степного сурка в среднем Поволжье // Ученые записки Казанской Государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2015. – Т. 224. – С. 266–269.
- Dimitriev A. V., Plechova Z. N., Plechov G. N. Zoonformative role of rodents in ecosystems // Holarctic marmots as a factor of biodiversity: proceedings of the 3rd International Conference on Marmots. – Moscow: ABF, 2002. – P. 135–137.
- Агрызский муниципальный район. URL: <http://agryz.tatarstan.ru/> (просмотрено 03.01.2019).
- Портал «Млекопитающие России», наблюдение Р. Кутушева URL: <http://rusmam.ru/data/view?id=37034> (просмотрено 03.01.12).
- Яндекс.Карты. URL: <https://yandex.ru/maps/> (просмотрено 03.01.2019).

Zagumenov M. N. Steppe marmot (*Marmota bobak*) in Agryzsky district, Tatarstan // Ekosistemy. 2020. Iss. 22. P. 128–132.

In the Republic of Tatarstan, the steppe marmot or baibak (*Marmota bobak*) lives within its natural habitat. The operations of intra-republican resettlement of animals were conducted in this region. In 1994 marmots were also settled in the Agryzsky district located within the forest natural zone. One hundred and five individuals from Aznakeevsky district were released there. Introduced steppe marmots did not make stable settlements there. Next, the marmots began to get into the territory of the Agryzsky district from Udmurtia, where stable settlements of marmots were formed after introduction in the 80-ies of the XX century. In 2019, nine baibak families were recorded in two settlements of the district. The settlements were located near of the villages Krasny Bor and Kamenny Klyuch. The total number of marmots in the surveyed settlements is estimated at 35–45 individuals. The settlements were located in ravine networks on the south, southeast and east slopes. Livestock was grazed on the territory of marmot families' plots. In general, the features of the spatial structure of the steppe marmot's settlements in the Agryzsky region are typical for this species. In the future, it can be expected to find new settlements of baibak in the region due to the ongoing resettlement of animals from Udmurtia. It should be noted that the marmots of the Agryzsky region, like the marmots of Udmurt Republic, come from the Starokulatskiy district of the Ulyanovsk region.

Key words: steppe marmot, introduction, Tatarstan, Agryzsky district.

Поступила в редакцию 28.01.20

СОДЕРЖАНИЕ

Ташлыкова Н. А., Афонина Е. Ю., Цыбекмитова Г. Ц., Матвеева М. О. Современное состояние планктонных гидробиоценозов литоральной зоны озера Цаган-Нор (Онон-Борзинская система озер Забайкалья).....	5
Алёмов С. В., Бурдиян Н. В., Витер Т. В., Гусева Е. В., Короткова А. В. Бентос северо-западной части озера Донузлав в 2017 году.....	15
Садогурская С. А. Белич Т. В., Садогурский С. Е. Видовой состав Cyanobacteria морской каменистой супралиторали заповедника «Мыс Мартьян» (Чёрное море).....	29
Панкеева Т. В., Каширина Е. С., Свирин С. А., Миронова Н. В., Голубева Е. И. Пространственная взаимосвязь охраняемых видов растений с ландшафтной структурой природного парка «Максимова дача».....	39
Гусев А. П., Шпилевская Н. С. Фитоиндикаторы техногенного химического воздействия на луговые экосистемы.....	53
Юрицына Н. А., Васюков В. М. Паслен черный – <i>Solanum nigrum</i> L. (Solanaceae) на засоленных местообитаниях Юго-Востока Европы.....	60
Абдуллина Р. Г. Североамериканские виды рябин (<i>Sorbus</i> L.) коллекции Южно-Уральского ботанического сада.....	66
Курамова В. В., Сволынский А. Д., Иванов С. П. Сравнительный анализ особенностей опыления орхидеи <i>Anacamptis morio caucasica</i> в двух ценопопуляциях в Предгорной зоне Крыма.....	72
Бекшенева Л. Ф., Реут А. А. Водный режим некоторых представителей рода <i>Iris</i> при интродукции на Южном Урале.....	82
Полякова Н. В. Особенности плодоношения интродуцированных видов сирени (<i>Syringa</i>) в Башкирском Предуралье.....	90
Щербань С. А., Мельник А. В. Размерно-весовые и биохимические характеристики соматического роста молодежи черноморских видов двустворчатых моллюсков <i>Anadara kagoshimensis</i> и <i>Flexopecten glaber ponticus</i>	97
Володченко А. Н. Охраняемые насекомые государственного природного заповедника «Воронинский» (Тамбовская область, Россия).....	105
Симонов П. С. Пауки-кругопряды (Aranei: Araneidae) острова Аскольд (Залив Петра Великого, Приморье).....	114
Спиридонов С. Н., Гришуткин Г. Ф., Захватов А. А., Губин С. В. Динамика популяции и новые гнездовые адаптации кулика-сороки <i>Haematopus ostralegus</i> в среднем течении реки Мокша (Центральная Россия).....	122
Загуменов М. Н. Степной сурик (<i>Marmota bobak</i>) в Агрызском районе Республики Татарстан.....	128

CONTENT

Tashlykova N. A., Afonina E. Yu., Tsybekmitova G. Ts., Matveeva M.O. The current ecological state of the littoral zone of Lake Tsagan-Nor (Onon-Borzinsky system).....	5
Alyomov S. V., Burdiyan N. V., Viter T. V., Guseva E. V., Korotkova A. V. Benthos of the north-western part of the Lake Donuzlav in 2017	15
Sadogurskaya S. A., Belich T. V., Sadogurskiy S. Ye. Species composition of Cyanobacteria from marine rocky supralittoral in the Nature Reserve “Cape Martyan”	29
Pankeeva T. V., Kashirina E. S., Svirin S. A., Mironova N. V., Golubeva E. I. Spatial relationship of protected plant species with the landscape structure of the Maximov’s Dacha Natural Park.....	39
Gusev A. P., Shpilevskaya N. S. Phytoindicators of technogenic chemical impact on meadow ecosystems.....	53
Yuritsyna N. A., Vasjukov V. M. Nightshade black – <i>Solanum nigrum</i> L. (Solanaceae) on saline habitats of the Southeast Europe	60
Abdullina R. G. North-American species of rowan trees from the collection of the South-Ural Botanical Garden.....	66
Kuramova V. V., Svolynsky A. D. Ivanov S. P. Comparative analysis of the features of pollination of <i>Anacamptis morio caucasica</i> orchids in two habitats in the Foothill zone of Crimea	72
Beksheneva L. F., Reut A. A. Water regime of some representatives of the genus <i>Iris</i> L. during introduction in the Southern Urals.....	82
Polyakova N.V. Features of introduced species of lilac (<i>Syringa</i>) fruiting in the Bashkir Urals	90
Shcherban S. A., Melnic A. V. Size-weight and biochemical characteristics of somatic growth of young Black Sea bivalvia mollusks <i>Anadara kagoshimensis</i> and <i>Flexopecten glaber ponticus</i>	97
Volodchenko A. N. Protected insects of “Voroninsky” State Nature Reserve (Tambov region, Russia)	105
Simonov P. S. Orb-weaver spiders (Aranei: Araneidae) of the Askold island (Primorie, the Peter the Great Gulf).....	114
Spiridonov S. N., Grishutkin G. F., Zakhvatov A. A., Gubin S. V. Dynamics of population and new nest adaptations of Eurasian Oystercatcher <i>Haematopus ostralegus</i> in the middle flow of Moksha river (Central Russia).....	122
Zagumenov M. N. Steppe marmot (<i>Marmota bobak</i>) in Agryzsky district, Tatarstan.....	128