

Научный журнал

3KO

CICTEMЫ

Флора и фауна

Биоценология

Биология и экология ■ видов

Охрана природы



15 (45) 2018

<u>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ</u> <u>РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</u>

<u>КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ</u> <u>ИМЕНИ В. И. ВЕРНАДСКОГО</u>

ЭКОСИСТЕМЫ

выпуск 15 (45) • 2018

ISSN 2414-4738

Свидетельство о регистрации СМИ – ПИ № ФС77-61820 от 18 мая 2015 г. Выдано Федеральной службой по надзору 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 N 3 от 03 октября 2018 г.

В журнале публикуются материалы исследований по изучению флоры, фауны, фито- и зооценозов, экологии и биологии видов, охране растительного и животного мира.

Редакционный совет журнала

Главный редактор

Иванов С. П., д. б. н., профессор Заместитель главного редактора

Котов С. Ф., к. б. н., доцент

Технический редактор

Сволынский А. Д., к. б. н.

Ответственный секретарь

Петришина Н. Н., к. б. н.

Члены редакционного совета

Багрикова Н. А., д. б. н. Бескаравайный М. М., к. б. н. Болтачев А. Р., к. б. н. Будашкин Ю. И., к. б. н. Воронин Л. В., д. б. н., доц. Гулин С. Б., д. б. н., профессор Довгаль И. В., д. б. н., профессор Егоров В. Н., д. б. н., профессор Ена А. В., д. б. н., профессор

Ермаков Н. Б., д. б. н.

295051, г. Симферополь, бул. Ленина, 5/7

Захаренко Г. С., д. б. н., профессор Ивашов А. В., д. б. н., профессор Коба В. П., д. б. н., профессор Корженевский В. В., д. б. н., профессор Мацюра А. В., д. б. н., профессор Назаров В. В. к. б. н. Плугатарь Ю. В., д. б. н., профессор, Фатерыга А. В., к. б. н., с. н. с. Чуян Е. Н., д. б. н., профессор

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: А. Д. Сволынский

На обложке: Роющая оса $Podalonia\ tydei$ (Le Guillou, 1841) с жертвой – гусеницей пяденицы. Фото Γ . А. Прокопова.

Подписано в печать 03.10.2018. Формат 60х84/8. Усл. п. л. 20. Печать цифровая. Тираж 50 экз. Бесплатно. Заказ № НП/210. Дата выхода в свет 21.12.2018. Отпечатано в управлении редакционно-издательской деятельности Φ ГАОУ ВО «К Φ У имени В. И. Вернадского»

Научный журнал ЭКОСИСТЕМЫ Свободный доступ

УДК 581.93:502.72(477.75)

Сравнительная характеристика структуры и продуктивности фитоценозов восточных и центральных степей Крыма с учетом пирогенного фактора

Кобечинская В. Г., Андреева О. А.

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского Симферополь, Республика Крым, Россия valecohome@mail.ru, andreeva-oksana.94.3@mail.ru

Выполнен сравнительный анализ пространственной структуры степных фитоценозов восточного и центрального районов Крыма с оценкой продукционного процесса. Установлено, что определяющими факторами в сложении этих сообществ и продукционного-деструкционного процесса являются как абиотические факторы (температурный и водный режим, почвенные характеристики), так и антропогенное воздействие (пожары, оказывающие дестабилизирующее влияние на их устойчивость). Раскрыты механизмы адаптации видов и перестройки в структуре и продуктивности этих степей. Пирогенный фактор стирает индивидуальность степных сообществ, ведет к обеднению по флористическому составу коренной растительности, территорию заселяют виды с широким экологическим спектром. Пожары способствуют отбору по возрастному спектру ценопопуляций многих видов, они становятся более однородными, в составе преобладают ювенильные и вергинильные особи, на фоне активизации ксерофитных условий обитания усиливается пространственная комплексность сообществ. Это приводит к смене ассоциаций, усиливает дигрессию фитоценозов и упрощает их структуру, что способствует постепенной утрате автохтонности целинных степей с учетом их зональной приуроченности.

Ключевые слова: степи, структура, продуктивность, целинные фитоценозы, пожары, восточный и центральный Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Флористическое разнообразие и уникальность растительности природных комплексов Восточного Крыма издавна привлекала исследователей (Вульф ,1929; Шифферс-Рафалович, 1929; Сарандинаки, 1930, 1931). Более детально и подробно анализу структуры растительности, ее происхождению и топологической дифференциации, генезису и перспективам рационального использования также посвящено достаточно много работ (Котова, 1961; Голубев, Сова, 1990; Новосад, 1992; Миронова, Шатко, 2009; Корженевский, Рыфф, 2006 и др.). Была разработана локальная экосеть Восточного Крыма с подробным описанием ее компонентов — природных ядер и экологических коридоров — путем объединения объектов заповедного фонда и территорий с хорошо сохранившимися в естественном состоянии биоценозами в единую экологическую систему (Рудык, Прокопов, 2013). Но наряду с достаточно большим числом разнообразных обобщающих исследований работы по структуре и продуктивности с конкретными данными для восточнокрымских степей как в заповедниках, так и в заказниках единичны (Кобечинская и др., 2003, 2013; Кобечинская, Отурина, Литвинова, 2013; Кобечинская, Отурина, Замотаева, 2014).

Исследований, посвященных флоре и растительности целинных степей равнинного Крыма с учетом их хозяйственного использования, также достаточно много (Дзенс-Литовская, 1950, 1970; Николаев и др., 2010; Николаев, Мельников, 2011 и др.). Детальное разногодичное изучение последствий воздействия огня на степные фитоценозы равнинного Крыма с выявлением адаптационных перестроек их структуры выполнено только авторами и носит оригинальный характер (Кобечинская, Андреева, 2016).

Полностью отсутствуют работы, посвященные установлению различий по структуре и продукционному процессу в сравнительном аспекте между восточными и центральными степями Крыма с учетом пирогенного фактора.

Поэтому целью нашей работы было провести сравнительный анализ по выявлению адаптационных характеристик данных фитоценозов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования степей Восточного Крыма выполнялись на базе регионального ландшафтного парка местного значения «Воздухоплавательный комплекс Узун-Сырт» площадью 840 га (охранная зона общей площадью 34 га), который был учрежден решением Верховного Совета АРК в 2010 году. Хребет Узун-Сырт, или гора Клементьева, является естественной границей между степным и горным Крымом. Он расположен в 5 км к юговостоку от пгт Коктебель и протянулся в виде рельефной дуги длиной 5,5 км с высотой до 264 м н. у. м. Южный склон горы крутой, расчленен балками, а северный – более пологий с перепадом высот 50-80 м. По данным Л. П. Мироновой, В. Г. Шатко (2009), флора высших сосудистых растений района горы Клементьева насчитывает 708 видов из 316 родов и 65 семейств. Ведущими семействами являются Asteraceae (94 вида – 13,4 %), Роасеае (78 видов - 11,0 %) и Fabaceae (76-10,7 %). Для такой сравнительно небольшой территории уровень эндемизма очень высок (51 вид), 64 вида относятся к различным категориям охраняемых растений. Территория характеризуется широким спектром естественных растительных сообществ, поэтому она в основном репрезентативна для своего биогеографического региона (Миронова и др., 2013). Здесь были заложены 2 пробные площади: контрольный участок и степь, подвергшаяся воздействию огня.

Вторым объектом для анализа был целинный степной массив в равнинной части Крыма вблизи пгт Гвардейского Симферопольского района. Он расположен вблизи военного аэродрома, что обеспечило ему сохранность на протяжении довоенного и послевоенного времени. На учетных площадях выявлено 115 видов (Кобечинская, Андреева, 2016). Здесь также для исследований были взяты два участка: контроль и горельник, что позволило проследить как динамику сукцессионных процессов под влиянием огня, так и те перестройки в структуре и продуктивности сообществ, которые проявляются при воздействии этого фактора с учетом воздействия разнообразных абиотических факторов.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полный флористический состав изучался на пробных площадях. Номенклатура таксонов приведена согласно (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999) с дополнениями (Ена, 2012).

Исследовали структуру горизонтального и вертикального сложения фитоценозов: оценивали общее проективное покрытие, видовую насыщенность на учетных площадках 0,1, 0,25 и 1 м² в 50-ти и 20-кратной повторности, мозаичность, высоту травостоя и другие показатели с использованием стандартных геоботанических методик (Злобин, 1989; Миркин и др., 2002). Запасы надземной органической массы (живой и мертвой) наиболее полно отражают величину продуцируемого органического вещества растительностью, отражая ее адаптационный потенциал. Разногодичную динамику продукционного процесса проводили в сравнительном аспекте на этих степных участках укосным методом с последующим высушиванием проб в лаборатории и камеральной обработки полевого материала. При этом выделялись в каждой пробе хозяйственно-ботанические группы: злаки, осоки, бобовые, мхи, лишайники, разнотравье и вычленяли отдельно подстилку и ветошь (Титлянова, 1978). Все полученные результаты обрабатывались методами вариационной статистики. Ошибка средней величины для данных надземной массы составила ±7–10 % (Лакин,1978).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведем сравнительный анализ с выявлением сходства и различий растительности на примере пробных площадей фитоценозов восточных и центральных равнинных степей Крыма (средние данные за 2 года). В центральной степи на исследуемых участках

преобладают черноземы, а в восточных подстилающими породами служат меловые мергели, глины и известняки. Поэтому состав ассоциаций и флористический спектр видов существенно отличаются у сравниваемых объектов (табл. 1).

Tаблица l Сравнительная характеристика структуры пробных площадей фитоценозов восточных и центральных равнинных степей Крыма (средние данные за 2 года)

Параметры	Восточные степи (г. Узун-Сырт)		Центральные степи (окрестности пгт Гвардейского)		
	Контроль (1)*	Горельник (2)	Контроль (3)	Горельник (4)	
Высота травостоя (см)	35–37	20–25	50–56	45–48	
Общее проективное покрытие (%)	80–90 %	50–70 %	90–95 %	75–80 %	
Видовая насыщенность					
0,1 м ² в 50-кратной повторности	8,28±0,8	5,45±0,05	6,08±0,6	6,48±0,7	
0,25 м ² в 20-кратной повторности	13,2±1,3	8,9±0,8	10,6±0,9	8,9±0,6	
1 м ² в 20-кратной повторности	18,25±1,7	11,25±0,9	11,7±0,92	14,0±1,3	
Число элементов мозаики	7	10	0	8	
Флористический состав (кол-во видов/100м²)	63	53	58	71	
Наименование ассоциаций	Асфаделиново- дубровниково- ковыльная	Шалфейно- дубровниково- наголоватковая	Бородавчево- типчаково- васильковая	Житняково- злаково- шалфейная	

^{*} В скобках указан номер участка.

На контроле (уч. № 1) восточной степи высота травостоя составляет 35–37 см, что значительно ниже, чем на уч. № 3 центральной равнинной части Крыма (50–60 см). Это обусловлено в первую очередь большим дефицитом влагообеспеченности и устойчивыми ветровыми потоками в горной местности, активизирующими иссушение почвенного горизонта рассматриваемого региона. Показатели общего проективного покрытия практически схожи (90–95 %). Отмеченная тенденция по снижению общего проективного покрытия коррелирует с высотой травостоя. Определяющими факторами горизонтальный и вертикальной структуры на горельниках (участки № 2 и № 4) выступают не климатические и иные абиотические факторы, а интенсивность пожара (беглый или устойчивый), а ткже последствия повреждения надземной и подземной корневой систем у растений, формирующих эти сообщества, частота повторяемости этого фактора в разные сезоны развития травостоя и количество золы, которая накапливается после огневого воздействия, замедляя процессы почвообразования.

Анализ видовой насыщенности по двум контрольным участкам выявил, что на учетных площадках разного размера (0,1, 0,25 и 1 м²) в восточнокрымских степях видовая насыщенность выше на 35–56 %, что свидетельствует с одной стороны о более высоком флористическом разнообразии этих сообществ с учетом влияния абиотических факторов (63 вида цветковых растений), в первую очередь разнообразия рельефа и почвенного покрова, создающего множество микроценозов на сравнительно небольшой территории, а с другой стороны – о влиянииклиматических факторов, что формирует более ксерические условия обитания и создает больший спектр экологических ниш.

На площадях, пройденных пожарами, эти факторы частично нивелируются. В результате на учетных площадках 0.25 м^2 по видовой насыщенности различий вообще нет, а

на остальных размерностях сходство возрастает, причем оно выше в центральнокрымских степях на 11,2-19 %. Видовая насыщенность здесь достаточно высокая за счет обилия однолетних и сорных видов, легко проникающих в разрушенные пожарами фитоценозы. Здесь выявлено и большее флористическое разнообразие (уч. № 4 – 71 вид) по сравнению с восточными степями (53 вида) преимущественно за счет сегетальных и рудеральных видов из прилегающих сельхозугодий.

Это свидетельствует, что пирогенный фактор стирает индивидуальность степных сообществ, ведет к обеднению флористического состава коренной растительности, территорию заселяют виды с широким экологическим спектром, что способствует постепенной утрате автохтонности целинных степей с учетом их зональной приуроченности.

Отмеченная тенденция подтверждается и горизонтальной структурой, так как если число элементов мозаики на контрольном участке восточных степных массивов составляет 7 (значительная неоднородность микрорельефа), то в центральной степи она почти не выражена.

Напротив, воздействие огня приводит к существенным изменениям в пространственной структуре фитоценозов. На обоих участках горельников выявлено по 10 и 8 элементов мозаики. Этот высокий показатель обусловлен тем, что пожар, уничтожая часть видов, создает благоприятные условия для внедрения новых семян в освободившиеся экологические ниши, что и способствует росту видового разнообразия как по жизненным формам, так и по адаптации видов к данному фактору. Создаются благоприятные условия для омоложения ценопопуляций ковылей и злаков, в составе их преобладают ювенильные и вергинильные виды на фоне активизации ксерофитных условий обитания, усиливается пространственная комплексность в сложении растительного покрова (табл. 1).

Флора заказника относится к средиземноморскому типу (Миронова, 2009). Наиболее крупную группу во флоре пробных площадей формируют виды переходного европейско-средиземноморского и переходного средиземноморско-евроазиатского степного ареалов. Самое большое их количество произрастает на участке № 1. Напротив, на гари (пробная площадь № 2) нарушенные экотопы заселены в значительной мере видами с ареалом голарктического типа, который представлен голарктической, палеарктической, западно-палеарктической и европейской группами.

В центральных степях на контроле (уч. № 3) преобладают виды европейско-средиземноморско-переднеазиатского и европейско-средиземноморского ареалов, отражающие специфику этих фитоценозов. На горельнике главенствуют виды западно-палеарктической группы. Следовательно, анализ ареологического спектра также подтверждает, что пожары приводят как к упрощению структуры растительности, так и к формированию сходных фитоценозов пирогенного типа с флористическим составом широкого спектра, преимущественно западно-палеарктического, что стирает индивидуальность происхождения этих степей.

Спектр доминантов, формирующих соответствующие степные ассоциации в восточном и центральном регионах Крыма, отличается по составу. На контроле (уч. № 1) сформировалась ассоциация асфаделиново-дубровниково-ковыльная (ass. Stipa capillata – Teucrium chamaedris + [Peonia tenuifolia] + Asphadelina taurica) (табл. 1). На горельнике г. Узун-Сырт ведущими являются полукустарнички, быстро восстанавливающие свои позиции за счет почек возобновления. Здесь выражена асс. шалфейно-дубровниковонаголоватковая (ass. Jurinea stoechadifolia – Teucrium chamaedris + Salvia nutans). В равнинной части полуострова ведущими в составе растительности являются злаки. На контроле сформировалась асс. бородачево-типчаково-васильковая (ass. Centaurea orientalis – Festuca rupicola – Bothriochloa ischaemum), а на горельнике – асс. житняково-злаковошалфейная (Salvia nemorosa – Festuca sulcata – Agropyron ponticum).

Самыми многочисленными семействами в восточнокрымских степях на пробных площадях являются: Asteraceae (17 %), Fabaceae (13 %) и Lamiaceae (12 %), 13 семейств представлены одним видом. На горельнике, соответственно, это семейства Роасеае, Asteraceae и Lamiaceae (образующие в сумме 41 %). В центральнокрымской степи ведущими

семействами являются: Lamiaceae, Fabaceae, Poaceae и Asteraceae (в сумме 49 % от общего количества). На горельнике спектр ведущих семейств снижается: Lamiaceae, Asteraceae и Poaceae (всего 45 %). В итоге и по главенству семейств видов, формирующих пирофитные сообщества, также прослеживается большое сходство между степями из разных регионов Крыма с максимальным выпадением из травостоя видов из семейства Fabaceae, слабо адаптированных к воздействию огня.

Первичная продукция экосистем является ее важнейшей характеристикой, оценкой свободной энергии, которая обеспечивает протекание биологического круговорота. Знание этой величины необходимо как для понимания функционирования фитоценозов, так и для оценки их продукционного потенциала. Величина первичной продуктивности изученных травяных сообществ варьирует очень значительно по сезонам, поэтому в наших исследованиях были взяты показатели продуктивности в период максимального развития травостоя (конец мая — начало июня) на всех 4 участках. По среднемноголетним климатическим показателям в восточном регионе средние показатели июня в этот период составляют 23,8 °C, а в центральном несколько выше — 26,1 °C, что, безусловно, сказывается на динамике создаваемой растениями фитомассы. В окрестностях г. Узун-Сырт среднегодовое количество осадков очень низкое — 270–300 мм со снижением в отдельные годы до 210–230 мм, причем основная масса их выпадает в осенне-зимний период. В равнинной части полуострова в окрестностях птт Гвардейского выпадает больше осадков, здесь эти показатели колеблются от 350 до 500 мм, причем на вегетационный период приходится до 44 % объема влаги.

Чтобы не перегружать статью и выявить наиболее значимые тенденции в этих показателях, мы приводим средние данные по продуктивности за 2 года, полученные на исследуемых территориях (табл. 2).

Таблица 2 Продуктивность пробных площадей в период максимального развития травостоя (средние показатели за 2 года) (ц/га) для восточных и центральных степей Крыма

№ участка	Восточные степи		Центральные степи	
Биогруппа	1 – контроль	2 – горельник	3 – контроль	4 – горельник
Злаковые	1,87±0,19	1,24±0,11	$9,6\pm 0,9$	6,6±0,7
Осоковые	$0,31\pm0,03$	$0,2\pm0,01$	нет	нет
Бобовые	$0,22\pm0,07$	$0,15\pm0,01$	4,0±0,72	1,2±0,1
Разнотравье	$9,2\pm0,83$	6,98±0,92	3,6±0,33	11,2±1,2
Фитомасса	11,6±1,3	8,47±0,97	17,2±1,55	19,0±1,74
Опад	5,9±0,27	5,34±0,52	14,2±1,34	7,6±0,69
Подстилка	28,43±2,56	3,89±0,41	14,6±1,51	5,6±0,51
Общая растительная масса	46,03±4,15	17,7±1,6	46,0±4,14	32,2±2,30

Они позволяют выявить особенности продукционно-деструкционных процессов в степных фитоценозах с различными режимами существования: ненарушенных и подвергшихся воздействию огня.

Структура и запасы растительного вещества отражают как различия фитоценозов, так и связи с изменением пространственного размещения на ландшафтном профиле, являясь важнейшими характеристиками растительного покрова. Большие запасы фитомассы указывают на высокую интенсивность продукционного процесса, накопление мортмассы — на низкую скорость деструкции (Кобечинская, 2014). Анализ продукционно-деструкционного процесса на участках выявил, что на контрольных участках сравниваемых регионов средние показатели продуктивности почти одинаковы (46 ц/га). Хотя следует привести и разногодичные данные, которые отражают колебания их по годам. В восточностепных фитоценозах они колеблются от 42,88 до 49,18 ц/га. В центральном регионе эти различия еще более значительны — 34,4—57,6 ц/га, что обусловлено, в первую

очередь, распределением осадков (обильные дожди весной в 2016 года, превысившие среднемноголетние показатели почти на 76 %).

Представляет интерес выявление различий в соотношении хозяйственно-ботанических групп по изученным территориям. В восточнокрымских степях в составе фитомассы ведущей биогруппой является разнотравье (9,2±0,83 ц/га), причем она сохраняет свои позиции и на горельнике, несколько снижаясь по весовым показателям (6,98±0,92 ц/га).

В убывающем порядке располагаются биогруппы злаковых и бобовых при минимальной численности группы осок. Напротив, в центральной равнинной степи главенствуют на контроле злаки (участок № 3) – 9,6± 0,9 ц/га, но на горельнике на первое место выходит биогруппа разнотравья – 11,2±1,2 ц/га, что вполне объяснимо. Пожар обнажает почву, повышает количество зольных элементов, создавая благоприятные условия внедрения растений, особенно однолетников. В первую очередь погибают гемикриптофиты, почки возобновления которых находятся на поверхности почвы и слабо защищены от огня. Более устойчивы длиннокорневищные и дерновинные злаки, они дольше сохраняют способность к возобновлению. По данным А. М. Семеновой-Тян-Шанской (1977), после пожаров отмирает до 40 % дерновин типчака и 20 % ковыля, так как их почки возобновления находятся вблизи поверхности почвы, но эти виды достаточно активно через год восстанавливают свои позиции. На территории, пройденной огнем, при уничтожении многолетней подстилки увеличивается испарение с поверхности, сдувается снежный покров, меняется влажность верхних горизонтов почвы, увеличивается ее нагрев, то есть создаются более ксерофитные условия для развития растительного покрова, поэтому идет отбор видов, которые смогут приспособиться к более жестким условиям существования (Кобечинская и др., 2003, 2014). Восстановление травостоя на выгоревших участках идет сравнительно медленно, только через 3-5 лет продуктивность восстанавливается, если не повторятся пожары. Поэтому пирогенный фактор приводит к смене ассоциаций, усиливает дигрессию фитоценозов и упрощает их структуру.

Следует отметить также низкие показатели биогруппы бобовых $(0,22\ \text{ц/га})$ в составе фитомассы восточной степи и более значимые — в центральной равнинной степи $(4,0\pm0,72\ \text{ц/га})$, хотя после воздействия огня эти показатели падают в 3,3 раза.

Также выявляется интересная закономерность, проявляющаяся в том, что если фитомасса на контроле (участок № 1) г. Узун-Сырт достигает $11,6\pm1,3$ ц/га и закономерно снижается на горельнике до $8,47\pm0,97$ ц/га, то на равнинной степи прослеживается обратная зависимость. После воздействия огня (уч. № 4) за счет оттавности корнеотпрысковых растений и активного размножения однолетних видов продуцируется фитомассы больше ($19,0\pm1,74$ ц/га), чем на ненарушенном участке ($17,2\pm1,55$) ц/га. Запасы подстилки достаточно значительны на контрольном участке восточнокрымской степи, достигают 61,8% от общей величины продуктивности этого фитоценоза (рис. 1).

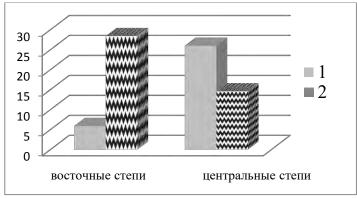


Рис. 1. Показатели опада и подстилки на контрольных участках центральных и восточных степей Крыма

1 – опад (ветошь); 2 – подстилка.

На участках с пирогенным фактором — не слишком большие различия между соотношением опада и подстилки (рис. 2).

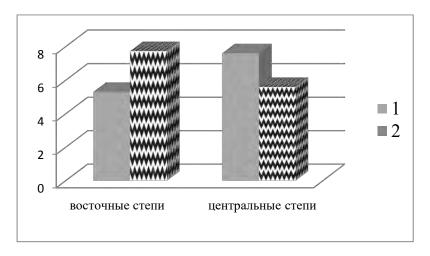


Рис. 2. Показатели опада и подстилки на горельниках в центральных и восточных степях Крыма

1 – опад (ветошь); 2 – подстилка.

Специфика климата Юго-Восточного Крыма — длительные весенне-летние засухи с минимальным увлажнением в течение вегетационного периода. По многолетним метеорологическим наблюдениям, в этот период выпадает всего 10–15 % общего годового количества осадков в районе исследований. Поэтому деструкция многолетней мертвой массы растягивается на несколько лет. Именно это обусловливает высокие показатели подстилки в общем объеме продукции начиная с весны и длительность ее минерализации по сезонам года. Поздней осенью и зимой разложение мертвой растительной массы продолжается, хотя и медленнее, чем в осенний период. В результате ее запасы от осени к весне постепенно сокращаются, особенно интенсивно минерализация идет в октябре — ноябре с учетом температурного режима и обилия осадков в зимний период.

В центральной равнинной степи эти показатели в два раза ниже (14,6±1,51 п/га). Это обусловлено, прежде всего, благоприятным температурным и водным режимом, обеспечивающим более интенсивное разрушение отмершей массы и способствующим почвообразованию в течение всего года, хотя летние засухи замедляют эти процессы, но в осенний период и большую часть зимнего при частых положительных температурах они резко активизируется. На горельнике вклад отмершей массы в общую продуктивность очень низок (17,4 %), так как она в первую очередь уничтожается огнем. Величина годовой продукции в целом зависит от режима увлажнения первой половины вегетационного периода.

Пожары ведут отбор и по возрастному спектру ценопопуляций многих видов, они становятся более однородными, в составе преобладают ювенильные и вергинильные виды.

В восточнокрымской степи на контроле соотношение мортмассы к фитомассе достигает 3:1, так как идет процесс накопления многолетней подстилки и ее деструкция растягивается на 1-1.5 г. В равнинной степи из-за особенности климатических факторов эти соотношения значительно ниже -1.6:1, что свидетельствует об ускорении процессов разложения подстилки, которая разрушается здесь более интенсивно (за 9-11 месяцев). На горельниках эти соотношения составляют 1.1:1 и 0.7:1 соответственно, что выявляет более интенсивный процесс разложения мортмассы на незащищенной почве и свидетельствует о более высокой интенсивности кругооборота веществ.

В степных сообществах практически преобладает однолетний цикл минерализации опада. За счет высокой скорости нарастания биомассы, ее отмирания и накопления происходит активная динамика в трансформации энергии, обеспечивающая эффективность функционирования этих сообществ, хорошо адаптированных к существующим природным условиям и сохраняющих свою специфику и автохтонность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целинные степи Восточного Крыма имеют четко выраженные отличия от центральных равнинных степей как по горизонтальной и вертикальной структуре, так и в динамике продукционного процесса. Определяющими абиотическими факторами являются климатические, орографические и почвенные, вносящие свой вклад как по флористическому спектру этих сообществ, так и в их сложение и динамические разногодичные характеристики.

Пирогенный фактор стирает индивидуальность степных сообществ, ведет к обеднению по флористическому составу коренной растительности, территорию заселяют виды с широким экологическим спектром, что способствует постепенной утрате автохтонности целинных степей с учетом их зональной приуроченности.

Список литературы

Вульф Е. В. Керченский полуостров и его растительность в связи с вопросом о происхождении флоры Крыма // Записки Крымского общества естествоиспытателей. – 1929. – № 11. – С. 15–110.

Голубев В. Н., Сова Т. В. Эколого-биологические особенности петрофитной степи Керченского полуострова, ее типология и ботанико-географические связи // Труды Никитского ботанического сада. Биоморфоструктура и классификация растительности Крыма. – 1990. – Т. 110. – С. 26–35.

Дзенс-Литовская Н. Н. Растительность степного Крыма // Ученые записки Ленинградского университета. Серия географических наук. -1950. - Вып. 7, № 125. - С. 45–63.

Дзенс-Литовская Н. Н. Почвы и растительность Степного Крыма. – Л.: Наука, 1970. – 157 с.

Ена А. В. Природная флора Крымского полуострова. – Симферополь: Н. Орианда, 2012. – 232 с.

Злобин Ю. А Принципы и методы изучения ценотических популяций растений. – Казань: Изд. Казанского гос. ун-та, 1989. – 143 с.

Кобечинская В. Г., Отурина И. П., Апостолов В. Л., Пышкин В. Б. Экотопические особенности изменения растительного покрова Опукского природного заповедника // Фальцфейнівські читання. — Херсон: ХДУ, 2003. — С. 149–152.

Кобечинская В. Г., Отурина И. П., Литвинова М. П. Особенности биоморфологической структуры степных фитоценозов Опукского природного заповедника // Современная фитоморфология, 2013. – Т. 6. – С. 175–179.

Кобечинская В. Г., Отурина И. П., Замотаева К. А. Особенности строения и продуктивность степной растительности регионального ландшафтного парка Узун-Сырт (гора Клементьева) // Сборник тезисов докладов III Международной научно-практитческой конференции «Биоразнообразие и устойчивое развитие». — Симферополь, 2014. — С. 135–137.

Кобечинская В. Г., Андреева О. А. Изменение биоморфологической структуры фитоценозов степного Крыма под действием пирогенного фактора // Всероссийская конференция молодых ученых «Техносфера XXI века». – Севастополь, 2016. – С. 40–41.

Корженевский В. В., Рыфф Л. Э. Анализ флоры высших сосудистых растений Опукского природного заповедника // Труды Никитского ботанического сада. Биоразнообразие природных заповедников Керченского полуострова. – Ялта, 2006. – Т. 126. – С. 51–73.

Котова И. Н. Флора и растительность Керченского полуострова // Труды Никитского ботанического сада. – Ялта, 1961. – Т. 35. – С. 64–168.

Лакин Г. Ф. Биометрия – М.: Высшая школа, 1978. – 343 с.

Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И. Современная наука о растительности. – М.: Логос, 2002. – C. 114–144.

Миронова Л. П., Шатко В. Г. Флора и растительность хребта Узун-Сырт и Баракольской котловины в Восточном Крыму // Заповедники Крыма. Теория, практика и перспективы заповедного дела в Черноморском регионе. Материалы V Международной научно-практической конференции (Симферополь, 22–23 октября 2009 г.). – Симферополь, 2009. – С. 199–205.

Миронова Л. П., Епихин Д. В., Вахрушева Л. П., Каменских Л. П., Шатко В. Г. Характеристика ключевых территорий локальной экосети Восточного Крыма по флористическим данным. – Природа Восточного Крыма. Оценка биоразнообразия и разработка проекта локальной экологической сети / [отв. ред. С. П. Иванов]. – К., 2013. – С. 73–101.

[Мосякин, Федорчук] Mosyakin S. L., Fedoronchuk, M. M. Vascular Plants of Ukraine: a nomenclatural checklist. – K.: Kholodny Institute of Botany, 1999. – 345 p.

Николаев Е. В., Ена А. В., Мельников М. М. Естественные пастбища Крыма – Симферополь, 2010. – 140 с.

Николаев Е. В., Мельников М. М. Агробиологические основы повышения продуктивности и рационального использования естественных пастбищ Крыма. – Симферополь, 2011. – 158 с.

Новосад В. В. Флора Керченско-Таманского региона (структурно-сравнительный анализ, экофлоротопологическая дифференциация, генезис, перспективы рационального использования и охраны). – К.: Наукова думка, 1992. – 277 с.

Сарандинаки В. Н. К флоре восточного Крыма. Систематический список дикорастущих растений Карадага и прилегающих районов // Труды Карадагской биологической станции. — 1930. — Вып. 3. — С. 13—38.

Сарандинаки В. Н. К флоре восточного Крыма. Систематический список дикорастущих растений Карадага и прилегающих районов // Труды Карадагской биологической станции. — 1931. — Вып. 4. — С. 145—227.

Семенова-Тян-Шанская А. Н. Накопление и роль подстилки в травяных сообществах. – Л.: Наука, 1977. – 191 с.

Титлянова А. А. Изучение биологического круговорота в биогеоценозах. Методическое руководство. – Новосибирск: Наука, 1971. – 136 с.

Рудык А. Н., Прокопов Г. А. Структурные элементы региональной и локальной экологической сети восточного Крыма. – Природа Восточного Крыма. Оценка биоразнообразия и разработка проекта локальной экологической сети / [отв. ред. С. П. Иванов]. – К., 2013. – С. 86–99.

Шифферс-Рафалович Е. В. Растительность Керченского полуострова // Крым. – 1929. – № 1. – С. 41–53.

Kobechinskaya V. G., Andreeva O. A. Comparative characteristics of the structure and productivity of phytocoenoses in the eastern and central steppes of the Crimea, taking into account the pyrogenic factor # Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 3–11.

The article gives comparative analysis of spatial structure of steppe phytocoenoses in the eastern and central regions of the Crimea with evaluation of production process. The research finds out that these communities are composed due to abiotic factors - soil characteristics, temperature and water regime as well as anthropogenic factors - forest fires destabilizing their stability. The authors reveal mechanisms of species adaptation and changes in the structure and productivity of these steppe areas. The pyrogenic factor diminishes steppe communities individuality and leads to reduction of floristic composition of the indigenous vegetation therefore the territory is inhabited by species with a broad ecological spectrum. Fires contribute to the selection of cenopopulations of many species according to the age spectrum. Consequently, they become more homogeneous with dominance of juvenile and virginial individuals. Intensification of living conditions increases the spatial complexity of plant communities.

Key words: steppes, structure, productivity, virgin phytocenoses, fires, eastern and central Crimea.

Поступила в редакцию 15.02.18

УДК 574.032(477.75)

Особенности распространения и современное состояние сосны Сабина (*Pinus sabiniana* Douglas) на Южном берегу Крыма

Сахно Т. М.

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН Ялта, Республика Крым, Россия sahno tanya@mail.ru

Приводятся данные о распространении и текущем состоянии североамериканского вида — сосны Сабина (Pinus sabiniana Douglas.) на Южном берегу Крыма. Территориально вид встречается от Фороса до Алушты на высоте до 370 м н. у. м. Установлено, что в регионе проведения исследований растения *P. sabiniana* подвергаются кратковременному воздействию более низких температур по сравнению с естественным ареалом. С использованием общепринятых методик определены дендрометрические параметры и жизненное состояние обследованных деревьев. Результаты исследований показали, что в условиях интродукции вид достигает генетически обусловленных параметров высоты и диаметра ствола, свойственных естественному ареалу. Распределение деревьев по показателю относительной высоты подтверждает высокую конкурентную способность *P. sabiniana* в парковых сообществах ЮБК. Проведенная оценка особенностей репродукции и жизненного состояния свидетельствует о достаточно большой доли особей, находящихся на синильной стадии онтогенеза. Среди основных признаков угнетения отмечено: усыхание ветвей, изреживание крон и повреждения стволов.

Ключевые слова: Pinus sabiniana Douglas, интродукция, дендрометрия, репродукция, жизненное состояние, Южный берег Крыма.

ВВЕДЕНИЕ

Интродукционные исследования служат важнейшим инструментом обогащения культурной флоры регионов новыми полезными растениями, обладающими рядом хозяйственно ценных признаков. Более 200 лет одним из направлений деятельности ботанического сада является расширение ассортимента кустарниковых растений и изучение их биоэкологических особенностей (Плугатарь, 2016). Достаточно длительный промежуток времени проведения наблюдений позволяет оценить с точки зрения филогенеза стратегию поведения интродуцированных видов в процессе их развития. Степень соответствия условий района интродукции биоэкологическим особенностям вида проявляется в специфике его роста и развития, сложившихся под воздействием новой среды произрастания (Лапин, Сиднева, 1968). Успешность культивирования интродуцентов в большей степени зависит от уровня их пластичности и толерантности, свойственных виду на генетическом уровне. К наиболее важным параметрам при оценке интродукционного потенциала древесно-кустарниковых растений относят их биометрические показатели, а также сохранение способности к воспроизводству особей своего вида (Малеев, 1928/29; Некрасов, 1973). Эти критерии отражают уровень жизнеспособности интродуцентов и позволяют спрогнозировать их дальнейшее развитие за пределами естественного ареала. Известно, что широкое распространение представителей рода Pinus L. в разных климатических зонах и экологических условиях обусловлено высокими адаптивными способностями, которые сопровождаются изменчивостью морфологических признаков (Правдин, 1964; Коба, 1991; Орлова, 2000; Коба, 2009). В связи с этим определенный интерес представляет сравнение некоторых особенностей растений в условиях интродукции и в естественном ареале.

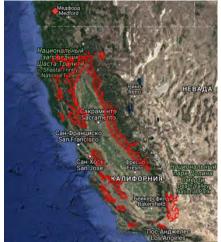
Цель работы — изучить особенности территориального распределения и современное состояние сосны Сабина (*Pinus sabiniana* Douglas) на Южном берегу Крыма (ЮБК).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Путем маршрутного обследования были выявлены основные места произрастания деревьев североамериканского вида *P. sabiniana* на ЮБК с фиксацией GPS координат. Дендрометрические показатели определяли по общепринятым методикам: высоту деревьев и их диаметр измерялись с помощью дендрометра Criterion RD 1000. Оценку особенностей репродукции проводили глазомерно по шестибальной шкале В. Г. Каппера (Исиков и др., 2014). Жизненное состояние деревьев было определено согласно существующей методике инвентаризации городских зеленых насаждений (Методика..., 1997). Фиксация GPS-координат осуществлялась с помощью навигатора Garmin Oregon 650. Картографирование выявленных экземпляров проведено с использованием компьютерной программы Google Earth.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

P. sabiniana — эндемичный вид флоры Северной Америки. В природных популяциях достигает высоты 12–21 м и диаметра ствола 60–120 см. Естественный ареал в Калифорнии проходит через Береговые хребты и Сьерра-Неваду, почти до Центральной равнины, занимает сухие предгорья; в Орегоне, местами встречается в Дугласе, округе Джексон и Джозефин. Занимает высотное положение от (30) 300 до 900 (1900) м н. у. м. (Kral, 1993) (рис. 1).



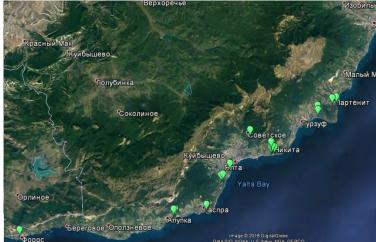


Рис. 1. Естественный ареал Pinus sabiniana

Рис. 2. Распространение Pinus sabiniana в Крыму

Рисуноки выполнены с помощью программы Google Earth.

Среднегодовые температуры, характеризующие территорию естественного распространения *P. sabiniana*, находятся в пределах от 10 до 17 °C, со средними минимумами от 2 до 3 °C в самые холодные месяцы и средними максимумами 31–36 °C в самые теплые месяцы. В отдельные дни среднесуточная температура часто превышает 38 °C. Количество осадков широко варьирует от 250 мм на краю пустыни (Bannister, Neuner, 2001) до 1780 мм в верхних пределах в Сьерра-Невады. Отмечено, что на территориях, где количество осадков в течение одного сезона находится в пределах 80 мм, *P. sabiniana* продолжает поддерживать стабильные популяции (Holechek, 1981). В Никитский ботанический сад *P. sabiniana* была интродуцирована в 1832 году. В условиях Крыма вид произрастает на Южном берегу. Единичные экземпляры встречаются преимущественно в

парковых насаждениях от Фороса до Алушты (рис. 2). По климатическим условиям регион интродукции относится к сухим субтропикам. Для него характерно жаркое сухое лето и относительно теплая зима (Важов, 1977). Средняя годовая температура воздуха в нижнем поясе ЮБК убывает по мере продвижения на восток и колеблется от 14,1 °C до 13,7 °C. Средняя температура зимнего периода – +3,2 °C, летнего – +23,4 °C. Абсолютный минимум, зафиксированный в феврале 1930 года, составил -14,6 °C, максимум – в августе 1998 года – +39 °C. Среднегодовое количество осадков для данного района варьирует от 500 до 780 мм, большая их часть выпадает в осенне-зимний период (Плугатарь и др., 2015).

Общими чертами климата региона интродукции и естественного ареала являются: жаркое, сухое лето, отсутствие летнего тумана, осадки (в основном в виде дождя) и обычно мягкие зимы. Такие условия позволяют *P. sabiniana* переносить летнюю засуху и фотосинтезировать в мягкие периоды зимы и весны, что дает ей сильное конкурентное преимущество перед многими другими видами.

Территориально вид занимает южные, юго-западные и юго-восточные склоны от 15 до 370 м н. у. м. *Р. sabiniana* — относительно устойчивый вид к летней засухе, типичной для субаридного варианта средиземноморского климата ЮБК, однако нуждается в поливе в засушливый период, устойчив к воздушной засухе и требовательный к почвенной влажности (Каталог ..., 1993).

Дендрометрические показатели исследуемых деревьев *P. sabiniana* показали, что в условиях интродукции вид не только достигает генетически обусловленных параметров, свойственных для естественного ареала, но и несколько превышает их по показателю высоты, которая широко варьирует от 4,5 м до 31 м. Диаметр ствола находится в пределах от 7 до 117 см. Аллометрическая зависимость между высотой и диаметром ствола описывается уравнением прямой, коэффициент детерминации (R²) составил 0,64 (рис. 3).

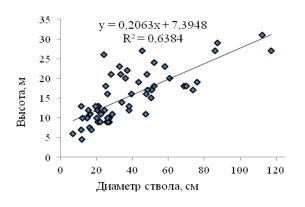


Рис. 3. График высот деревьев *Pinus sabiniana*, произрастающих в Крыму

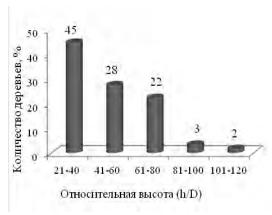


Рис. 4. Распределение деревьев Pinus sabiniana по показателю h/D

Изменение типичного соотношения между диаметром и высотой ствола дерева, как правило, обуславливается не изменением возраста деревьев, а уровнем конкуренции (Третьяков, 1927). Для оценки конкурентных взаимоотношений *P. sabiniana* в парковых сообществах нами применена методика дифференциации деревьев по показателю относительной высоты, которая определяется как соотношение h/D. Этот показатель дает представление о связи древесных растений и насаждений с условиями среды, а также служит критерием для определения степени напряженности их роста в связи с плотностью распределения (Высоцкий, 1962). Такая ценотическая характеристика особенностей роста деревьев в наибольшей степени отражает реализацию жизненного потенциала. Известно, что напряженность роста и степень конкурентных взаимоотношений между древесными растениями становятся неблагоприятны для существования насаждений, когда значение h:D достигает величины более 100. Дифференциация деревьев *P. sabiniana* по относительной

высоте имеет неравномерный характер. Большинство экземпляров (45 %) находится в пределах значения h/D от 21 до 40, 28 % относятся к группе 41–60, 22 % – в пределах 61–80. Несколько повышенным, однако умеренным (81–100) значением характеризуется 3 % исследуемых деревьев. Относительная высота более 100 единиц свойственна лишь 2 % обследованных экземпляров *P. sabiniana*. Угнетенные экземпляры находятся под пологом более высоких и старых деревьев, где они в борьбе за ресурс освещения им уступают.

Плодоношение, как показатель биоэкологического потенциала, относят к наиболее важным критериям успешной интродукции, обеспечивающим способность дальнейшего воспроизводства особей своего вида. У большинства экземпляров (53,5 %) *P. sabiniana* наблюдалось слабое и среднее плодоношение. Доля деревьев, у которых было отмечено очень хорошее и хорошее плодоношение, всего составила 6,9 % и 17,2 % соответственно. Неурожай шишек наблюдался у достаточно большого количества деревьев (19 %), и очень плохой урожай был характерен для 3,4 % экземпляров (рис. 5). Известно, что *P. sabiniana* производит семена с большими урожаями с интервалами 2–3 года в возрасте от 10 до 25 лет (Krugman, Jenkinson 1974; Powers, 1990). Возраст большинства исследуемых нами экземпляров *P. sabiniana* достигает 45 и более лет. Достаточно низкие показатели плодоношения в условиях ЮБК, вероятно, связаны с возрастными особенностями деревьев. Еще одним фактором, снижающим уровень плодоношения, может быть браконьерская заготовка высокодекоративных шишек *P. sabiniana* до момента их созревания.

Большинство исследуемых деревьев (57 %) находятся в хорошем жизненном состоянии (рис. 6), у 34 % отмечены различные признаки угнетения. Неудовлетворительное жизненное состояние нами зафиксировано у 9 % экземпляров, деревья находятся на различных стадиях отмирания. Проявление ухудшения их жизненного состояния сопровождалось увеличением количества сухих ветвей, а также изреживанием кроны.

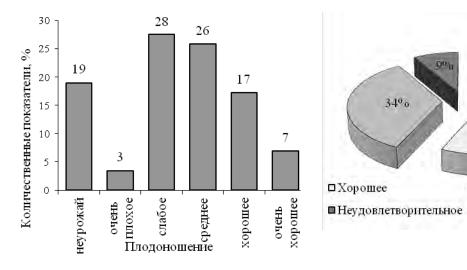


Рис. 5. Оценка плодоношения деревьев *Pinus sabiniana* по шкале В. Г. Каппера

Puc. 6. Распределение деревьев *Pinus sabiniana* по жизненному состоянию

□Удовлетворительное

У погибшего экземпляра *P. sabiniana* было выявлено интенсивное разрастание плодовых тел серно-желтого трутовика (*Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. Зачастую *L. sulphureus* поражает преимущественно ядровую часть ствола, реже — заболонь старых деревьев, вызывая при этом красно-бурую деструктивную стволовую гниль и красно-бурую призматическую ядровую гниль. Возраст погибшего экземпляра — приблизительно 150 лет. У значительной части угнетенных деревьев были зафиксированы смолопотеки от инородных тел в стволе, связаны с обустройством конструкций для заготовки шишек. Большинство деревьев, характеризующихся неудовлетворительным жизненным состоянием,

отличаются большим возрастом, что может свидетельствовать о начале наступления синильной стадии онтогенеза и, соответственно, достижении предельного возраста в условиях интродукции. Большинство таких экземпляров находятся в возрастной группе примерно от 150 до 180 лет. Продолжительность жизни *P. sabiniana* в природном ареале, как полагают зарубежные ученые, более 200 лет (Powers, 1990).

выводы

- 1. В условиях ЮБК *Pinus sabiniana* произрастает на южных, юго-западных и юго-восточных склонах от 15 до 370 м н. у. м., встречается преимущественно в парковых насаждениях от Фороса до Алушты.
- 2. Регион интродукции по температурному и влажностному режиму входит в диапазон климатических условий естественного ареала *P. sabiniana*, однако характеризуется большими понижениями температуры в холодный период года. На ЮБК *P. sabiniana* способна переносить без повреждений кратковременные понижения температуры до -14,6 °C, что несколько выше, чем предел ее холодостойкости в природных популяциях.
- 3. Высоты исследуемых экземпляров P. sabiniana находятся в пределах от 4,5 м до 31 м, диаметр ствола от 7 до 117 см. Выявлена зависимость между высотой и диаметром ствола, коэффициент детерминации ($R^2 = 0.64$). Оценка P. sabiniana по показателю относительной высоты свидетельствует о высокой ее конкурентоспособности в парковых сообществах.
- 4. Оценка особенностей репродукции *P. sabiniana* свидетельствует о малой доли деревьев, характеризующихся высшими критериями, такая тенденция, очевидно, связана с особенностями возрастного распределения экземпляров, в частности с преобладанием великовозрастных особей.
- 5. Более половины обследованных деревьев *P. sabiniana* характеризуется хорошим жизненным состоянием, у 34 % отмечены различные признаки угнетения: усыхание ветвей, изреживание крон и повреждения стволов. У 9 % экземпляров обнаружены признаки отмирания, их жизненное состояние оценено как неудовлетворительное.

Список литературы

Важов В. И. Агроклиматическое районирование Крыма // Труды Никит. ботан. сада. -1977. - T. 70. - C. 92-120.

Высоцкий К. К. Закономерности строения смешанных древостоев. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 176 с.

Исиков В. П., Плугатарь Ю. В., Коба В. П. Методы исследований лесных экосистем Крыма. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2014.-252 с.

Каталог дендрологических коллекций Арборетума Государственного Никитского ботанического сада. – Ялта, 1993. –101 с.

Коба В. П. О проявлении треххвойности у сосны крымской // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 1991. – 1990. – 199

Коба В. П. Оценка таксационных характеристик роста *Pinus pallasiana* D. Don в естественных древостоях // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия. – 2009. – Т. 22 (61), № 3. – С. 63–67.

Лапин П. И., Сиднева С. В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений. В кн.: Опыт интродукции древесных растений. – М.: ГБС АН СССР, 1973. – С. 7–67.

Малеев В. П. Методы акклиматизации в применении к фитоклиматическим условиям Южного Крыма // Зап. Гос. Никит. опытн. ботан сада. – 1928/29. – Т. 10, Вып. 4. – С. 3–40.

Методика инвентаризации городских зеленых насаждений. Академия коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова. – М., 1997. – 14 с.

Некрасов В. И. Оценка семеноведения древесных растений при интродукции. – М.: Наука, 1973. - 279 с.

Орлова Л. В. О диагностических признаках вегетативных органов в роде Pinus (Pinaceae) // Бот. журн. -2001. - Т. 86, № 9. - С. 33–44.

Плугатарь Ю. В., Корсакова С. П., Ильницкий О. А. Экологический мониторинг Южного берега Крыма. – Симферополь: ИТ «Ариал», 2015. – 164 с.

Плугатарь Ю. В. Никитский ботанический сад как научное учреждение // Вестник Российской академии наук. -2016. — Вып. 86(2). — С. 120-126.

Правдин Л. Ф. Сосна обыкновенная (изменчивость, внутривидовая систематика и селекция). — М.: Наука, 1964.-192 с.

Особенности распространения и современное состояние сосны Сабина (Pinus sabiniana Douglas) на Южном берегу Крыма

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

Bannister P., Neuner G. Frost resistance and the distribution of conifers. In: Conifer cold hardiness – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. – P. 3–22.

Holechek, J. L. Brush control impacts on rangeland wildlife // Journal of Soil and Water Conservation. – 1981. – Vol. 36, N 5. – P. 265–269.

Kral R. Pinus. Flora of North America Editorial Committee // Flora of North America North of Mexico. – 1993. – Vol. 2. – P. 372–398.

Krugman S., Jenkinson L. Pinaceae – pine family. In: Seeds of woody plants in the United States. – Agric. Handb. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 1974. – P. 598–637.

Powers R. F. Pinus sabiniana Dougl. Digger pine // Silvics of North America. - 1990. - Vol. 1. - P. 131-164.

Sakhno T. M. Peculiarities of distribution and modern condition of Digger pine (*Pinus sabiniana Douglas*) on the Southern coast of Crimea // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 12–17.

Data on the distribution and current status of the North American species – the Digger pine (*Pinus sabiniana* Douglas) on the Southern coast of the Crimea are given. Territorially the species is found from Foros to Alushta at an altitude of up to 370 m. It is established that *P. sabiniana* plants undergo short-term exposure to lower temperatures in the region where the studies are carried out in comparison with the natural range. With the use of conventional techniques, dendrometric parameters and the vital state of the examined trees were determined. The results of the studies showed that under the conditions of introduction, the species reaches genetically determined parameters of the height and diameter of the trunk inherent in the natural range. The distribution of trees in terms of relative height indicates the high competitive ability of *P. sabiniana* in park communities. The evaluation of the characteristics of reproduction and life state indicates a fairly large proportion of individuals at the sinial stage of ontogenesis.

Key words: Pinus sabiniana Douglas, introduction, dendrometry, reproduction, living condition, Southern coast of Crimea.

Поступила в редакцию 21.02.18

УДК 630*52

Структура травяного яруса в дубово-липовом с кленом разнокустарниковом разнотравном типе леса на юге Приморского края

Тарасова И. С.

Горнотаежная станция имени В. Л. Комарова – филиал ФНЦ Биоразнообразия Восточной Азии ДВО РАН Уссурийск, Россия irina-pink-75@mail.ru

Изучены видовой состав и горизонтальная структура травяного яруса в дубово-липовом с кленом разнокустарниковом разнотравном типе леса — одном из самых распространенных в производной широколиственной формации Приморского края. Выявлены особенности формирования и размещения микрогруппировок травяного яруса с учетом ценотических и экологических условий. Все разнообразие микрогруппировок сведено в 5 комплексов: папоротниковый (самый многочисленный), разнотравный (самый большой по площади), осоковый, крупнотравный и лесного мелкотравья. Высокая мозаичность травяного яруса (48 микрогруппировок) обусловлена сложным флористическим составом фитоценоза и микрорельефом склона. Связь между размещением древостоя и горизонтальной структурой травяного яруса отсутствует.

Ключевые слова: производные широколиственные леса, флористический состав, горизонтальная структура травяного яруса, синузии, микрогруппировки, Южное Приморье.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных направлений мониторинговых исследований является изучение динамики пространственной структуры растительного покрова, формирующейся в результате взаимодействия комплекса факторов (экологических, ценотических и антропогенных) и отражающей все процессы функционирования фитоценоза (Дылис, 1969; Норин, 1991). Исследование ее с учетом условий произрастания, возраста и степени антропогенной нарушенности позволяет более глубоко познать закономерности и особенности восстановления коренных типов леса.

Особое значение для мониторинга лесных фитоценозов имеет изучение горизонтальной структуры напочвенного покрова. На его структуре сказываются не только условия первичного экотопа (почвенные условия, уровень грунтовых вод, экспозиция склона, неровности микрорельефа), но и внутриценотические условия, создаваемые верхними ярусами растительности, в равной или разной степени затеняющими поверхность и участвующими в перераспределении жизненно необходимых ресурсов в надземной и подземной средах обитания. Немаловажное значение в формировании фитоценозов имеют внутриярусные взаимодействия растений, обусловленные их биоморфологическими особенностями, аллелопатическим влиянием друг на друга, конкуренцией за питательные элементы и влагу в корнеобитаемом слое, а также деятельность животных (Ярошенко, 1969).

Цикл онтогенеза у трав более короткий, чем у древесных растений, что обеспечивает быструю трансформацию травяного яруса в периоды сукцессий, адаптацию их к новым условиям. В то же время даже в полностью разрушенных экосистемах продолжают существовать многие виды и группировки растений, произраставшие в них изначально. Продолжающееся воздействие антропогенных факторов в одном случае приводит к упрощению строения травяного яруса, в другом – к повышению мозаичности, в третьем – к усилению микрокомплексности (Ярошенко, 1968).

На основе изучения ценотической структуры можно установить региональные закономерности и объяснить любые экотопические особенности формирования лесного

сообщества, дать прогноз его дальнейшего развития. При этом большое значение имеет информация о структуре напочвенного яруса как индикатора среды под пологом леса. Такие исследования в южной части Приморского края являются особенно актуальными, так как в процессе хозяйственного освоения коренные хвойно-широколиственные леса на большей площади региона сменились производными. Важно не только не допустить дальнейшей деградации, но и способствовать восстановлению их былого состояния.

Цель данной работы — изучение травяного яруса в производном дубово-липовом с кленом разнокустарниковом разнотравном типе леса как основы наземного мониторинга в широколиственных лесах, широко распространенных на юге Приморского края. В задачи входило охарактеризовать данный тип леса, изучить биоморфологическую и горизонтальную структуру травяного яруса.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Район работ. Исследования проводились в 2012—2014 годы в окрестностях с. Горно-Таежное в Уссурийском городском округе Приморского края. В этом районе в водосборном бассейне ручья Дегтярева, левостороннего притока реки Большая Ивнячка, был заложен экологический профиль «Горнотаежный» (рис. 1), пересекающий с севера на юг территорию бассейна. Леса в указанном районе характеризуются разной степенью нарушенности и объективно отражают типологическое разнообразие современного лесного покрова в южной части Приморского края (Москалюк, 2001).

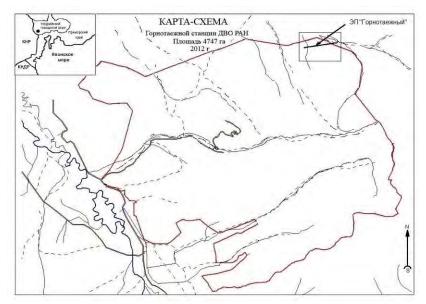


Рис. 1. Район исследований и местонахождение ЭП «Горнотаежный»

Объект исследований – дубово-липовый с кленом разнокустарниковый разнотравный лес¹ (рис. 2) – расположен в приводораздельной части северо-северо-западного склона одного из хребтов гор Пржевальского. Склоны северных экспозиций характеризуются оптимальным сочетанием факторов лесорастительных условий (достаточные влаго- и теплообеспеченность, высокое плодородие почв). Производные леса на них представлены многопородными широколиственными насаждениями (Кудинов, 2000) Высокосомкнутые растительные сообщества способствуют «выравниванию» экологических условий по склону,

¹ Далее в тексте «дубово-липовый с кленом разнокустарниковый разнотравный» тип леса для краткости будет называться «дубово-липовый».

обеспечивая равномерность распределения и таяния снежного покрова, препятствуя прониканию в фитоценоз солнечных лучей и ослабляя влияние ветра (Жильцов, Таранков, 1979; и др.). Поэтому, несмотря на высокое флористическое разнообразие, широколиственным лесам на северных склонах присущ более однородный типологический состав, чем на склонах других экспозиций.



Рис. 2. Дубово-липовый с кленом разнокустарниковый тип леса

В первой половине прошлого столетия коренные леса Приморского края были пройдены выборочными рубками, а затем пожарами разной интенсивности, в результате которых были полностью уничтожены остатки ценопопуляций пихты цельнолистной и кедра корейского, и произошла смена главных пород. Не составляют исключения и леса экологического профиля. В последующие годы в последних не проводилась какая-либо хозяйственная деятельность и отсутствовали сильные пожары. Они в значительной степени восстановились, за исключением хвойного элемента, и приобрели облик, близкий к первоначальному. Им присущи разновозрастность, сложный породный состав и очень высокая сомкнутость древостоев. Такие леса, по определению Ю. И. Манько (1984), следует считать условно-коренными.

Методика. В дубово-липовом типе леса была заложена постоянная пробная площадь – одна из системы мониторинговых пробных площадей экологического профиля «Горнотаежный». Предварительно она была разбита на квадраты $10 \times 10 \text{ м}^2$, с привязкой к которым выполнялись все учетные работы. На пробной площади был выполнен сплошной перечет древостоя, начиная со ступени толщины 4 см, и подроста выше 0.25 м с указанием жизненного состояния особей: здоровые, сомнительные, неблагонадежные, сухие. При перечете каждому дереву присваивался порядковый номер. Таксационные показатели рассчитывались по региональным таксационным нормативам (Справочник ..., 1990). Для подлеска и травяного яруса определялись видовой состав, габитус, проективное покрытие (для кустарников – сомкнутость) и описывалось состояние ценопопуляции каждого вида.

Помимо лесоводственно-таксационных работ, выполнялось детальное описание и картирование растительных ярусов. На план в масштабе 1:100 наносились центры стволов и периметры крон деревьев, контуры проекций кустарников и микрогруппировок трав.

При изучении горизонтальной структуры травяного яруса использована экологоморфологическая классификация, предложенная А. Г. Крыловым (1984) для лесов Дальнего Востока. Все флористическое разнообразие травянистых растений он объединил в 8 классов: 1 — крупнотравье и высокотравье с высотой растений более 1,0 м; 2 — разнотравье и широкотравье — 0,5—1,0 м (вегетативно малоподвижные виды); 3 — длиннокорневищные крупные и средних размеров травы (злаки и осоки) мегатрофные лесные неморальные; 4 — рыхло-дерновинные лесные невысокие травы, включающие осоки мелких и средних размеров («осочки») и лесное вегетативно малоподвижное мелкотравье высотой 15—20 см; 5 — лесное вегетативно подвижное неморальное и таежное мелкотравье, или низкотравье, — 10—15 см; 6 — одно-двулетние травы; 7 — эфемероиды; 8 — ползучие толстолистные травы и таежные кустарнички. Растения каждого класса характеризуются приуроченностью к определенным экологическим условиям (типам местообитаний), и в пределах фитоценоза можно выявить их тяготение к конкретным микросайтам.

При глазомерной оценке обилия видов применена шкала Друде: soc – очень обильно, сплошь, проективное покрытие > 90 %; cop^{l-3} – вид обилен, по величине обилия выделяются 3 степени проективного покрытия соответственно: 30–40, 50–60 и 70–80 %; sp – вид обычен, но сплошного покрова не образует, проективное покрытие – 10–20 %; sol – вид растет рассеянно, проективное покрытие – 3–5 %; un – вид встречается один раз, проективное покрытие < 1 % (Сукачев, 1972).

За структурный элемент травяного яруса была принята микрогруппировка — однородная по составу и густоте размещения совокупность растений, произрастающая на одном участке. В отличие от синузии — обособленной пространственно, экологически и фитоценотически, но обязательно одноярусной группировки растений (Корчагин, 1976; Норин, 1987), микрогруппировка может состоять из 2-х и более подъярусов, представленных растениями с разной жизненной формой.

Картирование и описание микрогруппировок выполнялось в конце июля — начале августа, поэтому в списки видов микрогруппировок не везде вошли эфемероиды, развитие которых приходится на ранневесенний период: Adonis amurensis Regel et Radde, Eranhtis stellata Maxim., Gagea nakaiana Kitag., Anemonoides amurensis (Korsh.) Holub и другие. При описании указывались проективное покрытие, жизненное состояние, размеры и обилие по шкале Друде всех видов, габитус и фенологическое (сезонное) развитие растений; отмечались экотопическая приуроченность микрогруппировок и, при наличии, сопряженность с древесно-кустарниковыми ярусами. Минимальная площадь выделения микрогруппировок — 0,5 м². В ряде случаев на картосхему заносились отдельные особи редко встречающихся видов.

Названия микрогруппировкам присваивались по доминирующим видам и (или) группе видов со сходными экологией и жизненной формой. Например, название «разнотравно-адиантовая» означает, что в микрогруппировке высоко обилие смеси из разных трав среднего размера (Galium davuricum Turcz. ex Ledeb, Polygonatum involucratum (Franch. et Savat.) Maxim., Paris manshurica Kom., Sanicula rubriflora Fr. Schmidt ex Maxim, Lamium album L. и др.), но обилие Adiantum pedatum выше каждого из видов разнотравья на одну и более градацию обилия. При значении проективного покрытия от 40 до 60 % название микрогруппировки дополнялось словом «разреженная», при менее 40 % — словом «редкопокровная».

Названия видов указаны по сводке «Сосудистые растения советского Дальнего Востока» (1985–1996).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Общее описание дубово-липового типа леса. Исследованный фитоценоз занимает склоновую поверхность с уклоном 10–15°, прерываемую небольшими террасовидными уступами с уклоном 20–25°. Высота местоположения составляет 250–300 м от подножия склона. Микрорельеф пробной площади представлен ровными, местами слабовогнутыми участками, в нижней, ориентированной к югу, половине – пологой террасой с линией перегиба от откоса террасы к основной поверхности.

Древостой двухярусный, густой, разновозрастный, (коэффициент перекрытия крон 1,5). Размещение деревьев по площади куртинно-одиночное (рис. 3). В таблице 1 приведены таксационные показатели древостоя. Формула состава по запасу — 5Лп4Д1Км + Бд, Яс, Иг, М, ед. Дм. Первый ярус образован дубом, липами амурской и маньчжурской, березой даурской (*Betula davurica* Pall.) и ясенем носолистным (*Fraxinus rhynchophylla* Hance.). В него также входят единичные перестойные деревья клена мелколистного и ильма долинного (сродного). У большего числа деревьев первого яруса прямые стволы и компактные кроны. Обычны и суковатые деревья перестойного возраста с мощным скелетом крон.

Во втором ярус обычны клен мелколистный с маакией амурской (*Maackia amurensis* Rupr. et Maxim.) и отставшие в росте деревья ильма долинного. Сомкнутость кронового полога достигает 1,0 – размеры промежутков между кронами не превышают 1,5–2,0 м.

Подрост многочисленный, преимущественно порослевого происхождения. В нем доминируют липа и маакия амурская. Деревца семенного происхождения встречаются редко. В составе преобладают ясень носолистный, клен мелколистный, ильм долинный. Развиваясь под пологом древостоя, подрост испытывает сильное угнетение, но усохших особей нет.

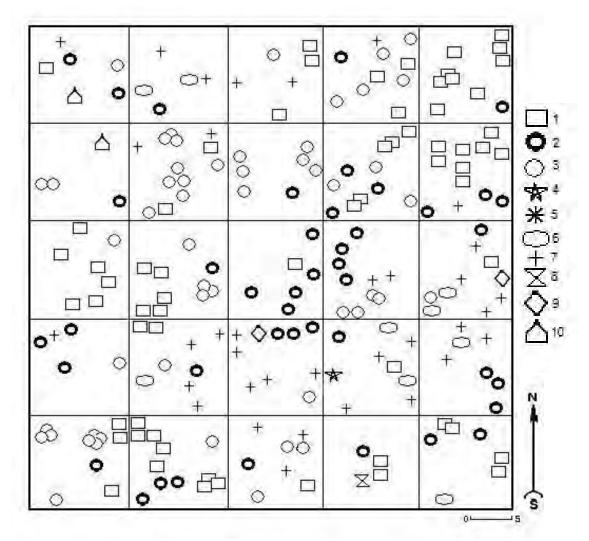


Рис. 3. Схема размещения деревьев

Породы: 1 — Tilia amurensis Rupr.; 2 — Quercus mongolica Fisch; 3 — Acer mono Maxim.; 4 — Betula dahurica; 5 — Syrínga amurénsis Rupr.; 6 — Ülmus propinqua Koidz.; 7 — Maackia amurensis; 8 — Kalopānax septemlōbus (Thunb.) Koidz.; 9 — Fraxinus mandshurica Rupr.; 10 — Juglans mandshurica Maxim.

Порода	N, шт/га ⁻¹	D _{ср} , см	Нср, м	S, м ² га ⁻¹	М, м ³ га ⁻¹
Quercus mongolica	148	25,3	16,5	7,5	62
Betula dahurica	20	25,9	15,4	1,0	7
Fraxinus mandshurica	20	20,0	15,7	0,6	5
Tilia amurensis	240	24,4	14,2	11,2	80
Acer mono	200	11,6	10,8	2,1	13
Maackia amurensis	152	7,9	10,2	0,7	4
Ulmus propinqua Ulmus laciniata	44	12,7	12,6	0,6	3
Kalopanax septemlobus	4	11,8	8,5	0,04	<1
Итого	828	19,1	14,2	23,7	174

Примечание к таблице: N — число деревьев; D_{cp} — средний диаметр; H_{cp} — средняя высота; S — сумма площадей сечений стволов; M — запас стволовой древесины растущих деревьев.

Подлесок хорошо развит, средняя высота — 1,0 м, максимальная — 2,5 м; в нем господствуют чубушник (*Philadelphus tenuifolius* Rupr. et Maxim.), элеутерококк (*Eleutherococcus senticosus* Rupr. et Maxim.) и лещина маньчжурская (*Corylus mandshurica* Махіm. ex Rupr.). Кроме указанных видов, в составе подлеска отмечены единичные особи калины Саржента (*Viburnum sargentii* Koehne.), бересклета малоцветкового (*Euonymus pauciflora* Maxim.) и сильно угнетенной леспедецы (*Lespedeza bicolor* Turcz.). Сомкнутость кустарников, в зависимости от освещенности, варьирует от 0,1 (под низко опущенными кронами деревьев) до 1,0 (под высоко поднятыми кронами и на участках с разреженным древостоем).

По территории ценоза подлесок размещается неравномерно. В центральной части пробной площади и на террасовидном уступе ближе к нижней стороне он разрежен: сомкнутость — 0,1—0,3. Наиболее густой подлесок сосредоточен в нижней половине пробной площади с переходом от середины к северо-западной и западной границам (юго-западный угол). Ни один вид подлеска, за исключением чубушника, кустов не образует. Лещина (высота — 2,0—2,5 м), чубушник и элеутерококк распределяются на занимаемой ими территории равномерно, образуя сомкнутый кроновый полог. Для калины и бересклета характерны полустелющиеся побеги.

Особенностью фитоценоза является наличие единичных густых биогрупп ясеня носолистного, деревца которого расположены в подлесочном ярусе. Одна из них расположена в верхнем левом (юго-восточном) углу пробной площади, занимая участок около 100 м². Расстояния между деревцами составляют 0,2–0,5 м, но, несмотря на «тесноту», самоизреживания в биогруппах не наблюдается.

Внеярусная растительность представлена единичными экземплярами лимонника китайского (*Schisandra chinensis* [Turcz.] Baill.).

Травяной ярус фитоценоза характеризуется самым высоким видовым разнообразием в пределах склона. В нем насчитывается 99 видов растений — на 39 видов больше, чем в расположенном ниже по склону осиново-липовом с дубом лещиновом разнотравном типе леса (Москалюк, Тарасова, 2015).

По числу видов доминирует лесное разно- и крупнотравье: волжанка двудомная (Aruncus dioicus [Malt.] Fern.), косогорник Татаринова (Prenanthes tatarinowii Maxim.), подмаренник даурский (G. davuricum), фрима азиатская (Phryma asiatica [Hara] Probat.), подлесник красноцветковый (S. rubriflora), сердечник белоцветковый (Cardamine leucantha [Tausch] Schulz.), обычны смилацина волосистая (Smilacina hirta Maxim.), купена обертковая (P. involucratum, стеблелист мощный (Caulophyllum robustum Maxim.), десмодиум маньчжурский (Desmodium mandshuricum [Maxim.] Schindl.) и другие. Большинство видов имеет незначительное обилие, но, произрастая совместно, формирует микрогруппировки с высоким проективным покрытием. Некоторые виды на экологическом профиле растут только в этом типе леса (Москалюк, 2002). Это обычные виды смешанных лесов: аризема

амурская (Arisaema amurense Maxim.), астильба китайская (Astilbe chinensis [Maxim.] Franch. et Savat.), акониты столоносный (Aconitum stoloniferum Worosch.) и Щукина (A. sczukini Turcz.), марена китайская (Rubia chinensis Regel et Maack), пучкоцвет трубкоцветковый (Phacelanthus tubiflorus Siebold et Zucc.), диоскорея ниппонская (Dioscorea nipponica Makino). Крупнотравье в данном насаждении характеризуется наилучшим жизненным состоянием и развитием. Группировки с доминированием крупнотравья нередко занимают значительные площади. Из крупнотравных видов, обладающих высоким обилием, следует в первую очередь указать волжанку двудомную, десмодиум маньчжурский и косогорник Татаринова.

Несколько видов разнотравья явно заносные: репяшок мелкобороздчатый (Agrimoni astriata Michx.), карпезий поникший (Carpesium cernuum L.), прилипало гималайское (Adenocaulon himalaicus Edgew.), кодонопсис мелковолосистый (Codonopsis pilosula [Franch.] Nannf.), луносемянник даурский (Menispermum dahuricum DC.), чистотел (Chelidonium asiaticum [Hara] Krachulkova). Все они, кроме кодонопсиса, сильно угнетены, встречаются единично и не каждый год.

Для описываемого насаждения характерно высокое обилие и хорошее развитие папоротников. Папоротники здесь представлены 7 видами, что в 2–3 раза выше, чем выявлено в остальных типах леса на северном склоне. Преобладают адиантум стоповидный (Adiantum pedatum L.), два вида кочедыжников (Athyrium rubripes Kom. и A. sinense Rupr.) и щитовник Геринга (Dryopteris goeringiana [G. Kunze] Koidz.). Обычны чистоуст (Osmundastrum asiaticum [Fern.] Тадаwа), страусопер германский, или страусник (Matteuccia struthiopteris [L.] Тогаdo.), лунокучник письменный (Lunathyrium pycnosorum [Christ] Koidz.).

Значительно участие в составе травяного яруса осок *Carex campylorhina* V. Krecz. (осока кривоносая), *C. sidericticta* Hance (осока ржавопятнистая), *C. reventa* V. Krecz. (осока возвратившаяся). Повсеместно рассеянно растут представители широкотравья: василистник тычиночный (*Thalictrum filamentosum* Maxim.) и косоплодник (*Plagiorhegma dubia* Maxim.).

Обилие эфемероидов в дубово-липовом лесу выше, чем в расположенных ниже типах леса. Состав эфемероидов включает те же виды, что и в осиново-липовом лесу, за исключением лютика Франше (*Ranunculus franchetii* Boiss.), но обилие их выше. Доминирует лесной мак, в меньшей степени — хохлатки. Ранней весной бело-сиренево-голубые аспекты создают ветреница амурская и хохлатки, вслед за ними зацветает лесной мак весенний (*Hylomecon vernalis* Maxim.), образуя сплошной желто-зеленым покров на голой поверхности фитоценоза.

Горизонтальная структура травяного яруса. Сложный видовой состав травянистых растений, особенности размещения древесно-кустарниковых ярусов и неоднородный микрорельеф склоновой поверхности обусловили очень высокую мозаичность травяного яруса (рис. 4). В его горизонтальной структуре первоначально было выделено более 80 микрогруппировок, различающихся по видовому составу и густоте трав. При камеральной обработке часть микрогруппировок объединена в одну — по сходству жизненных форм растений и приуроченности к сходным микросайтам или из-за очень маленьких размеров. В результате число микрогруппировок сократилось до 48.

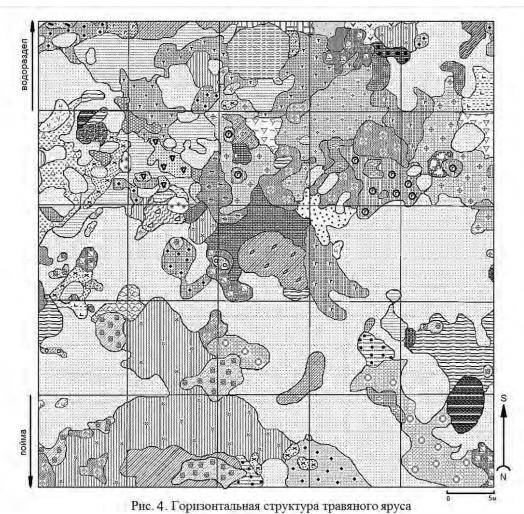
Размещение микрогруппировок на пробной площади неоднородно: в одних местах создает фон разнотравье, в других — папоротники, в-третьих — осоки и так далее. С учетом доминирования одного или нескольких видов со сходной жизненной формой, отражающей сходство экотопической приуроченности растений, микрогруппировки были объединены в следующие комплексы: папоротниковый, разнотравный, осоковый, крупнотравный и мелкотравный.

Папоротниковый комплекс — самый многочисленный (14 микрогруппировок), во многом определяет облик травяного яруса. На его долю приходится немного больше 21 % площади фитоценоза (табл. 2). Под высоко поднятыми кронами деревьев папоротники образуют густопокровные микрогруппировки с явным доминированием одного или нескольких видов. Они составляют 78,6 % площади комплекса (рис. 4). Для чистых папоротниковых микрогруппировок характерны небольшие размеры и беспорядочное размещение по площади.

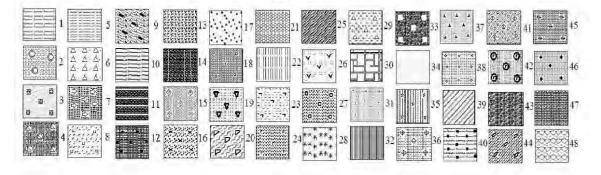
Tаблица 2 Распределение микрогруппировок по доминированию видов, занимаемой площади и градациям густоты.

Названия микрогруппировок	Проективное покрытие, %	Доля площади от площади фитоценоза, %
ПАПОРОТНИКОВЫЕ (14)		$\Sigma\Sigma$ 21, 32
Густопокровные (9*): крупнотравно-кочедыжниковая (A. sinense), разнотравно-папоротниковая (A. rubripes, A. sinense, L. pycnosorum), адиантовая с осокой и разнотравьем, разнотравно-адиантовая, осмундовая, крупнотравно-лунокучниковая, осоковопапоротниковая (A. rubripes, A. sinense, D. goeringiana) с разнотравьем, папоротниковая (A. rubripes, A. sinense, D. goeringiana и др.), василистниково-адиантовая с диспорумом	60–100	Σ 18,04
Разреженные (4): разнотравно-щитовниковая (<i>D.goeringiana</i>) разреженная, крупнотравно-страусоперовая, крупнотравно-кочедыжниковая (<i>A. sinense</i>) разреженная, разнотравно-адиантовая разреженная	Σ 3,20	
Редкопокровные (1): с адиантумом редкопокровная	5–20	Σ 0,08
КРУПНОТРАВНЫЕ (12)		ΣΣ 8,77
Густопокровные (7): волжанковая, крупнотравная, осокововолжанковая, крупнотравно-сердечниковая, крупнотравная с диспорумом, крупнотравная с папоротниками и диспорумом, десмодиумовая с осокой и крупнотравьем	60–100	Σ 7,08
Разреженные (5): крупнотравная с косогорником, крупнотравная разреженная, василистниково-десмодиумовая, волжанковая, крупнотравная с осокой разреженная разреженная	30–50	Σ 1,69
РАЗНОТРАВНЫЕ (9)	$\Sigma\Sigma$ 46,67	
Густопокровные (1): хлорантовая	60–100	Σ 0,11
Разреженные (6): разнотравная с осокой и злаками разреженная, разнотравная с папоротниками разреженная, разнотравная с осокой разреженная, василистниково-разнотравная с осокой разреженная, василистниково-разнотравная разреженная, осоково-разнотравная с папоротниками (D. goeringiana, A. pedatum) разреженная	30–50	Σ 2,20
Редкопокровная (2): разнотравная редкопокровная, разнотравная с осокой и василистником редкопокровная	5–20	Σ 44,36
ОСОКОВЫЕ (8)		$\Sigma\Sigma$ 15,07
Густопокровные (6): крупнотравно-осоковая (<i>C. campylorhina</i>), папоротниково-крупнотравно-осоковая (<i>C. campylorhina</i>), подлесниково-осоковая (<i>C. campylorhina</i> , <i>C.</i> cf. <i>pallida</i>), адиантово-осоковая с разнотравьем, разнотравно-осоковая (<i>C. siderosticta</i>), крупнотравно-осоковая (<i>C. campylorhina</i>) с лунокучником	60–100	Σ 12,22
Разреженные (2): осоковая (<i>C. cf. campylorhina</i>) с разнотравьем разреженная, осоковая (<i>C. campylorhina</i>) с разнотравьем и папоротниками разреженная	30–50	Σ 2,85
МЕЛКОТРАВНЫЕ (5)	$\Sigma\Sigma$ 8,17	
Густопокровные (2): разнотравно-василистниковая с папоротниками, крупнотравно-осоково-василистниковая с папоротниками	60–100	Σ 3,06
Разреженные (3): разнотравно-василистниковая разреженная, осоково-разнотравно-василистниковая, осоково-василистниковая разреженная	30–50	Σ 5,11
Итого:	100,0	

^{*} В скобках указано общее число микрогруппировок.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



Пояснения к рисунку 4.

Микрогруппировки в комплексах:

Папоротниковые: 1 — крупнотравно-кочедыжниковая (*A. sinense*), 2 — разнотравно-папоротниковая (*A. rubripes, A. sinense, L. pycnosorum*), 3 — адиантовая с осокой и разнотравьем, 4 — разнотравно-адиантовая, 5 — осмундовая, 6 — крупнотравно-лунокучниковая, 7 — осоково-папоротниковая (*A. rubripes, A. sinense, D. goeringiana*) с разнотравьем, 8 — папоротниковая (*A. rubripes, A. sinense, D. goeringiana* и др.), 9 — василистниково-адиантовая с диспорумом, 10 — разнотравно-щитовниковая разреженная, 11 — крупнотравно-страусоперовая, 12 — крупнотравно-кочедыжниковая (*A. sinense*) разреженная, 13 — разнотравно-адиантовая разреженная, 14 — с адиантумом редкопокровная.

Крупнотравные: 15 — волжанковая, 16 — крупнотравная, 17 — осоково-волжанковая, 18 — крупнотравно-сердечниковая, 19 — крупнотравная с диспорумом, 20 — крупнотравная с папоротниками и диспорумом, 21 — десмодиумовая с осокой и крупнотравьем, 22 — крупнотравная с косогорником, 23 — крупнотравная разреженная, 24 — василистниково-десмодиумовая, 25 — волжанковая разреженная, 26 — крупнотравная с осокой разреженная.

Разнотравные: 27 — хлорантовая, 28 — разнотравная с осокой и злаками разреженная, 29 — разнотравная с папоротниками разреженная, 30 — разнотравная с осокой разреженная, 31 — василистниково-разнотравная с осокой разреженная, 32 — василистниково-разнотравная разреженная, 33 — осоково-разнотравная с папоротниками (*D. goeringiana, A. pedatum*) разреженная, 34 — разнотравная редкопокровная, 35 — разнотравная с осокой и василистником редкопокровная.

Осоковые: 36 — крупнотравно-осоковая (*C. campylorhina*), 37 — папоротниково-крупнотравно-осоковая (*C. campylorhina*), 38 — подлесниково-осоковая (*C. campylorhina*, *C.* cf. *pallida* C. A. Mey.), 39 — адиантово-осоковая (*C.* cf. *reventa*) с разнотравьем, 40 — разнотравно-осоковая (*C. siderosticta*), 41 — крупнотравно-осоковая (*C. campylorhina*) с лунокучником, 42 — осоковая (*C. cf. campylorhina*) с разнотравьем разреженная, 43 — осоковая (*C. campylorhina*) с разнотравьем и папоротниками разреженная.

Мелкотравные: 44 — разнотравно-василистниковая с папоротниками, 45 — крупнотравно-осоково-василистниковая с папоротниками, 46 — разнотравно-василистниковая разреженная, 47 — осоково-разнотравно-василистниковая, 48 — осоково-василистниковая разреженная.

Адиантум, оба вида кочедыжников и щитовник растут по всему фитоценозу, доминируя или входя в состав многих микрогруппировок других комплексов. Адиантум чаще растет в сочетании с разнотравьем и осоками, реже — с крупнотравьем. Адиантовые микрогруппировки (разнотравно-адиантовая, адиантовая с осокой и разнотравьем, разнотравно-адиантовая, разреженная с адиантумом редкопокровная) располагаются преимущественно в северной (нижней) и восточной частях пробной площади на участках с относительной или слегка вогнутой поверхностью. Одиночными особями и мелкими разреженными куртинками адиантум вкраплен в разнотравно-редкопокровную микрогруппировку под высокими кустами чубушника и лещины.

Микрогруппировки с доминированием крупных папоротников: кочедыжников и щитовника Геринга (разнотравно-папоротниковая, крупнотравно-папоротниковая, осоковопапоротниковая с разнотравьем, разнотравно-щитовниковая разреженная и др.) сосредоточены на участках со средней степенью затенения и уклоном склоновой поверхности $5-10^\circ$.

Только в одном месте выделена крупная осмундовая микрогруппировка. Это место перехода откоса террасовидного уступа, расположенного выше пробной площади, в слегка вогнутую склоновую поверхность, явно более влажную, чем смежные участки. Под густо растущими вайями осмунда образует разреженный подъярус высокая (до 0,5 м) осока курчаворыльцевая (*Carex bostrichostigma* Maxim.) с обилием *sp*, под менее густыми – василистник (*sol-sp*).

Крупными чашами вай обращает на себя внимание крупнотравно-страусоперовая микрогруппировка с доминированием M. struthiopteris. Среди папоротниковых микрогруппировок она занимает незначительную площадь, но страусопер входит в состав многих крупно- и разнотравных микрогруппировок, большинство которых располагается на ровной поверхности в верхней половине пробной площади в направлении от центра к восточной границе.

Локальной приуроченностью к небольшим слабовыраженным нанопонижениям отличаются микрогруппировки с *L. pycnosorum*: ниже осмундовой микрогруппировки (крупнотравно-осоковая [*C. campylorhina*] с лунокучником) и в юго-западной части пробной площади (крупнотравно-лунокучниковая). В незначительном количестве лунокучник произрастает на смежных участках.

Крупнотравный комплекс находится на втором месте по числу всех микрогруппировок (12) и на третьем – по площади густопокровных (см. табл. 2).

Микрогруппировки с доминированием крупнотравья занимают немногим более 7 % площади фитоценоза. Почти все они густопокровные; на долю разреженных микрогруппировок приходится менее 2 % от общей площади фитоценоза и 8,7 % от площади комплекса. Редкопокровные среди крупнотравных микрогруппировок отсутствуют. На самые большие микрогруппировки в комплексе — волжанковую (рис. 5) и крупнотравную — приходится в совокупности около 5 % от площади фитоценоза.



Рис. 5. Волжанковая микрогруппировка

В состав крупнотравных микрогруппировок входят от нескольких до 2–3 десятков видов растений, поэтому даже в густопокровных микрогруппировках обилие каждого вида, как правило, невелико, но в некоторых местах имеет место преимущественное разрастание не только волжанки двудомной, но и одного из других видов. В этом случае названия их были введены в названия микрогруппировок: крупнотравно-сердечниковая, десмодиумовая с осокой и крупнотравьем (рис. 6), василистниково-десмодиумовая, крупнотравная с косогорником, крупнотравная с диспорумом и другие. Обычно это вегетативно подвижные виды, или виды, для диаспор которых образовалась свободная экологическая ниша. Размеры микрогруппировок, где они преобладают, как правило, редко превышают 2,0 м², образуя от 0,11 до 0,68 % площади фитоценоза.

Основная масса крупнотравных микрогруппировок сосредоточена в верхней половине пробной площади с почти ровной поверхностью (уклон 3–5°). Подлесок здесь разрежен. В древостое преобладает маакия амурская, ажурные высокоподнятые кроны, которой слабо затеняют поверхность, не препятствуя разрастанию трав. В результате на данной территории сформировался густой травяный ярус разнообразного состава.

С повышением затенения жизненность и обилие крупнотравья начинают снижаться; вслед за ним не выдерживают затенения и папоротники, особенно при одновременном снижении влажности почв. В травяном ярусе доминирующими растениями становятся разнотравье и осоки, но и они при сильном затенении не образуют сплошного покрова.

В разнотравный комплекс входит 9 микрогруппировок, что почти в 2 раза меньше, чем в вышеописанных комплексах (см. табл. 2). Как и везде на северном склоне, самую большую площадь в этом комплексе (а также и в фитоценозе) занимает разнотравная редкопокровная микрогруппировка (рис. 7), но в дубово-липовом лесу ее площадь значительно (в 1,5 раза) меньше, чем в осиново-липовом.



Рис. 6. Десмодиумовая микрогруппировка с осокой и крупнотравьем

Размещается разнотравная редкопокровная микрогруппировка под кронами густого подлеска и высокосомкнутого древостоя, предпочтительно на участках с уклоном выше 25°. Проективное покрытие трав в ней не превышает 10 %. На отдельных аналогичных участках сквозь листовый опад и подстилку пробиваются осоки и василистник, формируется вторая из группы редкопокровных микрогруппировок – разнотравная с осокой и василистником.

В разнотравном комплексе лишь одна густопокровная микрогруппировка – хлорантовая (рис. 8). На пробной площади она представлена двумя мелкими фрагментами. Другие виды в ней отсутствуют. Единичные особи хлоранта (*Chloranthus japonicus* Siebold) изредка можно встретить в крупнотравных микрогруппировках.

Остальные микрогруппировки в описываемом комплексе разреженные с проективным покрытием 30–40 %. Все они приурочены подлеску средней густоты или к густому – при условии хорошего бокового освещения.

Площадь ее в пределах фитоценоза составляет 1,2 %, у остальных микрогруппировок — не более 0,22 %. Разнотравная с осокой и злаками разреженная микрогруппировка — единственная на пробной площади, в которой доминантами являются один из злаков — бор развесистый (*Milium effusum L.*) и осока длинноносая (*Cavex longirostrata* C. A. Mey.), представленная двумя кочковатыми куртинками. Она размещается в ложбинке в окружении крупнотравных микрогруппировок.

Осоковых микрогруппировок в фитоценозе 8, из них 6 – густопокровные (см. табл. 2). Большее число густопокровных микрогруппировок выделено только в папоротниковом комплексе. Довольно отчетливо прослеживается приуроченность осок незначительно затененным участкам со слегка вогнутой поверхностью и влажными почвами. Так, *С. campylorhina* появляется в периферийной сырой части осмундовой микрогруппировки, и ее обилие увеличивается вниз к границе с прогалиной. В этой части пробной площади размещается большая часть микрогруппировок с осоками (см. рис. 4), включая самые крупные в фитоценозе густопокровные микрогруппировки с доминированием осоки кривоносой: крупнотравно-осоковую, папоротниково-крупнотравно-осоковую и подлесниково-осоковую.



Рис. 7. Разнотравная редкопокровная микрогруппировка



Рис. 8. Фрагмент хлорантовой микрогруппировки

На откосе нижнего уступа, с поверхностью без признаков вогнутости, осоки встречаются лишь в примеси к другим видам трав в разных редкопокровных микрогруппировках. В большинстве осоковых микрогруппировок, как густопокровных, так и разреженных, доминируют *С. сатруlorhina*, обычна *С. bostrichostigma*. Только в двух микрогруппировках – адиантово-осоковой с разнотравьем и разнотравно-осоковой – обилие *С. сатруlorhina* снижается до *sp* и она уступает свои позиции другим осокам. В первой доминируют осоки средних размеров (*С. reventa*, *С. longirostrata*) с обилием cop^{I} . Эта микрогруппировка располагается в самом светлом, ровном месте – на прогалине по краю нижнего уступа. В ней среди густого осокового покрова растут адиантум, вороний глаз, подмаренник даурский, марена китайская, звездчатка Бунге (*Stellaria bungeana* Fenzl, 1842), подлесник красноцветковый, тригонотис укореняющийся (*Trigonotis radicans* [Turcz.] *Stev.*), а также встречаются виды, не свойственные влажным широколиственным лесам: *Artemisia stolonifera* Krasch. (полынь лохматая), *С. pilosula, Lychnis fulgens* Fisch (лихнис сверкающий), *Vicia unijuga* A. Br. (вика однопарная). Во второй, самой маленькой в осоковом комплексе

разнотравно-осоковой микрогруппировке доминирует $Carex\ siderosticta$ Hance с обилием soc (проективное покрытие -90-95%).

Мелкотравный комплекс включает 5 микрогруппировок, и во всех преобладает василистник тычиночный, но только в двух микрогруппировках — разнотравновасилистниковой (рис. 9) и осоково-разнотравно-василистниковой — его обилие достигает значения cop^{1} . Они обе расположены на участках с уклоном более 25° и обе разреженные, другие виды в них растут в незначительном количестве.



Рис. 9. Разнотравно-василистниковая микрогруппировка

С улучшением освещенности обилие василистника возрастает до cop^{2-3} , одновременно увеличивается обилие папоротников - до sp, и на ровных участках разреженные микрогруппировки трансформируются В густопокровыне крупнотравно-осокововасилистниковую с папоротниками и разнотравно-василистниковую с папоротниками. Первая обычно располагается по соседству с осоковыми, а вторая – с разнотравными. Занимаемая ими площадь в 1,5 раза меньше, чем площадь разреженных, но намного (в 10 раз) больше, чем в аналогичном комплексе ранее описанного осиново-липового леса, как и в комплексе в целом – в 3,6 раза (Москалюк, Тарасова, 2015). К тому же в описываемом лесу василистник растет по всему фитоценозу с относительно одинаковым обилием – от sol до sp. Приведенные факты свидетельствуют о более успешном восстановлении дубово-липового типа леса. Как известно, василистники тычиночный (T. filamentosum) и клубненосный (T. tuberiferum Maxim.) – лесные виды, характерные для травяного яруса коренных хвойношироколиственных лесов (Крупянко, 1983; Максимова, 1987).

выводы

Результаты исследований, выполненных в условно-коренном дубово-липовом с кленом разнокустарниковом разнотравном типе леса на северо-восточном склоне одного из хребтов Пржевальского в Уссурийском городском округе Приморского края (окрестности пос. Горнотаежное), позволили сделать следующие выводы.

1. Исследованное насаждение является одним из широко распространенных на юге Приморского края производных типов леса, сформировавшихся в результате хозяйственной деятельности на месте коренных хвойно-широколиственных лесов. В его составе

насчитывается 12 видов деревьев, 6 видов кустарников, 1 вид лиан и 99 видов травянистых растений, включающих 7 видов папоротников.

- 2. Травяный ярус дубово-липового леса характеризуется очень сложной горизонтальной структурой. В нем выделено 48 микрогруппировок, сгруппированных в пять комплексов: папоротниковый, крупнотравный, разнотравный, осоковый и мелкотравный. Самые многочисленные комплексы папоротниковый и крупнотравный включают соответственно 14 и 12 микрогруппировок. Минимальное число микрогруппировок 5 отмечено в мелкотравном комплексе.
- 3. Сопряженность горизонтальной структуры травяного яруса с конкретными видами деревьев и кустарников отсутствует. Структура травяного яруса определяется высоким разнообразием видового состава трав и условиями освещенности, создаваемыми древесно-кустарниковыми ярусами, в меньшей степени микрорельефом и влажностью почв. Чрезмерная мозаичность травяного яруса характерна для прогалин и участков с хорошим боковым освещением.
- 4. Основу разнотравного комплекса создают редкопокровные микрогруппировки, сформировавшиеся в самых затененных местах в результате вытеснения видов крупнотравья и папоротников. Самую большую площадь не только в комплексе, но и в фитоценозе занимает разнотравная редкопокровная микрогруппировка. На участках с уклоном более 25° она становится фонообразующей.
- 5. С увеличением влажности почв (ровные участки с вогнутой поверхности, впадины) увеличивается доля и размеры папоротниковых микрогруппировок, с улучшением освещенности в таких местах разрастаются осоки (Carex campylorhina и C. pallida).
- 6. Виды мелкотравного комплекса являются обычными на всей территории фитоценоза. Доминирует в микрогруппировках этого комплекса василистник тычиночный (*Thalictrum filamentosum*) с обилием не более cop^l . Особи этого вида занимают подчиненное положение в травяном ярусе, но присутствуют с обилием sol-sp почти во всех микрогруппировках фитоценоза.
- 7. Особое положение занимают микрогруппировки, образованные волжанкой двудомной (*Aruncus dioicus*) и хлорантом японским (*Chloranthus japonicus*). Они способны формировать густой ярус в условиях достаточно высокого затенения; растущие под ними травы находятся в сильно угнетенном состоянии, их проективное покрытие не превышает 3 %.
- 8. Разрастание и хорошее жизненное состояние травянистых растений, характерных для хвойно-широколиственных лесов, свидетельствует об успешности восстановления коренного типа леса. Мониторинг горизонтальной структуры травяного яруса позволит выявить особенности лесообразовательного процесса на исследованной территории.

Благодарности: Автор выражает благодарность д. б. н., ст. н. с. лаборатории дендрологии ГТС (филиал ФНЦ Биоразнообразия Восточной Азии ДВО РАН) Татьяне Александровне Москалюк за оказанную консультативную помощь при написании данной статьи и Галине Александровне Дуденко (Комовой), к. б. н., доценту кафедры технологии производства переработки сельскохозяйственной продукции ПГСХА г. Уссурийска за помощь в сборе и обработке полевого материала.

Список литературы

Дылис Н. В. Структура лесного биогеоценоза. – М.: Наука, 1969. – 55 с.

Жильцов А. С., Таранков В. И. Влияние сплошных рубок на формирование микроклимата хвойношироколиственных лесов Приморья // Влагооборот и микроклимат лесных биогеоценозов. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1979. – С. 3–9.

Корчагин А. А. Строение растительных сообществ // Полевая геоботаника. – Л.: Наука, 1976. – Т. 5. – С. 5–320.

Крупянко Н. А. Синузиальная структура травяного яруса кедровников Уссурийского заповедника ∥ Ботанический журнал. – 1983. – Т. 68, № 10. – С. 1385–1392.

Крылов А. Г. Жизненные формы лесных фитоценозов. – Л.: Наука, 1984. – 184 с.

Структура травяного яруса в дубово-липовом с кленом разнокустарниковом разнотравном типе леса на юге Приморского края

Кудинов А. И. Дубово-кедровые леса Южного Приморья и их динамика. — Уссурийск: ПГСХА, 2000. — 182 с. Максимова В. Ф. Элементы мозаики травяного яруса в кедрово-широколиственных лесах Среднего Сихотэ-Алиня // Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока (биогеоценотический аспект). — Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. — С. 79–85.

Манько Ю. И. Классификация лесов в зависимости от их происхождения и влияния экзогенных факторов // Динамические процессы в лесах Дальнего Востока. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. – С. 3–19.

Москалюк \overline{T} . А. Стационарные исследования на экологическом профиле «Горнотаежный» (Южное Приморье) // Лесные стационарные исследования: методы, результаты, перспективы: Мат. Всероссийск. совещ. — Тула: Гриф и K° , 2001. — С. 230–233.

Москалюк Т. А. Парцеллярная структура и возобновление в широколиственно-липовом с лиановой растительностью лещиновом разнотравном типе леса на юге Приморья // Биологические исследования на Горнотаежной станции: Юбилейный сб. науч. тр. – Владивосток: ДВО РАН, 2002. – Вып. 8. – С. 203–237.

Москалюк Т. А., Тарасова И. С. Горизонтальная структура травяного яруса осиново-липового леса в заключительный период смены лесообразователей // Эко-Потенциал. — 2015. — № 4 (12). — С. 13—26. [Электрон. вариант журнала] http://management-usfeu.ru/NaukaPage1/NaukaGurnal

Норин Б. Н. Ценоячейка, синузия, ценом, растительное сообщество — проблемные вопросы теории фитоценологии // Бот. журн. -1987. -T. 72, № 10. -C. 1297-1309.

Сукачев В. Н. Руководство к исследованию типов лесов // Основы лесной типологии и биогеоценологии. – Л.: Наука, 1972. – Т. 1. – С. 15–141.

Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 1-8 / [Под. ред. С. С. Харкевича]. — СПб., 1985-1996: — 1985. Т. 1.-398 с.; — 1987. Т. 2.444 с.; — 1988. Т. 3.418 с.; — 1989. Т. 4.378 с.; — 1991. Т. 5.387 с.; — 1992. Т. 6.427 с.; — 1995. Т. 7.392 с.; — 1996. Т. 8.381 с.

Справочник для таксации лесов Дальнего Востока / [Отв. сост. В. Н. Корякин]. – Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1990. – 526 с.

Ярошенко П. Д. Характер мозаичности растительных сообществ как показатель их смен // Материалы по динамике растительного покрова. – Владимир: Изд-во Владимир. пед. инст, 1968. – С. 17–20.

Ярошенко П. Д. Геоботаника. Пособие для студентов педвузов. — М.: Просвещение, 1969. - 195 с.

Tarasova I. S. Horizontal structure of the herb layer in the maple-oak-linden with a varied underbrush mixherbosum forest type in the southern primorye region // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 18–33.

Species and horizontal structure of a herb layer in the maple-oak-linden with a varied underbrush mixherbosum type of the forest were investigated. This forest type is one of the most widespread of the derived broad-leaved formations of Southern Primorye Region. High mosaic of the herbal tier (48 microgroups) is conditioned by complex floristic composition of the herbs, conditions to luminosity and slope microrelief. Particularities of the shaping and placement of microgroups were studied with provision for coenotic and ecological conditions. Five main groups (complexes) are chosen at the herb layer: ferny (the most numerous), mixherbosum (the largest on square), sedgy, tall-and small-forest-herbal. It is established, that the intercommunication between trees species accommodation and horizontal structure of the herb layer is absent.

Key words: derived broad-leaved forests, herb layer, floristic structure, horizontal structure, sinuziya, microgroup, Southern Primorye Region.

Поступила в редакцию 05.05.18

УДК 581.524+502.57

Особенности сообществ с участием Ambrosia artemisiifolia в ландшафтах юго-востока Беларуси

Гусев А. П., Шпилевская Н. С.

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины Гомель, Республика Беларусь t asha@)mail.ru

Рассмотрены результаты изучения сообществ с участием Ambrosia artemisiifolia L. в природно-антропогенных ландшафтах юго-востока Беларуси. Преобладающие типы местообитаний популяций A. artemisiifolia — обочины автомобильных дорог (70,9 %) и пустыри среди городской застройки (20,8 %). Выделены и описаны дериватные сообщества с участием A. artemisiifolia [Chenopodietea/Artemisietea], A. artemisiifolia [Chenopodietea] и A. artemisiifolia [Polygono arenastri-Poëtea annae]. Выяснены особенности спектра жизненных форм и эколого-ценотической структуры указанных сообществ. Сообщества A. artemisiifolia характеризуются высокой синантропизацией (61,6—73,7 %), преобладанием терофитов в спектре жизненных форм (38,5—69,2 %).

Ключевые слова: инвазия, чужеродные виды, Ambrosia artemisiifolia, растительные сообщества, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Ambrosia artemisiifolia L. является одним из наиболее опасных чужеродных растений, занесенных в Европу (Виноградова и др., 2009; Essl et al., 2009; Csontos et al., 2010; Pinke et al., 2011; Skálová et al., 2017). A. artemisiifolia – это однолетнее растение (терофит) высотой 20-150 см со стержневым корнем, проникающим на глубину до 4 м. Плодовитость – до 100 тысяч семян с одного растения. Жизнеспособность семян в почве - 40 лет. Родина -Северная Америка. Завезена в Европу в XIX веке. В настоящее время A. artemisiifolia распространена по всей Евразии, в Южной Америке, в Африке, в Австралии. Может заселять нарушенные местообитания: железнодорожные насыпи, пустыри, свалки, обочины автомобильных дорог, стройплощадки, берега рек, пастбища, обрабатываемые земли и т. д. (Essl et al., 2009; Виноградова и др., 2009). A. artemisiifolia наносит значительный ущерб сельскому хозяйству: засоряет все культуры, особенно зерновые и пропашные; на засоренных полях резко падает производительность сельскохозяйственной техники, ухудшается качество полевых работ и затрудняется уборка урожая. На лугах и пастбищах A. artemisiifolia вытесняет ценные кормовые травы, что ведет к снижению качества сена (вследствие содержания в ее листьях горьких эфирных масел скот амброзию не поедает). Пыльца амброзии содержит мощный аллерген, который может вызывать у населения массовые аллергические заболевания органов дыхания и глаз (Essl et al., 2009; Виноградова и др., 2009; Марьюшкина, 1986).

Значительную роль в распространении A. artemisiifolia играет банк семян в почвах. По данным опытов, этот банк составляет до 1000 и более семян на 1 м^2 (средняя всхожесть – 80 %). Для снижения банка семян в почвах рекомендуется использовать определенные режимы скашивания (Milakovic, Karrer, 2016). Указывается также, что скашивание травостоя на обочинах дорог может приводить к еще большему распространению A. artemisiifolia (Milakovic et al., 2014).

Сообщества A. artemisiifolia изучены на территории ряда европейских стран (Германия, Венгрия, Сербия и других). Так, в Германии A. artemisiifolia входит в состав сообществ, относящихся к двум классам – Stellarietea mediae и Artemisietea vulgaris, а также пионерных

сообществ на песках – Corynephoretum, Bromo-Corispermetum leptopteri (Brandes, Nitzsche, 2007).

В южноевропейских странах сообщества с *А. artemisiifolia* классифицированы как ассоциации Ambrosietum artemisiifoliae Viţălariu 1973 (Sîrbu, 2008), Odontito-Ambrosietum Jarolímek et al. 1997 (Šilc, 2002), Panico-Ambrosietum artemisiifoliae Vera Milošević 2008 (Milošević et al., 2008). Accoциация Ambrosietum artemisiifoliae занимает рудеральные местообитания вдоль железных дорог и синтаксономически привязана к порядку Опорогdetalia класса Artemisietea vulgaris (Sîrbu, 2008). Ассоциация Odontito-Ambrosietum наблюдается в разнообразных местообитаниях: берега рек, обочины дорог, поля, свалки, строительные пустыри – и также относится к классу Artemisietea vulgaris (Šilc, 2002). В Венгрии и Сербии сообщества амброзии выделены на обрабатываемых землях. В Венгрии – сообщество *Trifolia arvensis-Ambrosia artemisiifolia*, отнесенное к классу Stellarietea mediae (Pinke, 2000). В Сербии – Panico-Ambrosietum artemisiifoliae Vera Milošević 2008, которое также отнесено к классу Stellarietea mediae (Milošević et al., 2008).

В начале XXI века *А. artemisiifolia* продолжает расширять свой ареал и проникать в новые ландшафты. В настоящее время начинается инвазия *А. artemisiifolia* на территорию Беларуси. Внедрение *А. artemisiifolia* идет преимущественно со стороны Украины, где она представляет серьезную экологическую проблему уже десятки лет (Марьюшкина, 1986). Поскольку инвазия *А. artemisiifolia* только начинается, то растительные сообщества с доминированием данного вида практически не изучены.

Цель представляемой работы — изучение сообществ инвазии A. artemisiifolia в природно-антропогенных ландшафтах юго-востока Беларуси. Задачи исследований: изучение распространения A. artemisiifolia на территории района исследований; синтаксономическая классификация сообществ A. artemisiifolia; выяснение экологоценотических характеристик сообществ с доминированием A. artemisiifolia.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Район исследований находится на юго-востоке Беларуси (г. Гомель, Гомельский и Ветковский административные районы). Климатические особенности района исследований характеризуются следующими показателями: среднегодовая температура — +7.4 °C; средняя температура июля — +19.8 °C; средняя температура января — -4.5 °C; годовая сумма температур выше +10 °C — 2600°; среднегодовое количество осадков — 628 мм. По гидротермическим показателям территория относится к суббореальным гумидным (широколиственно-лесным) ландшафтам.

Для выявления местонахождений популяций A. artemisiifolia применялись маршрутные наблюдения. Изучение сообществ A. artemisiifolia выполнялось методом геоботанической съемки на пробных площадках (размер площадок -10–25 м²). Проективное покрытие определяли по 5-балльной шкале: (+) — менее 1 %; 1 — менее 5 %; 2 — 6–15 %; 3 — 16–25 %; 4 — 26–50 %; 5 — более 50 %. Геоботанические описания сводили в фитоценологические таблицы и для каждого вида устанавливали класс постоянства: I — менее 20 %; II — 21–40 %; III — 41–60 %; IV — 61–80 %; V — 81–100 % (Миркин, Наумова 1998). При обработке материалов применялся эколого-флористический метод Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964; Миркин, Наумова, 1998; Миркин и др., 2002; Миркин, Наумова, 2014;). При классификации сообществ — дедуктивный метод Копечки — Гейны (Кореčку, Нејпу, 1974).

Названия растений приведены по сводке С. К. Черепанова (Черепанов, 1975).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На территории юга Беларуси проблема инвазий чужеродных видов существенно обострилась в 2010 годах. Так, например, повторными геоботаническими съемками зафиксировано вторжение Solidago canadensis L. в различные местообитания, ведущее к нарушению различных экологических процессов, в том числе восстановительных сукцессий

(Gusev, 2015, 2017; Гусев, 2017; Гусев, Шпилевская, 2017). Начинается агрессивное распространение еще одного североамериканского инвайдера – *A. artemisiifolia*.

Исследования на территории Гомеля и Гомельского района в 2016—2017 годах выявили 24 местонахождения *А. artemisiifolia* (54,2 % – в пределах города, 45,8 % – вне города). *А. artemisiifolia* была обнаружена на обочинах автомобильных дорог (70,9 % местонахождений популяций); на пустырях среди городской застройки (20,8 %); на железных дорогах (8,3 %). Сообщества с доминированием *А. artemisiifolia* на территории района исследований занимают площади от нескольких десятков м² до 0,5 га (всего – 1,2 га).

Описано 6 сообществ с *A. artemisiifolia*, из которых 4 приурочено к обочинам автомобильных дорог, а 2 – к пустырям (табл. 1). Сообщества *Ambrosia artemisiifolia* представляют собой начальные стадии восстановительных сукцессий в техногенных местообитаниях, характеризующихся умеренной или недостаточной влажностью и песчаносупесчаным составом эдафотопа.

Для классификации этих фитоценозов целесообразно применить метод Копечки — Гейны (Миркин, Наумова, 2014). Этот метод широко используется для классификации синантропных сообществ с достаточно неопределенным видовым составом и высоким участием эвритопных видов. Согласно этому методу выделяются сообщества, которые подчиняются непосредственно классы (порядку, союзу) на основе представленности диагностических видов высших единиц. Различают базальные сообщества (Б. с.), которые сформированы «своим» доминантом, и дериватные (Д. с.), доминант которых — представитель «чужого» синтаксона или чужеродный вид. Сообщества, в которых доминируют чужеродные виды, относят к дериватным сообществам. По представленности диагностических видов такие сообщества синтаксономически подчиняют непосредственно тому или иному классу (порядку, союзу).

Таблица 1 Экотопы и местонахождения сообщества с участием Ambrosia artemisiifolia

No	Местообитание	Местонахождение	Название сообщества
1	Строительный пустырь среди коттеджной застройки, улица Ручьевая; супесчано-песчаный грунт	52°21'30.49"C 31° 0'17.17"B	Ambrosia artemisiifolia [Chenopodietea/ Artemisietea]
2	Обочина автомобильной дороги Р- 150, грунт – супесь, гравий	52°20'58.09"C 31° 1'40.92"B	Ambrosia artemisiifolia [Polygono arenastri-Poëtea annae]
3	Обочина автомобильной дороги Р- 150, улица Кристалловская; песчано- супесчаный с гравием грунт	52°21'1.09"C 31° 1'3.94"B	Ambrosia artemisiifolia [Polygono arenastri-Poëtea annae]
4	Пустырь со складированным почвогрунтом вблизи авторынка «Осовцы»	52°23'11.93"C 30°55'12.67"B	Ambrosia artemisiifolia- Cyclachaena xanthiifolia [Chenopodietea]
5	Обочина автомобильной дороги М-10	52°22'54.54"C 30°48'5.17"B	Ambrosia artemisiifolia [Polygono arenastri-Poëtea annae]
6	Перекресток автомобильных дорог M-10 и E95	52°23'15.23"C 30°49'30.78"B	Ambrosia artemisiifolia [Polygono arenastri-Poëtea annae]

В изученных нами сообществах присутствуют виды разных классов растительности по эколого-флористической классификации Браун-Бланке:

Chenopodietea Br.-Bl. 1952 em. Lohm. J. et R.Tx. 1961 ex Matusz. 1962;

Artemisietea vulgaris Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951;

Polygono arenastri-Poëtea annae Rivaz-Martinez 1975 corr. Rivas-Martinez 1991;

Molinio-Arrhenatheretea R. Tx. 1937.

Синтаксономически сообщества A. artemisiifolia на пустырях могут быть отнесены сразу к двум классам — Chenopodietea и Artemisietea vulgaris (сообщество 1 в таблице 2) или к классу Chenopodietea (сообщество 4 в таблице 2). Здесь примерно в равной мере присутствуют диагностические виды этих двух классов. В качестве содоминантов присутствуют Artemisia vulgaris L. (сообщество 1), Cyclachaena xanthiifolia (Nutt.) Fresen., Chenopodium album L., Setaria pumila (Poir.) Schult. (сообщество 4).

С помощью метода Копечки – Гейны эти сообщества *Ambrosia artemisiifolia* были синтаксономически определены как:

дериватное сообщество A. artemisiifolia [Chenopodietea/Artemisietea];

дериватное сообщество A. artemisiifolia [Chenopodietea].

Сообщество A. artemisiifolia обочин дорог могут быть отнесены к классу Polygono arenastri-Роёtea annae, поскольку здесь хорошо представлены виды данного класса (Polygonum aviculare L., Amoria repens [L.] C. Presl, Plantago major L., Poa annua L. и другие). В сообществах 5 и 6 в качестве содоминанта Ambrosia artemisiifolia выступает Polygonum aviculare L. (табл. 2). Такие сообщества были нами классифицированы как дериватное сообщество A. artemisiifolia [Polygono arenastri-Poëtea annae].

Таблица 2 Сообщества с доминированием Ambrosia artemisiifolia, встречающихся в природноантропогенных ландшафтах юго-востока Беларуси

	Сообщества							
Виды	1	2	3	4	5	6		
Число видов	26	19	19	26	16	13		
Число описаний	5	5	5	5	5	5		
Общее проективное покрытие, %	66,0	38,0	46,0	70,0	50,0	33,0		
Диагностические виды сообщества <i>Amb</i>	,	,		, 0,0	20,0	22,0		
Ambrosia artemisiifolia L.	V ⁴⁻⁵	V^{3-4}	V^{4-5}	V^{2-4}	V^{3-4}	V^{2-4}		
Диагностические виды класса Сhе	enopodi	etea*	<u> </u>		•			
Amaranthus retroflexus L.	-	_	_	IV	_	_		
Chenopodium album L.	III	IV	II	V ¹⁻²	I	II		
Fallopia convolvulus (L.) A. Love	-	-	-	II	-	-		
Conyza canadensis (L.) Cronquist	IV	_	T	I	_	V		
Cyclachaena xanthiifolia (Nutt.) Fresen.		_	_	V^{2-4}	_			
Digitaria ischaemum (Schreb.) H.L. Muhl.	<u> </u>	_	T	· _	-	IV		
Echinochloa crusgalli (L.) P. Beauv.	_	II	_	IV	_	-		
Lactuca serriola L.	II	-	_	II		_		
Plantago arenaria Waldst. & Kit.	-	II	_	I		III		
Salsola kali L.	II	-	_	-	_	-		
Setaria pumila (Poir.) Schult.	I	III	III	V^{1-2}	II	IV		
Sisymbrium officinale (L.) Scop.	I	111	111	V	11	1 V		
Tripleurospermum perforatum (Merat) M. Lainz	1	_	_					
Диагностические виды класса Artem	isietea 1	zuloarie		_	_	_		
Arctium lappa L.	II	vuigai i:	, 	_				
Artemisia vulgaris L.	V^{1-4}	I			I			
Berteroa incana (L.) DC.	II	1	II	Ī	1	-		
Cichorium intybus L.	- 11	II	11	1	-	-		
Daucus carota L.	I	-	-			_		
Echium vulgare L.	I	-	- II	- II	-	-		
	III	-	II	II	-	-		
Convolvulus arvensis L.		-	I	II	-	-		
Elytrigia repens (L.) Nevski	I	-			-	-		
Melandrium album (Mill.) Garcke	II	т	т	I	т	-		
Melilotus albus Medikus	-	I	I	I	I	-		
Oenothera biennis L.	III	I	II	II	-	-		
Tanacetum vulgare L.	1 1	- D "'	-	-	-	-		
Диагностические виды класса Polygono ar	enastri-	-Poetea	annae					
Amoria repens (L.) C. Presl	-	-	-	-	-	-		
Lepidium ruderale L.	-	-	-	-	-	-		
Lepidotheca suaveolens (Pursh) Nutt.	-	-	-	-	-	-		
Plantago major L.	-	-	-	-	-	-		
Poa annua L.	-	-	-	-	-	-		
Polygonum aviculare L.	<u> </u>	-		-	-	-		
Taraxacum officinale F.H. Wigg.	<u> </u>		-	-	-	-		
Диагностические виды класса Molinio					ı			
Achillea millefolium L.	III	II	II	-	II	I		

Продолжение табл. 2

D	Сообщества							
Виды	1	2	3	4	5	6		
Medicago lupulina L.	-	I	II	-	I	III		
Vicia cracca L.	I	-	-	-	-	-		
Прочие виды								
Artemisia campestris L.	III	IV	I	IV	-	I		
Phalacroloma annuum (L.) Dumort.	IV	-	-	-	-	-		
Helichrysum arenarium (L.) Moench	I	-	-	-	-	-		
Echinocystis lobata (Michx.) Torr. & A. Gray	-	-	-	I	-	-		
Potentilla argentea L.	-	I	-	-	-	-		
Solidago canadensis L.	-	-	-	III	-	-		
Trifolium arvense L.	II	III	I	-	V^{1-2}	-		
Acer negundo L.	-	-	-	I	-	-		
Leontodon autumnalis L.	-	-	-	-	II	-		
Atriplex tatarica L.	-	-	-	-	-	II		
Urtica dioica L.	-	-	-	I	-	-		
Portulaca oleracea L.	-	-	-	I	-	-		

^{*} Здесь и далее в диагностические виды классов включены и диагностические виды входящих в них порядков и союзов.

Полученные данные не противоречат выводам Л. М. Абрамовой (Абрамова, 2011), которая указывает, что представители рода *Ambrosia* внедряются в самые разнообразные синантропные и естественные фитоценозы и могут становиться ценозообразователями во многих типах растительных сообществ.

Флора описанных сообществ *A. artemisiifolia* включает 48 видов сосудистых растений. Преобладают сложноцветные (17 видов, или 35,4 %), злаки (5 видов, или 10,4 %) и бобовые (5 видов, или 10,4 %). В изученных сообществах встречаются также другие чужеродные виды: *Amaranthus retroflexus* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronqist, *C. xanthiifolia*, *Oenothera biennis* L. и другие (всего 12 видов, или 25 % от всего их числа).

Выделенные сообщества *А. artemisiifolia* имеют следующие особенности (табл. 3). Все эти фитоценозы имеют схожий спектр жизненных форм, в котором преобладают терофиты (38,5–69,2 % всех видов) и гемикриптофиты (15,4–47,4 %). Присутствуют также гемитерофиты, в меньшей степени геофиты и фанерофиты (табл. 3).

В составе резко преобладают синантропные виды растений (классы Chenopodietea, Artemisietea, Polygono arenastri–Poëtea annae), которые составляют 61,6–73,7 % от общего числа видов.

Таблица 3 Эколого-ценотическая характеристика сообществ Ambrosia artemisiifolia (% от общего числа видов)

Показатель		Сообщество								
Показатель	1	2	3	4	5	6				
Спект	гр жизненн	ных форм								
Терофиты	38,5	42,1	47,4	61,5	50,0	69,2				
Гемитерофиты	19,2	10,5	15,8	15,4	12,5	0				
Геофиты	7,7	0,0	10,5	3,8	0	0				
Гемикриптофиты	34,6	47,4	26,3	15,4	37,5	30,8				
Фанерофиты	0,0	0,0	0,0	3,8	0	0				
Фитосог	циологиче	ский спект	гр							
Chenopodietea	26,9	21,1	21,1	38,5	12,5	38,5				
Artemisietea vulgaris	34,6	21,1	26,3	26,9	12,5	0				
Polygono arenastri–Poëtea annae	11,5	26,3	26,3	7,7	37,5	23,1				
Molinio-Arrhenatheretea	7,7	10,5	10,5	0	12,5	15,4				

выводы

Таким образом, установлены следующие закономерности распространения *A. artemisiifolia* в условиях природно-антропогенных ландшафтов юго-востока Беларуси:

- преобладающие типы местообитаний популяций A. artemisiifolia обочины автомобильных дорог (70,9 %) и пустыри среди городской застройки (20,8 %);
- сообщества с доминированием A. artemisiifolia синтаксономически классифицированы как дериватные сообщества A. artemisiifolia [Chenopodietea/Artemisietea], A. artemisiifolia [Chenopodietea] и A. artemisiifolia [Polygono arenastri—Poëtea annae];
- сообщества A. artemisiifolia характеризуются высокой синантропизацией (61,6–73,7 % видов в их составе синантропные); преобладанием терофитов (38,5–69,2 % всех видов) и гемикриптофитов (15,4–47,4 %) в спектре жизненных форм.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований.

Список литературы

Абрамова Л. М. Классификация сообществ с участием инвазивных видов. І. Сообщества с участием видов из рода Ambrosia L. // Растительность России. -2011. -№ 19. - С. 3–29.

Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). – М.: ГЕОС, 2009. – 494 с.

Гусев А. П. Вторжение золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) в антропогенные ландшафты Беларуси // Российский журнал биологических инвазий. -2017. -№ 4. - C. 28–35.

Гусев А. П., Шпилевская Н. С. Воздействие вторжения золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) на растительное биоразнообразие в условиях ландшафтов Беларуси // Биосфера. – 2017. – № 4. – С. 300–305.

Марьюшкина В. Я. Амброзия полынолистная и основы биологической борьбы с ней. – Киев: Наукова думка, 1986. – 120 с.

Миркин Б. М., Наумова Л. Г История и концептуальные установки классификации растительных сообществ с использованием подхода Браун-Бланке // Lethaea rossica. – 2014. – Т. 9. – С. 21–34.

Миркин Б. М., Наумова Л. Г Наука о растительности. – Уфа: Гилем, 1998. – 412 с.

Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И. Современная наука о растительности. – М.: Логос, 2002. – 264 с.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.

Brandes D., Nitzsche J. Verbreitung, Ökologie und Soziologie von *Ambrosia artemisiifolia* L. in Mitteleuropa // Tuexenia. – 2007. – Vol. 27. – P. 167–194.

Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. - Wien-New York: Springer-Verlag, 1964. - 865 S.

Csontos P., Vitalos M., Barina Z., Kiss L. Early distribution and spread of *Ambrosia artemisiifolia* in Central and Eastern Europe // Botanica Helvetica. – 2010. – Vol. 120. – P. 75–78.

Essl F., Dullinger S., Kleinbauer I. Changes in the spatio-temporal patterns and habitat preferences of *Ambrosia artemisiifolia* during its invasion of Austria // Preslia. – 2009. – Vol. 81. – P. 119–133.

Gusev A. P. Inhibition of Restorative Succession by Invasive Plant Species: Examples from Southeastern Belarus // Rus. J. of Ecology. – 2017. – Vol. 48, N 4. – P. 321–325.

Gusev A. P. The Impact of Invasive Canadian Goldenrod (*Solidago canadensis* L.) on Regenerative Succession in Old Fields (the Southeast of Belarus) // Rus. J. of Biological Invasions. – 2015. – Vol. 6, N 2. – P. 74–77.

Kopečky K., Hejny S. A new approach to the classification of anthropogenic plant communities // Vegetatio. – 1974. – Vol. 29, N 1. – P. 17–20.

Milakovic I., Fiedler K., Karrer G. Management of roadside populations of invasive *Ambrosia artemisiifolia* by mowing // Weed Research. – 2014. – Vol. 54. – P. 256–264.

Milakovic I., Karrer G. The influence of mowing regime on the soil seed bank of the invasive plant *Ambrosia artemisiifolia* L. // NeoBiota. – 2016. – Vol. 28. – P. 39–49.

Milošević V., Stepić R., Nikolić L., Ljevnaić B. Biološki spektri korovskih fitocenoza okopavina i strnih žita severozapadne Srbije // Acta herbologica. – 2008. – Vol. 17 (1). – P. 37–41.

Pinke G. Die Ackerwildkraut-Gesellschaften extensiv bewirtschafteter Felder in der Kleinen Ungarischen Tiefebene // Tuexenia. – 2000. – Vol. 20. – P.335–364.

Pinke G., Karácsony P., Czúcz B., Botta-Dukát Z. Environmental and land-use variables determining the abundance of *Ambrosia artemisiifolia* in arable fields in Hungary // Preslia. – 2011. – Vol. 83. – P. 219–235.

Šilc U. *Odontito-Ambrosietum* Jarolímek et al. 1997 – a ruderal association new to Slovenia // Acta Bot. Croat. – 2002. – Vol. 61 (2). – P. 179–198.

Sîrbu C. Chorological and phytocoenological aspects regarding the invasion of some alien plants, on the Romanian territory // Acta Horti Bot. Bucurest. – 2008. – Vol. 35. – P.60–68.

Skálová H., Guo W. Y., Wild J., Pyšek P. *Ambrosia artemisiifolia* in the Czech Republic: history of invasion, current distribution and prediction of future spread // Preslia. – 2017. – Vol. 89. – P. 1–16.

Gusev A. P., Shpilevskaya N. S. Features of communities with *Ambrosia artemisiifolia* in landscapes of the southeast of Belarus // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 34–40.

Results of studying of communities *Ambrosia artemisiifolia* L. in natural and anthropogenous landscapes of the southeast of Belarus are given. Prevailing types of habitats of populations *A. artemisiifolia*: roadsides of highways (70,9%) and waste grounds among city building (20,8%). Are allocated derivate communities *A. artemisiifolia* [Chenopodietea/Artemisietea], *A. artemisiifolia* [Chenopodietea] in *A. artemisiifolia* [Polygono arenastri–Poëtea annae]. Features of a the spectrum of life forms and ecological and cenotic structures of the specified communities are found out. Communities *A. artemisiifolia* high synanthropization (61,6–73,7%), prevalence terophyte in a spectrum of vital life forms (38,5–69,2%) are characterized.

Key words: invasion, aliens species, Ambrosia artemisiifolia, plant community, Belarus.

Поступила в редакцию 10.05.18

УДК 582.28(477.75)

Фитотрофная паразитическая микобиота памятника природы «Агармышский лес» (Республика Крым)

Кравчук Е. А., Просянникова И. Б., Репецкая А. И., Кадочникова В. И.

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского Симферополь, Республика Крым, Россия disa005@mail.ru, aphanisomenon@mail.ru

Обнаружено 46 видов грибов и грибоподобных организмов из 14 родов, 5 семейств, 4 порядков, принадлежащих к трем отделам грибов и грибоподобных организмов. Выявлено 13 видов грибов – паразитов растений, впервые зафиксированных на территории Предгорного Крыма, и 2 вида – впервые зафиксированных в Крыму. Обнаружены виды грибов-паразитов, которые в границах своего традиционного ареала прежде были связаны с другими питающими растениями и ранее на территории Крыма не встречались. Фитотрофные микромицеты зарегистрированы на представителях 24 семейств покрытосеменных растений, причем наибольшее количество видов грибов приходится на питающие растения из семейств Аріасеае и Fabaceae, что составляет 26 % от общего количества обнаруженных видов грибов-паразитов.

Ключевые слова: фитотрофные паразитические грибы, аннотированный список, памятник природы «Агармышский лес», Предгорный Крым.

ВВЕДЕНИЕ

На фоне продолжающейся антропогенной трансформации биосферы все большую актуальность приобретают проблемы рационального использования, сохранения и возобновления биологических ресурсов. Одной из групп организмов, ресурсный потенциал и видовой состав которых остаются малоизученными, являются грибы. Выявление биоразнообразия, распространения, экологических и функциональных характеристик микромицетов способствует выяснению особенностей механизма круговорота веществ и энергии в экосистемах. Облигатно-паразитные грибы являются неотъемлемым компонентом любого биоценоза, и инвентаризация их видового состава представляется весьма актуальной задачей в рамках стратегии сохранения биологического разнообразия. В связи с тем, что для каждого флористического района характерна своя микобиота, которая меняется благодаря миграциям грибов, необходимы периодические обследования конкретных территорий с целью выявления новых или малоизученных возбудителей болезней растений. Особо охраняемые природные территории (ООПТ) в этом отношении заслуживают повышенного внимания, поскольку слабонарушенные растительные сообщества заказников и природных парков могут служить эталоном природных биоценозов. Кроме того, изучение и инвентаризация всех компонентов биоты охраняемых территорий являются необходимой основой мониторинга экосистем и разработки наиболее эффективных методов для их

Предгорная зона Крыма отличается тем, что на ее территории нет крупных заповедных объектов, при этом регион изобилует большим количеством заказников, природных парков и заповедных урочищ. Одним из таких объектов является памятник природы регионального значения «Агармышский лес» площадью 40 га, расположенный на одноименном горном массиве, в восточной части главной гряды Крымских гор, недалеко от города Старый Крым (Старокрымское лесничество, кварталы 13, 17 Старокрымского ГЛОХ) (рис. 1). Памятник природы взят под охрану в 1975 году (http://oopt.aari.ru/oopt/Агармышский-лес).

С геологической точки зрения горный массив Агармыш представляет собой яйлинский останцевый хребет, расположенный обособленно от основного массива гряды Крымских гор в ее восточной части в окрестностях г. Старый Крым, протяженностью около 8 км с юго-

запада на северо-восток. Он состоит из Большого Агармыша высотой 722 м и Малого Агармыша высотой 664 м, находящегося к северо-западу от Большого и отделенного от него котловиной Волчий Яр и Сычевой балкой. В состав хребта входят более низкие по высоте горы Фонтальная, Шпиль, Яман-Таш, Боченки, Голый, или Лысый, Агармыш. Основание хребта находится на высоте 350–400 м н. у. м. Общая площадь массива — около 38 км² (Каменских, 2009).

По площади 70 % массива Агармыш занимают леса, приуроченные к пологой нижней части юго-восточного макросклона на высотах 400–530 м н. у. м., которые поднимаются по балкам до 560–580 м н. у. м. (Каменских, 2009). В нижнем поясе памятника природы преобладают Quercus pubescens Willd., Fraxinus excelsior L., Carpinus betulus L. Подлесок представлен Carpinus orientalis Miller., Cornus mas L., Corylus avellana L., Paliurus spinachristi Mill., Pyrus elaeagrifolia Pall. и видами рода Sorbus. Выше растет высокоствольный, преимущественно буковый лес. Основные породы: бук лесной (Fagus sylvatica L.), граб восточный (С. orientalis), дуб пушистый (Q. pubescens) и дуб скальный (Quercus petraea Liebl.) (Ена и др., 2004).



Рис. 1. Памятник природы «Агармышский лес»

В 2017 году было проведено исследование ландшафтно-экологической структуры горного массива Агармыш методом маршрутного ландшафтного и геоботанического обследования территории (Смирнов и др., 2017).

В микологическом отношении «Агармышский лес» изучен слабо, при этом паразитическая микобиота не исследовалась вовсе. В связи с этим целью нашей работы явилось изучение видового состава фитотрофных облигатно-паразитных микромицетов данной ООПТ.

Следует отметить, что активная хозяйственная деятельность в крымском предгорье, в особенности устройство крупных карьеров по добыче строительного камня, ведет к уничтожению в этих местах растительности, к нарушению естественных ландшафтов. У подножия горы Лысый Агармыш расположены карьер и небольшой завод по производству асфальта, деятельность которых постепенно «съедает» гору и наносит ущерб природному комплексу Агармыша (рис. 2).





Рис. 2. Карьер (A) и завод по производству асфальта (Б) у подножия горы Лысый Агармыш

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор гербарных образцов растений, пораженных паразитическими микромицетами, проводился в вегетационные сезоны 2011, 2012 и 2017 годов. Собранные образцы гербаризировались с составлением стандартных этикеток и обрабатывались по общепринятой методике (Основные методы..., 1974). Идентификацию образцов грибов и грибоподобных организмов проводили при помощи микроскопа Микромед 3 Professional и стереомикроскопа МС-2-ZOOM с использованием отечественных и зарубежных определителей (Морочковский с соавт., 1971; Купревич, Ульянищев, 1975; Ульянищев, 1978; Гелюта, 1989; Каратыгин, Азбукина, 1989; Азбукина, 2015). Видовые названия грибов и сокращения фамилий авторов приведены согласно международной базе данных Index Fungorum (http://www.indexfungorum.org/). Видовые названия питающих растений представлены согласно международной сводке The Plant List (http://www.theplantlist.org/).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате камеральной обработки материала выявлено 46 видов облигатнопаразитных микромицетов, относящихся к 14 родам из 5 семейств, 4 порядков и 3 отделов грибов и грибоподобных организмов.

Порядок Peronosporales представлен 2 видами из рода *Peronospora* Corda, обнаруженных на 2 видах высших растений из 2 семейств (Ranunculaceae, Violaceae).

К порядку Erysiphales относится 22 вида из 5 родов: Erysiphe R. Hedw. ex DC. – 11 видов, Golovinomyces (U. Braun) V. P. Heluta, Neoerysiphe U. Braun и Phyllactinia Lév. – по 2 вида, Blumeria Golovin ex Speer, Podosphaera Kunze и Sawadaea Miyabe – по 1 виду. Мучнисторосяные грибы зарегистрированы на 30 видах высших растений из 17 семейств. По 4 вида принадлежит семействам Аріасеае, Fabacae и Lamiaceae, остальные 13 семейств представлены 1–2 видами.

Порядок Uredinales представлен 21 видом из 4 родов: доминирующим по количеству видов является род *Puccinia* Pers. – 15 видов, *Uromyces* (Link) Unger – 3, *Phragmidium* Link – 2, *Gymnosporangium* R. Hedw. ex DC. – 1 вид. Ржавчинные грибы найдены на 22 видах растений-хозяев из 11 семейств. Наибольшее количество пораженных видов растений относится к семейству Аріасеае – 6, остальные 10 семейств высших растений представлены 1–3 видами.

Порядок Ustilaginales представлен только 1 видом – Schizonella melanogramma (DC.) J. Schröt. на Carex sp. (Сурегасеае) (рис. 3).

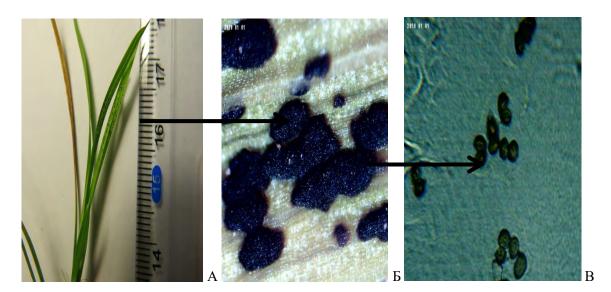


Рис. 3. Головневый гриб *Shizonella melanogramma* (DC.) Schroet. на листьях *Carex* sp. A – внешний вид пораженного растения; B – спороношение гриба *Sh. melanogramma* (увел. $40\times$); B – устоспоры (увел. $400\times$).

Некоторые из зарегистрированных видов грибов являются новыми для Предгорного Крыма. Так, например, виды *Peronospora ranunculi*, *Erysiphe aquilegiae*, *Erysiphe pisi*, *Erysiphe tortillis*, *Erysiphe trifolii*, *Golovinomyces verbasci*, *Neoerysiphe galii*, *Puccinia dictyoderma*, *Puccinia lapsanae*, *Puccinia physospermi*, *Puccinia poarum*, *Puccinia punctata*, *Uromyces geranii* являются новыми для региона исследований (Дудка с соавт., 2004с, часть этих видов были ранее обнаружены авторами данной статьи в других ООПТ Предгорья (Просянникова с соавт., 2009; Дзюненко, Просянникова, 2013; Просянникова, Горковенко, 2015; Просянникова с соавт., 2016). А такие виды, как *Peronospora violae* и *Puccinia sessilis*, впервые зарегистрированы нами в Крыму.

Данные о распределении видов паразитических микромицетов по видам и семействам питающих растений обобщены в таблице 1.

 Таблица 1

 Распределение фитотрофных микромицетов, обнаруженных на территории памятника природы «Агармышский лес», по видам и семействам питающих растений

Семейство	Количество	Количество Семейство I		Количество	Количество
питающих	пораженных	видов	питающих	пораженных	видов
растений	видов	микромицетов	растений	видов	микромицетов
	питающих			питающих	
	растений			растений	
Apiaceae	8	7	Oleaceae	1	1
Asparagaceae	2	2	Plantaginaceae	1	1
Asteraceae	3	3	Poaceae	3	3
Berberidaceae	1	2	Polygonaceae	1	1
Betulaceae	2	1	Ranunculaceae	1	2
Brassicaceae	1	1	Rhamnaceae	1	1
Cornaceae	2	2	Rosaceae	3	3
Cyperaceae	2	2	Rubiaceae	2	2
Fabaceae	5	5	Sapindaceae	1	1
Fagaceae	2	1	Scrophulariaceae	1	1
Geraniaceae	1	1	Ulmaceae	1	1
Lamiaceae	3	2	Violaceae	1	1

Как видно из таблицы 1, максимальное количество облигатно-паразитных фитотрофных микромицетов отмечено на представителях семейства Аріасеае — 7 видов. 5 видов зарегистрировано на представителях семейства Fabaceae. На остальных семействах — от 1 до 3 видов. Следует отметить, что на нескольких видах растений зарегистрированы облигатные паразиты из разных порядков. Так, на Ranunculus constantinopolitanus отмечена как мучнистая роса Erysiphe aquilegiae, так и ложная мучнистая роса Peronospora ranunculi. Elymus repens поражается и мучнистой росой (Blumeria graminis), и ржавчиной (Puccinia graminis). На Berberis vulgaris зарегистрированы Erysiphe berberidis из семейства Егузірнасеае и Puccinia graminis из семейства Риссіпіасеае, для которого барбарис является промежуточным хозяином. На Chaerophyllum bulbosum отмечены Erysiphe heraclei (Егузірнасеае) и Puccinia chaerophylli (Pucciniaceae), причем оба вида сосуществуют на одном и том же растении.

Ряд зарегистрированных видов питающих растений приводится впервые для Крыма. Это такие виды, как Smyrnium perfoliatum для Erysiphe heraclei, Clinopodium vulgare для Neoerysiphe galeopsidis, Plantago media для Podosphaera plantaginis, Potentilla astracanica для Phragmidium potentillae, Scilla siberica для Uromyces muscari и Lathyrus nissolia для Uromyces viciae-fabae.

Ниже приведен аннотированный список видов фитопатогенных микромицетов, зарегистрированных на исследуемой территории.

Chromista, Oomycota, Peronosporea, Peronosporidae, Peronosporales, Peronosporaceae *Peronospora ranunculi* Gäum.

на Ranunculus constantinopolitanus (DC.) d'Urv., 29.05.2011, поляна в буковом лесу.

Peronospora violae de Bary

на Viola arvensis Murray, 29.05.2011, дубово-грабовый лес.

Fungi, Ascomycota, Pezizomycotina, Leotiomycetes, Erysiphales, Erysiphaceae *Blumeria graminis* (DC.) Speer

на Dactylis glomerata L., 10.07.2011; 9.10.2011, 18.07.2017, опушка дубово-грабового леса; на Elymus repens (L.) Gould., 29.05.2011, 22.05.2017, опушка дубово-грабового леса.

Erysiphe aquilegiae DC.

на Ranunculus constantinopolitanus (DC.) d'Urv., 20.05.2012, 22.05.2017, поляна в буковом лесу.

Erysiphe alphitoides (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam.

на *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., 9.10.2011; на *Quercus pubescens* Willd., 10.07.2011, 9.10.2011, 18.07.2017, дубово-грабовый лес.

Erysiphe astragali (DC.)

на Astragalus glycyphyllos L., 10.07.2011, 09.10.2011, 18.07.2017, дубово-грабовый лес.

Erysiphe berberidis (DC.)

на Berberis vulgaris L. 4.08.2012, дубово-грабовый лес.

Ervsiphe clandestina Biv.

на *Ulmus laevis* Pall., 10.07.2011, дубово-грабовый лес.

Erysiphe cruciferarum Opiz ex L. Junell

на *Alliaria petiolata* (M.Bieb.) Cavara & Grande, 10.07.2011, 18.07.2017, дубово-пушистый лес.

Erysiphe heraclei DC.

на Anthriscus sylvestris (L.) Hoffm., 10.07.2011, 18.07.2017, дубово-грабовый лес; на Chaerophyllum bulbosum L., 20.05.2012, дубово-грабовый лес; на Smyrnium perfoliatum L., 20.05.2012, дубово-грабовый лес; на Tordylium maximum L., 10.07.2011, буково-грабовый лес.

Erysiphe pisi DC.

на Vicia cassubica L., 3.06.2012, 18.06.2017, поляна в лесу.

Erysiphe polygoni DC.

на *Polygonum aviculare* L., 10.07.2011, 04.08.2012, дубово-грабовый лес.

Erysiphe tortilis (Wallr.) Link

на Cornus sanguinea L., 9.10.2011, дубово-грабовый лес.

Erysiphe trifolii Grev.

на *Trifolium arvense* L., 4.08.2012, поляна в дубово-грабовом лесу.

Golovinomyces cichoracearum (DC.) V.P. Heluta

на Lactuca quercina L., 10.07.2011, 18.07.2017, дубово-грабовый лес.

Golovinomyces verbasci (Jacz.) V.P. Heluta

на Verbascum sp., 10.07.2011, 18.06.2017, поляна в лесу.

Neoerysiphe galeopsidis (DC.) U. Braun

на *Clinopodium vulgare* L., 10.07.2011; на *Lamium purpureum* L., 29.05.2011, 10.07.2011, 9.10.2011, 18.07.2017, дубово-грабовый лес.

Neoerysiphe galii (S. Blumer) U. Braun

на Galium aparine L., 10.07.2011, 18.07.2017, дубово-грабовый лес.

Odium sp.

на Prunella vulgaris L., 10.07.2011, 18.06.2017, дубово-ясеневый лес.

Phyllactinia guttata (Wallr.) Lev.

на *Carpinus betulus* L., 9.10.2011, 4.08.2012; дубово-грабовый лес; на *Corylus avellana* L., 9.10.2011, дубово-грабовый лес; на *Cornus mas* L., 9.10.2011, дубово-грабовый лес.

Phyllactinia fraxini (DC.) Fuss

на Fraxinus excelsior L., 9.10.2011, дубово-грабовый лес.

Podosphaera plantaginis (Castagne) U. Braun & S. Takam.

на *Plantago media* L., 10.07.2011, сухой склон.

Pseudoidium sp.

на Securigera varia (L.) Lassen., 10.07.2011, сухой склон на вершине горы.

Sawadaea bicornis (Wallr.) Homma

на Acer campestre L., 9.10.2011, дубово-грабовый лес.

Fungi, Basidiomycota, Pucciniomycetes, Pucciniales, Pucciniaceae

Gymnosporangium confusum Plowr.

на Crataegus sp., 29.05.2011, 22.05.2017, опушка дубово-пушистого леса.

Puccinia bupleuri (Opiz) F. Rudolphi

на *Bupleurum rotundifolium* L., 29.05.2011, 10.07.2011, 22.05.2017, сухой склон на вершине горы.

Puccinia calcitrapae DC.

на Cirsium vulgare (Savi) Ten., 10.07.2011, обочина дороги.

Puccinia caricina DC.

на Carex polyphylla Kar. & Kir., 10.07.2011, 18.07.2017, опушка дубово-пушистого леса.

Puccinia chaerophylli Purton

Ha Chaerophyllum bulbosum L., 20.05.2012, дубово-грабовый лес.

Puccinia coronata Corda

на *Rhamnus cathartica* L., 29.05.2011, 22.05.2017, сухой склон на вершине горы.

Puccinia dictyoderma Lindr.

На Smyrnium perfoliatum L., 29.05.2011, 20.05.2012, дубово-грабовый лес.

Puccinia falcariae Fuckel

на Falcaria vulgaris Bernh., 29.05.2011; 28.09.2011, поляна в лесу.

Puccinia graminis Pers.

на *Elymus repens* (L.) Gould, 10.07.2011; 17.08.2011, опушка дубово-пушистого леса; на *Berberis vulgaris* L., 29.05.2011, 22.05.2017, дубово-пушистый лес.

Puccinia lapsanae Fuckel

на *Lapsana communis* subsp. *intermedia* (M.Bieb.) Hayek, 29.05.2011, 10.07.2011, 20.05.2012, 22.05.2017, дубово-грабовый лес.

Puccinia physospermi Pass.

на *Physospermum cornubiense* (L.) DC., 29.05.2011, 22.05.2017, дубово-пушистый лес.

Puccinia poarum Nielsen

на *Poa pratensis* L., 29.05.2011, 22.05.2017, поляна в лесу.

Puccinia punctata Link

на Galium mollugo L., 29.05.2011, 22.05.2017, поляна в лесу.

Puccinia sessilis J. Schröt

на Leopoldia comosa (L.) Parl., 29.05.2011, 22.05.2017, опушка дубово-пушистого леса.

Puccinia sileris W. Voss

на *Laser trilobum* (L.) Borkh, 29.05.2011, 10.07.2011, 9.10.2011, опушка дубово-пушистого леса.

Puccinia violae (Schumach.) DC.

на *Viola* sp., 29.05.2011, поляна в лесу.

Uromyces geranii (DC.) G.H. Otth & Wartm.

на *Geranium columbinum* L., 29.05.2011, дубово-грабовый лес.

Uromyces muscari Lév.

на Scilla siberica Haw., 2.05.2011, буковый лес (рис. 4).

Uromyces viciae-fabae (Pers.) J. Schröt.

на Lathyrus nissolia L., 10.07.2011, дубово-грабовый лес.

Phragmidiaceae

Phragmidium mucronatum (Pers.) Schltdl.

на *Rosa canina* L., 29.05.2011; 10.07.2011, опушка дубово-пушистого леса.

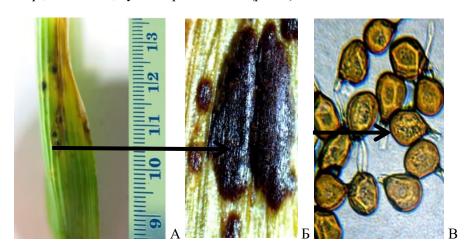
Phragmidium potentillae (Pers) P. Karst.

на *Potentilla astracanica* Jacq., 29.05.2011, 10.07.2011, сухой склон на вершине горы.

Basidiomycota, Ustilaginomycotina, Ustilaginomycetes, Ustilaginomycetidae, Ustilaginales, Anthracoideaceae

Schizonella melanogramma (DC.) J. Schröt.

на *Carex* sp., 25.05.2011, дубово-грабовый лес (рис. 3).



Puc. 4. Лист *Scilla siberica* Haw., пораженный ржавчинным грибом *Uromyces muscari* Lév.

A — внешний вид пораженного листа; B — пустулы гриба U. muscari с перидием (увел. $40\times$); B — телейтоспоры (увел. $400\times$).

выводы

- 1. На территории памятника природы «Агармышский лес» выявлено 46 видов облигатно-паразитных микромицетов, относящихся к 14 родам из 5 семейств, 4 порядков и 3 отделов грибов и грибоподобных организмов, что свидетельствует о достаточно разнообразном видовом составе паразитической микобиоты данного объекта ООПТ Крыма.
- 2. Выявлено 13 видов грибов-паразитов растений, впервые зафиксированных на территории Предгорного Крыма, и 2 вида впервые зафиксированных для Крыма в целом.
- 3. Обнаружены виды грибов-паразитов, которые в границах своего традиционного ареала прежде были связаны с другими растениями-хозяевами и ранее на территории Крыма не встречались. Они зафиксированы нами на новых 6 видах питающих растений.
- 4. Фитотрофные микромицеты зарегистрированы на представителях 24 семейств покрытосеменных растений, причем наибольшее количество видов грибов приходится на

питающие растения из семейств Apiaceae и Fabaceae, что составляет 26 % от общего количества обнаруженных видов грибов-паразитов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Совета министров Республики Крым в рамках научного проекта № 17-44-92015.

Список литературы

Азбукина 3. М. Определитель грибов России. Порядок Ржавчинные. 1. Семейства Пукциниастровые, Кронарциевые, Мелампсоровые, Факопсоровые, Чакониевые, Микронегериевые. – Владивосток: Дальнаука, 2015. – 281 с

Гелюта В. П. Флора грибов Украины. Мучнисторосяные грибы / [Отв. ред. А. И. Дудка]. — АН УССР. Ин-т ботаники им. Н. Г. Холодного. — Київ: Наук. думка, 1989. - 256 с.

Дзюненко Е. А., Просянникова И. Б. Фитотрофные облигатно-паразитные микромицеты заповедного урочища «Левадки» // Экосистема, их оптимизация и охрана. -2013. -№ 8 (27). -C. 17–25.

Дудка І. О., Гелюта В. П. и др. Гриби природних зон Криму. – Киев, 2004. – 452 с.

Ена В. Г., Ена Ал. В., Ена Ан. В. Заповедные ландшафты Тавриды. Симферополь: Бизнес-Информ, 2004. – 424 с.

Каменских Л. Н. Флора и растительность хребта Агармыш // Бюллетень Главного ботанического сада. – 2009. – Вып. 195. – С. 91–128.

Каратыгин И. В., Азбукина З. М. Семейство Устилаговые. Определитель грибов СССР. Порядок Головневые. – Вып. 1. – Л.: Наука, 1989. – 220 с.

Купревич В. Ф., Ульянищев В. И. Определитель ржавчинных грибов СССР. Ч. 1. – Минск: Наука и техника, 1975. – 485 с.

Морочковский С. Ф., Зерова М. Я. и др. Определитель грибов Украины. Том 4. Базидіоміцети: дакриміцетальні, тремелальні, аурикуларіальні, сажковидні, іржасті. – Київ: Наукова думка, 1971. – 316 с.

ООПТ России (Электронный ресурс) — Режим доступа к сайту: http://oopt.aari.ru/oopt/Агармышский-лес (дата обращения: 01.03.2018).

Основные методы фитопатологических исследований / [под ред. А. Е. Чумакова]. – М.: Колос, 1974. – 191 с.

Просянникова И. Б., Горковенко А. А. Фитотрофные облигатно-паразитные грибы урочища Таш-Джарган Симферопольского района (Республика Крым) // Бюллетень Брянского отделения Русского ботанического общества. -2015. -N 1 (5). - C. 8 - 13.

Просянникова И. Б., Дзюненко Е. А., Билялова З. Н. Фитотрофные облигатно-паразитные грибы окрестностей пгт Гвардейское Симферопольского района // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2009. – Т. 22, № 3 (61). – С. 101–110.

Просянникова И. Б., Новикова Т. М., Кравчук Е. А. Фитотрофная паразитическая микобиота горы Аю-Кая (Балаклава, Республика Крым). -2016. - T. 2 (68), № 4. - C. 53-65.

Смирнов В. О., Крайнюк Е. С., Болейчук И. Р. Ландшафтно-экологическая структура горного массива Агармыш в Крыму // Экосистемы. – 2017. – Вып. 11. – С. 24–29.

Ульянищев В. И. Определитель ржавчинных грибов СССР. Часть 2. – Минск: Наука и техника, 1978. – 383 с.

Index Fungorum [электронный ресурс]. 2003. Режим доступа: http://www.indexfungorum.org (веб-сайт, версия 1.00) / (дата обращения: 01.03.2018).

The Plant List [электронный ресурс]. 2013. Режим доступа к сайту: http://www.theplantlist.org (веб-сайт, версия 1.1) / (дата обращения: 01.03.2018).

Kravchuk E. A., Prosyannikova I. B., Repetskaya A. I., Kadochnikova V. I. Phytotrophic parasitic mycobyota of the natural monument «Agarmyshskiy forest» (Republic of Crimea) // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 41–48

It was found the following fungi and fungi-like organisms, which belong to three departments: 46 species from 14 genera, 5 families and 4 orders. It was identified 13 a species of plant-parasitic fungi, which were recorded for the first time in the Predgorny Crimea and 2 a species for the Crimea as a whole. Also it was detected several species of fungus-parasites that within the boundaries of its traditional range previously been linked earlier with other host-plants in the Predgorny Crimea and in the territory of Crimea are not mentioned. Phytotrophic micromycetes represent 24 families of angiosperms, and the great number of fungi species are the host-plants of the family Apiaceae and Fabaceae, which is 26 % of the total number of detected species of fungi-parasites.

Key words: phytotrophic parasitic fungus, an annotated list, natural monument «Agarmyshskiy forest», Predgorny Crimea.

Поступила в редакцию 10.05.18

УДК 581.9.02(470.67:23.0)

Современное состояние некоторых территорий Предгорного Дагестана, нуждающихся в охране

Магомедова М. А.

Дагестанский государственный университет Махачкала, Республика Дагестан, Россия kafedrabotaniki.dgu@mail.ru

Приводятся итоги многолетнего изучения растительного покрова Предгорного Дагестана на примере локальной территории — Талгинского ущелья, где микроклиматические, орографические и географические особенности обусловили большое разнообразие флоры и богатство, составляющих ее сообществ. Обсуждаются вопросы о роли некоторых факторов среды, которые способствуют произрастанию сосудистых растений различных систематических и экологических групп. Флора ущелья включает 578 видов из 309 родов и 74 семейств. В растительном покрове территории по уровню богатства видами преобладающее положение занимает флора скально-осыпных сообществ (21,4 % видов от флоры), далее в убывающем порядке следуют шибляковая (18,1 %), горно-степная (17,2 %), лугово-степная (14,2 %) и лесная (8,9 %). В настоящее время для растительного покрова Талгинского ущелья среди лимитирующих факторов на первом месте стоит хозяйственное освоение территории. Безудержная эксплуатация природных ресурсов приводит к утрате специфичности и нарушению естественной структуры сообществ (инвазия нетипичных и исчезновение аборигенных видов), снижению природно-рекреационной способности и деградации всей окружающей среды. Это требует не только охраны отдельных видов растений и их сообществ, но и обязательной сохранности всей территории.

Ключевые слова: растительный покров, среда обитания, экологические факторы, антропогенное воздействие.

ВВЕДЕНИЕ

Анализу современной флоры Дагестана, которая формировалась на протяжении многих геологических эпох как из аборигенных видов, так и из видов других географических регионов, посвящена обширная литература (Львов, 1978; Алексеев, 1983; Лепехина, 2002; Муртазалиев, 2016а). В ней отмечается повышенное флористическое богатство, связанное с историей становления, значительной экологической емкостью горных ландшафтов, высокими темпами эволюции видообразования (Добрынин, 1925; Гроссгейм, 1936, 1948). Растительный покров чутко реагирует на все изменения, являясь своеобразным индикатором состояния природной среды, в связи с чем наличие объективной информации о нем имеет научную и практическую ценность, в том числе и в плане мониторинга.

В последнее время в рамках изучения биоразнообразия и его мониторинга все чаще применяется метод точечных исследований, наглядно отражающих современные тенденции глобальных масштабов. С этой точки зрения удобными модельными объектами являются горные флоры, особенно те, которые локализованы в пределах четко ограниченных территорий, где проявляется островной эффект, например ущелий (Агаханянц, 1981). Одним из них является Талгинское ущелье (рис. 1), расположенное в густонаселенной зоне республики Дагестан, где активная хозяйственная деятельность человека приводит к деградации растительного покрова. В то же время здесь еще сохранились относительно ненарушенные участки, представляющие собой важнейший резерв природы.

Сказанное дает основание рассматривать растительный покров Талгинского ущелья как модель современных процессов антропогенного воздействия на горные фитоценозы. Их изучение позволяет выявить негативные эффекты деятельности человека и предупредить возможные их последствия и таким путем сохранить аборигенные виды растений

Талгинское ущелье является фрагментом передовых центральных предгорий Дагестана и служит переходной зоной между его низменностью и горной частью (Эльдаров, 1991).

Повсеместно на поверхность выходят коренные меловые породы, среди которых преобладают толщи красных известняков и песчаников, а также мергели, создающие резко скалистый и сильно расчлененый характер рельефа, который вздымается в виде крутых отвесных стен, стекающих к основанию подвижными осыпями. Верхние части стен представляют собой естественные каменные карьеры крупных и средних размеров обломков известняка. Средние части и подошвы усыпаны мелким гравием. Таким образом, основные ландшафтные элементы ущелья представлены отвесными скалами, нагромождением обломков горных пород, рыхлыми осыпями, глубокими оврагами, уплощенными гребнями со сцементированным щебеночным субстратом, мягкими формами рельефа верхней части ущелья с развитыми каштановыми почвами (рис. 1).



Рис. 1. Талгинское ущелье (фотоархив кафедры ботаники Дагестанского госуниверситета)

Ширина узкой части Талгинского ущелья не превышает 10–15 м, высота над уровнем моря наивысшей точки составляет около 650 м. По дну пролегает грунтовая дорога, которая в сильный ливень превращается в бурный поток. Вершины хребтов плоские, и по ним проложены тропы. Почвы хоть и разнообразны, но маломощные и щебнистые, а на подвижных породах и скалах они вообще отсутствуют (Залибеков, 2010).

Открытые скальные участки являются самыми экстремальными местообитаниями с сильной ветробойностью, быстрой водопроницаемостью горных пород, затененностью и суточными перепадами температур, которые несколько сглаживаются близостью Каспийского моря. Но это не увлажняет воздух, поскольку от побережья ущелье отделено горными массивами Таркитау и Нараттюбе, что способствует сдерживанию облаков и сухости климата. Осадки не превышают 300 мм в год, а испаряемость более чем в два раза выше, поэтому пресными водами район не обеспечен. А, как известно, именно водный фактор определяет разделение экосистем на лесные, степные и пустынные (Толмачев, 1974). Температура также обуславливает характер распространения растительного покрова, поскольку скальная поверхность в летнее время отражает нестерпимый зной, а в зимнее – холод.

Особенностью ущелья является наличие у его начала термального источника с высоким содержанием сероводорода (575–720 мг/л), что связано с геологическими разломами, затрагивающими территорию (Эльдаров, 1991).

Цель настоящих исследований — дать общее представление о таксономическом и экоценотическом разнообразии растительного покрова Талгинского ущелья аридных предгорий Дагестана, оценить состояние отдельных растительных сообществ, выявить факторы, вызывающие процессы их деградации в связи с возрастающей антропогенной нагрузкой.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования растительного покрова проводились на протяжении 20 лет в естественных и антропогенно нарушенных биотопах Талгинского ущелья Центрального Предгорного Дагестана. Маршруты составлялись таким образом, чтобы пересечь весь диапазон высот и охватить все типы существующих мест обитаний в различные сезоны вегетации. Проводились стандартные геоботанические описания основных типов естественных растительных и синантропных сообществ с применением общепринятых методик (Быков, 1978) на временных пробных площадях 1×1 м². Было сделано 32 описания.

На всем протяжении намеченных маршрутов осуществлялся сбор растительного материала. В ходе исследований велись записи в дневнике и анкетирование растений (Щербаков, Майоров, 2006). Особое внимание уделялось наличию и распространению редких и эндемичных видов. Камеральная обработка собранного материала осуществлялась стационарно. Растения систематизировались по таксономическим группам согласно «Конспекту флоры Кавказа» (2003–2012). Латинские названия видов приведены в соответствии с Международным указателем научных названий растений (IPNI). В результате на территории исследования было зарегистрировано 578 видов сосудистых растений. О флоре водорослей, лишайников, грибов и мхов сведений мало.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Микроклиматические, орографические и географические особенности Талгинского ущелья Предгорного Дагестана обусловили большее разнообразие и богатство присутствующей здесь горно-равнинной флоры, первенство в исследованиях которой принадлежит геоботанику П. Л. Львову.

Среда обитания сформировала и определила особенности растительного покрова ущелья, который, несмотря на стрессовые экологические условия, представляет собой флористический резерват, включающий 578 видов сосудистых растений из 309 родов и 74 семейств, проникших сюда как с горных, так и равнинных территорий Дагестана, что позволяет ущелью соперничать с другими областями республики (Омарова, 2007; Яровенко и др., 2011; Аджиева, 2015).

Флористический список указывает на отсутствие Lycopodiophyta и Equisetophyta и незначительное присутствие Polypodiophyta, Pinophyta и Ephedrophyta (в сумме 1,3 %). Основу же составляют Magnoliophyta с 570 видами (98,7 %). Флористическая пропорция ущелья равна 74: 309: 578, или 1: 4: 8. То есть среднее количество родов в одном семействе равно 4, а средний уровень видового богатства равен 8, хотя в целом ряде семейств (14) этот показатель выше. Семейств, включающих один вид, насчитывается 18, или 3,6 %, а с одним родом – 19 (4,5 %). Наибольшее число эдификаторов растительных ценозов относится к 10 крупным семействам, где в каждом таксоне от 18 до 69 вида. Они обладают большой экологической пластичностью, благодаря чему могут занимать различные экологические ниши. Доминируют представители семейства Asteraceae (11,6 %) с 69 видом. Их лидирующее положение характерно для флор большинства регионов Кавказа. Открытые сообщества гребней и склонов ущелья обусловили большой удельный вес Роасеае (10,6 %). Далее следует Fabaceae (8,6 %) за счет полиморфных Astragalus, Vicia и Trifolium. Видовым

разнообразием отличается Brassicaceae (7,7 %) со значительным количеством сорных элементов. Представленность Lamiaceae (6,3 %) является показателем аридности ущелья. Далее по убывающей располагаются Rosaceae и Caryophyllacea. Завершается ранжированный ряд ведущих семейств Scrophulariaceae, Boraginaceae и Аріасеае. Данные 10 семейств содержат в своем составе более половины всех родов (61,8 %) и видов (63,8 %) и указывают на тесные связи флоры ущелья с флорой Средиземноморья.

Богатая видовая насыщенность многих семейств связана с полиморфизмом некоторых родов, где на 15 таксонов из 309 приходится 31% видового разнообразия. Наиболее многовидовыми родами представленной флоры являются Astragalus (10 видов), Vicia и Veronica (по 9), Trifolium (8), Stipa и Verbascum (по 7), Alyssum, Salvia, и Geranium (по 6 видов). К полиморфным родам относятся Allium, Silene, Sedum, Galium, Lathyrus, Potentila с 5 видами в каждом. Родов с четырьмя видами — 17, с тремя — 26. Большая часть родов относится к крупным семействам — Asteraceae (3 рода), Fabaceae (4), Brassicaceae (2), Lamiaceae (2), Caryophyllaceae (2), Scrophulariaceae (3), Poaceae (1), Rosaceae (1).

Несмотря на присутствие здесь разных жизненных форм, абсолютное большинство составляют травы (83,9 %), из которых основное богатство приходится на многолетники, что отражает характер адаптации растений к сложной экологической среде ущелья, когда короткоживущие надземные побеги оптимально обеспечивают питание, рост и другие Если расположить жизненные убывающей отправления организма. формы В последовательности их участия, получится следующий ранжированный ряд: Нк (гемикриптофиты) -259 видов (44,6 %) \to T (терофиты) -152 (26,3 %) \to K (криптофиты) - $78 (13,4 \%) \rightarrow Ph (фанерофиты) – 54 (9,3 \%) \rightarrow Ch (хамефиты) – 35 (6,0 %). В более суровых$ для жизни растений условиях преобладают корневищные гемикриптофиты. Группа терофитов отмечена повсеместно. По склонам распространены фанерофиты, но основное их разнообразие приходится на дно ущелья с более влажным режимом. Меньше всего во флоре ущелья хамефитов, и они сосредоточены в наиболее сухих местообитаниях в составе нагорных ксерофитов. Это такие представители, как Capparis spinosa L., Onobrychis cornuta (L.) Desv., Gypsophila capitata M. Bieb., некоторые Lamiaceae и Caryophyllaceae.

Прослеживается достаточно жесткая зависимость пространственного распространения растительных сообществ от природных градиентов среды, которые специфичны для основных ландшафтных элементов Талгинского ущелья (Магомедова, 2011). Здесь преимущественно встречаются скально-осыпные, шибляковые, горно-степные, луговостепные и лесные фитоценозы.

В растительном покрове Талгинского ущелья по уровню богатства видами преобладающее положение занимает флора скально-осыпных сообществ (21,4% видов от флоры). Они повсеместны, поскольку почти всю площадь ущелья занимают скалы, осыпи и разной плотности щебнистый субстрат. Даже в трещинах и расщелинах, а также на каменных карнизах поодиночке или группами произрастают Asplenium trichomanes L., Sempervivum caucasicum Rupr. ex Boiss., Sedum caucasicum (Grossh.) Boriss., Parietaria judaica L. и прочие. Но облигатные петрофиты, обитание которых вне каменистого субстрата редкое исключение, представлены только 68 видами из 578. Местами обнаружены участки типичной кальцефильной флоры с Astragalus alexandri Kharadze, Salvia canescens C. A. Mey., Convolvulus ruprechtii Boiss., Erysimum subsrtrigosum (Rupr.) N. Busch, E. aureum M. Bieb., Jurinea arachnoidea Bunge, Gypsophila capitata, Oxytropis pallasii Pers, Zosima absinthifolia Link.

В Талгинском ущелье есть пространства, лишенные растительного покрова. В основном это обломки горных пород разного размера, в том числе и осыпи, которые характеризуются периодическими сползаниями. При этом их растительные сообщества разрушаются: частично (с сохранением кустарников и глубоко-стержнекорневых трав) или полностью (полное механическое уничтожение растительного покрова). Тем не менее осыпи довольно быстро (за 2–3 года) вновь заселяются. Начальные стадии естественного восстановления идут за счет семян прилегающих территорий. Неоценимую роль в этом играет обильное и регулярное плодоношение представителей семейств Роасеае (Bromus Poa, Festuca, Phleum),

Asteraceae (Crepis, Pterothaeca, Lactuca, Scorzonera), Brassicaceae (Alyssum, Erysimum, Rapistrum) и других видов: Pterocephalus plumosus Heldr. ex Boiss., Caucalis lappula Grande, Gypsophila elegans Bieb.

Первыми осваивают голые осыпи анемохоры, налет семян которых происходит за километры. Процесс самовосстановления растительных комплексов протекает значительно более активно на участках поверхностных нарушений, где сохраняются некоторые исходные растительные группировки, многие из которых размножаются вегетативным путем. Свой вклад вносят почки возобновления сохранившихся глубоко-стержнекорневых (Jurinea arachnoidea, Matthiola caspica (N. Busch) Grossh.) и корневищных видов (Eremurus spectabilis М. Віев., Euphorbia gloreosus (Віев.) Prokh., Salvia verbascifolia Віев. Более всего уязвимы небольшие растения с неглубокой корневой системой. В то же время большинство их приурочено к подвижным осыпям (виды Alyssum, Senecio vernalis Waldst. et Kit., Minuartia hybrida (Vill.) Schischk., Medicago minima (L.) Bartalini, Satureja laxiflora K. Koch, Kohlrauschia prolifera Kunth), что обусловлено их незначительными потребностями к формированию ничтожной величины надземной и подземной массы. Адвентивные виды, участвующие в составе сообществ указанных местообитаний на начальных стадиях зарастания, постепенно выпадают из их состава, уступая место аборигенным видам.

После многих лет зарастания, когда склоны из обломочной породы становятся достаточно статичными, здесь на южной стороне весной распространена травянистая растительность с доминирующим *Eremurus spectabilis*. Его сопровождают ковры маков, виды *Teucrium, Scabiosa ochroleuca* L., *Vincetoxicum funebre* Boiss. et Kotschy, *Satureja laxiflora, Pterocephalus plumosus*, то есть в основном аборигенные виды. К середине лета почти все это высыхает.

На закрепленном щебенистом субстрате гребней со слабомощным, но устойчивым почвенным покровом — колючие подушковидные растения *Onobrychis cornuta* (L.) Desv.; плотные задернения *Salvia canescens* и *Artemisia caucasica* Willd., *Ziziphora serpyllaceae* Bieb. и *Teucrium polium* L; отдельные растения *Rosa spinosissima* L., *Reseda lutea* L., *Ajuga chia* Schreb., *Sideritis montana* L., *Dianthus pseudarmeria* Bieb., а также злаки: *Agropyron pectinatum* P. Beauv., *Aegilops cylindrica* Host, *Bromus japonicus* Thunb.

Горные степи, в состав которых входит 17,2 % видов, занимают третью позицию рассматриваемой флоры. Они распространены на сухих ветробойных гребнях и склонах хребтов, где почвы хоть и скелетированы, но развиты. Здесь распространена ксерофильная флора с участием большого количества видов Stipa, Festuca, нескольких видов Artemisia и Potentilla, Bothriochloa ischaemum (L.) Keng, Koeleria cristata, Phleum phleoides (L.) Karst., Salvia verbascifolia, Phlomis pungens Willd., Myosotis ramosissima Rochel, Zozimia absinthifolia, Eryngium campestre L. В начале лета их сообщества имеют 100 % проективное покрытие, но позже высыхают — и фоновыми видами здесь становятся эгилопсы, овсяницы, одиноко стоящие фломисы и синеголовники. Местами доминируют сообщества с Artemisia taurica Willd., которая здесь является эдификатором.

В пониженных участках рельефа в конце ущелья и ближе к кромке леса травостой образуют виды лугово-степного типа. Всего в этот комплекс отнесено 14,2 % видов, которые по разнообразию занимают четвертое место во флоре Талгинского ущелья. В Талгинском ущелье Предгорного Дагестана распространен разнообразный в систематическом и экологическом отношении древесный тип растительности, который представлен шибляком, редколесьем и криволесьем, в основном, ксерофильного характера. Во многих местах пятна густых шибляков (18,1 % видов от всей флоры) со Spiraea hypericifolia L., Rhamnus pallasii Fisch. ex C. A. Mey., Rosa canina L., Cerasus incana Spach (кусты последнего могут достигать метровой высоты, но, как правило – пару десятков сантиметров) соприкасаются с корявыми, невысокими кустарниками Quercus petraea (Matt.) Liebl. и Q. pubescens Willd. Особенно это характерно для склонов северной экспозиции. Здесь же и набор ксероморфных трав из Melica transsilvanica Schur., Elytrigia gracillima (Nevski) Nevski, Bromus commutatus Schrad., видов Salvia., Phlomis tuberosa L., Medicago minima.

Несмотря на незначительную протяженность изучаемой территории, в Талгинском ущелье, благодаря природной изоляции, распространен фрагмент растительного покрова, дошедшего с третичного времени, когда хребет был покрыт густыми можжевеловыми лесами, от которых в настоящее время остались аридные редколесья, приравниваемые к ксерофильной растительности (Прилипко, 1975; Львов, 1982). На гребнях и по склонам разной экспозиции на скалистых выходах материнских пород можно увидеть небольшими группами или отдельными экземплярами деревца Juniperus polycarpus К. Косh и кустарники Juniperus oblonga М. Вieb., способные к произрастанию в экстремальных экологических условиях благодаря засухоустойчивости и малотребовательности к почвам (Львов, 1986).

Но основное разнообразие древесной растительности тяготеет ко дну Талгинского ущелья. По мере углубления в него низкорослое криволесье переходит в лес, состоящий из представителей 16 семейств: Rosaceae, Caprifoliaceae, Ramnaceae, Oleaceae, Ulmaceae, Fagaceae, Cupresaceae, Ephedraceae, Celastraceae, Anacardiaceae, Viburnaceae, Betulaceae, Berberidaceae, Punicaceae, Salicaceae, Cornaceae. Из произрастающих 19 видов деревьев отметим достаточно часто встречающиеся Carpinus caucasica Grossh., Fraxinus excelsior L., Acer campestre L., Pyrus caucasica Fed., более редкий Celtis glabrata Stev.ex Planch. В конце ущелья обнаружено несколько экземпляров Betula pendula Roth., которая указывает на границу распространения последнего ледникового покрова. Здесь обильны дикие плодовые деревья и кустарники: груша, яблоня, алыча, часто встречаются заросли кизила, шиповника, барбариса, калины и мушмулы (Львов, 1976).

Большинство из 36 видов кустарников подлеска имеет сильно искривленный ствол. Это виды Rosa, Lonicera, Cotoneaster, Mespilus germanica L., Pyrus salicifolia Pall., Viburnum lantana L., Berberis vulgaris L., Ligustrum vulgare L., Euonymus verricosus Scop. Здесь же и травы, спектр которых меняется в зависимости от сезона. Весной и вначале лета – травостой обильный и высокий: Briza australis Prokud., Dactylus glomerata L, Melica picta C. Koch, Dentaria quinqufolia Bieb., Arabis hirsuta Scop, Hesperis caucasica Rupr., Aegonychon purpurocaeruleum (L.) Holub, Allium grande Lipsky, A. paradoxum (Bieb.) G.Don f. Несмотря на заметную роль лесные элементы во флоре занимают 5 позицию и составляют 8,9 % видов.

Редкими для данной местности являются малочисленные представители сырых, песчаных и засоленных мест обитаний. Расщелины скал, куда затруднено проникновение солнечных лучей, достаточно долго сохраняют влагу и являются пристанищем таких видов, как Asplenium ruta muraria L., Ceterach officinarum DC., Polypodium vulgare L. Галофиты распространены у горловой части ущелья, где аккумулируются соли, вымытые со склонов дождевыми потоками, обуславливая произрастание Limonium meyeri Kuntze, Peganum harmala L., Zygophyllum fabago L., Eremopyrum orientale L. Продукты выветривания материнской породы являются субстратом для псаммофильных видов: Jurinea ciscaucasica (Sosn.) Iljin., Chondrilla juncea L.

Такую картину распределения растительного покрова на территории Талгинского ущелья можно объяснить орографическими и микроклиматическими особенностями. Эти же факторы в совокупности с природной изоляцией определили и наличие древних, эндемичных и редких представителей, что вполне закономерно для горных регионов. В настоящее время из 578 произрастающих здесь видов 17,5 % имеет статус древних; 7,2 % – эндемиков. Среди последних — 6 видов дагестанского центра видообразования (Corydalis tarkiensis Prokh., Hornungia angustilimbata Dorofeev, Alyssum daghestanicum Rupr., Matthiola daghestanica N. Busch., Convolvulus ruprechtii Boiss., Salvia fugax Pobed.) (Муртазалиев, 2016б). Первые два встречаются тольно в Предгорном флористическом районе, куда относится и Талгинское ущелье. Остальные указывают на тесную связь с Центрально-Дагестанским флористическим районом (средний горный пояс). Узких эндемиков не отмечено, поэтому ущелье не является самостоятельным центром видообразования, несмотря на самобытность его флоры.

Среди эндемиков значительное количество являются охраняемыми. В федеральную и региональную красные книги занесены 5,7 % видов (Красная книга Российской..., 2008; Красная книга Республики..., 2009; Литвинская, Муртазалиев, 2009). То есть совокупный

генофонд статусных растений Талгинского ущелья составляет 25,9 % — четвертую часть флоры, что позволяет считать его естественным рефугиумом данных элементов (Магомедова и др., 2013). Таким образом, флора Талгинского ущелья характеризуется высокой степенью гетерогенности и индивидуальности, обусловленной взаимопроникновением элементов равнины и гор, изоляционным режимом и экологией.

Некоторое время назад естественные сообщества Талгинского ущелья могли служить эталоном растительного покрова Предгорного флористического района Дагестана и характеризовать разнообразие его генофонда и ценофонда, обеспечивать стабильность и нормальный ход процессов развития экосистем. Однако в последнее время облик и состояние растительного покрова этой территории определяют не только естественные факторы. Сильное давление на среду оказывает антропогенная деятельность, ведущими формами воздействия которой до середины 20 века были выпас скота (особенно коз, добирающихся в самые труднодоступные места); неконтролируемый сбор побегов, плодов и ягод хозяйственно полезных растений; неорганизованный туризм, сопровождающийся мусором и отходами. В этом отношении самой антропогенно трансформированной частью ущелья является его легкодоступное дно с грунтовой дорогой. Грунт под колесами машин не только уплотняется и загрязняется, но и раздавливается в пылящую муку, которая легко разносится ветром и оседает на растениях. В таких условиях активно внедряется адвентивная (сорная) группа растений (13,7% видов от флоры), которая натурализуется здесь и вытесняет аборигенные виды, большей частью стенотопных по отношению к экологическим факторам среды и не способным к свободному расселению. В настоящее время здесь мало что осталось от естественных травянистых и древесных сообществ. В предшествующие годы в первой четверти Талгинского ущелья можно было увидеть массовое произрастание Capparis spinosa, Matthiola caspica, Crambe gibberosa Rupr., Ferula tatarica Fisch. ex Spreng., Zozimia absinthifolia, высокие и густые группировки назойливых Leonurus quinquelobatus Gilib., Nepeta cataria L., Marrubium vulgare L. и М. leonuroides Desr. Сейчас это Descurainia sophia (L.) Webb. ex Prantl., Sisymbrium loeselii L., Echium italicum L., Silybum mariatum (L.) Gaertn., разнообразные Cirsium и Carduus. Полностью из ущелья исчезли белесоватые заросли Stachys lanata Jacg. и даже Alcea rugosa Alef. постепенно сдает свои позиции. Склоны по обе стороны дороги, несмотря на труднодоступность, тоже ощущают негативное антропогенное влияние: поздней весной они сплошь покрываются Rapistrum rugosum L., который аспектирует желтым цветом (рис. 2), но уже к середине лета его обильно плодоносящие побеги полностью высыхают. Склоны западной экспозиции конца ущелья в последние годы активно осваивает Brassica campestris L. То есть современные тенденции изменения флоры, как и везде, направлены в сторону синантропизации (Горчаковский, 1984; Миркин, Наумова, 2001; Хмелев, Березуцкий, 2001), что выражается в расширении фиторазнообразия за счет заносных и в особенности сорных видов из Asteraceae и Brassicaceae. Основными факторами, ограничивающими их распространение в Талгинском ущелье, являются лишь природно-климатические особенности территории.

Сейчас виды антропогенного воздействия расширяются: иногда устраивается экстремальное покорение на квадроциклах, а в местах с развитым почвенным покровом идет его изъятие для облагораживания частных территорий столицы. В последнем случае наблюдается полная утрата естественных флористических комплексов.

Но спустя короткое время происходит внедрение новых, случайно занесенных на территорию видов растений. К примеру, флора нарушенных выемкой почв территорий на первичных стадиях восстановления не имеет природных аналогов по ущелью. Здесь появились и очень массово разрослись, неизвестно откуда взявшиеся *Glaucium corniculatum* (L.) J. Rudolph, *Roemeria refracta* (Stef.) DC., *Ecballium elaterium* (L.) Rich. В местах, физически соприкасающихся с кустарниковыми сообществами, также массово, с высокими показателями жизнеспособности распространились редко встречаемые в ущелье *Oxytropis pilosa* L. DC и *Nonea deccurens* (C. A. Mey.) G. Don. (эндемик Восточного Кавказа и растение из региональной Красной книги).



Рис. 2. Склоны, поросшие цветущим *Rapistrum rugosum* (фото А. И. Аджиевой)

Но самый непоправимый ущерб наносят несанкционированные карьеры, деятельность которых приобретает масштабы экологической катастрофы (рис. 3). Если раньше результаты деятельности человека проявлялись лишь на немногих доступных участках и каменно-щебеночные карьеры работали на внешних склонах ущелья, не затрагивая его внутренней части, то теперь ведутся разработки и внутри ущелья от начала и почти до его конца. Талгинское ущелье — это источник строительного материала для нужд растущей столицы Дагестана и окрестного населения. Природные месторождения разрабатываются для получения валунов, бутового и стенового камня, а также гравийного материала, которые используются при возведении зданий, дорожном и портовском строительстве, балластировке железнодорожных путей, бетонном производстве. Широкомасштабная работа карьеров неузнаваемо меняет ландшафт ущелья. При выемке каменисто-щебнистой породы растения и животные лишаются жизненного субстрата, что значит полное разрушение их среды обитания. А если учесть, что работа карьеров в горной местности имеет возвратный характер, то в таких условиях трудно ожидать естественную стабилизацию природной обстановки. Восстановление протекает крайне медленно, многие десятилетия.

Ликвидированные на крутых склонах Талгинского ущелья естественные типы растительных сообществ нельзя полностью восстановить или создать заново, вследствие физического уничтожения ландшафтной основы (микро- и мезорельефа). Однако у подножий «размолотых» склонов, где аккумулируется скудная влага, могут встречаться не только единичные растения, но и целые ковры (рис. 4) инвазивных для данной местности группировок из белены, чертополохов, бодяков, расторопши, кардарий со 100 % проективным покрытием. То есть сорные виды являются первыми поселенцами на освободившейся таким образом территории.

Уже сейчас на местах карьеров полностью сведена древесная растительность, а состав появляющейся травянистой — резко отличается от природной. Ведущая роль в этом принадлежит Роасеае. Наряду с ними активное участие принимают синантропные виды Asteraceae. А вот вклад Brassicaceae не столь значим, как при естественном зарастании. Стоит отметить, что характерным признаком горизонтальной структуры таких формирующихся сообществ является несомкнутый травостой, а вертикальной структуры — невыраженная ярусность.



Рис. 3. Несанкционированные карьеры в Талгинском ущелье (фото Н. Х. Самедовой)



Рис. 4. Сорная растительность, на фото слева – заросли *Hyosciamus niger* (фотоархив кафедры ботаники Дагестанского госуниверситета)

Эти злаково-разнотравные группировки приземистые, расположены плотными группами и выраженно ксерофильные. Заселение их аборигенными видами происходит крайне медленно. Но отмечаются и обратные факты, когда разрушенные работой карьера пространства активно осваиваются местными, в том числе раритетными видами вследствие уменьшения давления конкурентной борьбы (Разумовский, 1981). В этом отношении показателен пример с *Matthiola caspica* (эндем Восточного Кавказа, охраняемый вид

Красной книги Дагестана). Стоит лишь отметить, что произошло это по причине короткого времени работы карьера, малой его площади (несколько сотен м²) и полного охвата его со всех сторон буферной территорией с данным видом. Таким образом, глубина и площадь нарушения ландшафта могут определять дальнейший характер восстановления.

Оказывает влияние и удаленность естественных растительных комплексов, поскольку от этого зависит эффективность ветрового наноса семян, так как зоохорный перенос ненадежен вследствие уничтожения среды обитания животных. Для зарастания безводных каменистых пустынь необходимо длительное время (десятилетия) и огромное количество растительных диаспор (семян). Кроме того, в этих экстремальных условиях основная часть появившихся растений погибнет. Поэтому здесь нет длительно существующих сообществ, между их изолированными микрогруппировками не существует никаких связей. Более того, состав формирующихся сообществ определяется потенциалом первично поселившихся видов и удачным стечением природных обстоятельств — по этим причинам здесь больше случайностей, чем закономерностей (Пугачев и др., 2004).

Антропогенное воздействие осуществляется не только прямо, но и опосредованно. Доля нарушенных участков возрастает и за счет запыленности атмосферы, что ведет к оседанию на частях растений довольно мощного налета инородных частиц и как следствие снижению фотосинтеза, жизнеспособности, продуктивности и воспроизводства растений на окружающих территориях, еще не затронутых карьерами. В более удаленных биотопах также выявлены серьезные нарушения: дисбаланс исторически сложившегося режима гармоничного функционирования сообществ при инвазиях новых видов, ослабление экологической стратегии выживания аборигенных видов, снижение рекреационной способности и обмена генофондом. Здесь значение имеет не то, что происходит сейчас, а что будет иметь место в будущем. В дальнейшем при сохранении антропогенного давления утратится специфичность и нарушится природная структура сообществ, формировавшаяся на протяжении тысячелетий, так как растительный покров лишится своих аборигенных представителей, чья среда обитания узка и хрупка и пополнится инвазивными видами. Первыми понесут урон раритетные виды ввиду их меньшей толерантности к различным типам антропогенного воздействия. Произойдет «обезличивание» растительного покрова и «стирание» оригинальности, что, в свою очередь, непременно отразится на уровне биоразнообразия (Горчаковский, 1984; Хмелев, Березуцкий, 2001).

Таким образом, исследования на примере Талгинского ущелья позволяют сделать заключение о таксономическом и экоценотическом разнообразии растительного покрова аридных предгорий Дагестана, который обладает высоким уровнем самобытности, хотя и не является самостоятельным центром видообразования. Этому способствует достаточно широкий диапазон параметров среды обитания, обусловленный географическим положением, микроклиматом и спецификой ландшафта.

В то же время отмечается глубокое противоречие между техногенной деятельностью человека и сохранностью природных биоценозов ущелья, поскольку интенсивное вмешательство человека значительно нарушило режим природной изоляции и экологической специфичности территории Талгинского ущелья, что в недалеком прошлом служило гарантией устойчивого многообразия и самобытности его растительного покрова. А поскольку в горах проявление нагрузки вследствие совпадения разных форм воздействия значительно резче и сильнее, чем на равнинах, это ускоряет деградационные процессы, что требует постоянного мониторинга растительного покрова. По этим же причинам нуждается в охране не только ряд представителей флоры и какие-то уникальные сообщества, но и вся территория. Только при таком подходе применяемые меры охраны дадут реальные результаты.

И хотя на сегодняшний день невозможно в корне исключить антропогенное влияние на территорию Талгинского ущелья, одной из действующих форм ее охраны должен стать мораторий на использование природных ресурсов.

выводы

- 1. Микроклиматические, орографические и географические особенности Талгинского ущелья обусловили большое разнообразие флоры и богатство составляющих ее сообществ. Флора ущелья включает 578 видов из 309 родов и 74 семейств сосудистых растений. Эти же факторы определили наличие древних (17,5 %), эндемичных (7,2 %) и редких (5,7 %) представителей, составляющих четвертую часть флоры. Насыщенность 10-ти крупных семейств (63,8 % видов), где в каждом таксоне от 18 до 69 видов, связана с полиморфизмом родов Astragalus (10 видов), Vicia, Veronica, Trifolium, Stipa, Verbascum и других, где на 15 таксонов приходится 31 % видового разнообразия. Соотношение жизненных форм по системе X. Раункиера (Hk 44,6 % \rightarrow T 26,3 % \rightarrow K 13,4 % \rightarrow Ph 9,3 % \rightarrow Ch 6,0 %) коррелирует с типом климата Талгинского ущелья.
- 2. В растительном покрове территории по уровню богатства видами лидирует флора скально-осыпных сообществ (21,4 % видов от флоры), далее в убывающем порядке следуют шибляковая (18,1), горно-степная (17,2), лугово-степная (14,2), адвентивная (13,7) и лесная (8,9 %). Присутствие остальных групп (влаголюбивых, засоленных, песчаных) не вносит заметного вклада в структуру флоры, так как суммарно они составляют около 6 %.

Тектонические колебания, дождевая и ветровая эрозии приводят к периодическим разрушениям склонов с частичным или полным уничтожением растительного покрова, который однако быстро восстанавливается благодаря обильному и регулярному плодоношению Poaceae, Asteraceae, Brassicaceae и некоторых видов других семейств.

- 3. В настоящее время основной угрозой для сохранения растительного покрова Талгинского ущелья, основным лимитирующим фактором является хозяйственное освоение территории (работа карьеров, выпас скота, сбор растений, неконтролируемый туризм). Безудержная эксплуатация природных ресурсов приводит к утрате специфичности и нарушению естественной структуры сообществ, включая инвазии нетипичных и исчезновение аборигенных видов. Ликвидированные естественные типы растительных сообществ нельзя полностью восстановить или создать заново вследствие физического уничтожения ландшафтной основы, поэтому на местах карьеров полностью отсутствует древесная растительность, а состав медленно появляющейся травянистой резко отличается от природной. Микрогруппировки вновь формирующихся сообществ не связаны друг с другом, приземисты, без выраженной ярусности и крайне ксерофитизированны. Кроме того, в этих экстремальных условиях основная часть появившихся растений погибает, поэтому здесь нет длительно существующих сообществ,
- 4. Отмеченные изменения растительного покрова Талгинского ущелья приводят к снижению природно-рекреационного потенциала и деградации всей окружающей среды. Это требует не только охраны отдельных видов растений и их сообществ, но и сохранности всей территории Талгинского ущелья.

Благодарности. Автор признателен сотрудникам кафедры ботаники Дагестанского госуниверситета за представленные фотографии.

Список литературы

Агаханянц О. Е. Аридные горы СССР. – M: Мысль, 1981. – 270 с.

Аджиева А. И. Конспект флоры сосудистых растений массива Сарыкум (Дагестан) // Ботанический журнал. – 2015. – Т. 100. № 12. – С. 1298–1310.

Алексеев Б. Д. Особенности растительного покрова Дагестана // Учебное пособие. – Махачкала: ДГУ, 1983. – 85 с. Быков Б. А. Геоботаника. – Алма-Ата: Наука, 1978. – 228 с.

Горчаковский П. Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка, прогнозирование ∥ Экология, 1984, № 5. - С. 3-16.

Гроссгейм А. А. Анализ флоры Кавказа // Труды Ботанического института. – Баку: Изд-во Аз. ФАН, 1936. – 269 с.

Гроссгейм А. А. Растительный покров Кавказа. – М.: Изд-во МОИП, 1948. – 267 с.

Добрынин Б. Ф. Ландшафтные (естественные) районы и растительность Дагестана. – М., 1925. – 41 с.

Залибеков З. Г. Почвы Дагестана. – М.: Наука ДНЦ РАН, 2010. – 242 с.

Конспект флоры Кавказа / [отв. ред. А. Л. Тахтаджян]. — СПб-М.: Изд-во СПб. университета, 2003. - T. 1. - 204 с.; 2006. - T. 2. - 467 с.; 2008. - T. 3, ч. 1. - 469 с.; 2012. - T. 3, ч. 2. - 623 с.

Красная книга Республики Дагестан / [отв. ред. Γ . М Абдурахманов]. — Махачкала: Республиканская ГЖТ, 2009. — 552 с.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с. Лепехина А. А. Флора и растительность Дагестана. Ботанические факторы ноосферы. – Махачкала, 2002. – 352 с.

Литвинская С. А., Муртазалиев Р. А. Кавказский элемент во флоре Российского Кавказа: география, созология, экология. – Краснодар: ООО «Просвещение – Юг», 2009. – 440 с.

Львов П. Л.. О некоторых замечательных фитоценозах Дагестана // Ботанический журнал. – 1976. – Т. 61. – С. 114–120.

Львов П. Л. Растительный покров Дагестана. – Махачкала: ДГУ, 1978. – 53 с.

Львов П. Л. Нагорно-ксерофитная растительность Дагестана // Ботанический журнал. — 1982. — Т. 62. — С. 651—658. Львов П. Л. Редкие растительные сообщества Дагестанской АССР // Растительные ресурсы. Ч. 2. — Ростов н/Д, 1986. — С. 166—183.

Магомедова М. А. О причинах разнообразия фитоценозов Талгинского ущелья Предгорий Дагестана // Вестник Дагестанского госуниверситета. Естественные науки. – 2011. – Вып. 1. – С. 76–79.

Магомедова М. А., Яровенко Е. В., Аджиева А. И. Анализ некоторых локальных флор Центрального Предгорного Дагестана. – Махачкала: ДГУ, 2013.-139 с.

Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Адвентизация растительности: инвазивные виды и инвазибельность сообществ // Успехи современной биологии. -2001. -T. 121, № 6. -C. 550–562.

Муртазалиев Р. А. Анализ распределения флоры Дагестана // Ботанический вестник Северного Кавказа, 2016а. – № 2. С 33.42

Муртазалиев Р. А.. Эндемики флоры Дагестана и их приуроченность κ флористическим районам. Бот. вестник Северного Кавказа, 20166. – № 2. – С. 33–42.

Омарова С. О., Абачев К. Ю., Магомедова М. А. Сравнительный анализ флоры известняковых плато Внутреннегорного Дагестана // Ботанический журнал. – 2007. – Т. 92, № 11. – С. 1681–691.

Прилипко Л.И. Нагорно-ксерофильная растительность // Растительность Кавказа. – М.: Наука, 1975. – C. 56–65.

Путачев А. А., Тихменев А. Е., Тихменев П. Е. Экологически обоснованная стратегия восстановления техногенных ландшафтов Северо-Востока Азии // Проблемы региональной экологии. − 2004. − № 5. − С. 55–63.

Разумовский С. М. Закономерности динамики биоценозов. – М.: Наука, 1981. – 232 с.

Толмачев А. И. Введение в географию растений. – Л.: ЛГУ, 1974. – 244 с.

Щербаков А. В., Майоров С. Р. Полевое изучение флоры и гербаризация растений. Летняя учебно-производственная практика по ботанике. Ч 1 / [отв. ред. А. К. Тимонин]. — М.: Изд. каф. высших растений биол. ф-та Моск. ун-та, 2006. — 84 с

Хмелев К. Ф., Березуцкий М. А. Состояние и тенденции развития флоры антропогенно-трансформированных экосистем // Общая биология. -2001.-T.62, № 4.-C.339–351.

Эльдаров М. М. Памятники природы Дагестана. – Махачкала: Дагкнигоиздат, 1991. – 116 с.

Яровенко Е. В., Абачев К. Ю., Магомедова М. А. Особенности флоры Нараттюбинского хребта (Дагестан) // Ботанический журнал. -2011. - Т. 96, № 1. - С. 75–86.

Magomedova M. A. The current state of some areas of foothill Dagestan that need protection // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 49–60.

The paper presents the results of the long-term study of foothill Dagestan vegetation cover on the example of a local territory – the Talginsky gorge, where microclimatic, orographic and geographical features have caused a greater diversity of flora and wealth constituting its communities. Here discussed questions about the role of certain external environmental factors that contribute to the growth of vascular plants of various systematic and ecological groups – 578 species, 309 genera and 74 families. In the vegetative cover of the territory prevails species of the flora of rocky scree communities (21.4 of all species), followed by the prickly bushes (18.1), mountain steppe (17.2), meadow-steppe (14.2) and forest (8.9 %). Currently, for the vegetation cover of the Talginsky Gorge the economic development of the territory is the first limiting factor among others. Uncontrolled exploitation of natural resources leads to loss of specificity and disruption of the natural structure of communities (invasion of atypical and extinction of native species), reduction of natural and recreational capacity and degradation of the entire environment. This requires not only the protection of certain plant species and their communities, but also the required preservation of the entire territory.

Key words: vegetation cover, habitat, environmental factors, anthropogenic impact.

Поступила в редакцию 20.05.18

УДК 581.9:582.632.2:379.823(292.471)

Результаты фитоиндикации условий экотопов скальнодубовых фитоценозов Горного Крыма на тренде рекреации

Плугатарь Ю. В., Папельбу В. В.

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН Ялта, Республика Крым, Россия Serb 84@mail.ru

Для синтаксонов скальнодубового леса в Горном Крыму с использованием компьютерной программы «Роver» и базы данных «Экодата» установлено положение на осях градиентов факторов среды. Определены минимальные, оптимальные и максимальные значения для 13-ти векторов градиентов. Выделены градиенты факторов-условий и градиенты факторов среды с неблагоприятными значениями в диапазоне популяции Quercus petraea (Matt.) Liebl. Для участков с большим рекреационным давлением наблюдается снижение оптимальных значений по градиентам континентальности климата, увлажнения, содержания азота и гранулометрического состава субстрата выше, чем для условий, где наблюдается минимальный «пресс» на растительный покров. На участках с высокой стадией дигрессии наблюдаются низкие показатели фактора-ресурса по градиенту содержания азота, все участки находятся в средней степени благоприятности этого абиотического фактора в условиях произрастания вида.

Ключевые слова: фитоценоз, синтаксон, лесные экосистемы, факторы-условия, факторы-ресурсы, градиент факторов среды, рекреационная нагрузка.

ВВЕДЕНИЕ

В лесных сообществах травянистый растительный ярус оказывает положительное влияние на температурный режим и влажность почвы, разрыхляет субстрат корнями и обогащает органическим веществом, повышает эстетические и санитарно-гигиенические свойства лесных фитоценозов. Он является одним из главных формирующих элементов окружающей среды, а в комплексе с другими элементами лесных фитоценозов информирует об экологических условиях ландшафта и показывает направление сукцессионного процесса.

Сукачев В. Н. указывает, что формы воздействия человека на лесной биогеоценоз носят комплексный характер и выделить отдельные факторы в нем часто трудно (Сукачев, 1964). Травянистая растительность наиболее часто реагирует на рекреационные нагрузки и сравнительно быстро меняется, а при антропогенной нагрузке теряются естественные взаимосвязи с древостоем. Даже при полном уничтожении травянистой растительности насаждение может сохраняться весьма долго. Следовательно, состояние яруса травянистой растительности и живого напочвенного покрова, синузии мхов и подстилки хорошо отражает только начальные стадии рекреационной дигрессии и может быть успешно использовано для ранней диагностики.

Экологическая ниша — это место, занимаемое видом в биоценозе, организованное градиентами факторов среды. При этом можно говорить об экологической нише особи, популяции, вида, сообщества и даже синтаксона. Наиболее реальную оценку реализованной экологической ниши можно получить, работая с описаниями конкретных фитоценозов в условиях определенных ландшафтов (Плугатарь, 2015).

Любой фитоценоз обладает набором факторов-ресурсов и факторов-условий, следовательно, он является условно ограниченным и пространственно-временным фрагментом растительного континуума, представленным совокупностью ценопопуляций растений, связанных условиями местопроизрастания и взаимоотношениями в пределах однородного комплекса факторов среды (Корженевский, 1990).

Отсюда вытекает, что наилучшим индикатором условий экотопа выступают растительные сообщества (Корженевский, 1999). Концептуально, фитоиндикация включает следующие позиции синэкологического подхода: виды со сходным распределением вдоль градиентов факторов среды, но разными пределами толерантности и оптимумами составляют экологическое пространство, общее для всех видов. Таким образом, в пределах фитоценоза можно говорить об экологических нишах особей, которые составляют местообитание данных видов; комбинация видов на участках с разной степень антропогенной нагрузки может характеризовать местообитание по ряду важнейших абиотических факторов.

Цель наших исследований — изучить характер антропогенного воздействия на популяцию *Quercus petraea* (Matt.) Lieb. на основе фитоиндикации условий экотопов скальнодубовых фитоценозов Горного Крыма на тренде рекреации.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наиболее известными и часто используемыми при обработке геоботанических описаний для территории европейской части России являются отечественные экологические шкалы Л. Г. Раменского (Раменский и др., 1956) и Д. Н. Цыганова (Цыганов, 1974). Поправка оригинальных шкал проведена с учетом методических рекомендаций (Корженевский, 1987) и региональных особенностей Горного Крыма. Анализировали следующие градиенты факторов-условий и факторов среды с амплитудой от 0 до 100: освещенность — затенение (Lc); температура воздуха (Tm); аридность — гумидность (Om); криорежим (Cr); континентальность климата (Kn); увлажнение (Hd); переменность увлажнения (fH); кислотность субстрата (Rc); солевой режим (анионный состав) (Tr); содержание карбонатов (Ca); содержание азота (Nt); содержание гумуса (Gr) и гранулометрический состав субстрата (Ae).

Основным объектом исследований было скально-дубовое насаждение (Алуштинское участковое лесничество ГАУ РК «Алуштинское лесоохотничье хозяйство», квартал 69, выдел 29; тип лесорастительных условий — С₁; тип леса — сухая дубово-грабовая судубрава; возраст — 57 лет), в пределах которого выполнялось геоботаническое описание на участках с разными стадиями рекреационной дигрессии (Голубев, Корженевский, 1985). Стадии рекреационной дигрессии лесного фитоценоза определяли глазомерно (Плугатарь, 2015). Далее для каждого конкретного вида растения, входившего в состав описания, считывалась информация о положении вида по каждому абиотическому фактору (минимальное и максимальное значение градиента) базы данных «Роver» (Корженевский, Клюкин, 1987). Полученный ряд показывал отклонение видового богатства, которое явилось итогом количества средних видов на градиентах изученных абиотических факторов скально-дубовых фитоценозов Горного Крыма.

Коэффициент соответствия условиям среды вычисляли для каждого абиотического фактора разницей между средними значениями максимального и минимального значения градиента в анализируемом фитоценозе с оптимальным значением для данного градиента (Злобин и др., 2013).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Геоботаническое описание позволило установить флористический состав видов для фитоценоза *Q. petraea*. В результате получена информация экологического оптимума на градиенте фактора в пространстве вектора, ограниченного точками минимума и максимума.

Общеизвестно, что климатические (солнечная радиация, тепло, влага) и эдафические (увлажнение почв и их физические и химические свойства, формирующие плодородие) являются ведущими абиотическими факторами, контролирующими рост и определяющими закономерности распределения видов (Одум, 1986). Растительный покров обусловливает специфику ряда абиотических факторов. Генерируются экологические системы,

составляющие элементы которых тесно взаимосвязаны и взаимозависимы, то есть изменение одного элемента системы повлечет изменение других.

Оценка плотности упаковки видов на градиенте фактора-ресурса «освещенность — затенение» (Lc) позволила отнести скально-дубовый фитоценоз в Горном Крыму к полузакрытым местопроизрастаниям. Минимальные и оптимальные значения по градиенту «освещенность — затенение» для V стадии рекреационной дигрессии смещаются в сторону максимального значения, что вполне закономерно в связи с изреживанием полога (табл. 1).

Показатели, характеризующие климатоп, показали, что процент перекрытия экологических шкал по отношению к терморежиму (*Tm*) колеблется в достаточно широких пределах: от 27 % до 77 % для I стадии рекреационной дигрессии; от 35 % до 78% для II стадии; 31 % – 79 % для IV стадии и от 33 % до 76 % для V стадии. Оптимальные значения на градиенте фактора-ресурса находятся примерно в одном диапазоне для каждой стадии дигрессии. В целом, среди видов данного фитоценоза по отношению к терморежиму преобладают представители субмезофитов.

 Таблица 1

 Положение сообществ Quercus petraea на градиентах факторов среды и факторов-условий по стадиям рекреационной дигрессии

Г					Ст	адии	рекре	ацион	ной ді	игресс	ии				
1 радиенты факторов		I			II			III			IV			V	
факторов	min	opt	max	min	opt	max	min	opt	max	min	opt	max	min	opt	max
Lc	46	73	95	49	79	94	52	79	93	58	79	94	55	81	97
Tm	27	57	77	35	58	78	31	59	79	37	60	79	33	54	76
Om	35	54	72	38	56	71	30	52	74	32	52	75	31	56	73
Cr	28	58	86	36	71	87	34	64	87	30	54	93	36	71	90
Kn	23	53	79	21	54	81	20	57	86	20	58	87	16	50	82
Hd	36	45	62	25	42	57	21	42	53	21	42	56	21	42	59
fН	39	59	73	45	62	82	46	62	85	45	70	87	50	63	84
Rc	26	62	87	32	61	90	26	50	86	36	60	87	27	61	88
Tr	22	33	54	24	39	64	21	39	63	23	37	59	21	41	60
Са	39	64	84	31	63	85	24	58	81	38	71	84	27	60	85
Nt	17	50	81	14	35	75	18	35	78	22	37	76	21	31	71
Gr	19	33	61	19	40	62	16	36	57	22	45	63	21	46	65
Ae	45	57	70	31	33	54	32	37	57	27	37	53	35	34	62

Процент перекрытия экологических шкал по отношению к омброрежиму колеблется в значительных пределах, а именно: от 35 % до 72% для I стадии рекреационной дигрессии; 38% - 71% для II стадии; 30% - 74% для III стадии; 32% - 75% для IV стадии и от 31% до 73 % для V стадии, где наблюдается самый большой рекреационный пресс. Оптимальные значения фактора-ресурса расположились в пределах 52% - 56%, на III и IV стадиях наблюдается меньший процент оптимального перекрытия упаковки (52%). Тип омброрежима (0m) близок к аридному типу с оптимальными значениями градиента по стадиям дигрессии: I стадия – 53,5 ед.; II стадия – 56; III стадия – 51,5; IV стадия – 51,5; V стадия – 56 единиц соответственно.

Криорежим местообитания (Cr) соответствует типу теплых зим. Анализ перекрытия экологических шкал по отношению к континентальности климата также показал значительный процент колебания. Самый большой разброс наблюдается на IV стадии: от 20 % до 87 % с оптимальными значениями градиента по стадиям дигрессии: I стадия -53 %; II стадия -54 %; III стадия -57 %; IV стадия -58 %. и 50 % для V стадии.

Шкала увлажнения почв (*Hd*) отражает отношение растительности к водному режиму. Процент перекрытия экологических шкал исследованного фитоценоза по отношению к влажности почвы колебался от 21 % (минимальное значение градиента для участков с III, IV и V стадией рекреационной дигрессией) до 62 % – для максимального значения градиента на I стадии. В спектре экологических групп по отношению к данному фактору преобладают мезофиты.

Наиболее общую и полную характеристику экологических условий дает представление о почве, на которой произрастает травянистая растительность. Каждый тип почвы характеризуется разной амплитудой влажности и богатства. Между качественными показателями влажности почвы, определенными методами фитоиндикации и экспериментально установленными запасами влаги существует линейная зависимость, что позволяет подойти к количественному толкованию эмпирически установленных градаций гигротопов. Азот является важным составным элементом почвы и определяет характер ее плодородия, лимитирует распространение многих видов. В почве он находится в разных, часто недоступных для растений формах, поэтому для фитоиндикации принято использовать минеральные формы азота (нитраты и аммоний), которыми питаются растения (Вопросы рекреационного ..., 1988).

Оценка плотности упаковки видов на градиенте, характеризующем эдафотоп, показала, что оптимальные и максимальные значения градиента содержания азота в почве на II, III и IV стадиях находятся в равных диапазонах, за исключением минимальных значений. Самые низкие оптимальные и максимальные показатели, что закономерно, наличия азота (Nt) наблюдается на пробной площади с V стадией рекреационной дигрессии. Самые высокие средние минимальные значения градиента наблюдаются на участках с IV и V стадией. Самые высокие оптимальные показатели градиента приходятся на участок с I стадией рекреационной дигрессии. Минимальный процент перекрытия варьирует от 14 до 22 %, максимальные значения варьируют от 71 % для участков с V стадией до 81 % для участков с I стадией рекреационной дигрессии. В целом, содержание свободного азота в почве характеризует благоприятные условия произрастания для популяции Q. petraea.

Коэффициент удовлетворенности среды (D) характеризует степень содействия произрастания того или иного таксона и является величиной экологического дискомфорта популяции (табл. 2). Чем ниже этот коэффициент, тем более условия местопроизрастания конкретного вида соответствуют экологии исследуемой популяции.

 Таблица 2

 Анализ разницы между экологическим оптимумом исследуемого вида и экологическими условиями в популяции Quercus petraea

				Стадии	рекреаци	онной д	цигрессии	ī		
Градиенты	I		II			III		V	V	
факторов	Max – min	D	Max – min	D	Max – min	D	Max – min	D	Max – min	D
Lc	49,6	-23	44,8	-34	41,2	-38	36,3	-43	42,4	-38
Тт	50,6	-6	43,2	-14	48,5	-10	42,0	-18	43,5	-11
Om	37,2	-16	32,4	-24	44,0	-8	42,8	-9	42	-14
Cr	57,2	0	50,6	-20	53,4	-10	63,5	10	54	-17
Kn	56,8	4	59,2	5	65,6	9	67,8	10	66	17
Hd	25,9	-19	32,0	-10	31,7	-10	35,8	-6	38,3	-4
fН	33,8	-25	36,8	-25	39,2	-22	41,5	-29	33,75	-29
Rc	61,0	-1	58,6	-2	59,8	10	51,5	-8	61,2	1
Tr	31,5	-2	39,8	1	42,1	4	36,0	-1	38,7	-2
Са	45,0	-19	54,0	-9	57,2	-1	46,5	-24	58,5	-2
Nt	64,4	15	61,4	26	59,6	25	54,0	18	49,8	19
Gr	41,4	8	43,6	4	41,0	5	41,0	-4	44	-2
Ae	24,2	-32	23,4	-10	24,6	-12	26,3	-10	26,2	-8

Оптимальные значения для произрастания популяции *Q. petraea* по всем стадиям рекреационной дигрессии наблюдаются по шкалам солевого режима, кислотности субстрата, температурного режима (за исключением участков со II и IV стадией рекреационной дигрессии, на них этот показатель определяет средний уровень благоприятности этого градиента) и континентальности климата (кроме участка с V стадией рекреационной дигрессии). В зону, обуславливающую дискомфорт для исследуемой

популяции, входят шкалы по освещенности — затенению (Lc) и переменности увлажнения (fH). Стоит отметить, что для шкалы увлажнения большее несоответствие экологии происходит на участках, которые более страдают от рекреационного пресса. По шкале содержания азота (Nt) все участки находятся в средней степени благоприятности этого абиотического фактора в условиях произрастания вида.

По шкалам абиотических факторов участок с I стадией рекреационной дигрессией популяция Q. petraea имеет широкую амплитуду по всем градиентам факторов-условий, за исключением шкалы увлажнения и солевого режима. На всех стадиях рекреационной дигрессии наиболее узким является интервал шкалы гранулометрического состава (Ae). Оптимальные значения по шкалам переменности увлажнения почв (fH) и богатства азота (Nt) на всех участках с разными стадиями дигрессии приближаются к минимальным значениям градиента.

Соотношение распределения на занятых градиентах абиотических факторов по оптимальности может быть симметричным или асимметричным. В таблице 3 приводятся значения коэффициента асимметрии кривой числа видов на градиентах изученных абиотических факторов для насаждения *Q. petraea*.

 Таблица 3

 Коэффициент асимметрии кривой числа видов на градиентах изученных абиотических факторов для насаждения Quercus petraea

Градиенты	Стадии рекреационной дигрессии										
факторов	I	II	III	IV	V						
Lc	-0,98	-0,69	-0,33	-0,06	-1,07						
Tm	-0,69	-0,58	-0,26	-0,55	-0,09						
Om	-1,19	-1,1	0,33	-0,102	0,24						
Cr	-0,95	-1,57	-1,99	-1,33	-0,24						
Kn	-1,74	-1,24	-0,57	-0,404	-1,09						
Hd	0,16	0,53	0,22	0,35	0,48						
fΗ	0,51	0,12	0,06	0,62	0,04						
Rc	-0,2	-0,12	-0,75	-0,27	-0,318						
Tr	0,92	0,67	0,65	0,73	0,49						
Са	-0,14	-0,51	-0,35	0,106	-0,88						
Nt	0,009	-0,4	-0,24	-0,38	-0,08						
Gr	-0,41	-0,31	0,06	0,08	-0,637						
Ae	0,36	-0,04	-0,54	-0,22	0,95						

Отрицательные значения коэффициента асимметрии говорят о конкурентном напряжении на участке градиента с низкими значениями, что свидетельствует о недостатке или переизбытке ресурса. Положительный коэффициент асимметрии на всех участках встречается по шкалам увлажнения (Hd), переменности увлажнения (fH) и солевого режима (Tr), что свидетельствует о смещении модальных значений в сторону высоких значений абиотического фактора. По стадиям рекреационной дигрессии положительный коэффициент асимметрии по омброрежиму (Om) наблюдается на III и V стадиях; по шкале содержания карбонатов – на IV стадии; по шкале содержания гумуса – на участках с III и IV стадией; по шкалам содержания азота (Nt) и гранулометрического состава субстрата (Ae) – на участке с I стадией рекреационной дигрессии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги, можно сказать, что метод фитоиндикации экологических шкал позволяет дать экологическую характеристику местообитания популяции Quercus petraea. При помощи метода оценки экологической ниши сообществ выделены градиенты факторовусловий и градиенты факторов среды с неблагоприятными значениями в диапазоне популяции Q. petraea.

Для участков с большим рекреационным давлением наблюдается снижение оптимальных значений по градиентам континентальности климата, увлажнения, содержания азота и гранулометрического состава субстрата выше, чем для условий, где наблюдается минимальный «пресс» на растительный покров. Также на участках с высокой стадией дигрессии наблюдаются низкие показатели фактора-ресурса по градиенту содержания азота, все участки находятся в средней степени благоприятности этого абиотического фактора в условиях произрастания вида.

Список литературы

Вопросы рекреационного лесопользования в горных курортных районах: Тезисы доклады совещания (5–7 апреля 1989 года, г. Алушта). – Алушта, 1988. – 68 с.

Злобин Ю. А., Скляр В. Г., Клименко А. А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения: монография. – Сумы: Университетская книга, 2013. – 439 с.

Интродукция и селекция декоративных растений в Никитском ботаническом саду (современное состояние, перспективы развития и применение в ландшафтной архитектуре): Монография / [ред. Ю. В. Плугатарь]. – Симферополь: ИТ «Ариал», 2015. – 432 с.

Корженевский В. В. Об одном простом способе интерпритации экологических шкал // Экология. -1990. -№ 6. - C. 60–63.

Корженевский В. В. Новый способ графического выражения зависимости видового богатства и комплексных градиентов среды // Экология. – 1999. – № 3. – С. 216–219.

Корженевский В. В., Клюкин А. А. Методические рекомендации по фитоиндикации современных экзогенных процессов. – Ялта: Изд-во Никитского ботанического сада, 1987. – 41 с.

Методические рекомендации по геоботаническому изучению и классификации растительности Крыма. / [сост. В. Н. Голубев, В. В.Корженевский]. – Ялта, 1985. – 48 с.

Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир. 1986. – 248 с.

Плугатарь Ю. В. Леса Крыма: Монография. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – С. 258–259.

Сукачев В. Н. Основы лесной биогеоценологии. – М.: Наука, 1964. – 575 с.

Цыганов Д. Н. Экоморфы и экологические свиты // Бюлетень МОИП. Отделение биологии. — 1974. — Т. 79. Вып. 2 - C. 128-141.

Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / [Л. Г. Раменский, И. А. Цаценкин, О. Н. Чижиков, Н. А. Антипов]. – М.: Сельхозгиз, 1956. - 472 с.

Plugatar Y.V. Papelbu V.V. Phytoindication of conditions of ecotopes of durmast oak phytocoenosis of the mountainous Crimea on recreation trebd // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 61–66.

The position on the axes of environmental factors gradients has been established for the sintaxons of the durmast oaks forest in the Mountainous Crimea using the computer program «Pover» and the database «Ecodate». The minimum, optimal and maximum values for 13 gradient vectors have been determined. Gradients of the factors-conditions and gradients of the factors-environment with unfavorable values in the population range of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. have been allocated. For the plots with a heahy recreational streess the decrease in the optimal values of the continental climate gradient, humidity, nitrogen content and granulometric texture of substrate is observed and it is higher, than for the conditions, accoding to which the minimal «pressure» on vegetation cover is noticed. Also on the plots with a high stage of degradation the low rates of factor-resource on the nitrogen content gradient are observed, all the plots are in the middle degree of favorableness of this abiotic factor under the conditions of the species growth.

Key words: phytocoenosis, sintaxon, forest ecosystems, factors-conditions, factors-resources, environmental factors gradient, recreational impact.

Поступила в редакцию 18.06.18

УДК 581.526.54:502.753(477.75)

Биоэкологические особенности облигатных гляреофитов осыпей верхнего пояса Горного Крыма

Никифоров А. Р., Корженевский В. В., Никифоров А. А.

Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН Ялта, Республика Крым, Россия nikiforov.a.r.01@mail.ru

Дифференциация петрофитов на элементы облигатной и факультативной природы обусловлена их генетической разнородностью. Это же обстоятельство является причиной дифференциации облигатных петрофитов на экологические группы, одной из которых являются «растения осыпей» — гляреофиты. Гляреофиты описывают как вегетативно подвижные засухоустойчивые многолетние растения с мощными главными и боковыми корнями, корневищами, запасающими органами, ползучими в щебне придаточными корнями и побегами, удлиненными цветоносами. Подобные представления о биоэкологических признаках гляреофитов обусловлены предположением о том, что эти растения способны снижать подвижность коллювия. Реальные же облигатные гляреофиты Горного Крыма являются малолетними коротко-стержнекорневыми растениями, которые никак не изменяют среду своего существования. Проведен анализ онтоморфогенеза, сезонного развития и структурных особенностей представителей облигатных гляреофитов Горного Крыма. Изучение облигатных гляреофитов как оригинальной группы видов проведено впервые.

Ключевые слова: петрофит, гляреофит, осыпь, Горный Крым, биоморфологическая структура.

ВВЕДЕНИЕ

Местообитания петрофитов в ботанической литературе обозначают расплывчатым термином «скалы и осыпи». Мозаичную и разреженную растительность «скал и осыпей» определяют как «петрофитон» (Голубев, 1978; Гречушкина, 2011). В составе группировок петрофитов распознают элементы различного эколого-ценотического происхождения: способные к развитию в широком спектре экологических условий (факультативные петрофиты), а также петрофиты облигатной природы (Шхагапсоев, 1988). Кроме этого, в числе облигатных петрофитов выделяют группы видов, которые идентифицируют по их экологической сопряженности с особыми типами каменистых экотопов, в частности, растения осыпей – гляреофиты (Шхагапсоев, 1988; Ковалева, 2012). Облигатные гляреофиты никогда не выходят за пределы осыпных склонов и тем самым указывают на генетическую оригинальность растительности осыпей. Соответственно, растительность рассматривают как особый вариант петрофитона – «подвижный петрофитон» или же специфический тип петрофитной растительности – «гляреофитон» (Голубев, 1992; Гречушкина, 2011)

Считается, что первичные условия осыпей экстремальны для развития высших сосудистых растений (Голубев, 1982, 1992; Гречушкина, 2011; Джураев, 1974, 1975; Стешенко, 1974). Поэтому в состав пионерных групп на осыпных склонах включают ограниченное число видов. Это или растения с длинными поземными корневищами (Голубев, 1992; Джураев, 1974; Стешенко, 1974) или нагорные ксерофиты – древесные, полудревесные и травянистые растения с чертами ксероморфизма в габитусе (Арустамова, 1973). Именно этим растениям приписывают возможность преобразования первичных условий осыпей. Весьма популярны умозрительные схемы того, как разреженные группировки и единичные растения гляреофитона полностью трансформируют азональную осыпь в поясной ландшафт, а гляреофитон – в растительное сообщество зонально-поясного типа (Голубев, 1982, 1992; Джураев, 1974; Стешенко, 1974; Шхагапсоев, 1988). Тем не менее реальность существования облигатных гляреофитов, условием существования которых является среда, формируемая преимущественно эдафическими факторами, опровергает

подобные представления. Причины локализации популяций этих видов на коллювии осыпных склонов также остаются невыясненными.

Объект наших исследований – растения Lamium glaberrimum (K. Koch) Taliev и Scrophularia exilis Popl.

Цель исследования — выявыть комплекс ключевых морфологических признаков и адаптаций, характерных для облигатных гляреофитов осыпей верхнего пояса Горного Крыма.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Осыпной склон как геоморфологический объект всегда включает две структурные части: денудационную поверхность и собственно осыпь — зону аккумуляции коллювия (Леонтьев, Рычагов, 1988). В Горном Крыму на коллювиальных чехлах и шлейфах локализованы популяции Lamium glaberrimum (К. Koch) Taliev (Lamiaceae) и Scrophularia exilis Popl. (Scrophylariaceae). Популяции этих видов обнаружены на высоте 1200—1400 м н. у. м.: Шаган-Кая, Гурзуфская яйла (1280—1350 м н. у. м), Джунын-Кош (Ялтинская яйла, 1250—1350 м н. у. м.), Яман-Дере, Бабуган-яйла (1300—1400 м н. у. м.) и отдельно L. glaberrimum — у подножия г. Эклизи-Бурун, Чатыр-Даг (около 1200—1400 м н. у. м.) (Красная книга..., 2016).

Облигатный гляреофит Lamium glaberrimum в статусе диагностического вида включен в ассоциацию Sobolewskio sibiricae — Heracleetum ass. nova и субассоциацию S. s. — H. lamietosum glaberrimi subass. nova — растительность осыпей верхнего пояса (Рыфф, 2007). Экологическую природу Scrophularia exilis выявили совсем недавно, благодаря чему был восстановлен оригинальный таксономический статус этого ранее упраздненного вида (Fateryga et al., 2013).

Растения изучали *ex situ* и *in situ*. Фиксировали их развитие с момента прорастания семян до отмирания. Исследовали онтоморфогенез, поземные и надземные органы, сезонные ритмы, закономерности и последовательность в реализации системы цветоносных осей и порядок цветения. Зонально-функциональную структуру побегов изучали по стандартной методике (Борисова, Попова, 1990). Тип соцветия определяли согласно общепринятой классификации (Федоров и Артюшенко, 1979).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проростки облигатных гляреофитов имеют схожее строение, общей чертой которого является удлиненный гипокотиль: для того, что бы семядоли достигли поверхности, гипокотиль должен вынести их через слой щебня толщиной 10 см и более (рис. 1, 2, I).

Семядоли и первые листья формируют первичную розетку, присущую для ювенильных и имматурных особей. У *L. glaberrimum* первичную розетку образуют округлые семядоли и две пары пальчаторассеченных черешковых листьев (рис. 1, II). У *S. exilis* аналогичную розетку составляют ромбовидные семядоли, первые пары округлых листьев эллиптической и обратнояйцевидной формы, а выше — две пары слаборассеченных листьев (рис. 2, II, III). Растения виргинильного возрастного состояния характеризует появление вторичной розетки листьев, которую отделяет от нижней розетки удлиненное междоузлие (рис. 1, II; 2, III). У *S. exilis* вторичную розетку образуют лировидно рассеченные листья, характерные для зрелых растений, а у *L. glaberrimum* — черешковые листья, подобные первым листьям в нижней розетке.

В результате контактильной деятельности главного корня, который обычно не достигает глубины более 5 см и развивается в субгоризонтальной плоскости, первичная розетка с удлиненным междоузлием втягивается в глубину щебня. При этом вторичная розетка оказывается на уровне поверхности осыпи (рис. 1, III; 2, IV). В этот же момент на главной оси формируется удлиненное междоузлие, выше которого образуется третья — терминальная —розетка листьев. В отличие от предшествующих листьев, листья в третьей розетке не имеют черешков.

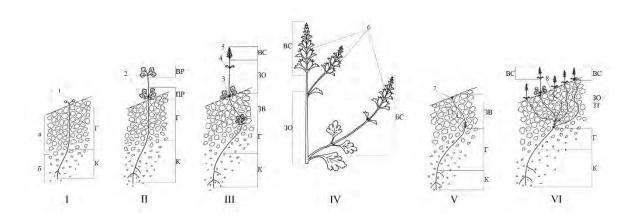


Рис. 1. Онтоморфогенез Lamium glaberrimum

I — проросток; II — растение виргинильного возрастного состояния; III — генеративная особь первого сезона жизненного цикла, зонально-функциональная структура растения; IV — синфлоресценция; V — габитус растения в период зимовки; VI — генеративная особь второго сезона жизненного цикла. K — корень, Γ — гипокотиль; BC — верхушечное соцветие; BC — боковое соцветие; BC — зона обогащения; BC — зона возобновления; BC — зона торможения. BC — почки; BC — почки; BC — почки; BC — первичная розетка; BC — вторичная розетка.

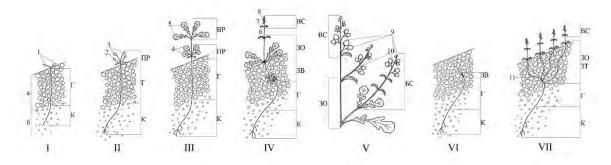


Рис. 2. Онтоморфогенез Scrophularia exilis

I — проросток; II — ювенильное растение; III — растение виргинильного возрастного состояния; IV — генеративная особь первого сезона жизненного цикла, зонально-функциональная структура растения; V — синфлоресценция; VI — габитус растения в период зимовки; VII — генеративная особь второго сезона жизненного цикла. VII — гипокотиль; VII — верхушечное соцветие; VII — боковое соцветие; VII — зона обогащения; VII — гипокотиль; VII — верхушечное соцветие; VII — семядоли; VII — первая пара округлых листьев; VII — верхушечное соцветия. VII — семядоли; VII — первая пара округлых листьев; VII — первая пара округлых листья зрелых растений; VII — первичная розетка; VII — верхушечная розетка; VII — верхушечная розетка; VII — верхушечная розетка.

Появление третьей розетки листьев синхронизировано с переходом растений в генеративное состояние — заложением генеративных зачатков верхушечного соцветия. Верхушечное соцветие главной оси побега *L. glaberrimum* определяется как мутовчатый колос (Федоров и Артюшенко, 1979). Мутовка цветков при паре супротивных сидячих листьях является простейшим элементом данного соцветия (рис. 1, IV). Верхушечное соцветие *Scrophularia exilis* представляет собой двойную закрытую кисть (диботрий) (Федоров и Артюшенко, 1979). Элементы этой кисти — диады — состоят из верхушечного и бокового цветков (рис. 2, V).

В пазухах нижерасположенных сидячих листьев закладываются и раскрываются почки, дающие начало боковым ответвлениям, повторяющим строение верхушечного соцветия и ветвящиеся из пазух сидячих листьев и брактей (рис. 1, IV; 2, V). В результате главный побег растений этих видов дифференцируется на плотное верхушечное соцветие (ВС) и растянутую зону обогащения (ЗО) (рис. 1, III; 2, IV).

В верхушечных соцветиях степень развития сидячих листьев и бутонов уменьшается в акропетальном направлении: полностью сформированы только нижние элементы, ближе к верхушке размер листовых пластинок уменьшается, а на верхушке расположены недоразвитые листочки с зачатками бутонов (S. exilis) или без таковых (L. glaberrimum). По мере растяжения междоузлий и цветения элементы соцветия разрежаются в акропетальном порядке. Боковые же частные (парциальные) соцветия (БС), напротив, развиваются в базипетальном порядке (рис. 1, IV; 2, V). Степень ветвления боковых соцветий увеличивается также в базипетальном порядке: лишь первый (верхний) боковой побег повторяет строение верхушечного соцветия. Следующие за ним ответвления ветвятся посредством почек в пазухах брактей (рис. 1, IV; 2, V). Подобный ход цветения у растений указанных видов чрезвычайно растягивает период этого процесса (до двух месяцев и более).

Синхронно с цветением верхушечного соцветия и боковых соцветий главного побега в пазухах черешковых листьев вторичной розетки развиваются почки, в которых закладываются зачаточные структуры, повторяющие строение главного побега, — одноосные побеги с зачатками нижних черешковых, средних и верхних сидячих листьев. Происхождением и строением одноосные побеги отличаются от боковых ответвлений главного побега — это побеги зоны возобновления (3В). У Lamium glaberrimum большая часть почек вторичной розетки сохраняется в покое, а у Scrophularia exilis все одноосные побеги в зоне вторичной розетки реализуются уже в первый сезон жизненного цикла.

После наступления устойчивых заморозков генеративное развитие цветущих и плодоносящих растений с бутонами, цветками и плодами прекращается. Накануне зимовки все надземные органы растений отмирают. Сохраняются и зимуют только приземно-подземно (L glaberrimum) и подземно (S exilis) расположенные части растений (рис. 1, V; 2, VI). Соответственно, зона возобновления у зимующих растений состоит из тех их частей, где имеются аксиллярные почки: в зоне первичной розетки (S exilis) и в зоне вторичной и первичной розеток (L glaberrimum) (рис. 1, V; 2, VI).

Весной, по мере повышения среднесуточной температуры воздуха, начинается рост одноосных побегов весенней генерации из перезимовавших аксиллярных почек. Эти побеги имеют удлиненный до 30 см участок с чешуйчатыми листьями, почки в пазухах которых, как правило, недоразвиты, и верхний участок, который достигает поверхности и возвышается над ней (зоны верхушечного соцветия и обогащения) (рис. 1, VI; 2, VII). Таким образом, у одноосных побегов весенней генерации зона обогащения частично или полностью преобразуется в зону торможения (ЗТ). По этой причине генеративная фаза второго сезона сравнительно кратковременна и завершает жизненный цикл развития растений указанных видов.

выводы

- 1. Определенное сходство в развитии и структуре *Lamium glaberrimum* и *Scrophularia* exilis свидетельствует об эколого-генетической близости этих двух видов.
- 2. Комплекс признаков облигатных гляреофитов полностью соответствует их развитию в условиях среды коллювиальных чехлов с погребенным под щебнем увлажненным мелкоземом.
- 3. Ключевыми признаками изученных облигатных гляреофитов являются краткий жизненный цикл, семенное возобновление, наличие удлиняющихся органов, зимовка органов возобновления в толще щебня.
- 4. Облигатные гляреофиты никак не изменяют среду своего существования и являются автохтонами осыпных склонов.

Список литературы

Арустамова Д. М. О понятии «нагорные ксерофиты» и объеме типа нагорно-ксерофитной растительности // Вестник Московского университета. География. -1973. - N -1973. - N

Борисова И. В., Попова Т. А. Разнообразие функционально-зональной структуры побегов многолетних трав // Ботанический журнал -1990.- Т. 75, № 10.- С. 1420-1426.

Голубев В. Н. Эколого-биологические особенности растений и растительных сообществ крымской яйлы // Биоэкология растений и фитоценозов Крыма: Труды Никитского ботанического сада. – 1978. – Т. 74. – С. 5–70.

Голубев В. Н. Первичное зарастание и восстановительная сукцессия растительности на Никитской яйле в условиях заповедности // Труды Никитского ботанического сада. – 1982. – Т. 86. – С. 7–26.

Голубев В. Н. Подвижный петрофитон в высокогорьях Крыма // Труды Никитского ботанического сада. — 1992. — Вып. 74. — С. 5—9.

Гречушкина Н. А. Петрофитная растительность и ее классификация // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. -2011. - T. 20, № 1. - C. 14–31.

Джураев А. Д. Растительность первичных осыпей высокогорий Гиссарского хребта и ее роль в их закреплении // Проблемы ботаники: Растительный мир высокогорий и его освоение. — 1974. — Т. 12. — С. 142—144.

Джураев А. Д. Биолого-экологические группы и жизненные формы растительности первичных осыпей Гиссарского хребта // Вопросы интродукции и биологии растений. — 1975. — С. 38—50.

Ковалева О. А. К классификации петрофитов флоры Российского Кавказа // Биоразнообразие, биоресурсы, биотехнологии и здоровье населения Северо-Кавказского региона. Материалы 57-й научно-методической конференции «Университетская наука региону». – Ставрополь, 2012. – С. 159–164.

Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы. Издание второе, исправленное / [отв. ред. А. В. Ена, А. В. Фатерыга]. — Симферополь, 2016.-480 с.

Стешенко А. П. О сезонном ритме развития и морфологии растений каменистых осыпей высокогорий Памира // Проблемы ботаники: Растительный мир высокогорий и его освоение. — 1974. — Т. 12. — С. 213—219.

Рыфф Л. Э. Редкие растения осыпей Крыма // Труды Никитского ботанического сада. – 2001. – Т. 120. – С. 58–63.

Рыфф Л. Э. Sobolewskio sibiricae – Heracleetum (Thlaspietea rotundifolii) – новая ассоциация растительности прияйлинских осыпей Горного Крыма // Бюллетень Никитского ботанического сада. – 2007. – Вып. 94. – С. 9–13.

Федоров Ал. А., Артюшенко 3. Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Соцветия. – Л.: Наука, 1979. - 296 с.

Шхагапсоев С. Х. Растительность и процессы зарастания осыпей альпийского пояса в Кабардино-Балкарии // Известия Северо-Кавказского научного центра высшей школы. Естественные науки. – 1988. – № 2. – С. 5–9.

Fateryga A. V., Ryff L. E., Nikiforov A. R., Svirin S. A. Rediscovery of the endemic *Scrophularia exilis* (Scrophulariaceae) in the Crimean Mountains and comments on its taxonomic status // Willdenowia. – 2013. – Vol. 43, N 2. – P. 251–256.

Nikiforov A. R., Korzhenevsky V. V., Nikiforov A. A. Biological and ecological features of the obligate glyareophytes on the upper zone rock screes in Mountain Crimea // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 67–71.

Differentiation of petrophytes into the elements of obligate and facultative nature is determined by their genetic heterogeneity. This is also the reason for the differentiation of obligate petrophytes into ecological groups, one of which is "scree plants" - glareophytes. Glareophytes are described as vegetative mobile, drought-resistant perennial plants with well-developed main and lateral roots, rhizomes, storing organs, creeping adventitious roots and shoots, elongated peduncles. Such concept of glareophytes bioecological features is due to the assumption that these plants are able to reduce the mobility of colluvium. The real obligate glareophytes of the Mountain Crimea are plants with short taproot and they do not change their natural habitat. The analysis of ontomorphogenesis, seasonal development and structural features of the obligate glareophytes of the Mountain Crimea was carried out. The studies of obligate glareophytes as an original group of species has been performed for the first time.

Key words: petrophyte, glyareophyte, talus, Mountain Crimea, morphological structure.

Поступила в редакцию 25.05.18

УДК 581.4:581.6

Биологические особенности редкого вида Campanula carpatica Jacg. в условиях Республики Башкортостан

Аллаярова И. Н., Реут А. А.

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

В статье представлены результаты исследования биологических особенностей редкого вида *Campanula carpatica* Јасд. на базе Южно-Уральского ботанического сада-института — обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук». Подробно изучен онтогенез за 9-летний период. Выявлено, что он проходит по неполночленному типу, то есть сенильный период у *C. carpatica* не выражен. Показано, что у данного вида семенная продуктивность является высокой. Свежесобранные семена не имеют периода покоя. Для повышения всхожести семян, хранившихся около четырех лет, наиболее перспективным методом является использование переменных температур и препарата ГУМИ-20. При изучении компонентного состава надземных органов *С. carpatica* обнаружен богатый набор нутриентов — аминокислот, протеинов, сахаров, макро- и микроэлементов. В результате оценки успешности интродукции *С. carpatica* отнесен к высокоустойчивым культурам. Растения интенсивно размножаются, часто образуют самосев, способны к самовозобновлению, а иногда и расширению занимаемой площади. По комплексу биолого-хозяйственных признаков, а также благодаря высоким декоративным качествам *С. carpatica* перспективен для озеленения населенных пунктов в лесостепной зоне Башкирского Предуралья.

Ключевые слова: Campanula carpatica, онтогенез, фенология, динамика роста, декоративные качества, успешность интродукции, семенная продуктивность, всхожесть семян, компонентный состав.

ВВЕДЕНИЕ

Использование растений естественной флоры в зеленом строительстве позволяет не только расширить ассортимент цветочно-декоративных растений, но и является одним из путей изучения и сохранения биоразнообразия (Миронова и др., 2009). Большой интерес в этом плане представляет колокольчик карпатский (*Campanula carpatica* Jacg., сем. Campanulaceae Juss) — самый известный из низкорослых колокольчиков, получивший свое название от места естественного распространения — известняковые скалы лесного пояса гор Средней Европы, Карпат, Трансильванских Альп. Охраняемый реликтовый эндемичный вид. Включен в Красную книгу Украины под статусом «Редкий» (Красная..., 2009). Размножение и введение в практику озеленения колокольчика карпатского может служить одним из действенных мероприятий по его охране и воспроизводству и, как следствие, повлечь за собой снижение антропогенной нагрузки на природные ценопопуляции. В культуре с 1770 года (Миронова, Реут, 2010). В декоративном садоводстве Башкортостана используется редко (Аллаярова, Миронова, 2011; Аллаярова, Миронова, 2012; Миронова и др., 2014).

Целью работы является изучение биологических особенностей *Campanula carpatica* в культуре, а также оценка успешности его адаптации в условиях Башкирского Предуралья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полевые и лабораторные исследования проводили на базе Южно-Уральского ботанического сада-института — обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН» (далее — ЮУБСИ УФИЦ РАН) в 2007—2017 годах.

Территория ЮУБСИ УФИЦ РАН расположена в лесостепи на границе правобережья и левобережья Предуралья. В климатическом отношении район характеризуется большой амплитудой колебаний температуры в ее годовом ходе, неустойчивостью и недостатком атмосферных осадков, быстрым переходом от суровой зимы к жаркому лету, поздними весенними и ранними осенними заморозками. Лето жаркое и сухое, среднемесячная температура воздуха колеблется от 17,1 °С до 19,4 °С, абсолютный максимум достигал 37,0 °С. Среднемесячное количество осадков в летние месяцы колеблется в пределах от 54 до 69 мм, среднегодовое количество осадков равно 580 мм. Безморозный период продолжается в среднем 144 дня. Основные типы почв – серые и темно-серые лесные. Реакция среды — слабокислая и близкая к нейтральной (Каталог..., 2005; Аллаярова, Миронова, 2014).

Семена С. carpatica были получены по Международному обменному фонду из Германии в 2000 году. Онтогенез *С. carpatica* изучался при культивировании в условиях Башкирского Предуралья с мая 2008 года у растений, выращенных семенами собственной репродукции сбора 2007 года в открытом грунте. В 2008–2017 годах проводили морфологический анализ растений. Для описания брали по 30 представителей после вступления более 75 % особей в каждое возрастное состояние. При изучении онтогенеза проводился сравнительный морфологический анализ в соответствии с разработками Т. А. Работнова (1950) и А. А. Уранова (1975). Жизненные формы определялись по системе А. Б. Безделевой и Т. А. Безделевой (2006). Для анализа сезонного ритма развития растений применяли методику фенологических наблюдений в ботанических садах (1972). Динамику роста определяли путем измерения высоты растений каждые 10 дней. Оценка декоративности вида проведена по методике государственного сортоиспытания декоративных культур (1960). При подведении итогов интродукции использована 7балльная рабочая шкала, разработанная в Донецком ботаническом саду (Баканова, 1984). Морфологию соцветий изучали с использованием методических разработок А. А. Федорова и З. Т. Артюшенко (1979). Определение жизнеспособности пыльцы проводили по методике В. П. Размологова (1982). Морфология плодов и семян описана по методикам Н. Н. Каден и С. А. Смирновой (1974). Семенную продуктивность подсчитывали по рекомендациям И. В. Вайнагия (1974). Всхожесть семян и массу 1000 семян определяли по методике М. К. Фирсовой и Е. П. Поповой (1981).

В 2008 году выполнили биохимическое исследование надземных органов генеративных растений среднего возраста *С. carpatica*. Для проведения анализа с 10 растений в фазе цветения брали цветки, листья и стебли. Для количественного анализа цветки, стебли и листья высушивали до воздушно-сухого состояния, затем измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 1 мм (Реут, Миронова, 2013). Определение аминокислот в исследуемых образцах проводили на аминокислотном анализаторе ААА-339 (ЧССР) в стандартных условиях, используемых для разделения белковых гидролизатов. Элементный состав определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии на приборе Hitachi-508 (Япония), используя в качестве сравнения стандартные образцы металлов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам интродукционного изучения выявлено, что весеннее отрастание *С. carpatica* приходится на первую половину мая. По срокам отрастания изученный вид отнесен к средним, по срокам цветения – к летним (вторая половина июня). Период от начала вегетации до цветения составляет около 60 суток. Показано, что по годам меняются лишь сроки и продолжительность фазы цветения колокольчика, а ее последовательность остается неизменной. Продолжительность фазы цветения варьирует от 54 до 60 суток. Начало плодоношения приходится на конец июля – середину августа. Период от завязывания плодов до их полного созревания составляет 26±2 суток. Полное созревание семян отмечается в конце августа – начале сентября. Вегетация репродуктивных побегов заканчивается в период диссеминации.

Отмечено, что в условиях лесостепной зоны Башкирского Предуралья *С. carpatica* имеет феноспектры устойчивого типа, то есть его ритм жизни соответствует условиям новой среды. Он относится к феноритмотипу длительновегетирующих.

Наиболее интенсивный рост генеративных побегов приходится на фазу отрастания (І декада июня) и бутонизации (ІІ и ІІІ декады июня). Максимальный суточный прирост составляет 0,9 см (рис. 1).

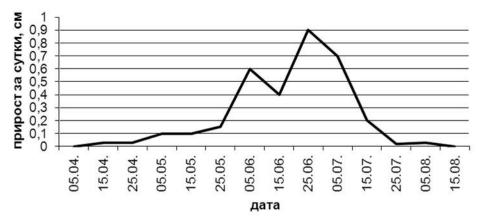


Рис. 1. Динамика pocta Campanula carpatica

С. carpatica в средневозрастном генеративном состоянии по разным классификациям относится к многолетним летнезеленым травянистым короткокорневищно-стержне-кистекорневым малоподвижным симподиально нарастающим поликарпикам с полурозеточным прямостоячим побегом (Аллаярова, Миронова, 2013). По положению почек возобновления принадлежит к группе гемикриптофитов. Растение с волокнистым корнем и многочисленными облиственными стеблями, образующими компактный низкорослый кустик высотой до 32 см. Прикорневые листья длинночерешковые, с яйцевидно-округлой, сердцевидной пластинкой; стеблевые листья также черешковые, яйцевидные, уменьшаются к верхушке стебля; верхние — узкие, почти сидячие.

В результате интродукционных исследований выявлено, что в онтогенезе *С. carpatica* существует 3 возрастных периода: латентный, прегенеративный, генеративный и 7 онтогенетических состояний (рис. 2). В прегенеративном периоде отмечали проростки (р), ювенильное (j), имматурное (im) и виргинильное (v) состояния, в генеративном периоде – молодое (g1), средневозрастное (g2) и старое состояния (g3).

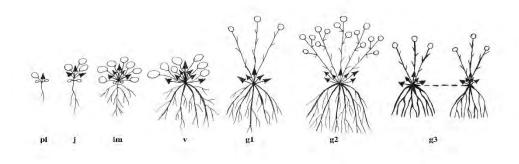


Рис. 2. Онтогенез Campanula carpatica

Проростки — это особи, имеющие семядоли и первый настоящий лист. Корневая система состоит из главного корня и небольших боковых корней. Семена прорастают на 15—20-е сутки после посева. Прорастание надземное.

Семядоли овальные, голые, с одной срединной жилкой, верхушка тупая или с едва заметной выемкой. Размеры семядолей: длина пластинки — $1,70\pm0,05$ мм, ширина — $1,30\pm0,03$ мм (табл. 1). Гипокотиль длиной $0,40\pm0,02$ см. Эпикотиль сильно укорочен, проросток имеет форму розетки. Первый лист развертывается непосредственно над семядолями на 9-12 сутки после прорастания. Длина пластинки первого листа — $0,35\pm0,01$ см, ширина — $0,79\pm0,02$ см. Длина черешка первого листа — $0,40\pm0,01$ см. Главный корень в период массового перехода большинства растений в данное стояние — стержневой, длиной $1,61\pm0,04$ см. Продолжительность онтогенетического состояния «проростки» составляет 17 ± 1 суток.

 Таблица 1

 Биометрические показатели Campanula carpatica в прегенеративном периоде

Части растений	Паттого	Возрастное состояние						
	Признаки	Проросток	Ювенильное	Имматурное	Виргинильное			
	длина, мм	$1,70\pm0,05$	-					
Семядоли	ширина, мм	1,30±0,03	=	-	<u> </u>			
	черешок, мм	1,01±0,03	=					
Гипокотиль	длина, см	$0,40\pm0,02$	5,8±0,2	2,51±0,07	3,6±0,1			
	число, шт.	1	2-4	5-8	9-12			
Листья	длина, см	$0,35\pm0,01$	5,7±0,2	2,32±0,06	3,3±0,1			
	ширина, см	$0,79\pm0,02$	1,53±0,04	6,6±0,2	6,4±0,2			
Черешок	длина, см	$0,40\pm0,01$	$0,96\pm0,02$	-	-			
Корень	длина, см	1,61±0,04	$5,6\pm0,2$	8,9±0,2	15,5±0,5			

Ювенильные растения — одноосные розеточные стержнекорневые. Особи этого возрастного состояния формируют от 2 до 4 листьев ювенильного типа. Второй и третий листья значительно крупнее (длина — 5.9 ± 0.2 см; ширина — 1.5 ± 0.1 см), форма такая же, как у первого листа. Листорасположение очередное. Длина черешка — 0.96 ± 0.02 см. В пазухах семядолей и листьев закладываются почки, которые дают начало боковым побегам. Таким образом, первый этап формирования первичного куста начинается уже в ювенильном возрастном состоянии. Гипокотиль утолщается и увеличивается в длину. Главный корень достигает 5.6 ± 0.2 см длины и ветвится до III порядка. Ювенильное состояние особей продолжается 19 ± 2 суток.

Имматурные растения характеризуются отмиранием семядолей и первого листа, появлением 5-8 листовых пластинок «переходного» типа длиной $2,5\pm0,1$ см, шириной $2,3\pm0,1$ см и появлением боковых побегов второго порядка из пазушных почек боковых побегов первого порядка. Черешок достигает длины $6,6\pm0,2$ см. Гипокотиль втягивается в землю. Главный корень утолщается и ветвится до IV порядка, возникают придаточные корни на гипокотиле. Продолжительность имматурного состояния составляет 33 ± 2 суток. Виргинильные растения характеризуются началом развития вторичных боковых побегов. Листья увеличиваются в своих размерах: длина пластинки $-3,6\pm0,1$ см, ширина $-3,3\pm0,1$ см. По форме они практически не отличаются от листьев генеративных особей. Базальная часть главной оси втягивается в землю. Корневая система — смешанная. Продолжительность виргинильного состояния — 20 ± 2 суток. В таблице 1 приведены некоторые биометрические показатели C. carpatica в прегенеративном периоде. Продолжительность прегенеративного периода составляет 72 ± 4 суток.

Изучаемый вид достиг генеративного периода в первый год жизни. Молодое генеративное состояние наступает во время первого цветения особей. Оно характеризуется начальной фазой формирования корневищ вследствие развития подземных побегов возобновления из пазушных почек в базальных частях побегов II порядка. Стадия

бутонизации наблюдается в первой декаде июля. Цветение наступает через 12–18 суток. Вегетация растений первого года заканчивается в молодом генеративном состоянии в середине октября. Крупные листья отмирают, в прикорневой розетке закладываются под засохшими листьями мелкие листочки.

На второй год вегетации особи C. carpatica переходят в средневозрастное генеративное состояние (в период второго цветения — третья декада июня). Данное возрастное состояние характеризуется наличием хорошо сформированной корневой системы, наиболее мощно развитыми вегетативной (наблюдается дальнейшее кущение побегов) и репродуктивной сферами. Количество генеративных побегов достигает 18-20 штук на особь, в 4,1 раза увеличивается количество цветков (до $88,7\pm2,6$ шт.). Также наблюдается усложнение соцветий: от одиночных цветков к кисти. Таким образом, второй вегетационный период особи C. carpatica проводят в средневозрастном генеративном состоянии. Вегетативные побеги в виде мелких прикорневых листочков уходят под снег зелеными, но в течение зимы отмирают.

Старое генеративное состояние наступает при отмирании первичного куста, которое сопровождается партикуляцией его частей. У *С carpatica* в возрасте пяти лет около 25 % отдельных особей отделяется, образуя самостоятельные парциальные кусты. Остальные особи остаются в средневозрастном состоянии.

В таблице 2 приведены некоторые морфометрические показатели генеративных особей *С carpatica* в разных возрастных состояниях: молодое (g1), средневозрастное (g2) и старое (g3) генеративные.

Таблица 2 Морфометрические показатели генеративных органов Campanula carpatica в разных возрастных состояниях

Возрастное состояние	Высота, см		Количество на особь, шт.			
	генеративного побега	соцветия	генеративных побегов	цветков		
g_{l}	31,2±0,9	10,1±0,3	13,1±0,3	23,3±0,6		
g_2	32,3±0,9	19,3±0,5	20,4±0,6	88,7±2,6		
<i>g</i> ₃	9,5±0,2	4,4±0,1	3,5±0,1	8,7±0,2		

Выявлено, что при выращивании в условиях лесостепной зоны Башкирского Предуралья особи *С. carpatica* способны к длительному культивированию (не менее 9 лет) без пересадки благодаря семенному и вегетативному возобновлению.

В результате изучения морфологических признаков выявлено, что для *С. carpatica* характерны закрытые фрондулезные простые кистевидные соцветия. Первым всегда раскрывается терминальный цветок, вторым — базальный или цветок, расположенный в нижний трети соцветия. Дальнейшее направление раскрытия — акропетальное (то есть направленное от основания оси к ее верхушке). Изучение структуры соцветий и порядка распускания в них цветков позволило отнести соцветия данного вида к тирсам.

Цветки крупные шириной $4,9\pm0,2$ см, высотой $2,8\pm0,1$ см, многочисленные (до $88,7\pm2,6$ шт. на особь), актиноморфные, с двойным околоцветником, обоеполые. Чашечка с пятью часто заостренными зубцами и трубкой. Чашечка без придатков, плотно срастается с венчиком и образует цветочную трубку. Венчик сростнолепестный, пятилопастной, ширококолокольчатый, обыкновенно в верхней части разделен на доли (1/2), фиолетовосиний, устойчивый к выгоранию. Цветоножки среднего размера, длиной $2,14\pm0,06$ см.

Андроцей образован пятью свободными, обычно несколько расширенными тычиночными нитями. Выделены 4 стадии цветения (стадия бутона, ранняя, средняя и поздняя), отличающиеся по морфофизиологическим характеристикам. Для вида характерно вторичное преподношение пыльцы. В конце цветения наблюдается автогамия (Викторов, 2000). Гинецей ценокарпный. Количество плодолистиков — 3. Столбик среднего размера (относительно венчика). Для вида характерна 3-гнездная нижняя завязь.

Изучаемый вид является протерандричным растением. По нашим наблюдениям, пыльца откладывается на столбик в уже окрашенном, но совершенно плотно закрытом бутоне. В начинающем раскрываться цветке тычинки уже лишены пыльцы, отклонены в сторону от столбика, столбик же густо покрыт пыльцой, рыльца сомкнуты. На второй день цветок раскрыт полностью, рыльца начинают развертываться. В таком состоянии цветок остается в течение 2—4 дней в зависимости от погодных условий, причем в это время пыльца со столбика постепенно уносится насекомыми, пыльники совершенно засыхают, а рыльца полностью развертываются и концы их закручиваются. На 3—5 день жизни цветка щели между основаниями тычиночных нитей начинают немного приоткрываться.

Цветки *С. carpatica* не отклоняются (направлены вверх) или отклоняются незначительно. Обычно на 5–7 день жизни цветка происходит нанесение насекомыми пыльцы на рыльце, после чего цветок завядает. Околоцветник буреет, засыхает; начинает развиваться завязь.

Определена жизнеспособность пыльцы C. carpatica. Выявлено, что оптимальной средой для ее проращивания является 5% раствор сахарозы. Пыльца изученного вида высоко жизнеспособна (50%), что является одним из факторов хорошей результативности опыления.

Плод у C. carpatica — сухая ценокарпная трехгнездная многосемянная удлиненная прямая (вверх направленная — стоячая, цилиндрическая) ребристая, редко опушенная коробочка, формирующаяся из нижней завязи и вскрывающаяся подковообразно на верхушке. Высота коробочки — 8.6 ± 0.2 мм, ширина — 5.5 ± 0.2 мм. Среднее количество семян в одной коробочке — 188.7 ± 5.6 штук. Диссеминация происходит по типу баллисто-анемохории.

Семена мелкие, продолговатые, уплощенные (слегка сплюснутые), шероховатые, голые, коричневой окраски. Характерно наличие блеска. «Крылья» и «носики» не выражены. На основе микроскопического изучения ультраструктуры поверхности семян выявлено, что они имеют равноячейстую поверхность (рис. 3). Длина семянки — $1,05\pm0,03$ мм, ширина — $0,39\pm0,01$ мм. Масса 1000 штук семян составляет $0,08\pm0,01$ г. Массовое созревание семян и диссеминация происходят в июле — августе. Всходы появляются весной следующего года, в отдельные годы дают единичный самосев. Семена C. C саграtica не имеют периода покоя.



Рис. 3. Семена Campanula carpatica

Колокольчик карпатский имеет высокую семенную продуктивность $(24,5\pm0,7)$ тыс. семян на растение), которая обусловлена, прежде всего, его биоморфологическими особенностями: многоцветковым соцветием, многосемянными плодами. Свежесобранные семена *С. саграtica* характеризуются высокой всхожестью (74-100%) и энергией прорастания (64-98%), коротким периодом прорастания (7 суток).

Показано, что для получения большего количества посадочного материала в условиях лесостепной зоны Башкирского Предуралья для изученного вида перспективны весенние посевы в закрытый грунт свежесобранными семенами или хранившимися в течение 1 года после сбора с последующим выращиванием рассады (табл. 3).

Таблица 3 Всхожесть (а) и энергия прорастания (б) семян *Campanula carpatica* в открытом и защищенном грунте, %

	Грунт							
защищенный открытый								
весна (конец марта)		весна (начало мая)		осень (начало октября)				
a	б	аб		a	б			
55	18	19	11	9	5			

Испытано влияние химических препаратов (гетероауксин, ГУМИ-20) и физических факторов (переменная температура, скарификация, стратификация) на всхожесть длительно хранившихся семян (4 года). Анализ результатов лабораторного опыта показал, что наиболее эффективными являются использование переменных температур (22 °C днем и 3 °C ночью) и препарата ГУМИ-20 (0,01 % раствор, экспозиция 2 ч), при этом всхожесть семян увеличивается в 1,2–1,4 раза.

В результате изучения компонентного состава надземных органов *С. carpatica* выявлено 14 аминокислот, 9 из которых незаменимые. Такие аминокислоты, как аргенин, треонин, серин, пролин, глицин, валин, тирозин и фенилаланин, больше содержатся в листьях (0,37–1,97%), лизин, метионин, цистеин, гистидин, изолейцин и лейцин – в стеблях (0,27–1,59%) (табл. 4). Содержание протеина, жира, сахара было выше в цветках, клетчатки – в стеблях, золы – в листьях. По содержанию Na, Ca, P, Zn, Mn, I превосходили листья, K, Cu – стебли. Лидером по содержанию Fe являются цветки *С. carpatica* (1325,7±39,8 мг/кг), что свидетельствует о возможности использования их для профилактики железодефицитной анемии (табл. 5).

Таблица 4 Содержание аминокислот в надземных органах Campanula carpatica

Аминокислота, %	Цветок	Лист	Стебель
Лизин*	0,71±0,02	$0,06\pm0,01$	1,59±0,04
Метионин*	0,06±0,01	0,22±0,01	0,27±0,01
Цистеин	0,52±0,01	$0,34\pm0,01$	1,04±0,03
Гистидин*	0,34±0,01	$0,09\pm0,01$	$0,69\pm0,02$
Аргенин*	0,12±0,01	$0,70\pm0,02$	0,02±0,01
Треонин*	0,01±0,01	0,37±0,01	0,19±0,01
Серин	0,08±0,01	$0,46\pm0,01$	0,03±0,01
Пролин	1,12±0,03	1,52±0,04	1,37±0,04
Глицин	0,64±0,01	1,16±0,03	0,66±0,01
Валин*	1,58±0,04	1,97±0,06	0,65±0,01
Изолейцин*	$0,16\pm0,01$	$0,16\pm0,01$	0,67±0,01
Лейцин*	0,60±0,02	$0,06\pm0,01$	1,33±0,04
Тирозин	0,22±0,01	$0,46\pm0,01$	0,01±0,01
Фенилаланин*	0,16±0,01	$0,54\pm0,02$	0,11±0,01
Суммарное содержание	6,3±0,2	8,1±0,3	8,6±0,3

Примечание к таблице. Звездочкой (*) отмечены незаменимые аминокислоты.

По 100-балльной шкале декоративности *С. carpatica* набрал 91 балл. Наибольшее количество высших оценок он получил по следующим признакам: окраска, величина и

форма цветка, обилие и длительность цветения, устойчивость цветка к неблагоприятным условиям и состояние растения.

По хозяйственно-полезным признакам *С. carpatica* по 50-балльной шкале получил 40 баллов. Данный вид характеризуется длительным цветением; является высокопродуктивным, многостебельным, не поражается болезнями. Он высокоустойчив в условиях культуры (6 баллов): регулярно и массово цветет, плодоносит, саморасселяется самосевом.

Таблица 5 Содержание биологически активных веществ в надземных органах Campanula carpatica

Биологинески активни је вешества	Цветок	Лист	Стебель
Биологически активные вещества	1		
Протеин, %	$8,4\pm0,3$	$7,5\pm0,2$	$4,9\pm0,2$
Клетчатка, %	15,9±0,5	23,5±0,7	30,7±0,9
Зола, %	1,21±0,03	4,1±0,1	3,2±0,1
Жир, %	5,9±0,2	4,3±0,1	3,5±0,1
Сахар, г/кг	8,9±0,3	7,5±0,2	4,2±0,1
Каротин, мг/кг	33,7±1,1	4,3±0,1	33,6±1,1
К, %	$0,89\pm0,02$	1,30±0,03	1,71±0,05
Na, %	0,12±0,01	0,29±0,01	$0,07\pm0,01$
Ca, %	1,12±0,01	2,13±0,06	0,43±0,01
P, %	0,24±0,01	0,29±0,01	$0,13\pm0,01$
Zn, мг/кг	70,3±2,1	91,6±2,6	81,9±2,5
Fe, мг/кг	1325,7±39,8	1133,7±34,0	1022,7±30,4
Си, мг/кг	1,50±0,04	1,92±0,06	2,77±0,08
Mn, мг/кг	557,8±17,1	707,5±21,4	472,4±14,6
І, мг/кг	0.08 ± 0.01	$0,25\pm0,01$	$0,05\pm0,01$

В результате комплексной оценки перспективности вид набрал 131 балл. Он отличается высокой декоративностью, обильным и продолжительным цветением, устойчивостью к болезням и климатическим условиям лесостепной зоны Башкирского Предуралья. С. carpatica рекомендован для пополнения зонального ассортимента культивируемых растений Республики Башкортостан. Он может применяться в бордюрах, групповых посадках, рабатках, миксбордерах, рокариях, для вертикального озеленения, составления миниатюрных букетов, как горшечная культура.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, изучены биологические особенности *С. carpatica* на базе Южно-Уральского ботанического сада-института — обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук. Он отнесен к высокоустойчивым растениям, так как проходит полный годичный цикл развития побегов, характеризуется стабильностью ритмических процессов и их приспособленностью к почвенно-климатическим условиям лесостепной зоны Башкирского Предуралья. Жизненное состояние высокое. Растения интенсивно размножаются, часто образуют самосев и способны к самовозобновлению, а иногда и расширению занимаемой площади.

Выявлено, что онтогенез *С. carpatica* проходит по неполночленному типу: сенильный период у данного вида не выражен. Показано, что индикаторными признаками возрастных состояний являются: для проростков – наличие семядолей и первого листа, для ювенильных особей – 2–4 листа ювенильного типа, первый этап формирования первичного куста (кущение предгенеративное), образование придаточных корней в нижних узлах главного побега, для имматурных особей – отмирание первого листа и семядолей, втягивание гипокотиля в землю, для виргинильных – втягивание базальной части главной оси стебля в землю. Выявлено, что *С. carpatica* характеризуется коротким прегенеративным периодом.

Соответственно, генеративного периода особи достигли в первый год вегетации. Молодое генеративное состояние наступает во время первого цветения особей. Оно характеризуется начальной фазой формирования корневищ вследствие развития подземных побегов возобновления из пазушных почек в базальных частях побегов II порядка. Средневозрастное генеративное состояние наступает на второй год вегетации. Оно характеризуется наличием хорошо сформированной корневой системы, наиболее мощно развитыми вегетативной (наблюдается дальнейшее кущение побегов) и репродуктивной сферами. Старое генеративное состояние наступает на 5 год жизни у 25 % особей, оно характеризуется отмиранием первичного куста, сопровождающимся партикуляцией особей.

Показано, что семенная продуктивность C. carpatica высокая и составляет $24,5\pm0,7$ тыс. семян на растение. Она обусловлена многоцветковым соцветием, многосемянной коробочкой, высокой жизнеспособностью пыльцы и эффективностью опыления. Семена не имеют периода покоя.

Выявлено, что для повышения всхожести длительно хранившихся семян C. carpatica наиболее перспективным является использование переменных температур (22 °C днем и 3 °C ночью) и препарата ГУМИ-20 (0,01 % раствор, экспозиция 2 часа), при этом всхожесть семян увеличивается в 1,2-1,4 раза.

При изучении компонентного состава надземных органов колокольчика карпатского обнаружен богатый набор нутриентов — аминокислот, протеинов, сахаров, макро- и микроэлементов, а высокое содержание Fe в сочетании с полисахаридами позволяет обсуждать профилактический эффект *C. carpatica* при дефиците этого элемента.

По комплексу биолого-хозяйственных признаков (способности к семенному и вегетативному размножению, холодостойкости и зимостойкости, устойчивости к засухе, вредителям и болезням), а также благодаря высоким декоративным качествам (продолжительному и обильному цветению, яркой чистой окраске цветков) *С. carpatica* перспективен для озеленения населенных пунктов в лесостепной зоне Башкирского Предуралья.

Список литературы

Аллаярова И. Н., Миронова Л. Н. Биологические особенности представителей рода Campanula L. при интродукции в Башкирском Предуралье // Вестник Ир Γ CXA. -2011. -№ 44. - Ч. II. - С. 14-20.

Аллаярова И. Н., Миронова Л. Н. Жизненные формы некоторых представителей рода *Campanula* L. в Башкирии // Цветоводство: традиции и современность: Материалы VI Междунар. науч. конфер. – Волгоград, 2013. – C. 103–105.

Аллаярова И. Н., Миронова Л. Н. Колокольчики в Башкирском Предуралье: интродукция, онтогенез и жизненные формы // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2012. – № 3. – С. 47–52.

Аллаярова И. Н., Миронова Л. Н. Краткие итоги культивирования видов рода *Campanula* L. в Башкирии // Бюллютень ГБС РАН. -2014. -№ 2 (200). - C. 27–36.

Баканова В. В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта. – Киев: Наук. думка, 1984. – 156 с.

Безделева А. Б., Безделева Т. А. Жизненные формы семенных растений российского Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 296 с.

Вайнагий И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботанический журнал. — 1974. — Т. 59, \mathbb{N} 6. — С. 826—831.

Викторов В. П. Род Колокольчик (Декоративные и медоносные растения, нуждающиеся в охране) // Биологическая флора Московской области. -2000. — Вып. 14. — С. 181—211.

Каден Н. Н., Смирнова С. А. К методике составления карпологических описаний // Составление определителей растений по плодам и семенам (метод. разработки). – Киев: Наук. думка, 1974. – С. 63.

Каталог растений Ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН / Под ред. В. П. Путенихина. – Уфа: Информреклама, 2005. – 224 с.

Красная книга Украины. – Киев: Глобалконсалтинг, 2009. – С. 381.

Методика государственного сортоиспытания декоративных культур. – М.: МСХ РСФСР, 1960. – 182 с.

Методика фенологических наблюдений в ботанических садах / Под ред. Л. И. Лапина. – М.: ГБС АН СССР, 1972.-135 с.

Миронова Л. Н., Реут А. А. История интродукции декоративных травянистых многолетников в Ботаническом саду города Уфы // Ботанические сады. Проблемы интродукции. Сер. Биологическая / под ред. Т. П. Свиридова. – Томск, 2010. – С. 259–262.

Биологические особенности редкого вида Campanula carpatica Jacg. в условиях Республики Башкортостан

Миронова Л. Н., Реут А. А., Шайбаков А. Ф., Шипаева Г. В. Таксономический состав декоративных травянистых растений культурной флоры Башкирии // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2014. – № 1. – С 43—49

Миронова Л. Н., Реут А. А., Шипаева Г. В., Шайбаков А. Ф. Ассортимент декоративных травянистых многолетников для оформления цветников в городах Башкирии // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 6 (112). – С. 237–240.

Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяции для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. — 1950. — Вып. 1. — С. 465—483.

Размологов В. П. Культура пыльников пиона in vitro // Бюлл. ГБС РАН. – 1982. – Вып. 125. – С. 91–92.

Реут А. А., Миронова Л. Н. Исследование элементного и аминокислотного состава растительного сырья некоторых представителей рода *Paeonia* L. // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2013. – Т. 48. – С. 200–203.

Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биологические науки. -1975. -№ 2. - C. 7-34.

Федоров А. А., Артюшенко З. Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Соцветие. – М.: Наука, 1979. – 296 с.

Фирсова М. К., Попова Е. П. Оценка качества зерна и семян. – М.: Наука, 1981. - 223 с.

Allayarova I. N., Reut A. A. Biological features of rare species *Campanula carpatica* Jacg. in the conditions of Republic of Bashkortostan // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 72–81.

The paper presents the results of a study of the biological features of the rare species *Campanula carpatica* Jacg. on the basis of the South-Ural Botanical Garden-Institute – Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences. Ontogenesis was studied in detail over a 9-year period. It is revealed that it passes through the incomplete type, that is, the senile period in *C. carpatica* is not expressed. It is shown that in this species the seed productivity is high. Freshly harvested seeds have no period of rest. To increase the germination of seeds stored for about four years, the most promising method is the use of variable temperatures and the preparation GUMI-20. When studying the component composition of the overground organs of *C. carpatica*, a rich set of nutrients - amino acids, proteins, sugars, macro- and microelements, was discovered. As a result of the assessment of the success of the introduction, *C. carpatica* is classified as highly resistant culture. Plants intensively multiply, often form a self-seeding, are capable of self-renewal, and sometimes of expanding the occupied area. On a complex of biologic-economic features, and also due to high decorative qualities *C. carpatica* is promising for landscaping of settlements in the forest-steppe zone of the Republic of Bashkortostan.

Key words: Campanula carpatica Jacg., ontogeny, phenology, dynamics of growth, decorative qualities, the success of introduction, seed productivity, seed germination, component composition.

Поступила в редакцию 12.06.18

УДК 58.006

Перспективное функциональное зонирование территории Ботанического сада им. проф. Б. М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета

Воронин А. А.

Воронежский государственный университет Воронеж, Россия voronin@bio.vsu.ru

В этом исследовании рассматриваются результаты перспективного функционального зонирования территории Ботанического сада им. проф. Б. М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета. Функциональное зонирование территории ботанического сада обеспечивает возможности выполнения его научных, природоохранных, экологических просветительских и образовательных задач. Перспективное функциональное зонирование территории Ботанического сада ВГУ включает 5 зон. Среди них самой большой по площади (40,22 га) и сложной по структуре является экспозиционная зона, которую слагает 4 подзоны: экологопросветительская (19,58 га), тихого отдыха и прогулок (15,49 га), транзитно-прогулочная (3,33 га), спортивная (1,82 га). В отличие от других лесостепных ботанических садов, специфику зонирования Ботанического сада ВГУ определяют общирная заповедная зона (17,07 га) и жилая зона (1,94 га) культурно-исторического значения, а также проектируемая транзитно-прогулочная зона в системе экспозиционной зоны.

Ключевые слова: функциональное зонирование территории, функциональная структура, зона и подзона, ботанический сад, устойчивое развитие.

ВВЕДЕНИЕ

Функциональное зонирование территории Ботанического сада им. проф. Б. М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета обеспечивает возможности выполнения его научных, природоохранных, экологических просветительских и образовательных задач (Воронин, 2018) и направлено на сохранение ландшафтной целостности территории, усиление объемно-пространственной и композиционной выразительности среды.

Элементарная геоэкосистема любого ботанического сада формирует целый комплекс различных функций: эстетических, производственно-хозяйственных, рекреационных и т. д., которые должны учитываться для целей зонирования. Результативность зонирования территории определяют: функциональная доминанта, сбалансированное сочетание определяющей и сопутствующей функций, а также природно-ресурсный потенциал.

Цель работы – разработать перспективное функциональное зонирование территории Ботанического сада им. проф. Б. М. Козо-Полянского Воронежского госуниверситета (ВГУ).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Разработка перспективного функционального зонирования Ботанического сада ВГУ базируется на картографических материалах и планах-схемах его территории (Николаев, 1977; Лепешкина, 2017). В работе также использованы результаты исследований почвенных (Щеглов, Муковнина, 2007), геоботанических, флористических (Лепешкина, Муковнина, 2005; Лепешкина, 2007; Микрозаповедники..., 2012; Лепешкина, 2017) и орографических (Воронин, 2017) особенностей Ботанического сада ВГУ. Учтена специфика роста площадей городской застройки вокруг границ сада (Генеральный план..., 2006) и рекреационной нагрузки (Воронин, 2017). В качестве основы для создания картографической модели

функционального зонирования использован фрагмент космического снимка на территории Ботанического сада ВГУ (от 05.05.2017) с сервиса Google Earth.

В работе использованы принципы зонирования, предложенные и апробированные в других ботанических садах России и Украины (Санаева, Кутьева, 2015) и на базе Ботанического сада ВГУ (Лепешкина и др., 2014).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время для Ботанического сада ВГУ актуальными являются вопросы реконструкции его территории (Воронин и др., 2016; Концептуальные..., 2017). В рамках расширения задач ботанического сада и формирования его полифункциональности существующие исторические планы уже не соответствуют новой стратегии устойчивого развития центра интродукции (Воронин, Лепешкина, 2017). Выявлен ряд проблем, связанных со стихийным перемещением посетителей, отсутствием четкой навигации и других элементов инфраструктуры.

Для рационализации и оптимизации функционала территории Ботанического сада ВГУ разработано перспективное зонирование его территории и составлена соответствующая картографическая модель (рис. 1).

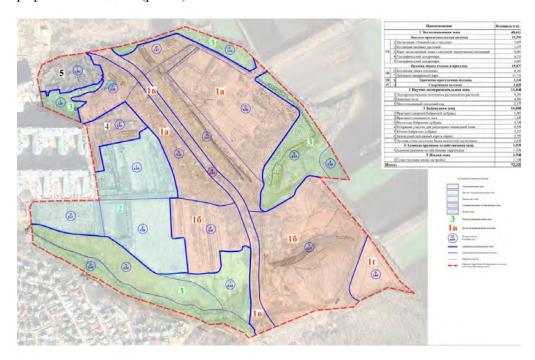


Рис. 1. Перспективное функциональное зонирование территории Ботанического сада Воронежского государственного университета

Экспликация. **1А-Г** — Экспозиционная зона — **40,22** га: 1A — эколого-просветительская подзона — 19,58 га: 1 — экспозиция «Теневой сад с прудом» — 1,98 га, 2 — коллекция хвойных растений — 1,20 га, 3 — ядро экспозионной зоны с системой тематических коллекций — 8,59 га, 4, 5 — географический дендропарк — 7,81 га; 1B — транзитно-прогулочная подзона (6) — 3,33 га; 1E — подзона тихого отдыха и прогулок — 15,49 га: 7 — коллекция диких плодовых — 3,78 га, 8 — пейзажно-панорамный парк — 11,71 га; 1Γ — спортивная подзона (9) — 1,82 га; 2 — **Научно-экспериментальная зона — 11,19 га:** 1 — экспериментальные питомники размножения растений — 4,29 га, 2 — опытные поля — 4,73 га, 3 — многозональный плодовый сад — 2,17 га; 3 — Заповедная зона — 17,07 га: 1 — фрагмент северной байрачной дубравы — 1,07 га, 2 — фрагмент смешанного леса — 1,93 га, 3 — восточная байрачная дубрава — 3,69 га, 4 — резервный участок для увеличения заповедной зоны — 0,53 га, 5 — южная байрачная дубрава — 4, 22 га, 6 — заповедный пейзажный парк в овраге — 2,75 га, 7 — луговая степь на

склоне балки восточной экспозиции -2,86 га; **4** – **Административно-хозяйственная зона** – **1,93** га с входными группами (северная, восточная и южная); **5** – Жилая зона – **1,94** га.

Перспективное функциональное зонирование территории Ботанического сада ВГУ включает следующие основные зоны и подзоны.

Экспозиционная зона (40,22 га) выступает в качестве ключевой территории для демонстрации коллекций живых растений и культурно-исторических объектов. Посещение данной зоны осуществляется в установленном администрацией порядке. В пределах экспозиционной зоны (40,22 га) на основе функционально-ландшафтных и композиционных признаков проектируются следующие подзоны: подзона эколого-просветительских мероприятий (1A), подзона прогулок и тихого отдыха (1Б), транзитно-прогулочная подзона (1В) и спортивная подзона (1 Γ).

Подзона эколого-просветительская — ядро экспозиционной зоны, в пределах которой осуществляется экскурсионная деятельность, организуются экологические тропы, познавательные мероприятия. Здесь локализуются основные тематические и брендовые коллекции на черноземе выщелоченном и серой лесной среднесуглинистой почве. Среди них 11 новых тематических коллекций: сад роз, сад травянистых растений, сад луков, вересковый сад, сад магнолий и рододендронов, сад редких растений, сирингарий и др.; 5 реконструируемых коллекций: сад Мичурина, пинетум, арборетум и дендропарк. Проектируются экологические маршруты протяженностью от 0,5 до 2,5 км. Данная подзона доминирует по площади (19,58 га), к ее оформлению предъявляются наиболее высокие требования. Проектируемая рационализация экспозиционной зоны позволит сформировать фондовые коллекции, экологически устойчивые и значимые на национальном и мировом уровне, разнообразие растений-интродуцентов которых превысит 10000 таксонов.

Подзона тихого отдыха и прогулок размещается вокруг эколого-просветительской подзоны и занимает меньшую площадь (15,49 га). Ее территория проектируется в свободном пейзажном лесопарковом и парковом стиле. В составе зоны представлены: естественная луговая степь с фрагментами коллекций диких плодовых и косточковых культур, места отдыха и удобные пешеходные маршруты. Подзона локализована в некотором удалении от основного скопления посетителей.

Подзона транзитно-прогулочная (3,33 га) занимает узкую центральную часть ботанического сада. Ее выделение связано с особенностями положения сада, через территорию которого осуществляется активное передвижение пешеходов от жилых массивов (ЖК «Ботанический сад») в направлении к Воронежскому центральному парку (парк «Динамо»). Подзона и ее элементы проектируются с учетом высокой антропогенной нагрузки и пропускной способности посетителей.

Спортивная подзона (1,82 га) представлена в юго-восточной части ботанического сада, здесь планируется размещение конного манежа. Отдельные элементы этой подзоны размещаются в системе других зон и подзон (велосипедные и спортивные маршруты, тропы здоровья).

В пространстве и по функционалу четких границ между всеми подзонами экспозиционной зоны нет. В данной зоне по типу пространственной структуры ландшафтов преобладают открытые и полузакрытые пространства.

С учетом специфики ботанического сада, имеющего пересеченный рельеф местности, проектируется дорожно-тропиночная сеть (ДТС) — единая система тропинок, дорожек, дорог и площадок общей площадью 88567,7 м². Более 70 % ДТС локализовано в пределах экспозиционной зоны.

Научно-экспериментальная зона охватывает площадь 11,19 га. Она отвечает за осуществление главной задачи ботанического сада — интродукции и акклиматизации растений. В ее состав включены: многозональный плодовый сад, экспериментальные питомники размножения растений, опытные поля, модельные культурофитоценозы на черноземе выщелоченном среднегумусном среднемощном среднесуглинистом. Часть экспозиционной зоны задействована в функционале научной зоны.

Заповедная зона (зона микрозаповедников) — 17,07 га. В ее состав вошли сохранившиеся участки естественных широколиственных лесов, участки дубрав по северо-восточной и восточной границе сада, луговая степь на склоне балки восточной экспозиции на черноземе выщелоченном среднемощном тяжелосуглинистом или слабосмытом и темно-серой лесной почве. За данной зоной закреплена функция сохранения биоразнообразия флоры и фауны зональных биоценозов лесостепи. Доступ посетителей на участки микрозаповедников строго ограничивается. По типу пространственной структуры здесь преобладают ландшафты закрытого (лесные микрозаповедники) и открытого (лугово-степной резерват) типа. В сложении лесных сообществ основную роль играют Quercus robur L., Acer platanoides L., A. tataricum L., Tilia cordata Mill., Populus tremula L. В фитоценозах луговой степи доминируют Bromopsis inermis Holub., Poa angustifolia L., Arrhenatherum elatius (L.) J. Et C. Presel, Elytrigia repens (L.) Nevski. В пределах заповедной зоны представлено более 400 видов аборигенной флоры.

Административно-хозяйственная зона (1,93 га) объединяет инфраструктуру объектов, обеспечивающих выполнение задач сада и проведение необходимых хозяйственных мероприятий. Ключевыми элементами интеграции ботанического сада с внешней городской средой являются входы/выходы. Их расположение позволяет оптимизировать и регулировать потоки рекреантов на местности. Как самостоятельные узлы они отнесены к административно-хозяйственной зоне. Картографическая модель функционального зонирования предусматривает три основных входа (северный, восточный и южный) и 1 вспомогательный (западный).

Жилая зона (1,94 га) располагается в северо-западной части сада и несет определенную культурно-историческую ценность, так как здесь размещалась усадьба крупного землевладельца Н. Ф. Петрова с обширным дендропарком (Николаев, 1977). С самого основания сада (1937 г.) эта территория была предназначена для проживания работников центра интродукции. Среди сохранившихся объектов исторического наследия особую ценность представляют: исторический пруд, который размещается в экспозиционной зоне, но функционально связан и с жилой зоной, мраморные ступени, ведущие к пруду, ложе фонтана с черноморскими раковинами, фрагменты фундамента усадьбы, вековые деревья *О. robur*.

В целом для территории ботанического сада до сих пор законодательно не утверждена его внешняя охранная (буферная) зона. Фактически отсутствует буферная зона вдоль западной и юго-западной границы, функции которой ранее выполняли сельскохозяйственные земли с системой лесополос и фруктовых садов в ведении сельскохозяйственного агроуниверситета. С 2011 года на этой территории располагаются ЖК «Ботанический сад» и ЖК «Олимпийский». По состоянию на 2018 год сохраняется буферная зона с восточной и южной границы сада. В этой связи актуальным является вопрос о проектировании зеленого защитного пояса за счет ресурсов внутренней территории Ботанического сада ВГУ для устойчивого развития его экосистемы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перспективное функциональное зонирование территории Ботанического сада ВГУ включает 5 зон. Среди них самой большой по площади (40,22 га) и сложной по структуре является экспозиционная зона, которую слагает 4 подзоны: эколого-просветительская (19,58 га), тихого отдыха и прогулок (15,49 га), транзитно-прогулочная (3,33 га), спортивная (1,82 га). Величина, расположение и взаимосвязь функциональных зон и подзон слагают специфичную функциональную структуру Ботанического сада ВГУ. Выбор данной модели функционального зонирования обусловлен следующими основными факторами: сложившимися эколого-ландшафтными особенностями территории, необходимостью максимального сохранения естественной среды, размещением зданий и сооружений в пределах ботанического сада и их функциями, необходимостью регулирования потока рекреантов и оптимального распределения его на местности.

В отличие от других лесостепных ботанических садов, специфику зонирования Ботанического сада ВГУ определяют обширная заповедная зона (17,07 га) и жилая зона (1,94 га) культурно-исторического значения, а также проектируемая транзитно-прогулочная зона в системе экспозиционной зоны.

Предложенное функциональное зонирование позволит сформировать адаптивное пространство лесостепного ботанического сада, которое обеспечит устойчивое развитие его геоэкосистемы.

Список литературы

Воронин А. А. «Положение о микрозаповедниках»: особенности выделения микрозаповедников в структуре ботанического сада Воронежского государственного университета: монография. – Воронеж: Научная книга, 2017. – 50 с.

Воронин А. А. Ботанический сад как часть научно-образовательного кластера Воронежского государственного университета // Экосистемы. – 2018. – № 14 (44). – С. 3–8.

Воронин А. А., Леонова В. А., Ромашко Т. В. Задачи реконструкции территории ботанического сада им. Б. М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета // Ландшафтная архитектура в ботанических садах и дендропарках, 28 сентября – 2 октября 2016 г.: матер. – Южно-Сахалинск, 2016. – С. 29–34.

Воронин А. А., Лепешкина Л. А. Стратегия устойчивого развития ботанических садов лесостепного Черноземья: монография. – Воронеж: Научная книга, 2017. – 62 с.

Генеральный план городского округа г. Воронежа // Воронежский курьер. – 2006. – Спец. вып. – 162 с.

Концептуальные основы развития Ботанического сада им. Б. М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета: опыт, проблемы, перспективы / [А. А. Воронин, В. Ту, М. А. Клевцова и др.] // Современная экология: образование, наука, практика, 4–6 октября 2017 г.: матер. – Воронеж, 2017 . – Т. 2. – С. 194.

Лепешкина Л. А. Биогеографические закономерности формирования флоры Воронежского городского округа: автореферат дис. ... на соиск. учен. степени канд. географ. наук: спец. 25.00.23 Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов / Л. А. Лепешкина. — Воронеж, 2007. — 24 с.

Лепешкина Л. А. Муковнина З. П. Адвентивная флора Ботанического сада им. проф. Козо-Полянского и степень ее натурализации // Ботанические сады как центры сохранения биоразнообразия и рационального использования растительных ресурсов, 5–7 июля 2005 г.: матер. – М., 2005. – С. 300–302.

Лепешкина Л. А. Спонтанная флора ботанического сада Воронежского государственного университета: Монография. – Воронеж: Научная книга, 2017. – 97 с.

Лепешкина Л. А., Воронин А. А., Воронина В. С. Ботанические коллекции и экспозиции как зональноинтразональная система озеленения городских территорий // Плодоводство и ягодоводство России. -2014. - T. XXXX, № 1. - C. 195-198.

Микрозаповедники ботанического сада как ценные ботанические объекты / Л. А. Лепешкина [и др.] // Флора и растительность Центрального Черноземья, 6 апреля 2012 г.: матер. – Курск, 2012. – С.127–131.

Николаев Е. А. В царстве растений: (Коллекции и экспозиции Ботанического сада им. проф. Б. М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета). – Воронеж, 1977. – 113 с.

Санаева Т. С., Кутьева Е. В. Исследование рекреационной активности на территории Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина Российской академии наук в условиях интенсивного развития прилегающих городских кварталов // Вестник МГУЛ. Лесной вестник. – 2015. – № 1 (Т. 19). – С. 121–127.

Щеглов Д. И., Муковнина 3. П. Мониторинг природных экосистем ботанического сада ВГУ // Современные проблемы интродукции и сохранения биоразнообразия растений, 26–29 июня 2007 г.: матер. — Воронеж, 2007. — С. 188–194.

Voronin A.A. Promising functional zoning of the Botanical garden named after professor B. M. Kozo-Polyansky // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 82–86.

This research looks at the results of prospective functional zoning of the Botanical garden named after professor B. M. Kozo-Polyansky, Voronezh state University. Functional zoning of the Botanical garden provides the possibility to perform its scientific, environmental, environmental and educational tasks. Advanced functional zoning of the Botanical garden of Voronezh state University has 5 areas. Among them, the largest in area (40.22 hectares) and complex in structure is the exhibition area, which consists of 4 sub-zones: ecological and educational (19.58 hectares), quiet rest and walks (15.49 hectares), transit and walking (3.33 hectares), sports (1.82 hectares). In contrast to other forest-steppe Botanical gardens, the specifics of the zoning of the Botanical garden of Voronezh state University define extensive protected area (of 17.07 hectares) and residential area (of 1.94 ha) of cultural and historical values, and projected transit and walking area in the system of the exposure zone.

Key words: functional zoning, functional structure, zone and subzone, Botanical garden, sustainable development.

Поступила в редакцию 08.05.18

УДК 582.273:574.32

Размерно-массовый состав ценопопуляции, морфопараметры слоевища *Padina pavonica* (Ochrophyta) и их пространственно-временные изменения

Евстигнеева И. К., Танковская И. Н.

Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН Севастополь, Россия ikevstigneeva@gmail.com, Logrianin@nm.ru

Впервые в ходе многолетних исследований были определены размерно-массовые параметры слоевища и ценопопуляций черноморского вида *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy (Ochrophyta). Установлены их крайние, средние значения, выявлены константные и динамичные признаки слоевища и ценопопуляции. Среди количественных признаков наименее подвержены изменениям в пространстве размерные характеристики, наиболее – индивидуальная масса особей и ее среднее для каждого района значение. Среди качественных признаков наиболее устойчивыми являются мономодальность и левоасимметричность массового спектра, непрерывность и преобладающая симметричность размерного, умеренный характер пространственных вариаций длины слоевища и превалирование их повышенного уровня у массы. Для динамики большинства параметров *Padina pavonica* характерен максимум в сентябре и минимум в октябре и декабре. Изменения средней длины и массы слоевища во времени соответствуют друг другу. Независимым от времени и места вегетации падины является преобладание мономодальности и левоасимметричности размерного и массового спектров.

Ключевые слова: Padina pavonica, Ochrophyta, слоевище, ценопопуляция, размерно-массовый состав, динамика, Черное море, Крым.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время наблюдается ухудшение экологических условий на мелководных участках Черного моря, где сосредоточены основные заросли водорослей – продуцентов органического вещества и кислорода, которые являются кормовой базой и убежищем для многих морских животных. Водоросли чутко реагируют на изменения в окружающей среде и концентрируют в своих талломах многие химические элементы. Поэтому они могут быть не только индикаторами разных типов загрязнения среды, но и своего рода фильтрами, очищающими ее. Это делает актуальным изучение эколого-биологических особенностей олигосапробных видов водорослей, количественные и качественные характеристики которых способны адекватно отражать условия среды и изменения ее состояния. К подобным видам относится *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy – малоизученная черноморская бурая водоросль, которая входит в состав прибрежных цистозировых фитоценозов в качестве субдоминанта и в отдельные периоды года играет заметную роль в фитоценозах донной растительности (Аннинская, 1988; Евстигнеева, Танковская, 2002).

Выбор в качестве объекта исследования *Padina pavonica* обусловлен его важностью как потенциального источника экономически важных полисахаридов. Основная часть полисахаридов представлена альгинатами. Повышенный интерес к этим соединениям объясняется наличием у них широкого спектра фармакологических свойств, низкой токсичностью для организма и возможностью получения на их основе лекарственных препаратов нового поколения (Меньшова, 2012). Особое внимание исследователей обращено к сульфатированным полисахаридам водорослей в связи с их ярко выраженной антикоагулянтной активностью. В результате фракционирования получены препараты фукоидана, которые по антикоагулянтной активности не уступают или даже превосходят гепарин (Nagumo, 1996). Такие соединения обнаружены в видах рода *Padina* Adanson. Кроме этого, *Padina pavonica* покрыта веществом, сходным по составу с межклеточным веществом

кожи человека, поэтому экстракт этой водоросли воспринимается клетками кожи и запускает синтез гликозаминогликанов, что дает возможность использовать ее в косметологии. В дополнение к возможным преимуществам для здоровья человека *Padina pavonica* может иметь сельскохозяйственное значение. Исследования, проведенные в 2009 году (Отегие и др. 2009), показали, что различные экстракты из водоросли действуют как эффективные удобрения, улучшающие питательный состав почвы и одновременно замедляющие рост потенциально опасных грибов.

При разработке рекомендаций для получения ценного сырья из различных видов водорослей необходимо учитывать результаты популяционных исследований, которые дают наиболее полное представление об их роли в сообществе и устойчивости в нем. Особи, образующие популяцию, в связи с различиями в возрасте и жизненном состоянии сильно отличаются друг от друга по мощности развития таллома и его отдельных частей, что так или иначе отражается на степени воздействия их на среду и другие организмы. Поэтому изучение размерно-массовой структуры ценопопуляций отдельных видов водорослей еще интересно и для понимания особенностей формирования бентосных сообществ (Евстигнеева, Танковская, 2017).

Отсюда *целью работы* стало изучение размерно-массовых характеристик слоевища и ценопопуляции *Padina pavonica*, определение степени и характера их пространственновременной изменчивости.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Основой данного исследования послужили альгологические сборы, произведенные в период с 2002 по 2008 год. Отбор материала проводили вручную методом пробных площадок 25×25 см (Калугина, 1969). На рисунке 1 представлена карта-схема районов выполнения работ.



Рис. 1. Карта-схема районов исследования

1 — бухта Камышовая; 2 — бухта Казачья; 3 — мыс Херсонесский; 4 — мыс Фиолент; 5 — Золотой пляж; 6 — мыс Айя; 7 — урочище Батилиман; 8 — мыс Сарыч; 9 — поселок Форос; 10 — поселок Симеиз; 11 — поселок Кацивели; 12 — мыс Мартьян; 13 — Профессорский уголок (г. Алушта); 14 — поселок Рыбачье; 15 — город Судак.

Исследования проводили в двух направлениях: пространственное (один сезон – разные районы) и временное (один район – помесячно в течение вегетационного периода; один район – один сезон – разные годы).

Для анализа были выбраны следующие параметры: количественные (длина и масса слоевища, количество размерно-массовых и модальных классов), качественные (тип размерно-массового спектра: дискретный или непрерывный, моно- или мультимодальный, характер смещения доминирующих классов), статистические (мода $[M_o]$, средние величины размерно-массовых показателей $[x_{cp}.]$, лимиты [Lim] и размах [R] вариации, доверительный интервал $[\Delta]$, среднее квадратическое отклонение $[\sigma]$, коэффициент вариации $[C_v]$ и корреляции [r]) (Шмидт, 1984; Шитиков и др., 2005). Силу и характер изменчивости параметров определяли по шестибалльной шкале Γ . Н. Зайцева (Зайцев, 1990).

Особенности пространственной изменчивости вышеперечисленных параметров *Padina pavonica* исследовали на основе материала, собранного летом в 15 районах западного и юговосточного побережья Крыма (рис. 1). Силу, характер и направленность изменений ценопопуляции и слоевища данного вида во времени определяли ежемесячно в течение вегетационного периода на мысе Херсонесском и летом в смежные и отдаленные друг от друга годы (2002, 2003 и 2008 гг.) – в районе Золотого пляжа, расположенного между мысами Балаклавским и Айя.

Размерно-массовую структуру ценопопуляции определяли путем взвешивания и измерения слоевищ во влажном состоянии. При группировании полученных данных число классов и классовый интервал находили в соответствии с формулой Стерджеса (Sturges, 1926). На основе этой формулы для вариационного ряда размерных характеристик *Padina pavonica* был принят шаг, равный 1,0 см, для массовых -0,2 г. Число вариант, относящихся к тому или иному классу, выражали в процентах от объема выборки. Статистическую обработку материала проводили с использованием пакета программ STATISTICA 6.0. Различия считали достоверными на уровне значимости р $\leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Padina pavonica (Linnaeus) Thivy относится к отделу Ochrophyta, порядку Dictyotales Kjellm, семейству Dictyotaceae J. V. Lamour. ex Dumort., роду *Padina*. Слоевище *Padina pavonica* плоское, вееровидное, цельное или рассеченное на несколько лопастей, оканчивается маленьким стебельком с подошвой или стелющимися столонами. Высота слоевища — до 20 см, его пластина может быть ровной или свернутой в виде воронки, с неровным и бахромчатым верхним краем (Зинова, 1967). В Черном море, исключая северозападную часть, падина произрастает повсеместно от мыса Тарханкут до берегов Румынии (Еременко, 1967; Калугина-Гутник, 1975). Она поселяется на каменистом грунте вулканического или осадочного происхождения в исключительно чистых местах открытой части моря. В Черном море этот вид получил существенное развитие благодаря тому, что его полный жизненный цикл протекает в теплое время года. По существующей классификации вид относится к морским, ведущим, сезонно-летним, олигосапробным макроводорослям Черного моря (Калугина-Гутник, 1975).

Пространственная изменчивость размерно-массовых параметров слоевища и ценопопуляции Padina pavonica

<u>Размерные параметры</u>. Ценопопуляция вида в районах исследования состоит из особей, индивидуальная длина которых варьирует от 0,8 до 10,2 см (табл. 1). Размах крайних значений данного показателя минимален в акватории мыса Айя и максимален у мыса Херсонесский, где были обнаружены и самые крупные особи. Средняя для каждого района длина слоевища изменяется в широких пределах, при которых минимальное и максимальное значения отличаются друг от друга вчетверо. Отмечено территориальное совпадение крайних значений размаха вариаций индивидуальной длины растений и ее средней величины. Близкими к максимальным оказались и линейные параметры слоевища падины в прибрежье города Судак. В целом, все изменения средней длины слоевища от района к району носят колебательный характер (рис. 2).

Таблица 1 Пространственная изменчивость размерно-массовых параметров слоевища Padina pavonica в летний период

	Параметры						
Район		Pas	вмерные	Массовые			
Тайон	Lim, см	R	Тип изменчивости, C_v , %	Lim, г	R	Тип изменчивости, C_v , %	
бухта Камышовая	2,1-5,4	3,3	нижняя норма, 23	0,1-1,1	1,0	значительная, 63	
бухта Казачья	1,1-6,6	5,5	верхняя норма, 41	0,01-1,5	1,5	большая, 93	
мыс Херсонесский	2,6-10,2	7,6	верхняя норма, 39	0,05-1,8	1,75	большая, 88	
мыс Фиолент	1,6-7,0	5,4	верхняя норма, 37	0,05-2,0	1,95	большая, 91	
Золотой пляж	2,7-6,9	4,2	нижняя норма, 24	0,3-2,2	1,9	значительная, 53	
мыс Айя	0,8-1,8	1,0	нижняя норма, 24	0,01-0,03	0,02	верхняя норма, 37	
урочище Батилиман	0,9-3,0	2,1	верхняя норма,42	0,01-0,5	0,49	большая, 97	
мыс Сарыч	1,5-6,0	4,5	нижняя норма, 28	0,02-2,5	2,5	большая, 89	
поселок Форос	2,2-6,2	4,0	нижняя норма, 25	0,05-1,0	0,95	большая, 76	
поселок Симеиз	0,9-2,6	1,7	верхняя норма, 34	0,01-0,17	0,2	аномальная, 110	
поселок Кацивели	1,5–5,4	3,9	нижняя норма, 27	0,02-1,1	1,1	большая, 94	
мыс Мартьян	1,2-4,8	3,6	верхняя норма, 36	0,002-0,49	0,5	большая, 95	
Профессорский уголок	1,4-5,3	3,9	нижняя норма, 29	0,03-0,8	0,8	большая, 86	
поселок Рыбачье	0,9–4,6	3,7	верхняя норма, 31	0,02-0,7	0,7	большая, 83	
город Судак	2,6-8,7	6,1	нижняя норма, 27	0,1–1,3	1,2	значительная, 59	

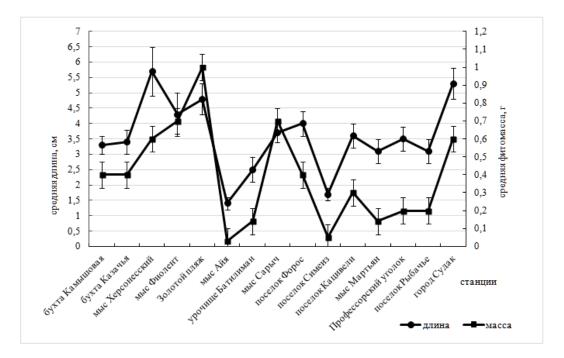


Рис. 2. Пространственные изменения средних длины и массы слоевища Padina pavonica

Внутрипопуляционные вариации линейного параметра слоевища в каждом районе соответствуют «нормальному» типу с преобладанием его «верхненормального» подтипа. Индивидуальная длина, средняя для всей совокупности данных, составляет 3.7 ± 0.2 см. Количество классов, слагающих размерный спектр ценопопуляции, равно 2-7 (рис. 3).

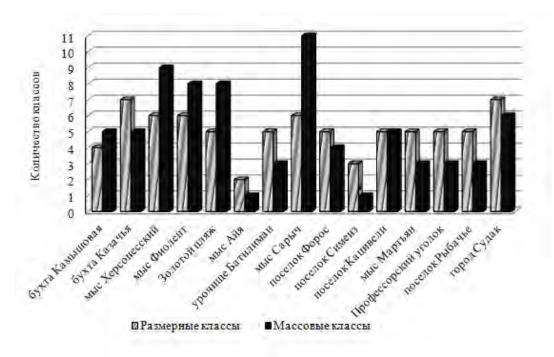


Рис. 3. Пространственные изменения количества размерно-массовых классов в ценопопуляции *Padina pavonica*

Наиболее разнообразным этот спектр выглядит в бухте Казачья, в акватории мыса Херсонесский, а также в прибрежье города Судак. Всего из двух классов состоит размерный спектр ценопопуляции вблизи мыса Айя, то есть там, где средняя длина растений и размах вариаций показателя были наименьшими.

Размерный спектр, за единственным исключением, является непрерывным и в большинстве случаев симметричным (рис. 4). В соответствии с количеством таких классов спектр относится к моно- и бимодальному типам. Среди значений моды преобладают 3 и 4 см. Долевое участие особей этих классов в общем составе достигает 24–55 % с максимумом в прибрежье поселка Симеиз и мыса Айя.

Массовые параметры. Индивидуальная масса $Padina\ pavonica$ варьирует в пространстве не менее широко, чем длина. Самые крупные по массе особи обитают в прибрежье мысов Фиолент и Сарыч, наиболее мелкие — в районе поселка Симеиз. Для ценопопуляции мыса Сарыч характерен и наибольший размах вариаций индивидуальной массы (табл. 1). Его величина, средняя для всех районов, составляет $1,2\pm0,4$ см, при этом изменчивость анализируемого показателя по шкале Γ . Н. Зайцева является «значительной». Изменчивость индивидуальной массы в каждом районе по этой же шкале соответствует пяти типам, все из которых превышают норму варьирования биологических признаков. Более чем в половине районов ее вариации являются «очень большими».

Масса, средняя для всего массива данных, составляет 0.4 ± 0.05 г, при этом изменчивость самого параметра на всем протяжении исследованного берега является «аномально» высокой ($C_v=126$ %). Кривая пространственных изменений средней массы многовершинная, с более-менее выраженными пиками в районе Золотого пляжа и мыса Сарыч (рис. 2).

В состав ценопопуляции разных районов входит от 1 до 11 массовых классов (рис. 3). Наибольшее разнообразие классов и значений массы особей, входящих в них, отмечено для ценопопуляции в прибрежье мыса Сарыч, где к тому же обитают самые крупные по массе растения. В акватории поселка Симеиз и у мыса Айя массовый спектр состоит из единственного класса. Пространственная изменчивость такого количественного показателя соответствует «значительному» типу.

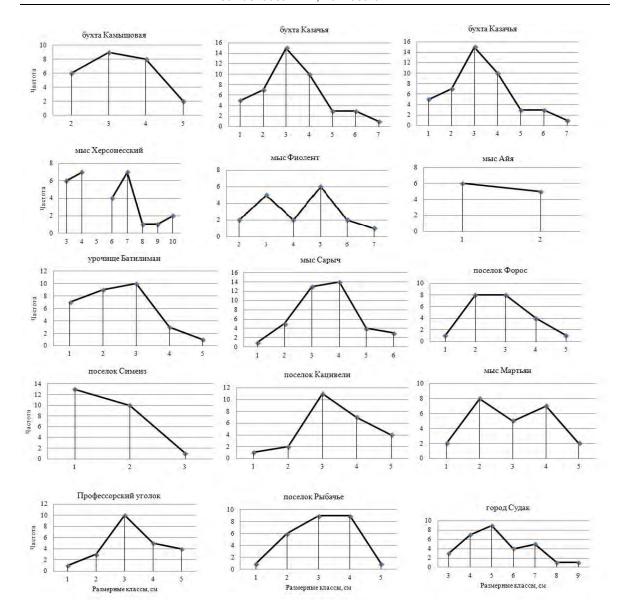


Рис. 4. Пространственные изменения частоты встречаемости размерных классов в ценопопуляции *Padina pavonica*

В отличие от размерного спектра ценопопуляции, массовый в каждом районе является преимущественно мономодальным (рис. 5). При всем своем разнообразии наиболее типичной модой является величина в 0,2 г. Доля модальных классов достигает 39–100 %. В большинстве случаев массовый спектр относится к полночленным (непрерывным), с одинаковым смещением вариант влево.

Полученные данные позволили выделить консервативные и динамичные в пространстве параметры слоевища и ценопопуляции *Padina pavonica*. Среди количественных параметров наименее подвержены изменениям в пространстве размерные, наиболее — индивидуальная масса особей и ее среднее для каждого района значение. Промежуточное положение занимают размах индивидуальной массы и количество классов в размерном спектре. Выявленная в ходе исследования высокая изменчивость массовых параметров слоевища и ценопопуляции вида является отражением закономерности, характерной для других биологических объектов, описанной И. И. Шмальгаузеном (Шмальгаузен, 1935). Эта же закономерность нашла подтверждение в результате популяционных исследований таких черноморских видов, как *Gelidium spinosum* и *Gelidium*

crinale (Rhodophyta), Ulva rigida, Ulva intenstinalis и Ulva linza (Chlorophyta) (Евстигнеева, Танковская, 2017а, 2017б, 2017в).

Среди качественных признаков наиболее устойчивыми являются мономодальность и левоасимметричность массового спектра, «нормальный» тип изменчивости длины слоевища и преобладание изменчивости массы, превышающей «норму». Отсутствует доминирование какого-то одного из двух типов дискретности массового спектра.

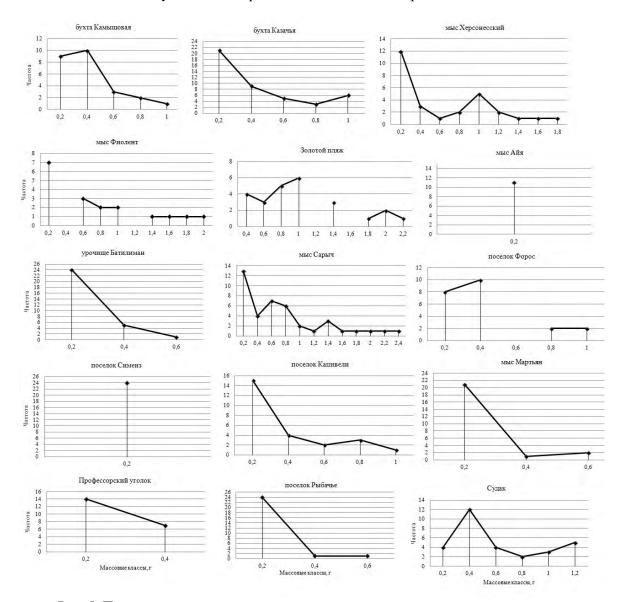


Рис. 5. Пространственные изменения частоты встречаемости массовых классов в ценопопуляции *Padina pavonica*

Внутригодовая изменчивость размерно-массовых параметров слоевища и ценопопуляции Padina pavonica

Морозова-Водяницкая Н. В. отнесла падину к «истинно-летним» формам, так как «...в вегетационном периоде отмечаются резко выраженные перерывы, во время которых водоросль исчезает бесследно» (Морозова-Водяницкая, 1927, 1936, 1959). По мнению этого автора, появление падины свидетельствует о наступлении самого солнечного и жаркого времени года. Осенние же штормы служат причиной более раннего отмирания водоросли. Наши наблюдения показали, что на мелководье черноморского побережья Крыма первые видимые особи вида появляются в июле, последние — в декабре. Границы вегетации падины,

по Н. В. Морозовой-Водяницкой, охватывают период с мая – июня по октябрь – ноябрь. Все это вместе изменяет сложившееся представление о продолжительности жизни вида в Черном море. Поэтому определенный интерес представляет исследование временной изменчивости размерно-массовых параметров вида в течение всего периода его вегетации.

<u>Размерные параметры.</u> В условиях прибрежья мыса Херсонесский максимум большинства размерных параметров слоевища и ценопопуляции вида зарегистрирован в сентябре, близки к нему уровни длины и массы слоевища в августе. Минимум многих показателей приходится на октябрь и декабрь, когда наиболее крупные и зрелые особи завершают вегетацию с последующей элиминацией, чему благоприятствуют усиливающиеся в это время штормы (табл. 2).

 Таблица 2

 Изменчивость размерно-массовых параметров слоевища и ценопопуляции Padina pavonica в период вегетации (мыс Херсонесский)

Помолготил			Месяц		
Параметры	июль	август	сентябрь	октябрь	декабрь
	Размерные	параметры слое	вища и ценопопу	ляции	
Lim, см	1,8–6,9	2,6-10,2	0,7–9,3	0,8-3,1	1,0-4,5
R, см	5,1	7,6	8,6	2,3	3,5
C _v , %	30	39	57	35	50
Тип изменчивости	верхняя норма	верхняя норма	значительная	верхняя норма	значительная
Кол-во классов	6	7	9	3	4
Дискретность спектра	непрерывный	дискретный	непрерывный	непрерывный	непрерывный
М _о (доля, %)	4 (32)	4; 7 (по 24)	1 (20)	1; 2 (по 40)	1; 2 (по 38)
Смещение доминирующего класса	нет	нет	влево	влево	влево
	Массовые	параметры слоен	вища и ценопопу	ляции	
Lim, г	0,05-2,8	0,05-1,8	0,01-2,5	0,01-0,12	0,01-0,17
R , Γ	2,75	1,75	2,49	0,11	0,16
C _v , %	96	88	117	85	89
Тип изменчивости	очень большая	очень большая	аномальная	очень большая	очень большая
Кол-во классов	8	9	11	1	1
Дискретность спектра	дискретный	непрерывный	непрерывный	-	-
М _о (доля, %)	0,2 (25); 0,4 (28)	0,2 (43)	0,2 (46)	0,2 (100)	0,2(100)
Смещение доминирующего класса	влево	влево	влево	-	-

Индивидуальная длина слоевища, средняя для всего полученного массива данных, составляет 3.8 ± 0.3 см и варьирует во времени в «значительной» степени. Внутрипопуляционная изменчивость параметра каждый месяц соответствует «верхненормальному» и «значительному» типам.

Количество классов, входящих в размерный спектр, в среднем, достигает 5.8 ± 2.1 , а его колебания соответствуют «верхней норме». С июля по сентябрь показатель увеличивается, позже наблюдается его спад. За исключением августа, размерный спектр является непрерывным, моно- и бимодальным. Доля модальных классов варьирует от 20 до 40 %.

Самые крупные по размерам особи встречаются в августе и сентябре (рис. 6), однако вклад их в общую структуру не превышает 10 %. Средняя длина слоевища у особей в октябре и декабре является минимальной.

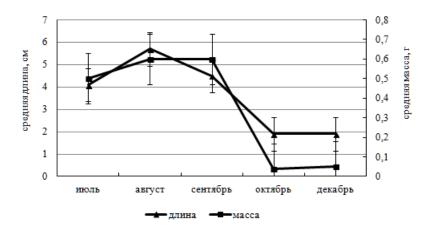


Рис. 6. Изменение средних длины и массы слоевища *Padina pavonica* в период вегетации у мыса Херсонесский

В первые два месяца смещение доминирующих размерных классов отсутствует или трудно определяется, в последующем сгущение вариант наблюдается в левой части спектра, то есть в зоне мелкоразмерных классов.

<u>Массовые параметры.</u> Динамика массовых параметров в период вегетации во многом синхронизирована с таковой у размерных. Количественный максимум массовых показателей приходится на август и сентябрь, минимум — на октябрь и декабрь (табл. 2).

Масса слоевища, средняя для всего массива данных, составляет $0.4\pm0.1~$ г, а ее изменчивость относится к «аномально» высокой. Такой же тип внутрипопуляционных изменений можно было наблюдать в сентябре, тогда как в другое время он соответственно «большой» и «очень большой». Очевидно, высокое разнообразие массового спектра в сентябре является одним из показателей апогея вегетации вида.

Количество массовых классов, среднее для всего периода наблюдений, равно 6.0 ± 0.1 . В начале исследований массовый спектр представлен дискретным и бимодальным вариантами, в следующие месяцы он непрерывный и мономодальный. В октябре и декабре ценопопуляция на 100% состоит из одинаковых особей с массой в пределах 0.2 г. В период с июля по сентябрь наблюдается смещение вариант влево. Доля модальных классов увеличивается от начала и до конца наблюдений. Вклад крупных по массе особей, зафиксированных в июле — сентябре, составляет 3-9%.

В целом, массовый спектр ценопопуляции *Padina pavonica* является преимущественно мономодальным, левосмещенным, а масса слоевища отличается высокой временной изменчивостью.

Межгодовая изменчивость размерно-массовых параметров слоевища и ценопопуляции *Padina pavonica*

Размерные параметры в смежные и отдаленные годы. Размах вариабельности длины слоевища в смежные годы (2002 и 2003 гг.) отличается почти вдвое с преимуществом в 2003 году. Еще существеннее выглядит различие при сопоставлении размаха в каждый из смежных периодов с отдаленным (2008 г.). В смежные годы проявляется примерно одинаковый средний уровень длины слоевища, вдвое и более превосходящий подобный в 2008 году (рис. 7).

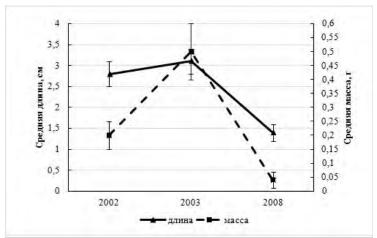


Рис. 7. Межгодовые изменения средних длины и массы слоевища Padina pavonica

При этом установлено сходство величин коэффициента вариации и соответствующего им типа изменчивости длины слоевища в 2002 и 2008 годы. Вместе с тем отмечено полное несовпадение уровня разнообразия размерных классов, которое, тем не менее, всегда сопровождается непрерывностью, мономодальностью и левосмещенностью их спектра (рис. 8). Значение моды в начале наблюдений вдвое выше, чем в последующий период, однако долевое участие особей модального класса в разные годы почти не отличается.

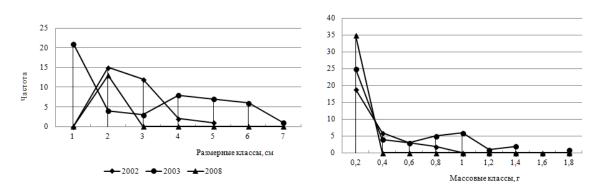


Рис. 8. Межгодовые изменения частоты встречаемости особей *Padina pavonica* разных размерно-массовых классов (Золотой пляж)

Массовые параметры в смежные и отдаленные годы. По большинству параметров, выбранных для сравнения, совпадение отсутствует не только в смежные, но и в отдаленные друг от друга годы. Искомое сходство касается лишь таких качественных признаков, как мономодальность и левосмещенность массового спектра (рис. 8). Соотношение интенсивности изменчивости массы и длины слоевища и в этом случае отражает закономерность И. И. Шмальгаузена. В целом, независимыми от года наблюдений остаются высокая изменчивость массы слоевища, левосмещенность, мономодальность соответствующего спектра ценопопуляции и однообразие величин моды.

Полученные в ходе исследований данные позволяют оценить характер изменчивости параметров *Padina pavonica*. Можно утверждать, что все изменения длины ее слоевища осуществляются по двум типам, среди которых преобладает «верхняя» норма вариабельности признаков биологических объектов. Это особенно характерно для пространственной изменчивости анализируемого параметра, вклад которой составляет 60–80 %. Типы изменчивости массы слоевища в пространстве и во времени разнообразнее, чем у длины, и с доминированием среди них «очень большой». Вклад последней достигает 33–60 %. Для размерно-массовых спектров одинаково характерно преобладание непрерывности и левосмещенного варианта распределения особей по классам.

выводы

- 1. Популяционный анализ природных поселений в различных районах западного и юговосточного побережья Крыма позволил впервые определить крайние и средние значения размерно-массовых параметров ценопопуляции и слоевища Padina pavonica и установить их пространственную приуроченность. Среди количественных признаков наименее подвержены изменениям в пространстве размерные характеристики, наиболее индивидуальная масса особей и ее среднее для каждого района значение. Промежуточное положение занимают размах индивидуальной массы и количество классов в размерном спектре. Среди качественных признаков наиболее устойчивыми являются мономодальность и левоасимметричность массового спектра, непрерывность и преобладающая симметричность размерного, умеренный характер пространственных вариаций длины слоевища и превалирование их повышенного уровня у массы. Для массового спектра характерно равное присутствие обоих типов дискретности.
- 2. Для динамики большинства параметров *Padina pavonica* в период вегетации характерен максимум в сентябре и минимум в октябре и декабре. Ход временных изменений средней длины и массы слоевища соответствуют друг другу. Как правило, размерный спектр непрерывный и бимодальный, в начале вегетации он симметричный, в последующем левоасимметричный. Массовый спектр ценопопуляции *Padina pavonica* является мономодальным, чаще левоасимметричным, а масса слоевища отличается высокой временной изменчивостью.
- 3. Анализ параметров ценопопуляции и слоевища *Padina pavonica* в смежные и отдаленные друг от друга годы показал наличие существенного различия в размахе вариабельности длины слоевища, разнообразии размерных классов и значении моды. При этом для *Padina pavonica* в смежные годы характерны близкий уровень средней длины слоевища, превосходящий подобный в более отдаленный период. В сравниваемые годы размерный спектр всегда был непрерывным, мономодальным и левоасимметричным с примерно одинаковым вкладом в общую структуру доминирующего класса. Для большинства массовых параметров совпадение отсутствует не только в смежные, но и в отдаленные друг от друга годы. В любой период наблюдений масса слоевища отличается высокой изменчивостью, а массовый спектр ценопопуляции левоасимметричностью, мономодальностью и однообразием величины моды.
- 4. Независимым от времени и места вегетации падины является преобладание мономодальности и левоасимметричности обоих спектров, а в случае размерного состава еще и его непрерывность. Степень проявления пространственно-временных изменений длины слоевища по сравнению с его массой является более умеренной.

Работа выполнена по теме госзадания ФГБУН ИМБИ РАН «Исследование механизмов управления продукционными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса», номер госрегистрации — AAAA-A18-118021350003-6.

Список литературы

Аннинская И. Н. Сравнительная характеристика падиновых фитоценозов в Севастопольской бухте // Сборник материалов III Всесоюзного совещания по морской биологии. Севастополь, 18–20 октября 1988. Ч. 1. – Киев, 1988. – С. 168.

Евстигнеева И. К., Танковская И. Н. Анализ природных ценопопуляций *Gelidium spinosum* (S. G. Gmelin) Р.С. Silva (Rhodophyta) в прибрежье Черного моря // Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление. Сборник материалов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 85-летию Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (3–6 октября 2017 г., Петропавловск-Камчатский). – КамчатНИРО, 2017а. – С. 214–222. http://www.kamniro.ru/files/2017.pdf

Евстигнеева И. К., Танковская И. Н. Размерно-массовые характеристики слоевища и ценопопуляций *Ulva linza* L. (Chlorophyta) и их динамика в Черном море // Вопросы современной альгологии. – 20176. – № 2 (14) URL: http://algology.ru/1175

Евстигнеева И. К., Танковская И. Н. Размерно-массовые характеристики слоевища и ценопопуляций *Ulva intestinalis* L. (Chlorophyta) и их динамика в Черном море // Вопросы современной альгологии. — 2017в. — № 2 (14). http://algology.ru/1174

Еременко Т. И. Макрофитобентос северо-западной части Черного моря // Биология северо-западной части Черного моря. – Киев: Наук. думка, 1967. – С. 126–145.

Зайцев Г. Н. Математика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1990. – 296 с.

Зинова А. Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. – М. – Л.: Наука, 1967. – 397 с.

Калугина А. А. Исследование донной растительности Черного моря с применением легководолазной техники // Морские подводные исследования. — 1969. — С. 105—113.

Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря. – Киев: Наук. думка, 1975. – 248 с.

Меньшова Р. В. Полисахариды некоторых видов бурых водорослей: автореф. дис.... на соиск. учен. степени канд. хим. наук. – Р. В. Меньшова. – Владивосток: Тихоокеан. ин-т биоорган. химии ДВО РАН, 2013. – 23 с.

Морозова-Водяницкая Н. В. Наблюдения над экологией водорослей Новороссийской бухты // Труды Кубано-Черноморского НИИ. – 1927. – T. 52. – 45 с.

Морозова-Водяницкая Н. В. Опыт количественного учета донной растительности в Черном море // Труды Севастопольской биологической станции. -1936.-T.5.-C.45-217.

Морозова-Водяницкая Н. В. Растительные ассоциации в Черном море. Труды Севастопольской биологической станции. — 1959. — XI. — С. 3—28.

Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.

Шмальгаузен И. И. Определение основных понятий и методика исследования роста. Рост животных. – М.: Биомедгиз, 1935. – С. 8–60.

Шмидт В. М. Математические методы в ботанике. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.

Nagumo T, Nishino T. Fucan sulfates and their anticoagulant activities # Polysaccharides in Medicinal Applications. – 1996. – P. 545–574.

Omezzine F., Haouala R., Ayeb A., Boughanmi N. Allelopathic and antifungal potentialities of *Padina pavonica* (L.) extract // Journal of Plant Breeding and Crop Science. – 2009. – Vol. 1 (4). – P. 194–203.

Sturges H. The choice of a class-interval // Journal American Statistical Association. – 1926. – 21. – P. 65–66.

Evstigneeva I. K., Tankovskaya I. N. Dimension-mass composition of the coenopopulation, morphoparameters of the thallus of *Padina pavonica* and their spatial-time dynamics // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45), P. 87–98.

During the long-term investigations the dimension-mass parameters of thallus and cenopopulations of Black-sea species *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy (Ochrophyta) were performed for the first time. The extremes and mean values, as well as constant and dynamic properties of thallus and cenopopulations were determined. Among the quantitative attributes the weakest change in space is noted for dimension properties, whereas the greatest change is noted for individual mass of specimen and its mean value for each region of study. Among the qualitative attributes the most stable features were associated with monomodality and left-wing asymmetry of the mass spectrum, the continuity and prevailing symmetry of the dimension spectrum, moderate character of spatial variations of the thallus length and their dominance in the increased level of mass. The dynamics of the majority of *Padina pavonica* parameters features a maximum in september and minimum in october and december. Variations in the mean length and mass of thallus correspond to each other. Independence on time and place of Padina vegetation was noted for the predominance of monomodality and left-wing asymmetry of the dimension and mass spectra.

Key words: Padina pavonica (Linnaeus) Thivy, Ochrophyta, thallus, coenopopulation, dimension-mass structure, dynamics, Crimea, Black sea.

Поступила в редакцию 15.05.18

УДК 579:574.587(262.5)

К вопросу об интенсивности поглощения кислорода донными осадками Балаклавской бухты (Черное море)

Чекалов В. П.

Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН Севастополь, Россия valch@mail.ru

Приведены экспериментальные и расчетные данные поглощения кислорода в донных осадках Балаклавской бухты. Дана оценка вклада в этот процесс аэробной и анаэробной микрофлоры, а также возможных максимальных темпов утилизации накопленных запасов органики. Интенсивность окислительной активности в целом характерна для бухт Севастополя, она составляет в среднем порядка 3 мкгО2/г×ч. При этом колебания численности аэробной и анаэробной групп бактерий по оси бухты были более значительны, что позволяет говорить о различной эффективности дыхания донной микрофлоры и процессов окисления восстановленных соединений.

Ключевые слова: донные отложения, потребление кислорода, бактериобентос, Черное море.

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении длительного периода времени возможность изучения экологического состояния Балаклавской бухты была ограничена особенностью ее использования. При этом антропогенное воздействие, изменяя свой вектор, всегда оставалось весьма значительным. Так, ежегодный сброс неочищенных сточных вод в бухту составляет около 4,4 млн м3 (Ковригина и др., 2003). Соответственно, вблизи локальных источников загрязнения в донных осадках наблюдаются повышенные концентрации тяжелых металлов (Овсяный и др., 2009; Неврова, 2014).

В последние годы накоплен некоторый массив гидрохимических и гидробиологических данных по Балаклавской бухте (Куфтаркова и др., 1999; Киселева, Просвиров, 2006; Муравьева, 2007). При этом исследования донных отложений носят эпизодический характер и относятся преимущественно к описанию их гранулометрического состава и степени загрязнения различными полютантами (Миронов и др., 2003; Малахова, 2013; Гуров и др., 2015). Биохимическое потребление кислорода (БПК), являясь своеобразным интегральным параметром бактериальной активности, широко применяется для оценки процессов самоочищения водоемов. Имеются данные по БПК5 для поверхностных и придонных водных слоев Балаклавской бухты (Ломакин и др., 2010; Мачкевский и др., 2011; Чекалов и др., 2013), однако отсутствуют сведения о поглощении кислорода донными осадками. Тем не менее масштаб этого явления на мелководьях и в замкнутых акваториях часто весьма значителен и в некоторых случаях может в 2–4 раза превышать утилизацию кислорода в столбе воды (Вurns, 1976).

В связи с этим целью настоящей работы было изучение окислительной активности микрофлоры в донных отложениях Балаклавской бухты и, как следствие, их потенциальной способности к самоочищению.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Пробы донных осадков в районе Балаклавской бухты были отобраны с помощью дночерпателя Петерсена в октябре 2008 года (рис. 1). Для исследования брали поверхностный 2-см слой. Все определения, кроме температуры, окислительновосстановительного потенциала (Eh) и водородного показателя (рН), производили в лабораторных условиях. Измерение рН и Eh осуществляли портативным иономером Sention 1 (Насh, США) непосредственно на борту катера.

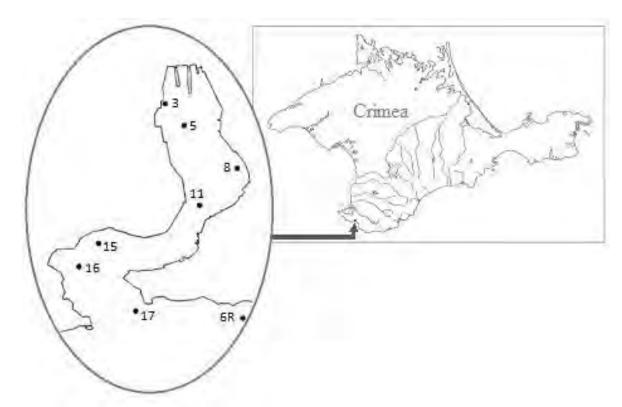


Рис. 1. Схема расположения станций в Балаклавской бухте

Влажность и содержание органического вещества определяли гравиметрическим методом соответственно после сушки при +105 °C и прокаливании навесок при 500 °C.

Потенциальную окислительную активность (ПОА) бактериобентоса определяли по ранее предложенной методике, основанной на эффекте реверсного возрастания оптической плотности метиленового синего в пробах, предварительно прошедших через анаэробную экспозицию, при их повторном контакте с кислородом воздуха (Чекалов, 2012).

Скорость суммарного потребления кислорода (СПК) измеряли с помощью респирометрической камеры объемом 60 мл, герметично соединенной с кислородным датчиком LDO-оксиметра HQ40d (Hach, США). Емкость заполняли морской водой, вносили 0,2 см³ исследуемого ила и плотно закрывали специальной пробкой с газоотводной трубкой. Материал распределяли на площади 20 см² слоем толщиной примерно 0,01 см. Измерение осуществлялось при температуре 20 °C автоматически ежечасно в течение 12–20 часов. Полученные результаты в дальнейшем были пересчитаны на грамм влажного грунта.

Определение скорости кислородной нейтрализации восстановленных соединений (КНВС) проводили аналогичным образом, предварительно подавив жизнедеятельность бактерий и создав благоприятные условия для окисления восстановленных веществ. Учитывая, что снижение pH смещает соотношение сернистых соединений в воде (S^{2-} , HS^- , H_2S) в сторону преобладания наиболее активно окисляемого сероводорода, водородный показатель в емкости доводили 0,1N серной кислотой до 5. Это также способствовало подавлению жизнедеятельности микрофлоры, наряду с внесением в измерительную емкость стрептомицина из расчета конечной концентрации 0,1 мг/мл и последующим термостатированием емкости при $8-10\,^{\circ}$ С.

Скорость аэробного поглощения кислорода (АПК) получали путем вычитания из соответствующего уровня суммарного поглощения (СПК) значения КНВС.

Потребление кислорода измеряли в условиях его достаточной исходной концентрации в измерительной емкости, порядка 6–8 мг/л. В связи с этим полученные результаты следует рассматривать как потенциальные, особенно для кислород-дефицитных зон.

Учет численности аэробных гетеротрофных микроорганизмов (Аэ) проводили путем глубинного посева разведений донных отложений в модифицированную среду (Горбенко, 1961). Для выявления анаэробных гетеротрофов (АнАэ) и сульфатредуцирующих бактерий (СРБ) использовали модифицированную среду Вильсона — Блера. Как и в случае со средой Горбенко, навеску сухой среды брали в соотношении 1:10 от рекомендуемой по прописи. Посев осуществляли по методу Л. Д. Штурм (Родина, 1965). При этом темноокрашенные колонии учитывали как СРБ, а светлые — как анаэробные гетеротрофные бактерии. Инкубацию вели при температуре 18–20 °С, что соответствовало условиям среды обитания.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С учетом гидрологических особенностей, антропогенного воздействия и динамики вод акватория бухты была условно разделена на 3 части: кутовую, среднюю и устьевую, а также отдельно выделены район сброса стоков и фоновая точка (табл. 1).

Как было отмечено ранее (Чекалов и др., 2013), концентрация кислорода в придонных водах Балаклавской бухты колеблется в пределах 4.29–5.83 мг/л, что в целом характерно для черноморских вод.

Tаблица I Некоторые физико-химические параметры воды и донных отложений Балаклавской бухты

Часть бухты	№ точек	Глубина, м	t, C°	Плотность влажного грунта, г/см ³	Влажность,	Ph	Еһ, мВ	Органиче ское вещество, мг/г (вл)
	3	6	18,8	1,39	52,7	7,17	-163	28
Кутовая	5	7	18,8	1,35	61,4	7,45	-189	34
	8	12	18,7	1,30	56,9	7,90	-200	33
Средняя	11	13	18,6	1,25	62,5	7,79	-202	37
Устьевая	15	20	17,1	1,30	58,8	8,00	-209	43
устьевая	16	23	18,5	1,49	38,9	7,86	-236	28
Сброс стоков	17	27	16,2	1,43	48,2	7,61	-116	28
Фон	6R	12	17,4	2,04	26,1	7,47	198	10

С ростом глубин по оси бухты в донных осадках на фоне снижения окислительновосстановительного потенциала наблюдалось повышение рН в слабощелочной зоне, тогда как в придонных слоях воды ранее были зафиксированы противоположные изменения рН. Подобные тенденции отмечались также и в районе Голубой бухты у Геленджика (Чекалов, 2016). Содержание органических веществ в донных осадках колебалось в пределах 3–4 %, поступательно возрастая до максимума в центральной части с последующим снижением в устье бухты. Такое распределение обусловлено комплексом гидрологических и антропогенных факторов (Ломакин, Попов, 2014). По данным (Гуров и др., 2015), доля Сорг составляла в среднем 2,37 %, что дает близкие величины при пересчете на органическое вещество.

Максимальные значения потенциальной окислительной активности отмечены в кутовой части бухты. Здесь же, впрочем, зафиксирован и минимальный уровень (ст. 8). По всей видимости, это связано с располагавшимся длительное время судоремонтным предприятием, а также сбросом стоков. По приведенным ранее данным (Неврова, 2014), донные отложения в этом районе признаны наиболее загрязненными тяжелыми металлами. Так, относительно остальной акватории бухты наблюдалось пятикратное превышение

содержания свинца, хрома, кадмия, восьмикратное — ртути и в 10 раз — пестицидов. Такой комплекс биологически активных веществ вполне способен ограничить активность микрофлоры. В то же время здесь же наблюдается и пик численности аэробных бактерий, но в условиях среды обитания, надо полагать, большая часть из них пребывает в неактивном или слабоактивном состоянии.

Расход кислорода на окисление восстановленных соединений в грунтах бухты не превышал 9 % от его суммарного потребления, в то время как на реперной станции достигал почти трети, хотя собственно количественные значения при этом оказались вдвое ниже (табл. 2).

 Таблица 2

 Респираторные характеристики и численность некоторых групп бактерий в грунтах различных районов Балаклавской бухты

Часть	Часть № ПОА,		СПК,	КНВС,	АПК,	Численность, КОЕ×10 ²			
бухты	бухты ле мкг/г×ч	мкг/г×ч	мкг/г×ч	мкг/ Γ ×ч	Аэ	АнА	СРБ		
	3	$3,69 \pm 1,72$	-	-	=	2100	180	p/H	
кутовая	5	$4,77 \pm 1,25$	$3,12 \pm 0,40$	$0,\!28 \pm 0,\!04$	2,84	13300	1090	150	
	8	$1,\!02\pm0,\!46$	=	=	=	32800	460	p/H	
средняя	11	$2,77 \pm 1,00$	-	-	-	800	70	1	
	15	$3,6 \pm 0,63$	$3,36 \pm 0,62$	$0,30 \pm 0,02$	3,07	400	80	p/H	
устьевая	16	$2,6 \pm 1,04$	-	-	-	220	20	p/H	
сброс стоков	17	$2,39 \pm 0,54$	-	-	-	1500	150	6	
фон	6R	1,96 ± 1,25	$0,55 \pm 0,06$	$0,16 \pm 0,02$	0,39	400	Р/н	р/н	

Примечание к таблице: р/н - характерные колонии не обнаружены.

Еще масштабнее здесь, более чем в 7 раз, сокращалось аэробное потребление кислорода. По всей видимости, незначительный уровень кислородного поглощения связан со снижением концентрации органических веществ в песках фоновой точки. На это также указывает расхождение в 5 раз значений потенциальной окислительной активности и АПК, то есть внесение по методике дополнительной органики в первом случае привело к существенному росту потребления окислителя аэробной микрофлорой (рис. 2). При этом в донных осадках бухты приведенные показатели были выше и практически совпадали между собой, что позволяет говорить о присутствии в достаточном количестве как органики, так и кислорода. В целом, АПК по оси бухты к кутовой части незначительно снижалось с 3,07 до 2,84 мкг/г×ч, тогда как потенциальная окислительная активность, наоборот, возрастала. Такие же соотношения ранее были отмечены и для грунтов Севастопольской бухты (Чекалов, 2016). Если считать ПОА максимальным уровнем, то эффективность бактериальной окислительной системы превышает 90 %. Это несколько выше среднего значения по Севастопольской бухте (82 %), что связано, возможно, с более благоприятными условиями.

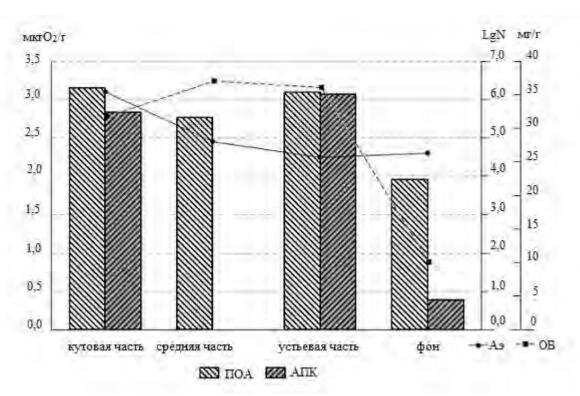


Рис. 2. Соотношение потенциальной окислительной активности (ПОА), аэробного потребления кислорода (АПК), численности аэробной микрофлоры (Аэ) и содержания органического вещества в донных отложениях различных районов Балаклавской бухты

Исходя из соотношения Редфилда (106/138) при окислении Сорг (Froelich et al., 1979; Schulz, 2000) и полученных значений потребления кислорода аэробной микрофлорой, были определены потенциально возможные и реальные скорости деструкции органических соединений в условиях достаточной аэрации, что, как отмечалось выше, соответствует действительности. Для облегчения сопоставления с уровнем содержания органики результаты были пересчитаны на органическое вещество с использованием переводного коэффициента, равного 2 (Агатова и др., 2005). Полученные таким образом значения во внутренней и устьевой акваториях бухты оказались близкими, соответственно 4,36 и 4,72 мкг/г×ч, тогда как в фоновой пробе, очевидно, вследствие низкой концентрации органических соединений, лишь 0,60 мкг/гхч. Следует учесть, что это та часть органики, которая подвергается минерализации при энергетическом обмене, тогда как примерно такое же количество, согласно литературным данным (Готтшалк, 1982), вовлекается в асиммиляционные процессы в ходе поддержания и новообразования бактериальной биомассы то есть суммарная скорость трансформации органических веществ в грунтах бухты может доходить до 10 мкг/г×ч. Однако «безвозвратные» потери все же связаны с дыханием. В этом случае при содержании в среднем порядка 35 мг/г полное разложение органики произошло бы в течение примерно года, а в фоновых донных отложениях существенно более низкая скорость ее деструкции определяет также и большую в два раза продолжительность разложения.

Концентрация органических веществ является производной от противоположно направленных процессов элиминации при дыхании и поступления извне, прежде всего в ходе седиментации. Тогда, если принять содержание органики неизменным во времени, то темпы ее окисления и поступления будут примерно равны. Рассуждая таким образом, можно предположить также, что и скорость КНВС уравновешивается соответствующим образованием восстановленных соединений, преимущественно сероводорода. Учитывая, что в водных растворах, ввиду недостаточного поступления кислорода, сероводород окисляется,

как правило, до воды и серы $2H_2S + O_2 \rightarrow 2 H_2O + 2S$ (Некрасов, 1973), получаем продукцию H_2S приблизительно 0,6 и 0,3 мкг/г×ч в грунтах бухты и контрольной точке соответственно.

Слабые колебания содержания органики и АПК (рис. 2) в донных отложениях различных районов бухты, тем не менее, сопровождались существенными отличиями по численности аэробной и анаэробной микрофлоры (табл. 2). В кутовой части она была на два порядка выше, чем в устьевом районе. Пересчитав потребление кислорода на одну бактериальную клетку, мы получим удельные скорости процессов дыхания и кислородного окисления восстановленных соединений. Так, в кутовой части они равны $2,1\times10^{-6}$ мкг O_2 /ч для аэробных и $2,5\times10^{-6}$ мкг O_2 /ч для анаэробных представителей против 0,8 и $0,4\times10^{-4}$ мкг O_2 /ч соответственно у выхода из бухты, что примерно в 200 и 600 раз ниже. Причина этого, по всей видимости, в каждом конкретном случае заключается в специфических условиях среды обитания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, консервативность условий в толще донных осадков сглаживает градиенты поступающих химических соединений и веществ, обычно более контрастные в водной среде. Вследствие этого грунты различных частей Балаклавской бухты имеют близкие значения некоторых физико-химических параметров, в частности редокспотенциала и содержания органических веществ, что в свою очередь обуславливает сходные показатели респираторной активности бактериобентоса. Интенсивность окислительных процессов в целом характерна для бухт Севастополя, составляя в среднем порядка 3 мкгO₂/г×ч. При этом колебания численности аэробной и анаэробной групп бактерий по оси бухты были более значительны, что позволяет говорить о различной эффективности дыхания донной микрофлоры и процессов окисления восстановленных соединений. Высокая численность бактерий на фоне низкой удельной скорости потребления кислорода может указывать на широкий спектр присутствующих веществ, которые с одной стороны формируют группы зависимых потребителей, а с другой ограничивают, подавляют жизнедеятельность других консументов.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФГБУН ИМБИ «Функциональные, метаболические и токсикологические аспекты существования гидробионтов и их популяций в биотопах с различным физико-химическим режимом», номер гос. регистрации — AAAA-A18-118021490093-4.

Список литературы

Агатова А. И., Аржанова Н. В., Лапина Н. М., Торгунова Н. И., Красюков Д. В. Пространственно-временная изменчивость органического вещества в прибрежных экосистемах Кавказского шельфа Черного моря // Океанология. -2005. - Т. 45, № 5. - С. 670–677.

Горбенко Ю. А. О наиболее благоприятном количестве «сухого питательного агара» в средах для культивирования морских гетеротрофных микроорганизмов // Микробиология. -1961.-T.30, вып. 1.-C.168-172.

Гуров К. И., Овсяный Е. И., Котельянец Е. А., Коновалов С. К. Факторы формирования и отличительные особенности физико-химических характеристик донных отложений Балаклавской бухты (Черное море) // Морской гидрофизический журнал. -2015. № 4. - С. 51–58.

Готтшалк Г. Метаболизм бактерий. – М.: Мир, 1982. - 310 с.

Ковригина Н. П., Попов М. А., Лисицкая Е. В., Сеничева М. И., Субботин А. А. Оценка антропогенного воздействия и сгонно-нагонных явлений на экологическое состояние вод Балаклавской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон икомплексное использование ресурсов шельфа (Сб. научных трудов). — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. — Вып. 8. — С. 105—114.

Куфтаркова Е. А., Ковригина Н. П., Родионова Н. Ю. Гидрохимическая характеристика вод Балаклавской бухты и прилегающей к ней прибрежной части Черного моря // Гидробиол. журн. – 1999. – Т. 35, № 3. – С. 88–99.

Ломакин П. Д., Попов М. А., Куфтаркова Е. А., Ковригина Н. П. Проявление апвеллинга в полях гидрофизических и гидрохимических элементов на акватории Балаклавской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа (Сб. научных трудов). — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010. — Вып. 23. — С. 180—192.

К вопросу об интенсивности поглощения кислорода донными осадками Балаклавской бухты (Черное море)

Ломакин П. Д., Попов М. А. Оценка степени загрязнения и перспектива экологических исследований вод Балаклавской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря (Сб. научных трудов). – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. – Вып. 28. – С. 195–213.

Малахова Л. В. Полихлорированные бифенилы и органический углерод в донных отложениях Севастопольской и Балаклавской бухт (Черное море) // Морской экологический журнал. — 2013. — Т. 12, № 1. — С. 52—58.

Мачкевский В. К., Попов М. А., Ковригина Н. П., Лозовский В. Л., Козинцев А. Ф. Изменчивость параметров популяции мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. и ее эндосимбионтов в районе Балаклавской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа (Сб. научных трудов). — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. — Вып. 25, ч. 1. — С. 417—428.

Миронов О. Г., Кирюхина Л. Н., Алемов С. В. Санитарно-биологические аспекты экологии севастопольских бухт в XX веке. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – 185 с.

Муравьева И. П. Сравнительная характеристика видового и химического состава макрофитообрастаний Балаклавской бухты (Черное море) // Экология моря. – 2007. – Вып. 73. – С. 60–63.

Неврова Е. Л. Эколого-таксономическая оценка донных диатомовых в Балаклавской бухте (Юго-Западный Крым, Черное море) // Альгология. -2014. - Т. 24, № 1. - С. 47–66.

Некрасов Б. В. Основы общей химии. – М.: Химия, 1973. – Т. 1. – 656 с.

Родина А. Г. Методы водной микробиологии. – Л.: Наука, 1965. – 363 с.

Чекалов В. П. Эффект реверсного восстановления окраски метиленового синего и возможность его применения для оценки функционального состояния бактериальных сообществ // Морской экологический журнал. -2012. - T. 11, № 1. - C. 74–80.

Чекалов В. П., Копытов Ю. П., Аннинская И. Н., Копытова В. Н. Некоторые гидрохимические параметры в слое контакта грунтов и придонной воды Балаклавской бухты (Черное море) // Морской экологический журнал. -2013. - T. 12, № 1. - C. 80–84.

Чекалов В. П. Потребление кислорода в зоне контакта водных масс верхней границы сероводородного слоя с донными осадками (Черное море) // Экосистемы. – 2016. – Вып. 5 (35). – С. 53–59.

Чекалов В. П. Абсорбция кислорода донными осадками прибрежных районов Севастополя (Черное море) в процессе утилизации органического вещества // Морской биологический журнал. – 2016. – Т. 1, № 4. – С. 44–52.

Burns N. M. Oxygen depletion in the central and eastern basins of Lake Erie, 1970 // J. Fish. Res. Board Can. –1976. – Vol. 33, N. 3. – P. 512–519.

Froelich P. N., Klinkhammer G. P., Bender M. L., Luedtke N. A., Heath G. R., Cullen D., Dauphin P., Hammond D., Hartmann B. Early oxidation of organic matter in pelagic sediments of the eastern equatorial Atlatic: suboxic diagenesis // Geochim. Cosmochim. Acta. – 1979. – Vol. 43. – P. 1075–1090.

Schulz H. D. Quantification of early diagenesis: dissolved constituents in marine pore waters // Marine Geochemistry. Springer. Berlin. Heidelberg. – 2000. – P. 85–128.

Chekalov V. P. To the question of the intensity absorption of oxygen by the Balaklava bay sediments (the Black Sea) // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 99–105.

Experimental and calculated data on oxygen absorption in bottom sediments of the Balaklava Bay are presented. The estimation of the contribution to this process of aerobic and anaerobic microflora, as well as the possible maximum rates of utilization of the accumulated reserves of organics are given. The intensity of oxidation processes in general is typical for the bays of Sevastopol averaging about 3 $\mu g O^2/g \times h$. At the same time, fluctuations in the number of aerobic and anaerobic groups of bacteria along the axis of the bay were more significant. This allows us to talk about the different effectiveness of respiration of the microflora and the oxidation of the reduced compounds processes.

Key words: bottom sediments, oxygen consumption, bakteriobentos, the Black Sea.

Поступила в редакцию 18.06.18

УДК 591.524.1:582.272(262.5)

Макрозообентос в эпифитоне водоросли *Cystoseira crinita* Duby, 1830 акватории государственного природного заповедника Утриш (Черное море)

Макаров М. В., Витер Т. В.

Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН Севастополь, Россия mihaliksevast@inbox.ru, tatjana-viter@rambler.ru

В работе впервые приводятся данные по видовому составу, численности, биомассе и встречаемости, а также трофической структуре макрозообентоса, обитающего в эпифитоне водоросли *Cystoseira crinita* в прибрежной акватории в районе государственного природного заповедника Утриш (чернорморское побережье Кавказа). На основании индекса функционального обилия выделено сообщество брюхоногого моллюска *Rissoa splendida*. Показано микрораспределение видового состава и количественных показателей макрозообентоса по глубинам 1, 3 и 5 м. Проведено сравнение видового состава макрозообентоса между одноименными сообществами в эпифитоне цистозиры у берегов Кавказа и Крыма по индексу общности фаун Чекановского — Серенсена. Оценены видовое разнообразие и выравненность видов в сообществе. Отмечен относительно богатый видовой состав и сравнительно невысокие показатели численности и биомассы животных на цистозире в данном районе. Выделено 6 трофических группировок.

Ключевые слова: эпифитон цистозиры, макрозообентос, распределение, глубина, сообщество, заповедник Утриш.

ВВЕДЕНИЕ

Бурая водоросль Cystoseira crinita является многолетним видом, который широко распространен в Черном море (Калугина-Гутник, 1975). Эти водоросли образуют заросли в прибрежной зоне моря, являясь биотопом для многих видов макрозообентоса. Зарослевые сообщества прибрежной акватории имеют наиболее динамичную структуру, поскольку находятся под прессом не только природных (прибойность, перепады температур), но и антропогенных (загрязнение, рекреационная нагрузка) факторов. Донные биоценозы реагируют на внешние воздействия, вызванные деятельностью человека, изменением видового состава и соотношением численности видов с различной устойчивостью к загрязнению. В зарослях макрофитов создаются благоприятные условия для обитания большого количества организмов самой разнообразной трофической принадлежности. Этот биотоп в Черном море достаточно хорошо изучен вдоль побережья Крыма (Маккавеева, 1979; Киселева, 2009; Макаров и др., 2017), однако у побережья Кавказа, в частности в акватории государственного природного заповедника Утриш, он ранее не был исследован. Заповедники, как известно, играют большую роль в сохранении биоразнообразия. Следует отметить, что данный заповедник относительно молодой. Он был создан лишь осенью 2010 года.

Цель данной работы – изучение качественного состава и количественных показателей макрозообентоса в эпифитоне водорослей *С. crinita* акватории заповедника Утриш.

Задачи:

определить видовой состав макрозообентоса в эпифитоне цистозиры в районе заповедника Утриш;

оценить численность и биомассу видов;

выделить сообщество в данном биотопе;

проанализировать микрораспределение макрозообентоса по глубинам;

определить трофическую структуру сообщества.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Пробы эпифитона цистозиры брали в районе акватории государственного природного заповедника Утриш, находящегося в предгорьях Кавказа, у черноморского побережья Краснодарского края на Абраусском полуострове между Анапой и Новороссийском, в сентябре 2017 года на двух разрезах по глубинам 1, 3 и 5 м в двух повторностях. Всего отобрано 12 количественных проб. Материал собирали с помощью мешка из мельничного газа, которым накрывали куст цистозиры и срезали ее ножом у подошвы, затем делали смыв животных с водорослей через сито диаметром ячей 0,5 мм и отбирали макрозообентос. Цистозиру взвешивали, животных фиксировали 4 % формальдегидом. В камеральных условиях их разбирали по таксономическим группам и идентифицировали до вида, подсчитывали количество особей, взвешивали на торсионных весах с точностью до 0,001 г, затем рассчитывали численность (экз.) и биомассу (г) каждого вида на единицу веса водорослей (кг), их встречаемость (%) и определяли трофическую структуру сообщества. Номенклатуру видов приводили в соответствии с мировым реестром World Register of Marine Species (http://www.marinespecies.org). Само сообщество выделяли по индексу функционального обилия (ИФО), равному $N^{0.25x}B^{0.75}$, где N — численность, экз./кг, B биомасса макрозообентоса, г/кг (Мальцев, 1990). При сравнении общности фаун в одноименных сообществах в эпифитоне цистозиры у берегов Кавказа и Крыма использовали коэффициент Чекановского - Серенсена. Оценку видового разнообразия проводили с помощью индекса Шеннона (Wilhm, 1966). Расчет выполняли в приложении Diverse пакета PRIMER-5 (использован логарифм по основанию 2). Для оценки выравненности видов в сообществе построили кривые доминирования – разнообразия, где ось абсцисс – ранжированный ряд от наиболее многочисленного вида к наименее многочисленному, а ось ординат – численность видов (Whittaker, 1965).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего в исследованном районе в эпифитоне цистозиры обнаружено 28 видов макрозообентоса, из них 6 видов относится к типу Mollusca (5 видов, относящихся к классу Gastropoda и 1 вид, принадлежащий к классу Bivalvia), 4 вида – к типу Annelida, 17 видов – к типу Arthropoda. Тип Platyhelminthes фигурирует в подсчетах как один вид. Такая таксономическая структура в целом характерна для эпифитона цистозиры и у берегов Крыма, однако количество видов в акватории Утриша значительно больше (Макаров и др., 2017). Отмеченные виды макрозообентоса являются вполне типичными для зарослевых биоценозов (табл. 1).

Средняя численность макрозообентоса в эпифитоне цистозиры акватории Утриша относительно невелика и составила лишь 1431±31 экз./кг. Возможно, это связано с влиянием прибойности, поскольку район находится на открытом побережье. Для сравнения: в более закрытой бухте Круглой (район Севастополя) средняя численность макрозообентоса в зарослях цистозиры в 2015 г. была 2869±80 экз./кг (Макаров и др., 2017).

Наибольшая численность и встречаемость отмечены у амфиподы *E. difformis*. Это типично зарослевая форма, трубкожил. Строит домики из секрета, детрита и растительной ткани. По численности эриктониус занимает одно из первых мест среди бокоплавов в эпифитоне цистозиры. В некоторые сезоны количество рачков достигало более 13 тыс. экз./кг массы водорослей (Маккавеева, 1960).

Среди Mollusca максимальная численность обнаружена у гастроподы *R. splendida*. Это эвритопный и массовый черноморский моллюск. У берегов Крыма он был многочисленным в 1950—1970-х годах, однако затем его обилие резко сократилось и лишь в последние годы снова стало увеличиваться (Маккавеева, 1979; Макаров, 2016). Относительно высокая численность обнаружена и у митилястера. Этот вид встречается в большом количестве на водорослях и твердых субстратах в прибрежной зоне, нередко образуя там одноименные сообщества (Макаров и др., 2017, Макаров, Ковалева, 2017). Обращает на себя внимание низкая численность триколий и биттиумов у побережья Утриша, хотя эти виды также являются многочисленными в черноморских эпифитонных сообществах. Виды *G. adriatica* и *R. parva* встречаются на цистозире мозаично.

 Таблица 1

 Видовой состав и количественные показатели макрозообентоса в эпифитоне

 Cystoseira crinita в акватории заповедника Утриш на глубинах 1, 3 и 5 м

Видовой состав	Средняя	Средняя	Встречаемость,
Видовой состав	численность, экз./кг	биомасса, г/кг	%
	ANNELIDA		
Namanereis pontica (Bobretzky, 1872)	1	0,022	58
Nereis zonata Malmgren, 1867	80	0,009	33
Perinereis cultrifera (Grube, 1840)	26	0,011	67
<i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin&Milne Edwards, 1833)	67	0,001	8
PLATYHELMINTHES	0	0,001	8
	MOLLUSCA		
Mytilaster lineatus Gmelin, 1791	140	1,557	58
Bittium reticulatum (Da Costa, 1778)	9	0,131	17
Gibbula adriatica Philippi, 1844	2	0,077	8
Rissoa parva (Da Costa, 1778)	1	0,001	8
R. splendida Eichwald, 1830	180	7,37	67
Tricolia pullus Linnaeus, 1758	12	0,224	33
•	ARTHROPODA		
Caprella acanthifera Leach, 1814	132	0,016	83
Caprella danilevskii Czerniavski, 1868	9	0,002	25
Ericthonius difformis H. Milne Edwards, 1830	309	0,016	100
Jassa ocia (Spence Bate, 1862)	6	0,001	17
Ampithoe helleri Karaman, 1975	84	0,014	75
Ampithoe ramondi Audouin, 1826	270	0,035	92
Biancolina algicola Della Valle, 1893	1	0,001	17
Apherusa bispinosa (Spence Bate, 1857)	6	0,001	25
Cymadusa crassicornis (Costa, 1853)	14	0,003	50
Dexamine spinosa (Montagu, 1813)	2	0,000	25
Hyale pontica Rathke, 1847	17	0,004	17
Microdeutopus gryllotalpa Costa, 1853	48	0,005	33
Stenothoe monoculoides (Montagu, 1815)	3	0,001	17
Nototropis guttatus Costa, 1853	0	0,001	8
Mesopodopsis slabberi (VanBeneden, 1861)	4	0,008	25
Chondrochelia savignyi (Kroyer, 1842)	1	0,001	17
Dynamene bidentata (Adams, 1800)	6	0,001	25

Средняя биомасса макрозообентоса также невелика, она составила $9,73\pm0,52$ г/кг. Здесь явно преобладают риссои. Доля митилястера хотя и значительная, но меньше, чем риссой, так как в основном он представлен молодью. Это, возможно, связано с тем, что R. splendida размножается зимой, а M. lineatus летом (Чухчин, 1984). В момент взятия проб в начале сентября риссои уже успели подрасти, тогда как митилястеры только завершили свое размножение. Эти виды, наряду с B. reticulatum, в настоящее время у побережий Кавказа и Крыма составляют фаунистическое ядро в биотопе цистозиры.

В микрораспределении макрозобентоса по глубинам четкой динамики не выявлено. На отметке 1 м средняя численность составила 2232 экз./кг, на 3 м - 864 экз./кг, на 5 м - 1197 экз./кг. Средняя биомасса - 5,6; 3,3 и 19,6 г/кг соответственно. Следует отметить, что на глубине 1 м по численности преобладает *A. ramondi*, по биомассе доминирует *M. lineatus*. Митилястер крепко прикрепляется к таллому цистозиры в основном в нижней ее части, у подошвы, и таким образом легко может переносить воздействие прибойности. На глубине

3 м по численности преобладает *E. difformis*, по биомассе – *R. splendida*. Риссоя также доминирует на глубине 5 м как по численности, так и по биомассе. Возможно, это связано с тем, что, несмотря на наличие у нее слизистой нити (Чухчин, 1984), она хуже может удерживаться на поверхности таллома, чем митилястеры.

Для выделения сообществ использовали индекс функционального обилия (ИФО), который является прямым оценочным эквивалентом энергетической роли гидробионтов. Выделено сообщество брюхоногого моллюска *R. splendida* (ИФО составил 16,384). Одноименные сообщества отмечены на аналогичных глубинах и у берегов Крыма — в районах Симеиза (Южный берег Крыма) в 2014 г. и Тарханкута (Северо-западный Крым) в 2013 г. (Макаров и др., 2017). Эти районы, как и побережье Утриша, являются открытыми, то есть подвержены влиянию прибойности. Таким образом, сообщество *R. splendida* в зарослях цистозиры можно считать вполне типичным для открытых побережий северной части Черного моря. Коэффициент общности видов Чекановского — Серенсена составил: Утриш — Симеиз — 0,5, Утриш — Тарханкут — также 0,5.

Видовое разнообразие сообществ оценивали по индексу Шеннона, рассчитанному по численности и биомассе. При благоприятных условиях существования, в целом, численность и биомасса в сообществах возрастают за счет большого количества видов, но каждый вид представлен меньшим количеством особей. При неблагоприятных условиях существования видовое разнообразие уменьшается, а численность и биомасса каждого оставшегося вида возрастают. Чем больше видовое разнообразие сообщества, тем оно устойчивее к изменениям условий среды.

Средние значения индекса Шеннона по биомассе были невысокими и составляли 0,85–1,23. Это связано с явным преобладанием по биомассе митилястера (на глубине 1 м) и риссои (на глубинах 3–5 м). Средние значения данного индекса по численности гидробионтов не превышали двух на всех исследованных глубинах, что может свидетельствовать о достаточной устойчивости сообществ.

Кривую доминирования – разнообразия использовали для оценки влияния нарушений на видовую структуру сообществ: чем круче падает кривая, тем меньше общее разнообразие и сильнее доминирование одного или нескольких видов в сообществе (рис. 1).

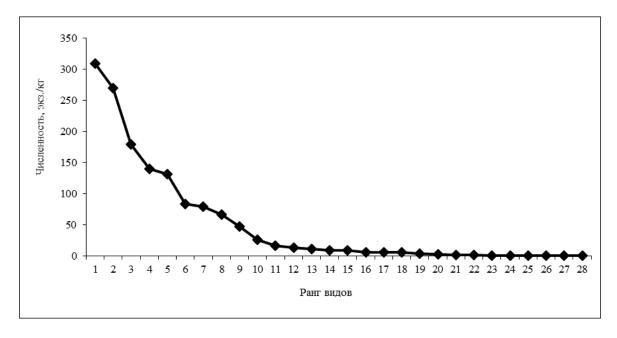


Рис. 1. Доминирование — разнообразие видов в сообществе *Rissoa splendida* у побережья Утриша на глубинах 1, 3 и 5 м осенью 2017 года

Анализ полученных ранговых кривых показал, что в сообществе *R. splendida* в эпифитоне *C. crinita* акватории Утриша виды относительно выравнены, нет значительного доминирования одного или нескольких видов. Это также может говорить о вполне устойчивом состоянии данного сообщества.

Трофическая структура исследуемого биоценоза в целом разнообразна и включает в себя 6 групп: фитофаги, детритофаги, сестонофаги, хищники, полифаги и прочие. По количеству видов (8 видов, или 29 %), численности (568 экз./кг, или 40 %) и особенно биомассе (7,82 г/кг, или 80 %) преобладают фитофаги. Высокий процент фитофагов характерен для эпифитона цистозиры, в том числе в одноименных сообществах, так как во многом пищевые предпочтения определяют характер местообитания вида.

выводы

- 1. В эпифитоне водоросли *С. crinita* у побережья Утриша в сентябре 2017 года обнаружено 28 видов макрозобентоса.
 - 2. Средняя численность составила 1431 ± 31 экз./кг, средняя биомасса -9.7 ± 0.5 г/кг.
- 3. Выделено сообщество брюхоногого моллюска *Rissoa splendida*, что типично для биотопа цистозиры открытых побережий северной части Черного моря.
- 4. В микрораспределении видов по глубинам четкой закономерности не выявлено. Максимальная численность отмечена на глубине 1 м (2232 экз./кг), биомасса на отметке 5 м (19,6 г/кг).
- 5. Трофическая структура сообщества представлена 6 группами, среди которых преобладают фитофаги.

Статья выполнена в рамках госзаданий по темам: «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана» (№ гос. регистрации АААА-А18-118020890074-2), «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем» (№ гос. регистрации АААА-А18-118020890090-2).

Список литературы

Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря. – Киев: Наукова думка, 1975. – 248 с.

Киселева Γ . А. Видовой состав и динамика макрозообентосав ассоциациях водорослей Карадагского природного заповедника // Экосистемы, их оптимизация и охрана. -2009. - Вып. 20. - С. 57–66.

Макаров М. В. Долговременные изменения численности и биомассы Mollusca в зарослях *Cystoseira* sp. в бухте Круглая (юго-западный Крым, Черное море) // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: V Международная научная конференция, 12–17 сентября 2016 г.: матер. – Минск: БГУ. – С. 235–236.

Макаров М. В., Ковалева М. А. Структура таксоцена Mollusca на естественных твердых субстратах в акваториях охраняемых районов Крыма // Экосистемы. -2017.- Вып. 9.- С. 20-24.

Макаров М. В., Бондаренко Л. В., Копий В. Г., Подзорова Д. В. Современное состояние макрозообентоса в зарослях водорослей *Cystoseira crinita* Duby, 1830 вдоль побережья Крыма (Черное море) // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: IX Международная научно-практическая конференция, 6 октября 2017 г.: матер. – Керчь: КФ («ЮгНИРО»), 2017. – Т. 1. – С. 92–98.

Маккавеева Е. Б. К биологии и сезонным колебаниям численности некоторых бокоплавов Черного моря // Труды Севаст. биол. ст. -1960. - Т. 13. - С. 120–127.

Маккавеева Е. Б. Беспозвоночные зарослей макрофитов Черного моря – К.: Наукова думка, 1979. – 229 с.

Мальцев В. И. О возможности применения показателя функционального обилия для структурных исследований зооценозов // Гидробиологический журнал. −1990. − Т. 26, № 1. − С. 87–89.

Чухчин В. Д. Экология брюхоногих моллюсков Черного моря. – Киев: Наукова думка, 1984. – 176 с.

Whittaker R.H.Dominance and diversity in land plant communities // Science. - 1965. - Vol. 147. - P. 250-260.

Wilhm J L., Dorris T. C. Species diversity of benthic macroinvertebrates in a stream reciving domestic and oil refinery efflements // Amer. Middl and Natur. – 1966. – Vol. 76, N 2. – P. 427–429.

Makarov M. V., Viter T. V. Macrozoobenthos in epiphyton of algaes *Cystoseira crinita* Duby, 1830 in aquatorium of State nature reserve Utrish (the Black sea) // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 105–111.

First data on species composition, abundance, biomass, frequency and trophic structure of macrozoobenthos in *C. crinita* epiphyton in coastal water area of reserve Utrish (the Black sea coast of Caucasus) were presented. The community of *Rissoa splendida* was found. The microdistribution of macrozoobentos at depths of 1, 3 and 5 m was shown. The comparison of species composition of macrozoobenthos between the same communities in cystoseira epiphyton near coasts of Caucasus and Crimea was made by Sörensen-Czekanowski community index. The species diversity and species evenness of community were estimated. The relatively rich species composition and comparatively low rates of animals' abundance and biomass on cystoseira were found in this area. The 6 trophic groups were determined.

Key words: Cystoseira epiphyton, macrozoobentos, distribution, depth, community, reserve Utrish.

Поступила в редакцию 08.05.18

УДК 597.541:591.134(262.5)

Особенности соматического роста тканей молоди черноморского шпрота Sprattus sprattus phalericus нагульные периоды

Щербань С. А.

Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН Севастополь, Россия Shcherbansa@yandex.ru

Исследованы особенности соматического роста тканей у черноморского шпрота Sprattus sprattus phalericus на примере популяций юго-восточного побережья Крыма в нагульные периоды 2015-2017 годов. Приведены данные физиолого-биохимических параметров (сырых, сухих масс, содержания суммарных РНК, величин индексов РНК/ДНК, РНК/сыр. масса) в белых мышцах молоди стандартных размерных групп S. sprattus phalericus в периоды весенне-летних нагулов. Установлено, что динамика соматического роста у исследуемых групп (сеголетки, одно- и двухлетки) в течение каждого из нагульных периодов идентична. Июнь 2015 и 2016 годов отмечен как месяц с максимальным уровнем белкового синтеза: содержание сум. РНК – 1,29±0,05 мкг/мг, $1,16\pm0,02$ мкг/мг и $1,22\pm0,06$ мкг/мг для 3-х групп соответственно. В 2017 году максимальные величины приходились на апрель – май и по показателю РНК/ДНК (для более крупных особей) – на август. Показано, что в середине нагульного периода процессы белкового синтеза в мышцах шпрота замедляются. Отмечено снижение содержания сум. РНК и индексов РНК/ДНК и РНК/сыр. т в середине нагула с минимальными значениями в июле. Сравнительная оценка роста шпрота в периоды 2015-2017 годов свидетельствует о том, что весеннелетний нагульный период 2016 года характеризовался высоким уровнем соматического роста (в среднем в 1,2-2 раза) в сравнении с 2015 и 2017 годами (за исключением августа) и динамикой процесса без выраженных пиков роста, а нагул 2015 года – самым низким: средние значения РНК/ДНК по 3-м группам в июне – 7,3 (в 2016 – 9,6; в 2017 - 6.0); в июле -4.5 (в 2016 - 8.4; в 2017 - 5.9) соответственно.

Ключевые слова: черноморский шпрот, *Sprattus sprattus phalericus*, юго-восточное побережье Крыма, синтез белка, соматический рост, белые мышцы, суммарные рибонуклеиновые кислоты (сум.РНК), индекс РНК/ДНК, сырая масса, сухая масса.

ВВЕДЕНИЕ

Черноморский шпрот *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) (Pisces: Clupeidae) является одним из массовых промысловых видов среди мелких пелагических рыб. В последние десятилетия устойчиво занимает второе место по объему вылова после хамсы (Зуев и др., 2013). Период нагула начинается в середине апреля и длится до сентября. В этот период темпы его роста и накопления резервов, в частности белковых, зависят от обеспеченности пищей, причем немалую роль играет ее качественный состав. При доминировании в рационе холодолюбивых калянусов и псевдокалянусов в период нагула шпрот накапливает больше липидных резервов в сравнении с годами, когда поедает больше эвритермного зоопланктона (Никольский и др., 2007, 2016; Глущенко, Чащин, 2008; Юнева и др., 2016). Логично предположить, что в период с апреля по сентябрь, наряду с накоплением жировых запасов, шпрот растет, наращивает белковую составляющую тканей и эти процессы характеризуются определенной динамикой. Если вопросы жиронакопления у данного вида в нагульные периоды достаточно неплохо изучены (Минюк и др., 1997; Shulman, 2005; Никольский и др., 2007, 2016; Юнева и др., 2016), то динамика и интенсивность пластических процессов в тканевых структурах в этот период оставались неизученными.

S. sprattus phalericus можно отнести к короткоцикличному виду. Необходимо вкратце остановиться на некоторых особенностях размерного и возрастного состава вида в южнобережном регионе Черного моря.

У крымского побережья шпрот представлен четырьмя поколениями: сеголетками, двух-, трех- и четырехлетками. Доля последних крайне мала — 0,3 %. Доминирующее положение принадлежит одно- и двухлеткам — 58—65,4 %, значительна доля и трехлеток — 24,5 % (Зуев, Бондарев 2013; Зуев и др., 2016). В данных работах приводится относительная численность разных размерных классов (и, соответственно, возрастных категорий) еще в двух других регионах Черного моря: на северном побережье Турции и у берегов Румынии и Болгарии. Отмечается существование в западной части Черного моря самостоятельной популяции шпрота, по своим структурно-функциональным показателям отличной от крымской популяции.

Изучение многолетней динамики размерной структуры популяции у побережья Крыма показало, что основу численности размерного ряда составляют особи длиной 6,0–7,2 см – 84 %. Доля более крупных особей не превышает 12,5 %, а средняя длина – 6,8 см (Зуев, Бондарев, 2013; Зуев и др., 2016). Исходя из данных авторов, шпрот длиной от 4,5 до 6,4 см можно отнести к сеголеткам и однолеткам, длиной 7,7–8,4 см – к двухлеткам.

Для биохимической оценки соматического роста тканей одним из определяющих показателей является величина сум. РНК, поскольку все виды рибонуклеиновых кислот непосредственно участвуют в биосинтезе белковой массы. Величина содержания сум. РНК и рассчитанный на ее основе индекс РНК/ДНК стали применяться достаточно давно и не потеряли значимости в виду своей универсальности и относительной простоты ко многим объектам. Так, на стандартных ихтиологических видах-объектах, таких как американские лещи, атлантические виды сельди и окуня, было установлено, что индекс РНК/ДНК чувствителен к смене пищевых уровней и может служить показателем «мгновенной» скорости белкового синтеза (роста), в англоязычной номенклатуре – «recent growth» (Wright, Martin, 1985; Robinson, Ware, 1988; Megurk, Kusser, 1992; Clemmesen, 1994 и др.). Авторы многих работ использовали индекс РНК/ДНК, называя его индексом мощности синтеза протеина, как в лабораторных экспериментах, так и при анализе популяционной динамики растущих в природе личинок, поскольку само их существование и рост прямо коррелируют с их пищевым статусом (Buckley, 1984; Canino, 1994; Clemmesen, 1989, 1994; Stillman et al, 1996 и др.). Из анализа большого количества данных экспериментальных работ известно, что показатель не имеет видовой специфичности и его значения могут находиться в диапазоне от 1 до нескольких десятков (Shcherban, 2013).

Цель исследования — дать оценку особенностям тканевого роста молоди шпрота (сеголетки, одно- и двухлетки) в нагульные периоды 2015—2017 годов на основе физиолого-биохимических параметров: сырых, сухих масс, содержания суммарных РНК (сум. РНК), величин индексов РНК/ДНК и РНК/сырая масса.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Рыб для исследований отбирали из траловых уловов промысловых судов у юговосточных берегов Крыма (район Судака) в период с апреля по август — сентябрь 2015—2017 годы. Анализ проводили на 3-х наиболее многочисленных группах рыб: длиной 45–50 мм (сеголетки), 55–60 мм (однолетки) и 70–80 мм (одно- и двухлетки). Мелкая размерная группа (45–50 мм) в редких случаях отсутствовала в траловых уловах (например, в 2015 году), поэтому в графическом материале не представлена.

Из исходного улова (1 раз в месяц) отбирали по 10 экз. каждой из групп, при этом определяя длину каждой особи с точностью до 0,3 см. Далее осуществляли измерения общей сырой массы по группе, выводя среднее значение. Параллельно сырые навески доводили до сухих масс (в течение 8–10 часов при 60°С). Величины средних сырых и сухих масс использовали и как отдельный физиологический параметр, и при расчетах индекса РНК/сырая масса.

В качестве соматической ткани выбраны белые мышцы. Белые мышцы шпрота составляют более 80 % массы тела. Навески тканей мышц массой от 50 до 70–80 мг промывали 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 (СФ-26). Результаты выражали в мкг/мг сухих тканей.

Все пробы, используемые в биохимическом анализе, индивидуальны: каждому измерению соответствовал один экземпляр рыб. Общее количество анализируемых проб – 390, количество определений – 780.

Рассчитывали ростовые индексы РНК/ДНК, РНК/сырая масса. Величину соотношения РНК/сырая масса получали с использованием значений средних сырых масс (по каждой группе). Статистическую обработку данных (вычисление средних значений, стандартной ошибки и других статистических показателей) выполняли с применением пакета анализа Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований представлены на рисунках 1–5. В соответствии с рисунком 1 диапазон значений сум. РНК за весь весенне-летний нагульный период 2016 года составил 1,03 мкг/мг -1,29 мкг/мг (45–50 мм группа), 0,91 мкг/мг -1,16 мкг/мг (55–60 мм группа) и 0,96 мкг/мг -1,22 мкг/мг (70–80 мм группа) с максимумами в июне. Для нагульного периода 2017 года характерны более низкие значения с диапазоном 0,82 мкг/мг -1,06 мкг/мг (сеголетки), 0,68 мкг/мг -1,14 мкг/мг (однолетки) и 0,70 мкг/мг -1,06 мкг/мг (одно- и двухлетки), с максимумами в апреле - мае. Величины, полученные в июне - августе 2015 года, свидетельствовали о незначительном снижении интенсивности белкового синтеза в середине нагула и ближе к его завершению.

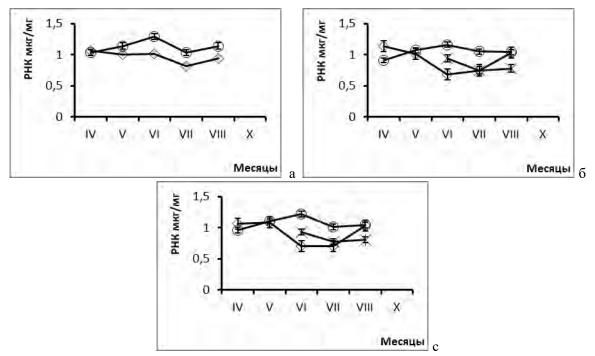


Рис. 1. Динамика содержания суммарных РНК в белых мышцах групп шпрота в нагульные периоды 2015-2017 годов a-45-50 мм, 6-55-60 мм, c-70-80 мм; x-2015, x-2016, x-2017 год.

В начале нагульного периода 2016 года (апрель – июнь) интенсивность процессов синтеза белка была выше в 1,2–1,8 раза (у 2-х групп), чем в 2017 год.

По результатам 2016 года в июле происходит незначительное снижение уровня белкового синтеза, что отражено на величинах основных ростовых показателей: 1,03±0,04 мкг/мг (РНК для 45–55 мм группы), 1,05±0,09 мкг/мг (РНК для 55–60 мм группы) и 1,01±0,07 мкг/мг (РНК для 70–80 мм группы). Значения индексов соответственно 8,09 и 7,7 и 9,1 (рис. 1, 2). В целом, сравнительная оценка динамики 3-х исследуемых параметров показала, что к пику летнего нагула (июль) темп тканевого роста замедляется: отмечено синхронное снижение содержания сум. РНК в 1,2–1,4 раза (кроме однолеток в нагул 2017 года), индексов РНК/ДНК в 1,2–2,6 раза (кроме однолеток и двухлеток в 2017 года), а также индекса РНК/сырая масса в середине нагула с минимальными значениями в июне — июле (рис. 1–2, 5).

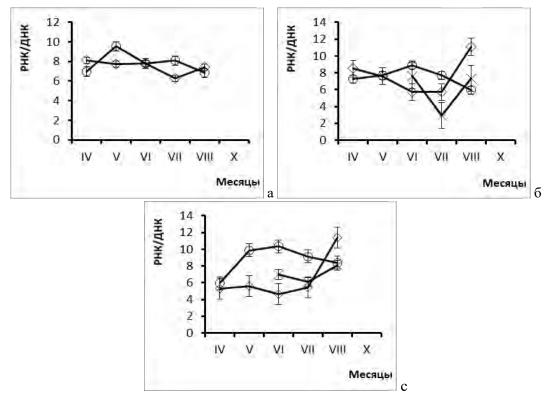


Рис. 2. Динамика индекса РНК/ДНК в белых мышцах трех групп шпрота в нагульные периоды 2015—2017 годов а -45–50 мм, б -55–60 мм, с -70–80 мм; $\times -2015$, $\circ -2016$, $\diamond -2017$ год.

В 2015 и 2017 годах динамика индекса РНК/ДНК с июня по август сходна, с минимальным пиком в июле (исключение – одно- и двухлетки 2017 года) и июне – июле у однолеток в 2017 год (рис. 26). В 2016 году на протяжении большей части нагула наблюдаются более высокие значения (или на уровне периода 2017 года для сеголеток) за исключением августа.

Необходимо учитывать, что непостоянство липидных компонентов пищи является источником изменений таких популяционных характеристик, как размеры и масса особей (Tocher, 2003; Shulman et al., 2005; Wanless et al., 2005 и др.). В значительной степени влияние пищи с высокой калорийностью на массу отдельных особей распространяется на активных пелагических рыб, к которым относится и шпрот. Весенне-летний период нагула для этого вида — сочетание процессов жиронакопления и пластического роста.

Динамика общей сырой и сухой массы у исследуемых нами групп шпрота, в целом, имела тенденцию к увеличению весовых характеристик в течение нагула (за исключением показателей 2015 года), в сезон 2016 года наиболее выраженную в начале периода (рис. 3, 4). Данный факт, скорее всего, объясняется накоплением наряду с белком и липидных фракций

в мышцах, половых железах и других органах (Никольский и др., 2007, 2016; Глущенко, Чащин, 2008; Юнева и др., 2016). Максимальный показатель сухой массы — 334 мг для 45—50 мм шпрота, 480 мг для 55—60 мм шпрота и 965 мг для 70—80 мм шпрота отмечался в июне, рис. 4. Незначительное снижение общей сырой массы тела к июлю в 1,2—1,25 раза наблюдалось только у сеголеток. У более крупных размерных групп снижение показателя происходило, по итогам исследований 2015—2017 годов, в среднем в 1,1—1,15 раза (в пределах статистической погрешности). Оба месяца — середина нагульного периода. В это время шпрот активно накапливает жировую составляющую, и максимум в сезоны 2015 и 2016 годов вполне мог приходиться на июль. Такие пики жирности для популяции шпрота в середине нагула были отмечены в более ранних работах (Минюк и др., 1997; Shulman et al., 2005).

Исследования жирности шпрота в период с 2012 по 2015 год (Никольский и др., 2016; Юнева и др., 2016) показали, что существует межгодовая вариабельность накопления липидных фракций, при этом величина показателя увеличивается либо в середине нагула, либо к его завершению (август – сентябрь). Так, к примеру, в 2012 году средний за нагульный сезон показатель составлял 5,4 %, за 2013 год -9,35 %, за 2015 -7,45 %, а в целом содержание суммарных липидов, накопленных во время весенне-летних нагулов 2006–2015 годов, варьировало в пределах 5,4–9,3 % (Никольский и др., 2016). К сожалению, эти показатели являлись средними значениями для популяции в целом, охватывая размерновозрастной диапазон рыб от 45 до 100 мм. Жирность шпрота в изучаемый нами сезон 2015 года составляла 7,4 % (средний показатель жирности) при низких показателях тканевого роста. Исходя из этого, затруднительно делать заключения о наличии связи между белковой и жировой массой в периоды нагулов. Косвенным подтверждением высоких показателей жирности шпрота в те или иные нагульные сезоны могут служить данные о качественном составе зоопланктона, о доминировании холодолюбивых или эвритермных видов, являющихся основным компонентом пищи шпрота. Однако таких опубликованных данных нет.

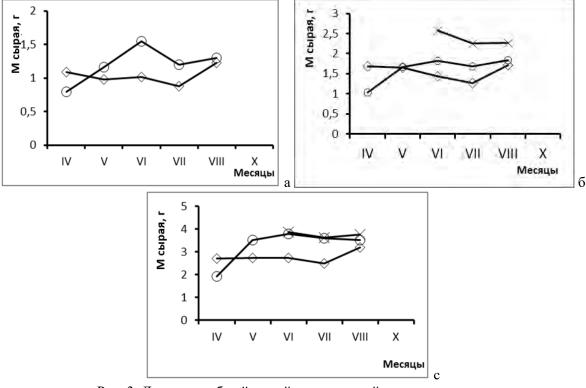
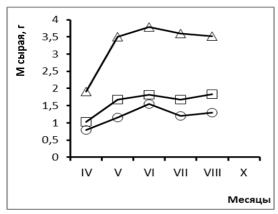


Рис. 3. Динамика общей сырой массы тканей шпрота в период нагула 2015—2017 годов

a-45–50 мм, 6-55–60 мм, c-70–80 мм; $\times -2015, \ \circ -2016, \ \diamond -2017$ год.



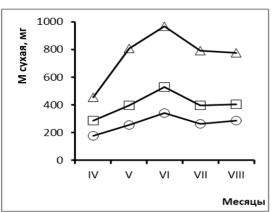


Рис. 4. Динамика сырой и сухой массы шпрота в период нагула в 2016 году \circ – 45–50 мм, \Box – 55–60 мм, \blacktriangle – 70–80 мм.

дним из параметров, характеризующих уровень процессов тканевого роста, является расчетный показатель РНК/сырая масса. Он характеризует баланс между интенсивностью синтеза белковой массы и фактической массой особи. Снижение индекса у всех групп наблюдалось в течение летних месяцев с тенденцией к увеличению в августе (нагул 2015 и 2017 гг.). По данным 2016–2017 года, степень снижения показателя у сеголеток минимальная – в 1,5 раза, у одно-двухлеток – в 1,6–2,1 раза (рис. 5а, 5с). Снижение значений индекса свидетельствует о том, что сырая масса может увеличиваться на протяжении нагула не только за счет синтеза белковой массы, но и за счет накопления жировых фракций (а также обводненности тканей). Величина сырой массы у более крупных особей, скорее всего, определяется в меньшей степени белковой составляющей, чем у сеголеток, динамика показателя РНК/сырая масса имеет выраженный характер. Можно предположить, что в тканях более крупного шпрота (двухлетки) в этот период липидных фракций накапливается больше, чем у сеголеток.

К концу нагула (середина августа — сентябрь) пищевая база шпрота меняется. По данным авторов (Глущенко, Чащин, 2008; Глущенко, Сорокалит, 2009; Юнева и др., 2016), к началу сентября, когда гребневик мнемиопсис почти полностью поедается другим гребневиком — берое (оба принадлежат к представителям хищного макрозоопланктона), вновь происходят рост биомассы зоопланктона и улучшение питания шпрота. Согласно нашим данным нагульного периода 2017 года, с августа (и по материалам сентября 2012 и 2013 гг.) содержание сум. РНК в мышцах увеличивается у более крупных сеголеток и однодвухлеток в среднем в 1,47 раза по сравнению с июлем, величина индекса РНК/ДНК в 2,1 и 2,0 раза соответственно вместе с увеличением весовых характеристик. Это свидетельствует о более высоком уровне пластических процессов к концу нагульных периодов (Щербань, 2018, в печати).

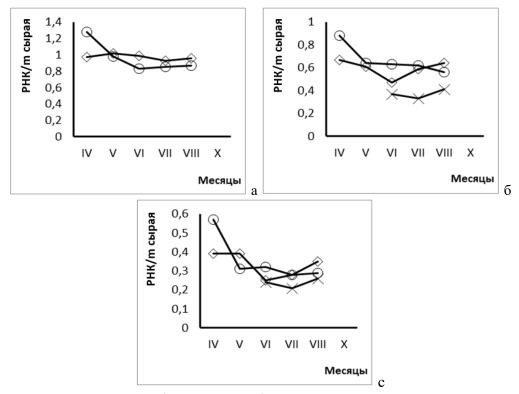


Рис. 5. Динамика индекса РНК/сырая масса в белых мышцах трех групп шпрота в нагульные периоды 2015—2017 годов

a - 45 - 50 мм, 6 - 55 - 60 мм, c - 70 - 80 мм; $\times - 2015$, $\circ - 2016$, $\diamond - 2017$ год.

выводы

- 1. Диапазон полученных значений сум.РНК и ростовых индексов РНК/ДНК и РНК/сырая масса за нагульные периоды 2015–2017 годов свидетельствует о разной интенсивности тканевого соматического роста на протяжении нагула.
- 2. Анализ каждого из трех нагульных периодов показал, что динамика соматического роста у исследуемых групп (сеголетки, одно- и двухлетки) в течение одного нагульного периода идентична.
- 3. Установлены межгодовые различия показателей, что свидетельствует о разном уровне процессов белкового синтеза (возможно, и жиронакопления) в периоды 2015, 2016 и 2017 годов.
- 4. Младшая размерно-возрастная группа (сеголетки) характеризовалась динамикой без выраженных пиков роста и высоким уровнем пластических процессов, на что указывали значения суммарных рибонуклеиновых кислот (РНК) и расчетные индексы РНК/ДНК и РНК/сырая масса.
- 5. Нагульный период 2016 года характеризовался стабильно высоким уровнем пластических процессов в белых мышцах шпрота (в среднем в 1,2–2 раза) в сравнении с 2015 и 2017 годами (за исключением августа) и более ровной динамикой процесса, а нагул 2015 года самым низким: ср. значения РНК/ДНК по трем исследуемым группам в июне 7,3 (в 2016-9.6; в 2017-6.0), в июле 4,5 (в 2016-8.4; в 2017-5.9) соответственно.
- 6. Июнь 2015 и 2016 годов отмечен как месяц с максимальным уровнем белкового синтеза: содержание сум.РНК $-1,29\pm0,05$ мкг/мг, $1,16\pm0,02$ мкг/мг и $1,22\pm0,06$ мкг/мг для сеголеток, одно- и двухлеток соответственно. В 2017 году высокие величины приходились на апрель май и по показателю РНК/ДНК (для более крупных особей) в августе.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФГБУН ИМБИ «Функциональные, метаболические и токсикологические аспекты существования гидробионтов и их популяций в биотопах с различным физико-химическим режимом». Регистрационный номер НИОКТР – AAAA-A18-118021490093-4.

Список литературы

Глущенко Т. И., Чащин А. К. Особенности питания черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) (Pisces: Clupeidae) и формирование его нагульных скоплений // Морской экологический журнал. – 2008. – Т. 7, № 3. – С. 5–14

Глущенко Т. И., Сороколит Л. К. Многолетняя динамика питания черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) // Труды ЮгНИРО. -2009. – Т. 47. – С. 94–98.

Дивавин И. А. Нуклеиновый обмен черноморских гидробионтов в различных бухтах юго-западного побережья Крыма // Экология моря. -1984. — Вып. 2. — С. 48-51.

Зуев Г. В., Репетин Л. Н., Гуцал Д. К. и др.. Влияние температуры воды на выживание молоди и формирование промыслового запаса черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso); (Pisces: Clupeidae) // Морской экологический журнал. – 2004. – Т. 3, № 2. – С. 45–53.

Зуев Г. В., Бондарев В. А. Многолетняя динамика промысла и размерной структуры черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) в водах Украины (Крымский регион) // Рыбное хозяйство Украины. -2013. -№ 1. - C. 15–23.

Зуев Г. В., Бондарев В. А., Самотой Ю. В. Географическая изменчивость размерно-возрастной структуры черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) (Pisces, Clupeidae) и его внутривидовая дифференциация // Морской биологический журнал. -2016. - Т. 1, № 1. - С. 24-35.

Спирин А. С. Спектрофотометрическое определение суммарного количества нуклеиновых кислот // Биохимия. -1958.-T.23, № 5.-C.656-662.

Минюк Г. С., Шульман Г. Е., Щепкин В. Я., Юнева Т. В. Черноморский шпрот // Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 1997.-137 с.

Никольский В. Н., Шульман Г. Е., Юнева Т. В. и др. О современном состоянии обеспеченности пищей черноморского шпрота // Доповіді Національної академії наук України. – 2007. – № 5. – С. 194–198.

Никольский В. Н., Юнева Т. В., Щепкина А. М. Многолетняя динамика содержания липидов у мелких пелагических рыб как отражение изменчивости условий их нагула // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междун. участием. – (Севастополь, 19–23 сент. 2016 г). – Севастополь. – 2016. – Т. 2. – С. 112–115.

Щербань С. А. Мониторинг процессов соматического роста у черноморского шпрота SPRATTUS SPRATTUS PHALERICUS в периоды нагулов 2012–2015 гг. // Вопросы ихтиологии. -2018. - В печати.

Юнева Т. В., Забелинский С. А., Дацык Н. А., Щепкина А. М., Никольский В. Н., Шульман Г. Е. Влияние качественного состава пищи на содержание липидов и незаменимых жирных кислот в теле черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Clupeidae) // Вопросы ихтиологии. – 2016. – Т. 56, № 3. – С. 304–312.

Buckley L. Y. RNA-DNA ratio: an index of larval fish growth in the sea // Marine Biology – 1984. – N 80. – P. 291–298.

Canino M. F. Effects of temperature and food availability on growth and RNA/DNA ratios of walleye pollock *Theragra cholcogramma* (Pallas) eggs and larvae // J. Experimental Marine Biology and Ecology. – 1994. – Vol. 175, N 1. – P 1–6

Clemmesen C. M. RNA/DNA ratios of laboratory-reared and wild herring larval determined with a highly sensitive fluorescence metod // J. Fish. Biology – 1989. – Vol. 35. – P. 331–333.

Clemmesen C. M. The effect of food avaliability, age, or size on the RNA/DNA of individuary weasured herring larval: laboratory calibration // Marine Biology – 1994. – Vol. 118, N 3. – P. 377–382.

Megurk M. D., Kusser W. C. Comparision of three methods of measuring RNA and DNA Concentration of Individual Pacific Herring *Clupea pallasi* Larval // Can. J. Fisheries Aguatic Science. – 1992. – Vol. 49. – P. 967–974.

Robinson S. M, Ware D. M. Ontogenetic development of growth rates in larval Pasific herring, *Cluea harengus pallasi*, measured with RNA:DNA ration in the Stait of Georgia, British Columbia // Can. J. Fisheries Aguatic Science – 1998. – Vol. 45, N 8. – P. 1422–1429.

Shcherban S. A. Biochemical indicators of processes of the protein synthesis and retention in hydrobionts (a reweiv) $\frac{1}{2}$ Hydrobiology J. -2013. – Vol. 49, Iss. 4 – P. 93–99.

Shulman G. E., Nicolsky V. N., Yuneva T. V. Fat content in Black Sea sprat as an indicator of fish food supply and ecosystem condition // Marine Ecology Progress Servies. – 2005. – Vol. 293. – P. 201–212.

Tocher D. R. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish // Review Fisheries Science. – 2003. – Vol. 11. – P. 107–184.

Wanless S., Harris M., Redman P., Speakman J. Low energy values of fish as probable cause of a major seabird breeding failure in the North Sea # Marine Ecology Progress Servies. $-2005.-Vol.\ 294.-P.\ 1-8.$

Wright D. A., Martin F. D. The effect of starvation on RNA:DNA ratios and growth of larval striped bass, *Morone saxatilis* // J. Fish Biology – 1985. – Vol. 27. – P. 479–485.

Shcherban S. A. The peculiarities of somatic growth process of young-fish black sea *Sprattus sprattus phalericus* in fish-growing periods // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 112–120.

The Black Sea *Sprattus sprattus phalericus* flexible growth peculiarities on the example of south east coast of Crimea in 2015–2017 fish-growing periods have been researched. The biochemical characteristics such as the total RNA, RNA/DNA indexes, RNA/chp.m as well as the wet and dry weight served as the assessment criteria of tissue biosynthesis (growth). It has been found that somatic growth dynamics of the researched modal group (young-of-theyear, one two-year-old) during a definite fish-growing period is the same. June 2015 and 2016 was noted as the protein synthesis maximum level month: the total RNA – 1.29±0.05 μκγ/μγ, 1.16±0,02 μκγ/μγ μ 1.22±0.06 μκγ/μγ for three groups correspondingly. In 2017 the maximum numbers were in April-May and in August as to the RNA/DNA level (for bigger specimen). It has been shown that the protein synthesis in the sprattus muscle slows down at the height of summer fish-growing period. The synchronic decrease of the total RNA, RNA/DNA indexes, RNA/chp.m in the middle of fish-growing period with the minimum numbers in July has been noted The 2015–2017 sprattus somatic growth comparative evaluation shows that 2016 spring-summer fish-growing period was characterized by the stable high level of flexible processes in the sprattus white tissues (on average in 1.2–2 times) in comparison with 2015 and 2017 (except for august) and the process more stable dynamics, but 2015 fish-growing period was the protein synthesis lowest level: average RNA/DNA level of model groups in June – 7.3 (in 2016 – 9.6; in 2017 – 6.0); in July – 4.5 (in 2016 – 8.4; in 2017 –5.9) correspondingly.

Keywords: Black Sea spratt, Sprattus spattus phalericus, protein synthesis, somatic growth, white tissues, total RNA, RNA/DNA index, young-of-the-year, one two-year-old, wet weight, dry weight.

Поступила в редакцию 05.06.18

УДК 595.797+595.794.16

Оценка зонального распределения видов роющих ос и оссколий (Hymenoptera: Sphecoidae, Scoliidae) на Крымском полуострове

Шоренко К. И.

Карадагская научная станция им. Т. И. Вяземского— природный заповедник РАН, Φ еодосия, Республика Крым, Россия k shorenko@mail.ru

В статье представлены результаты оценки зонального распределения 241 вида роющих ос и 9 видов оссколий на территории Крымского полуострова. Приводятся данные о численности и распространении видов Sphecoidae и Scoliidae в ландшафтах Крыма. Анализируется сходство видового состава ландшафтных областей Крыма в подсемействах. Дается список видов роющих ос и ос-сколий, приводятся картосхемы мест сбора, оценка их встречаемости в ландшафтах Крыма, графы сходства. В результате исследования установлено, что подсемейство Scoliinae имеет высокое сходство видового состава в степной части Крыма, Предгорьях Крыма и восточной части Южного берега Крыма. Подсемейство Ammophilinae имеет высокое сходство видового состава в равнинном Крыму, на Керченском полуострове, в Предгорьях Крыма и западной части Южного берега Крыма. Подсемейство Sceliphrinae имеет высокое сходство видового состава в равнинном Крыму, на Керченском полуострове и в восточной части Южного берега Крыма. Подсемейство Sphecinae имеет высокое сходство видового состава в равнинном Крыму (включая Тархакутский и Керченский полуостров) и Предгорьях Крыма. Подсемейство Astatinae имеет высокое сходство видового состава в Степном Крыму и Предгорьях, а также в восточной и западной частях Южного берега Крыма. Подсемейство Philantinae имеет высокое сходство видового состава в степной части Крыма, Керченского полуострова и восточной части Южного берега Крыма. Большинство видов Scoliidae, Ampulicidae, Sphecidae, Crabronidae встречается в аридной Степной и Лесостепной зонах Крымского полуострова.

Ключевые слова: роющие осы, осы-сколии, Scoliidae, Sphecoidae, Крым, фауна, ландшафтные области Крыма.

ВВЕДЕНИЕ

Роюшие (Sphecoidae) осы-сколии (Scoliidae) распространенными, хорошо летающими группами осообразных (Vespomorpha), разнообразными как по морфологическим так и по биологическим особенностям (Штейнберг, 1962; Пулавский, 1978). Изучение роющих ос и сколиевых ос Крыма проводилось и проводится нами целенаправленно и последовательно (Шоренко, 2002, 2005а, 20056, 2007а, 20076, 2009, 2010, 2015, 2017а, 2017б, 2017в; Шоренко, Коновалов, 2010; Фатерыга, Шоренко, 2012). В мировой фауне наибольшего видового разнообразия данные группы достигают в аридных районах субтропических и тропических регионов Земли. Большинство видов фауны Крыма имеет широкие ареалы, охватывающие сразу несколько зоогеографических областей (Шоренко, 2009; Фатерыга, Шоренко, 2012). В эволюционном плане достаточно примитивны осы-сколии, которые сохранили многие реликтовые морфологические и этологические черты предков жалящих перепончатокрылых. Роющие осы, напротив, достаточно разнообразны в своем поведении, имеют разный уровень эволюционного развития и представлены тремя семействами: Ampilicidae, Sphecidae, Crabronidae. Наиболее эволюционно продвинутым является семейство Crabronidae, имеющее высокую численность и видовое разнообразие во всех ландшафтах Крыма. Предварительная оценка ландшафтно-биотопического распределения роющих ос и ос-сколий в Крыму нами была предпринята ранее (Шоренко, 2007б; Фатерыга, Шоренко, 2012).

Целью настоящей работы является сравнение и картирование данных по распределению и обилию видов сколий и роющих ос семейств Scoliidae, Ampulicidae, Sphecidae, Crabronidae (Hymenoptera, Aculeata) в ландшафтных зонах Крымского полуострова.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом послужили сборы автора, проводимые с разной интенсивностью на протяжении 20 лет (с 1997 по 2017 гг.) на территории Крыма, и коллекции роющих ос и оссколий Зоомузея МГУ им. М. В. Ломоносова и частично КФУ им. В. И. Вернадского. Всего автором было изучено 3492 экз. сборов роющих ос и ос-сколий с территории Крымского полуострова. Из них 827 экз. семейства Scoliidae, относящихся к 9 видам и 2 родам (Фатерыга, Шоренко, 2012, Шоренко, 2017 б), 2 экз. семейства Ampulicidae, относящихся к 2 видам 1 рода, 759 экз. семейства Sphecidae, относящихся к 26 видам и 6 родам, 1755 экз. семейства Crabronidae, относящихся к 163 видам и 47 родам (Шоренко, 2015), а также 149 экз., относящихся к 17 видам из 6 родов семейства Scoliidae, Sphecidae и Crabronidae, собранных автором в 2016-2017 гг. в юго-восточном Крыму (Шоренко, 2017 в). Определение видов роющих ос проводилось преимущественно по определителю В. Е. Пулавского (1978) с использованием бинокулярного микроскопа МБС-9 (ЛОМО, СССР). Определение видов ос-сколий производилось по определительным таблицам (Фатерыга, Шоренко, 2012). При оценке встречаемости видов использованы работы сотрудников КФУ им. В. И. Вернадского (Иванов и др., 2009, 2015; Проценко и др., 2012, 2014; Фатерыга, Ковблюк, 2012, 2013; Fateryga et al., 2014), Опукского заповедника (Семик, Семик, 2001, Семик, Могильная, 2010), указания других авторов, частично затрагивающие сфецидофауну полуострова (Антропов, 1991; Гуссаковский, 1927, 1928а, 1928б, 1930, 1936, 1937; Маршаков, 1975, 1976а, 1976б, 1977; Немков, 1990, 1992, 1995а, 1995б, 1996, 2008, 2012; Шестаков, 1917; Budris, 1998; Dollfuss, 1995, 2001, 2004a, 2004b, 2006, 2008; Nemkov, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005; Pulawski, 1979; Schmid-Egger, 2000, 2002, 2004; Schulz, 1904). Места сбора роющих ос и ос-сколий отражены на картах (рис. 1, 2). Оценка встречаемости видов в ландшафтах Крыма проводилась по трехбальной шкале, принятой в экологофаунистических исследованиях. Расчет сходства видового состава ландшафтов полуострова производился при помощи коэффициента Серенсена – Чекановского (Кs) (Боголюбов, 2010), метода корреляционных плеяд и доступного программного обеспечения. Систематическое положение видов роющих ос приводится в соответствии с интернет-каталогом В. Е. Пулавского Sphecidae sensu lato, а список видов ос-сколий скорректирован согласно последней таксономической статье (Lelej, Mokrousov, 2017).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Роющие осы и осы-сколии являются относительно хорошо изученными группами на территории европейской части России. Тем не менее интерес и необходимость их изучения в южных регионах нашей страны объективно существуют (Данилов, Мокроусов, 2017; Мокроусов, 2017; Mokrousov, Ророу, 2016). Территория Крыма в этом отношении интересна тем, что включает элементы средиземноморской и среднеазиатской энтомофауны (Крыжановский, 2002). При этом Крым может быть разделен на две крупные физикогеографические части: обширный равнинно-степной край и горно-лесную страну (рис. 3), внутри которых обычно выделяют: 1. Область крымских грядово-средневысоких ландшафтов (Главная гряда), 2. Область горно-склоново-прибрежных ландшафтов (Южный берег Крыма, Крымское субсредиземноморье), 3. Область куэстово-предгорных ландшафтов (Крымское предгорье), 4. Область мелкогорно-гребневых ландшафтов (Керченское холмогорье), 5. Области ландшафтов равнинного Крыма (равнинный Крым, включая полуостров Тарханкут и Присивашье) (Ена и др. 2004). Учитывая флористическую и климатическую обособленность Тарханкутского полуострова и западной части Южного берега Крыма (ЮБК), наличие в них ландшафтов-уникумов (Ена и др., 2004), расчет фаунистического сходства роющих ос и ос-сколий целесообразно детализировать с выделением из области ландшафтов равнинного Крыма в отдельную природную зону Тарханкутского полуострова и разделением области горно-склоново-прибрежных ландшафтов на западную (мыс Айя, Ялта, Алушта) и восточную части (от Рыбачьего до Карадага).

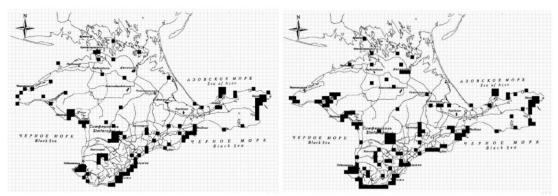


Рис. 1. Места сбора Scoliidae (по авторским и литературным данным)

Рис. 2. Места сбора Sphecoidae (по авторским и литературным данным)

Из приведенной ниже таблицы (табл. 1) видно, что все виды роющих ос и ос-сколий можно разделить на 5 эколого-ландшафтных групп: 1. Ксерофильные степные виды (14 %), встречаются в области ландшафтов равнинного Крыма, включая п-ов Тарханкут и Присивашье и области мелкогорно-гребневых ландшафтов Керченского полуострова. К таковым относятся многие виды ос-сколий из рода Scolia, Colpa и роющих ос рода Ammophila, Cerceris, Larra, Palmodes, Philanthinus, Philanthus, Podalonia, Prionyx, Pseudoscolia, Sphex, Tachysphex, Tachytes (рис. 4). 2. Ксерофильные виды лесостепей и редколесий (35 %), известные преимущественно с территории «бедлендов» восточной и «скально-осыпной» западной части Южного берега Крыма (крымское субсредиземноморье), также представлены видами ос-сколий из рода Scolia и роющих ос из родов Ammophila, Astata, Bembecinus, Bembix, Cerceris, Crossocerus, Diodontus, Entomognathus, Entomosericus, Lestica, Lindenius, Liris, Olgia, Oryttus, Oxybelus, Palarus, Palmodes, Passaloecus, Philanthus, Podalonia, Prionyx, Prosopigastra, Psammaecius, Rhopalum, Solierella, Sphecius, Sphex, Stizoides, Stizus, Tachysphex, Tachytes (рис. 4). 3. Ксерофильно-мезофильные лесостепные виды (31%), встречаются в области крымских грядово-средневысоких ландшафтов Главной гряды Крымских гор и области горно-склоново-прибрежных ландшафтов Южного берега Крыма, а также проникающие в равнинный Крым. Группа представлена видами рода Ammatomus, Astata, Crabro, Crossocerus, Dolichurus, Dryudella, Ectemnius, Gorytes, Harpactus, Hoplisoides, Mimesa, Nysson, Passaloecus, Pemphredon, Philanthus, Pison, Psenulus, Sceliphron, Stigmus, Trypoxylon, Cerceris (рис. 4). 4. Мезофильные горно-лесные виды (8 %), встречаются на полянах горного Крыма и на цветках, произрастающих по руслам горных рек, а также яйлам. Группа представлена роющими осами из родов Ectemnius, Crossocerus, Psenulus, Pemphredon, Pison, Trypoxylon (рис. 4). 5. Политопные виды (13 %), известные и широко распространенные во всех природных (ландшафтных) зонах полуострова. В данной группе семейство ос-сколий представлено видами рода Megascolia и Scolia. Надсемейство роющих ос в этой группе более многочисленно и представлено видами рода Ammatomus, Ammophila, Sphex, Sceliphron, Pemphredon, Cerceris, Philanthus и др. (см. табл. 1).

Большинство видов роющих ос и ос-сколий встречается в аридной степной и лесостепной зоне полуострова, в то же время в горной части Крыма их число значительно сокращается (рис. 5), что подтверждает факт прохождения в Крыму границ двух зоогеографических областей: области Древнего Средиземья и Бореальной области (Крыжановский, 2002). Наиболее изученным в отношении численности и встречаемости видов в природных зонах Крыма является сем. Sphecidae и Scoliidae (рис. 5, 6), многочисленным — сем. Ставтопіdae, а наименее изученным и малочисленным — сем. Атриlісіdae, не включенное в диаграммы.

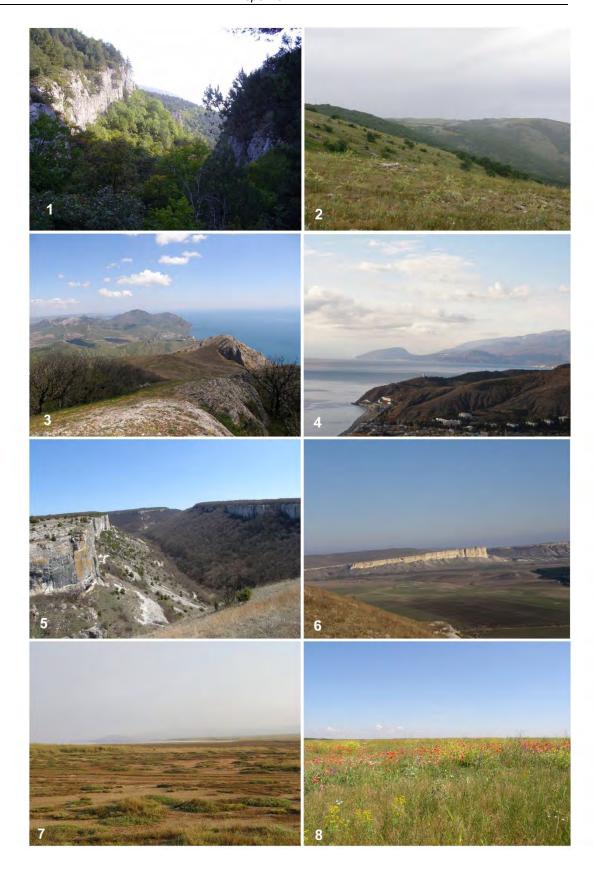


Рис. 3. Ландшафтные области Крыма (фото автора) $1, 2-\Gamma$ лавная гряда; 3, 4- Южный берег Крыма; 5, 6- Крымское предгорье; 7- Керченское холмогорье; 8- равнинный Крым.

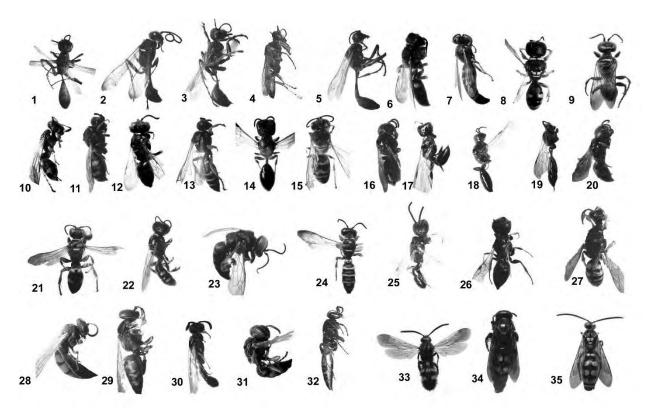


Рис. 4. Морфологическое разнообразие роющих ос (Sphecidae, Crabronidae) и ос-сколий (Scoliidae)

1 - Podolonia; 2 - Sceliphron; 3 - Prionyx; 4 - Sphex; 5 - Ammophila; 6 - Crabro; 7 - Bembicinus; 8 - Ectemnius; 9 - Astata; 10 - Ammotomus; 11 - Brahistegus; 12 - Solierella; 13 - Gorytes; 14 - Pemphredon; 15 - Bembix; 16 - Lindenius; 17 - Stigmus; 18 - Rhopalum; 19 - Mimesa; 20 - Entomognatus; 21 - Harpactus; 22 - Crossocerus; 23 - Tachysphex; 24 - Cerceris; 25 - Passaloecus; 26 - Diodontus; 27 - Lestica; 28 - Stizus; 29 - Tachytes; 30 - Trypoxylon; 31 - Philanthus; 32 - Larra; 33 - Scolia; 34 - Megascolia; 35 - Colpa.

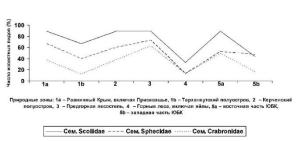


Рис. 5. Число известных видов роющих ос и ос-сколий в природных зонах Крыма (по авторским и литературным данным)



Рис. 6. Число собранных экземпляров роющих ос и ос-сколий в природных зонах Крыма (по авторским и литературным данным)

Наибольшим числом особей в сборах представлены виды Ammophila heydeni Dahlbom, 1845, A. sabulosa (Linnaeus, 1758), Sceliphron caementarium (Drury, 1773), S. destillatorium (Illiger, 1807), Pryonix nudatus (Kohl, 1885), Sphex funerarius Gussakovskij, 1934, Ectemnius lapidarius (Panzer, 1804), E. continuus (Fabricius, 1804), E. lituratus (Panzer, 1805), Lestica clypeata (Shreber, 1759), Bembix oculata Panzer, 1801, Cerceris arenaria (Linnaeus, 1758), C. flavicornis Brullé, 1833, C. sabulosa (Panzer, 1799), Philanthus triangulum (Fabricius, 1775)

(Шоренко, 2017а). Отметим виды (не включенные в таблицу), наличие которых в фауне Крыма требует подтверждения: Alysson ratzeburgi Dahlbom, 1843, Ammoplanus marathroicus (De Stefani Perez, 1887), Bembix eburnea Radoszkowski, 1877, Crabro peltarius (Schreber, 1784), C. scutellatus (von Scheven, 1781), Cerceris vitticollis F. Morawitz, 1894, Entomognathus dentifer (Noskiewicz, 1929), E. schmiedeknechti (Kohl, 1905), Lindenius ibex Kohl, 1883, L. latitarsis Marshakov, 1973, Mimumesa unicolor (Vander Linden, 1829), Passaloecus insignis (Vander Linden, 1829), Podalonia atrocyanea (Eversmann, 1849), Prionyx lividocinctus (A. Costa, 1861), Psenulus chevrieri (Tournier, 1889), Rhopalum austriacum (Kohl, 1899), Rh. beaumonti Móczár, 1957, Spilomena mocsaryi Kohl, 1898, S. troglodytes (Vander Linden, 1829), Stizus rufiventris Radoszkowski, 1877, Tachysphex gibbus Kohl, 1885.

Таблица 1 Встречаемость видов роющих ос (Ampulicidae, Sphecidae, Crabronidae) и ос-сколий (Scoliidae) в ландшафтах Крыма

	Ландшафтная область ¹ /Встречаемость ²						
Таксон		область		аемость		_ группа ³	
	1	2	3	4	5		
	OLIIDAE						
	Scoliinae						
Megascolia maculata (Drury, 1773) ^{KK}	**	**	**	*	***	5	
Scolia fallax Eversmann, 1849KK	*	**	*		*	1	
S. fuciformis Scopoli, 1786	**	**	*		**	2	
S. hirta Schrank, 1781	***	***	**	*	**	5	
Scolia quadricincta (Scopoli, 1787)	**	*	*		*	1	
= S. galbula (Pallas, 1771) ^{KK}							
S. sexmaculata O.F. Müller, 1766	**	**	**	*	**	5	
Colpa galbula (Pallas, 1771)	**	**	*			1	
= C. sexmaculata (Fabricius, 1782)							
C. klugii (Vander Linden, 1892)					*	1	
Colpa quinquecincta (Fabricius, 1793)	**	**	**	*	**	2	
	PULICIDAE	1	1	l	1		
	npulicinae						
Ampulex fasciata Jurine, 1807	принение		*			3	
1	1: 1 :					,	
	olichurinae		*	1	1	1 2	
Dolichurus bicolor Lepeletier, 1845			*		-1-	3	
D. haemorrhous A. Costa, 1886					*	2	
	HECIDAE						
	mophilinae	1		ı	1	1	
Ammophila campestris Latreille, 1809			*			1	
A. heydeni Dahlbom, 1845	***	***	***	*	***	5	
A. hungarica Mocsáry, 1883					*	2	
A. pubescens Curtis, 1829					*	2	
A. sabulosa (Linnaeus, 1758)	***	***	***	**	***	5	
A. sareptana Kohl, 1884 ^{KK}	*	*	*		**	1	
A. terminata F. Smith, 1856	*					1	
Eremochares dives (Brullé, 1833)KK	*		*	*		2	
Podalonia affinis (W. Kirby, 1798)	**		*			2	
P. fera (Lepeletier de Saint Fargeau, 1845)	**	**			*	2	
P. hirsuta (Scopoli, 1763)		*	**	*	**	3	
P. luffi (E. Saunders, 1903)	**	*	*			2	
P. tydei (Le Guillou, 1841)	**	*	*		*	1	
	eliphrinae	L	L			1	
	епригиае	**	***	1	1	<i>E</i>	
Sceliphron caementarium (Drury, 1773)		*	**		**	5	
S. curvatum (F. Smith, 1870)		~	ጥጥ		ጥጥ	5	

Продолжение та 1 2 3 4 5 6 S. destillatorium (Illiger, 1807) ** ** ** ** S. madraspatanum (Fabricius, 1782) * * * * S. spirifex (Linnaeus, 1758) ** Sphecinae Isodontia mexicana (Rossi, 1790) ** Palmodes occitanicus (Lepeletier and Serville, 1828) ** Pal. orientalis (Mocsáry, 1883) * * * Pal. melanarius (Mocsáry, 1883) ** Prionyx kirbii (Vander Linden, 1827) ** P. nudatus (Kohl, 1885) ** ** ** ** Ipoдолжение та 4 5 6 ** ** ** ** ** ** ** ** **	7 5 3 3
S. destillatorium (Illiger, 1807) ** </td <td>3 3 2</td>	3 3 2
S. madraspatanum (Fabricius, 1782) * * ** S. spirifex (Linnaeus, 1758) * * * Sphecinae Isodontia mexicana (Rossi, 1790) * * **	3 3 2
S. spirifex (Linnaeus, 1758) * * Sphecinae Isodontia mexicana (Rossi, 1790) * * Palmodes occitanicus (Lepeletier and Serville, 1828) ** ** Pal. orientalis (Mocsáry, 1883) * * Pal. strigulosus (A. Costa, 1858) ** ** Pal. melanarius (Mocsáry, 1883) * * Prionyx kirbii (Vander Linden, 1827) ** *	2
Sphecinae Sphe	2
Isodontia mexicana (Rossi, 1790)	
Palmodes occitanicus (Lepeletier and Serville, 1828) ** ** ** Pal. orientalis (Mocsáry, 1883) * * * Pal. strigulosus (A. Costa, 1858) ** ** ** Pal. melanarius (Mocsáry, 1883) * * Prionyx kirbii (Vander Linden, 1827) ** *	
1828) * * Pal. orientalis (Mocsáry, 1883) * * Pal. strigulosus (A. Costa, 1858) ** ** Pal. melanarius (Mocsáry, 1883) * * Prionyx kirbii (Vander Linden, 1827) ** *	
Pal. orientalis (Mocsáry, 1883) * * Pal. strigulosus (A. Costa, 1858) ** ** ** Pal. melanarius (Mocsáry, 1883) * * Prionyx kirbii (Vander Linden, 1827) ** *	1
Pal. strigulosus (A. Costa, 1858) ** ** ** Pal. melanarius (Mocsáry, 1883) * * Prionyx kirbii (Vander Linden, 1827) ** *	
Pal. melanarius (Mocsáry, 1883) * * Prionyx kirbii (Vander Linden, 1827) **	1
Prionyx kirbii (Vander Linden, 1827) ** *	2
Trionyx kiroti (vandet Eliideli, 1827)	2
P nudatus (K ohl IXX5)	2
	5
P. subfuscatus (Dahlbom, 1845) ** * *	2
P. viduatus argentatus (Mocsáry, 1883) ^{KK} *	2
Sphex flavipennis Fabricius, 1793 * * * * *	1
S. funerarius Gussakovskij, 1934 ** *** * ***	5
S. leuconotus Brullé, 1833	2
CRABRONIDAE	
Crabroninae	
Crabro cribrarius (Linnaeus, 1758) *	3
Crossocerus barbipes (Dahlbom, 1845) * **	4
C. binotatus Lepeletier and Brullé, 1835	3
C. capitosus (Shuckard, 1837)	2
C. cetratus (Shuckard, 1837)	4
C. dimidiatus (Fabricius, 1781) *	3
C. distinguendus (A. Morawitz, 1866) * * *	2
C. elongatulus (Vander Linden, 1829)	4
C. heydeni Kohl, 1880 *	2
C. megacephalus (Rossi, 1790) *	4
C. podagricus (Vander Linden, 1829)	2
C. quadrimaculatus (Fabricius, 1793) * *	2
C. tarsatus (Shuckard, 1837)	3
C. vagabundus (Panzer, 1798)	3
C. walkeri (Shuckard, 1837)	3
Ectemnius borealis (Zetterstedt, 1838) *	4
E. cavifrons (Thomson, 1870)	4
E. cephalotes (Olivier, 1792)	4
E. confinis (Walker, 1871)	4
E. continuus (Fabricius, 1804)	5
E. crassicornis (Spinola, 1808)	3
E. dives (Lepeletier and Brullé, 1835) * * * *	4
E. dives (Experience and Brune, 1833) E. fossorius (Linnaeus, 1758) ** *	4
E. guttatus (Vander Linden, 1829) *	4
E. rugifer (Dahlbom, 1845) * * **	4
E. lapidarius (Panzer, 1804) *** *	4
E. lituratus (Panzer, 1805) * *** *	4
E. meridionalis (A. Costa, 1871)	3
E. meriaionalis (A. Costa, 1871) E. nigritarsus (Herrich-Schaeffer, 1840) *	4
E. nigritarsus (Herrich-Schacher, 1840)	2
E. Tubicota (Dulour and Terris, 1040)	
E. sexemetus (Fabricius, 1773)	3
E. spinipes (A. Morawitz, 1866)	3
Entomognathus brevis (Vander Linden, 1829) * *	2
Larra anathema (Rossi, 1790) ^{KK} * * * *	1
Lestica alata (Panzer, 1797)	2
L. clypeata (Shreber, 1759)	5
L. subterranea (Fabricius, 1775)	2

				Прод	олжени	е табл. 1
1	2	3	4	5	6	7
Lindenius albilabris (Fabricius, 1793)	*	*	*		**	3
L. mesopleuralis (F. Morawitz, 1890)	*	*	*			3
Liris niger (Fabricius, 1775)		*	*		**	2
Oxybelus latro Olivier, 1812	*	*				2
O. mucronatus (Fabricius, 1793)		*				3
O. quatuordecimnotatus Jurine, 1807		*		*		3
O. subspinosus Klug, 1835		*				3
O. uniglumis (Linnaeus, 1758)			*		*	3
O. variegatus Wesmael, 1852	*		*	*	*	5
Palarus variegatus (Fabricius, 1781)	*	*				2
Pison atrum (Spinola, 1808)			*		*	4
Prosopigastra orientalis de Beaumont, 1947					*	2
Rhopalum clavipes (Linnaeus, 1758)				*		3
Solierella compedita (Piccioli, 1869)					*	3
S. pisonoides (S. Saunders, 1873)					*	3
Tachysphex brevipennis Mercet, 1909		*			*	2
T. brullii (F. Smith, 1856)			*			2
T. consocius Kohl, 1892					*	2
T. costae (De Stefani, 1882)					*	2
T. fulvitarsis (A. Costa, 1867)					*	2
T. gibbus Kohl, 1885		*				2
T. incertus (Radoszkowski, 1877)	*	*			**	1
T. julliani Kohl, 1883					*	2
T. latifrons Kohl, 1884			*			2
T. mediterraneus Kohl, 1883		*				2
T. mocsaryi Kohl, 1884		*	*			1
T. nitidior de Beaumont, 1940		**	**			2
T. nitidus (Spinola, 1805)					*	2
T. panzeri (Vander Linden, 1829)	*	*			*	2
T. pompiliformis (Panzer, 1805)				*	**	2
T. psammobius (Kohl, 1880)					*	2
Tachytes etruscus (Rossi, 1790)		*				1
T. matronalis Dahlbom, 1845					*	2
T. panzeri (Dufour, 1841)					*	2
Trypoxylon attenuatum F. Smith, 1851			**			4
T. clavicerum Lepeletier and Audinet-Serville, 1828			*			3
T. deceptorium Antropov, 1991	*		*	*	**	5
T. figulus (Linnaeus, 1758)			**		**	3
T. kolazyi Kohl, 1893			*		*	3
T. medium de Beaumont, 1945	*					3
T. minus de Beaumont, 1945			*			3
T. rubiginosum Gussakovskij, 1936			*			3
T. scutatum Chevrier, 1867			**		**	3
Pemphre	doninae					
Diodontus brevilabris Beaumont, 1967	*				*	2
D. luperus Shuckard, 1837		*	*	*		2
D. minutus (Fabricius, 1793)			*		*	2
Entomosericus concinnus Dahlbom, 1845	*	*	*		*	5
Mimesa bicolor (Jurine, 1807)					*	3
M. crassipes A. Costa, 1871			*	*	*	3
M. nigrita Eversmann, 1849	*		1			3
Mimumesa atratina (F. Morawitz, 1891)			*	1		3
Mimumesa dahlbomi (Wesmael, 1852)			*	1		3
Passaloecus brevilabris Wolf, 1958	*				*	3
P. corniger Shuckard, 1837					*	3
P. gracilis Curtis, 1834			*			3
, ,			1			

				Прод	олжени	е табл. 1
1	2	3	4	5	6	7
P. pictus Ribaut, 1952			*			3
P. ribauti Merisuo, 1974			*			3
P. singularis Dahlbom, 1844			*			3
Pemphredon austriaca (Kohl, 1888)					*	3
P. inornata Say, 1824			*			3
P. lethifer (Shuckard, 1837)	**	**	**	*	**	5
P. lugubris (Fabricius, 1793)			*			4
P. morio (Vander Linden, 1829)			*			4
Psen ater (Olivier, 1792)			*			3
Psenulus concolor (Dahlbom, 1843)				*		4
P. fuscipennis (Dahlbom, 1843)					**	3
P. laevigatus (Schenck, 1857)				*		3
P. pallipes (Panzer, 1798)	*		*	*	**	5
P. schencki (Tournier, 1889)			*		*	3
Stigmus solskyi A. Morawitz, 1864			*			3
	tinae	<u> </u>				
Astata costae A. Costa, 1867	*		*			2
A. boops (Schrank, 1781)	**	**	**	*	**	5
A. brevitarsis Pulawski, 1958		*	*			2
A. jucunda Pulawski, 1959	**		*			1
A. kashmirensis Nurse, 1909	*	*	*			2
A. miegii scapularis (Kohl, 1889)		*	*			2
A. minor Kohl, 1885	**	*	*		**	5
A. rufipes Mocsáry, 1883			*			2
Dryudella tricolor (Vander Linden, 1829)	*		*		**	3
. ,	ininae					
Mellinus arvensis (Linnaeus, 1758)	IIIIIac		*		*	2
1 Mennus ai vensis (Ennacus, 17.70)						
	icinae		I .		· ·	3
Bemb	picinae	**	**	*	**	
Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808)				*	**	5
Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888)	icinae *	*	**	*	**	5 3
Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837)				*	**	5 3 3
Bemb Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781)	*	*	**		**	5 3 3 5
Bemb Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876)	*	* *	**		** ** * **	5 3 3 5 3
Bemb Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829	*	*	**		** ** * **	5 3 3 5 3 2
Bemb Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893	*	* *	**		** ** ** **	5 3 3 5 3 2 2
Bemb Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893	*	* *	** * * * * * *		** ** * **	5 3 3 5 3 2 2 2
Bemb Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805	* * * * *	* * * * *	**		** ** * ** * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2
Bember Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805 B. megerlei Dahlbom, 1845	* * * * * * *	* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *	** * * * * * * * * * * * *		** ** * ** * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2 2
Bemb Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805 B. megerlei Dahlbom, 1845 B. oculata Panzer, 1801	* * * * * * *	* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *	** * * * * * *		** ** * ** * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2 2 2 2
Bemb Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805 B. megerlei Dahlbom, 1845 B. oculata Panzer, 1801 B. olivacea Fabricius, 1787 ^{KK}	* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *	* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *	** * * * * * * * * * * * *		** ** * ** * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2 2 2 2
Bemb Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805 B. megerlei Dahlbom, 1845 B. oculata Panzer, 1801 B. olivacea Fabricius, 1787 ^{KK} B. pallida Radoszkowski, 1877	* * * * * * * * *	* * * * * * * * * * * * *	** * * * * * * * * * * * *		** ** * * * * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2 2 2 2 1
Bemb Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805 B. megerlei Dahlbom, 1845 B. oculata Panzer, 1801 B. olivacea Fabricius, 1787 ^{KK}	* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *	* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *	** * * * * * * * * * * * *		** ** * ** * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2 2 2 2
Bemb Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805 B. megerlei Dahlbom, 1845 B. oculata Panzer, 1801 B. olivacea Fabricius, 1787 ^{KK} B. pallida Radoszkowski, 1877 B. rostrata (Linnaeus, 1758) B. turca Dahlbom, 1845	* * * * * * * * *	* * * * * * * * * * * * *	** * * * * * * * * * * * *		** ** * * * * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2 2 2 2 1
Bemb Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805 B. megerlei Dahlbom, 1845 B. oculata Panzer, 1801 B. olivacea Fabricius, 1787 ^{KK} B. pallida Radoszkowski, 1877 B. rostrata (Linnaeus, 1758)	* * * * * * * * * * * * *	* * * * * * * * * * * * *	** * * * * * * * * * * * *		** ** * * * * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2 2 2 2 1 1
Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805 B. megerlei Dahlbom, 1845 B. oculata Panzer, 1801 B. olivacea Fabricius, 1787 ^{KK} B. pallida Radoszkowski, 1877 B. rostrata (Linnaeus, 1758) B. turca Dahlbom, 1845	* * * * * * * * * * * * *	* * * * * * * * * * * * *	** * * * * * * * * * * * *		** ** * * * * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2 2 2 2 1 1 5
Bemb Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805 B. megerlei Dahlbom, 1845 B. oculata Panzer, 1801 B. olivacea Fabricius, 1787 ^{KK} B. pallida Radoszkowski, 1877 B. rostrata (Linnaeus, 1758) B. turca Dahlbom, 1845 Brachystegus scalaris (Illiger, 1807) Didineis clavimana Gussakovskij, 1937 Gorytes albidulus (Lepeletier de Saint Fargeau,	* * * * * * * * * * * * *	* * * * * * * * * * * * *	** * * * * * * * * * * * *		** ** * * * * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2 2 2 2 1 1 5 1
Bemb Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805 B. megerlei Dahlbom, 1845 B. oculata Panzer, 1801 B. olivacea Fabricius, 1787 ^{KK} B. pallida Radoszkowski, 1877 B. rostrata (Linnaeus, 1758) B. turca Dahlbom, 1845 Brachystegus scalaris (Illiger, 1807) Didineis clavimana Gussakovskij, 1937 Gorytes albidulus (Lepeletier de Saint Fargeau, 1832)	* * * * * * * * * * * * *	* * * * * * * * * * * * *	** * * * * * * * * * * * *		** ** * * * * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2 2 2 2 1 1 5 1 3 3 3 3 3 2 2 2 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3
Bemb Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805 B. megerlei Dahlbom, 1845 B. oculata Panzer, 1801 B. olivacea Fabricius, 1787 ^{KK} B. pallida Radoszkowski, 1877 B. rostrata (Linnaeus, 1758) B. turca Dahlbom, 1845 Brachystegus scalaris (Illiger, 1807) Didineis clavimana Gussakovskij, 1937 Gorytes albidulus (Lepeletier de Saint Fargeau, 1832) G. fallax Handlirsch, 1888	* * * * * * * * *	* * * * * * * * * * *	** * * * * * * * * * * * *		** ** * ** * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2 2 2 1 1 5 1 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3
Bemb Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805 B. megerlei Dahlbom, 1845 B. oculata Panzer, 1801 B. olivacea Fabricius, 1787 ^{KK} B. pallida Radoszkowski, 1877 B. rostrata (Linnaeus, 1758) B. turca Dahlbom, 1845 Brachystegus scalaris (Illiger, 1807) Didineis clavimana Gussakovskij, 1937 Gorytes albidulus (Lepeletier de Saint Fargeau, 1832) G. fallax Handlirsch, 1888 G. foveolatus Handlirsch, 1888	* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *	* * * * * * * * * * * * *	** * * * * * * * * * * * *		** ** * ** * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2 2 2 2 1 1 5 1 5 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3
Bemb Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805 B. megerlei Dahlbom, 1845 B. oculata Panzer, 1801 B. olivacea Fabricius, 1787 ^{KK} B. pallida Radoszkowski, 1877 B. rostrata (Linnaeus, 1758) B. turca Dahlbom, 1845 Brachystegus scalaris (Illiger, 1807) Didineis clavimana Gussakovskij, 1937 Gorytes albidulus (Lepeletier de Saint Fargeau, 1832) G. fallax Handlirsch, 1888 G. foveolatus Handlirsch, 1888	* * * * * * * * *	* * * * * * * * * * *	** * * * * * * * * * * * *		** ** * ** * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2 2 2 2 2 1 1 5 1 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3
Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805 B. megerlei Dahlbom, 1845 B. oculata Panzer, 1801 B. olivacea Fabricius, 1787 ^{KK} B. pallida Radoszkowski, 1877 B. rostrata (Linnaeus, 1758) B. turca Dahlbom, 1845 Brachystegus scalaris (Illiger, 1807) Didineis clavimana Gussakovskij, 1937 Gorytes albidulus (Lepeletier de Saint Fargeau, 1832) G. fallax Handlirsch, 1888 G. kohlii Handlirsch, 1888 G. laticinctus (Lepeletier de Saint Fargeau, 1832)	* * * * * * * * *	* * * * * * * * * * *	** * * * * * * * * * * * *	*	** ** * * * * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2 2 2 2 1 1 5 1 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3
Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805 B. megerlei Dahlbom, 1845 B. oculata Panzer, 1801 B. olivacea Fabricius, 1787 ^{KK} B. pallida Radoszkowski, 1877 B. rostrata (Linnaeus, 1758) B. turca Dahlbom, 1845 Brachystegus scalaris (Illiger, 1807) Didineis clavimana Gussakovskij, 1937 Gorytes albidulus (Lepeletier de Saint Fargeau, 1832) G. fallax Handlirsch, 1888 G. laticinctus (Lepeletier de Saint Fargeau, 1832) G. nigrifacies (Mocsary, 1879)	* * * * * * * * *	* * * * * * * * * * *	** * * * * * * * * * * * *		** ** * ** * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2 2 2 2 2 1 1 5 1 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3
Bember Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805 B. megerlei Dahlbom, 1845 B. oculata Panzer, 1801 B. olivacea Fabricius, 1787 ^{KK} B. pallida Radoszkowski, 1877 B. rostrata (Linnaeus, 1758) B. turca Dahlbom, 1845 Brachystegus scalaris (Illiger, 1807) Didineis clavimana Gussakovskij, 1937 Gorytes albidulus (Lepeletier de Saint Fargeau, 1832) G. foveolatus Handlirsch, 1888 G. laticinctus (Lepeletier de Saint Fargeau, 1832) G. nigrifacies (Mocsary, 1879) G. pleuripunctatus (A. Costa, 1859)	* * * * * * * * * * * * *	* * * * * * * * * * *	** * * * * * * * * * * * *	*	** ** * ** * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2 2 2 2 2 1 1 5 1 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3
Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805 B. megerlei Dahlbom, 1845 B. oculata Panzer, 1801 B. olivacea Fabricius, 1787 ^{KK} B. pallida Radoszkowski, 1877 B. rostrata (Linnaeus, 1758) B. turca Dahlbom, 1845 Brachystegus scalaris (Illiger, 1807) Didineis clavimana Gussakovskij, 1937 Gorytes albidulus (Lepeletier de Saint Fargeau, 1832) G. fallax Handlirsch, 1888 G. kohlii Handlirsch, 1888 G. laticinctus (Lepeletier de Saint Fargeau, 1832) G. nigrifacies (Mocsary, 1879) G. pleuripunctatus (A. Costa, 1859) G. procrustes Handlirsch, 1888	* * * * * * * * *	* * * * * * * * * * *	** * * * * * * * * * * * *	*	** ** * ** * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 1 1 5 1 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3
Bember Ammatomus coarctatus (Spinola, 1808) A. rogenhoferi (Handlirsch, 1888) Argogorytes fargei (Shuckard, 1837) Bembecinus tridens (Fabricius, 1781) B. hungaricus (Frivaldszky, 1876) Bembix bidentata Vander Linden, 1829 B. cinctella Handlirsch, 1893 B. gracilis Handlirsch, 1893 B. integra Panzer, 1805 B. megerlei Dahlbom, 1845 B. oculata Panzer, 1801 B. olivacea Fabricius, 1787 ^{KK} B. pallida Radoszkowski, 1877 B. rostrata (Linnaeus, 1758) B. turca Dahlbom, 1845 Brachystegus scalaris (Illiger, 1807) Didineis clavimana Gussakovskij, 1937 Gorytes albidulus (Lepeletier de Saint Fargeau, 1832) G. foveolatus Handlirsch, 1888 G. laticinctus (Lepeletier de Saint Fargeau, 1832) G. nigrifacies (Mocsary, 1879) G. pleuripunctatus (A. Costa, 1859)	* * * * * * * * * * * * *	* * * * * * * * * * *	** * * * * * * * * * * * *	*	** ** * ** * * * * * * * *	5 3 3 5 3 2 2 2 2 2 2 2 2 1 1 5 1 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3

				Прод	олжение	е табл. 1
1	2	3	4	5	6	7
G. quinquefasciatus (Panzer, 1798)		*			*	2
G. sulcifrons (A. Costa, 1869)			*			3
Harpactus elegans (Lepeletier de Saint Fargeau, 1832)		*	*		*	2
H. laevis (Latreille, 1792)	*				*	2
H. tauricus (Radoszkowski, 1884)			*		*	2
H. transiens A. Costa, 1887			*		*	3
Hoplisoides latifrons (Spinola, 1808)			*		*	2
H. punctuosus (Eversmann, 1849)	*	*	*		*	5
Nysson decemmaculatus Spinola, 1808	*	*	*		*	3
N. dimidiatus Jurine, 1807			*			3
N. epeoliformis F. Smith, 1856					*	3
N. fulvipes A. Costa, 1859	*					3
N. guichardi de Beaumont, 1967			*			3
N. interruptus (Fabricius, 1798)	*					3
N. maculosus (Gmelin, 1790)	*				*	3
N. militaris Gerstaecker, 1867			*			3
N. spinosus (J. Forster, 1771)					*	3
Lestiphorus bicinctus (Rossi, 1794)			*			3
Olgia helena de Beaumont, 1953	*	*	*		*	2
Oryttus concinnus (Rossi, 1790)			*		*	2
Psammaecius punctulatus (Vander Linden, 1829)	*	*	*		*	2
Sphecius antennatus (Klug, 1845)	*	*	*	*	*	5
S. conicus (Germar, 1817)	*	*			*	2
Stizoides crassicornis (Fabricius, 1787) ^{KK}	*	*				2
S. melanopterus (Dahlbom, 1845)	*	*				2
S. tridentatus (Fabricius, 1775)	*	*	*		*	2
Stizus bipunctatus (F. Smith, 1856) ^{KK}	*	*	*		*	2
S. fasciatus (Fabricius, 1781)	**	*			**	2
S. perrisi Dufour, 1838	*	*				1
S. ruficornis (J. Forster, 1771)	*				*	2
Philan	thinae	I	I		1	
Cerceris albofasciata Rossi, 1790	*	*	*		*	5
C. angustirostris Shestakov, 1918	*		*			2
C. arenaria (Linnaeus, 1758)	**	**	**	*	**	5
C. bicincta leucozonica Schletterer, 1887	*	*	*			1
C. bracteata Eversmann, 1849				*		2
C. bupresticida Dufour, 1841	*	*	*		*	1
C. circularis dacica Schletterer, 1887		*				2
C. eryngii Marquet, 1875	*	*	*		*	1
C. eversmanni W. Schulz, 1912			*			2
C. fodiens Eversmann, 1849	*	*	*			1
C. flavicornis Brullé, 1833	*	**	*		**	5
C. flavilabris (Fabricius, 1793)	*	**	*	*	**	5
C. interrupta (Panzer, 1799)	*	*	*			1
C. lunata A. Costa, 1869	*	*	*		*	2
C. media Klug, 1835	*	*	*		*	2
C. quadricincta (Panzer, 1799)	*	**	**		**	5
C. quadrifasciata (Panzer, 1799)			*			2
C. quinquefasciata (Rossi, 1792)	*	*	*			1
C. rossica Shestakov, 1914	*					1
C. rubida (Jurine, 1807)	*	*	*		*	1
C. ruficornis (Fabricius, 1793)			*	*		3
C. rybyensis (Linnaeus, 1771)	**	**	*	1	**	5
C. ryoyensis (Linnaeus, 1771) C. sabulosa (Panzer, 1799)	***	***	**	*	***	<u> </u>
C. somotorensis Balthasar, 1956		*		-		<u> </u>
C. SUMULUTERSIS DAIMASAI, 1930	1	<u> </u>	l	1	<u>ı</u>	1

				1 7		
1	2	3	4	5	6	7
C. specularis A. Costa, 1869	*	*	*		*	2
C. stratiotes Schletterer, 1887	*		*			1
C. tenuivittata Dufour, 1849	*	*				1
C. tuberculata (Villers, 1789) ^{KK}	*	*	*		*	2
Philanthus coronatus (Thunberg, 1784)	*		*			2
Ph. decemmaculatus Eversmann, 1849		*				1
Ph. triangulum (Fabricius, 1775)	***	***	**	*	***	5
Ph. venustus (Rossi, 1790)	*	*			*	2
Philanthinus quattuordecimpunctatus	*					1
(F. Morawitz, 1888)						
Pseudoscolia diversicornis (F. Morawitz, 1894)	*					1

Примечание к таблице. ¹ <u>Ландшафтные области Крыма</u>: 1 — область ландшафтов равнинного Крыма (равнинный Крым, включая полуостров Тарханкут и Присивашье); 2 — область мелкогорно-гребневых ландшафтов (Керченское холмогорье); 3 — область куэстово-предгорных ландшафтов (Крымское предгорье); 4 — область крымских грядово-средневысоких ландшафтов (Главная гряда); 5 — область горно-склоново-прибрежных ландшафтов (Южный берег Крыма, Крымское субсредиземноморье).

2 Встречаемость (по авторским и литературным данным): * — вид встречается редко (1—9 экз.); ** вид обычен (10—50 экз.); *** — вид встречается массово (более 50 экз.); ^{КК} — вид занесен в Красную книгу Республики Крым. ³ <u>Эколого-ландшафтная группа</u>: 1 — ксерофильные степные виды; 2 — ксерофильные виды лесостепей и редколесий; 3 — ксерофильные лесостепные виды; 4 — мезофильные горно-лесные виды; 5 — политопные виды.

Из приведенных ниже картосхем (рис. 7-15) следует, что подсемейство Scoliinae имеет высокое сходство видового состава в степной части Крыма, Предгорьях Крыма и восточной части ЮБК. Подсемейство Ammophilinae имеет высокое сходство видового состава в равнинном Крыму, на Керченском полуострове, в Предгорьях Крыма и западной части ЮБК. Минимальное сходство обнаружилось между областью ландшафтов равнинного Крыма и областями грядово-средневысоких и горно-склоново-прибрежных ландшафтов. Подсемейство Sceliphrinae имеет высокое сходство видового состава в равнинном Крыму, на Керченском полуострове и в восточной части ЮБК. Минимальное сходство обнаружилось между Тарханкутским полуостровом и равнинным Крымом, данный факт связан с недостаточной изученностью распространения видов этой группы на Тарханкуте. Подсемейство Sphecinae имеет высокое сходство видового состава в равнинном Крыму (включая Тархакутский и Керченский полуостров) и Предгорьях Крыма. В данной группе обособлено располагается видовой состав области грядово-средневысоких ландшафтов, что связано со строгой аридностью группы и отсутствием в ней сугубо мезофильных видов (их заменяют эврибионты). Подсемейство Astatinae имеет высокое сходство видового состава в степном Крыму и Предгорьях, а также в восточной и западной частях ЮБК. Минимальное сходство обнаруживается между степной и горной частями Крыма, что связано с аридностью группы. Подсемейство Philantinae имеет высокое сходство видового состава в степной части Крыма, Керченского полуострова и восточной части ЮБК. Минимальное сходство обнаруживается между степным и горным Крымом, что связано с аридностью группы и Тарханкутом и другими природными зонами Крыма, данный факт связан с недостаточной изученностью распространения видов этой группы на Тарханкуте. При этом подсемейства Crabronidae, Bembecinae и Pemphredoninae не имеют высокой степени сходства видового состава в природных зонах Крыма, так как многие виды известны по единичным находкам. Для проведения анализа ландшафтного распределения видов данных подсемейств в фауне Крыма необходимо выполнить дополнительные исследования.

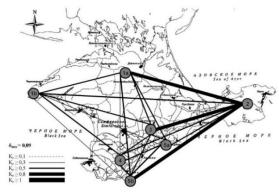


Рис. 7. Граф сходства видового состава природных зон Крыма по фаунистическому распределению роющих ос подсем.

Атторhilinae

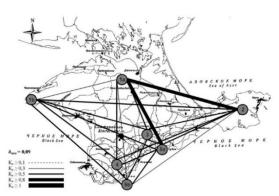


Рис. 8. Граф сходства видового состава природных зон Крыма по фаунистическому распределению роющих ос подсем.

Sceliphrinae

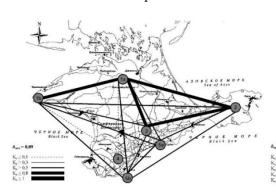


Рис. 9. Граф сходства видового состава природных зон Крыма по фаунистическому распределению роющих ос подсем.

Sphecinae

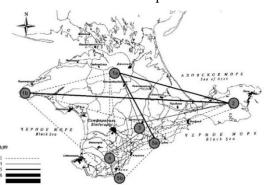


Рис. 10. Граф сходства видового состава природных зон Крыма по фаунистическому распределению роющих ос подсем.

Ретрhredoninae

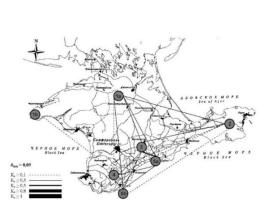


Рис. 11. Граф сходства видового состава природных зон Крыма по фаунистическому распределению роющих ос подсем.

Стаbroninae

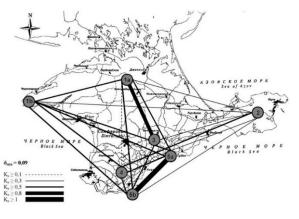


Рис. 12. Граф сходства видового состава природных зон Крыма по фаунистическому распределению роющих ос подсем. Astatinae

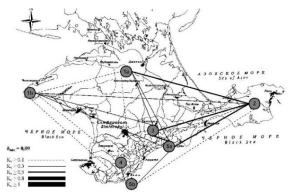


Рис. 13. Граф сходства видового состава природных зон Крыма по фаунистическому распределению роющих ос подсем.

Ветвісіпае

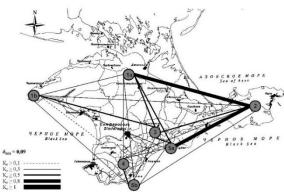


Рис. 14. Граф сходства видового состава природных зон Крыма по фаунистическому распределению роющих ос подсем.

Philanthinae

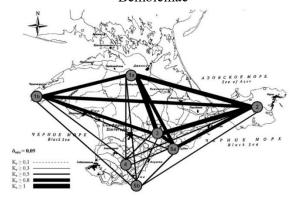


Рис. 15. Граф сходства видового состава природных зон Крыма по фаунистическому распределению ос-сколий подсем. Scoliinae

выводы

- 1. Роющие осы (Sphecoidae) и осы-сколии (Scoliidae) в Крыму представлены 5 экологоландшафтнными группами. Ксерофильные степные виды составляют 14 %, ксерофильные виды лесостепей и редколесий -35 %, ксерофильно-мезофильные лесостепные виды -30 %, мезофильные горно-лесные виды -8 %, политопные виды -13 %.
- 2. Большинство видов Scoliidae, Ampulicidae, Sphecidae, Crabronidae встречается в аридной степной и лесостепной зоне полуострова, в то же время в горной части Крыма их число значительно сокращается. В семействе Scoliidae высока доля политопных видов (33 %).
- 3. Подсемейства Ammophilinae, Scoliinae, Sphecinae и Philantinae имеют высокое сходство видового состава (К_s более 0,8) в равнинном Крыму, на Керченском полуострове и Предгорьях Крыма. В фауне Крыма преобладают ксерофильные степные виды и ксерофильные виды лесостепей и редколесий. Их доля для Ammophilinae составляет 77 %, для Scoliinae 66 %, для Sphecinae 83 % и для Philantinae 73 %.
- 4. Подсемейство Astatinae имеет высокое сходство видового состава (K_s более 0,8) в равнинном Крыму и Предгорьях Крыма. В фауне Крыма преобладают ксерофильные виды лесостепей и редколесий (56 %).
- 5. Подсемейство Sceliphrinae имеет высокое сходство видового состава (K_s более 0,8) в равнинном Крыму, на Керченском полуострове и восточной части ЮБК. В фауне Крыма преобладают политопные виды (60 %).

- 6. Подсемейства Bembecinae и Pemphredoninae не имеют высокой степени сходства видового состава в природных зонах Крыма. В фауне Крыма преобладают ксерофильные виды лесостепей и редколесий и ксерофильно-мезофильные лесостепные виды. Их доля для Bembecinae составляет 87 % и для Pemphredoninae 78 %.
- 7. Подсемейство Crabroninae не имеет высокой степени сходства видового состава в природных зонах Крыма. В фауне Крыма преобладают ксерофильные виды лесостепей и редколесий и ксерофильно-мезофильные лесостепные виды (70 %), высока доля мезофильных горно-лесных видов (21 %).

Благодарности. Автор благодарит к. б. н. М. В. Мокроусова (НИ НГУ им. Н. И. Лобачевского, Нижний Новгород) за корректировку списка видов роющих ос фауны Крыма и таксономические замечания по осам-сколиям, а также всех коллег, оказавших содействие в работе.

Список литературы

Антропов А. В. О таксономическом статусе *Trypoxylon attenuatum* Smith, 1851 и близких видов роющих ос (Hymenoptera, Sphecidae) // Энтомологическое обозрение. - 1991. - T. 70, № 3. - C. 672-685.

Боголюбов А. С. Простейшие методы статистической обработки результатов экологических исследований. – М.: Экосистема, 1998. – 10 с.

Гуссаковский В.В. Палеарктические виды рода *Astatus* Latr. (Hymenoptera, Sphecidae) // Ежегодник зоологического Музея АН СССР. – 1927. – № 28. – С. 265–296.

Гуссаковский В. В. Палеарктические виды рода *Solierella* Spin. (Hymenoptera, Sphecidae) // Русское энтомологическое обозрение. -1928 а. - Т. 22, № 1–2. - С. 78–84.

Гуссаковский В. В. Поправки и дополнения к ревизии рода *Solierella* Spin. (Hymenoptera) // Русское энтомологическое обозрение. -1928 б. - Т. 24, № 3-4. - С. 232-235.

Гуссаковский В. В. Новые и малоизвестные виды родов *Ammophila* Kby. и *Sphex* L. (Hymenoptera, Sphecidae) // Русское энтомологическое обозрение. -1930. - T. 24, № 3-4. - C. 199-211.

Гуссаковский В. В. Палеарктические виды рода *Trypoxylon* Latr. (Hymenoptera, Sphecidae) // Труды ЗИН АН СССР. -1936. -№ 3. - C. 639–667.

Гуссаковский В. В. Обзор палеарктических видов родов *Didineis* Wesm., *Pison* Latr. и *Psen* Latr. (Hymenoptera, Sphecoidea) // Труды ЗИН АН СССР. -1937. - T. 4, № 3-4. - C. 599-698.

Данилов Ю. Н., Мокроусов М. В. Новые находки роющих ос семейства Sphecidae (Hymenoptera: Apoidea) в России // Труды Русского энтомологического общества. – 2017. – Т. 88, № 2. – С. 53–55.

Крыжановский О. Л. Состав и распространение энтомофаун земного шара. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2002. - 237 с.

Ена В. Г., Ена Ал. В., Ена Ан. В. Заповедные ландшафты Тавриды. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2004. – 423 с.

Иванов С. П., Фатерыга А. В., Филатов М. А. Ретроспективная оценка видового разнообразия диких пчел и ос (Hymenoptera: Aculeata) ботанического сада Таврического национального университета им. В. И. Вернадского // Ученые записки ТНУ. Сер. «Биология, Химия». -2009. - Т. 22 (61), № 3. - С. 40-51.

Иванов С. П., Фатерыга А. В., Филатов М. А. «Краснокнижные» виды ос и пчел (Hymenoptera: Vespoidea, Apoidea) Карадагского природного заповедника и прилегающих территорий // 100 лет Карадагской научной станции / Сборник научных трудов. – Симферополь: Н. Оріанда, 2015. – С. 296–308.

Маршаков В. Г. Обзор родов трибы Crabronini (Hymenoptera, Sphecidae) фауны СССР. Род *Lestica* Billberg, 1820 // Энтомологическое обозрение. -1975. - Т. 54, № 1. - С. 151–163.

Маршаков В. Г. Обзор родов трибы Crabronini (Hymenoptera, Sphecidae) фауны СССР. 3. Род *Entomognatus* Dahlbom // Зоологический журнал. − 1976а. − Т. 55, Вып. 4. − С. 614–619.

Маршаков В. Г. Обзор родов трибы Crabronini (Hymenoptera, Sphecidae) фауны СССР. Род *Rhopalum* Stephens, 1829 // Труды ЗИН АН СССР. – 19766. – Т. 67. – С. 100–112.

Маршаков В. Г. Обзор родов трибы Crabronini (Hymenoptera, Sphecidae) фауны СССР. Род *Crabro* Fabricius, $1775 \, /\!/$ Энтомологическое обозрение. -1977. -T. 56, № 4. -C. 854–871.

Мокроусов М. В. Материалы по фауне роющих ос (Hymenoptera, Crabronidae) заповедника «Дагестанский» // Тезисы Всероссийской научной конференции «Научные исследования на заповедных территориях», посвященной 160-летию со дня рождения основателя Карадагской научной станции, доктора медицины, приват-доцента Московского университета Терентия Ивановича Вяземского, а также Году экологии в России (Курортное, 9—14 октября 2017 г.). – Симферополь: ИТ «Ариал», 2017. – С. 34.

Немков П. Г. Роющие осы трибы Gorytini (Hymenoptera, Sphecidae). Роды Gorytes Latreille, Pseudoplisus Ashmead, Kohlia Handlirrsch // Энтомологическое обозрение — 1990. — Т. 69, № 3. — С. 675—690.

Немков П. Г. Роющие осы трибы Gorytini (Hymenoptera, Sphecidae) фауны России и сопредельных стран. Роды *Lestiphorus* Lepeletier, *Oryttus* Spinola и *Olgia* Radoszkowski // Энтомологическое обозрение. — 1992. — Т. 71, № 4. — С. 935—949.

- Немков П. Г. Роющие осы трибы Gorytini (Hymenoptera, Sphecidae) фауны России и сопредельных стран. Роды *Sphecius* Dahlbom и *Ammatomus* A. Costa // Энтомологическое обозрение. -1995a. T. 74, № 1. C. 177-185.
- Немков П. Г. Роющие осы трибы Gorytini (Hymenoptera, Sphecidae) фауны СНГ. Роды *Argogorytes* Ashmead, *Hoplisoides* Gribodo, *Psammaecius* Lepeletier // Труды ЗИН РАН: Новости систематики восточного полушария. 19956. Вып. 258. С. 128–137.
- Немков П. Г. Роющие осы трибы Gorytini (Hymenoptera, Sphecidae) фауны России и сопредельных стран. Род Harpactus // Зоологический журнал. − 1996. − Т. 75, № 2. − С. 1204–1213.
- Немков П. Г. Роющие осы рода *Nysson* Latreille (Hymenoptera, Crabronidae) фауны России // Евразийский энтомологический журнал. 2008. Т. 7, № 3. С. 217–221.
- Немков П. Г. Роющие осы рода *Stizus* Latreille, 1802 (Hymenoptera, Crabronidae, Bembecinae) фауны России и сопредельных стран // Евразийский энтомологический журнал. -2012. -T. 11, № 1 -C. 55-62.
- Проценко Ю. В., Фатерыга А. В., Иванов С. П. Роющие осы (Hymenoptera: Apoidae: Ampulicidae, Sphecidae) коллекции Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Подсемейства Astatine, Bembicinae, Mellininae и Philanthinae // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2014. Вып. 11. С. 25—41.
- Проценко Ю. В., Фатерыга А. В., Иванов С. П., Пузанов Д. В. Роющие осы (Hymenoptera: Apoidae: Ampulicidae, Sphecidae) коллекции Таврического национального университета им. В. И. Вернадского // Экосистемы, их оптимизация и охрана. -2012. -№ 6. C. 50–61.
- Пулавский В. Е. Сем. Sphecidae роющие осы. / Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. III. Перепончатокрылые. Ч. I. Л.: Наука, 1978. С. 173—279.
- Семик А. М., Семик Е. А. Материалы к инвентаризации энтомофауны разнотравнозлаковой степи природного заповедника Опукский // Заповедники Крыма на рубеже тысячелетий. Материалы респ. конф. (Симферополь, 27 апреля 2001 г.). Симферополь, 2001. С. 95–96.
- Семик А. М., Могильная Н. А. Современное состояние фауны Опукского природного заповедника // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона. Материалы V Международ. конф. (Керчь, 8–9 октября 2009 г.) Керчь, 2010. С. 94–99.
- Фатерыга А. В., Ковблюк Н. М. Экология гнездования роющей осы *Sceliphron curvatum* (F. Smith, 1870) (Hymenoptera, Sphecidae) на Украине // Евразийский энтомологический журнал. 2013. Т. 12, № 3. С. 309–314.
- Фатерыга А. В., Ковблюк Н. М. Экология гнездования осы *Sceliphron destillatorium* (Illiger, 1807) (Нутепортега, Sphecidae) в Крыму // Энтомологическое обозрение. 2014. Т. 93, № 1. С. 43–52.
- Фатерыга А. В., Шоренко К. И. Осы-сколии (Hymenoptera: Scoliidae) фауны Крыма // Українська ентомофауністика 2012. Т. 3, № 2. С. 11—20.
- Шестаков А. В. Род *Cerceris* Latr. (Hymenoptera, Crabronidae) в фауне Крымскаго полуострова // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского. 1917. № 1. С. 47–49.
- Шоренко К. И. Новые данные по фауне роющих ос (Apoidea: Ampulicidae, Sphecidae, Crabronidae) Украины // Известия Харьковского энтомологического общества. -2002(2003). -T. 10, № 1 (2) -C. 96–98.
- Шоренко К. И. Роющие осы (Hymenoptera: Sphecidae, Crabronidae) Карадагского природного заповедника. // Заповедники Крыма: заповедное дело, биоразнообразие, экообразование. Материалы III научн. конф. Ч. II. Зоология беспозвоночных. Зоология позвоночных. Экология (Симферполь, 22 апреля 2005 г.) Симферополь, 2005а. С. 97–100.
- Шоренко К. И. К фауне роющих ос (Hymenoptera: Ampulicidae, Sphecidae, Crabronidae) Крымского полуострова. // Кавказский энтомологический бюллень. 2005б. Т. 1, № 2. С. 161–170.
- Шоренко К. И. Дополнения к фауне роющих ос (Hymenoptera, Sphecidae, Crabronidae) Крымского полуострова. // Кавказский энтомологический бюллень. -2007а. Т. 3, № 2. С. 257-259.
- Шоренко К. И. Ландшафтно-биотопическое распределение роющих ос (Hymenoptera: Ampulicidae, Sphecidae, Crabronidae) Крымского полуострова // Заповедники Крыма 2007. Материалы IV Международной науч.-практич. конф. (2 ноября 2007 г., Симферополь). Ч. 2. Зоология. Симферополь, 2007б. С. 227—233.
- Шоренко К. И. Размеры видовых ареалов роющих ос (Hymenoptera: Ampulicidae, Sphecidae, Crabronidae) Крымского полуострова // Заповедники Крыма. Теория, практика и перспективы заповедного дела в Черноморском регионе. Материалы V Международной науч.-практич. конф. (Симферополь, 22–23 октября 2009 г.). Симферополь, 2009. С. 366–371.
- Шоренко К. И., Коновалов С. В. Новые данные о роющих осах (Hymenoptera: Sphecidae, Crabronidae, Ampulicidae) фауны Українська ентомофауністика. 2010. Т. 1, № 2. С. 9–12.
- Шоренко К. И. История изучения и кадастровый список видов роющих ос (Hymenoptera: Ampulicidae, Sphecidae, Crabronidae) Крыского полуострова // 100 лет Карадагской научной станции / Сборник научных трудов. Симферополь: Н. Оріанда, 2015. С. 325—370.
- Шоренко К. И. Сезонная динамика численности роющих ос (Hymenoptera: Ampulicidae, Sphecidae, Crabronidae) в Крыму // Экосистемы. -2017а. -№ 9 (39). C. 74–85.
- Шоренко К. И. К изучению фауны сколий (Hymenoptera, Scoliidae) Крымского полуострова // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского природного заповедника РАН. 20176. № 1 (3). С. 12–28.
- Шоренко К. И. Опыт использования ловушки Малеза в Карадагском природном заповеднике // Тезисы Всероссийской научной конференции «Научные исследования на заповедных территориях», посвященной 160-летию со дня рождения основателя Карадагской научной станции, доктора медицины, приват-доцента Московского университета Терентия Ивановича Вяземского, а также Году экологии в России (Курортное, 9–14 октября 2017 г.). Симферополь: ИТ «Ариал», 2017в. С. 51.
- Штейнберг Д. М. Фауна СССР. Насекомые перепончатокрылые / Сем. сколии (Scoliidae). Т. 8. М., Л.: АН СССР, 1962.– 186 с.

Budris E. Two «rare» wasps, *Diodontus brevilabris* and *Polemistus abnormis* (Hymenoptera, Sphecidae) from southwest Russin //Acta Zoologica Lituanica Entomologica. – 1998. – Vol. 8, N 3. – P. 81–85.

Dollfuss H. A worldwide revision of *Pemphredon* Latreille, 1796 (Hymenoptera, Sphecidae) // Linzer Biologische Beiträge. – 1995. – Vol. 27, N 2. – P. 905–1019.

Dollfuss H. The sphecid wasp of the genus *Pemphredon* Latreille, 1756 of «Biologiezentrum Linz» collection in Linz, Austria (Hymenoptera: Sphecidae) // Linzer Biologische Beiträge. – 2001. – Vol. 33, N 1. – P. 269–273.

Dollfuss H. The Pemphredoninae wasps of «Biologiezentrum Linz» collection in Linz, Austria (Hymenoptera, Apoidea, Crabronidae) // Linzer Biologische Beiträge. – 2004a. – Vol. 36, N 1. – P. 105–129.

Dollfuss H. The Crabroninae wasps of «Biologiezentrum Linz» collection in Linz, Austria (Hymenoptera, Apoidea, Crabronidae), Part 1 // Linzer Biologische Beiträge. – 2004b. – Vol. 36, N 1. – P. 761–784.

Dollfuss H. The Crabroninae wasps of «Biologiezentrum Linz» collection in Linz, Austria (Hymenoptera, Apoidea, Crabronidae), Part 2 // Linzer Biologische Beiträge. – 2006. – Vol. 38, N 1. – P. 505–532.

Dollfuss H. The Sphecini wasps of the genera *Chilosphex* Bohart & Menke, *Isodontia* Patton, *Palmodes* Kohl, *Prionyx* Vander Linden and *Sphex* Linnaeus of the «Biologiezentrum Linz» – collection in Linz, Austria Hymenoptera, Apoidea, Sphecidae) // Linzer Biologische Beiträge. – 2008. – Vol. 40, N 2. – P. 1399–1434.

Fateryga A. V., Protsenko Yu. V., Zhidkov V. Yu. *Isodontia mexicana* (Hymenoptera, Sphecidae), a new invasive wasp species in the fauna of Ukraine reared from trap-nests in the Crimea // Вестник зоологии. — 2014. — Т. 48, N 2. — С. 185—188.

Lelej A. S., Mokrousov M. V. The types of Scoliidae (Hymenoptera), discribed by Eduard Eversmann, with some taxonomic notes and checklist of Russian Scoliidae // Far Eastern Entomologist. – 2017. – N 340. – P. 1–17.

Mokrousov M. V. Popov I. B. Digger wasps (Hymenoptera, Apoidea: Ampulicidae, Sphecidae, Crabronidae) of the Black sea coast of Krasnodar territory, Abkhazia, and adjacent areas // Entomological Review. — 2016. — Vol. 96, N 5. — P. 559—599.

Nemkov P. G. To synonymes of Palaearctic digger wasps of the tribe Gorytini (Hymenoptera: Sphecidae). P. II // Far Eastern Entomologist. -1997. - N47. - P. 19.

Nemkov P. G. Review of the *Gorytes kohlii* species group (Hymenoptera: Sphecidae, Bembecinae) // Far Eastern Entomologist. – 1999. – N 81. – P. 1–5.

Nemkov P. G. Review of the digger wasps of the genus *Synnevrus* A. Costa (Hymenoptera, Crabronidae, Bembicinae) of Russia and neighboring countries // Far Eastern Entomologist. – 2001. – N 98. – P. 1–11.

Nemkov P. G. Review of the digger wasps of the genus Brachystegus A. Costa (Hymenoptera, Crabronidae, Bembicinae) of Russia and neighboring countries // Far Eastern Entomologist. – 2003. – N 131. – P. 1–5.

Nemkov P. G. Review of the digger wasps of the genus *Palarus* Latreille in Russia and neighbouring countries (Hymenoptera, Crabronidae, Larrinae) // Entomofauna. – 2005. – Vol. 26, N 14. – P. 241–252.

Pulawski W. J. A revision of the world *Prosopigastra* Costa (Hymenoptera, Sphecidae) // Polskie Pismo Entomologiczne. – 1979. – N 49 – P. 3–134.

Schmid-Egger C. A revision of *Entomosericus* Dahlbom, 1845 (Hymenoptera: Apoidea: "Sphecidae") // Journal of Hymenoptera Research. – 2000. – Vol. 9, N 2. – P. 352–362.

Schmid-Egger C. Key and new records for the western palaearctic species of *Gorytes* Latreille 1804 with description of a new species (Hymenoptera, Sphecidae, Bembicinae) // Linzer Biologische Beiträge. – 2002. – Vol. 34, N 1. – P. 167–100

Schmid-Egger C. Revision of *Bembecinus* (Hymenoptera, Crabronidae) of the Palaearctic region // Notes fauniques de Gembloux. – 2004. – N 54. – P. 3–69.

Schulz W.A. Ein Beitrag zur Faunistik der paläarktischen Spheciden // Zeitschrift für Entomologie (Neue Folge). – 1904. – N 29. – P. 90–102.

Shorenko K. I. Evaluation of distribution species of the digger wasps and scoliid wasp (Hymenoptera: Sphecoidae, Scoliidae) in the natural areas of the Crimean peninsula // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 121–136.

The article presents the results of the investigation of the distribution of the 241 species digger wasps and 9 species scoliid wasp in the landscaped areas of the Crimean peninsula. Data on the abundance and distribution of Sphecoidae and Scoliidae species in the landscape areas of the Crimea are given. The similarity of the species composition of Crimea's natural areas in subfamilies is analyzed. The annotated list of species of digger wasps and scoliid wasp is present. The maps of places of their collection, distribution of a species is given and graphs of similarity are given. As a result of the study it was established that the subfamily Scoliinae has a high similarity of the species composition in the steppe part of the Crimea, the foothills of the Crimea and the eastern part of the Southern coast of Crimea. The subfamily Ammophilinae has a high similarity of species composition in the steppe Crimea, the Kerch Peninsula, the foothills of the Crimea and the western part of the Southern coast of the Crimea. The subfamily Sceliphrinae has a high similarity of species composition in the steppe Crimea, the Kerch Peninsula and the eastern part of the Southern coast of the Crimea. The subfamily Sphecinae has a high similarity of species composition in the steppe Crimea (including the Tarkhakut and Kerch peninsula) and the foothills of the Crimea. The subfamily Astatinae has a high similarity of species composition in the steppe Crimea and foothills, as well as in the eastern and western parts of the South Coast. The subfamily Philantinae has a high similarity of species composition in the steppe part of the Crimea, the Kerch Peninsula and the eastern part of the southern coast of the Crimea. Most species of Scoliidae, Ampulicidae, Sphecidae, and Crabronidae are found in the arid steppe and forest-steppe zone of the Crimean peninsula.

Key words: digger wasps, scoliid wasp, Scoliidae, Sphecoidae, Crimea, fauna, landscaped areas.

УДК 595.799

Сравнительная характеристика медоносных пчел (Apis mellifera) зоны Предгорных лесостепей Крыма

Талалайко А. С.¹, Быкова Т. О.¹, Ивашов А. В.¹, Саттаров В. Н.²

¹ Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского Симферополь, Республика Крым, Россия talalaiko1994@yandex.ru, t.o.bykova@mail.ru, aivashov@mail.ru ² Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы Уфа, Республика Башкортостан, Россия wener5791@yandex.ru

В статье приводятся результаты анализа экстерьерных признаков медоносной пчелы разного происхождения с последующим сравнением полученных значений с породными стандартами. Материал был собран на пасеке в селе Вишенном (Белогорский р-н, Республика Крым, пчеловод И. М. Краев), на пасеке в селе Железнодорожном (Бахчисарайский р-н, Республика Крым, пчеловод О. В. Мурко), в пчелопитомнике Башкирской Республики и на частной пасеке в районе Красных пещер у поселка Перевального (Симферопольский р-н, Республика Крым, пчеловод С. П. Миловацкий). Исследуемые пчелы товарных пасек предгорной зоны Крыма, так же, как и Башкирской Республики, не являются чистопородными. Установлено, что пчелы района Красных пещер в условиях географической удаленности и самовоспроизведения проявили фенотипическое смещение кубитального и тарзального индексов в сторону исследованных пчел из села Вишенного. Анализ медоносных пчел из села Железнодорожного показал, что исследуемых пчел товарной пасеки нельзя отнести к какой-либо конкретной породе. По морфометрическим показателям все исследуемые группы пчел не соответствуют эталонным параметрам Apis mellifera taurica Alpatov, 1948.

Ключевые слова: медоносная пчела, Apis mellifera taurica, экстерьерные признаки, порода, Крым.

Медоносная пчела как одомашненный вид насекомых в настоящее время широко используется в самых разных агроэкосистемах (Наумкин, Мазалов, 2016). Однако медоносная пчела встречается и в природных экосистемах и, в том числе, на территории Крымского полуострова. Не смотря на сильнейшее антропогенное воздействие на этот вид, не исключено, что когда-то широко распространенный в Крыму подвид (порода) крымской пчелы, описанный В. В. Алпатовым как Apis mellifera taurica (Alpatov, 1948), сохранился в предгорьях или горных лесах Крыма. Если исходить из этого предположения, то необходимо в срочном порядке начать широкомасштабные работы по поиску этого подвида как путем анализа отдельных семей на товарных пасеках, так и среди отловленных пчел из районов, удаленных от поселений человека, то есть в горных лесах Крыма. Для этого проводили сравнительные морфометрические исследования пчел из нескольких пасек, расположенных стационарно в предгорьях Крыма. С целью лучшего понимания процессов, происходящих в генофондах популяций пчелы медоносной, брали для сравнения также пчел из другого значительно удаленного от Крыма региона России – Башкирии. Такие исследования, безусловно, имеют смысл, исходя из тех соображений, что есть насущная необходимость сохранять особо ценные отечественные породы и популяции медоносных пчел на обширных территориях Российской Федерации.

Следует отметить, что выявление закономерностей изменения морфометрических признаков и корреляционных связей между ними актуально для прояснения ситуации на Крымском полуострове, в том числе для определения преобладающей породы на территории его предгорной зоны. В этой связи большой интерес представляет сравнение морфометрических показателей медоносных пчел Крыма и Башкирии с ранее широко использовавшейся породой крымской пчелы — $Apis\ mellifera\ taurica$.

Таким образом, основной целью исследования являлось определение состояния породности пчелы медоносной разного происхождения и сопоставление морфометрических

показателей породности пчел, отобранных из товарных пасек Крыма и Башкирской Республики.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования послужили четыре группы рабочих особей медоносной пчелы разного происхождения. Первая группа пчел была собрана в селе Вишенном (Белогорский р-н, Республика Крым, пчеловод И. М. Краев). Пасека начала действовать в 2000 году на основе карпатской породы пчел, где они воспроизводились без внешнего пополнения плодными матками до настоящего времени. Вторая — в селе Железнодорожном (Бахчисарайский р-н, Республика Крым, пчеловод О. В. Мурко). Породность пчел этой группы до настоящего времени не определялась. Третья представлена предположительно среднерусской породой. Получена она с территории неизвестного питомника в Башкирской Республике. Пчелы четвертой группы были собраны на территории частной пасеки в районе Красных пещер поселка Перевального (Симферопольский р-н, Республика Крым, пчеловод С. П. Миловацкий). Эти пчелы были привезены из Киргизии в 1985 году и по сей день они воспроизводятся без использования чужих плодных маток.

Для анализа экстерьерных признаков использовалась методика, разработанная В. В. Алпатовым. Из каждой семьи на пасеке отбирали по 20–30 рабочих особей. Пчел усыпляли холодом. Правое переднее крыло и хоботок фиксировали на стекле и измеряли под бинокулярным микроскопом с помощью окуляр-микрометра. Замер длины крыла проводили под 10-кратным увеличением, прочие измерения — под 20-кратным (Алпатов, 1948). Таким способом получили числовые значения для таких признаков как кубитальный индекс (%), длина хоботка (мм) и тарзальный индекс (%). Дискоидальное смещение определяли по Ф. Гетце (Гетце, 1992). Приведенные характеристики исследуемых групп рабочих особей медоносных пчел сравнивали с эталонными. Обработку полученных данных проводили в программе Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В связи с поставленными целями и задачами на первом этапе был проведен анализ экстерьерных признаков изучаемых групп медоносной пчелы с последующим сравнением полученных значений с породными стандартами.

Как показали ранее выполненные исследования, проведенные в Крыму (Ivashov, Ostroglyad, 2012; Ивашов и др.., 2016), наиболее значимыми морфометрическими признаками породности являются: кубитальный индекс, дискоидальное смещение, длина хоботка и тарзальный индекс.

Усредненные результаты измерений морфометрических показателей исследуемых образцов пчел товарных пасек с эталонными показателями представлены в таблице 1. К сожалению, в эталонных характеристиках, взятых из классических работ, проведенных в 19 и первой половине 20-го веков, использовались не современные статистические показатели, а только вариации размаха. Однако мы сочли возможным сопоставить с ними интервалы доверительной вероятности, вычисленные для 5 % уровня значимости.

Как видно из данных таблицы 1, у исследуемых групп пчел положительное дискоидальное смещение проявилось у пчел товарных пасек, расположенных в селе Вишенном и в районе Красных пещер. У пчел товарной пасеки села Железнодорожного оно составило 50 %, тогда как у пчел из питомника (Башкирия) оказалось нулевым. Нейтральное дискоидальное смещение четко отличается у пчел из села Железнодорожного (26 %) и питомника (29 %). Отрицательное дискоидальное смещение наблюдалось у пчел из Башкирии (71 %) и из села Железнодорожного (24 %). Таким образом, по этому показателю они не соответствуют эталонным значениям пчелы из питомника в Башкирии, предположительно среднерусской породы, что говорит об их нечистопородности.

Значение длины хоботка отличается от эталона карпатской породы у пчел товарной пасеки села Вишенного $(6,53\pm0,3 \text{ мм})$. Наименьшее значение данного признака оказалось у пчел района Красных пещер $(5,95\pm0,5 \text{ мм})$. У других групп оно находится в пределах от 6,0 мм до 6,8 мм, поэтому этот признак пригоден для определения пород этих пчел.

Tаблица I Сравнительная характеристика образцов пчел товарных пасек с эталонными показателями

			Среднее значение морфометрических показателей, \overline{x} ± St						
	Группа пчел	n	Кубиталь ный		коидальн ещение, ^о		Длина хоботка,	Тарзаль ный	
			индекс, %	«+»	«0»	~~ >>	MM	индекс, %	
	Карпатская порода (по В. А. Гайдару, 2004)	-	33–43	85– 100	0–15	0–5	6,6–6,7	57–60	
ıe	Среднерусская порода (по В.П. Николаенко, 2005)	-	60–65	0	5–10	90– 95	6,0-6,4	55–60	
ле даннь	Краинская порода (по В. В. Алпатову, 1948)	-	46–47	80– 100	0–20	0–5	6,4–6,8	58–61	
Эталонные данные	Дальневосточные пчелы (по Н. А. Харченко, В. Е. Рындин, 2003)	-	40–50	72–94	0–6	0–28	4,7–5,0	50–60	
	Apis mellifera taurica Alp. (пчела медоносная крымская) (по В. В. Алпатову, 1948)	-	57,98±0,77	-	-	-	6,44±0,0 2	57,73±0,13	
ирі	Пчелы товарной пасеки с. Вишенного (карпатская), Крым	233	44,7±6,5	100	0	0	6,53±0,3	59,9±2,0	
ые обра	Пчелы питомника в Башкирии (среднерусская)	92	49,1±9,6	0	29	71	6,30±0,4	58,6±2,2	
Исследуемые образцы	Пчелы товарной пасеки с. Железнодорожного, Крым	416	48,1±8,1	50	24	26	6,65±0,5	58,9±2,0	
Исс	Пчелы товарной пасеки р-на Красных пещер, Крым	54	44,3±6,3	100	0	0	5,95±0,5	58,8±2,7	

Значение кубитального индекса у исследуемых пород пчел также имеет некоторые отличия: пчелы из питомника имеют наивысшее значение определяемого признака $(49,1\pm9,6\%)$, пчелы села Железнодорожного $-48,1\pm8,1\%$, пчелы села Вишенного $-44,7\pm6,5\%$, пчелы района Красных пещер - наименьшее значение кубитального индекса $-44,3\pm6,3\%$.

Следует отметить, что значение тарзального индекса у всех исследуемых пчел находится в эталонных пределах – от 50 % до 60 %: пчелы из питомника – $58,6\pm2,2$ %, село Железнодорожное – $58,9\pm2,0$ %, село Вишенное – $59,9\pm2,0$ %, пчелы района Красных пещер – $58,8\pm2,7$ %. Таким образом, этот признак не может быть использован для определения породы этих пчел.

В результате анализа полученных данных можно утверждать, что произошла метизация и в настоящее время пчелы товарной пасеки села Вишенного и питомника в Башкирии

вырождены. Причиной этого является отсутствие надлежащего контроля над скрещиванием маток с трутнями других пород.

Несмотря на изолированность, у пчелы товарной пасеки, расположенной в районе Красных пещер, наблюдалось фенотипическое смещение двух признаков (кубитального и тарзального индексов) в сторону пчел товарной пасеки села Вишенного. Скорее всего, это связано со сходными условиями существования в пределах Крымского предгорья.

Проведенный анализ породной принадлежности исследуемой группы пчел из села Железнодорожное показал, что 65 % семей по совокупности всех признаков не совпадает друг с другом, так как во всех семьях, которые могут быть отнесены к породным по средним значениям, размах вариации очень велик. Если принимать во внимание показатели пчел товарных пасек, самовоспроизводящихся в течение многих лет, то следует отметить, что около 14 % семей отвечает параметрам пчел района Красных пещер, остальные (21 %) соответствуют по основным признакам пчелам товарной пасеки из села Вишенного.

Следует отметить, что в ходе работы были установлены отличия всех анализируемых групп пчел от эталонных параметров *A. mellifera taurica*, описанной В. В. Алпатовым еще в 1948 году. Результаты сравнения морфометрических показателей исследуемых товарных пасек Крымского предгорья с эталонными параметрами *Apis mellifera taurica* представлены в таблице 2.

 Таблица 2

 Сравнительная характеристика образцов пчел товарных пасек Крымского предгорья с эталонными параметрами Apis mellifera taurica (Alpatov, 1948)

Гаута тист	Среднее значение морфометрических показателей, $\bar{x} \pm \mathrm{St}$					
Группа пчел	Кубитальный индекс, %	Длина хоботка, мм	Тарзальный индекс, %			
Пчелы товарной пасеки села Вишенного	44,7±6,5	6,53±0,3	59,9±2,0			
Пчелы товарной пасеки села Железнодорожного	48,1±8,1	6,65±0,5	58,9±2,0			
Пчелы товарной пасеки района Красных пещер	44,3±6,3	5,95±0,5	58,8±2,7			
Apis mellifera taurica Alp. (пчела медоносная крымская), эталон (по В. В. Алпатову, 1948)	57,98±0,77	6,44±0,02	57,73±0,13			

Как видно из данных таблицы 2, значение кубитального индекса ниже, чем у эталона $(57,98\pm0,77~\%)$, у пчел из села Вишенного $(44,7\pm6,5~\%)$, села Железнодорожного $(48,1\pm8,1~\%)$ и р-на Красных пещер $(44,3\pm6,3~\%)$. Значение длины хоботка выше у пчел из села Вишенного $(6,53\pm0,3~\text{мм})$ и села Железнодорожного $(6,65\pm0,5~\text{мм})$. Однако у пчел р-на Красных пещер оно оказалось ниже эталонного значения $(5,95\pm0,5~\text{мм})$ против $6,44\pm0,02~\text{мм})$. Тарзальный индекс отличается у всех исследуемых групп более высоким значением, чем у эталона $(57,73\pm0,13~\%)$. Подводя итог, следует отметить, что среди исследуемых групп пчел предгорной зоны Крыма *Apis mellifera taurica* не обнаружено.

выводы

1. Установлено, что исследуемые пчелы товарных пасек предгорной зоны Крыма, так же, как и Башкирской Республики, не являются чистопородными. Неконтролируемый завоз и метизация плодных маток зашли настолько далеко, что образцы анализируемых пчел предположительно карпатской породы оказались близки к краинской породе, а среднерусской – к эталонным показателям дальневосточных пчел.

- 2. Пчелы района Красных пещер даже в условиях географической удаленности и более 30-ти летнего самовоспроизведения проявили фенотипическое смещение некоторых количественных признаков (кубитальный индекс 44,3 %, тарзальный индекс 58,8 %) в сторону исследованных пчел из села Вишенного, но не эталона карпатской породы, что, вероятнее всего, вызвано влиянием сходных условий существования в Крыму.
- 3. Анализ медоносных пчел из села Железнодорожного показал очень большую разнородность семей, каждую из которых нельзя отнести к какой-либо конкретной породе. Около 65% семей по совокупности всех признаков не совпадает друг с другом, 14% отвечает параметрам пчел района Красных пещер, 21% соответствует по основным признакам пчелам товарной пасеки из села Вишенного.
- 4. По морфометрическим показателям все исследуемые группы пчел не соответствуют эталонным параметрам крымской пчелы. Они отличаются очень низкими значениями кубитального индекса, более высоким значением длины хоботка (исключение пчелы района Красных пещер). Таким образом, можно утверждать, что среди анализируемых групп пчел Крымского предгорья подвида *Apis mellifera taurica* не обнаружено.

Благодарности. Авторы благодарны пчеловодам И. М. Краеву, О. В. Мурко и С. П. Миловацкому за предоставленный материал для проведения исследований.

Список литературы

Алпатов В. В. К вопросу об изучении пород пчел // Пчеловодное дело. – 1924. – № 8–9. – С. 242–243.

Алпатов В. В. Породы медоносной пчелы. – М.: Издательство Московского общества испытателей природы, 1948. - 183 с.

Гайдар В. А. Сравнительная оценка карпатских и краинских пчел // Пчеловодство. — 2004. — N 8. — С. 18—20.

Гетце Ф. Разведение пчел. – М.: Наука, 1964. – 198 с.

Еськов Е. К. Экология медоносной пчелы. – М.: Колос, 1992. – 336 с.

Еськов Е. К. Экология медоносной пчелы. – Рязань: Русское слово, 1995. – 392 с.

Ивашов А. В., Быкова Т. О., Саттаров В. Н., Маннапов А. Г. Состояние и сохранность *Apis mellifera taurica* на территории Крыма // Пчеловодство. -2016. -№ 9. - С. 20–23.

Кожевников Γ . А. Кавказские породы пчел в связи с вопросом о породах пчел вообще // Вестник русского общества пчеловодства. — 1900. — C. 10-15.

Малков В. В. Племенная работа на пасеке. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 176 с.

Наумкин В. П., Мазалов В. И. Насекомые – опылители агроценозов энтомофильных культур // Журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». – ГНУ «ВННИЗБК» РАСХН., 2016. – № 3 (19). – С. 114–118.

Николаенко В. П. Племенная работа с пчелами. – Ростов н/Д: БАРО-ПРЕСС, 2005. – 144 с.

Харченко Н. А., Рындин В. Е. Пчеловодство. – М.: Академия, 2003. – 368 с.

Ostroglyad A. N., Ivashov A. V. Certain characteristics of the Ukrainian steppe race melliferous bee in conditions of the Crimean south shore // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. — 2012. — № 2. — С. 169—171.

Talalayko A. C., Bykova T. O., Ivashov A. V., Sattarov V. N. The comparative characteristics of honey bees (*Apis mellifera*) in the Crimean foothills // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 137–141.

The article presents the results of the analysis of the exteriors of the honey bee of different origin are presented, followed by a comparison of the values obtained with breed standards. The material was collected in the apiaries in the villages: Vyshennoe (Belogorsky district, Republic of Crimea, the beekeeper I. M. Kraev), Zheleznodorozhnoe (Bakhchisaray borough, the Republic of Crimea, the beekeeper O. V. Murko); nursery of the Bashkir Republic; private apiary of the Red Caves district of Perevalnoe settlement (Simferopolsky District, Republic of Crimea, beekeeper S. P. Milovatsky). The studied bees of commodity apiaries of the foothill zone of the Crimea as well as the Bashkir Republic are not pure. Found that bees of the area of Red caves in terms of geographical distance and of itself showed a phenotypic shift and cubital dorsalnogo indices in the direction of studied bees from the village of Vyshennoe. Analysis of honey bees from the village of Zheleznodorozhnoe that the studied bees commodity apiary can not be attributed to any specific breed. For all morphometric parameters in the investigated groups of bees does not match the reference parameters of *Apis mellifera taurica* Alpatov, 1948.

Key words: honey bee, exteriors, breed, Crimea.

Поступила в редакцию 05.06.18

УДК 598.2 (477.75)

Материалы к характеристике начального периода осенней миграции птиц в Горном Крыму в 2011 году

Костин С. Ю.¹, Кучеренко В. Н.²

¹ Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН Ялта, Республика Крым, Россия serj_kostin@mail.ru
² Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского Симферополь, Республика Крым, Россия zookuch@ukr.net

Учеты птиц проводились 3–8.09.2011 на северо-восточном склоне г. Ай-Петри (1198 м н. у. м., 44°29′ 35.38″S 34°02′40.28″ W). Изучались видовой состав, численность мигрантов, высота, направление и суточный ритм пролета. За время наблюдений отмечено не менее 33970 особей (31326 — определено до вида) 46 видов птиц. Доминировали по численности: осоед (*Pernis apivorus*), золотистая щурка (*Merops apiaster*), береговушка (*Riparia riparia*) и воронок (*Delichon urbica*). Южный и юго-западный векторы миграции установлены у осоеда, черного коршуна (*Milvus migrans*), болотного луня (*Circus aeruginosus*) и золотистой щурки. Выявлена высокая вероятность миграции трех видов хищных птиц через Черное море: осоед, черный коршун и болотный лунь. Мигрирующие птицы могут пересекать море ночью. Предполагаем, что хищные птицы, летящие на высоте 500–800 м от поверхности яйлы, море пересекают на высоте 1,7–2,0 км.

Ключевые слова: птицы, миграция, численность, Ай-Петри, Черное море, Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение миграций птиц относится к одному из основных направлений регионального орнитологического мониторинга, поскольку мигрирующие птицы составляют многочисленный и разнообразный компонент орнитофауны любого региона. Крымский полуостров находится на пути перемещений птиц с огромных пространств Евразии в сторону основных зимовок, расположенных в Африке, Средиземноморье, Западной Европе. Согласно современным воззрениям, миграция птиц идет широким фронтом, но внутри него образуются участки с повышенной концентрацией мигрантов – пролетные пути, которые могут соединяться и разветвляться. Такие сужения миграционных потоков наблюдаются преимущественно вдоль экологических русел или по крайней мере по экологически благоприятным местам (Михеев, 1981; Севастьянов, 1992). Как указано в карте пролетных путей осенней миграции М. А. Мензбира (1934), вдоль Азово-Черноморского побережья проходит один из основных потоков – Понтийский, или Черноморский («Via Pontica flyway»), по которому птицы пересекают Крымский полуостров осенью с северо-востока на юго-запад, либо вдоль южного побережья, либо огибая его с севера.

Такое представление о перемещении птиц через полуостров вполне логично объясняется его географическим положением, и данные по некоторым видам птиц действительно подтверждают такую картину. Так, белолобые гуси (Anser albifrons (Scop.) в большинстве своем мигрируют через равнинную часть Крыма, преимущественно придерживаясь направления с востока на запад и юго-запад (Полуда, 2009). В отличие от этого вида, серый журавль (Grus grus [L.]) придерживается южного направления, пересекая Черное море и достигая Турции (Грищенко, 1994б, 2007; Редчук и др., 2015). Данные спутникового мечения птиц показали, что Черное море могут пересекать также скопа (Pandion haliaetus [L.]) (Гаврилюк, 2011а) и балобан (Falco cherrug (Gray) (Гаврилюк, 2011б). Вопрос о пересечении моря другими видами остается открытым.

Многолетнее изучение сезонных особенностей населения птиц Крыма привели к накоплению массива данных о видовом составе, сроках и численности различных экологических групп птиц в разных районах полуострова. Материалы были получены во время массового кольцевания лебедя-шипуна (*Cygnus olor* [Gm.]), колониальных ржанкообразных и цаплевых в 1960-х годах, а также большого баклана (*Phalacrocorax carbo* [L.]) и воробьиных в 1970-е годы на Лебяжьих островах (Костин, 1976, 1978а, 1978б, 1979; Костин, Тарина, 2005), изучения предмиграционных скоплений журавлей (Гринченко, 1988, 1989; Горлов, 1998), послегнездового распределения птиц (Размещение околоводных птиц.., 1999; Попенко и др., 2003) и массового мечения куликов (Хоменко, 2001; Черничко, 2010 и др.) на Сиваше, миграций на Тарханкутском полуострове (Попенко и др., 2006; Дядичева и др., 2007, 2009). Сведения о фенологических сроках и численности мигрантов содержат региональные сводки (Пузанов, 1931; Костин, 1983; Бескаравайный, 2008; Костин, 2014а), аннотированные списки орнитофауны заповедников Крыма (Костин, Бескаравайный, 2011а, 20116; Бескаравайный, Костин, 2011; Тарина, Костин, 2011) и ряд специальных работ (Бескаравайный и др., 1999; Попенко и др., 2003; Кучеренко, Чирний, 2011).

Дискуссионным остается вопрос существования определенного вектора преодоления птицами Крымского полуострова. Так, некоторые исследователи в разных районах Крыма наблюдали преобладание северо-восточного направления на осенней миграции для птиц некоторых систематических групп, прежде всего воробьинообразных (Костин, 1983; Севастьянов, 1992). Это дало основание полагать, что осенью летящие вдоль северного побережья Азовского моря в юго-западном направлении птицы случайно залетают на Крымский полуостров, после чего, не решаясь пересечь Черное море, улетают через северные районы Крыма (Севастьянов, 1992). Результаты наблюдений на Тарханкутском полуострове (Домашевский, 2002а; Кучеренко, Кучеренко, 2014) и на Лебяжьих островах (Тарина, Костин, 2011) подтверждают преобладание северного и северо-западного направления перемещений для птиц некоторых систематических групп, прежде всего голенастых, хищных и воробьиных.

Не определен вектор преодоления птицами Крымской горной гряды. В юго-восточной части Горного Крыма преобладающее направление пролета определяется достаточно неопределенно: или «не является южным, за исключением золотистой щурки (Merops apiaster [L.])» (Бескаравайный, 1999), или восточное и северо-восточное для аистообразных птиц (Бескаравайный, 2005). В то же время в отдельные дни в Крымском заповеднике (Бескаравайный и др., 1999; Костин, 2014а), на Ай-Петринской яйле (Домашевский, 2002б), в районе Севастополя (Костин, 2014б) и других районах (Кучеренко и др., 2017) наблюдалась миграция серых журавлей и соколообразных в юго-западном направлении.

Таким образом, общая картина миграционных направлений птиц через Крымский полуостров противоречива и еще далека от понимания. В этой связи любые наблюдения видимых миграций, равно как и сведения о численности мигрантов, представляют определенный интерес.

Цель настоящих исследований – охарактеризовать особенности начального этапа миграции птиц через Крымские горы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для проведения учетных работ нами была выбрана площадка в восточной части Ай-Петринского нагорья (яйлы), в районе орнитологического стационара по изучению осенней миграции перепела (*Coturnix coturnix* [L.]) и коростеля (*Crex crex* [L.]) (Гринченко, 2005; Щеголев, Щеголев, 2012; 2013). Учетные работы проводились 3–8.09.2011 на северовосточном склоне вершины Бедене-Кыр (1198 м н. у. м., 44°29′35.38″S 34°02′40.28″ W), в окружении луговых степей, перемежающихся посадками из сосны (*Pinus* sp.) и клена (явора) (*Acer pseudoplatanus*). С северной стороны яйла граничит с лесом из высокоствольного бука (*Fagus orientalis*), который по балкам заходит на яйлу (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид с места наблюдения на г. Ай-Петри

Наблюдения проводились ежедневно с 7 до 19 часов с перерывом с 12 до 14 часов. Только в первый день, 03.09., учеты проводились с 17:00 до 19:00. Данные хронометрировали с почасовой разбивкой, при этом отмечали метеоусловия, направление и высоту движения мигрантов, их численность. Использовались бинокли БПЦ4 8×30 , оптическую трубу Sibir Optics TM 20÷50x50 WA Zoom.

Наблюдения проходили в условиях череды двух циклонов: 3-5.09. дул северо-западный ветер, иногда срывался дождь, 5-8.09. установилась практически безоблачная и безветренная погода.

При наблюдениях основное внимание уделяли определению видового состава и численности, а также основным параметрам миграции — направлению и высоте пролета, суточной интенсивности. Поскольку не применялись маршрутные методы для учета птиц в закрытых биотопах, то ряд видов, характерных для яйлы, не регистрировался. К таким относятся вяхирь (*Columba palumbus* [L.]), пестрый дятел (*Dendrocopos major* [L.]), сойка (*Garrulus glandarius* [L.]), зарянка (*Erithacus rubecula* [L.]) и др.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За время наблюдений отметили не менее 33970 особей (31326 определено до вида) 46 видов птиц (табл. 1). Практически все эти виды относятся к ранним мигрантам, но присутствовали также птицы местных гнездящихся популяций.

Среди зарегистрированных птиц по таксономическому составу преобладали представители соколообразных — 15 и воробьиных — 28 видов; по одному представителю куриных, пастушков, козодоев, длиннокрылых и ракшеобразных.

Поскольку учеты проводились с возвышения среди открытого пространства, численность многих птиц, укрывающихся в лесных местообитаниях, оказалась заниженной, а отдельные виды, характерные для яйлы, вовсе не регистрировались.

Соколообразные. Из 15 видов соколообразных самым многочисленным был осоед (Pernis apivorus) – 564 особей (табл. 1), численность остальных не превышала 26 особей. Большинство отмеченных видов хищных птиц не демонстрировало каких-либо миграционных устремлений: летело невысоко, до 100-200 м, при этом часто меняя направление полета. Такое поведение было характерно как для явно пролетных видов, таких как ястреб-перепелятник (Accipiter nisus), орел-карлик (Hieraaetus pennatus), чеглок (Falco subbuteo), так и для птиц, вероятнее всего, принадлежащих местным популяциям – ястребтетеревятник (Accipiter gentilis), черный гриф (Aegypius monachus), белоголовый сип (Gyps fulvus), могильник (Aquila heliaca), сапсан (Falco peregrinus), балобан (Falco cherrug) и пустельга (Falco tinnunculus). В отличие от перечисленных видов, единственная отмеченная нами особь змееяда (Circaetus gallicus) пролетела через место наблюдений транзитно в югозападном направлении в сторону моря на высоте 300 м, не меняя направления до тех пор, пока ее можно было видеть в бинокль. Тем не менее способности этого вида пересекать Черное море мы оставляем под вопросом. Примечательно, что обыкновенный канюк (Buteo buteo), являющийся одним из самых многочисленных мигрирующих видов (Костин, 1983, наши данные), в наблюдениях встречался редко – всего 9 особей, несмотря на то, что начало его миграции в горах начинается в конце августа (Костин, 1983). Возможно, это объясняется климатическими особенностями периода наблюдений либо особенностями его миграции через Ай-Петри.

Таблица 1 Видовой состав и численность птиц в точке наблюдений на Ай-Петри (3–8.09.11)

№	Вид	Количество особей	№	Вид	Количество особей
1	2	3	4	5	6
1	Pernis apivorus L.	564	23	Delichon urbica (L.)	27583
2	Milvus migrans (Bodd)	21		Hirundo spp.	2614
3	Circus aeruginosus (L.)	6	24	Melanocorypha calandra (L.)	10
	Circus spp.	1	25	Alauda arvensis (L.)	13
4	Accipiter nisus (L.)	26	26	Anthus campestris (L.)	4
5	Accipiter gentilis (L.)	1	27	Anthus trivialis (L.)	19
6	Buteo buteo (L.)	9		Anthus spp.	20
7	Circaetus gallicus (Gm.)	1	28	Motacilla flava L.	124
8	Hieraaetus pennatus (Gm.)	1	29	Motacilla alba L.	2
9	Aquila heliaca Sav.	4	30	Corvus corax L.	17
	Aquila spp.	1	31	Acrocephalus spp.	1
10	Aegypius monachus (L.)	3	32	Sylvia atricapilla (L.)	1
11	Gyps fulvus (Hablizl)	6	33	Phylloscopus sibilatrix (Bechst)	2
12	Falco peregrinus Tunstall	6	34	Saxicola rubetra (L.)	4
13	Falco cherrug Gray	1	35	Oenanthe oenante (L.)	5
14	Falco subbuteo (L.)	3	36	Oenanthe isabellina (Temm.)	1
15	Falco tinnunculus L.	3	37	Phoenicurus phoenicurus (L.)	1
	Falco spp.	1	38	Turdus merula L.	1
	Raptor spp.	2	39	Turdus viscivorus L.	1

				Продол:	жение табл. 1
1	2	3	4	5	6
16	Coturnix coturnix (L.)	1	40	Parus ater L.	8
17	Crex crex (L.)	3	41	Parus caeruleus L.	7
18	Caprimulgus europaeus L.	2	42	Parus major L.	18
19	Apus apus (L.)	6	43	Fringilla coelebs L.	15
20	Merops apiaster L.	1182	44	Spinus spinus (L.)	8
21	Riparia riparia (L.)	1514	45	Carduelis carduelis (L.)	4
22	Hirundo rustica L.	107	46	Acanthis cannabina (L.)	12
		Всего	•		33964

Из хищных птиц поведение только трех видов было явно миграционным: осоед, черный коршун (*Milvus migrans*) и болотный лунь (*Circus aeruginosus*).

Из общего числа отмеченных осоедов (564) к активным мигрантам можно отнести 353, остальные определенной активности не проявляли: кружили над яйлой на небольшой высоте, не придерживаясь какого-либо определенного направления. Пролетные особи перемещались в южном и юго-западном направлениях. Чаще встречались группы в 20–30 птиц, но отмечались скопления до 60 особей.

Предполагаем наличие различных территориальных группировок происхождения мигрантов. Так, 3—4 сентября осоеды на яйлу прилетали на небольшой высоте, очевидно, с северного макросклона Главной гряды. Здесь они набирали высоту до 500—600 м и улетали в сторону моря. 5—6 сентября наблюдался спад численности: встречались одиночки, которые барражировали на небольшой высоте над яйлой. 7 сентября, после прохождения фронта, характер пролета поменялся: через наблюдательный пункт птицы летели транзитом на большой высоте. Следовательно, можно предположить, что они стартовали и набирали высоту в равнинной части полуострова к северо-востоку от места наблюдений. К тому же первая группа мигрантов регистрировалась в утренние часы (после 08:00), а после 7 сентября — вечером (после 19:00).

Учитывая, что скорость мигрирующих хищников составляет около 20 км/ч (Пфандер, 1988), только через 8 часов птицы могли достигнуть ближайшего берега Черного моря (около 280 км до северного побережья Турции или 340 до побережья Румынии), то есть глубокой ночью. Как видно из графика (рис. 2), увеличение численности осоедов происходило во второй половине дня, когда регистрировались явно пролетные группы.

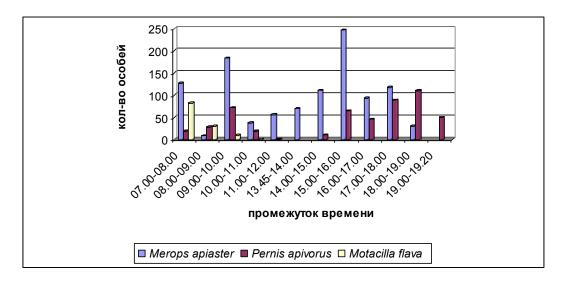


Рис. 2. Динамика миграционной (суточной) активности обыкновенного осоеда, золотистой щурки и желтой трясогузки на горе Ай-Петри

Черный коршун. Отмечена 21 особь, из которых активно мигрировали только 4, остальные держались стихийной свалки у находящихся здесь поселений. Основное направление миграции – юго-запад, высота – 500–600 м, время – после 16.00.

Болотный лунь. Отмечено 6 особей, почти все мигрировали на юго-запад в вечернее время (после 16.00). Высота пролета – так же, как у осоеда, – 600–700 м.

Курообразные и **журавлеобразные** были представлены перепелом и коростелем. Специально учеты нами не проводились, поэтому в учетах зарегистрированы единичные особи. Но наблюдаемое нами необычное для Крыма кормовое поведение воронов (Кучеренко, Костин, 2011) служит доказательством, что численность, по крайней мере коростеля, была высокой.

Ракшеобразные были представлены золотистой щуркой — зарегистрировано 1182 особи. Основное направление миграции — юго-запад, юг и юго-восток. Миграция происходила на высоте от 2 до 150 м группами от 2 до 80 особей. Пики миграционной активности зафиксированы до и после полудня, при этом во второй половине дня численность была максимальной (рис. 1).

Воробьинообразные были самым многочисленным отрядом как по числу видов, так и по количеству особей. Из всего обилия учтенных птиц почти 94 % относилось к двум видам ласточек: береговушка (*Riparia riparia*) (1514 особей) и воронок (*Delichon urbica*) (27583 особей) (рис. 3). Однако поведение их не позволяло выявить преобладания какого-либо вектора перемещений, скорее, было похоже на суточные кочевки. Часть птиц летела транзитом группами от 10 до 700 особей, при этом направление перемещений менялось. В отдельные дни птицы вечером летели в западном направлении, возможно, на ночевку в тростниковые заросли в устье рек Черной и Качи. Большое скопление воронка — около 20 тысяч особей — кормилось над яйлой 05—06.09., то есть в промежутке между двумя циклонами, на следующий день их численность сократилась до 3—4 тыс. особей, после чего регистрировались единичные особи. Такая концентрация ласточек на яйле привлекала хищников — зафиксированы атаки перепелятника и сапсана.



Рис. 3. Фрагмент скопления ласточек над яйлой

Субдоминантом по численности среди воробьинообразных была желтая трясогузка (*Motacilla flava*). Но в отличие от большинства видов, она летела только в первую половину дня, с пиком численности в промежутке 07:00–08:00 (рис. 1). Трясогузки перемещались в разных направлениях, но большинство придерживалось северо-западного и северного направлений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, концентрация ряда видов птиц на Ай-Петри подтверждает существование миграционного потока через эту территорию. Нагорье можно рассматривать как место концентрации для осоеда, золотистой щурки, деревенской ласточки и береговушки в период осенней миграции. Из 46 отмеченных видов-мигрантов только 4 демонстрирует четкий южный вектор пролета: осоед, черный коршун, болотный лунь и золотистая щурка. Как минимум 3 вида хищных птиц, вероятнее всего, мигрирует через Черное море, при этом может пересекать его как днем, так и ночью. Мы предполагаем, что хищные птицы, мигрирующие через море, летят на высоте 500–800 м от поверхности яйлы, таким образом, море они пересекают на высоте 1,7–2,0 км, придерживаясь южного и югозападного направлений. При таком векторе птицы должны достигнуть Болгарии или Румынии, но не исключено, что за счет боковых ветров общее направление перемещения может изменяться.

Виды, пересекающие Черное море, могут скапливаться либо на северном макросклоне Главной гряды, либо на территориях, расположенных севернее и северо-восточнее Горного Крыма. Концентрации птиц на южном макросклоне для последующего миграционного броска через Черное море, как предполагал С. В. Домашевский (2002б), в начальный период осенней миграции нами не отмечены.

Список литературы

Бескаравайный М. М. Некоторые особенности миграции птиц в юго-восточном Крыму // Фауна, экология и охрана птиц Азово-Черноморского региона. Симферополь: Сонат,1999. – С. 11–17.

Бескаравайный М. М. Видовой состав, сезонная динамика и биотопическое распределение аистообразных птиц в южном Крыму // Бранта. -2005. – Вып. 8. – С. 114–127.

Бескаравайный М. М. Сезонная динамика численности и распределения чайковых птиц в южном Крыму // Бранта. -2006. — Вып. 9. — С. 56—84.

Бескаравайный М. М. Птицы морских берегов южного Крыма. – Симферополь: Н. Оріанда, 2008. – 160 с.

Бескаравайный М. М., Костин С. Ю. Аннотированный список птиц природного заповедника «Мыс Мартьян» // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». – 2011. – Вып. 2. – С. 292–312.

Бескаравайный М. М., Костин С. Ю., Аппак Б. А. Пролет серого журавля на юге Крыма // Журавли Украины. – Мелитополь. – 1999. – С. 54–57.

Гаврилюк М. Н. Где гнездятся скопы, мигрирующие через территорию Украины [Электронный ресурс]. – 2011 а. – Режим доступа: https://raptors.org.ua/ru/330.

Гаврилюк М. Н. Миграция балобанов со спутниковыми передатчиками: результаты июня – сентября 2011 г. [Электронный ресурс]. – 2011 б. – Режим доступа: https://raptors.org.ua/ru/379.

Горлов П. И. Предмиграционное скопление серых журавлей на Центральном Сиваше // Бранта. – 1998. – Вып. 1.- С. 103-110.

Гринченко А. Б. Современные данные о динамике пролета и ареале гнездования коростеля ($Crex\ crex$) в Крыму // Бранта. -2005. - Вып. 8. - С. 128-132.

Гринченко А. Б. Динамика скопления серого журавля на западном Сиваше в 1985 году // Журавли Палеарктики. – Владивосток: ДВО АН СССР. – 1988. – С. 137.

Гринченко А. Б. Миграция серого журавля в Крыму в 1983 и 1984 гг. // Сообщение Прибалтийской комиссии по изучению миграций птиц. – Тарту, 1989. – № 21. – С. 134–136.

Грищенко В. Н. Пролетные пути и эволюция птиц // Беркут. -1994 а. - Т. 3, вып. 2. - С. 128-135.

Грищенко В. Н. Фенологічні закономірності осінньої міграції птахів на території України: автореф. дис. на стиск. уч. степени канд. биол. наук / В. Н. Грищенко. — Київ: Институт зоологи им. И. И. Шмальгаузена НАН Украины, 1994 б. -230 с.

Грищенко В. Н. Фенология осенней миграции серого журавля в Украине // Беркут. — 1997. — Т. 16, вып. 2. — С. 250—263.

Домашевский С. В. Наблюдения за осенней миграцией хищных птиц на Крымском полуострове // Беркут. — 2002 а. — Т. 11. Вып. 1. — С. 112—116.

Материалы к характеристике начального периода осенней миграции птиц в Горном Крыму в 2011 году

Домашевский С. В. К пролету хищных птиц в предгорном и горном Крыму осенью 2002 года // Бранта. – 2002 б. – Вып. 5. – С. 139-143.

Дядичева Е. А., Максалон Л., Возняк Б., Бусел В. А. Встречи малочисленных и редких для Крыма видов птиц на полуострове Тарханкут во время осенней миграции 2007 г. // Бранта. — 2007. — Вып. 10. — С. 146—151.

Дядичева Е. А., Максалон Л., Бусел В. А. Начальный период миграции на полуострове Тарханкут (2006—2007 гг.) // Бранта. — 2009. — Вып. 12. — С. 92—110.

Костин С. Ю. Птицы Крымского природного заповедника // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». -2014 а. - Вып. 5.- С. 122-204.

Костин С. Ю. Состояние и территориально-биотопическое распределение орнитофауны заказника «Караньский» // Экосистемы. -2014 б., вып. 10.- С. 112-115.

Костин С. Ю., Бескаравайный М. М. Аннотированный список птиц Казантипского природного заповедника // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». – 2011 а. – Вып. 2. – С. 216–233.

Костин С. Ю., Бескаравайный М. М. Аннотированный список птиц Опукского природного заповедника // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян» . – 2011 б. – Вып. 2. – С. 234–258.

Костин С. Ю., Тарина Н. А. Послегнездовое распределение и миграции веслоногих и голенастых птиц северозападной части Крыма // Бранта. -2005. - Вып. 8. - С. 85–95.

Костин Ю. В. Сезонное размещение азово-черноморской популяции лебедя-шипуна по данным кольцевания // Мат. II Всесоюзного совещ. «Вид и его продуктивность в ареале». — Вильнюс, 1976. — С. 69–71.

Костин Ю. В. Результаты кольцевания серой цапли в северном Крыму // Миграции птиц Восточной Европы и Северной Азии. Гагарообразные – Аистообразные. – М.: Наука, 1978 а. – С. 197–202.

Костин Ю. В. Сезонное размещение черноморских чеграв по данным кольцевания // Вторая всесоюзная конф. по миграциям птиц. – Алма-Ата, 1978 б. – Ч. II. – С. 69–71.

Костин Ю. В. Результаты кольцевания лебедя-шипуна в северном Причерноморье // Миграции птиц Восточной Европы и Северной Азии. Аистообразные-Пластинчатоклювые. — М.: Наука, 1979. — С. 56—62.

Костин Ю. В. Птицы Крыма. – М: Наука, 1983. – 240 с.

Кучеренко В. Н., Костин С. Ю. Об охоте воронов на коростеля в Крыму // Беркут -2011. -№ 20 (1–2). - C. 138.

Кучеренко В. Н., Кучеренко Е. Е. Предварительные итоги инвентаризации орнитофауны Национального природного парка «Чарівна гавань» (АР Крым, Украина) // Заповідна справа — 2014. — Вип. 1 (20). — С. 92—98.

Кучеренко В. Н., Чирний В. И. Динамика населения птиц Симферопольского водохранилища в период весенних миграций // Бранта. — 2011. — Вып. 14. — С. 117—125.

Кучеренко В. М., Прокопенко С. П., Жеребцова Т. А., Жеребцов Д. Ю. Нові дані по рідкісних птахах Криму // Беркут. -2017. - Вип. 26(1). - С. 1-4.

Мензбир М. А. Миграции птиц с зоогеографической точки зрения. – М. – Л.: Биомедгиз, 1934. - 112 с.

Михеев А. В. Перелеты птиц. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 232 с.

Полуда А. М. Закономерности миграционных перемещений белолобых гусей *Anser albifrons* и гуменников *Anser fabalis* (Aves, Anseriformes, Anatidae) на территории Украины // Бранта. – 2009. – Вып. 12. – С. 110–126.

Попенко В. М., Черничко Р. Н., Костин С. Ю., Тарина Н. А., Багрикова Н. А. Численность и распределение мигрирующих кроншнепов на юго-восточном побережье Каркинитского залива в 2001–2002 гг. // Бранта. – 2003. – Вып. 6. – С. 122–136.

Попенко В. М., Форманюк О. А., Баухингер У., Трост Л. Новые сведения о редких видах (подвидах) птиц на полуострове Тарханкут (АР Крым) // Бранта. –2006. – Вып. 9. – С. 194–196.

Пузанов Й. И. Предварительные итоги изучения фауны позвоночных Крымского заповедника // Сб. работ по изучению фауны Крымского гос. заповедника. – М. – Л.: Гос. мед. изд-во, 1931. – С. 5–38.

Пфандер П. В. Механизм образования волн осеннего пролета хищных птиц и их связь с погодой // Орнитология. -1988. — Вып. 23. — С. 123—138.

Тарина Н. А., Костин С. Ю. Аннотированный список птиц филиала КрПЗ «Лебяжьи острова» // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». -2011.-Вып. 2.-С. 177-215.

Размещение околоводных птиц на Сиваше в летне-осенний период. /Андрющенко Ю. А., Винден Я. ван дер, Винокурова С. В. и др. // Под общ. ред. И. И. Черничко – Мелитополь: Бранта, 1999. – 90 с.

Редчук П. С., Фесенко Г. В., Слюсарь Н. В. Миграционные пути серого журавля в Украине // Журавли Евразии (биология, распространение, разведение). – Вып. 5.-2015.-C.313-334.

Севастьянов В. Н. Общий характер сезонных миграций птиц на Украине // Сезонные миграции птиц на территории Украины. – Киев: Наукова думка: 1992. – С. 11–23.

Черничко И. И. Видовой состав и миграции куликов на Азово-Черноморском побережье Украины // Збірник праць зоологічного музею. – 2010. – № 41. – С. 154–209.

Хоменко С. В. Залив Сиваш как важнейшее место концентрации мигрирующих краснозобиков в Европе // Заповідна справа в Україні. – 2001. – Вип. 2. – С. 31–33.

Щеголев И. В., Щеголев С. И. Осенняя миграция перепела *Coturnix coturnix* на южном берегу Крыма // Русский орнитологический журнал. – 2012. – Т. 21, вып. 798. – С. 2329–2334.

Щеголев И. В., Щеголев С. И. Осенняя миграция коростеля *Crex crex* в Крымских горах // Русский орнитологический журнал. – 2013. – Т. 22, вып. 946. – С. 3292–3306.

Kostin S. Yu., Kucherenko V. N. The materials for characterization the initial period of autumn migrations of birds in the Crimean Mountains in 2011 // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 142–150.

Our study were carried out on September 3-8, 2011 on the north-eastern slope of Ai-Petri Mountain (1198 m asl, 44o29 '35.38 "S 34o02'40.28" W). The species composition, number of birds, altitude, direction and daily rhythm of flyway were studied. In total, 33970 individuals were recorded (31326 species were identified to the species), 46 species of birds. Dominated by number: Honey Buzzard (*Pernis apivorus*), Bee-eater (*Merops apiaster*), Sand Martin (*Riparia riparia*) and House Martin (*Delichon urbica*). Honey Buzzard, Black Kite (*Milvus migrans*), Marsh Harrier (*Circus aeruginosus*), and a Bee-eater have a southern and southwestern migration vector. We support, that three species of birds of prey through the Black Sea: Honey Buzzard, Black Kite and Marsh Harrier. Since a significant proportion of migrants are marked in the evening, they can cross the sea at night. Calculations showed that birds of prey, flying at an altitude of 500-800 m from the surface of the mountain, cross the sea at an altitude of 1.7–2.0 km.

Key words: birds, migration, numbers, Ai-Petri Mountain, Black Sea, Crimea.

Поступила в редакцию 02.04.18

УДК 551.583(477.75)

Оценка будущих изменений климата на Южном берегу Крыма

Корсакова С. П.

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН Ялта, Республика Крым, Россия korsakova2002@mail.ru

Проведен анализ вероятных климатических изменений будущего температурного режима на территории Южного берега Крыма по данным прогностических расчетов моделей проекта СМІР5 для трех основных климатических сценариев (RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5) до 2100 г. Для наиболее жесткого сценария, RCP8.5, наибольший прирост температур по сравнению со средней за период 1961–1990 годов следует ожидать в июле – октябре – до 5–6 °C, наименьший – в ноябре, декабре и апреле (до 3,5–4 °C). Для наиболее реалистичного климатического сценария, RCP4.5, по сравнению с первыми десятилетиями XXI века в 2021–2040 гг. предполагается рост температур в январе, апреле и в октябре (примерно на 1 °C) и небольшое снижение в марте, июне, августе и в ноябре (менее 0,5 °C). В середине столетия следует ожидать дальнейшее равномерное повышение температур во все месяцы года (в пределах 0,5–1 °C). В последнюю двадцатилетку XXI века возможна стабилизация температур в холодный период года при сохранении небольшого их роста в теплый (около 0,5 °C).

Ключевые слова: изменение климата, ансамблевые климатические проекции, температура воздуха, моделирование, Южный берег Крыма.

ВВЕДЕНИЕ

Изменение климата представляет собой долгосрочную климатическую тенденцию, перекрывающуюся сложными климатическими условиями большинства экосистем, включая среднее значение климата, циклические колебания (например, сезонные и многолетние циклы, часто обусловленные крупномасштабными колебаниями) и экстремальные явления (Проскуряков, 2015). За последние десятилетия изменение климата оказало воздействие на природные и антропогенные системы на всех континентах и океанах. Во многих экосистемах происходят вызванные климатом сдвиги в деятельности, границах или количестве населяющих их видов (ГРСС, 2013). Для понимания потенциальных воздействий изменения климата на общество и экосистемы используются сценарии, предназначенные для исследований последствий целого ряда возможных вариантов будущего. Содержащийся в сценариях анализ создает основу для понимания рисков изменения климата для людей, экосистем и экономики в целом ряде возможных будущих периодов (Росгидромет, 2017).

которые Основными инструментами, используются для проектирования И интенсивности изменения климата, являются глобальные продолжительности климатические модели общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО). В рамках международных программ AMIP (Atmospheric Model Intercomparison Project), CMIP (Coupled Model Intercomparison Project) и других проводится целенаправленное сравнение моделей, разработанных группами исследователей в разных странах мира, как между собой, так и с данными наблюдений. В настоящее время доступны модельные расчеты изменения климата, сформированные в рамках международного проекта СМІР5 при подготовке 5-го оценочного доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК, 2013-2014 гг.) (IPCC, 2013). В проекте СМІР5 представлены сценарии RCP (Representative Concentration Pathway) или РТК (репрезентативная траектория концентрации) будущих оценок парниковых газов (ПГ) и других радиационно активных веществ, которые вносят основной вклад в современное изменение климата. Сценарии получили стандартизованные

обозначения и описаны в ряде публикаций: RCP8.5 (Riahi et al., 2011), RCP6.0 (Masui et al., 2011), RCP4.5 (Thomson et al., 2011) и RCP2.6 (van Vuuren et al., 2011). Эти сценарии предполагают различные климатические перспективы на основе прогнозов выбросов ПГ и, следовательно, связанное с ними приращение глобального радиационного баланса (Bт/м²) к 2100 году. Сценарий RCP2.6 предполагает лишь небольшое увеличение эмиссии ПГ, ожидается, что повышение температуры будет оставаться ниже порога 2 °С. В сценарии RCP8.5 предполагается, что увеличение радиационного баланса на 8,5 Вт/м² соответствует повышению температуры от 3,5 до 4,5 °C. Для двух других сценариев, RCP4.5 и RCP6.0, ожидается, что превышение будущих температур будет варьировать в пределах 2-4,5 °C (Nazarenko et al., 2015). Точно установить, какой именно из сценариев осуществится в действительности, в настоящее время невозможно. Как наиболее реалистичный сценарий стабилизации общего антропогенного воздействия к 2100 году в результате использования ряда технологий и стратегий для сокращения выбросов ПГ был определен RCP4.5 (Thomson et al., 2011). Для результатов сценарных оценок при моделировании возможного состояния будущего климата вместо термина «прогноз» или «предсказание» употребляется термин «перспективная оценка» или «проекция» (Дымников и др., 2012).

Около 67 % территории Южного берега Крыма занимают леса и обширные парки (Земельный фонд Крыма, 2010). В связи с тем, что леса ЮБК находятся на границе ареала своего существования, изменения климата могут привести к значительным сдвигам в размещении лесных сообществ, особенно в нижнем поясе южного макросклона в районах распространения вариантов средиземноморских и субсредиземноморских ландшафтов (Дидух, 1992; Гаркуша и др., 2012). Также к критическим явлениям, способным усилить деструктивные процессы и вызвать тотальную деградацию лесных сообществ южного макросклона Главной гряды Крымских гор, относятся пожары, на периодичность которых наиболее заметное влияние оказывает температурный режим (Коба, Жигалова, 2014). Поскольку изменение климата может изменить сроки, степень тяжести стрессов и нарушений во многих экосистемах, оно может также предоставить новые возможности для инвазии в зависимости от доминирующего климатического регулятора, прогнозируемого изменения климата и особенностей аборигенных и интродуцированных видов (Wolkovich, Cleland, 2014).

Таким образом, вопрос адаптации к изменениям климата становится все более жизненно важным и требует принятия действенных упреждающих мер, долгосрочных планов действий, основанных на научно обоснованных перспективных оценках изменения климата. Принятие заблаговременных адаптационных мер позволит повысить устойчивость национальной экономики к изменениям климата, предупредить ненужные потери и рационально использовать преимущества благоприятного изменения климата. Анализ имеющихся источников показал, что работы, посвященные изменению климата Крымского региона, содержат обобщенные оценки изменения температуры и осадков для всей территории Крыма, без детализации для отдельных климатических субрегионов полуострова (Башарин и др., 2013; Ефимов и др., 2015; http://voeikovmgo.ru/ru/izmenenie-klimata-v-rossii-v-xxi-veke?id=613).

Исходя из вышеизложенного, целью работы является оценка климатических изменений на территории Южного берега Крыма в XXI веке в полях приземной температуры воздуха на основе модельных расчетов СМІР5.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Метеорологические данные. В настоящее время на Южном берегу Крыма (ЮБК) регулярные и многолетние инструментальные наблюдения за метеорологическими и агрометеорологическими элементами осуществляют 4 метеостанции Крымского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ФГБУ «Крымское УГМС»). Это морская гидрометеорологическая станция Ялта, агрометеорологическая станция Никитский

сад, на восточной границе – метеостанция Алушта, в горах – метеостанция Ай-Петри (табл. 1).

В работе использованы многолетние ряды наблюдений за температурой воздуха на метеостанциях Ай-Петри, Ялта и Алушта за период с 1946 по 2005 год (данные из архива гидрометеорологического Украинского центра [УкрГМЦ] И декадного агрометеорологического бюллетеня по ЮБК) и с 2006 по 2017 год (архив сайта https://rp5.ru). В связи с переносом метеорологической площадки метеостанции Алушта в 2009 году после 2009 года данные были приведены к многолетнему периоду при задании минимального критического значения коэффициента корреляции $R_{\kappa\rho}$ =0,85 (Малинин, 2008). Данные о среднесуточной температуре воздуха по агрометеорологической станции 1946–2017 годы были получены опубликованных Никитский ИЗ агрометеорологических бюллетеней (форма TCX-8) и годовых отчетов (табл. 2).

 Таблица l

 Географическая характеристика станций Южного берега Крыма

	Координаты									
Название	Широта	Долгота	Высота над уровнем моря, м							
Ялта	44°29'CIII	34°09' ВД	66							
Ай-Петри	44°28′CШ	34°05' ВД	1180							
Никитский сад	44°31'СШ	34°15' ВД	208							
Алушта	44°41'СШ	34°25' ВД	8							

 Таблица 2

 Средняя месячная температура воздуха на ЮБК по месяцам

						Метеос	танция						
ИЦЫ	Ни	китский	сад	Ялта				Алушта			Ай-Петри		
Месяцы					Кли	матичес	кие пери	оды					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
I	3,1	3,4	3,8	3,9	4,3	4,8	2,9	3,5	3,8	-3,6	-3,3	-2,6	
II	3,3	2,8	3,8	4,2	3,6	4,7	3,3	2,9	3,8	-3,1	-3,9	-2,1	
III	5,3	5,0	6,3	6,0	5,7	7,2	5,3	5,1	6,2	-0,6	-1,0	0,1	
IV	10,5	10,3	10,6	10,8	10,6	11,1	10,1	10,1	10,1	4,9	4,9	4,7	
V	15,4	15,3	16,3	15,6	15,5	16,8	15,0	15,0	15,8	9,5	9,3	10,6	
VI	19,9	19,6	21,2	20,2	20,2	21,9	19,6	19,5	21,0	12,9	13,0	14,2	
VII	22,8	23,1	24,5	23,2	23,6	25,1	22,5	23,1	24,2	15,1	15,5	17,1	
VIII	22,6	23,0	24,9	23,0	23,5	25,5	22,2	22,8	24,4	14,7	15,1	17,3	
IX	18,4	18,2	19,8	19,0	18,8	20,6	17,9	18,0	19,3	10,9	10,8	12,3	
X	13,0	13,2	13,8	13,6	13,8	14,6	12,3	12,8	13,3	6,5	6,8	7,2	
XI	8,9	7,9	9,4	9,5	8,6	10,1	8,3	7,5	9,0	2,6	1,7	3,5	
XII	5,5	5,0	5,6	6,3	5,8	6,4	5,3	4,9	5,3	-1,5	-1,6	-1,2	

Примечание к таблице. Климатические периоды: 1-1961-1990 гг. (климатическая норма, рекомендуемая Всемирной метеорологической организацией [Росгидромет, 2017]); 2-1981-2000 гг.; 3-2001-2017 гг.

Климатические модели проекта СМІР5. Результаты расчетов будущих изменений климата для всей территории России по ансамблю глобальных климатических моделей для трех основных сценариев СМІР5 (RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5) опубликованы на сайте Главной геофизической обсерватории А. И. Воейкова им. (http://voeikovmgo.ru/ru/izmenenie-klimata-v-rossii-v-xxi-veke?id=613). Изменения рассматриваются для начала (2011–2030 гг.), для середины (2041–2060 гг.) и конца (2080-2099 гг.) XXI века, осредненные за 20 лет по отношению к базовому климатическому периоду 1981–2000 гг. На основе представленных данных методом интерполяции можно получить приближенные оценки средних за сезоны и в целом за год значений будущей температуры воздуха и условий увлажнения на территории Южного берега Крыма за эти три интервала времени. В первый временной интервал предполагается рост среднегодовой температуры воздуха от 1,1 до 1,3 °C в зависимости от сценария, в последний – от 1,8 до 5,0 °С. При этом наиболее существенный рост температур ожидается в летний период: от 1,4 °С (2011–2031 гг.) до 2,0–6,1 °С (2080–2099 гг.) в зависимости от сценария. Перспективная оценка показывает наименьший рост температур в зимний и весенний периоды (соответственно в первый и последний период от 0,8-1,2 до 1,4-4,4 °C) и промежуточный – в осенний (от 1,1–1,2 °C в 2011–2031 гг. до 1,8–5,0 °C в конце столетия). По наиболее вероятному среднему сценарию (RCP4.5), ожидается рост температуры зимнего сезона в конце XXI века на 2,4 °C, а летнего – на 3,2 °C (табл. 3).

Таблица 3 Изменения температурных условий на территории Южного берега Крыма в XXI веке по отношению к базовому климатическому периоду 1981–2000 годов (по данным ГГО)

Canarr		Климатический период	
Сезон	2011–2031 гг.	2041–2060 гг.	2080–2099 гг.
	R	CP2.6	
Зима	0,9	1,3	1,4
Весна	0,9	1,7	1,6
Лето	1,4	2,0	2,0
Осень	1,2	1,7	1,8
Год	1,1	1,8	1,8
	R	CP4.5	
Зима	0,9	1,7	2,4
Весна	0,8	1,8	2,4
Лето	1,4	2,3	3,2
Осень	1,1	2,0	2,8
Год	1,2	2,0	2,7
	R	CP8.5	
Зима	1,0	2,5	4,4
Весна	1,2	2,6	4,4
Лето	1,4	3,3	6,1
Осень	1,2	2,8	5,0
Год	1,3	2,9	5,0

Для более точной оценки будущих температур на территории ЮБК были использованы данные, предоставленные Международным центром по тропическому сельскому хозяйству (International Centre for Tropical Agriculture [CIAT]) и Исследовательской программой КГМСХИ по изменению климата, сельскому хозяйству и продовольственной безопасности (ССАFS) (Ramirez and Jarvis, 2008). Наборы данных, содержащиеся на веб-сайте ССАFS, разработаны в рамках программы Анализ Решений и Политики (Decision and Policy Analysis [DAPA]). Для получения климатических данных высокого разрешения выходные данные СМІР5, загруженные с портала МГЭИК, ССАFS и его партнерами были обработаны

методом статистического даунскейлинга с использованием алгоритма сплайновой интерполяции аномалий (Delta method) (Ramirez, Jarvis, 2010).

В рамках исторического эксперимента была выбрана версия реанализа AgMERRA, содержащая поля непрерывных суточных данных за период 1980–2005 годов, построенных на основе прямых наблюдений сети наземных станций и дистанционного зондирования, проинтерполированных на регулярную пространственную сетку с разрешением $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ для температуры и $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ – для осадков (Ruane et al., 2015).

Результаты тестирования климатических моделей семейства СМІР5 по их способности описывать динамику климатических факторов на территории России и сопредельных стран за период 1976—2005 годов (Анисимов, Кокорев, 2013) позволили выделить для территории Крыма 23 модели, хорошо воспроизводящие тренды всех температурных характеристик (среднегодовой и сезонных температур, суммы температур выше 0 °С). Среди этих моделей было выбрано 5, которые показали различные значения равновесной чувствительности климата (от 2,8 до 4,1 °С) при средней величине роста температуры на 3,2 °С, полученной по мультимодельному ансамблю СМІР5 (Flato et al., 2013), для каждой на сайте ССАFS имеются результаты сценарных оценок до 2099 г. по трем основным сценариям: RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5 (табл. 4):

- 1) две модели пекинского климатического центра, Китай (Beijing Climate Centre, China, BCC Model);
- 2) модель CM4 V1 Института Лапласа, Франция (Institute Pierre-Simon Laplace IPSL/LMD/LSCE);
- 3) модель MIROC3.2 со средним разрешением, Япония (CCSR/NIES/FRCGC, MIROC3.2, medium resolution);
- 4) модель института Макса Планка, Германия (Max Planck Institute for Meteorology, Germany, ECHAM5 / MPI OM) MPI.

Таблица 4 Краткая характеристика климатических моделей СМІР5 для построения климатической проекции на территории Южного берега Крыма

Код	Опранирация	Код организации,	Горизонтальное	РЧК,
модели	Организация	версия модели	разрешение	°C
		BCC-CSM1.1	~ 2,8° × 2,8°	2,8
BCC	Beijing Climate Center, China Meteorological	(Xin et al., 2013)	7 2,6	2,0
ВСС	Administration	BCC-CSM1.1(m)	~1,13° × 1,13°	2,9
		(Wu et al., 2014)	~1,13 ^ 1,13	2,9
		IPSL-CM5A-LR		
IPSL	Institute Pierre-Simon Laplace (IPSL)	(Dufresne et al.,	~1,9° × 3,75°	4,1
		2012)		
MIROC	University of Tokyo, Japanese National Institute for Environmental Studies (NIES), and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)	MIROC-ESM- CHEM (Watanabe et al., 2011)	~2,8° × ~2,8°	н.д.
MPI-M	Max Planck Institute (MPI) for Meteorology	MPI-ESM-MR (Giorgetta et al., 2014)	~1,9° × 1,875°	н.д.

Примечание к таблице. РЧК — равновесная чувствительность климата (увеличение глобальной температуры воздуха, полученное по моделям климата при сценарии удвоения концентрации CO_2), $^{\circ}C$; н. д. — данные недоступны.

Суточные данные метеовеличин за исторический период (1980–2005 гг.) и результатов климатического моделирования СМІР5 (2015–2099 гг.) с выполненной коррекцией смещения на основе данных реанализа (Ramirez, Jarvis, 2010) в ближайших к координатам метеорологических станций ЮБК узлах регулярной сетки по запросу были предоставлены в

формате «txt». Сеточный архив AgMERRA достаточно хорошо согласуется с данными наблюдений на метеорологических станциях ЮБК за исторический период. Рассчитанные коэффициенты парной корреляции между среднемесячными и годовыми данными реанализа и данными инструментальных наблюдений на метеорологических станциях для температуры воздуха в основном находились в пределах 0,78–0,98, а для осадков – 0,73–0,95. На основе сравнения данных реанализов с рядами инструментальных наблюдений на метеорологических станциях за совместный исторический период были получены величины систематических погрешностей, связанные с орографией положения станций в горных районах. По результатам сравнения также была выполнена коррекция данных моделирования с учетом систематической погрешности (ИКАРДА, 2015).

Для проекции климатических изменений был применен ансамблевый метод, усредняющий результаты расчетов моделей (Dee et al., 2011). Выбор метода построения ансамблевой климатической проекции обусловлен уменьшением неопределенности климатических проекций при осреднении по нескольким моделям, объединенным в ансамблевую проекцию, за счет частичной компенсации случайных погрешностей, которые присущи каждой индивидуальной модели (Говоркова и др., 2008; Araújo, New, 2007; Marmion et al., 2009).

Математическую обработку данных проводили с использованием программы MS Excel 2010, включающей стандартные методы математической статистики для анализа рядов наблюдений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Однородность и временные закономерности формирования климата. Высокая теснота корреляционной связи рядов температуры воздуха (сезонных и среднегодовой) между метеорологическими станциями Южного берега Крыма указывает на пространственную однородность изменений температуры (табл. 5). Среднее значение коэффициента корреляции находится в пределах 0,87–0,96. Значения коэффициентов корреляции для осадков несколько ниже. Однородность их выпадения отмечается в большинстве сезонов года за исключением лета, когда наблюдаются сильные, но кратковременные ливни конвективного происхождения, обусловленные локальными формами рельефа.

Таблица 5 Значения коэффициентов корреляции сезонных и среднегодовых температур воздуха и осадков на территории Южного берега Крыма, рассчитанные по данным метеостанций для периода 1946–2017 годов

M			Сезоны		
Метеорологические станции	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
	Темпе	ратура воздуха			
Никитский сад – Алушта	0,97	0,92	0,94	0,93	0,76
Никитский сад – Ялта	0,99	0,98	0,99	0,99	0,98
Никитский сад – Ай-Петри	0,89	0,89	0,98	0,91	0,95
Алушта – Ялта	0,96	0,95	0,96	0,94	0,81
Алушта – Ай-Петри	0,88	0,85	0,93	0,88	0,77
Ялта – Ай-Петри	0,88	0,87	0,97	0,91	0,94
Среднее по региону	0,93	0,91	0,96	0,93	0,87
		Осадки			
Никитский сад – Алушта	0,82	0,81	0,74	0,82	0,81
Никитский сад – Ялта	0,91	0,91	0,80	0,90	0,93
Никитский сад – Ай-Петри	0,84	0,77	0,58	0,85	0,85
Алушта – Ялта	0,79	0,82	0,63	0,68	0,80

Алушта – Ай-Петри	0,76	0,78	0,51	0,62	0,79
Ялта – Ай-Петри	0,91	0,86	0,76	0,91	0,90
Среднее по региону	0,84	0,83	0,67	0,80	0,85

На рисунках 1 и 2 показаны сглаженные 11-летним скользящим фильтром ряды аномалий средней годовой и сезонной температуры воздуха за период с 1946 по 2017 год по отношению к норме, период 1961–1990 годов. Показателен относительно узкий диапазон, в который попадают наблюдения на отдельных станциях ЮБК. Полученные результаты анализа свидетельствуют о наличии единых временных закономерностей формирования климата на территории ЮБК, что значительно упрощает задачу изучения, моделирования, реконструкции недостающих данных и прогнозирования климатических изменений. Таким образом, изучив временные закономерности формирования по одной из метеостанций ЮБК, можно предположить, что подобные изменения могут происходить по всей территории побережья от мыса Айя до Алушты.

При анализе климата, кроме районирования, не менее важную роль играет дискретизация во времени, под которой понимается определение границ климатических периодов, характеризуемых общностью статистических характеристик метеорядов (Анисимов и др. 2011). Сравнение трех типов моделей приземной температуры воздуха для регионов России (в виде стационарного временного ряда, линейного тренда и ступенчатых изменений) показало, что из трех этих моделей наилучшая для описания динамики температуры воздуха в современный период, охватывающий несколько последних десятилетий, — модель временного ряда в виде линейного тренда (Анисимов, Жильцова, 2012). Оценки нижней границы этого периода (рис. 1 и 2) показывают, что рост средней годовой температуры воздуха на ЮБК стал отчетливо проявляться с 1988 года (рис. 1).



Рис. 1. Сглаженные (11-летнее скользящее осреднение) аномалии средней годовой температуры воздуха по метеостанциям Южного берега Крыма Аномалии рассчитаны как отклонения от нормы за 1961–1990 годы.

Однако проявление современного глобального потепления в отдельные сезоны года происходило неравномерно. Начало периода потепления на ЮБК охарактеризовалось повышением летних температур с 1982 года. Начало роста температур зимой и осенью наблюдается с 1988 года, только после 1991 года — весной (рис. 2). Наибольшие темпы роста температур отмечаются в летний сезон. После 2006 г. возросла скорость повышения

температур в весенний сезон и замедлилась – в осенний. С 2010 года наметилась стабилизация температур в зимний период.

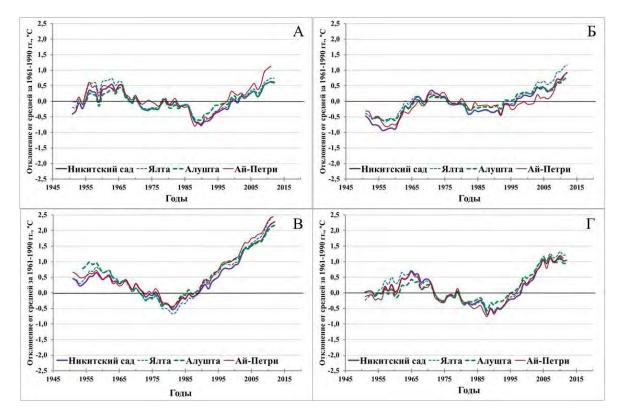


Рис. 2. Сглаженные (11-летнее скользящее осреднение) аномалии средней сезонной температуры воздуха по метеостанциям Южного берега Крыма А – зима; Б – весна; В – лето; Г – осень. Аномалии рассчитаны как отклонения от нормы за 1961–1990 годы.

Проекция климатических изменений. Тестирование моделей проекта СМІР5 согласно их способности воспроизводить данные наблюдений за совместный период по сценарию «Исторический эксперимент» проведено за период с 1980 по 2005 год. За верхнюю границу периода сравнения принят год окончания серии исторических расчетов СМІР5, одинаковый для всех моделей. В качестве меры сравнения применялось два показателя: отклонение между средними многолетними температурами по модели и по данным наблюдений (Δt) и коэффициента парной корреляции Пирсона (r) между ними. В качестве примера приведены результаты сравнения данных моделирования и наблюдений для агрометеостанции Аналогичным образом было Никитский (табл. 6). проведено смоделированных и фактических норм и для остальных трех метеостанций. Ярким цветом выделены случаи статистически значимых коэффициентов корреляции (p<0,05).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что средние значения, рассчитанные по моделям, систематически ниже, чем по данным наблюдений с отклонениями от 5,7 °C в январе до 4,3 °C в апреле (табл. 6), а ансамбль из моделей в среднем дает более близкую к наблюдениям оценку, чем любая отдельно взятая модель. По результатам сравнения была выполнена коррекция данных моделирования с учетом систематической погрешности (ИКАРДА, 2015). Коэффициенты парной корреляции между наблюдаемой температурой и результатами моделирования по историческому эксперименту за совместный период с 1980 по 2005 год были низкими или – в единичных случаях – чуть более 0,5. Сходные результаты при оценке надежности моделей были получены и в недавних исследованиях (Кирилина и др., 2015; Лобанов и Тощакова, 2016), причем при сравнении участков одного

временного ряда данных за различные совместные климатические периоды одни и те же модели имели разные коэффициенты корреляции, иногда противоположного знака. Низкие значения коэффициентов корреляции указывают на несовершенство климатических моделей, результаты которых заметно различаются. В связи с тем, что климатические модели недостаточно эффективно воспроизводят естественную межгодовую изменчивость, что может быть обусловлено спецификой локальных топографических, ландшафтных и иных условий ЮБК с его интенсивной естественной климатической изменчивостью, их пока можно использовать только для получения климатических средних за период (Лобанов, Тощакова, 2016).

 Таблица 6

 Результаты сравнения данных наблюдений и моделирования за совместный период по агрометеостанции Никитский сад

				Модели	И		
Месяцы	Δt	BCC- CSM1.1(m)	BCC- CSM1.1	IPSL- CM5A-LR	MIROC- ESM-CHEM	MPI-ESM- MR	Ансамбль моделей
Январь	-5,7	0,11	0,24	0,07	0,24	0,30	0,44
Февраль	-5,2	0,08	0,01	-0,19	0,12	0,13	0,14
Март	-4,5	0,02	0,22	-0,09	0,14	-0,12	-0,12
Апрель	-4,3	0,30	-0,12	0,40	0,33	0,27	0,43
Май	-4,6	0,42	0,26	-0,14	0,13	-0,36	0,13
Июнь	-4,7	-0,08	-0,32	-0,06	-0,02	-0,23	-0,16
Июль	-5,1	0,35	0,16	0,36	0,11	0,21	0,44
Август	-5,3	0,47	0,14	0,49	-0,11	0,03	0,41
Сентябрь	-5,1	0,02	-0,18	0,33	0,04	0,01	0,09
Октябрь	-5,1	-0,11	0,28	0,20	-0,26	-0,05	-0,10
Ноябрь	-5,2	0,37	0,32	0,53	0,02	-0,32	0,35
Декабрь	-5,5	-0,31	0,11	-0,27	-0,07	-0,23	-0,28

В результате проведенных исследований была дана оценка изменений будущего климата ЮБК. Для сопоставимости результатов расчетов с данными ГГО будущие значения температуры приземного воздуха для территории ЮБК, полученные по четырем метеостанциям и осредненные за 20-летние периоды до конца XXI века ($2021-2040\,\mathrm{rr}$., $2041-2060\,\mathrm{rr}$., $2061-2080\,\mathrm{rr}$. и $2081-2099\,\mathrm{rr}$.), были оценены по отношению к базовому климатическому периоду с $1981\,\mathrm{no}\,2000\,\mathrm{rog}$. Оценка производилась по трем основным сценариям: RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5 (табл. 7-10).

Уточненные оценки изменения температуры на территории Южного берега Крыма, полученные нами по 5 моделям, включенным в мультимодельный ансамбль, хорошо согласуются с сезонными тенденциями, выявленными ГГО для Крыма. По наиболее реалистичному сценарию – RCP4.5, для середины (2041–2060 гг.) XXI века относительно базового климатического периода с 1981 по 2000 год на ЮБК наибольший рост температур ожидается в июле – сентябре в западной и центральной частях – на 2,0–2,3 °С, на восточной границе – на 2,2–2,5 °С. Наименьший рост температур до середины XXI века предполагается в декабре и феврале – апреле – на 1,2–1,7 °С. Во второй половине XXI века наиболее интенсивно будут расти температуры в мае и в сентябре – на 0,8–1,1 °С к периоду с 2081 по 2099 год, а наименее – в зимние месяцы (примерно на 0,5 °С) в западной и в центральной частях ЮБК. На восточной границе в районе Алушты наименьший рост температур с 2041–2060 годов до 2081–2099 годов предполагается в мае и в сентябре – всего на 0,3–0,4 °С. В последнем 20-летии века, по сценарию RCP4.5, будет отмечена стабилизация температур практически во все месяцы, за исключением апреля и августа, где температура должна вырасти еще на 0,5–0,7 °С. По самому неблагоприятному сценарию – RCP8.5,

Таблица 7 Сценарные оценки изменения норм температур воздуха (°С) на агрометеостанции Никитский сад до конца XXI века по отношению к норме за период с 1981–2000 год

		202	1-2040	Э гг.	204	1-2060) гг.	206	1-2080	0 гг.	2081–2099 гг.		
Месяцы	Норма 1981—2000 гг.					Клима	тичесі	кие сце	нарии	Ī			
	1901 2000 11.	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
I	3,4	1,3	1,3	1,9	1,9	1,8	2,7	1,6	2,3	3,6	1,8	2,3	4,5
II	2,8	1,1	1,1	1,7	1,6	1,6	2,6	1,6	2,0	3,4	1,7	2,1	4,3
III	5,0	1,1	1,0	1,6	1,5	1,6	2,5	1,4	1,9	3,2	1,7	2,2	4,3
IV	10,3	1,1	1,0	1,3	1,4	1,5	2,1	1,5	1,7	3,1	1,2	2,4	4,0
V	15,3	1,3	1,4	1,2	1,7	1,9	2,3	1,6	2,2	3,2	1,7	2,5	4,1
VI	19,6	1,2	1,3	1,1	1,7	2,0	2,2	1,6	2,3	3,4	1,6	2,8	4,5
VII	23,1	1,7	1,7	1,7	2,1	2,3	2,8	2,1	2,8	4,3	2,0	3,0	5,3
VIII	23,0	1,7	1,5	1,8	1,9	2,0	2,9	1,9	2,5	4,5	2,0	3,1	5,5
IX	18,2	1,5	1,6	1,9	1,7	2,3	3,0	2,0	2,5	4,2	2,0	2,9	5,4
X	13,2	1,5	1,4	1,7	1,7	2,1	2,7	1,7	2,4	3,9	1,7	2,7	5,0
XI	7,9	1,3	1,2	1,8	1,5	1,7	2,6	1,5	2,1	3,5	1,7	2,4	4,6
XII	5,0	0,8	0,7	1,5	1,2	1,4	2,4	1,2	1,8	3,2	1,3	1,9	4,2

Примечание к таблице. Климатические сценарии: 1 - RCP2.6; 2 - RCP4.5; 3 - RCP8.5.

Таблица 8 Сценарные оценки изменения норм температур воздуха (°C) на гидрометеостанции Ялта до конца XXI по отношению к норме 1981-2000 годов

		202	1-2040) гг.	204	1-2060) гг.	206	1-2080) гг.	208	2081–2099 гг.		
Месяцы	Норма 1981—2000 гг.		Климатические сценарии											
	1701 2000 11.	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
I	4,3	1,1	1,1	1,7	1,7	1,6	2,4	1,4	2,0	3,4	1,6	2,1	4,3	
II	3,6	1,2	1,2	1,8	1,7	1,7	2,6	1,6	2,0	3,5	1,7	2,2	4,4	
III	5,7	1,2	1,1	1,7	1,6	1,7	2,6	1,5	2,0	3,3	1,8	2,3	4,4	
IV	10,6	1,1	1,0	1,2	1,4	1,4	2,0	1,4	1,7	3,0	1,2	2,3	3,9	
V	15,5	1,2	1,4	1,2	1,7	1,9	2,2	1,5	2,1	3,1	1,6	2,5	4,1	
VI	20,2	1,2	1,4	1,2	1,8	2,1	2,2	1,6	2,4	3,5	1,7	2,8	4,6	
VII	23,6	1,8	1,8	1,7	2,1	2,3	2,8	2,2	2,8	4,4	2,0	3,0	5,4	
VIII	23,5	1,6	1,5	1,7	1,9	2,0	2,9	1,8	2,5	4,4	1,9	3,0	5,4	
IX	18,8	1,5	1,6	1,9	1,7	2,3	3,0	2,0	2,5	4,2	2,0	2,9	5,3	
X	13,8	1,5	1,4	1,6	1,6	2,1	2,6	1,6	2,4	3,9	1,7	2,7	4,9	
XI	8,6	1,3	1,2	1,8	1,6	1,7	2,6	1,5	2,1	3,6	1,7	2,4	4,7	
XII	5,8	0,9	0,7	1,5	1,3	1,4	2,4	1,2	1,8	3,2	1,3	2,0	4,2	

Примечание к таблице. Климатические сценарии: 1 - RCP2.6; 2 - RCP4.5; 3 - RCP8.5.

климатические нормы для середины XXI века в июле – сентябре увеличатся на 2,8-3,2 °C, а к концу века – почти на 5,3-5,7 °C. Наиболее интенсивный рост температур в эти месяцы

предполагается в 2061–2080 годы Для остальных месяцев во второй половине XXI века отмечается равномерная тенденция роста температур в среднем на 0,9–1,1 °C за 20 лет.

Таблица 9 Сценарные оценки изменения норм температур воздуха (°С) на метеостанции Алушта до конца XXI по отношению к норме 1981–2000 годов

	11	202	1-204) гг.	204	1–206	Эгг.	206	1–208	0 гг.	2081–2099 гг.			
Месяцы	Норма 1981–2000 гг.		Климатические сценарии											
	1981–2000 11.	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
I	3,5	1,2	1,1	1,8	1,8	1,6	2,4	1,6	2,2	3,7	1,7	2,2	4,6	
II	2,9	1,3	1,2	1,9	1,8	1,7	2,9	1,6	2,0	3,6	1,9	2,3	4,7	
III	5,1	1,8	1,6	2,3	2,2	2,2	3,2	2,1	2,6	4,0	2,3	2,8	5,1	
IV	10,1	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	2,1	1,4	1,7	3,2	1,1	2,4	4,0	
V	15,0	1,2	1,4	1,2	1,7	1,9	2,3	1,6	2,2	3,2	1,6	2,3	4,1	
VI	19,5	1,5	1,6	1,3	2,0	2,3	2,5	1,6	2,6	3,7	1,8	3,1	4,9	
VII	23,1	1,9	1,9	1,7	2,1	2,4	2,9	2,1	2,8	4,5	1,9	3,0	5,6	
VIII	22,8	1,8	1,7	1,8	2,0	2,2	3,1	1,9	2,6	4,7	2,0	3,2	5,7	
IX	18,0	1,5	1,7	2,0	1,9	2,5	3,2	2,0	2,5	4,2	1,9	2,8	5,4	
X	12,8	1,5	1,4	1,5	1,6	2,1	2,5	1,4	2,4	3,8	1,6	2,7	5,1	
XI	7,5	1,3	1,3	1,8	1,7	1,8	2,8	1,7	2,4	3,7	1,8	2,5	4,7	
XII	4,9	0,7	0,4	1,3	1,1	1,3	2,3	1,0	1,7	3,2	1,1	2,0	4,2	

Примечание к таблице. Климатические сценарии: 1 - RCP2.6; 2 - RCP4.5; 3 - RCP8.5.

Tаблица 10 Сценарные оценки изменения норм температур воздуха (°С) на метеостанции Ай-Петри до конца XXI по отношению к норме 1981–2000 годов

		1			1									
Месяцы	Норма 1981—2000 гг.	2021–2040 гг.			2041–2060 гг.			2061–2080 гг.			2081–2099 гг.			
		Климатические сценарии												
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
I	-3,3	1,1	1,1	1,7	1,7	1,6	2,4	1,4	2,0	3,4	1,6	2,1	4,3	
II	-3,9	1,2	1,2	1,8	1,7	1,7	2,7	1,7	2,1	3,5	1,8	2,2	4,4	
III	-1,0	1,1	1,0	1,6	1,5	1,6	2,4	1,4	1,8	3,2	1,7	2,1	4,2	
IV	4,9	0,9	0,8	1,0	1,2	1,2	1,9	1,2	1,5	2,9	1,0	2,2	3,7	
V	9,3	1,2	1,3	1,2	1,6	1,8	2,2	1,5	2,1	3,1	1,6	2,4	4,0	
VI	13,0	1,1	1,3	1,0	1,7	2,0	2,1	1,5	2,3	3,4	1,6	2,7	4,5	
VII	15,5	1,9	1,9	1,8	2,2	2,4	2,9	2,3	2,9	4,5	2,1	3,1	5,5	
VIII	15,1	1,7	1,5	1,8	1,9	2,0	2,9	1,9	2,5	4,5	2,0	3,1	5,5	
IX	10,8	1,4	1,5	1,8	1,6	2,2	2,9	1,9	2,4	4,1	1,9	2,8	5,3	
X	6,8	1,4	1,4	1,6	1,6	2,1	2,6	1,6	2,3	3,9	1,6	2,6	4,9	
XI	1,7	1,3	1,2	1,8	1,6	1,8	2,7	1,5	2,2	3,6	1,7	2,5	4,7	
XII	-1,6	0,9	0,7	1,5	1,3	1,5	2,4	1,2	1,8	3,2	1,3	2,0	4,2	

Примечание к таблице. Климатические сценарии: 1 - RCP2.6; 2 - RCP4.5; 3 - RCP8.5.

Для наглядного сопоставления исторических и ожидаемых по различным сценариям климатических изменений в XXI веке для ЮБК была дополнительно проведена оценка этих

изменений по отношению к климатической норме 1961—1990 годов. Учитывая наличие единых временных закономерностей формирования климата на территории ЮБК, результаты приведены только по агрометеостанции Никитский сад (рис. 3).

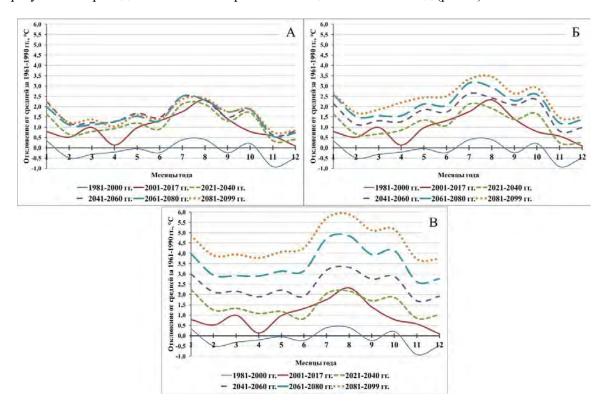


Рис. 3. Расчетные аномалии средней месячной температуры воздуха для Южного берега Крыма (по агрометеостанции Никитский сад) по сценарию RCP2.6 (A), RCP4.5 (Б), RCP8.5 (В) до конца XXI века по сравнению с нормой за 1961–1990 годы

Если вместо климатической нормы 1961–1990 годов рассматривать период за последние 17 лет с 2001 по 2017 год (табл. 2), то последующие нормы отдельных 20-леток XXI века мало будут от него отличаться. При этом по всем RCP сценариям уже в 2021-2040 годы должна вырасти температура воздуха в январе, апреле и октябре. Для наиболее оптимистичного сценария - RCP2.6 предполагается фактический рост температур только в отдельные месяцы (январь, апрель, октябрь) и в только первый период (с 2021 по 2040 год) (на 0,8-0,9 °C), а для марта, июня, августа и ноября ожидается даже небольшое снижение (примерно на 0,2-0,4 °C). В дальнейшем ожидается некоторая стабилизация климатических норм температур до конца века. По наиболее реалистичному сценарию - RCP4.5, в 2021-2040 годы также предполагается аналогичный рост температур в январе, апреле и в октябре (на 0.8-0.9 °C), и снижение их в марте, июне, августе и в ноябре (на 0.2-0.4 °C). В середине XXI века (2041–2060 гг.) ожидается относительно равномерный небольшой рост температур во все месяцы года в пределах 0,4-0,7 °C. В последующем двадцатилетии темпы потепления заметно снижаются и не превышают 0,2-0,5 °C. В конце XXI века предполагается возобновление роста температур, но преимущественно только в теплый период – с апреля по октябрь. Климатическая норма зимних температур в последнем двадцатилетии практически не изменится. По жесткому сценарию – RCP8.5 в период с 2021 по 2040 год норма температур должна вырасти в декабре и в апреле на 0,9 °C, октябре – на 1,1 °C, а в январе – на 1,4 °C и немного снизиться в июне (на 0,5 °C). В дальнейшем ожидается стабильный рост температур во все месяцы года. К концу XXI века в сравнении с нормой 1961–1990 годов максимальное повышение температур будет наблюдаться в июле –

октябре и достигнет 5,1-5,9 °C. Наименьший рост температур ожидается в ноябре, декабре и апреле (на 3,7-3,8 °C). В сравнении с периодом 2001-2017 годов к концу XXI века максимально вырастут температуры в октябре (на 4,4 °C) и в январе (на 4,1 °C), а минимально – в июне (на 2,9 °C) и марте (на 3,0 °C).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам климатических исследований проведен анализ данных о прошлых, современных и ожидаемых в будущем изменениях температуры воздуха на территории Южного берега Крыма. На основании ансамблевой климатической проекции и наиболее реалистического климатического сценария – RCP4.5 получены численные оценки изменения температуры до конца XXI века. С 2021 по 2040 год на ЮБК ожидается сохранение температур в отдельные месяцы на уровне 2001–2017 годов. При этом предполагаются рост температур в январе, апреле и в октябре (примерно на 1 °C) и небольшое снижение их в марте, июне, августе и в ноябре (менее 0,5 °C). В середине столетия следует ожидать равномерного небольшого роста температур во все месяцы года (в пределах 0,5–1 °C). В конце столетия ожидается незначительное повышение температур только в теплый период года при стабилизации в холодный период. Наибольший прирост температур по отношению к климатической норме 1961–1990 годов при наиболее неблагоприятном сценарии RCP8.5 следует ожидать в июле – октябре – до 5–6 °C, наименьший – в ноябре, декабре и апреле (на 3,5–4 °C).

В настоящее время ведется тестирование доступа к данным новых усовершенствованных результатов моделирования, представленных в проекте СМІР6. В данной фазе проекта реализованы некоторые конфигурации моделей с глобальным разрешением 25 км, что лучше региональных разрешений, используемых лишь несколько лет назад (Eyring et al., 2015), и вероятно, позволит снизить систематические погрешности моделей, а также уменьшить неопределенность, обусловленную климатическими проекциями.

Представленные в работе результаты и подходы к многомерной обработке метеорологических данных можно использовать для изучения и сценарных оценок будущего состояния окружающей среды в условиях глобального изменения климата, а также для разработки мероприятий по адаптивному пространственно-временному природопользованию.

Благодарности. Автор выражает признательность П. Б. Корсакову (Федеральное государственное бюджетное учреждение «Крымское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», начальник агрометеорологической станции Никитский сад) за помощь при обработке климатических данных моделирования СМІР5.

Список литературы

Анисимов О. А., Жильцова Е. Л. Об оценках изменений климата регионов России в XX в. и начале XXI в. по данным наблюдений // Метеорология и гидрология. -2012. -№ 6. - С. 95–107.

Анисимов О. А., Жильцова Е. Л., Кокорев В. А. Пространственные и временные закономерности динамики температуры воздуха на территории России в 20 — начале 21 века // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. — 2011. — 1.24. —

Анисимов О. А., Кокорев В. А. Об оптимальном выборе гидродинамических моделей для оценки влияния изменений климата на криосферу // Лед и снег. -2013. - T. 121. - № 1. - C. 83–92.

Башарин Д. В., Полонский А. Б., Станкунавичус Γ . Вероятные изменения в поле температуры и осадков в Европе к концу текущего столетия // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. -2013. -№ 27. - C. 174-178.

Гаркуша Л. Я., Багрова Л. А., Позаченюк Е. А. Разнообразие ландшафтов Крыма со средиземноморскими элементами флоры // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «География». – 2012. – Т. 25 (64), № 2. – С. 36–47.

Дидух Я. П. Растительный покров Горного Крыма. — К.: Наукова думка, 1992. — 294 с.

Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 год. – М.: Росгидромет, 2017. – 70 с.

Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации / [ред. В. М. Катцов]. — СПб.: Росгидромет, 2017. - 106 с.

Дымников В. П., Лыкосов В. Н., Володин Е. М. Моделирование климата и его изменений: Современные проблемы // Вестник РАН. -2012. - Т. 82, № 3. - С. 227–236.

Ефимов В. В., Володин Е. М., Анисимов А. Е. Моделирование изменений климата в Черноморском регионе в XXI столетии // Морской гидрофизический журнал. -2015. -№ 2 (182). - C. 3-14.

Земельный фонд APK [Электронный ресурс]. -2010. Режим доступа: http://kadastrua.ru/zemelnyj-kadastr/563-zemelnyj-fond-ark.html.

ИКАРДА. Загрузка прогностических метеорологических данных с сайтов Earth System Grid Federation (ESGF) [Электронный ресурс] // ИКАРДА (Международный центр по сельскохозяйственным исследованиям в засушливых зонах). 2015. 24 с. Режим доступа: http://cac-program.org/files/Manual_on_CC_data_downloading_and processing ru.pdf

Кириллина К. С., Лобанов В. А., Сердитова Н. Е. Оценка будущего климата республики Саха (Якутия) // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2015. – № 40. – С. 113– 126

Коба В. П., Жигалова Т. П. Климатические факторы и динамика пожаров в лесах Горного Крыма // Лесоведение. – 2014. – N 2. – C. 52 – 58.

Лобанов В. А., Тощакова Г. Г. Методика оценки будущих региональных температурных условий (на примере Костромской области) // Географический вестник Пермского ГНИУ. – 2016. – Т. 1 (36). – С. 58–69.

Малинин В. Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. Учебник. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2008. – 408 с.

Официальный сайт ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова». Раздел «Изменения климата в России в 21 веке (модели СМІР 5)» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://voeikovmgo.ru/ru/izmenenie-klimata-v-rossii-v-xxi-veke?id=613.

Оценка пригодности моделей общей циркуляции атмосферы и океана СМІР3 для расчетов будущих изменений климата России / [В. А. Говоркова, В. М. Катцов, В. П. Мелешко и др.] // Метеорология и гидрология. -2008. -№ 8. - C. 5-20.

Погода в 243 странах мира [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rp5.ru (дата обращения: 14.02.2018). Проскуряков М. А. Проблема хронобиологической цикличности движения свойств лесных экосистем // Сибирский лесной журнал. − 2015. - № 2. - С. 71-84.

An emission pathway for stabilization at 6 Wm-2 radiative forcing / [T. Masui, K. Matsumoto, I. Hijioka et al.] // Climatic Change. -2011. Vol. 109, N 1-2. P. 59-76.

An Overview of BCC Climate System Model Development and Application for Climate Change Studies / [T. Wu, L. Song, W. Li et al.] // J. Meteorol. Res. – 2014. – Vol. 28, N 1. – P. 34–56. DOI: 10.1007/s13351-014-3041-7

Araújo M. B., New M. Ensemble forecasting of species distributions // Trends in Ecololy and Evolution. – 2007. – Vol. 22, Iss. 1. – P. 42–47. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.09.010

Climate and carbon cycle changes from 1850 to 2100 in MPI-ESM simulations for the Coupled Model Intercomparison Project phase 5 / [M. A. Giorgetta, J Jungclaus, C. H. Reick et al.] // J. Adv. Model. Earth Syst. – 2014. – Vol. 5, N 3. – P. 572–597.

Climate change projections over East Asia with BCC CSM1.1 climate model under RCP scenarios / [X. Xin, L. Zhang, J. Zhang et al.] // J. Meteorol. Soc. Jpn.. – 2013. – Vol 91, N 4. – P. 413–429.

Climate change projections using the IPSL-CM5 Earth System Model: From CMIP3 to CMIP5 / [J.-L. Dufresne, M.-A. Foujols S. Denvil et al.] // Clim. Dyn. – 2012. – Vol 40, N 9–10. – P. 2123–2165.

Convective control of ENSO simulated in MIROC / [M. Watanabe, M. Chikira, Y. Imada, M. Kimoto] // J. Clim. – 2011. – Vol 24, N 2. – P. 543–562.

Evaluation of Climate Models / [G. Flato, J. Marotzke, B. Abiodun et al.] In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / [Eds. T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner et al.]. – Cambridge, UK and NY, USA: Cambridge University Press, 2013. – Chapter 9. – P. 741–866.

IPCC 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / [Eds. T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner et al.]. – Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2013. – 1535 p.

Marmion M., Parviainen M., Luoto M., Heikkinen R. K., Thuiller W. Evaluation of consensus methods in predictive species distribution modelling // Diversity and Distributions. — 2009. — Vol. 15. P. 59–69. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2008.00491.x

Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization / [V. Eyring, S. Bony, G. A. Meehl et al.] // Geosci. Model Dev. Discuss. — 2015. — Vol. 8. — P. 10539-10583. DOI: 10.5194/gmdd-8-10539-2015.

Ramirez J., Jarvis A. Downscaling Global Circulation Model Outputs: The Delta Method Decision and Policy Analysis Working Paper No. 1. International Center for Tropical Agriculture (CIAT). – Cali: CO, 2010. – 18 p.

Ramirez J., Jarvis A. High resolution statistically downscaled future climate surfaces. International Center for Tropical Agriculture (CIAT); CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS) [Электронный ресурс]. – 2008. Режим доступа: http://ccafs-climate.org/data/. (дата обращения: 7.02.2018, 4.07.2018)

RCP2.6: Exploring the possibility to keep global mean temperature increase below 2 °C / [D. P. van Vuuren, E. Stehfest, M. G. J. den Elzen et al. // Climatic Change. – 2011. – Vol. 109, N 1–2. – P. 95–116.

RCP4.5: A pathway for stabilization of radiative forcing by 2100 / [A. M. Thomson, K. V. Calvin, S. J. Smith et al. // Climatic Change. – 2011. – Vol. 109, N 1–2. – P. 77–94.

RCP 8.5 – A scenario of comparatively high greenhouse gas emissions / [K. Riahi, S. Rao, V. Krey, et al.] // Climatic Change. – 2011. – Vol. 109, N 1–2. – P. 33–57.

Ruane A. C., Goldberg R., Chryssanthacopoulos J. Climate forcing datasets for agricultural modeling: Merged products for gap-filling and historical climate series estimation // Agricultural and Forest Meteorology. – 2015. – Vol. 200. P. 233–248.

The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system / [D. P. Dee, S. M. Uppala, A. J. Simmons et al.] // Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. – 2011. – Vol. 137. – N. 656. – P. 553–597.

Wolkovich E. M., Cleland E. E. Phenological niches and the future of invaded ecosystems with climate change // AoB PLANTS 6. – 2014. – plu013; doi:10.1093/aobpla/plu013.

Korsakova S. P. The evaluation of future climate change in the Southern coast of the Crimea // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 151–165.

The probable climate changes the temperature regime in the future in the Southern coast of the Crimea according to the predictive calculations in the framework of the CMIP5 models project for the three main climate scenarios (RCP2.6, RCP4.5 and RCP8.5) up to 2100 were analyzed in this paper. For the most dramatic climate scenario RCP8.5 the highest temperature increase, relative to the mean for the 1961–1990 period should be expected in July – October – up to 5–6 °C, the lowest – in November, December and April (up to 3.5–4 °C). For the most realistic climate scenario RCP4.5 compared with the first decades of the XXI century in 2021–2040, it is assumed that temperatures will increase in January, April and October (about 1 °C) and a slight decrease in March, June, August and November (less than 0.5 °C). In the middle of the century, we should expect further uniform temperature increases in all months of the year (within 0.5–1 °C). In the last twenty years of the XXI century, temperatures are expected to stabilize during the cold period of the year while maintaining a small increase in the warm period (about 0.5 °C) of the year.

Key words: Climate change, ensemble climatic projections, air temperature, modeling, Southern coast of the Crimea.

Поступила в редакцию 23.06.18

СОДЕРЖАНИЕ

Кобечинская В. Г., Андреева О. А. Сравнительная характеристика структуры и	
продуктивности фитоценозов восточных и центральных степей Крыма с учетом	
пирогенного фактора	3
Сахно Т. М. Особенности распространения и современное состояние сосны Сабина (Pinus sabiniana Douglas) на Южном берегу Крыма	12
Гарасова И. С. Структура травяного яруса в дубово-липовом с кленом разнокустарниковом разнотравном типе леса на юге Приморского края	18
Гусев А. П., Шпилевская Н. С. Особенности сообществ с участием <i>Ambrosia artemisiifolia</i> в ландшафтах юго-востока Беларуси	34
Кравчук Е. А., Просянникова И. Б., Репецкая А. И., Кадочникова В. И. Фитотрофная паразитическая микобиота памятника природы «Агармышский лес» (Республика Крым)	41
Магомедова М. А. Современное состояние некоторых территорий Предгорного Дагестана,	
нуждающихся в охране	49
Плугатарь Ю. В., Папельбу В. В. Результаты фитоиндикации условий экотопов скальнодубовых фитоценозов Горного Крыма на тренде рекреации	61
Никифоров А. Р., Корженевский В. В., Никифоров А. А. Биоэкологические особенности облигатных гляреофитов осыпей верхнего пояса Горного Крыма	67
Аллаярова И. Н., Реут А. А. Биологические особенности редкого вида <i>Campanula carpatica</i> Jacg. в условиях Республики Башкортостан	72
Воронин А. А. Перспективное функциональное зонирование территории Ботанического сада им. проф. Б. М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета	82
Евстигнеева И. К., Танковская И. Н. Размерно-массовый состав ценопопуляции, морфопараметры слоевища <i>Padina pavonica</i> (Ochrophyta) и их пространственно-временные изменения	87
Чекалов В. П. К вопросу об интенсивности поглощения кислорода донными осадками Балаклавской бухты (Черное море)	99
Макаров М. В., Витер Т. В. Макрозообентос в эпифитоне водоросли <i>Cystoseira crinita</i> Duby, 1830 акватории государственного природного заповедника Утриш (Черное море)	106
Щербань С. А. Особенности соматического роста тканей молоди черноморского шпрота Sprattus sprattus phalericus нагульные периоды	112
Шоренко К. И. Оценка зонального распределения видов роющих ос и ос-сколий (Hymenoptera: Sphecoidae, Scoliidae) на Крымском полуострове	121
Галалайко А. С., Быкова Т. О., Ивашов А. В., Саттаров В. Н. Сравнительная карактеристика медоносных пчел (<i>Apis mellifera</i>) зоны Предгорных лесостепей Крыма	137
Костин С. Ю., Кучеренко В. Н. Материалы к характеристике начального периода осенней миграции птиц в Горном Крыму в 2011 году	142
Корсакова С. П. Оценка будущих изменений климата на Южном берегу Крыма	151

CONTENT

Kobechinskaya V. G., Andreeva O. A. Comparative characteristics of the structure and	
productivity of phytocoenoses in the eastern and central steppes of the Crimea, taking into account	2
the pyrogenic factor	3
Sakhno T. M. Peculiarities of distribution and modern condition of Digger pine (<i>Pinus sabiniana</i> Douglas) on the Southern coast of Crimea	12
Tarasova I. S. Horizontal structure of the herb layer in the maple-oak-linden with a varied underbrush mixherbosum forest type in the southern primorye region	18
Gusev A. P., Shpilevskaya N. S. Features of communities with <i>Ambrosia artemisiifolia</i> in landscapes of the southeast of Belarus	34
Kravchuk E. A., Prosyannikova I. B., Repetskaya A. I., Kadochnikova V. I. Phytotrophic parasitic mycobyota of the natural monument «Agarmyshskiy forest» (Republic of Crimea)	41
Magomedova M. A. The current state of some areas of foothill Dagestan that need protection	49
Plugatar Y. V. Papelbu V. V. Phytoindication of conditions of ecotopes of durmast oak phytocoenosis of the mountainous Crimea on recreation trebd	61
Nikiforov A. R., Korzhenevsky V. V., Nikiforov A. A. Biological and ecological features of the obligate glyareophytes on the upper zone rock screes in Mountain Crimea	67
Allayarova I. N., Reut A. A. Biological features of rare species <i>Campanula carpatica</i> Jacg. in the conditions of Republic of Bashkortostan	72
Voronin A. A. Promising functional zoning of the Botanical garden named after professor B. M. Kozo-Polyansky	82
Evstigneeva I. K., Tankovskaya I. N. Dimension-mass composition of the coenopopulation, morphoparameters of the thallus of <i>Padina pavonica</i> and their spatial-time dynamics	87
Chekalov V. P. To the question of the intensity absorption of oxygen by the Balaklava bay sediments (the Black Sea)	99
Makarov M. V., Viter T. V. Macrozoobenthos in epiphyton of algaes <i>Cystoseira crinita</i> Duby, 1830 in aquatorium of State nature reserve Utrish (the Black sea)	106
Shcherban S. A. The peculiarities of somatic growth process of young-fish black sea <i>Sprattus sprattus phalericus</i> in fish-growing periods	112
Shorenko K. I. Evaluation of distribution species of the digger wasps and scoliid wasp (Hymenoptera: Sphecoidae, Scoliidae) in the natural areas of the Crimean peninsula	121
Talalayko A. C., Bykova T. O., Ivashov A. V., Sattarov V. N. The comparative characteristics of honey bees (<i>Apis mellifera</i>) in the Crimean foothills	137
Kostin S. Yu., Kucherenko V. N. The materials for characterization the initial period of autumn migrations of birds in the Crimean Mountains in 2011	142
Korsakova S. P. The evaluation of future climate change in the Southern coast of the Crimea	151