



Научный журнал

ISSN 2414-4738

ЭКОСИСТЕМЫ

Флора
и фауна

Биоценология

Биология
и экология
видов

Охрана
природы



ВЫПУСК

5 (35)

2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В. И. ВЕРНАДСКОГО

ЭКОСИСТЕМЫ

ВЫПУСК 5 (35) • 2016

Свидетельство о регистрации СМИ – ПИ №ФС77-61820 от 18 мая 2015 г.

ISSN 2414-4738

Печатается по решению Ученого совета Крымского федерального университета
имени В. И. Вернадского, протокол № 10 от 27 октября 2016 г.

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

Редакционный совет журнала

Главный редактор

Чуян Е. Н., д. б. н., профессор

Редакторы

Иванов С. П., д. б. н., профессор

Котов С. Ф., к. б. н., доцент

Технический редактор

Сволынский А. Д.

Ответственный секретарь

Николенко В. В., к. б. н.

Члены редакционного совета

Ена А. В., д. б. н., профессор

Ермаков Н. Б., д. б. н.

Захаренко Г. С., д. б. н., профессор

Ивашов А. В., д. б. н., профессор

Коба В. П., д. б. н., профессор

Коношенко С. В. д. б. н., профессор

Кореньюк И. И., д. б. н., профессор

Корженевский В. В., д. б. н., профессор

Маслов И. И., д. б. н.

Оберемок В. В., к. б. н., доцент

Репецкая А. И., к. б. н., доцент

Симагина Н. О., к. б. н., доцент

Темурьянц Н. А., 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://science.cfuv.ru/nauchnye-zhurnaly-kfu/ekosistemy>

Оригинал-макет: А. Д. Сволынский

На обложке: Опукский природный заповедник, участок ковыльной степи у подножья северного склона горы
Опук (фото С. П. Иванов)

Подписано в печать 02.11.2016 г. Формат 210×297. Бумага офсетная. Печать – ризографическая. Усл. п. л. 6,7. Тираж 50.
Отпечатано в издательском отделе КФУ – пр. Академика Вернадского, 4, Симферополь, 295007

УДК 332.146.6 (477.75)

ДЕМПФЕРНАЯ ПРИРОДА АССИМИЛЯЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА КРЫМА: ТЕОРИЯ ОЦЕНКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Ярош О. Б., Кобечинская В. Г.

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, yarosh.tnu@gmail.com,
valekohome@mail.ru

Выделяются и описываются характерные особенности ассимиляционного потенциала Крыма. Проведена классификация теоретических подходов к исследованию его демпферной природы. Особое внимание акцентируется на оценке ассимиляционного потенциала почв Крыма. Произведена дифференциация территорий Крыма в зависимости от ассимиляционной емкости почвенного покрова. Предложен авторский модельно-аналитический инструментарий для оценки скорости ассимиляции тяжелых металлов в почвах в зависимости от природно-климатических зон Крыма. Значительное внимание уделяется оценке среднегодовых темпов ассимиляции загрязнений в разных компонентах экосистем, что дает возможность исследовать малоизвестные критические пороги, которые оказывают прямое и косвенное влияние на экономику исследуемого региона.

Ключевые слова: ассимиляционный потенциал, почвы, сельское хозяйство, тяжелые металлы, Крым.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день ключевым вопросом экономики природопользования является исследование способности или возможности окружающей среды к восстановлению то, что называется другими словами – *ассимиляционным потенциалом*. Несмотря на огромную значимость данного вопроса, он, по-прежнему, остается одним из наименее изученных. Это связано как с трудностью его экономической оценки, так и со сложностью понимания его функций. Как правило, ассимиляционный потенциал просто признается рядом экономистов, как один из видов природного капитала, его классифицируют как «природные услуги» или «услуги экосистем». В работе О. П. Крисановой (Крисанова, 2008) приводится определение ассимиляционного потенциала, как способность окружающей среды без саморазрушения разлагать природные и антропогенные вещества, устранять их вредное воздействие в последующих циклах биологического круговорота. Данное определение основывается на терминологическом переводе данного понятия с английского языка (*assimilations*), означающего, согласно англо-русскому словарю В. К. Мюллера (Мюллер, 1985) как освоение или уподобление. Приведенное определение, возможно, неверно отражает смысл. Оно произошло, по всей видимости, от латинского слова *assimilatio*, имеющего похожий перевод – уподобление. Данный термин применяется в нескольких научных областях: биологии, лингвистики, социологии, геологии и др. Вполне вероятно, что в экономику природопользования данный термин пришел именно из биологии, а именно, из фундаментальных свойств живых организмов – обмена веществ, в частности, пластического обмена. Таким образом, ассимиляция – это способность окружающей среды к усвоению, а не разложению. Поэтому, более корректное определение: *ассимиляционный потенциал – это способность окружающей среды к процессам биосинтеза*. В данное понятие заложена идея, что биосфера способна усваивать, выдерживать негативные воздействия возмущающих внешних факторов: антропогенной и естественной деятельности. Исходя из этого определения, ассимиляционный потенциал (АП) – это одна из функций биосферы, которая обеспечивает естественный круговорот веществ. Однако следует подчеркнуть, что ошибочно считать, что данное понятие близко по смыслу к термину продуктивность, который подразумевает скорость производства биомассы в единицу времени. Ее можно рассчитать в единицах энергии или накопления органических веществ. В качестве синонима термина «продуктивность» Ю. Одум (Одум, 1975) предложил использовать термин «скорость продуцирования». Однако на гетеротрофном уровне в отличие от автотрофного, более правильно использовать не термин «продуктивность», а скорость ассимиляции или усвоения. Это способность природной среды к восстановлению своих характеристик,

поэтому ее оценка может быть качественной. Если знать величину ассимиляционного потенциала, то можно решить важнейшую проблему экономики природопользования: научиться разумно *управлять* хозяйственной деятельностью человека в рамках предельно допустимого давления на биосферу, до тех пор пока природная среда сохраняет свои ресурсо- и средообразующие функции (Кокин, 2002). Превышение этих пределов ведет к нарушению территориально-экологического равновесия и потери устойчивости, то есть нарушению баланса между ассимиляционным потенциалом и антропогенной нагрузкой, которой был внесен хозяйственной деятельностью. Самым сложным вопросом, при этом является количественная оценка ассимиляционного потенциала. Несмотря на это, существуют приближенные методы его определения, которые используются в практике производственной деятельности. Существует ряд нормативов (ПДК, ПДВ и др.), которые описывают пороговые значения¹ воздействия на ассимиляционный потенциал. Несмотря на их несовершенство, приближенно они все-таки могут характеризовать предел воздействия на АП, при котором будет проявляться его свойство – ассимиляции загрязнения (Николайкин и др., 2004). В общем виде, количественно АП можно охарактеризовать (Гусев, 2004), как систему оценок по учитываемым ингредиентам загрязнения от нуля до их пороговых значений – демпферов. Достижение нормативов представляет собой процесс устранения дефицита ассимиляционного потенциала за счет его искусственного воспроизводства. Он является (Гусев, 2004) жестко лимитированным природным ресурсом, поскольку его использование, как и применение, обуславливает возникновение экономической ренты. Полагаем, что данная идея перекликается с мнением Э. В. Гирусова (Гирусов и др., 1998) о том, что человечество свои экономические интересы давно связало с экономической ценностью самой природы, а ее ассимиляционный потенциал (как самоорганизующаяся сущность одной из составных частей природы, одной из частей «Закона 4 С») превратился в источник новых доходов, а именно в ассимиляционную ренту. Очевидно, что такая высокая антропогенная нагрузка имеет свои последствия, поскольку во много раз превышает допустимые экологические нормы. Именно выявление некоторых из этих пределов является *целью* данной работы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Крымский регион, имеет множество особенностей, поэтому необходимо понимать, что ассимиляционная емкость данных территорий будет зависеть от следующих факторов, которые были выделены в работах ученых, представителей географических школ (Багров, 2006):

1. Характер окружения. Это объясняется тем, что если нарушенный участок окружают ненарушенные экосистемы с теми же биоценозами, которые существовали на рассматриваемом участке, скорость восстановления значительно возрастает благодаря переносу семян, миграции животных, вегетативному размножению;

2. Размер разрушенности – чем он меньше, тем быстрее происходит восстановление фрагмента.

Наиболее значимы соотношения между теплом и влагообеспеченностью территории, именно при благоприятных условиях для развития растительного покрова восстановление биоценоза происходит быстрее. Таким образом, в рамках рассматриваемого региона **особую актуальность** приобретает алгоритм оценки ассимиляционного потенциала почвенного покрова. В работах М. А. Глазовского (Информационно-географическое обеспечение планирования стратегического развития Крыма, 2006), было доказано, что процессы самоочищения природных ландшафтов от загрязнения определяются тремя группами факторов. К первой относятся процессы, определяющие интенсивность рассеяния и выноса продуктов техногенного загрязнения. На уровне Крыма в данном случае учитывается количество атмосферных осадков, скорость ветра, величина поверхностного и грунтового

¹ Демпфер — пороговое значение безопасного риска.

стока, уклоны рельефа и общая расчлененность поверхности. Оценка, проводимая группой ученых (Багров, 2006), показала, что по Крыму уровень самоочищения природных ландшафтов может быть представлен следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

Оценка способности к самоочистке различных типов ландшафтов Крыма (Багров, 2006)

Типы ландшафтов	Кол-во атмосферных осадков, мм/год		Уровень расчлененности	Уклон местности	Поверхностный сток, мм/год	
Типичные степи	350–450	Очень низкое	Слабый	Преобладают пологие склоны	0–100	Очень низкий
Предгорная лесостепь	450–600	Низкое	Значительный	Значительно число покатых склонов	50–100	Низкий
Горные дубовые леса	600–800	Высокое	Высокий	Преобладают покатые и крутые склоны	100–150	Умеренный
Горные буковые леса	800–1500	Очень высокое	Высокий	Преобладают покатые и крутые склоны	200–400	Высокий
Южнобережные шибляки	400–600	Низкое	Высокий	Преобладают покатые склоны	75–150	Низкий

В результате, получается, что ландшафты горных буковых лесов наилучшим образом обеспечивают вынос загрязнений за свои пределы. При этом характер накопления в естественных экосистемах зависит от индивидуальных особенностей каждого компонента рельефа, в частности растительного и почвенного покрова.

Вторая группа факторов, выделенная в работе (Багров, 2006), описывает возможности и интенсивность иммобилизации и пространственного перемещения загрязнений. К ней относятся количество штилей, температурных инверсий и туманов, геохимическая стратификация грунтов, механический состав грунтов, фильтрационные физико-химические свойства грунтов (табл. 2).

Таблица 2

Оценка условий для самоочистки ландшафтов Крыма (Багров, 2006)

Типы ландшафтов	Количество штилей	Количество температурных инверсий	Количество туманов
Типичная степь	Умеренное	Невысокое	Умеренное
Предгорная лесостепь	Умеренное	Невысокое	Умеренное
Ландшафты горных дубовых лесов	Невысокое	Невысокое	Значительное
Горные буковые леса	Невысокое	Невысокое	Значительное
Южнобережные шибляки	Невысокое	Невысокое	Умеренное

Третья группа связана с процессами, определяющими интенсивность превращений и метаболизма продуктов загрязнений. Эти процессы, по мнению В. А. Бокова (Багров, 2006) зависят от сумм солнечной радиации, уровня ультрафиолетового излучения, сумм температур, интенсивности фотохимических реакций и т. д. В общем виде оценка данной группы приводится в таблице 3.

Таблица 3

Оценка процессов интенсивности выведения загрязнений за счет метаболизма
(Багров, 2006)

Типы ландшафтов	Солнечная радиация	Ультрафиолетовая радиация	Суммы температур выше 10 °С
Типичные степи	Высокая	Высокая	Значительные
Предгорная лесостепь	Высокая	Высокая	Умеренные
Горные дубовые леса	Умеренная	Умеренная	Умеренные
Горные буковые леса	Умеренная	Умеренная	Невысокие
Южнобережные шибляки	Высокая	Высокая	Высокие

Недостатком предложенной оценки является, по нашему мнению, высокая степень абстракции, поскольку критерии «высокое», «значительное», «умеренное» и т. д. не позволяют выявить четкие пределы по нагрузкам и рассчитать математически их уровни. Данная методика является в большей степени экспертным мнением и его трудно использовать для экономических расчетов, поэтому возникает необходимость в более конкретной количественной оценке ассимиляционного потенциала Крыма.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно данным о пространственно-временном распределении климата с учетом географических особенностей местности, очевидно, что наиболее «хрупким» ассимиляционным потенциалом обладают экосистемы южного берега Крыма (Багров, 2006).

Данные исследования можно проверить с помощью картографирования регионов для определения контуров районов с наиболее «уязвимым» природным ассимиляционным потенциалом почв. Исходной предпосылкой для исследования уязвимости ассимиляционного потенциала почв Крыма является факт устойчивости локальной экосистемы к воздействию загрязнением тяжелыми металлами, исходя из положения о том, что ассимиляционный потенциал больше у почв с высоким содержанием гумуса и рН средой не ниже 6,5 и не выше 7,5, то есть нейтральной. Результаты нашего картографирования территории Крыма по этим показателям приведены ниже (рис. 1).

Согласно распределению качественного состава почв, очевидно, что к загрязнению тяжелыми металлами наиболее восприимчивы почвы Керченского полуострова и южного берега Крыма.

Для более четкого расчета ассимиляционного потенциала необходимо определить численно уровень техногенного загрязнения тяжелыми металлами почв Крыма. Известно, что нормирование содержания тяжелых металлов достаточно сложная задача, поскольку невозможно учесть все факторы природной среды. Как было показано выше, что от содержания гумуса, рН реакции почвенного раствора зависят агрохимические свойства почвы, и они могут влиять на уменьшение или увеличение фонового содержания тяжелых металлов. Для определения их ассимиляционного потенциала рассмотрим показатели по загрязнению токсическими веществами почв Крыма (Михайлова, 2012) без учета их фонового содержания. По данным Крымской республиканской СЭС в различных районах полуострова были отобраны 3346 проб, которые показаны в таблице 4.

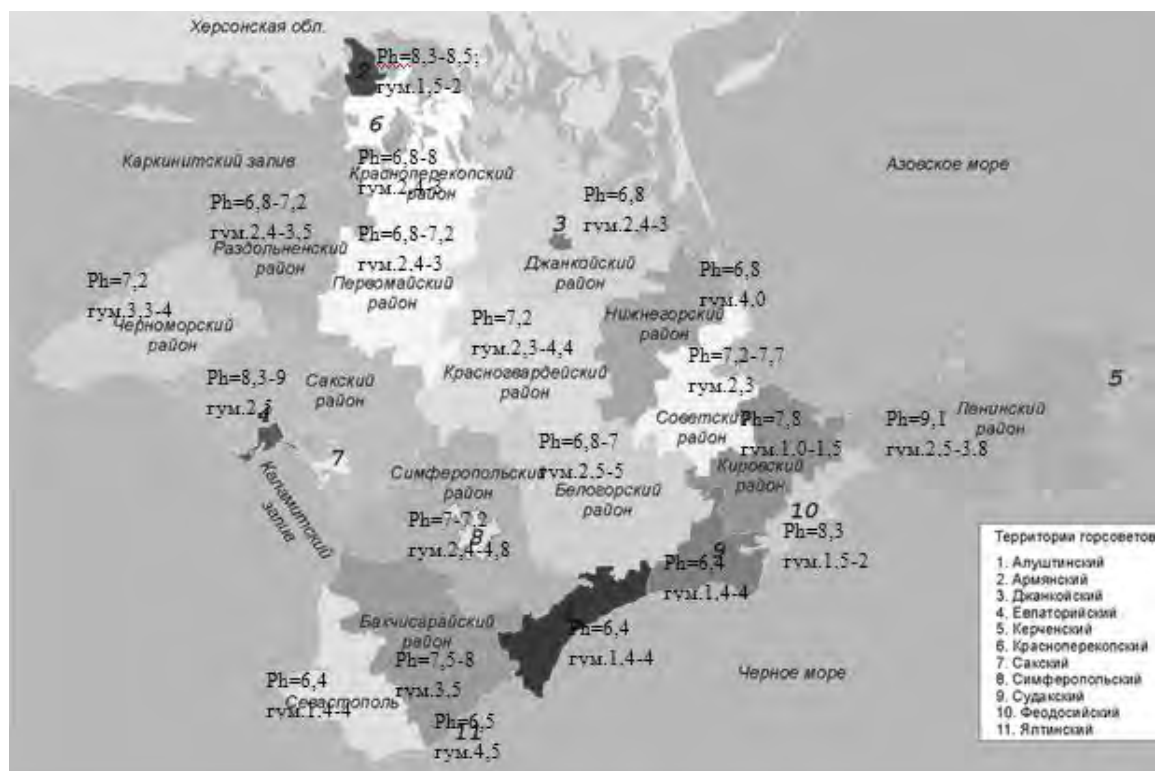


Рис. 1. Распределение pH среды почв и содержание гумуса в районах Крыма
(по средним значениям)

Таблица 4

Уровень содержания тяжелых металлов в климато-географических районах Крыма в мг/кг

Химический элемент	Климато-географический район Крыма		
	Предгорный район	Степной район	ЮБК
Свинец	24,25	11,29	29,96
Цинк	37,18	26,42	39,40
Медь	22,03	14,45	12,22
Хром	6,38	4,60	3,54
Общее количество проб	904	1664	778

Согласно показателям реального загрязнения, самое высокое содержание свинца и цинка фиксируется на ЮБК, а меди и хрома в предгорной зоне Крыма. Наиболее благополучные почвы находятся в степном Крыму, что объясняется меньшей антропогенной нагрузкой. Тем не менее, сравнение этих данных с предельно допустимыми концентрациями дает интересные результаты. Ниже были рассчитаны коэффициенты концентрации тяжелых металлов в разных районах Крыма, как процент превышения от предельно допустимых (табл. 5). Утвержденные ПДК и их допустимые уровни вредности приведены согласно принятой схеме нормирования тяжелых металлов по показателям их вредности, что регламентируется утвержденными нормами Госкомприрода СССР № 02-2333 от 10.12.90 г. Согласно данной методике нормирование осуществляется по разным критериям: транслокационное, т. е. регламентирующее переход элемента в растение, миграционное водное (переход в водорастворимые формы) и общесанитарное, подразумевающее влияние элемента на самоочищающую способность почв и почвенный микробиоценоз. Исходя из

того факта, что в рамках нашего анализа оцениваемая ассимиляционная емкость почв, приведенная ниже, велась по общесанитарным критериям ПДК, согласно соотношению (1).

$$K_n = \frac{N}{ПДК} \quad (1)$$

где K_n - коэффициент концентрации тяжелого металла в почве; N - концентрация тяжелого металла в почве, мг/кг; ПДК- предельно допустимая концентрация по общесанитарному критерию, мг/кг. Результаты расчетов приведены в таблице 5.

Таблица 5

Результаты расчета концентрации тяжелых металлов
в климато-географических районах Крыма

Химический элемент	ПДК почвы с учетом фона, мг/кг	Климато-географический район Крыма		
		Предгорный район	Степной район	ЮБК
Свинец	30,0	1,21	0,50	1,49
Цинк	37,0	1,00	0,70	1,06
Медь	3,0	7,34	4,81	4,01
Хром	6,0	1,00	0,70	0,95

Эти данные подтверждают, что самое большое загрязнение почв наблюдается на ЮБК и в предгорной зоне свинцом, который относится к элементу первой группы опасности, но не превышает нормативных ПДК. В целом по Крыму превышение ПДК во всех зонах фиксируется по меди, особенно высоко оно в предгорной зоне. По сумме этих показателей самым неблагоприятным является зона предгорья, затем ЮБК и наиболее благоприятным регионом является – степной. Для проверки данного анализа проведем оценку по ещё одному критерию – ОДК (ориентировочно допустимые концентрации) разработанному в 1995 году, и являющимся дополнением №1 к перечню ПДК № 6229-91. Он позволяет оценить загрязнение тяжелыми металлами с учетом реакции почвенной среды и ее гранулометрического состава. Зная распределение pH почв, согласно построенной нами карте почвенного распределения, приведенной выше на рисунке 1, мы можем рассчитать ориентировочные нормативные шкалы с учетом преобладающего типа почв в климато-географическом районе согласно соотношению (2):

$$K_{одк} = \frac{N}{ОДК} \quad (2)$$

где $K_{одк}$ - коэффициент ориентировочно допустимой концентрации тяжелого металла в почве; N - концентрация тяжелого металла в почве, мг/кг; ОДК - ориентировочно допустимая концентрация, мг/кг. При этом, поскольку ОДК учитывает тип почвы, то по свинцу мы рассчитывали его равным 130 мг/кг для почв близких к нейтральным, суглинистым и глинистым со средой pH больше 5. По цинку данный коэффициент для аналогичных типов почв равен 220 мг/кг. По меди он варьируется от 55 до 132 мг/кг, так как данный тяжелый металл является очень подвижным. При достижении валового объема концентрации тяжелого металла наблюдаются серьезные последствия для организма человека (табл. 6), поэтому мы использовали данные концентрации, как критические лимиты по накоплению.

Очевидно, что по степени опасности и объемам техногенного поступления, тяжелые металлы являются важнейшим загрязнителем, опережая пестициды, двуокись углерода и серы, промышленные и бытовые отходы. При этом, ключевым вопросом является количественная оценка ассимиляционного потенциала почв по отношению к тяжелым металлам. Данная задача является достаточно сложной для решения в силу многомерности механизмов ассимиляции. Тем не менее, мы можем выделить один из основных процессов, заключающийся в ассимиляции тяжелых металлов растениями.

Таблица 6

Результаты расчетов ориентировочно допустимых концентраций тяжелых металлов в
климато-географических районах Крыма, в зависимости от типов почв

Химический элемент	Климато-географический район Крыма						Особенности действия на организм
	Предгорный район		Степной район		ЮБК		
	ОДК, мг/кг	К _{ОДК}	ОДК, мг/кг	К _{ОДК}	ОДК, мг/кг	К _{ОДК}	
Свинец, 1 группа опасности	130	0,18	130	0,08	130	0,23	Блокирует SH группы белков, ингибирует ферменты, вызывает отравления и поражения нервной системы
Цинк, 1 группа опасности	220	0,16	220	1,32	220	1,97	Недостаток или избыток вызывает отклонение в развитии организма.
Медь, 2 группа опасности	132	0,16	55	0,26	110	0,11	Повышает клеточную проницаемость, ингибирует глутатион-редуктазу, нарушает матаболизм, взаимодействуя с –SH, NH ₂ , -COOH группами

В 1966 году А. И. Перельман (Перельман, 1966) в работе по геохимии почв выделил коэффициенты биологического поглощения или отношения содержания микроэлементов в золе растений к содержанию этого элемента в почве и разделил их на пять групп в зависимости от интенсивности ассимиляции элементов растениями (табл. 7).

Таблица 7

Коэффициент биологического поглощения (КБП)
(Перельман, 1966; Орлов, 1992)

Микроэлемент	КБП	Ряды биологического поглощения
P, S, Cl, I	$n \cdot 10^{-n} \cdot 10^2$	Энергично накапливаемые элементы
K, Ca, Mg, Na, Zn, Ag	$n \cdot 10^0 - n \cdot 10^1$	Сильно накапливаемые
Mn, Ba, Cu, Ni, Co, Mo, As, Cd, Be, Hg, Se	$n \cdot 10^{-1} - n \cdot 10^0$	Среднего накопления
Fe, Si, F, V	$n \cdot 10^{-1}$	Слабого накопления
Ti, Cr, Pb, Al	$n \cdot 10^{-2} - n \cdot 10^{-1}$	Очень слабого накопления

Таким образом, зная интервалы скоростей ассимиляции тяжелых металлов растениями, нами были проведены расчеты по трем климато-географическим зонам Крыма (табл. 8).

Таблица 8

Результаты расчетов скоростей ассимиляции тяжелых металлов
в климато-географических районах Крыма

Химический элемент	КБП, мг/(кг*год)	Климато-географический район Крыма, мг/(кг*год)		
		Предгорный район	Степной район	ЮБК
Свинец	0,01–0,1	0,24–2,4	0,11–1,1	0,29–2,9
Цинк	1–10	37,2–370	26,4–260	39,4–390
Медь	0,1–1	2,2–22,03	1,4–14,45	1,2–12,22
Хром	0,01–0,1	0,63–6,3	0,46–4,6	0,30–3,5

К элементам очень слабого накопления или низкого уровня ассимиляции относятся свинец и хром, медь является микроэлементом среднего темпа ассимиляции, а цинк очень сильно накапливается в растениях. Особенно важным является ежегодный мониторинг поступления тяжелых элементов в окружающую среду для понимания скорости ее загрязнений.

Промышленные предприятия, как правило, ведут статистику только по выбросам марганца при сварочных работах, по другим тяжелым металлам, поступающим из-за работы промышленности, постоянный учет не ведется. Контроль по загрязнению атмосферного воздуха взвешенными частицами в Украине до 2014 году вел Госкомгидромет в 48 городах на 76 постах наблюдений путем отбора проб, которые производится два раза в сутки, в 7 ч и 19 ч (усреднение 20 мин). На основе этих данных определялось содержание Pb, Cd и ещё шесть металлов, концентрации которых выводятся, как среднемесячные. В почве содержание тяжёлых металлов определялось раз в пять лет в 17 населённых пунктах.

Пока Крым был под юрисдикцией Украины, существовали значительные проблемы в ведении мониторинга по загрязнению тяжелыми металлами и соответственно прогнозированию долгосрочных последствий загрязнения. В настоящее время трудности с мониторингов этих процессов остаются нерешенными, это связано с отсутствием единого методического обеспечения и высокими затратами на инвентаризацию выбросов тяжёлых металлов методами прямых измерений. В результате, прямая оценка скоростей загрязнений неосуществима, однако возможно исследование эволюции величины концентрации загрязнений, с помощью математического моделирования.

Решение данной задачи было нами реализовано в рамках модели, позволяющей рассчитать те масштабы времени, на которых концентрация загрязнения достигает критической отметки ($n_{кр}$). При этом, начальный уровень загрязнения (n_0) дан согласно замерам на 2011 год по данным СЭЗ Крыма, которые ограничены четырьмя химическими элементами, параметр V является скоростью ассимиляции тяжелого металла растениями, приведен согласно коэффициенту биологического поглощения (КБП) (табл. 9).

Для начала рассмотрим поведение замкнутой системы, т. е. при отсутствии поступления новых загрязнений извне. В этом случае, величина концентрации будет уменьшаться со временем согласно линейной зависимости $n = n_0 - Vt$, пока не достигнет нулевого уровня (рис. 2), соответствующего полной ассимиляции за промежуток времени $\Delta t = n_0 / V$.

В реальности, помимо ассимиляции существующих загрязнений происходит также процесс поступления новых загрязнений, скорость которого обозначим переменной U . Тогда зависимость концентрации от времени примет вид 3.

$$n = n_0 - Vt + Ut = n_0 - t(V - U) \quad (3)$$

При равенстве скоростей двух противоположных по направлению процессов, т. е. $U = V$, очевидно, что $n = n_0 = const$ (рис. 3).

Таблица 9

Исходные данные для моделирования

Химический элемент	V, мг/(кг*год)	Климато-географический район Крыма					
		Предгорный район		Степной район		ЮБК	
		$n_{кр}$, мг/кг	n_0 , мг/кг	$n_{кр}$, мг/кг	n_0 , мг/кг	$n_{кр}$, мг/кг	n_0 , мг/кг
Pb	0,05	130	24,2	130	11,3	130	30
Zn	5	220	37,1	220	26,4	220	39,4
Cu	0,5	132	22	55	14,5	110	12,2
Cr	0,05	100	6,3	100	4,6	100	3,5

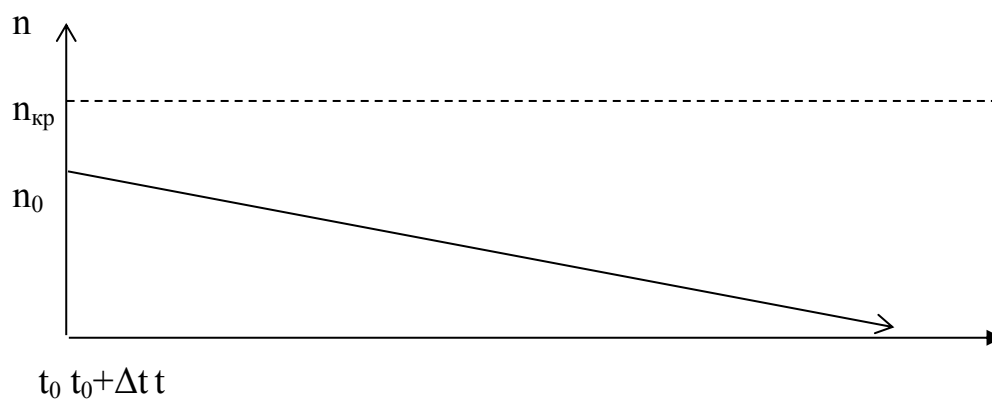


Рис. 2. Модель отсутствия поступления новых загрязнений (учет только процесса ассимиляции)

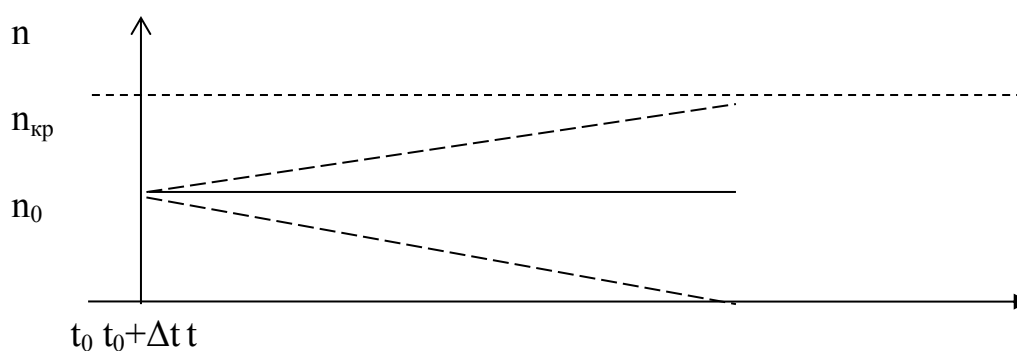


Рис. 3. Модель, в которой скорости ассимиляции и поступления новых загрязнений одинаковы

В данном случае скорости уравновешены, поэтому загрязнение будет сбалансировано ассимиляционными процессами. Этот вариант является оптимальным для окружающей среды. Однако загрязнения поступают быстрее, чем усваиваются за счет природных

процессов, а значит идёт аккумуляция токсикантов и постепенный рост их концентрации со временем.

За какой промежуток времени концентрация того или иного химического элемента из числа тяжёлых металлов достигнет критического уровня? Для однозначного количественного ответа на данный вопрос требуется знать поведение функции $U(t)$, но значение скорости U – неизвестно, равно как и её зависимость от времени $U(t)$. Поэтому в общем виде возможен только качественный анализ зависимости концентрации загрязнений от времени, тогда как её количественный расчет по формуле (5.3) возможен лишь в рамках той или иной модели. Заметим, что для роста функции $n(t)$ должно выполняться условие $U(t) > V(t)$. Кроме того, из общих соображений, очевидно, что с ростом концентрации загрязнений скорость ассимиляции уменьшается, т. е. $V(t) = k/n(t)^\alpha$.

Рассмотрим модель, в которой $\alpha = 1$, т. е. $V(t) = k/n(t)$. Отсюда следует, что коэффициент пропорциональности $k = V_0 n_0$. Предположим также, что скорость поступления новых токсических веществ равна скорости их ассимиляции в момент времени t_0 , а далее растет на 1 % в год. Таким образом, $U = V(1 + t/100)$. Подставляя $V(t) = V_0 n_0 / n(t)$ в соотношение (3), получаем:

$$n(t) = n_0 - Vt + Ut = n_0 - \frac{V_0 n_0}{n(t)} t + Ut \quad (4)$$

Умножая обе части равенства на $n(t)$ и перенося все слагаемые в левую часть, получаем квадратное уравнение относительно $n(t)$:

$$n^2 - n(n_0 + Ut) + V_0 n_0 t = 0 \quad (5)$$

Решение уравнения (5) имеет вид:

$$n(t) = \frac{1}{2}(n_0 + Ut) \pm \frac{1}{2} \sqrt{(n_0 + Ut)^2 - 4V_0 n_0 t} \quad (6)$$

где физический смысл имеет только корень с положительным знаком второго слагаемого (Ярош, 2014 а). Благодаря найденному решению, можно исследовать зависимость концентрации тяжелого металла в почве от времени с учетом двух противоположных процессов – ассимиляции и поступления новых загрязнений. Расчеты согласно зависимости (6) были проведены для таких тяжёлых металлов, как медь (Cu), цинк (Zn), свинец (Pb) и хром (Cr) для трех природно-географических зон Крыма. Результаты данной модели отображены на рисунках 4–7. Сплошной линией отображены зависимости $n(t)$ по предгорной зоне Крыма, пунктирная линия – степная зона, а точка-тире – данные по ЮБК.

Результаты расчетов показывают, что наиболее быстро усваиваемым элементом, является цинк. За счет ассимиляции он будет адсорбироваться экосистемой за 30–35 лет (табл. 10). На втором месте идет медь, которая является элементом среднего уровня накопления и процесс ее «усвоения» будет проявляться около 113 лет, однако, учитывая типы грунтов на ЮБК и в степной зоне, ассимиляция этого металла будет происходить более медленно, в пределах 116 лет. Загрязнение хромом, как элемента, очень слабо ассимилируемого растениями, будет осуществляться в среднем за 390 лет.

К тяжелому металлу первого класса опасности относится свинец, количество его выбросов сильно превосходит ассимиляционную способность почв, а с учетом того факта, что он очень слабо ассимилируется растениями, то время его адсорбции составляет по расчетным данным более 400 лет во всех природно-климатических зонах Крыма. Данные

расчеты отражают тот факт, что необходимо вводить механизмы более жесткого контроля по выбросам свинца и хрома, поскольку данные элементы будут приводить к разбалансировке локальной экосистемы (Ярош, Кобечинская, 2015).

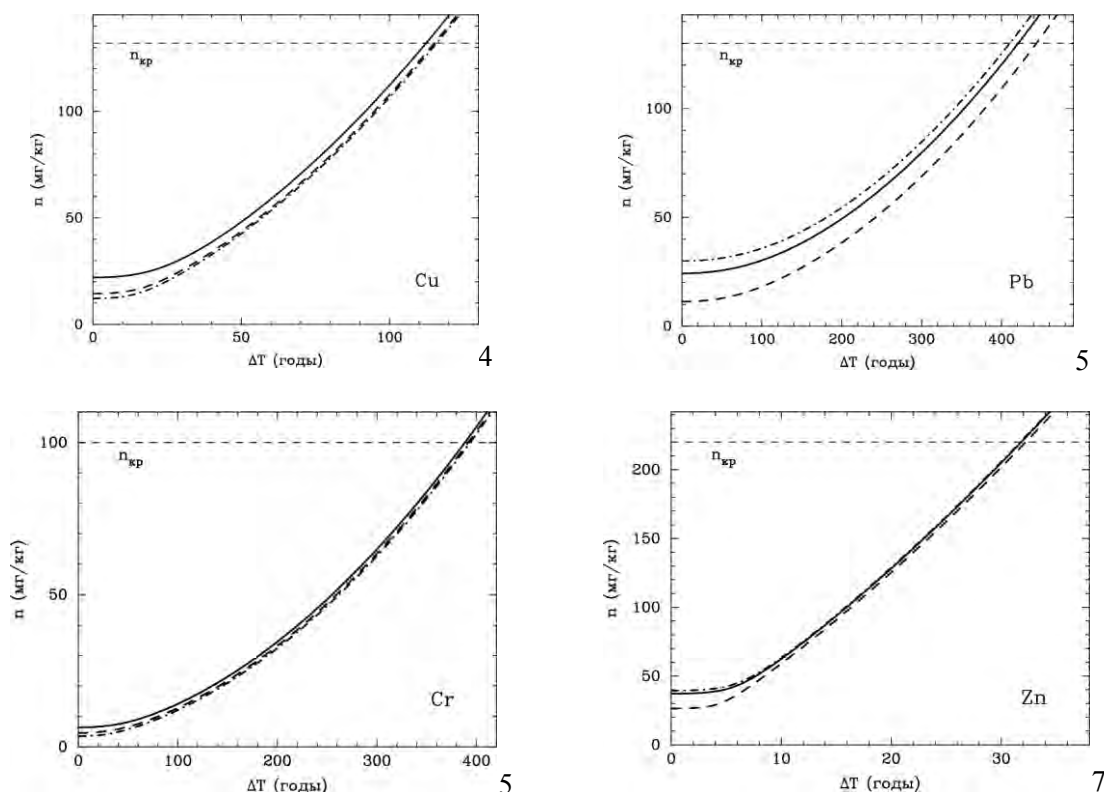


Рис. 4–7. Зависимость концентрации меди (4), свинца (5), хрома (6) и цинка (7) от времени по Крыму

Таблица 10

Результаты моделирования скорости ассимиляции тяжелых металлов

Химический элемент	Климато-географический район Крыма, лет		
	Предгорный район	Степной район	ЮБК
Свинец	421	444	410
Цинк	31,8	32,2	31,7
Медь	110	115	116
Хром	388	392	394

Рассмотрим ещё один вариант развития ситуации, предполагающий оценку времени, когда экосистема сможет сама очиститься от загрязнений в случае, если новые не будут поступать. Расчет данного сценария приведен на рисунке 8.

Скорость ассимиляции выбрана по усредненным данным для трех климато-географических зон Крыма, в зависимости от типов почв. Таким образом, рассчитаны масштабы времени, за которые происходит абсорбция данных химических элементов – это: цинк – 8 лет; медь – 23 года; хром – 90 лет, а свинец – 130 лет (Ярош, 2014 б).

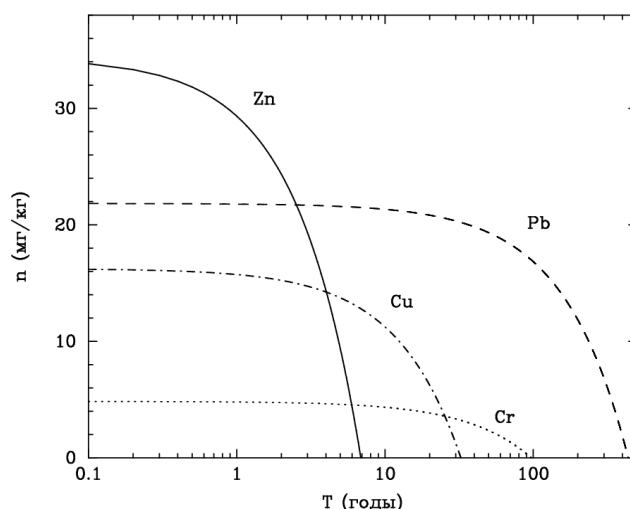


Рис.8. Скорость ассимиляции химических элементов без поступления новых загрязнений для климато-географических зон Крыма

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложен авторский модельно-аналитический инструментарий для оценки скорости ассимиляции тяжелых металлов в почвах в зависимости от природно-климатических зон Крыма. Оценка среднегодовых темпов ассимиляции загрязнений в разных компонентах экосистем дают возможность исследовать малоизвестные критические пороги, которые оказывают прямое и косвенное влияние на экономику исследуемого региона.

С учетом длительности абсорбции химических элементов в почвах полуострова получение экологически чистой продукции на сельскохозяйственных угодьях Крыма в большинстве районов затруднительно. Связано это, главным образом, с запредельными антропогенными нагрузками, которые являются следствием нерационального управления природными ресурсами и превышениями лимитов использования ассимиляционного потенциала.

Список литературы

- Гусев А. А. Современные экономические проблемы природопользования. – М.: Международные отношения, 2004. – 208 с.
- Информационно-географическое обеспечение планирования стратегического развития Крыма [под ред. Багрова Н. В. и др.]. – Симферополь: ДиАйПи, 2006. – С. 21–40.
- Кокин А. В. Закон сбалансированного природопользования и социальное управление // Социальное управление: региональные аспекты. – Ростов-на-Дону: СКАГС, 2002. – С. 214–230.
- Крисанова О. П. Ресурсная значимость ассимиляционного потенциала природной среды и его место в системе экономических отношений // Вісник СумДУ. – 2008. – № 2. – С. 135–142.
- Михайлова Т. В., Михайлов В. В. Содержание тяжелых металлов в почвах разных районов Крыма и их влияние на заболеваемость кариесом у детей // Окружающая среда и здоровье населения: III Всероссийская дистанционная интернет — конференция с международным участием. – 2012. – С. 67–71.
- Мюллер В. К. Англо-русский словарь. 53 000 слов. – Изд. 20-е, стереотип. – М.: Русский язык, 1985. – 864 с.
- Николайкин Н. И. Николайкина Н. Е., Мелехова О. П. Экология. – М.: Дрофа, 2004. – 624 с.
- Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 740 с.
- Орлов Д. С. Химия почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та – 1985. – 386 с.
- Перельман А. И. Гидрохимия ландшафта. – М.: Мысль, 1966. – С. 89.
- Гирусов Э. В., Бобылев С. Н., Новоселов А. Л., Чепурных Н. В. Экология и экономика природопользования: Учебник для студентов [под ред. Э. В. Гирусова]. – М.: Закон и право: ЮНИТИ, 1998. – 455 с.
- Ярош О. Б. Механизмы оценки ассимиляционного потенциала почв Украины // Ученые записки Крымского Федерального университета им. В.И. Вернадского. Серия: Экономика и управление. – 2014 а – Т. 27 (66), № 4. – С. 176–185.
- Ярош О. Б. Экономико-институциональные основы управления природопользованием Украины. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2014 б. – 354 с.

Ярош О. Б., Кобечинская В. Г. Оптимизация девастированных территорий Республики Крым: возможности и риски // Актуальные вопросы современной науки. – 2015. – № 45. – С. 114–124.

Yarosh O. B., Kobechinskaya V. G. Damper nature of the carrying capacity of the Crimea: the theory of evaluation and using // *Ekosystemy*. 2016. Iss. 5 (35). P. 3–15.

Features of assimilation capacity are described. The classification of theoretical approaches to the study of its demper nature is performed. Particular attention is focused on the evaluation of the assimilation capacity of soils of Crimea. Differentiation of Crimea areas is carried out depending on the assimilative capacity of the soil cover. The author's model-analytical tools to assess the rate of assimilation of heavy metals in soil depending on the climatic zones of the Crimea are presented. Considerable attention is paid to the assessment of the average annual rate of assimilation of pollutants in different components of the ecosystem that makes it possible to explore the little-known critical thresholds, which have a direct and indirect impact on the economy of the studied region.

Keywords: carrying capacity, soil, agriculture, heavy metals, Crimea.

Поступила в редакцию 05.05.2016 г.

УДК 581.9 + 574.9

РЕДКИЕ И НУЖДАЮЩИЕСЯ В ОХРАНЕ РАСТЕНИЯ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ БАСЕЙНА РЕКИ ХОПЕР

Васюков В. М.

Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, vvasjukov@yandex.ru

Во флоре верхней части бассейна реки Хопер (бассейн Дона) выявлено около 1250 видов сосудистых растений, из них 205 редких, нуждающихся в охране видов, в том числе 10 видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации: *Astragalus tanaiticus*, *Cypripedium calceolus*, *Fritillaria ruthenica*, *Iris aphylla*, *I. pumila*, *Orchis ustulata*, *Stipa dasyphylla*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. zaleskii*.

Ключевые слова: редкие виды, сосудистые растения, бассейн реки Хопер, Пензенская область, Россия.

ВВЕДЕНИЕ

Хопер – река в Пензенской, Саратовской, Воронежской и Волгоградской областях, крупнейший левый приток р. Дона. Длина реки 979 км (в пределах Пензенской области – 185 км), площадь бассейна 61100 км² (в пределах Пензенской области – 8960 км²). Река берет начало на Керенско-Чембарской возвышенности (юго-запад Приволжской возвышенности) в 8 км западнее с. Кучки Пензенского р-на Пензенской области из родников у с. Всеволодо-Сергиевска, течет по почти безлесной, слабохолмистой, изрезанной оврагами и балками равнине; устье у станицы Усть-Хоперская в Волгоградской области. Главные притоки: река Бузулук – слева; реки Ворона и Савала – справа. В пределах Пензенской области главный приток – река Ворона (длина 454 км, в пределах области ок. 100 км; площадь бассейна 13200 км², пределах области – 3934 км²; исток в 5 км к западу от ст. Титово Пачелмского района Пензенской области). На Хопре расположены города Балашов, Новохоперск, Урюпинск; на Вороне – Кирсанов, Борисоглебск (Курицын, Марденский, 1991 и др.).

В долине верхнего течения р. Хопра расположены два отделения государственного природного заповедника «Приволжская лесостепь» – «Попереченская степь» и «Островцовская лесостепь» (Пензенская область), в долине нижнего течения – государственный природный заповедник «Хоперский» (Воронежская область) и природный парк «Нижнехоперский» (Волгоградская область); в долине среднего течения р. Вороны – государственный природный заповедник «Воронинский» (Тамбовская область).

Верхняя часть бассейна реки Хопер расположена в юго-западной части Приволжской возвышенности и принята нами в границах Пензенской области.

Современный облик поверхности региона, в основном, сформирован в неогеновом периоде кайнозойской эры, отличавшемся активизацией тектонических движений. Рельеф равнинный, слегка всхолмленный. На поверхность выходят породы мезозойской эры (в основном, верхнемелового отдела – глины, суглинки). В палеогене кайнозойской эры регион был покрыт морем и позднее на его месте возникли поднятия, слагающие Керенско-Чембарскую возвышенность (с абсолютными высотами до 260–287 м н.у.м.), тектоническая основа которой заложена еще в палеозое; закладывались основные речные долины, и происходило накопление четвертичных аллювиальных отложений – песков, глин, ила. К югу поверхность понижается, рельеф выравнивается, становится увалистым, вертикальная расчлененность уменьшается до 100–110 м. Из произошедших в плейстоцене оледенений до исследуемой территории доходил днепровский ледник, но здесь был маломощным, существовал сравнительно недолго, быстро распался и не мог внести больших изменений в доледниковую поверхность (Курицын, Марденский, 1991).

Для территории бассейна реки Хопер в пределах Пензенской области характерны выщелоченные (около 73 % от площади бассейна) и типичные (около 20 %) черноземы, а

также темно-серые лесные почвы (около 3 %). В поймах рек встречаются аллювиальные почвы и на юге – засоленные почвы (солонцеватые черноземы и солонцы), но общая доля их невелика (Дюкова, 2007).

Согласно ботанико-географическому районированию Приволжской возвышенности (Васюков, 2012) верхняя и средняя части бассейн р. Хопра и его притока р. Вороны образуют Вороно-Хоперский район.

Фрагментами представлены луга, степи, солонцы, пойменные леса.

Цель исследований – выявление видового состава и распространения редких, нуждающихся в охране сосудистых растений верхней части бассейна реки Хопер.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Флористические исследования в верхней части бассейна реки Хопер (и протока – реки Ворона) проводились автором с 1994 по 2014 год традиционным маршрутным методом в сочетании с детальным изучением флоры в нескольких стационарных пунктах.

Критически изучены сведения о растительном покрове верхней части бассейна реки Хопер, приведенные в трудах К. Ф. Ледебура (Ledebour, 1841–1853), В. Я. Цингера (1885), К. А. Космовского (1890), Б. А. Келлера (1903), И. И. Спрыгина (1915, 1918, 1922, 1923, 1926, 1927, 1930, 1986, 1998), А. А. Уранова (1925), участников экспедиции Главного ботанического сада СССР в 1925–1927 гг. на юго-восток Европейской части СССР (Флора Юго-Востока..., 1927–1936), Е. М. Лавренко (1950), Л. М. Носовой (1965), А. А. Солянова (1964, 1966, 1968, 1970, 1980, 1988, 1989, 1992, 1995, 1996, 1998, 2001), Л. А. Новиковой (1988, 1993, 1998, 1999, 2002, 2003, 2004, 2009, 2012, 2013), А. Н. Чебураевой (1976, 1993, 1998, 1999), А. А. Чистяковой (1993, 1998, 1999, 2001), А. И. Иванова, Т. В. Горбушиной (Красная книга..., 2002, 2013), А. П. Сухорукова (1999, 2004), В. М. Васюкова (1999, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2012, 2015, 2016), гербарные коллекции по флоре региона, хранящиеся в гербариях: Ботанического института им. В. Л. Комарова (LE), Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова (MW), Пензенского государственного университета (PKM), Государственного природного заповедника «Приволжская лесостепь» и др.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Во флоре верхней части бассейна реки Хопер (в пределах Пензенской области) выявлено около 1000 аборигенных видов и около 250 адвентивных видов (Васюков, 2002, 2004 с дополнениями и изменениями).

Ниже приведен список 205 редких, нуждающихся в охране видов флоры верхней части бассейна реки Хопер. В список дополнительно включены (без номеров, за знаком «—») редкие виды бассейна реки Хопер, известные в пределах западной части Саратовской области (Еленевский и др., 2001, 2008) и юго-восточной части Тамбовской области (Васюков, 2006, 2007; Сухоруков, 2010).

Номенклатура таксонов приведена, в основном, в соответствии с International Plant Names Index (<http://ipni.org>). Виды Красной книги Пензенской области (2013) отмечены звездочкой (*); виды Красной книги Российской Федерации (2008) – КК РФ.

Отдел Lycopodiophyta

Сем. Lycopodiaceae

1. **Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub [*Lycopodium complanatum* L.]: Чембарский у. [Белинский р-н], бор в долине р. Вороны у с. Сентяпино (Спрыгин, 1915); Сердобский у. (Ильин, 1927).
2. **Lycopodium annotinum* L.: Сердобский у. [Сердобский р-н], с. Камзолка (Келлер, 1903; Ильин, 1927).

Отдел Equisetophyta

Сем. Equisetaceae

3. **Hippochaete ramosissima* (Desf.) Milde ex Bruhin [*Equisetum ramosissimum* Desf.]: Белинский р-н, окр. с. Н. Поляны (PVB); Сердобский р-н, окр. с. Каменка (Келлер, 1903) и с. Байка (PVB); Тамалинский р-н, окр. с. Варварино, пос. Садовое и ст. Тамала (MW, РКМ, PVB).

Отдел Polypodiophyta

Сем. Athyriaceae

4. **Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm. [*Dryopteris linnaeana* C. Chr.; *Phegopteris dryopteris* Fee]: Чембарский у. [Белинский р-н], берег мохового болота в сосновом лесу у с. Сентяпино (Спрыгин, 1915); Сердобский у., окр. с. Камзолка (Келлер, 1903).

Сем. Salviniaceae

5. **Salvinia natans* (L.) All.: Бековский и Сердобский р-ны, по р. Хопру (Красная книга..., 2002, 2013).

Сем. Marsileaceae

- *Marsilea quadrifolia* L.: Саратовская обл., Балашовский, окр. с. М. Карай (Еленевский и др., 2008).

Отдел Pinophyta

Сем. Cupressaceae

6. **Juniperus communis* L.: Бековский р-н (Красная книга..., 2002, 2013).

Отдел Gnetophyta

Сем. Ephedraceae

7. **Ephedra distachya* L.: Чембарский у. [Белинский р-н], на обрывах р. Чембар близ с. Рыковщина [с. Среднереченск] (1883, MW; Цингер, 1885; Спрыгин, 1927; Иванов и др., 2012).

Отдел Magnoliophyta

Класс Liliopsida

Сем. Sparganiaceae

8. *Sparganium minimum* Wallr. [*S. natans* auct. non L.]: Сердобский у. (Григорьев, цит. по: Кузенева, 1927).

Сем. Potamogetonaceae

9. *Potamogeton acutifolium* Link: Сердобский у. (Григорьев, цит. по: Федченко, 1927).
10. *P. gramineus* L. s.l.: Сердобский у., с. Камзолка (Келлер, 1903).
11. *P. praelongus* Wulf.: пос. Беково (Григорьев, цит. по: Федченко, 1927).
— *P. sarmaticus* Mäemets: Саратовская губ., Балашовский у. (SARAT); г. Балашов (Еленевский и др., 2008).

Сем. Zannichelliaceae

12. **Zannichellia repens* Boenn. [*Z. palustris* auct. non L.]: Белинский р-н, с. Поим (Васюков, 2004); южные окр. г. Сердобск (РКМ; Васюков и др., 2012).

Сем. Najadaceae

- *Caulinia minor* (All.) Coss. et Germ. [*Najas minor* All.]: Саратовская губ., Балашовский у., с. Пады (Еленевский и др., 2008); Тамбовская обл., Инжавинский р-н, заповедник «Воронинский», оз. Кипец (Васюков, 2006, 2007).

13. **Najas major* All. [*N. marina* auct. non L.]: Сердобский у., р. Хопер (Горшкова, 1927).

Сем. Juncaginaceae

14. *Triglochin maritimum* L.: Колышлейский р-н, окр. с. Жмакино (РКМ; Красная книга..., 2013); южные окр. г. Сердобск (Солянов, 2001; Васюков, 2004).

Сем. Alismataceae

15. *Alisma gramineum* Lej.: южные окр. г. Сердобск (PVB).
16. *A. lanceolatum* With.: юг (Васюков, 2004).

Сем. Poaceae (Gramineae)

17. *Elytrigia pontica* (Podp.) Holub [*E. elongata* auct. non (Host) Nevski; *E. ruthenica* (Griseb.) Prokud. p. p.]: Сердобский у. (Григорьев, цит. по: Рожевиц, 1928); Чембарский у. [Белинский р-н], степные склоны близ города, Гусевки и между Рыковщиной и Капищевым (Космовский, 1898).

18. **Drymochloa sylvatica* (Poll.) Holub [*Festuca altissima* All.; *F. sylvatica* (Poll.) Vill. non Huds]: Сердобский у., окр. с. Камзолка (Келлер, 1903).

19. **Helictotrichon desertorum* (Less.) Nevski: Колышлейский р-н, окр. с. Крутец и Островцовская лесостепь; Пензенский р-н, Попереченская степь (РКМ; Спрыгин, 1926 и др.); Сердобский р-н (РКМ).

20. *H. schellianum* (Hack.) Kitagawa: довольно редко (РКМ; Келлер, 1903; Спрыгин, 1926; Чебураева, 1976; Солянов, 2001; Васюков, 2004 и др.).

21. **Melica transsilvanica* Schur: Тамалинский р-н, юг (РКМ).

22. *Puccinellia dolicholepis* V. Krecz.: Сердобский у. (Рожевиц, 1928).

23. *P. gigantea* (Grossh.) Grossh.: юго-восточные окр. г. Сердобск (Солянов, 2001).

24. *P. tenuissima* Litv. ex V. Krecz.: юг (Васюков, 2004).

25. **Scolochloa festuacea* (Willd.) Link: Колышлейский р-н, окр. с. Плещеевка (2009, PVB); Сердобский у. (Рожевиц, 1928).

26. **Stipa dasyphylla* (Lindem.) Trautv.: Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь (РКМ); Пензенский р-н, Попереченская степь (РКМ; Спрыгин, 1926); Сердобский р-н, юг (Смирнов, 1928 и др.); Тамалинский р-н, окр. с. Варварино (РКМ). КК РФ (2008).

27. *S. disjuncta* Klovov: Белинский р-н, северные окр. с. Поим (MW; Васюков, 2004).

28. **S. pennata* L.: довольно редко, к югу чаще (Красная книга..., 2002, 2013). КК РФ (2008).

29. **S. pulcherrima* K. Koch: Чембарский у. [Белинский р-н], Михайловский хутор (1924, РКМ); Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь; Пензенский р-н, Попереченская степь (РКМ; Васюков, 2004); Тамалинский р-н, окр. с. Варварино (РКМ). КК РФ (2008).

30. **S. praecapillata* Alechin [*S. sareptana* auct. non A. Becker]: Пензенский р-н, Попереченская степь (Спрыгин, 1927); Сердобский р-н, юг (РКМ).

31. **S. tirsia* Steven: довольно редко (Красная книга..., 2002, 2013).

32. **S. zalesskii* Wilensky s.l.: Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь; Пензенский р-н, Попереченская степь (РКМ; Спрыгин, 1986; Васюков, 2004); Тамалинский р-н, окр. с. Варварино (РКМ; Васюков и др., 2012). КК РФ (2008).

33. **Trisetum sibiricum* Rupr.: Колышлейский р-н, запад (Красная книга..., 2013); Чембарский у. [Белинский р-н], окр. с. Алексеевка (1911, РКМ).

Сем. Cyperaceae

34. *Carex appropinquata* Schumach.: Сердобский у. [Колышлейский р-н], окр. с. Давыдовка, моховое болото (1917, РКМ); Чембарский у. [Белинский р-н], окр. с. Чернышево, моховое болото в Алексеевском борке (1911, РКМ).

35. *C. disticha* Huds.: Колышлейский, окр. сс. Жмакино, Плещеевка и Островцовская лесостепь; Пензенский р-н, северо-западные окр. с. Андреевка; южн. окр. г. Сердобск (MW; РКМ; Горбушина, 2011).

36. **C. hartmanii* Sajand.: Колышлейский р-н, окр. с. Жмакино (Горбушина, 2011; Красная книга..., 2013).
37. **C. limosa* L.: Сердобский у, окр. с. Соколка (Келлер, 1903).
38. **C. michelii* Host: Сердобский р-н, окр. с. Константиновка (2010, РКМ; Горбушина, 2011; Красная книга..., 2013).
- *C. stenophylla* Wahlenb. (*C. uralensis* Clarke): Саратовская обл., Балашовский р-н (Еленевский и др., 2008).
- *C. tomentosa* L.: Тамбовская обл., Инжавинский р-н, заповедник «Воронинский», урочище Березовый куст (MW; Сухоруков, 2010).
39. **Eriophorum gracile* Koch: Сердобский у. [Колышлейский р-н], окр. с. Давыдовка (Келлер, 1903).
40. *E. latifolium* Норре: Сердобский у. (Григорьев, цит по: Литвинов, 1929).
41. *E. polystachyon* L. (*E. angustifolium* Honck.): Балашовского у. (Иверсен, MW), по-видимому, юг Тамалинского р-на.
42. **Rhynchospora alba* (L.) Vahl: Сердобский р-н (Красная книга..., 2002, 2013).

Сем. Melanthiaceae

- *Veratrum nigrum* L.: Саратовская обл., Аркадакский р-н, с. Мещеряковка (Еленевский и др., 2008).
- *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng.: Саратовская губ., Балашовский у., Тростянские луга (1919; Еленевский и др., 2008); Тамбовская обл., Инжавинский р-н, заповедник «Воронинский» (MW; Васюков, 2006, 2007; Сухоруков, 2010).

Сем. Liliaceae s. str.

- *Gagea bulbifera* (Pall.) Salisb.: Саратовская обл., Балашовский р-н (Еленевский и др., 2008).
43. **G. erubescens* (Bess.) Schult. et Schult. f.: Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь; Сердобский у. (РКМ; Васюков, 2004)
 44. **Fritillaria meleagroides* Patr. ex Schult. et Schult. f.: Колышлейский р-н, окр. с. Плещеевка (1998, РКМ; Солянов, 2001); Сердобский р-н, окр. с. Куракино (2012, РКМ); Сердобский у. (Ильин, 1929).
 45. **F. ruthenica* Wikstr.: Белинский р-н, окр. г. Белинский и с. Сентяпино; Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь; Пензенский р-н, Попереченская степь; Сердобский р-н, сев. окр. г. Сердобск; Тамалинский р-н, юг (РКМ; Васюков, 2004; Красная книга..., 2013). КК РФ (2008).
 46. **Tulipa biebersteiniana* Schult. et Schult. f. [incl. *T. quercetorum* Klokov et Zoz]: Бековский р-н, юго-запад; Колышлейский р-н, окр. с. Плещеевка; Сердобский р-н, правобережье р. Сердоба; Тамалинский р-н, юг (РКМ; Васюков, 2004; Красная книга...2013).

Сем. Alliaceae

47. **Allium flavescens* Bess.: Чембарский у., окр. д. Наумовка [Тамалинский р-н, северные окр. с. Мача] (Спрыгин, 1915); Колышлейский р-н, восток (РКМ); Сердобский р-н, окр. г. Сердобск и др. пункты (Келлер, 1903; Ильин, 1929).
- *A. inaequale* Janka: Саратовская обл., Балашовский и Турковский р-ны (Еленевский др., 2008).
48. *A. lineare* L. [*A. strictum* auct. non Schrad.]: Колышлейский р-н, окр. с. Белокаменка (РКМ; Васюков, 2004).
- *A. pazzoskianum* Tuzs.: Саратовская обл., Балашовский р-н, между сс. Александровское и Безлесное, урочище Липовая балка (Еленевский др., 2008).
49. **A. podolicum* (Aschers. et Graebn.) Blonski ex Racid. [*A. paniculatum* auct. non L.]: Бековский р-н, окр. с. Вертуновка и Миткерей (Ильин, 1929); Пензенский р-н,

Попереченская степь (MW; Васюков, 2004); Сердобский р-н, юг и окр. с. Камзолка (РКМ; Ильин, 1929).

50. **A. praescissum* Rchb.: Сердобский р-н, окр. пос. Красный (2008, РКМ; Красная книга..., 2013).

— **A. scorodoprasum* L.: Пензенская обл., Каменский р-н, окр. с. Кургановка (2000, РКМ) – близ бассейна р. Хопер.

51. **A. sphaerocephalon* L.: юг (Ильин, 1929).

Сем. Hyacinthaceae

— *Hyacinthella leucophaea* (С. Koch) Schur: Саратовская обл., Балашовский р-н, пос. Ст. Хопёр (1999, МОСП; Еленевский и др., 2008).

— *Ornithogalum fischerianum* Krasch.: Саратовская обл., Балашовский и Самойловский р-ны (Еленевский др., 2008).

— *O. kochii* Parl.: Саратовская губ., Балашовский у., окр. с. Пады, (1890, LECB; Еленевский и др., 2008).

52. **Scilla siberica* Haw.: Белинский р-н, окр. с. Волчково и Студенка; окр. пос. Беково, пос. Колышлей, г. Сердобск; Тамалинский р-н, с. Зубриловка (РКМ, MW; Ильин, 1929; Красная книга..., 2013).

Сем. Asparagaceae

— *Asparagus verticillatus* L.: Саратовская обл., окр. г. Балашов (1934, SARAT; Еленевский и др., 2008).

Сем. Iridaceae

53. **Gladiolus tenuis* M. Bieb. [*G. imbricatus* auct. non L.]: Чембарский у. [Каменский р-н], окр. с. Завиваловка (Космовский, 1989); Пензенский р-н, Попереченская степь; Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь (РКМ; Васюков, 2004).

54. **Iris aphylla* L. [incl. *I. furcata* M. Bieb.]: довольно редко (РКМ; Васюков, 2004). КК РФ (2008).

55. **I. halophila* Pall.: Колышлейский р-н, окр. с. Жмакино (РКМ); Пензенский р-н, окр. сс. Андреевка и Васильевка (MW; Васюков, 2004); Сердобский р-н, юг (РКМ; Келлер, 1903; Васюков и др., 2012); Тамалинский р-н, юг (Красная книга..., 2013).

56. **I. pineticola* Klokov [*I. arenaria* Waldst. et Kit. subsp. *orientalis* (Ugr.) Lavr.]: Сердобский у. (Федченко, 1929); Бековский р-н, долина р. Хопер, у ж.-д. пл. 641 км (2010, MW).

57. **I. pumila* L.: Балашовский у., север [Тамалинский р-н, с. Зубрилово] (конец XIX в., Иверсен, MW). КК РФ (2008).

58. **I. sibirica* L.: Колышлейский р-н, запад (Красная книга..., 2013).

Сем. Orchidaceae

59. **Cypripedium calceolus* L.: окр. пос. Колышлей (1951, РКМ; Солянов, 2001; Красная книга..., 2013). КК РФ (2008).

60. **Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo: Малосердобинский р-н (Красная книга..., 2013).

61. *D. fuchsii* (Druce) Soo [*D. maculata* auct. non (L.) Soo]: Белинский р-н, запад (Красная книга..., 2002, 2013).

62. **Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Bess.: Малосердобинский р-н (Красная книга..., 2002, 2013).

63. **E. palustris* (L.) Crantz: Сердобский у. [Колышлейский], окр. с. Давыдовка (1917, РКМ; Келлер, 1903; Криштофович, 1929).

64. **Herminium monorchis* (L.) R. Br.: Балашовский у., с. Зубриловка [Тамалинский р-н, с. Зубрилово] (конец XIX в., MW).

65. **Liparis loeselii* (L.) Rich.: Сердобский у. (Криштофович, 1929). КК РФ (2008).

— **Listera ovata* (L.) R. Br.: Тамбовская обл., Инжавинский р-н, заповедник

«Воронинский», урочище Березовый куст (Васюков, 2006, 2007).

— **Orchis militaris* L.: Тамбовская обл., Инжавинский р-н, заповедник «Воронинский», урочище Березовый куст (Васюков, 2006, 2007). КК РФ (2008).

66. **O. ustulata* L.: Чембарский у. [Белинский р-н], близ с. Волчково (Космовский, 1890). КК РФ (2008).

Класс Magnoliopsida

Сем. Salicaceae

67. **Salix rosmarinifolia* L.: Сердобский у. (Вольф, 1929).

Сем. Polygonaceae

68. *Aconogonon alpinum* (All.) Schur [*Polygonum alpinum* All.]: довольно редко (PKM; Васюков, 2004).

Сем. Chenopodiaceae

69. *Atriplex intracontinentalis* Sukhor.: Колышлейский р-н, с. Жмакино; Сердобский р-н (PKM).

70. **Bassia prostrata* (L.) A.J. Scott [*Kochia prostrata* (L.) Schrad.]: Сердобский р-н, пос. Красный (Бочарова и др., 2015). Вид ранее указан для юга Сердобского у. (Келлер, 1903), ныне Саратовская обл.

71. *Salicornia perennans* Willd. [*S. prostrata* Pall.]: южнее г. Сердобск (PKM; Келлер, 1903; Солянов, 1964, 2001; Сухоруков, 2014).

72. *Suaeda prostrata* Pall. [*S. maritima* auct. non Dumort.]: южнее г. Сердобск (PKM, PVB; Келлер, 1903; Солянов, 1964, 2001; Сухоруков, 2014).

— *Petrosimonia litwinowii* Korsh.: Сердобский у., окр. с. Екатериновка [Екатериновский р-н Саратовской обл.] (Келлер, 1903); на основании данного указания приводился для Сердобского р-на (Маевский, 1941; Васюков, 2004 и др.).

Сем. Molluginaceae

— *Mollugo cerviana* (L.) Ser.: Саратовская обл., Балашовский р-н, окр. с. Рассказань (Еленевский и др., 2004).

Сем. Caryophyllaceae

73. *Cerastium arvense* L.: Балашовский у. [Тамалинский р-н, окр. с. Зубрилово] (конец XIX в., Иверсен, MW).

— *Dianthus leptopetalus* Willd.: Саратовская обл., Балашовский, Романовский и Самоловский р-ны (Еленевский и др., 2008).

74. *D. squarrosus* M. Bieb. [*D. arenarius* auct. non L.]: Сердобский у. (Григорьев, цит. по: Шишкин, 1930); Чембарский у., дюнные пески р. Вороны (MW; Космовский, 1898).

75. *Eremogone rigida* (M. Bieb.) Fenzl: окр. г. Сердобск (Иконников, 2004).

76. *Gypsophila volgensis* Krasnova [*G. altissima* auct. non L.]: юго-восточные окр. г. Сердобск (Красная книга..., 2013).

77. *Minuartia tenuifolia* (L.) Hiern [*M. hybrida* (Vill.) Schischk.]: Балашовский у., с. Зубриловка [Тамалинский р-н, с. Зубрилово] (конец XIX в. Иверсен, MW; Цингер, 1885; Шишкин, 1930).

78. *Stellaria crassifolia* Ehrh.: Сердобский у. [Колышлейский р-н], окр. с. Давыдовка, моховое болото (Келлер, 1903; Шишкин, 1930).

Сем. Ranunculaceae

— *Aconitum nemorosum* M. Bieb. ex Rchb.: Тамбовская обл., Инжавинский р-н, заповедник «Воронинский», урочище Земляное (MW; Васюков, 2006, 2007).

79. *A. septentrionale* Koelle [*A. excelsum* Rchb.: *A. lycotomum* auct. non L.]: окр. п. Беково (Григорьев, цит. по: Шипчинский, 1930).

80. **Adonanthe vernalis* (L.) Spach [*Adonis vernalis* L.]: довольно редко, к югу чаще (РКМ; Васюков, 2004).

81. **A. volgensis* (Steven ex DC.) Chrtk et Slavikova [*Adonis wolgensis* Steven ex DC.]: Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь (2009, PVB); Тамалинский р-н, юг (MW, РКМ); Сердобский у. (Шипчинский, 1930). Б. А. Келлер (1903) указал вид близ границ Пензенской обл. в окр. с. Бековская Байка Сердобского у. [с. Малая Байка Саратовской обл.].

82. **Anemone sylvestris* L.: Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь; Пензенский р-н, Попереченская степь (РКМ; Васюков, 2004; Красная книга..., 2013); Сердобский у. (Шипчинский, 1930).

— *Clematis recta* L.: Саратовская губ., Балашовский у. (Трагшель, цит. по: Шипчинский, 1930); Пензенская обл., басс. р. Суры – Шемышейский р-н, урочище Красный Мар (2012, РКМ), Лопатинский р-н, окр. с. Даниловка (1901, MW) и по р. Уза (Цингер, 1885).

83. **Delphinium cuneatum* Steven ex DC. s.l.: Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь и др.; Пензенский р-н, Попереченская степь (РКМ; Васюков, 2004; Красная книга..., 2013); Сердобский у. (Шипчинский, 1930).

84. **Pulsatilla patens* (L.) Mill.: довольно редко (РКМ; Келлер, 1903; Шипчинский, 1930; Васюков, 2004 и др.).

85. **Ranunculus illyricus* L.: Бековский (юг), Сердобский (окр. с. Байка), Тамалинский (окр. с. Варварино и Зубрилово) р-ны (MW, РКМ, PVB; Шипчинский, 1930; Васюков, 2004; Красная книга..., 2013).

86. *R. lingua* L.: Колышлейский р-н, окр. с. Жмакино (2005, РКМ; Васюков и др., 2006); Чембарский у. (Цингер, 1885).

87. **R. pedatus* Waldst. et Kit. [incl. *R. silvestraceus* Dubovik]: Белинский р-н, окр. с. Свищевка (1978, РКМ); Сердобский р-н, юг (Келлер, 1903; 2004, РКМ), окр. пос. Беково (Шипчинский, 1930), Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь (2003, РКМ).

88. **R. polyphyllus* Waldst. et Kit. ex Willd.: Балашовский у., с. Зубриловка [Тамалинский р-н, с. Зубрилово] (Цингер, 1885; Шипчинский, 1930); Чембарский у. [Белинский р-н, юго-восток], окр. с. Васильевка (РКМ; Солянов, 2001).

— *R. polyrhizos* Steph. ex Willd.: Саратовская обл., Балашовский р-н (Еленевский и др., 2008).

— *Thalictrum lucidum* L.: басс. р. Суры, Петровский у., [Лопатинский р-н], окр. с. Даниловка (1881, MW).

Сем. Paeoniaceae

— *Paeonia tenuifolia* L.: Саратовская обл., Самойловский р-н, совхоз Майский (Еленевский и др., 2008).

Сем. Fumariaceae

89. *Corydalis intermedia* (L.) Merat: Белинский р-н, северо-восточные окр. с. Поим, Воронский бугор (PVB).

90. *C. marschalliana* (Pall. ex Willd.) Pers.: Белинский р-н, северо-восточные окр. с. Поим, Воронский бугор (PVB) и ? окр. с. Н. Поляны.

Сем. Brassicaceae (Cruciferae)

— *Alyssum gymnopodium* P.A. Smirn.: Саратовская обл., Балашовский р-н (Еленевский и др., 2008).

91. **Dentaria quinquefolia* M. Bieb.: Белинский р-н, северо-восточные окр. с. Поим, Воронский бугор (PVB).

92. *Hesperidium triste* (L.) G. Beck [*Hesperis tristis* L.]: Сердобский у. (Воронов, 1931). Ближайшие местонахождения в Саратовской обл.: Балашовский р-н, окр. пос. Первомайский и бл. Гусевки (Еленевский и др., 2008).

— *Matthiola fragrans* Bunge: Саратовская обл., Балашовский р-н (Еленевский и др., 2008). КК РФ (2008).

93. **Syrenia montana* (Pall.) Klokov: юг (MW).

— *Erysimum versicolor* (M. Bieb.) Andr.: Саратовская обл., Балашовский р-н (Еленевский и др., 2008).

Сем. Droseraceae

94. **Drosera rotundifolia* L.: Сердобский у., окр. с. Камзолка (Келлер, 1903).

Сем. Crassulaceae

95. **Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. et C.B. Lehm. [*S. pumilum* auct. non M. Bieb.]: Бековский р-н, между с. Вертуновка и с. Нарышкино (Григорьев, Келлер, цит. по: Борисова, 1931); Сердобский р-н, 3 км севернее с. Камзолка (1999, РКМ) и 1 км северо-западнее с. Соколка (Новикова и др., 2013).

Сем. Rosaceae

96. **Amygdalus nana* L.: довольно редко.

97. *Alchemilla atrifolia* Zämelis [*A. lindbergiana* auct. non Juz.]: Белинский р-н, с. Поим (РКМ).

98. *A. breviloba* H. Lindb.: Белинский р-н, с. Лермонтово (MW).

99. *A. substrigosa* Juz.: Белинский р-н, с. Поим (РКМ).

100. **Potentilla alba* L.: Белинский р-н, с. Поим; Камешкирский р-н, Островцовская лесостепь; Пензенский р-н, Попереченская степь (РКМ).

101. *P. reptans* L.: Белинский р-н, вост. окр. с. Поим (РКМ).

102. **Rosa corymbifera* Borkh.: Белинский, Малосердобинский, Сердобский р-ны (РКМ).

103. *R. subafzeliana* Chrshan.: Белинский р-н, окр. с. Студенка (MW); Пензенский р-н, южн. окр. с. Васильевка (MW).

104. **Spiraea crenata* L.: Белинский, Колышлейский, Малосердобинский, Пензенский, Сердобский р-ны.

105. *S. litvinovii* Dobrocz.: Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь; Сердобский р-н, окр. с. Байка (РКМ).

Сем. Fabaceae (Leguminosae)

106. **Astragalus austriacus* Jacq.: Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь; южные части р-нов – Пензенский, Сердобский, Тамалинский (РКМ; Красная книга..., 2013).

— *A. dasyanthus* Pall.: Саратовская обл., Балашовский р-н (Еленевский и др., 2008).

— *A. henningii* (Steven) Klokov Саратовская обл., Самойловский р-н (Еленевский и др., 2008).

107. **A. olgianus* Krytzka [*A. pallescens* M. Bieb. s.l.]: Балашовский у., с. Зубриловка [Тамалинский р-н, с. Зубрилово] (1884, MW; Васюков, 2004); Сердобский р-н, южн. окр. с. Байка (2002 и др., MW, РКМ; Новикова и др., 2013).

108. **A. onobrychis* L.: Пензенский, Сердобский и Тамалинский р-ны (РКМ; Васюков, 2004); ? Бековский р-н.

109. **A. tanaiticus* K. Koch [*A. pubiflorus* auct. non (Pall.) DC.]: пос. Беково (С. Г. Григорьев, цит. по: Федченко и др., 1931). КК РФ (2008).

— *A. ucrainicus* M. Pop. et Klokov: Саратовская обл., Балашовский и Романовский р-ны (Еленевский и др., 2008).

110. **A. varius* S. G. Gmel. [*A. virgatus* Pall.]: Сердобский у. [Бековский р-н], южные окр. с. Вертуновка (Келлер, 1903); Сердобский р-н, юг (Красная книга..., 2013).

— *Caragana frutex* (L.) K. Koch: Саратовская обл., окр. г. Балашов (с. Ветлянка) (Еленевский и др., 2008).

111. *Chamaecytisus ssyzeiszcikovii* (V.I. Krecz.) Vasjukov et Tatanov [*Cytisus ssyzeiszcikovii* V.I. Krecz.]: Пензенский р-н, Попереченская степь (РКМ).

112. *Genista germanica* L.: Балашовский у., окр. с. Зубриловка [Тамалинский р-н, с. Зубрилово] (1884, MW; Васюков, 2004)

Сем. Linaceae

113. *Cathartolimum catharticum* (L.) Small [*Linum catharticum* L.]: Балашовский у., север [Тамалинский р-н, окр. с. Зубрилово] (конец XIX в., Иверсен, MW).

114. **Linum flavum* L.: Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь; Пензенский р-н, Попереченская степь (PKM; Васюков, 2004).

115. *L. nervosum* Waldst. et Kit.: Пензенский у. [Каменский р-н], 3 км зап. д. Ивинка, урочище Дубровки (1908, PKM; Спрыгин, 1926).

— *L. perenne* L.: Тамбовская обл., Инжавинский р-н, заповедник «Воронинский», урочище Березовый куст (Васюков, 2007).

116. *Radiola linoides* Roth: Балашовский у., с. Зубриловка [Тамалинский р-н, с. Зубрилово] (Цингер, 1885).

Сем. Rutaceae

117. *Dictamnus caucasicus* (Fisch. et C.A. Mey.) Grossh. [*D. fraxinella* auct.]: Балашовский у., север [Тамалинский р-н, окр. с. Зубрилово] (конец XIX в., Иверсен, MW; Цингер, 1885).

Сем. Euphorbiaceae

118. *Euphorbia palustris* L.: Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь (Васюков, 2004); Сердобский р-н, окр. с. Куракино, болото в пойме Хопра (PKM).

119. *E. pseudoagraria* P.A. Smirn.: редко (Васюков, 2004)

Сем. Aceraceae

120. *Acer campestre* L.: Башмаковский, Белинский, Тамалинский р-ны (PKM; Васюков, 2004).

Сем. Malvaceae

121. *Althaea officinalis* L.: Пензенский р-н, окр. с. Андреевка (2007, PKM; Красная книга..., 2013); южные р-ны (Ильин, 1931; Васюков, 2004).

Сем. Violaceae

122. **Viola persicifolia* Roth: Колышлейский р-н, Белокаменский парк (1935, PKM).

— *V. suavis* M. Bieb.: окр. г. Ртищево (1999, MW; Еленевский и др., 2008).

123. **V. tanaitica* Grosset: сев.-вост. окр. г. Сердобск (Васюков, 2004).

Сем. Thymelaeaceae

124. *Thymelaea passerina* L.: верховья р. Хопра (Дубянский, цит. по: Федченко, 1931).

Сем. Lythraceae

125. *Peplis alternifolia* M. Bieb. [*Lythrum volgensse* Webb.]: Балашовский у., с. Зубриловка [Тамалинский р-н, с. Зубрилово] (Цингер, цит. по: Горшкова, 1931).

Сем. Onagraceae

126. **Circaea alpina* L.: Сердобский у., окр. Камзолки (Келлер, 1903).

127. **C. lutetiana* L. s.l.: Сердобский у., окр. с. Секретарки (1917, PKM; Келлер, 1903).

Сем. Tragaceae

? **Trapa natans* L. s.l.: Сердобский р-н, окр. с. Александрово-Ростовка, по дну мелководья р. Сердобы, плоды (наблюдение 1977 г., О. Авдеев).

Сем. Apiaceae (Umbelliferae)

128. *Angelica palustris* (Bess.) Hoffm. [*Ostericum palustre* Besser]: Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь (Васюков, 2004).

129. *Laser trilobum* (L.) Borkh.: Бековский, Сердобский р-ны (Воронов, 1931).

— *Pastinaca clausii* (Ledeb.) M. Pimen. [*Malabaila graveolens* (M. Bieb.) Hoffm.]: Саратовская губ., Балашовский у. (Воронов, 1931).

— *Peucedanum ruthenicum* M. Bieb.: Саратовская губ., в области Хопра и Медведицы (Воронов, 1931).

— *Seseli peucedanoides* (M. Bieb.) K.-Pol.: Пензенская обл., Петровский у. [Лопатинский р-н], окр. с. Даниловка (1894, LE, MW; Васюков, 2004); Тамбовская обл., Инжавинский р-н, северо-восточные окр. пос. Инжавино и окр. с. Караул (MW; Сухоруков, 2010).

— *S. tortuosum* L. [*S. campestre* Besser]: указан для Пенз. обл. (Шишкин, 1964).

130. **Silaum silaus* (L.) Schinz et Thell. [*Silaus besseri* DC.]: Колышлейский, Малосердобинский, Пензенский, Сердобский р-ны (Красная книга..., 2013); Чембарский у., [Тамалинский р-н, с. Вишневоe] окр. с. Грязнуха (PKM).

131. *Trinia multicaulis* (Poir.) Schischk.: довольно редко (PKM; Васюков, 2004).

Сем. Ruyolaceae

132. **Moneses uniflora* (L.) A. Gray: Балашовский у., с. Зубриловка [Тамалинский р-н, с. Зубрилово] (Цингер, 1885).

Сем. Ericaceae

133. **Calluna vulgaris* (L.) Hull: Балашовский у., с. Зубриловка [Тамалинский р-н, с. Зубрилово] (конец XIX в., MW).

134. **Vaccinium uliginosum* L.: Чембарский у. [Белинский р-н], близ с. Чернышово (Космовский, 1898; Спрыгин, 1927).

Сем. Primulaceae

135. **Glaux maritima* L.: Колышлейский р-н, с. Жмакино; Сердобский р-н (Келлер, 1903; Солянов, 1964, 2001; PKM).

Сем. Limoniaceae

— *Goniolimon tataricum* (L.) Boiss. [*Statice tatarica* L.]: Саратовская обл., Балашовский р-н (Еленевский и др., 2008) и указан для Пензенской губ. (Цингер, 1885).

136. **Limonium donetzicum* Klokov [*L. tomentellum* auct. non (Boiss.) O. Kuntze; *Statice gmelinii* auct. non Willd.]: Колышлейский р-н, окр. сс. Жмакино и Кайсаровка; Пензенский р-н, окр. с. Адреевка (PKM; Солянов, 1964, 2001; Красная книга..., 2013); Сердобский р-н, южные окр. г. Сердобск и юг (MOSP, PKM; Келлер, 1903; Сухоруков, 1999); Чембарский у. [Белинский р-н], между г. Чембар и Мачей (Космовский, 1890).

Сем. Gentianaceae

— *Centaurium pulchellum* (Sw.) Druce: Саратовская обл., Балашовский р-н (Еленевский др., 2008); Тамбовская обл., Инжавинский р-н, заповедник «Воронинский», урочище Березовый куст (Васюков, 2007).

137. **Gentiana cruciata* L.: Каменский р-н, юго-восток; Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь; Пензенский р-н (PKM).

138. *G. pneumonanthe* L.: Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь; Пензенский р-н, Попереченская степь; Малосердобинский р-н (PKM; Красная книга..., 2013).

139. *Gentianella amarella* (L.) Börner [*Gentiana amarella* L.]: Чембарский у. [Белинский р-н], близ с. Волчково (Космовский, 1898).

Сем. Asclepiadaceae

140. **Vincetoxicum rossicum* (Kleop.) Barbar [*V. schmalhauseni* auct. non (Kusn.) Stank.]: Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь (РКМ); Тамалинский р-н, окр. с. Зубрилово (MW; Васюков, 2004).

141. **V. scandens* Somm. et Lev. [*V. nigrum* Moench]: Сердобский у., окр. с. Мошково [Бековский р-н, окр. с. Мошки] (Келлер, 1903).

Сем. Boraginaceae

142. *Echium russicum* J.F. Gmel. [*E. maculatum* auct. non L.]: довольно редко (РКМ).

143. *Onosma iricolor* Klokov [*O. polychroma* auct. non Klokov ex M. Pop.]: Сердобский р-н, окр. с. Байка (РКМ; Васюков и др., 2012).

Сем. Lamiaceae (Labiatae)

144. *Ajuga pseudochia* Shost. [*A. chia* auct. non Schreb.; *A. glabra* auct. non C. Presl]: Сердобский у. (Дубянский, цит. по: Десятова-Шостенко, 1936).

145. *Mentha aquatica* L.: Балашовский у., [Тамалинский р-н, с. Зубрилово] (Иверсен, MW).

— *Nepeta ucranica* L.: Саратовская обл., Балашовский р-н (Еленевский и др., 2001, 2008).

146. **Phlomis pungens* Willd.: Сердобский р-н, юг – окр. с. Байка и пос. Красный (РКМ; Новикова и др., 2013; Красная книга..., 2013).

147. **Salvia glutinosa* L.: Бековский р-н, окр. с. Мошково (Келлер, 1903), Сердобский у. (Десятова-Шостенко, 1936); Тамалинский р-н, окр. с. Зубрилово (Келлер, 1903).

148. **S. nutans* L.: Сердобский р-н, юг (РКМ; Красная книга..., 2013).

149. **S. verticillata* L.: Чембарский у. [Белинский р-н], по обрывам близ с. Мамлеевки (Космовский, 1898).

150. *Scutellaria altissima* L.: Тамалинский р-н, окр. с. Зубрилово (1884, MW); Сердобский у. (Келле, 1903; Десятова-Шостенко, 1936).

151. *S. hastifolia* L.: Чембарский у., [Белинский р-н], долина р. Чембар (Космовский, 1898); Тамалинский р-н, окр. с. Зубрилово (1884, MW).

— *Teucrium scordium* L.: Тамбовская обл., Кирсановский р-н, заповедник «Воронинский», Иноковский кордон (MW; Васюков, 2007).

152. **Thymus pallasianus* Heing. Braun: Бековский р-н, окр. с. Вертуновка (Келлер, 1903) и близ ж.-д. платф. 627 км (2002, MW); Сердобский у. (Григорьев, цит. по: Клоков, Десятова-Шостенко, 1936).

Сем. Scrophulariaceae

— **Digitalis grandiflora* Mill.: Саратовская губ., Балашовский у., окр. с. Пады (конец XIX в.; Еленевский и др., 2008); Пензенская обл., басс. р. Суры – окр. с. Песчанка Шемышейского р-на (2003, GMU; Васюков, 2004) и северо-запад обл. (Солянов, 2001; Красная книга..., 2013).

153. **Gratiola officinalis* L.: Сердобский р-н, север (Васюков, 2004; Красная книга..., 2013).

154. *Limosella aquatica* L.: Бековский, Пензенский, Сердобский р-ны (РКМ, MW; Вульф, 1936; Солянов, 2001).

155. *Linaria dulcis* Klokov [*L. odora* auct. non (M. Bieb.) Fisch.]: пос. Беково (Григорьев, цит. по: Вульф, 1936; Маевский, 1964).

156. *Lindernia procumbens* (Klokov) Borb. [*L. puxidaria* All.]: Сердобский у. (герб. Ледебура, цит. по: Вульф, 1936).

157. **Pedicularis dasystachys* Schrenk: Бековский р-н, юг (Красная книга..., 2013); Колышлейский р-н, окр. с. Жмакино (1917, РКМ); Тамалинский р-н, окр. с. Сосновка (1969, РКМ; Солянов, 2001); Сердобский у. (Вульф, 1936).

158. *P. kaffmannii* Pinzger: довольно редко (РКМ; Васюков, 2004).

159. *P. palustris* L.: Сердобский у., с. Камзолка (Вульф, 1936).

160. *P. sceptrum-carolinum* L.: Чембарский у. [Белинский р-н], между Чернышевым и Ершовым, окраина мохового болота (Космовский, 1898); Сердобский у., с. Давыдовка (Келлер, 1903; Вульф, 1936).

161. **Scrophularia umbrosa* Dum.: Колышлейский р-н, окр. с. Давыдовка (1917 и 2009, РКМ; Вульф, 1936; Васюков и др., 2012).

162. *Verbascum phoeniceum* L.: довольно редко (РКМ; Васюков, 2004).

163. **Veronica incana* L. [*Pseudolysimachion incanum* (L.) Holub]: Тамалинский р-н, юг (MW, РКМ; Новикова и др., 2013).

164. *V. sclerophylla* Dubovik [*V. jacquinii* auct. non Baumg.]: довольно редко (РКМ; Васюков, 2004).

Сем. Orobanchaceae

165. *Orobanche alba* Steph.: Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь; Пензенский р-н, Попереченская степь (Солянов, 2001); Сердобский р-н, с. Байка (РКМ).

166. *O. coerulescens* Steph.: юг (Васюков, 2004).

167. *Phelipanche lanuginosa* (C.A. Mey.) Holub [*Orobanche caesia* Rchb.]: Колышлейский р-н, с. Привольное (Солянов, 2001); Пензенский р-н, Попереченская степь (Васюков, 2004).

Сем. Lentibulariaceae

168. **Utricularia minor* L.: Сердобский р-н (РКМ).

Сем. Plantaginaceae

169. *Plantago cornuti* Gouan: Колышлейский р-н, с. Жмакино; Сердобский р-н, окр. с. Байка, окр. г. Сердобск (РКМ).

170. **P. salsa* Pall. [*P. maritima* auct. non L.]: Колышлейский р-н, окр. с. Жмакино (РКМ); Сердобский р-н (Келлер, 1903; Горшкова, 1936).

171. *P. maxima* Juss. et Jacq.: Колышлейский, Сердобский р-ны.

— *P. tenuiflora* Waldst. et Kit.: Саратовская губ., Балашовский у., с. Поганки (MW); Тамбовская губ., Кирсановский у. [Инжавинский р-н], между с. Караул и Ширяевка, и близ с. Караул (1884, LE, MW), под Вяжлей на р. Ворона (1916, MW).

Сем. Rubiaceae

172. *Galium octonarium* (Klokov) Soo [*Asperula galioides* auct. non M. Bieb.; *A. octonaria* Klokov]: юг (Кречетович, 1936). Вид в регионе, по-видимому, представлен викарным видом *G. hexanarium* Knjaz.

Сем. Valerianaceae

173. **Valeriana spryginii* P.A. Smirn. [*V. rossica* auct. non P.A. Smirn.]: довольно редко (РКМ; Красная книга..., 2013).

174. **V. tuberosa* L.: Сердобский р-н, 7 км юго-западнее с. Байка и Тамалинский р-н, 2 км юго-западнее с. Варварино (2012, РКМ; Васюков и др., 2012; Новикова и др., 2013).

Сем. Dipsacaceae

175. **Cephalaria litwinowii* Bobr.: Колышлейский р-н, окр. ст. Скрыбино (2007, РКМ; Васюков и др., 2012).

176. *Dipsacus strigosus* Willd. [*D. pilosus* auct. non L.]: Сердобский у., окр. с. Секретарки (1917, РКМ; Келлер, 1903).

Сем. Campanulaceae

177. **Adenophora lilifolia* (L.) A. DC.: Колышлейский, Пачелмский (юг), Пензенский р-ны и окр. г. Белинский (РКМ; Васюков, 2004; Красная книга..., 2013).

Сем. Asteraceae (Compositae)

— *Achillea micrantha* Willd.: Саратовская обл., Балашовский р-н, с. Пинеровка (2000, MOSP; Еленевский др., 2008).

178. *Artemisia armeniaca* Lam.: довольно редко (РКМ; Васюков, 2004).

179. *A. latifolia* Ledeb.: довольно редко (РКМ; Васюков, 2004).

180. *A. pontica* L.: довольно редко (РКМ; Васюков, 2004).

181. **A. santonica* L.: Колышлейский, Малосердобинский и Сердобский р-ны (РКМ; Красная книга..., 2013).

182. *A. sericea* Web.: довольно редко (РКМ; Васюков, 2004).

183. **Aster amellus* L. [incl. *A. amelloides* Bess.; *A. bessarabicus* Bernh.]: довольно редко (РКМ; Васюков, 2004; Красная книга..., 2013); кроме бассейна р. Вороны.

— *Chartolepis intermedia* Boiss.: Саратовская обл., Балашовский р-н (Еленевский др., 2008).

184. *Cirsium canum* (L.) All.: довольно редко, юг (РКМ; Васюков, 2004).

185. *C. polonicum* (Petrak) Pjin: довольно редко, басс. р. Вороны (MW, РКМ; Васюков, 2004).

186. **Galatella angustissima* (Tausch) Novopokr.: Сердобский р-н, юг (РКМ; Васюков, 2013).

187. *G. biflora* (L.) Nees: Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь (РКМ).

188. **G. linosyris* (L.) Rchb. f.: Пензенский р-н, Попереченская степь; Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь и юг; Малосердобинский и Сердобский р-ны (РКМ; Красная книга..., 2013).

189. **G. rossica* Novopokr.: Пензенский р-н, Попереченская степь; Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь и юг; Малосердобинский р-н, юг (РКМ; Красная книга..., 2013).

— *G. tatarica* (Less.) Novopokr.: Саратовская обл., Самойловский р-н (Еленевский и др., 2008).

190. **G. villosa* (L.) Rchb. f.: довольно редко (РКМ).

191. **Inula germanica* L.: Колышлейский р-н, Островцовская лесостепь (Васюков, 2004).

192. *Jacobaea grandidentata* (Ledeb.) Vajukov [*Senecio grandidentatus* Ledeb.]: Сердобский у. (Крашенинников, 1936).

— *Jurinea multiflora* (L.) B. Fedtsch.: Саратовская обл., Балашовский и Самойловский р-ны (Еленевский др., 2008).

193. *Lactuca chaixii* Vill.: Тамалинский р-н, окр. сс. Варварино и Зубрилово (РКМ; Васюков и др., 2012).

— *Podospermum canum* C. A. Mey. [*Scorzonera cana* (C.A. Mey.) Griseb.]: Саратовская губ., Балашовский у. (герб. Цингера; Еленевский и др., 2008).

— *Saussurea amara* (L.) DC.: Саратовская обл., Балашовский р-н, между сс. Грязнуха и Большой Мелик (1999, MOSP; Еленевский др., 2008).

194. **Scorzonera ensifolia* M. Bieb.: Бековский, Сердобский, Тамалинский р-ны (РКМ; Келлер, 1903; Васюков, 2004)

195. **S. parviflora* Jacq.: Колышлейский р-н, окр. с. Жмакино; южн. окр. г. Сердобск (РКМ; Васюков, 2004; Красная книга..., 2013).

196. *S. stricta* Hornem.: довольно редко (РКМ; Васюков, 2004).

197. **S. taurica* M. Bieb.: Сердобский, Тамалинский р-ны (РКМ; Красная книга..., 2013).

198. **Senecio paucifolius* S. G. Gmel.: Колышлейский р-н, окр. сс. Жмакино и Кайсаровка (РКМ; Васюков и др., 2006; Красная книга..., 2013).

199. **S. schvetzovii* Korsh.: верховья р. Хопер (Васюков, 2004).

200. *S. tataricus* Less.: Сердобский у. (Крашенинников, 1936).

— *Serratula cardunculus* (Pall.) Schischk.: Саратовская обл., Романовский р-н (Еленевский и др., 2008).

201. *S. coronata* L.: довольно редко (РКМ; Васюков, 2004).

202. *Sonchus palustris* L.: Чембарский у. [Белинский р-н], долина р. Чембара между Тарховым и Полями (Комовский, 1898).

— *Stemmacantha serratuloides* (Georgi) M. Dittrich [*Rhaponticum serratuloides* (Georgi) Bobr.]: Саратовская обл., Балашовский р-н., окр. сс. Большой Мелик, Грязнуха и Тростянка (Еленевский др., 2008).

203. *Tanacetum achilleifolium* (M. Bieb.) Sch. Bip. [*T. millefolium* auct. non (L.) Tzvelev; *Chrysanthemum achilleifolium* (M. Bieb.) Krasch.]: Сердобский у. (Крашенинников, 1936).

204. *Taraxacum bessarabicum* (Hornem.) Hand.-Mazz.: юг (РКМ; Васюков, 2004).

205. **Tripolium pannonicus* (Jacq.) Dobrocz. [*Aster pannonicus* Jacq.]: южные части р-нов – Бековский, Колышлейский, Сердобский, Тамалинский (MW; РКМ; Красная книга..., 2013).

ВЫВОДЫ

Во флоре верхней части бассейна реки Хопер (бассейн Дона) насчитывается около 1250 видов сосудистых растений, из них 205 относятся к редким видам, нуждающимся в охране, в том числе 10 видов, внесенных в Красную книгу Российской Федерации (2008): *Astragalus tanaiticus*, *Cypripedium calceolus*, *Fritillaria ruthenica*, *Iris aphylla*, *I. pumila*, *Orchis ustulata*, *Stipa dasyphylla*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. zaleskii* и 110 видов (или 55 %) Красной книги Пензенской области (2013).

В Пензенской области 38 видов известны только из верхней части бассейна реки Хопер: *Adonathe volgensis*, *Ajuga pseudochia*, *Althaea officinalis*, *Astragalus olgianus*, *Astragalus tanaiticus*, *Cathartolinum catharticum*, *Dictamnus caucasicus*, *Elytrigia pontica*, *Eremogone rigida*, *Galium octonarium*, *Genista germanica*, *Glaux maritima*, *Hesperidium triste*, *Iris pineticola*, *Lactuca chaixii*, *Limonium donetzicum*, *Linaria dulcis*, *Linaria dulcis*, *Lindernia procumbens*, *Lindernia procumbens*, *Linum nervosum*, *Minuartia tenuifolia*, *Peplis alternifolia*, *Phlomis pungens*, *Potamogeton acutifolium*, *Radiola linoides*, *Ranunculus illyricus*, *Rosa subafzeliana*, *Salicornia perennans*, *Scorzonera parviflora*, *Scutellaria altissima*, *Sempervivum ruthenicum*, *Senecio paucifolius*, *Stipa praecapillata*, *Suaeda prostrata*, *Thymelaea passerina*, *Triglochin maritimum*, *Vincetoxicum scandens*.

Благодарности. Автор благодарен за ценные консультации и помощь в проведении исследований [А. Г. Еленевскому], Т. В. Горбушиной, [В. С. Новикову], Л. А. Новиковой, О. А. Полумордвинову, Н. С. Ракову, С. А. Саксонову, Л. И. Сдобниной, Т. Б. Силаевой, [А. А. Солянову], А. П. Сухорукову, [Н. Н. Цвёлеву], А. Н. Чебураевой, А. А. Чистяковой, А. В. Чкалову и др.

Список литературы

Борисова, А. Г. Сем. Crassulaceae – Толстянковые / А. Г. Борисова // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1931. – Вып. 5. – С. 368–476.

Бочарова, И. И. Исследование экологии *Galatella villosa* популяции балки у пос. Красный (Пензенская область) / И. И. Бочарова, А. Г. Морунов // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2016. – Т. 25, № 2. – С. 211–214.

Васюков, В. М. Конспект флоры сосудистых растений заповедника «Приволжская лесостепь» / В. М. Васюков // Труды гос. природ. заповедника «Приволжская лесостепь». – Пенза, 1999. – Вып. 1. Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь». – С. 47–80.

Васюков, В. М. Новые и редкие виды флоры Пензенской области / В. М. Васюков // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 2001. – Т. 106, вып. 2. – С. 66–67.

Васюков, В. М. Редкие и исчезающие виды флоры бассейна реки Вороны в пределах Пензенской области / В. М. Васюков // Науч. труды гос. природ. заповедника «Присурский». – Чебоксары: Аtrat, 2001. – Т. 4. – С. 104–106.

Васюков, В. М. Новые флористические находки в Пензенской области / В. М. Васюков // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 2002. – Т. 107, вып. 2. – С. 56.

Васюков, В. М. Флористические находки в Пензенской области / В. М. Васюков, Т. В. Разживина, М. С. Куликовский // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 2002. – Т. 107, вып. 6. – С. 68–69.

Васюков, В. М. Флора юго-западной части Приволжской возвышенности: Дис. ... канд. биол. наук / В. М. Васюков. – Саранск, 2002. – 400 с.

Васюков, В. М. Дополнение к флоре Пензенской области / В. М. Васюков // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 2003. – Т. 108, вып. 3. – С. 91.

- Васюков, В. М. О находках новых и редких для Пензенской области растений / В. М. Васюков, Т. В. Разживина, Л. А. Новикова, А. А. Чистякова, М. С. Куликовский // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 2004. – Т. 109, вып. 3. – С. 81–83.
- Васюков, В. М. Растения Пензенской области (конспект флоры) / В. М. Васюков. – Пенза: Пенз. гос. ун-т, 2004. – 184 с.
- Васюков, В. М. Список сосудистых растений Поимского степного склона – ценного ботанического объекта Пензенской области / В. М. Васюков, Р. Р. Канеев // Самарская Лука: Бюл. – Самара, 2005. – № 16/05. – С. 153–160.
- Васюков, В. М. Новые данные к флоре Пензенской области / В. М. Васюков, Т. В. Разживина, Р. Р. Канеев, В. К. Макуев // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 2006. – Т. 111, вып. 6. – С. 72–73.
- Васюков, В. М. Редкие и исчезающие растения заповедника «Воронинский» (Тамбовская область) / В. М. Васюков // Известия Пенз. гос. пед. ун-та им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2006. – № 1 (5). – С. 21–24.
- Васюков, В. М. Ботанико-географическое районирование Пензенской области / В. М. Васюков // Актуальные проблемы геоботаники: Материалы III Всерос. школа-конф. – Петрозаводск, 2007. – Ч. 1. – С. 101–104.
- Васюков, В. М. Сосудистые растения заповедника «Воронинский» (Тамбовская область) / В. М. Васюков // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2007. – № 3. – С. 102–147.
- Васюков, В. М. Ботанико-географическое районирование Приволжской возвышенности / В. М. Васюков // Известия Самар. науч. центра РАН. – 2012. – Т. 14, № 1(2). – С. 1712–1716.
- Васюков, В. М. Материалы по редким растениям для Красной книги Пензенской области / В. М. Васюков, Л. А. Новикова, С. В. Саксонов, Д. В. Поликанин, С. В. Шибаев, М. Г. Щербаков, О. А. Полумордвинов // Известия Пенз. гос. пед. ун-та им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2012. – № 29. – С. 42–46.
- Васюков, В. М. Редкие весенние эфемероиды флоры Приволжской возвышенности / В. М. Васюков, С. В. Саксонов // Известия Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. – 2015. – Т. 15, вып. 2. – С. 86–89.
- Васюков, В. М. Конспект галофитов семейства Chenopodiaceae лесостепной и степной зон Приволжской возвышенности / В. М. Васюков, Н. А. Юрицына // Известия Уфим. науч. центра РАН. Сер. Биология, биохимия и генетика. – 2016. – № 1. – С. 35–39.
- Воронов, Ю. Н. Сем. Stuciferae Juss. – Крестоцветные / Ю. Н. Воронов // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1931. – Вып. 5. – С. 373–463.
- Воронов, Ю. Н. Сем. Umbelliferae (Moris.) B. Juss. – Зонтичные / Ю. Н. Воронов // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1931. – Вып. 5. – С. 759–840.
- Вульф, О. А. Род *Salix* L. – Ива / О. А. Вульф // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1930. – Вып. 4. – С. 19–228.
- Вульф, О. А. Сем. Scrophulariaceae – Норичниковые / О. А. Вульф // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1936. – Вып. 6. – С. 190–228.
- Горбушина, Т. В. Осоки (*Carex* L., Suresaceae) Пензенской области / Горбушина Т. В. // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2011. – № 9. – С. 131–144.
- Горшкова, С. Г. Сем. Najadaceae – Наядовые / С. Г. Горшкова // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1927. – Вып. 1. – С. 62–63.
- Горшкова, С. Г. Сем. Lythraceae – Дербенниковые / С. Г. Горшкова // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1931. – Вып. 5. – С. 743–748.
- Горшкова, С. Г. Сем. Plantaginaceae – Подорожниковые / С. Г. Горшкова // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1936. – Вып. 6. – С. 248–254.
- Десятова-Шостенко, Н. А. Сем. Labiatae Juss. – Губоцветные / Н. А. Десятова-Шостенко // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1936. – Вып. 6. – С. 130–189.
- Дюкова, Г. Р. Особенности почвообразования, распространения и динамики основных типов почв Пензенской области / Г. Р. Дюкова // Известия Пенз. гос. пед. ун-та им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2007. – № 5 (9). – С. 5–16.
- Еленевский, А. Г. Растения Саратовского Правобережья (конспект флоры) / А. Г. Еленевский, В. И. Радыгина, Ю. И. Буланый. – Саратов: Саратов. пед. ин-т, 2000. – 102 с.
- Еленевский, А. Г. Конспект флоры Саратовской области / А. Г. Еленевский, Ю. И. Буланый, В. И. Радыгина. – Саратов: Издат. центр Наука, 2008. – 232 с.
- Иванов, А. И. Древесные растения Пензенской области / А. И. Иванов, А. С. Власов, Т. Г. Власова, С. А. Сашенкова. – Пенза, 2012. – 264 с.
- Иконников, С. С. Род Пустынница – *Eremogone* Fenzl / С. С. Иконников // Флора Восточной Европы. – М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – Т. 11. – С. 176–180.
- Ильин, М. М. Сем. Lysorodiaceae – Плауновые / М. М. Ильин // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1927. – Вып. 1. – С. 30–32.
- Ильин, М. М. Сем. Liliaceae – Лилейные / М. М. Ильин // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1929. – Вып. 3. – С. 330–406.
- Ильин, М. М. Сем. Malvaceae – Мальвовые / М. М. Ильин // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1931. – Вып. 5. – С. 693–710.

- Келлер, Б. А. Из области черноземно-ковыльных степей. Ботанико-географические исследования в Сердобском уезде Саратовской губернии / Б. А. Келлер // Тр. общ-ва естествоиспыт. при Казан. ун-те. – 1903. – Т. 37, вып. 1. – С. 1–154.
- Клоков, М. В. Род *Thymus* L. – Чабрец / М. В. Клоков, Н. А. Десятова-Шостенко // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1936. – Вып. 6. – С. 171–178.
- Космовский, К. А. Ботанико-географический очерк западной части Пензенской губернии / К. А. Космовский // Материалы к познанию фауны и флоры Российской империи. Отд. бот. – М., 1890. – Вып. 1. – С. 1–92.
- Красная книга Пензенской области. Т. 1. Растения и грибы / Сост. А. И. Иванов, А. А. Чистякова, Л. А. Новикова, П. И. Заплатин, В. М. Васюков, Т. В. Разживина, Е. А. Киреев. – Пенза: Пензенская правда, 2002. – 160 с.
- Красная книга Пензенской области. Т. 1. Грибы, лишайники, мхи, сосудистые растения. 2 изд. / Сост. А. И. Иванов, Л. А. Новикова, А. А. Чистякова, Т. В. Горбушина, В. М. Васюков, Н. А. Леонова, П. И. Заплатин, Т. Б. Силаева, С. В. Саксонов, Н. С. Раков, С. А. Сенатор, Е. Ю. Истомина, Е. В. Варгот. – Пенза: Пензенская правда, 2013. – 300 с.
- Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Сост. Р. В. Камелин и др. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.
- Крашенинников, И. М. Род *Chrysanthemum* L. – Поповник, триба Senecioneae / И. М. Крашенинников // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936. – Вып. 6. – С. 344–347, 363–374.
- Кречетович, В. И. Сем. Rubiaceae – Мареновые / В. И. Кречетович // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1936. – Вып. 6. – С. 254–266.
- Криштофович, А. Н. Сем. Orchidaceae – Ятрышниковые / А. Н. Криштофович // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1929. – Вып. 3. – С. 414–436.
- Криштофович, А. Н. Сем. Euphorbiaceae – Молочайные / А. Н. Криштофович // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1931. – Вып. 5. – С. 659–677.
- Кузенева, О. И. Сем. Sparganiaceae – Ежеголовковые / О. И. Кузенева // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1927. – Вып. 1. – С. 47–49.
- Курицын, И. И. География Пензенской области / И. И. Курицын, Н. А. Марденский. – Саратов: Приволжское кн. изд-во, 1991. – 96 с.
- Лавренко, Е. М. Некоторые наблюдения над влиянием пожара на растительность северной степи (Попереченская степь Пензенской области) / Е. М. Лавренко // Бот. журн. – 1950. – Т. 35, № 1. – С. 77–78.
- Литвинов, Д. И. Сем. Сурегасеae – Осоковые / Д. И. Литвинов // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1929. – Вып. 3. – С. 257–315.
- Маевский, П. Ф. Флора средней полосы Европейской части СССР. 7-е изд. / П. Ф. Маевский. – М.; Л.: Сельхозгиз, 1941. – 826 с.
- Маевский, П. Ф. Флора средней полосы Европейской части СССР. 9-е изд. / П. Ф. Маевский. – Л.: Колос, 1964. – 880 с.
- Новикова, Л. А. Редкие степные ассоциации в Пензенской области / Л. А. Новикова // Охрана гено- и ценофонда травяных биогеоценозов: Тезисы докл. Всесоюз. научн. конф. – Свердловск, 1988. – С. 91–92.
- Новикова, Л. А. Динамика пензенских луговых степей и проблемы их охраны / Л. А. Новикова // Самарская Лука: Бюл. – Самара, 1993. – Вып. 4. – С. 111–128.
- Новикова, Л. А. Принципы мониторинга степных экосистем в заповеднике «Приволжская лесостепь» / Л. А. Новикова, А. А. Чистякова // Проблемы охраны и рационального использования экосистем и биологических ресурсов: Материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию И. И. Спрыгина. – Пенза, 1998. – С. 52–54.
- Новикова, Л. А. Пространственно-временная структура Островцовской лесостепи / Л. А. Новикова // Проблемы охраны и рационального использования экосистем и биологических ресурсов: Материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию И. И. Спрыгина. – Пенза, 1998. – С. 187–190.
- Новикова, Л. А. Характеристика травянистой растительности Попереченской степи / Л. А. Новикова // Тр. гос. заповедника «Приволжская лесостепь». – Пенза, 1999. – Вып. 1: Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь». – С. 142–152.
- Новикова, Л. А. Растительность Пензенской области: лекции / Л. А. Новикова. – Пенза, 2002. – 42 с.
- Новикова, Л. А. Современное состояние травяной растительности «Островцовской лесостепи» / Л. А. Новикова // Охрана растительного и животного мира Поволжья и сопредельных территорий: Материалы Всерос. научн. конф., посвящ. 130-летию со дня рождения И. И. Спрыгина. – Пенза, 2003. – С. 116–118.
- Новикова, Л. А. Мониторинг травяного компонента «Островцовской лесостепи» / Л. А. Новикова // Известия Самар. науч. центра РАН. – 2004. – Спецвыпуск «Природное наследие России». Ч. 2. – С. 294–305.
- Новикова, Л. А. Структура и динамика растительности «Попереченской степи» / Л. А. Новикова // Известия Самар. науч. центра РАН. – 2009. – Т. 11. Вып. 1 (4). – С. 622–629.
- Новикова, Л. А. Структура и динамика «Островцовской лесостепи» / Л. А. Новикова // Известия Пенз. гос. пед. ун-та им. В. Г. Белинского. Естественные науки. – 2009. – Вып. 14 (18). – С. 17–30.

- Новикова, Л. А. Структура и динамика травяной растительности лесостепной зоны на западных склонах Приволжской возвышенности и пути ее оптимизации: Дис. ... д-ра биол. наук / Л. А. Новикова. – Саратов, 2012. – 547 с.
- Новикова, Л. А. Новые флористические находки в Пензенской области / Л. А. Новикова, В. М. Васюков, Т. В. Горбушина, А. И. Иванов, Н. А. Леонова, Д. В. Поликанин, С. В. Шибяев, О. А. Полумордвинов // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 2013. – Т. 118, № 3. – С. 72–75.
- Носова, Л. М. Сохранившиеся участки степей Пензенской области / Л. М. Носова // Бот. журн. – 1965. – Т. 50, № 6. – С. 838–852.
- Рожевиц, Р. Ю. Сем. Gramineae Juss. – Злаки / Р. Ю. Рожевиц // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1928. – Вып. 2. – С. 75–98, 118–256.
- Смирнов, П. А. Род *Stipa* L. – Ковыль / П. А. Смирнов // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1928. – Вып. 2. – С. 98–118.
- Солянов, А. А. Флора и растительность Пензенской области и некоторые вопросы их рационального использования / А. А. Солянов // Учен. зап. Пенз. пед. ин-та. – 1964. – Вып. 10. – С. 128–174.
- Солянов, А. А. Растительный покров и геоботаническое районирование Пензенской области: Дис. ... канд. биол. наук / А. А. Солянов. – Пенза, 1966. – 367 с.
- Солянов, А. А. Растительный покров Пензенской области / А. А. Солянов // Пензенская область: Природа. Население. Хозяйство. – Саратов; Пенза, 1968. – С. 84–92.
- Солянов, А. А. Растительный покров / А. А. Солянов // Природа Пензенской области. – Пенза, 1970. – С. 129–177.
- Солянов, А. А. Редкие и исчезающие виды растений Пензенской области, задачи их изучения и охраны / А. А. Солянов // Охрана и рациональное использование естественных ресурсов Пензенской области. – М., 1980. – С. 41–47.
- Солянов, А. А. Анализ современного состояния луговых степей Приволжской возвышенности / А. А. Солянов, Л. А. Новикова // Ландшафтный анализ природопользования. – М., 1988. – С. 12–24.
- Солянов, А. А. Степь возле деревни Островцы Пензенской области / А. А. Солянов // Актуальные вопросы ботаники в СССР: Тезисы докл. VIII Делегат. съезда Всесоюз. бот. общ-ва. – Алма-Ата, 1988. – С. 442.
- Солянов, А. А. Заповедные степные участки Пензенской области / А. А. Солянов, Л. А. Новикова // Краеведение в Центральном районе. – Пенза, 1989. – С. 46–50.
- Солянов, А. А. Островцовская лесостепь / А. А. Солянов, Л. А. Новикова // Геоботанические, анатомо-морфологические и физиологические особенности растений и сообществ Пензенской области: Сб. науч. тр. Пенз. пед. ин-та. – Пенза, 1992. – С. 2–9.
- Солянов, А. А. Флористические особенности заповедника «Приволжская лесостепь» / А. А. Солянов // Флористические исследования в Центральной России: Материалы науч. конф. – М., 1995. – С. 124–126.
- Солянов, А. А. Некоторые итоги ботанико-географического изучения Пензенской области / А. А. Солянов // Краеведческие исследования и проблемы экологического образования: Тезисы докл. юбил. науч.-практ. конф. – Пенза, 1996. – С. 68–70.
- Солянов, А. А. Основные задачи современной региональной флористики / А. А. Солянов // Проблемы охраны и рационального использования природных экосистем и биологических ресурсов: Материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию И. И. Спрыгина. – Пенза, 1998. – С. 64–66.
- Солянов, А. А. Флора Пензенской области / А. А. Солянов. – Пенза: Пензенская правда, 2001. – 310 с.
- Спрыгин, И. И. О некоторых редких растениях Пензенской губернии. 2-е сообщ. / И. И. Спрыгин // Тр. Пенз. общ-ва любит. естествозн. – 1915. – Вып. 2. – 10 с.
- Спрыгин, И. И. О некоторых редких растениях Пензенской губернии. 3-е сообщ. / И. И. Спрыгин // Тр. Пенз. общ-ва любит. естествозн. – 1918 (1917). – Вып. 3–4. – С. 131–141.
- Спрыгин, И. И. Ботанико-географическое описание и естественно-географические районы / И. И. Спрыгин // Обзор сел. хоз-ва Пензенской губ. и основные направления его восстановления. – Пенза, 1922. – Ч. 1. – С. 19–24.
- Спрыгин, И. И. Материалы к описанию степи около д. Поперечной Пензенского уезда и заповедного участка на ней / И. И. Спрыгин // Работы по изучению пензенских заповедников. – Пенза, 1923. – Вып. 1. – С. 1–45.
- Спрыгин, И. И. Из области Пензенской лесостепи. I. Травяные степи Пензенской губернии / И. И. Спрыгин. – М., 1926 (1925). – 242 с.
- Спрыгин, И. И. О некоторых редких растениях Пензенской губернии. 4-е сообщ. / И. И. Спрыгин. – Пенза, 1927. – 16 с.
- Спрыгин, И. И. Растительный покров Средне-Волжского края / И. И. Спрыгин. – Самара, 1930. – 66 с.
- Спрыгин, И. И. Из области Пензенской лесостепи. II. Кустарниковые степи / И. И. Спрыгин // Научное наследство. – М., 1986. – Т. 11: Спрыгин И. И. Материалы к познанию растительности Среднего Поволжья. – С. 194–241.
- Спрыгин, И. И. О полиморфных видах растений / И. И. Спрыгин // Научное наследство. – М., 1986. – Т. 11: Спрыгин И. И. Материалы к познанию растительности Среднего Поволжья. – С. 269–290.
- Спрыгин, И. И. Растительный покров Пензенской губернии / И. И. Спрыгин // Научное наследство. – М., 1986. – Т. 11: Спрыгин И. И. Материалы к познанию растительности Среднего Поволжья. – С. 22–193.

- Спрыгин, И. И. Из области Пензенской лесостепи. III. Степи песчаные, каменисто-песчаные, солонцеватые, на южных и меловых склонах / И. И. Спрыгин; сост. Л. А. Новикова; под ред. В. Н. Тихомирова. – Пенза, 1998. – 139 с.
- Сухоруков, А. П. Некоторые новые виды Тамбовской, Воронежской и Пензенской областей / А. П. Сухоруков // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1999. – Т. 104, вып. 2. – С. 57–58.
- Сухоруков, А. П. Новинки флоры Пензенской и Тамбовской областей / А. П. Сухоруков, В. М. Васюков, С. А. Колесников // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 2004. – Т. 109, вып. 3. – С. 83–85.
- Сухоруков, А. П. Определитель сосудистых растений Тамбовской области / А. П. Сухоруков, С. А. Баландин, В. А. Агафонов, Ю. Е. Алексеев, И. О. Бузунова, П. Г. Ефимов, Ю. А. Иваненко, Г. А. Лазыков, Г. В. Линдеман, А. Н. Луферов, Е. В. Мавродиев, М. В. Нилова, А. Н. Сенников, И. В. Татанов, Н. Ю. Хлызова, Х. Шольц, А. В. Щербаков, О. В. Юрцева. – Тула: Гриф и К, 2010. – 350 с.
- Сухоруков, А. П. Карпология семейства Chenopodiaceae в связи с проблемами филогении, систематики и диагностики его представителей / А. П. Сухоруков. – Тула: Гриф и К, 2014. – 394 с.
- Уранов, А. А. Материалы к фитосоциологическому описанию заповедной степи Пензенской губернии в связи с законом константности / А. А. Уранов // Труды по изучению заповедников. – М., 1925. – Вып. 7. – 40 с.
- Федченко, Б. А. Сем. Potamogetonaceae – Рдестовые / Б. А. Федченко // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1927. – Вып. 1. – С. 5–62.
- Федченко, Б. А. Сем. Iridaceae – Касатиковые / Б. А. Федченко // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1929. – Вып. 3. – С. 407–413.
- Федченко, Б. А. Сем. Leguminosae – Бобовые / Б. А. Федченко, Н. А. Базилевская, А. Г. Борисова // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1931. – Вып. 5. – С. 557–633.
- Федченко, Б. А. Сем. Thymelaeaceae – Ягодковые / Б. А. Федченко // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1931. – Вып. 5. – С. 738–742.
- Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Вып. 1–6. – М.; Л., 1927–1936.
- Цингер, В. Я. Сборник сведений по флоре Средней России / В. Я. Цингер. – М.: Универ. типогр., 1885. – 520 с.
- Чебураева, А. Н. Строение и динамика ценопопуляций овсецов Шелля и опушенного в северных степях: Дис. ... канд. биол. наук / А. Н. Чебураева. – М., 1976. – 149 с.
- Чебураева, А. Н. Состояние популяций овсеца пустынного (*Helictotrichon desertorum* (Less.) Nevski, Poaceae) в заповеднике «Приволжская лесостепь» / А. Н. Чебураева // Самарская Лука: Бюл. – Самара, 1993. – Вып. 4. – С. 200–205.
- Чебураева, А. Н. Популяции дерновинных злаков как показатель состояния заповедных степей (на примере заповедника «Приволжская лесостепь») / А. Н. Чебураева // Проблемы охраны и рационального использования экосистем и биологических ресурсов: Материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию И. И. Спрыгина. – Пенза, 1998. – С. 158–159.
- Чебураева, А. Н. Структура и динамика популяций некоторых степных злаков Попереченской степи / А. Н. Чебураева // Тр. гос. заповедника «Приволжская лесостепь». – Пенза, 1999. – Вып. 1: Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь». – С. 125–133.
- Черняковская, Е. Г. Сем. Violaceae – Фиалковые / Е. Г. Черняковская // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1931. – Вып. 2. – С. 724–738.
- Чистякова, А. А. Кустарниковая растительность заповедника «Приволжская лесостепь» и ее роль в процессах залесения степей / А. А. Чистякова // Самарская Лука: Бюл. – Самара, 1993. – Вып. 4. – С. 94–110.
- Чистякова, А. А. Популяционная концепция климатического лесного ценоза и возможность ее реализации на охраняемых территориях лесостепи (на примере заповедника «Приволжская лесостепь») / А. А. Чистякова // Проблемы охраны и рационального использования экосистем и биологических ресурсов: Материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию И. И. Спрыгина. – Пенза, 1998. – С. 74–76.
- Чистякова, А. А. Популяционный анализ и прогноз развития древесной растительности Попереченской степи / А. А. Чистякова // Тр. гос. заповедника «Приволжская лесостепь». – Пенза, 1999. – Вып. 1: Биологическое разнообразие и динамика природных процессов в заповеднике «Приволжская лесостепь». – С. 134–141.
- Чистякова, А. А. О находках последних лет редких видов орхидных на территории Пензенской области / А. А. Чистякова // Экологические и социально-гигиенические аспекты окружающие человека среды: Материалы республ. науч. конф. – Рязань, 2001. – С. 223–226.
- Шипчинский, Н. В. Сем. Ranunculaceae – Лютиковые / Н. В. Шипчинский // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1930. – Вып. 4. – С. 320–360.
- Шишкин, Б. А. Сем. Caryophyllaceae – Гвоздичные / Б. А. Шишкин // Флора Юго-Востока Европейской части СССР. – Л.: Главн. бот. сад, 1930. – Вып. 4. – С. 245–313.
- Ledebour, C. F. Flora Rossica, sive Enumeratio plantarum in totius Imperii Rossici provinciis europaeis, asiaticis et americanis hucusque observatum / C. F. Ledebour. – Stuttgart, 1841–1853. – 4 vol.

Vasjukov V. M. Rare, in need of protection plants the upper part of the basin of the river Khover // Ekosystemy. 2016. Iss. 5 (35). P. 16–35.

In the flora of the upper basin of the river Khover (the don basin) there are about 1250 species of vascular plants, of which 205 rare species in need of protection, including 10 species of the Red book of the Russian Federation (2008): *Astragalus tanaiticus*, *Cypripedium calceolus*, *Fritillaria ruthenica*, *Iris aphylla*, *I. pumila*, *Orchis ustulata*, *Stipa dasyphylla*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. zaleskii*.

Key words: rare species, vascular plants, river Khover, Penza region, Russia.

Поступила в редакцию 30.04.2016 г.

УДК. 595.782 (477+477.75)

САМШИТОВАЯ ОГНЕВКА – *CYDALIMA PERSPECTALIS* (LEPIDOPTERA, PYRAUSTIDAE) – НОВЫЙ ДЛЯ ФАУНЫ УКРАИНЫ И КРЫМА ВИД ОПАСНОГО ВРЕДИТЕЛЯ ЛЕСНОГО И ПАРКОВОГО ХОЗЯЙСТВА

Будашкин Ю. И.

Карадагская научная станция им. Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН, Феодосия,
budashkin@ukr.net

Впервые приведены факты находок в 2015 году *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) в Крыму и на территории материковой Украины. Кратко изложена история колонизации Европейского континента этим опасным восточноазиатским вредителем лесного и паркового хозяйства и его биологические особенности в Крыму и в других регионах.

Ключевые слова: *Cydalima perspectalis*, Крым, Украина.

ВВЕДЕНИЕ

Благодаря многолетним стационарным наблюдениям за фауной чешуекрылых в Карадагском природном заповеднике (Юго-Восточный Крым), а также регулярным сборам чешуекрылых в окрестностях Киева в 2015 году в Украине и в Крыму была обнаружена самшитовая огневка – *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) – опаснейший восточноазиатский вредитель лесного и паркового хозяйства, который с 2006 года начал активно заселять Европейский континент. Ниже приводятся результаты наших сборов и наблюдений за биологией данного вида на территории Крыма, а также краткие соответствующие данные по другим регионам.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Наблюдения в Карадагском заповеднике, в результате которых был обнаружен *Cydalima perspectalis*, представляют собой стандартное привлечение в ночное время на стационарную светоловушку, которая функционирует здесь непрерывно с 1983 года в северо-восточной части поселка Биостанция на границе с естественными природными сообществами. Как источник света была использована лампа ДРЛ-250. Привлеченные на светоловушку чешуекрылые дважды в ночь (примерно в полночь и на рассвете) визуально регистрировались, а в случае необходимости, собирались на подвешенном у светоловушки белом экране из хлопчатобумажной ткани. Собранные экземпляры монтировались, данные по не собранным экземплярам заносились в полевой дневник. Самшитовая огневка в Киевской области также была обнаружена при отлове насекомых на светоловушку.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Материал: Крым, Карадаг, биостанция, на свет, 3, 5, 10-15.08, 19.09, 1 и 21.10.2015 (Будашкин) – 8 самцов, 5 самок. Крым, Карадаг, биостанция, на свет, 10.08.2015 (Безуглый) – 2 самца. Украина, Киевская область, Броварской р-н, окр. с. Княжичи, дачный массив «Ялынка», на свет, 1, 4, 11, 12, 18, 25.09.2015 (Зыков) – 8 самцов, 4 самки (собранные под Киевом экземпляры хранятся в коллекции Зоологического музея Киевского национального университета им. Т. Шевченко, Киев, Украина).

Распространение. Нативно восточноазиатский вид, широко распространенный преимущественно в тропических и субтропических регионах этой части Азии: Китае, Индии, Корее, Японии, юге Дальнего Востока России (Иноуэ, 1982; Кирпичникова, 2005; Park, 2008; Синев, 2008). В Европе впервые обнаружен в 2006 году на территории

юго-западной Германии (Krüger, 2008; Slamka, 2010; 2013). Интродукция в Европу оказалась для *Cydalima perspectalis* настолько удачной, что этот вид сразу же стал активно заселять другие страны Средней и Южной Европы: Швейцарию (Billen, 2007; Käppeli, 2008), Нидерланды (Muus et al., 2009), Францию (Feldtrauer et al., 2009), Австрию и Лихтенштейн (Rodeland, 2009), Великобританию (Mitchell, 2009), Бельгию (Casteels et al., 2011), Венгрию (Sáfián, Horváth, 2011), Чехию (Šumpich, 2011), Румынию (Székely et al., 2011), Италию (Griffo et al., 2012; Tantardini et al., 2012; Bella, 2013), Словению (Jež, 2012; Seljak, 2012), Турцию (Hizal et al., 2012), Хорватию (Koren, Črne, 2012), Словакию (Pastoralis et al., 2013), Данию (Hobern, 2013), Испанию (Pérez-Otero et al., 2014), Болгарию (Beshkov et al., 2015), Грецию (Strachinis et al., 2015), а также Черногорию, Боснию и Герцеговину, Сербию (Bestimmungshilfe für die in Europa nachgewiesenen Schmetterlingsarten, 2015). В Западной России (Краснодарский край, Чеченская Республика) данный вид был зарегистрирован в 2012–2013 году (Proklov, Karayeva, 2013; Гниненко и др., 2014; Щуров, 2014). По данным последней работы *C. perspectalis* в это же время колонизировал также Грузию и Абхазию.

Сведения по биологии. Поливольтинный вид, дающий в районе инвазии в Европу и западную часть Азии от двух-трех (обычно третья – неполная) до четырех поколений в год и зимующий на стадии молодой гусеницы (2-3 возраст) в специализированных двухкамерных плотных зимовальных коконах, размещенных между двумя-тремя сплетенными крепкими тяжами шелковины молодыми верхушечными листьями кормового растения (Щуров, 2014, наши данные). В месте естественного обитания в Восточной Азии дает от одного до четырех поколений в год и зимует также молодой гусеницей. Основные кормовые растения на родине – самшит китайский (*Buxus sinica* (Rehder & E. H. Wills.) M. Cheng), самшит мелколистный (*B. microphylla* Siebold. & Zucc.), самшит вечнозеленый (*B. sempervirens* L.) (Buxaceae), отмечено также питание на пахизандре верхушечной (*Pachysandra terminalis* Siebold. & Zucc.) (Buxaceae), падубе пурпурном (*Ilex purpurea* Hassk.) (Aquifoliaceae), бересклетах японском (*Euonymus japonicus* Thunb.) и крылатом (*E. alata* (Thunb.)) (Celastraceae), муррайе метельчатой (*Murraya peniculata* (L.) Jack) (Rutaceae) (Maruyama, 1993; Zhou et al., 2005; Wang, 2008; Щуров, 2014). По данным из Кореи (Park, 2008) имеет две генерации в год (июнь, август – начало сентября), яйцо развивается около 4-х дней, гусеница – около 24-х дней, куколка – 8–13 дней. В колонизированных регионах питается в основном на различных видах самшитов: вечнозеленом (*B. sempervirens*), колхидском (*B. colchica* Pojark.), мелколистном (*B. microphylla*) баlearском (*B. balearica* Lam.), в Краснодарском крае отмечено также питание на мушмуле японской (*Eriobotrya japonica* Thunb.), ежевике (*Rubus* L.), лавровишне (*Prunus laurocerasus* L.) (Rosaceae), клене полевым (*Acer campestre* L.) (Aceraceae), ясене обыкновенном (*Fraxinus excelsior* L.) (Oleaceae), двух видах иллиции (*Ruscus* L.) (Asparagaceae) (Bella, 2013; Щуров, 2014). Питание листьями и молодыми побегами, для чего гусеница строит обширное паутинное гнездо, оплетая шелковиной фрагменты ветвей кормового растения. В местах массовых размножений растения полностью оплетены шелковиной, зачастую полностью дефолиированы, а в отдельных случаях, например, питания на самшите колхидском (*B. colchica*) в Краснодарском крае, могут быть в значительной степени лишены коры (при нехватке листьев для питания гусеницы способны питаться даже корой кормового растения) (Щуров, 2014). Гусеница имеет шесть возрастов. Окукливание в месте питания в довольно плотном беловато-прозрачном коконе между сплетенными листьями (или остатками от них) кормового растения, куколка развивается без диапаузы. Уход на зимнюю диапаузу молодых гусениц наблюдается в конце октября, развитие зимующих личинок возобновляется с конца февраля-марта следующего года. Лет имаго этого поколения начинается в конце мая и длится до середины июля, имаго второго поколения летают с конца июля до начала сентября, третьего (частичного) – в середине сентября – октябре. По наблюдениям в Крыму данный вид имеет сходный с кавказским годичный цикл развития и обнаружен пока в небольшом количестве на приусадебных искусственных насаждениях самшита вечнозеленого (*B. sempervirens*) на территории жилого поселка Биостанции (часть п. Курортного, Феодосия).

ВЫВОДЫ

Судя по литературным данным из приведенных выше источников, *C. perspectalis*, и у себя на родине, и в местах колонизации в Европе и Западной Азии является первостепенным вредителем, в первую очередь, различных видов самшита. Этот вид способен заселять самые разные места произрастания кормового растения, вплоть до чисто антропогенных посадок самшита в крупных населенных пунктах, быстро размножаться там и полностью дефолировать пищевые объекты. Единственным самым эффективным методом борьбы с вредителем является замена пораженных растений в посадках (с последующим их уничтожением) новыми, не заселенными вредителем. Параллельно требуется уничтожить и весь опад с пораженных растений, так как он может содержать яйца и зимующих гусениц вредителя. Химические, либо какие-то другие подобные методы борьбы с *C. perspectalis* устойчивого заметного эффекта не демонстрируют. В этой связи особую опасность представляет собой вселение вредителя в естественные леса самшита колхидского (*B. colchica*) на Западном Кавказе, где его вредоносность достигла масштабов региональной катастрофы и пока не нашла сколь либо существенного адекватного ответа со стороны соответствующих государственных служб.

Что касается перспективы вредоносности *C. perspectalis* на вновь выявленных территориях (Украина, Крым), на наш взгляд, она не достигнет каких-либо существенных, а тем более, катастрофических последствий. Естественных насаждений самшита ни в Украине, ни в Крыму не имеется и поэтому данный вредитель повсюду останется локализованным в антропогенных или близких к ним местообитаниях, где его достаточно легко будет уничтожить. Тем не менее, для минимизации ущерба от этого вредителя, уже сейчас, пока *C. perspectalis* только начинает заселять Украину и Крым и еще тотально не распространен здесь, его необходимо в кратчайшие сроки объявить карантинным объектом, отказаться от закупок посадочного материала по самшиту в западноевропейских питомниках, сплошь пораженных вредителем, а учреждениям по защите растений срочно начать инвентаризацию и уничтожение очагов вредителя, главное внимание уделяя обследованию питомников, где имеется рассада различных видов самшита.

Благодарности. За предоставление дополнительной информации автор благодарен А. Е. Зыкову (Киев) и С. В. Безуглому (Полтава).

Список литературы

- Гниненко Ю. И., Ширяева Н. М., Щуров В. И. Самшитовая огневка – новый инвазивный организм в лесах Российского Кавказа // Карантин растений. Наука и практика. – 2014. – № 1 (7). – С. 32–36.
- Кирпичникова В. А. 49. Сем. Pyralidae – Огневки // Определитель насекомых Дальнего Востока России. Ручейники и чешуекрылые. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – Т. 5, часть 5. – С. 526–539.
- Синев С. Ю. Crambidae // Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России. – СПб.– М.: КМК, 2008. – С. 170–187.
- Щуров В. И. Самшитовая огневка в Краснодарском крае. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rcfh.ru>
- Bella S. The box tree moth *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) continues to spread in southern Europe: New records for Italy (Lepidoptera: Pyraloidea: Crambidae) // Redia. – 2013. – Vol. 46. – P. 51–55.
- Beshkov S., Abadjiev S., Dimitrov D. *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Pyraloidea: Crambidae: Spilomelinae). New invasive pest moth in Bulgaria // Entomologist's Record and Journal of Variation. – 2015. – Vol. 127. – P. 18–22.
- Bestimmungshilfe für die in Europa nachgewiesenen Schmetterlingsarten. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.lepiforum.de>
- Billen W. *Diaphania perspectalis* (Lepidoptera: Pyralidae) – a new moth in Europe // Mitteilungen Entomologischen Gesellschaft. – 2007. – Bd. 57, N 2/4. – S. 135–137.
- Casteels H., Witters J., van Dierendoncks S., van Remoortere L. First report of *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera, Crambidae) in Belgium // 63rd International Symposium on Crop Protection (poster presentation). – 2011.
- Feldtrauer J. F., Feldtrauer J. J., Brua C. Premiers signalements en France de la Pyrale du Buis *Diaphania perspectalis* (Walker, 1859), espèce exotique envahissante s'attaquant aux buis (Lepidoptera, Crambidae) // Bulletin de la Société Entomologique de Mulhouse. – 2009. – Bd. 65. – S. 55–58.

- Griffo R., Cesaroni C., Desantis M. Organismi nocivi introdotti in Italia nell'ultimo trienni // Informatore Agrario. – 2012. – Vol. 68. – S. 61–63.
- Hizal E., Kose M., Yesil C., Kaynar D. The new pest *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) in Turkey // Journal of Animal and Veterinary Advances. – 2012. – Vol. 11, N 3. – P. 400–403.
- Hoborn D. *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859). – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.flickr.com/photos/dhoborn/9418970083/>
- Inoue H. Pyralidae // Moths of Japan. Plates and Synonymic Catalogue. – Tokyo: Kodansha, 1982. – Vol. 2. – P. 223–254.
- Jež M. *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae), Box Tree Moth, new moth species in Slovenia // Book of abstracts of the Third Slovenian entomological symposium with international attendance (Maribor, 27–28 January 2012). – Maribor: Faculty of Natural Science and Mathematics, 2012. – P. 57.
- Käppeli F. Der Buchsbaumzünsler – Im Eiltempo durch Basler Gärten, g'plus // Die Gärtner-Fachzeitschrift. – 2008. – Bd. 20. – S. 33.
- Koren T., Črne M. The first record of the box tree moth, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera, Crambidae) in Croatia // Natura Croatica. – 2012. – Vol. 21. – P. 507–510.
- Krüger E. O. *Glyphodes perspectalis* (Walker, 1859) – neu für die Fauna Europas (Lepidoptera: Crambidae) // Entomologische Zeitschrift. – 2008. – Bd. 118, N 2. – S. 81–83.
- Mitchell A. Boxworm moth *Diaphania perspectalis* (Walk.) – a new pyralid moth to Britain and Ireland // Atropos. – 2009. – Vol. 36. – P. 17–18.
- Muruyama T. Life Cycle of the Box-Tree Pyralid *Glyphodes perspectalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae). IV. Effect of Various of Host Plants on Larval Growth and Food Utilization // Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. – 1993. – Vol. 37, N 3. – P. 117–122.
- Muus T. S. T., van Haaften E. J., van Deventer L. J. The buxusmot *Palpita perspectalis* (Walker) in Nederland (Lepidoptera: Crambidae) // Entomologische Berichten. – 2009. – Bd. 69. – S. 66–67.
- Park I. K. Ecological characteristic of *Glyphodes perspectalis* // Korean Journal of Applied Entomology. – Vol. 47. – P. 299–301.
- Pastoralis G., Elsner G., Kopeček F., Kosorin F., Laštůvka A., Lendel A., Liška J., Němý J., Richter I., Štefanovič R., Šumpich J., Tokár Z. Fourteen Lepidoptera species new to the fauna of Slovakia // Folia Faunistica Slovaca. – 2013. – Vol. 18. – P. 1–12.
- Pérez-Otero R., Mansilla J. P., Vidal M. *Cydalima perspectalis* Walker, 1859 (Lepidoptera, Crambidae): una nueva amenaza para Buxus spp. en la Península Ibérica // Archivos Entomológicos. – 2014. – Vol. 10. – S. 225–228.
- Proklov V. V., Karayeva S. Z. New and interesting Lepidoptera records from Chechen Republic (Russia) // Кавказский Энтомолог. Бюллетень. – 2013. – Т. 9, вып. 2. – P. 281–282.
- Rodeland J. Bestimmung von Schmetterlingen (Lepidoptera) und ihren Präimaginalstadien. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.lepiforum.de>
- Sáfian S., Horváth D. Box Tree Moth – *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859), new member in the Lepidoptera fauna of Hungary (Lepidoptera: Crambidae) // Natura Somogyiensis. – 2011. – Vol. 19. – P. 245–246.
- Seljak G. Six new alien phytophagous insect species recorded in Slovenia in 2011 // Acta Entomologica Slovenica. – 2012. – Vol. 20. – P. 31–44.
- Slamka F. Pyraloidea (Lepidoptera) of Central Europe. Identification. Distribution. Habitat. Biologie. – Bratislava: F. Slamka, 2010. – 176 p.
- Slamka F. Pyraloidea (Lepidoptera) of Europe. Pyraustinae & Spilomelinae. – Bratislava: Slamka, 2013. – Vol. 3. – 357 p.
- Strachinis I., Kazilas C., Karamaouna F., Papanicolaou N. E., Partsinevelos G. K., Milonas P. G. First record of *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) in Greece // Hellenic Plant Protection Journal. – 2015. – Vol. 8, iss. 2. – P. 66–72.
- Šumpich J. Motýli Národních parků Podyji a Tayatal. – Znojmo: Správa Národního parku Podyji, 2011. – 428 s.
- Székely L., Dinc V., Mihai C. *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859), a new species for the Romanian fauna (Lepidoptera: Crambidae: Spilomelinae) // Buletin de Informare Entomologica. – 2011. – T. 22, N 3-4. – S. 73–78.
- Tantardini A., Cavagna B., Maspero M. Una nuova introduzione, Pyralide del bosso // Acer. – 2012. – T. 4. – S. 56–57.
- Wang Y. The biological character and control of a new pest (*Diaphania perspectalis*) on *Murraya paniculata* // Journal of Fujian Forestry Science and Technology. – 2008. – Vol. 35, N 4. – P. 161–164.
- Zhou W., Xia C.-Y., Sun X.-Q., Zhu B., Lui X.-P., Lui Z.-C., Wang Y. Studies on the Biological Characteristics and Control of *Diaphania perspectalis* Walker // Journal of Shanghai Jiaotong University (Agricultural Science). – 2005. – Vol. 23, N 1. – P. 52–56.

Budashkin Yu. I. Boxwood moth – *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera, Pyraustidae) – a new for the fauna of Ukraine and Crimea species of a dangerous pest of forestry and greenery // Ekosystemy. 2016. Iss. 5 (35). P. 36–39.

Cydalima perspectalis (Walker, 1859) (boxwood moth) is found for the first time in the Crimea and Ukraine in 2015. Briefly described the history of the colonization of the European continent this dangerous East Asian pest of the forestry and greenery and its bionomy in Crimea and other regions.

Key words: *Cydalima perspectalis*, Crimea, Ukraine.

Поступила в редакцию 06.05.2016 г.

УДК 595.789

**КОЛЛЕКЦИЯ БУЛАВОУСЫХ БАБОЧЕК (LEPIDOPTERA: RHOPALOCERA)
КРЫМСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени В. И. ВЕРНАДСКОГО**

Будашкин Ю. И.¹, Милованов А. Э.², Иванов С. П.², Пузанов Д. В.²

¹ Карадагская научная станция им. И. Т. Вяземского – природный заповедник РАН, Феодосия, budashkin@ukr.net

² Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, spi2006@list.ru

Дается аннотированный список 123 видов булавоусых бабочек (Lepidoptera, Rhopalocera) коллекции Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского (кафедра экологии и зоологии). Проанализирован состав коллекции, отмечены уникальные экземпляры, сделаны заключения о динамике численности и особенностях распространении в Крыму отдельных видов.

Ключевые слова: коллекция бабочек, распространение в Крыму, многолетняя динамика численности, Lepidoptera, Rhopalocera.

ВВЕДЕНИЕ

Дневные бабочки – заметный компонент энтомофауны любого природного и антропогенно измененного ландшафта. Будучи традиционным объектом коллекционирования, булавоусые чешуекрылые считаются наиболее изученной и тщательно разработанной в систематическом отношении группой. Биология ярких и повсеместно распространенных видов довольно полно исследована еще в 19 веке, что позволяет сделать поучительные сравнения с положением, в котором оказались эти виды в современных условиях. В этом смысле обращение к материалам старых энтомологических коллекций, имеющих более чем столетнюю историю, дает возможность наглядно представить себе изменения, произошедшие с рядом известных видов в отношении их распространения, численности и экологических предпочтений. Одной из таких коллекций является коллекция насекомых Крымского федерального университета (КФУ) имени В. И. Вернадского (кафедра экологии и зоологии).

Коллекция КФУ – единственная в Крыму региональная неprivатная энтомологическая коллекция, охватывающая все отряды насекомых, собранная за весьма длительный период времени, в течение которого произошли существенные исторические перемены всего облика биоты Крыма. Необходимо отметить, что Крым часто служил гостеприимным прибежищем для талантливых собирателей насекомых, неортодоксально мыслящих ученых, аристократов духа. Н. М. Романов, С. Н. Алфераки, В. В. Набоков, Н. Я. Кузнецов, С. С. Четвериков, С. Н. Хрущев, А. А. Любищев, А. В. Цветаев, А. Яхонтов в разное время оказывались в Крыму и с увлечением и профессионально коллекционировали здесь бабочек.

Коллекция КФУ интересна еще в том отношении, что наряду с материалом, коллектированным в Крыму, включает в себя сборы из Западной Европы, Кавказа, Центральной Азии, Восточной Сибири и Дальнего Востока России. Эти материалы были переданы в свое время в коллекцию выдающимися энтомологами и коллекционерами как патриарх отечественной лепидоптерологии Н. Я. Кузнецов, известный советский генетик С. С. Четвериков, крупнейший украинский коллекционер и лепидоптеролог Л. А. Шелюшко. Большой вклад в пополнение коллекции внесли С. Федоров, В. Волков, А. Н. Казанский, братья Г. и К. Христофоровы, Т. И. Юринский, А. С. Дойч, И. В. Мальцев, А. В. Богачев, В. П. Корнилов. Подписанные ими этикетки вызывают невольное благоговение (рис. 1). Независимо от ценности самих коллекционных экземпляров и степени их сохранности, эти материалы важны для поддержания и развития традиций коллекционного дела, воспитания культуры научных исследований и преемственности лепидоптерологов разных поколений.



Рис. 1. Коллекционные экземпляры и этикетки булавоусых бабочек из коллекции КФУ

a – экземпляр *Carcharodus alceae*, определение С. С. Четверикова; *b* – *Polyommatus bellargus* отловленный Н. Я. Кузнецовым в Алушке 29 мая 1899 г.; *в* – экземпляр *Boloria selenis* (ssp. *sibirica* Ersh.) из коллекции Л. А. Шелюшко; *г* – этикетка экземпляра *Nymphalis polychloros*, выведенного из гусеницы одним из братьев Христофоровых.

Коллекция бабочек КФУ уже была предметом анализа, но частично и только в отношении материалов, собранных до 90-х годов 20 века (Будашкин и др., 2010).

Цель настоящей статьи: представить полный аннотированный список булавоусых чешуекрылых (*Lepidoptera, Rhopalocera*), хранящихся в коллекции Таврической академии Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского (кафедра экологии и зоологии), проанализировать ее состав, отметить уникальные экземпляры, сделать заключения о многолетней динамике численности и особенностях распространении в Крыму отдельных видов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В список включено 120 видов булавоусых бабочек (*Lepidoptera, Rhopalocera*), хранящихся в коллекции Таврической академии Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского (кафедра экологии и зоологии). Система и номенклатура булавоусых даны по (Корб, Большаков, 2011). Этикеточные данные приводятся с различной степенью полноты. Полностью, то есть с указанием географического пункта сбора, даты и фамилии сборщика, процитированы только этикетки материала сборов до 1917 года. В остальных случаях этикетки цитируются элективно. Полностью (даже с эксклюзивными замечаниями, например: «склон к морю», «на люцерне») даются этикетки только в том случае, если эти сведения представляют существенный научный интерес. Для сборов 50–70 годов 20 века указывается только район и населенный пункт, причем названия районов соответствуют существовавшему в то время административно-территориальному делению Крыма. Исключения сделаны лишь для видов, сведения о распространении которых, использованы в идущем после списка анализе данных коллекции. В ходе этого анализа также использовались сведения из наблюдений авторов и материалов их сборов, не входящих в коллекцию КФУ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Семейство HESPERIIDAE

Erynnis tages (Linnaeus, 1758)

Материал: Бахчисарайский р-н (Биюк-Сюрень); Коккозы, В. Волков; Симферополь (сад Шевченко), В. Волков; Симферополь (Джалман); Симферопольский р-н (Пионерское); Белогорский р-н (Зыбины, Карасевка, Головановка); Нижегородский р-н (Алешки), 7.05.1914, С. Федоров; Ай-Серес; Старый Крым (Агармыш, Айвазовское).

Carcharodus lavatherae (Esper, [1783])

Материал: Ялта, Массандра 15.07.1978, В. Корнилов.

Carcharodus alceae (Esper, [1780])

Материал: Коккозы, В. Волков; Бахчисарай; Ялта, Массандра; Симферополь; Симферополь (Чокурча); Гурзуф; Перевальное; Джанкой; Белогорский р-н (Карасевка); Нижегородск; Октябрьский р-н (Пятихатка); Старый Крым.

Carcharodus orientalis Reverdin, 1913

Материал: Биюк-Сюрень, В. Волков; Скеля [карандашом]; Бахчисарай; Симферополь (Битак); *ibid.* (экономия Шахова).

Carcharodus flocciferus (Zeller, 1847)

Материал: Россия, В. Волков.

Syrichtus tessellum (Hübner, [1803])

Материал: Крым, Эски-Орда, 26.06.1932, В. Волков.

Syrichtus proto (Esper, [1805])

Материал: Ялта, Ай-Петри, 10.07.1930, В. Волков; Испания, Альбаррасин 15.07.1925.

Spialia orbifer (Hübner, [1823])

Материал: Симферополь (Петровские скалы); Криничное; Красноселовка; Опук.

Pyrgus sidae (Esper, [1782])

Материал: Симферополь (Чумаковы); Эски-Орда; Белогорский р-н (Карасевка); Карадаг.

Pyrgus malvae (Linnaeus, 1758)

Материал: Коккозы, В. Волков; Симферополь (Джалман); Перевальное; Зуя; Белогорский р-н (Зыбины); Нижегородский р-н (Изобильное); Старый Крым (Агармыш).

Pyrgus armoricanus (Oberthür, 1910)

Материал: Евпатория; Сакский р-н (Межгорное); Биюк-Сюрень; Коккозы, В. Волков; Симферополь (Салгирка), В. Волков; Битак; Алушта; Старый Крым.

Pyrgus serratulae (Rambur, 1839)

Материал: Материал: «Tag. m., Seisor Z., 2100 m. 11.07.1925, Franz Daniel»; Биюк-Сюрень; Симферополь; Симферополь (Петровские скалы); *ibid.* (парк Салгирка); *ibid.* (Битак); Симферопольский р-н (Сергеевка, Пионерское); Нижегородск; Старый Крым (Агармыш); Карадаг; Керченский п-ов (Марфовка).

Thymelicus lineola (Ochsenheimer, [1808])

Материал: Ялта; Белогорский р-н (Криничное); Нижегородский р-н (Изобильное); Казантип.

Thymelicus sylvestris (Poda, 1761)

Материал: «Ангара – Гротена» (?); Массандра.

Hesperia comma (Linnaeus, 1758)

Материал: Ялта (Ай-Петри); Чатырдаг.

***Hesperia sylvanus* (Esper, [1777])**

Материал: Симферополь; Белогорский р-н (Карасевка, Головановка); Старый Крым.



Рис. 2. *Papilio machaon* (а), *Pseudochazara euxina* (б), *Hesperia sylvanus* (в),
Aporia crataegi (г). Фото С. Иванова

Семейство PAPILIONIDAE

***Papilio machaon* Linnaeus, 1758**

Материал: Крым, Тарханкутский п-ов, Донузлав.

***Iphiclides podalirius* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Кача, 17.05.1904.

***Zerynthia polyxena* ([Denis et Schiffermüller], 1775)**

Материал: Симферопольский р-н, Чистенькое (f. *rubromaculata*), 13.05.1952; Симферополь, 18–19.03.1904; *ibid.*, выв. 11.02.1923; *ibid.* (Джалман), 2.05.1951; Тотай-кой, 7, 14, 19.05.1922; Белогорский р-н (Зыбины), 9.05.1951; долина Бююк-Карасу (пойма), 2.06.1980.

***Driopa mnemosyne* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Водолага [Харьковская обл.] 17.05.1977; Саратов, 10.05.2002, Миколук.

Семейство PIERIDAE

***Leptidea duponcheli* Staudinger, 1871**

Материал: Куйбышевский р-н (Бельбек); Симферополь (Чистенькое); Симферополь (с. Холодная балка); Симферополь (Лозовое); Симферополь, 2.05.1929, V. Volkov; Алушта; Kazikoroan [Турция] 7.06.10.

***Leptidea sinapis* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Бельбек; Куйбышево; Альма; Алушта; Белогорск (Головановка); Карасевка; Белая скала; Советский р-н (Шахтино); Старый Крым; Кировский р-н, (к/х Тельман); Владимирская губ., Казанский.

***Colias phicomone* (Esper, [1780])**

Материал: Швейцария, Альпы; Daurya, 19.06.1912, Xienzopolski.

***Colias palaeno* (Linnaeus, 1761)**

Материал: Швеция; Владимирская губ., 22.06.1905, 20.06.1910, Казанский; г. Владимир, 12.06.1912, V. Volkov.

***Colias hyale* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Новоефедоровка (Альма); Чуфут-Кале; Бахчисарай; Симферополь; Зуя; Джанкой; Белогорск (Головановка, Карасевка); Нижнегорский р-н (Приморье); Алешки, 25.06.1914, 23.08.1916, С. Федоров.

***Colias erate* (Esper [1801])**

Материал: Донузлав; Евпатория; Саки; Краснопереконский р-н (Свобода); Симферополь; Алушта; Джанкой; Белогорск (Зыбины); Азовский р-н (Красное Знамя); Нижнегорский р-н (Приморье); Октябрьский р-н; Советский р-н; Старый Крым.

***Colias crocea* Geoffroy, 1785**

Материал: Донузлав; Бахчисарай (Скалистое); Ялта, 02.1902, 02.1903 (4 экз), 04.1909; Симферополь; Артек; Белогорск (Карасевка); Бессарабия, 06.1913; ? Боржомь, 07.1913.

***Colias chrysotheme* (Esper [1781])**

Материал: Крым, Симферополь, Дубки, 21.04.1903; Самарская губ., (3 экз).

***Colias mirmidone* (Esper [1781])**

Материал: г. Владимир, 14.07.1911, V. Volkov; г. Владимир, 24.07.1911, V. Volkov (2 экз); gub. et distr. Kijev, Bojarka, 21.07.1913, I. Zhicharev.

***Gonepteryx rhamni* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Крым, дол. р. Кача (Верхоречье); Симферополь (Чистенькое, Пионерское); Краснолесье (Кош-Кая); Белогорск (Приветное); Нижнегорский р-н (Приморье); Пятихатка; Прикарпатье, Болехов, 26.08.1976, И. Мальцев.

***Anthocharis cardamines* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Бельбек; Куйбышевский р-н (Танковое); Куйбышево; Симферопольский р-н (Перевальное); Гурзуф; Артек; Krim, Agarmish, 21.04.1906; Старый Крым; Карадаг.

***Euchloe ausonia* (Hübner, [1803])**

Материал: долина р. Кача; Качи-Кермен; Симферополь; Симферопольский р-н, (Ферсманово); Карадаг; мыс Мартыян (Никитский ботанический сад.)

***Zegris eupheme* (Esper [1805])**

Материал: Крым, Симферопольский р-н, Марьяновка, 12.05.1929, V. Volkov.

***Aporia crataegi* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Симферополь; Зуя; Зуйские леса (с. Опушки); Джанкой, Мангушака, дача, 24.05.1901; Нижнегорский парк, 17.05.51, А. Богачев; Старокрымский р-н (Айвазовское); Керченский п-в (Опук).

***Pieris brassicae* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Тарханкут (Джангуль); Джанкой; Симферополь; Kagoshima, 22.05.1910, L. Sheljuzhko.

***Pieris napi* (Linnaeus, 1758)**

Материал: долина Бельбека (выше Танкового); долина у Чуфуткале; Бахчисарай; долина Альмы (Кукурековка); Симферополь; Симферополь (Лозовое); Никитский бот. сад (мыс Мартыян); ЮБК; Гурзуф; Артек; ур. Барлакош; Перевальное; Алушта; Зуя; Белогорск; Карасевка; Нижнегорск; Октябрьский р-н (с. Пятихатка); Судак (Лесное).

***Pieris rapae* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Тарханкут (Оленевка); оз. Донузлав; Бахчисарайский р-н, Биюк-Сюрень, 20.06.1932, V. Volkov; Бахчисарай (долина Чуфут-Кале); долина Альмы (Кукурековка); Симферополь; Краснопереконский р-н. Магазинка; Никитский бот. сад (мыс Мартыян); ЮБК; Краснолесье; Артек; Зуя; Красногвардейский р-н (Тимошенково); Алушта; Джанкой; Белогорск (Карасевка); Нижнегорский р-н (Приморье); Октябрьский р-н (Пятихатка); Раздольненский р-н (Портовое); Судакский р-н (Кара-Даг); Первомайский р-н (Ракушное).

***Pontia daplidice* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Тарханкут (Оленевка, Кафель); оз. Донузлав (Чернушки); Евпатория; Сиваш; Евпаторийский р-н (Уютное); Межгорное; Новоефедоровка (Альма); Каркинитский залив; Куйбышевский р-н (Танковое); Краснопереконский р-н (Воинка, Магазинка); Бахчисарай; Симферополь, 24.04.1927, В. Волков; Джанкой; Белогорск (Криничное); Кара-Су; Октябрьский р-н (Пятихатка); Судак (Кара-Даг); Кировский р-н (Портовое); Первомайский р-н (Авроровка); Керченский п-в (Опук); Владимирская губерния, А. Казанский; Н.-Новгородъ, 08.02, А. Яхонтовъ.

Семейство LIBYTHEIDAE

***Libythea celtis* (Laicharting, 1782)**

Материал: Ялта, 14.07.1967; Урочище Аян, 25.04.1997, С. Иванов; Карадаг, 16.04.1952.

Семейство NYMPHALIDAE

***Neptis rivularis* (Scopoli, 1763)**

Материал: Узунжа, 28.06.2004, С. Иванов; Крым, Байдарская долина, Колхозное, 12.06.1987.

***Argynnis pandora* ([Denis et Schiffermüller], 1775)**

Материал: Тарханкут (б. Кипчак); Октябрьский р-н, Пятихатка (лесок), 23.06.1951.

***Argynnis paphia* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Краснолесье; ♂♂ Алушта; Белогорский р-н, Карасевка; f. ♀ *valesina* Esp.: Carinthia [Историческая обл. в Австрии] 5.08.1926; Судакский р-н (Лесное).

***Argynnis adippe* ([Denis et Schiffermüller], 1775)**

Материал: Ялтинский з-к (Ялтинская яйла); Старый Крым; г. Владимир, А. Н. Казанский.

***Argynnis aglaja* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Железноводск, Кавказ [стар. орф.], 300/№ 1108 (ssp. *auxo* Jach.); ♂, Naryn, 17.06.1914, (ssp. *vitatha* Моогe); Пограничная [лат. букв.], (Уссурйский край), 6.07.1915. из колл. Л. А. Шелюжко.

***Boloria eunomia* Esper, [1799]**

Материал: ♀, Киев, Борщаговка, 17.06.1928; ♂, *ibid.*, 10.06.1928; ♂, Владимирская губ., А. Н. Казанский.

***Boloria selene* (Denis & Schiffermüller, 1775)**

Материал: Прикарпатье, Болехов 26.08.1976, И. В. Мальцев; Владимирская губ. 24.05.1906, А. Н. Казанский.

***Boloria selenis* (Eversmann, 1837)**

Материал: Пограничная [лат. букв.], (Уссурйский край), из колл. Л. А. Шелюжко (ssp. *sibirica* Ersh.).

***Boloria euphrosyne* (Linnaeus, 1758)**

Материал: ♀, Киев, Борщаговка, 26.05.1924, В. Волков.

***Boloria oscarus* (Eversmann, 1844)**

Материал: без геогр. эт-ки. (ssp. *australis* Gr.).

***Boloria angarensis* (Ercshoff, 1870)**

Материал: Иркутск, 27.06.1906, Т. И. Юринский.

***Boloria thore* (Hübner, [1803])**

Материал: Швейцарские Альпы.

***Boloria frigga* (Becklin in Thunberg, 1791)**

Материал: Лапландия.

***Boloria titania* (Esper, [1793])**

Материал: Владимирская губ. 24.06.1912, А.Н. Казанский; ♀ (?) [Н]otesgebiede, 14⁰⁰, 19.07.1925.

***Boloria dia* (Linnaeus, 1767)**

Материал: Донузлав; долина р. Бельбек; Куйбышево; Бахчисарай; долина р. Кача (Верхоречье); долина Альмы (Кукурекровка); Симферополь (Джалман, Пионерское); Краснолесье; Перевальное; Белогорский р-н (Зыбины); Старый Крым; Владимирская губ., А. Н. Казанский; Закаспийская обл., гора Юстодус?

***Boloria generator* (Staudinger, 1886)**

Материал: Naryn, prov. Semiretshje, 19.06.1915, I. Nezhivov leg. (coll. L. Sheljuzhko).

***Boloria pales* ([Denis et Schiffermüller], 1775)**

Материал: ♂, Carinthia, 15.07.?? [карандашом]; Carinthia, glocknergeb., 13.08.1923, F. Mayer leg. (coll. Weidinger).

***Boloria aquilonaris* (Stichel, 1908)**

Материал: Владимирская губ., 11.07.1908, А. Н. Казанский.

***Polygonia c-album* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Симферополь (Салгирка); Перевальное; Нижнегорский р-н (Изобильное).

***Nymphalis polychloros* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Куйбышевский р-н (Танковое); Кача, 12.06.1916, С. Федоров; Никитский сад (Мыс Мартыян); Симферополь, из гусеницы, 26.05.1906, О. Г. и К. Г. Христофоровы; Симферополь (Лозовое); Нижнегорский р-н (Изобильное); Октябрьский р-н (Пятихатка); Старый Крым.

***Aglais urticae* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Бабуган-Яйла; Чатыр-Даг; Ени-Сала, гус. 28.03., окукл. 30.04, имаго 9.05.1906, Г. и К. Христофоровы; Демерджи-Яйла.

***Inachis io* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Симферополь, гус. 24.05., окукл. 25.05., имаго 3.06.1906, Г. и К. Христофоровы; Симферополь (Джалман, Лозовое); Киев; Белая Церковь.

***Vanessa atalanta* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Тарханкут (Оленевка); Куйбышевский р-н (Танковое); Судакский р-н (Лесное); Нижнегорский р-н (Изобильное).

***Euphydryas aurinia* (Rottemburg, 1775)**

Материал: ♂, Rzesna polska, 25.05.??; var. *merope* Prun.: ♀ Carinthia ob Osterreich glockensgebiet, 13.08.1927; ? *mandschurica* Stgr.: ♂, Pogranitshnaja, 8.06.1916 (coll. L. Sheljuzhko).

***Melitaea didyma* Esper, [1779]**

Материал: ssp. *neera* F.-W.: ♂♂: Кастрополь; Бахчисарай; Скалистое; Красноперекопский р-н (Магазинка, Вишневка); Мыс Мартыян; Керченский п-ов, оз. Актабаш; ♀♀: Тарханкут (Оленевка, б. Кипчак); Куйбышевский р-н (Орлиный залет); Симферополь; Алушта; Белогорский р-н (Карасевка, Богатое); Нижнегорский р-н (Алешки); Новоселовский р-н (Панино); Карадаг; Херсонской обл., Соленое Озеро Голопристанского р-на (луга); ssp. *didyma* s. str.: ♂ Березинский заповедник, д. Переходцы, 19.07.1977.

***Melitaea ala* Staudinger, 1881**

Материал: ♂, Naryn, 5.06.1915; Naryn, 24.06.1914, (coll. L. Sheljuzhko).

***Melitaea minerva* Staudinger, 1881**

Материал: 2 ♂♂, ♀, Naryn, 17, 23.06.1915.

***Melitaea phoebe* ([Denis et Schiffermüller], 1775)**

Материал: Новоефедоровка; Инкерман; Мыс Мартыян; Симферополь; Симферопольский р-н (Марьино); Тавель (Краснолесье); Карасевка; Белогорский р-н (Белая Скала); Судакский р-н (Лесное); Нижнегорский р-н (Пятихатка); Старый Крым (Агармыш); есть необычный экземпляр с этикеткой: «Судакский р-н, Карадаг (Северный склон) 11.06.1956, А. В. Богачев».

***Melitaea cinxia* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Новofедоровка; Инкерман, В. Волков; Бахчисарайский р-н (Биюк–Сюрень), В. Волков; «Кок» (Коккозы?); Мыс Мартъян; Чистенькое; Пионерское; Симферополь, (Дубки, Чокурча); Белогорский р-н (Зыбины); Старый Крым (Агармыш); есть меланистический экз. из Карасевки с этикеткой И. В. Мальцева; Соленое Озеро Голопристанского р-на Херсонской обл.

***Melitaea athalia* (Rottensburg, 1775)**

Материал: Киев, Борщаговка, 31.05.1925; *ibid.*, 11.07.1927; *ibid.*, 10.06.1928, В. Волков.

***Melitaea aurelia* Nickerl, 1850**

Материал: Бахчисарайский р-н (Биюк–Сюрень); Скеля; «Кок» (Коккозы?); *ibid.* (с. Малинково); Ялта, Ай-Петри; Симферополь; *ibid.* (долина Салгира); *ibid.* (Кильбурун); Старый Крым (Агармыш).

Семейство SATYRIDAE

***Pararge aegeria* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Артек; Пионерское; Краснолесье; Коз. Дол. [Козская долина около Судака], 7.08.1917, А. С. Дойч; Белогорский р-н.

***Lasiommata megera* (Linnaeus, 1767)**

Материал: долина Качи; урочище Берлакош, Крымский заповедник; Белогорский р-н (Карасевка); Белая скала; Судакский р-н (Ай-Серес); Старый Крым; Карадаг; Закарпатье, Хрустальные поляны; Боржом 07.1913.

***Melanargia galathea* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Бахчисарай; Симферополь; Чатырдаг; Краснолесье (Тавель); Перевальное; Алушта; Нижнегорский р-н (Изобильное).

***Melanargia syllius* (Herbst, 1796)**

Материал: 2 экз., Hyeres Var [Южная Франция], 1928, Dr. Ruhiand.

***Coenonympha tullia* (Müller, 1764)**

Материал: Владимирская губ., 10.08.1912, Казанский.

***Coenonympha glycerion* (Borkhausen, 1788)** **Материал:** ssp. *korshunovi* Nekrut.: Крым, Чатыр-Даг, 19.07.1895; Крым, Тырке, 6.06.1916, Федоров; Опушки; ssp. *glycerion* (Bkh.): Владимирская губ., 24.05.1906, Казанский.

***Coenonympha arcania* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Kiev, 22.06.1924.

***Coenonympha pamphilus* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Бахчисарай; Ай-Петри; Симферополь, 21.10.1906; Краснолесье; Белогорск; Карасевка; Судак; Керчь; Аскания Нова, 14.07.1916, Федоров.

***Aphantopus hyperantus* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Чатыр-Даг (лес); Краснолесье; Перевальное; Алушта.

***Proterebia afra* (Fabricius, 1787)**

Материал: Крым, Феодосийский р-н (Лисья бухта), С. Иванов.

***Erebia ligea* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Карпаты, Ивано-Франковская обл., 11.07.1966.

***Boerebia parmenio* (Bober, 1809)**

Материал: Amur, 12.07.1907, Xienzopolski.

***Hipparchia fagi* (Scopoli, 1763)**

Материал: оз. Сасык; Белогорский р-н (Карасевка); Судакский р-н (Лесное).

***Hipparchia pellucida* (Stauder, 1923)**

Материал: Сакский р-н (Межгорное); Бахчисарай (Чуфут-Кале); Симферополь (Дубки); Симферопольский р-н (Холодная балка); *ibid.* (Дружное); Перевальное; Белогорский р-н (Карасевка); Октябрьский р-н (Пятихатка); Судакский р-н (Лесное); Карадаг.

***Hipparchia statilinus* (Hufnagel, 1766)**

Материал: Тарханкут (Б. Кастель); Севастополь (б-та Казачья); Симферопольский р-н (Урожайное); Чатыр-Даг; Новый Свет.

***Brintesia circe* (Fabricius, 1775)**

Материал: ЮБК; Краснолесье; Карадаг.

***Minois dryas* (Scopoli, 1763)**

Материал: Симферопольский р-н (Краснолесье, Перевальное); Белогорский р-н (Головановка, Карасевка); Судакский р-н (Лесное); Старый Крым.

***Chazara briseis* (Linnaeus, 1764)**

Материал: Новоозерное; Севастополь (бухта Казачья); «Камыши» [Камышовая бухта?].

***Chazara persephone* (Hübner, [1805])**

Материал: Судакский р-н, Новый Свет; Карадаг.

***Pseudochazara euxina* (Kusnezov, 1909)**

Материал: Крым, Ай-Петринская яйла, 20.07.2003, Д. Пузанов; Крым, Ай-Петринская яйла, 21.07.2003, С. Иванов; Крым, Бабуган-яйла, 17.08.2003, С. Иванов; Крым, юж. склон Чатыр-Дага, 22.07.2004, С. Иванов.

***Satyrus ferula* (Fabricius, 1793)**

Материал: Крым, Чатал-Кая, д. Тороповка 4.06.1899.

***Hyponephele lycaon* (Rottemburg, 1775)**

Материал: Краснолесье; Чатыр-Даг.

Семейство LYCAENIDAE

***Favonius quercus* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Симферопольский р-он, Гвардейское, 21.07.1996, Милованов.

***Fixsenia pruni* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Симферополь, Марьино, 2.06.1985.

***Fixsenia w-album* (Knoch, 1782)**

Материал: Симферополь, Чумакарка, 4.06.1935; Симферополь, Февральская улица, под *Ulmus*, 10.06.1935, В. Волков.

***Fixsenia spini* ([Denis et Schiffermüller], 1775)**

Материал: Бельбек, 29.05. и 4.06.1897, Н. Я. Кузнецов; Симферополь, Петровские горы 20.06.1930, В. Волков; *ibid.*, 24.06.1931; *ibid.*, Салгирка, 29.06.1931, В. Волков; *ibid.*, Битакская канава, 28.06.1949; Белогорск, Головановка, 20.07.1977, И. В. Мальцев.

***Fixsenia acaciae* (Fabricius, 1787)**

Материал: Бельбек, 30.05.1897, Н.Я. Кузнецов (с его опред. эт.); Бельбек 20.06.1935; Алупка 21.06.1899, Н. Я. Кузнецов; Симферополь, Салгирка 21.06.1930, (карандашом, рукой В. Волкова); Битакская канава 28.06.1949; *ibid.*, Петровские горы 20.06.1930, В. Волков; *ibid.*, долина Салгира, 21.06.1950; Краснолесье 21.07.1978, В. Корнилов; Краснолесье 12.07.1979, И. В. Мальцев; Нижнегорский р-н (Изобильное); Октябрьский р-н (Пятихатка).

***Callophrys rubi* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Куйбышевский р-н (Танковое); Скеля (рукой В. Волкова); Куйбышево; Коккозы; долина Альмы; Петропавловка; Партенит, г. Медведь 28.08–06.09.1996, Милованов; Алушта; Белогорский р-н (Карасевка); Старый Крым; Феодосийский р-н. (Лисья бухта).

***Tomares callimachus* (Eversmann, 1848)**

Материал: Крым, Феодосийский р-н (Лисья бухта), С. Иванов.

***Lycaena phlaeas* (Linnaeus, 1761)**

Материал: Гурзуф; Кизил-Коба, 9.08.1933 (v. *eleus* [рукой В. Волкова]); Феодосийский р-н, Лисья бухта.

***Lycaena thersamon* (Esper, [1784])**

Материал: Симферополь; Зуя; Старый Крым.

***Lycaena dispar rutila* (Werneburg, 1864)**

Материал: Марьино, 15.06.1985.

***Lycaena tityrus* (Poda, 1761)**

Материал: ♀, Киев, Борщаговка, 30.05.1926; ♂, *ibid.*, 4.06.1926; ♀, Харьков (Мерефа).

***Lampides boeticus* (Linnaeus, 1767)**

Материал: Крым, Приморский.

***Leptotes pirithous* (Linnaeus, 1767)**

Материал: Алушта, 8–10.08.1935 и 13.09.1951.

***Cupido minimus* (Fuessly, 1775)**

Материал: Симферополь, Кизил-Коба, 3.06.1953, С. С. Четвериков; Белогорский р-н, Криничное, 31.05.1976; Карасевка 2.06.1978; Старый Крым (Айвазовское), 12.05.1951.

***Cupido osiris* (Meigen, 1829).**

Материал: Краснолесье, 12.07.1979, И. В. Мальцев; Белогорский р-н (Криничное 20.06.1976; Солдатово, пер. Карасу, 28.05.1953).

***Celastrina argiolus* (Linnaeus, 1758)**

Материал: долина р. Бельбек (Танковое); Алушка (Н. Я. Кузнецов); Симферополь; Пионерское; Коз. Дол. [Козская долина около Судака] 8.08.1917, А. С. Дойч; Нижнегорский р-н (Изобильное); Октябрьский р-н (Пятихатка).

***Pseudophilotes vicrama schiffermuelleri* (Hemming, 1929)**

Материал: Тарханкут, б. Кипчак; Байдарский перевал (лесная опушка), 23.05.1952; Симферополь, Чумакарка, 26.05.1935, В. Волков; Опук, спуск к морю, 21.05.1950.

***Pseudophilotes bavius hungaricus* (Diószeghy, 1913)**

Материал: Крым, Тарханкут (б. Кипчак).

***Glaucopsyche alexis* (Poda, 1761)**

Материал: Симферополь; *ibid.*, Салгирка, В. Волков; *ibid.*, д. Битак, 24.04.1925 [карандашом]; Алушта; Старый Крым; Опук.

***Phengaris arion* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Симферополь, 21.05.1929.

***Plebeius argus* (Linnaeus, 1758)**

Материал: Ай-Петри; Симферополь (Абдал); Симферопольский р-н (Кизил-Коба); Чатырдаг (нижнее плато); яйла Тырке; Зуя; Белогорский р-н (Криничное, Богатое); Нижнегорский р-н (Изобильное); Октябрьский р-н (Пятихатка); Старый Крым; Старокрымский р-н (Айвазовское).

***Plebejides sephyrus* (Frivaldszky, 1835)**

Материал: Опук, склон к морю, у берега, 12.05.1950.

***Aricia agestis* ([Denis et Schiffermüller], 1775)**

Материал: Бельбек (Н. Я. Кузнецов); Пожарское (долина р. Булганак); Алупка (Н. Я. Кузнецов); Симферополь; *ibid.*, С. Федоров; *ibid.*, Салгирка; Перевальное; Шумы (В. Волков); Джанкой; Нижнегорский р-н (Изобильное); Октябрьский р-н (Пятихатка); Феодосийский р-н (Эчки-Даг).

***Cyaniris semiargus* (Rottemburg, 1775)**

Материал: Симферополь, Салгирка, 11.06.1930, В. Волков.

***Polyommatus icarus* (Rottemburg, 1775)**

Материал: Донузлав; Бахчисарайский р-н (Новофедоровка, долина р. Альма); Бахчисарай (Чуфут-Кале); Симферополь, 15.08.1951 (с этикеткой С. С. Четверикова – f. *celina* Aust.); Краснолесье; Шумы; Алушта; Тырке; Джанкой; Белогорский р-н (Карасевка, Зыбины, Красноселовка, Богатое); Старый Крым.

***Polyommatus ripartii budashkini* Kolev et de Prins, 1995**

Материал: Крым, Ай-Петринская яйла, 20–21.07.2003, С. Иванов; Крым, Белогорск, Карасевка, пойма, 13.07.1977, В. Мальцев.

***Polyommatus damone pljushtchi* Lukhtanov et Budashkin, 1993**

Материал: Ай-Петринская яйла, 21.07.2003, С. Иванов; Ай-Петринская яйла, 18.07.2007 и 7.07.2012, Д. Пузанов.

***Polyommatus daphnis* ([Denis et Schiffermüller], 1775)**

Материал: Ласпи, Какия-Кая; Алупка; Ай-Петринская яйла; Белогорский р-н (Карасевка); Судакский р-н, Веселое; Судак (Новый Свет); Старый Крым.

***Polyommatus bellargus* (Rottemburg, 1775)**

Материал: оз. Донузлав; Бахчисарай; Пожарское; Симферополь, (Сергеевка); Алушта, 29.05.1899, Н. Я. Кузнецов; Нижнегорский р-н (Приветное); Старый Крым (Золотое поле); Опук.

***Polyommatus coridon* (Poda, 1761)**

Материал: Бахчисарай (Чуфут-Кале); Белогорск; Краснолесье; Судак (Лесное); Старый Крым.

Даже беглый просмотр этикеточных данных коллекции в сопоставлении с данными собственных сборов и наблюдений позволяет сделать интересные уточнения и дополнения в отношении распространения в пределах Крыма целого ряда видов бабочек. Так, *C. lavatherae* впервые отмечен в предгорьях (Симферопольский р-он, Левадки, 16.06.1996, Андрусишин). Все находки этого вида до сих пор были ограничены Южным берегом Крыма (Некрутенко, 1985; Девяткин, 1990). *A. crataegi* последние 20 лет крайне редко отмечался в степном Крыму, причем только во внезональных биотопах, поэтому определенный интерес представляют старые находки этого вида из Джанкой, Нижнегорского р-на, с Керченского п-ва (г. Опук). В коллекции КФУ хранится экземпляр *Z. euphete*, пойманный В. Волковым в окрестностях Симферополя в мае 1929 года. Традиционно этот вид считается индикатором целинных степей, хотя, например, по устному свидетельству крупнейшего российского ропалоценолога В. А. Лухтанова (личное сообщение), в Казахстане он в большом количестве встречается на залежах. В окрестностях Симферополя после Волкова этот вид не находили в течение полувека. Однако, в середине 90-ых годов 20 века, видимо, произошла вспышка массового размножения *Z. euphete* и также именно на залежах, и этот вид стал встречаться в окрестностях Симферополя часто. В это время нами *Z. euphete* был пойман в окрестностях п. Гвардейское 16.05.1998 (Милованов).

Ю. П. Некрутенко (1985) не приводит *P. aegeria* для Южного берега Крыма, в коллекции КФУ хранится экземпляр этого вида из Артека, в наших сборах имеются экземпляры из Алушты, Партенита, Ялты и Нового Света. Также встречаются для ЮБК и южном макросклоне бархатница *A. hyperantus*, шашечница *M. aurelia*, перламутровка *A. paphia*. Ю. П. Некрутенко (1985) не приводит *L. megera* для степного Крыма, в коллекции КФУ и непосредственно по нашим наблюдениям этот вид отмечен не только во внезональных биотопах степной зоны Крыма, но и в открытых ландшафтах на ксерофитных

остепненных участках (Саки, побережье озер Сакское и Кызыл-Яр; Степное отделение ГНБС; п. Гвардейское; Казантип). В степном Крыму более широко, чем это принято считать, распространены *M. galathea*, *H. pellucida* и *H. statilinus*. Есть основание предположить, что последние три вида проявляют тенденцию к экспансии, распространяясь не только по экологическим коридорам (поймы рек, лесополосы), но и по открытым пространствам. *B. circe* сейчас можно встретить около Евпатории, Сак (Новофедоровка), в Степном отделении ГНБС, п. Гвардейское, на Казантипе. *Ch. briseis* кроме других известных мест обитания (Ефетов, 1987) обнаружен в городской черте Севастополя (в районе проспекта Генерала Острякова). *M. didyma*, присутствие которого в искусственных лесных насаждениях на Тарханкуте и Керченском п-ве было отмечено Ю. П. Некрутенко (1985), по материалам коллекции КФУ встречается также в Краснопереконском и Судакском р-нах. Нами этот вид найден на участке петрофитной степи в окрестностях Севастополя и в большом количестве на Казантипе. В. А. Лухтанов и В. Г. Кузнецова (1989) считают, что номинативный *M. didyma* характерен именно для аридных степных и даже полупустынных стадий, что подтверждается и нашими данными. Этот вид один из немногих видов нимфалид прекрасно себя чувствующий в весьма засоленных степных местообитаниях мыса Чауда. *M. phoebe* также широко распространен в крымской степи. В коллекции КФУ хранится экземпляр *B. dia* с оз. Донузлав, мы встречали этот вид в окрестностях п. Гвардейское, здесь же отмечен и *B. ino*, а *A. adippe* и *A. paphia* в п. Аграрное и в лесополосе вдоль Московского шоссе у поворота на с. Урожайное. *A. niobe*, указанный ранее только для яйл и Карадага (Будашкин, 1987), обнаружен в Симферопольском р-не, с. Левадки (16.06.1996, Андрусишин). *Favonius quercus* был пойман в поселке Гвардейское (Милованов), ранее для степного Крыма вид указан не был. Встречается он и на Казантипе. Из материалов коллекции следует, что *F. spini* достаточно часто встречается в Крыму на северном макросклоне Главной гряды Крымских гор. Кроме пунктов, указанных у Ю. П. Некрутенко (1985) мы находили этот вид вблизи сел Краснолесье и Перевальное Симферопольского р-на, очень обычен он также на Казантипе. Интерес представляет находка *Ph. arion* в Левадках. Широко распространены в степи голубянки *F. acaciae*, *C. argiolus*, *G. alexis*, *P. coridon*.

Анализ коллекционного материала дает основание предположить существование в Крыму двух метапопуляций вида *G. alexis*, приуроченных соответственно к лесным полянам северного макросклона и луговым степям и залежам центрального степного Крыма. Кроме четкого биотопического разделения бабочки этих метапопуляций различаются числом и расположением глазков на исподе крыльев. Подобное разделение уже известно для некоторых голубянок России. Например, разделение в Средней России *Ph. arion* на номинативную лесо-луговую мезофильную метапопуляцию и лугово-степную ксеромезофильную метапопуляцию, а также разделение *P. argus* на лесо-луговую мезоксерофильную метапопуляцию (моновольтинную) и лугово-степную ксерофильную поливольтинную метапопуляцию (Большаков, 2002). По нашим наблюдениям *G. alexis*, летающий в Средней России на сырых лугах и торфяниках, в Крыму представлен гемиксерофильной метапопуляцией, занимающей преимущественно участки луговой степи и залежи.

Материалы коллекции КФУ дают основание засвидетельствовать наметившийся в последнее время относительно быстрый процесс более широкого распространения в Крыму некоторых термофильных видов. Например, *A. pandora* стал обычен в степных районах Крыма. И. В. Мальцев в 1951 году, видимо, нашел интересной поимку *A. pandora* в степном Октябрьском районе Крыма (Пятихатка), поскольку этот экземпляр был поставлен им в коллекции отдельно, и на этикетке добавлена ремарка «лесок». Должно быть, в открытых ландшафтах эта бабочка в то время не встречалась. В настоящее время, она широко распространилась по всему степному Крыму и за его пределами, причем совершает миграции не только по экологическим коридорам (поймам рек, лесополосам), но и по открытым ландшафтам с ксеротермной растительностью. Проявление этой же тенденции мы видим в отношении *H. pellucida* и *H. statilinus*, а также в отмеченных выше фактах

расширения территории обитания в Крыму целого ряда других термофильных видов. Обратная сторона этого процесса – сокращение территории обитания видов, не выносящих потепления. По данным коллекции КФУ еще в 50-е годы 20 века *N. polychloros* нередко встречался в степных Нижнегорском и Октябрьском р-нах. В последнее время находок этого вида из степной зоны Крыма нет. Возможно, эти факты являются еще одним свидетельством глобального потепления.

Альтернативным, а некоторых случаях дополняющим аргументом, объясняющим отмеченные изменения в распределении ряда видов в пределах Крыма, может быть возрастающее влияние антропогенных факторов. По мнению И. Г. Емельянова (1992) любое изменение разнообразия в структуре управляющей подсистемы вызывает противоположно направленное изменение разнообразия в управляемых подсистемах (закон альтернативного разнообразия), вследствие этого разнообразие биотического блока в антропогенно измененных ландшафтах уменьшается, обратное явление происходит в пограничных областях.

Однако самое неожиданное заключение, сделанное нами по результатам анализа коллекции бабочек Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского, пожалуй, состоит в том, что Крым до сих пор остается территорией, лепидоптерологическое изучение которой далеко не закончено и может принести еще немало интересных открытий.

Список литературы

- Большаков Л. В. Фенологические особенности булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera, Rhopalocera) Тульской и сопредельных областях // Бюл. МОИП, отд. биол. – 2002. – Т. 107, вып. 4. – С. 22–29.
- Будашкин Ю. И., Иванов С. П., Милованов А. Э. Об одной старой коллекции бабочек: заметки о коллекции булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera: Rhopalocera) Таврического национального университета им. В.И. Вернадского // Изв. Харьков. энтомол. об-ва. – 2010. – Т. 18, вып. 2. – С. 48–56.
- Будашкин Ю. И. Чешуекрылые. Сообщение 3 // Флора и фауна заповедников СССР. Чешуекрылые Карадагского заповедника. – М.: ВИНТИ, 1987. – С. 32–62.
- Десяткин А. Л. Обзор толстоголовок рода *Carcharodus* Hbn. (Lepidoptera, Hesperidae) фауны СССР // Энтомол. обозр. – 1990. – Т. 69, вып. 4. – С. 925–939.
- Емельянов И. Г. Роль разнообразия в функционировании биологических систем. – К.: Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена АН Украины, 1992. – 63 с.
- Ефетов К. А. Новые сведения о булавоусых чешуекрылых Крыма // Булавоусые чешуекрылые СССР. Тез. докл. к семинару «Систематика, фаунистика, экология, охрана булавоусых чешуекрылых». – Новосибирск, 2-5 октября 1987 г. – Новосибирск: Типография Красноярского филиала СО АН СССР, 1987. – С. 36–37.
- Ефетов К. А., Будашкин Ю. И. Бабочки Крыма: (Высшие разноусые чешуекрылые): Справочник. – Симферополь: Таврия, 1990. – 112 с.
- Корб С. К., Большаков Л. В. Каталог булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera: Papilionoformes) бывшего СССР. Издание второе, переработанное и дополненное. – Эверсмания. Отдельный выпуск 2. – Тула: Гриф и К, 2011. – 124 с.
- Лухтанов В. А., Кузнецова В. Г. Анализ кариотипической изменчивости чешуекрылых группы *Melitaea didyma* с обоснованием видовой самостоятельности *M. latonigena* (Lepidoptera, Nymphalidae) // Зоол. журн. – 1989. – Т. 68, вып. 12. – С. 38–46.
- Некрутенко Ю. П. Булавоусые чешуекрылые Крыма. – К.: Наукова думка, 1985. – 152 с.
- Некрутенко Ю. П. Дневные бабочки Кавказа: Определитель. – К.: Наукова думка, 1990. – 214 с.

Budashkin Yu. I., Milovanov A. E., Ivanov S. P., Puzanov D. V. Collection of Rhopaloceras butterflies (Lepidoptera, Rhopalocera) of Crimean Federal University named in V.I. Vernadskii // Ekosystemy. 2016. Iss. 5 (35). P. 36–52.

An annotated list of 130 species of Rhopaloceras butterflies (Lepidoptera, Rhopalocera) recorded in collection of Crimean Federal University named in V.I. Vernadskii (Department of biology and Zoology) is given in the article. The structure of collection is analysed, the unique specimens are marked and certain conclusions on population numbers dynamics and peculiarities of distribution of some species in Crimea are made.

Key words: collection of butterflies, distribution in Crimea, annual population numbers dynamics, Lepidoptera, Rhopalocera.

Поступила в редакцию 15.04.2016 г.

УДК 579:574.587(262.5)

ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА В ЗОНЕ КОНТАКТА ВОДНЫХ МАСС ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ СЕРОВОДОРОДНОГО СЛОЯ С ДОННЫМИ ОСАДКАМИ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Чекалов В. П.

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

Рассмотрена респираторная активность и соотношение численности основных по типу энергетического обмена групп бактерий в донных отложениях пояса перехода от окислительных условий к восстановительным. Зависимость аэробной микрофлоры от температурного фактора оказалась выше, чем у анаэробных форм. Приведены расчетные значения содержания, скорости окисления и продуцирования восстановленных соединений (H_2S).

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

ВВЕДЕНИЕ

Прилегающие к городу Геленджик акватории являются достаточно изученными. В большинстве своем это относится к водной толще, тогда как сведения о функционировании бентосных бактериальных сообществ в зоне контакта донных отложений с верхней границей сероводородного слоя, весьма ограничены. Ранее была дана количественная оценка некоторых групп бактериобентоса (Сорокин, 1982). Приведены также сведения о численности гетеротрофов в грунтах северо-восточной части Черного моря в пределах $4,5 \cdot 10^2$ – $9,5 \cdot 10^4$ кл/г (Бурдиян, 2014). В Голубой бухте при максимальном содержании кислорода в придонной воде порядка 622–635 мкг-ат/л донные отложения, за исключением самого верхнего слоя, в основном восстановленные и содержат сульфиды до 0,478 %. При этом, различная литология верхнего слоя осадков, по всей видимости, определяет широкий, согласно литературным данным, диапазон колебания величин кислородного потока (Богдановская, 1993; Розанов, Вершинин, Егоров, 2010). В мелководных морских бассейнах скорость диффузии сероводорода в придонную воду может достигать 0,2–0,4 г S/m^2 поверхности дна или 2–4 мг H_2S/l за сутки (Sorokin, 1996).

Целью настоящей работы являлось изучение функциональной активности основных по типу энергетического обмена групп бактерий в поясе редокс нестабильности, в пределах которого наблюдается естественное колебание линии соприкосновения верхней границы сероводородного слоя непосредственно с донными отложениями.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалы для данной работы были собраны в июне 2015 года в ходе прибрежной съёмки на траверсе Голубой бухты с борта НИС «Ашамба». Предварительно на основании анализа данных многолетних наблюдений был установлен пояс естественной миграции линии соприкосновения верхней границы сероводородного слоя с донной поверхностью. Отбор образцов производили трубчатым пробоотборником непосредственно в самом поясе, что соответствовало глубине 186 м, а также в аэробной (115 м) и анаэробной (244 м) зонах. Для исследования брали поверхностный двухсантиметровый слой донных осадков.

Влажность и содержание органического вещества определяли гравиметрическим методом соответственно после сушки при +105 °C и прокаливании навесок при + 500 °C. Измерение pH и Eh осуществляли портативным иономером Sention 1 (Hach, США).

Скорость суммарного потребления кислорода (СПК) измеряли с помощью респирометрической камеры объёмом 60 мл, герметично соединённой с кислородным датчиком LDO-оксиметра HQ40d (Hach, США). Ёмкость 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 проводили либо при оптимальной температуре (25 °C), либо при близкой к естественной (8–9 °C) в автоматическом режиме ежечасно в течение 12–20 часов.

Определение исходного значения 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 ёмкости доводили 0,1N серной кислотой до 5. Это также способствовало подавлению жизнедеятельности микрофлоры, наряду с внесением в измерительную ёмкость стрептомицина из расчета конечной концентрации 0.1 мг/мл и последующим термостатированием ёмкости при 8–10 °C.

Скорость аэробного поглощения кислорода (АПК) при реальной (9 °C) и оптимальной (25°C) температурах получали путём вычитания из соответствующих уровней суммарного поглощения (СПК9 и СПК25) значения КНВС.

Все измерения потребления кислорода проводили в условиях его достаточной исходной концентрации в измерительной ёмкости, порядка 6–8 мг/л. В связи с этим, полученные результаты следует рассматривать как потенциальные, особенно для кислород-дефицитных зон.

Для определения скорости обогащения среды восстановленными соединениями (ВС), часть образцов сохранялась в условиях эксперимента в течение 30–60 суток с последующим измерением потребления кислорода. Разность полученного значения и исходного за определённый интервал времени, соответствующий стабилизации показаний, пересчитывали на количество окисленного сероводорода, учитывая, что в водных растворах сероводород окисляется, как правило, до серы и воды (Некрасов, 1973).

Для учёта численности аэробных (Аэ), анаэробных (АнАэ) и сульфатредуцирующих гетеротрофных бактерий (СРБ) использовали модифицированную (по Горбенко, 1961) среду Вильсона-Блера. Ранее нами была показана возможность применения этой среды для учёта аэробной гетеротрофной микрофлоры в донных осадках (Чекалов, 2012).

Анаэробные бактерии выявляли ранее предложенным способом с использованием двух пробирок разного размера: посевной и вытесняющей (Чекалов, 2014). Посев разведений производили в расплавленную и быстро остуженную до 40–45 °C среду, после чего в неё погружали вытесняющую пробирку. В оставшееся пространство между пробирками вносили несколько капель стерильного вазелинового масла, посевная ёмкость закрывалась ватно-марлевой пробкой, и в таком виде инкубировалась до регистрации результатов. При этом, темноокрашенные колонии учитывались как СРБ, а светлые, как анаэробные гетеротрофные бактерии.

Половину чашек (пробирок) с посевами термостатировали при оптимальной для развития бактерий температуре (20–25 °C), а другую – при условиях, соответствующих *in vivo*. Численность визуально различимых колоний, впервые выявленных в посевах «холодной» инкубации, и в посевах, растущих при оптимальной температуре за тот же временной интервал, принимали за активные формы. Результаты повторного подсчёта после стабилизации численности через 10–12 суток считали потенциальным максимумом.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В поясе редокс неустойчивости грунта отличались пониженной плотностью 1,22, против 1,46 выше и 1,54 г/см³ ниже расположенных зон. Влажность, наоборот, была максимальной, что обусловило здесь повышенное содержание органических веществ в пересчёте на сухой субстрат, в то время как во влажных осадках полученные значения практически не различались (табл. 1). Донные отложения даже в аэробной зоне имели ярко выраженный восстановительный характер. Разнонаправленность пространственных изменений pH в придонных слоях воды и грунтах, возможно, связана с соотношением

процессов образования и окисления сероводорода. Являясь слабой, но достаточно подвижной кислотой, он диффундирует в придонные слои воды, обуславливая снижение pH при переходе в бескислородную зону, тогда как его окисление в грунтах аэробного участка может приводить к подкислению за счёт образования и накопления в их толще сульфатов. Температура придонных слоёв воды в зоне исследований очевидно редко превышает 9 °С. Тем не менее потенциальный максимум оксифильных бактерий, растущих при более тёплом режиме (25 °С) был в 2–4 раза выше. Численность же активных форм превышала в аэробной зоне в 25, а в анаэробической – более чем в 75 раз.

Таблица 1

Некоторые физико-химические параметры воды и донных отложений вблизи Геленджика

Зона	Т, С°	pH _{вода} / pH _{грунт}	Eh, мВ	Влажность, %	Органическое в-во, мг/г	
					Влажный грунт	Сухой грунт
Аэробная (115м)	8,30	8,22 / 6,98	–212	56,2	30	79
Редокс колебаний (186м)	8,67	8,08 / 7,10	–252	64,4	31	88
Анаэробная (244м)	8,70	8,6 / 7,17	–294	44,5	32	58

При оптимальной температуре культивирования посевов (25 °С) численность и потенциальной, и активной аэробной микрофлоры достигала максимальных значений в поясе редокс неустойчивости (рис. 1).

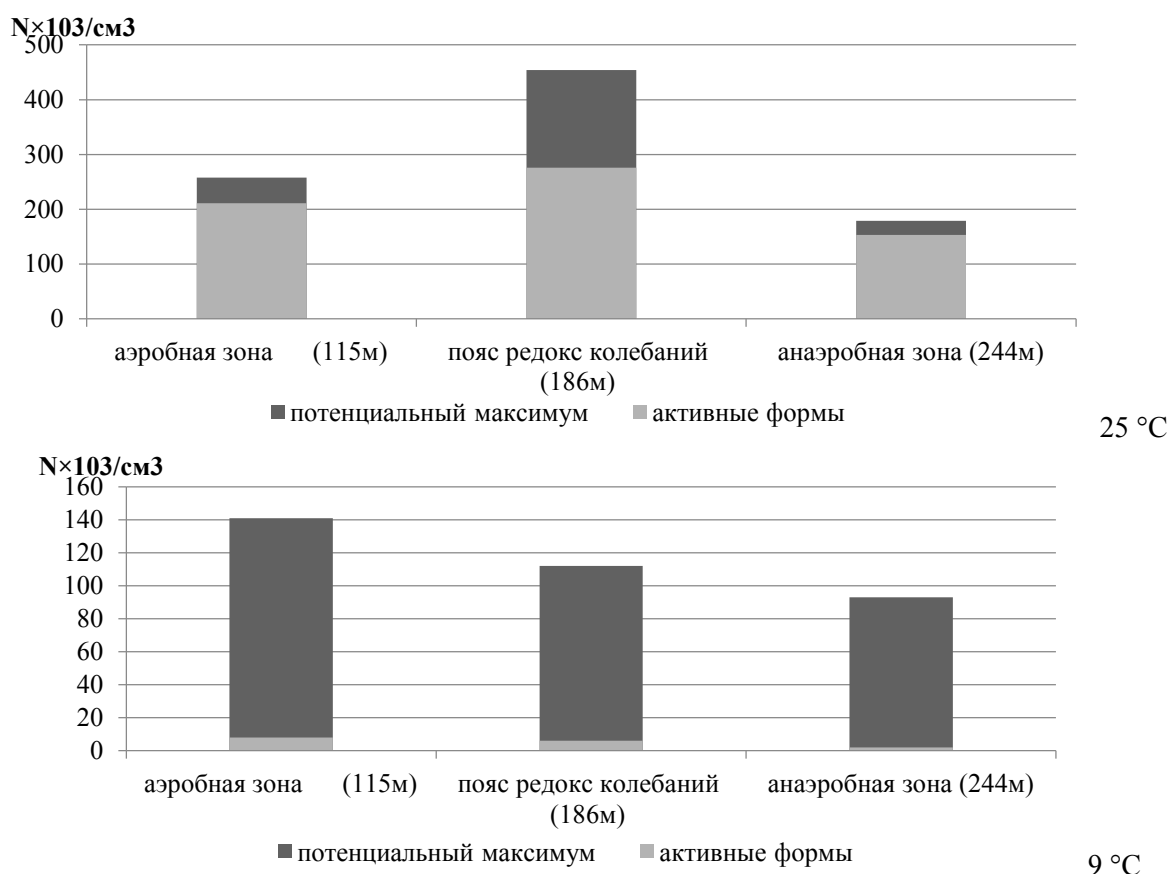
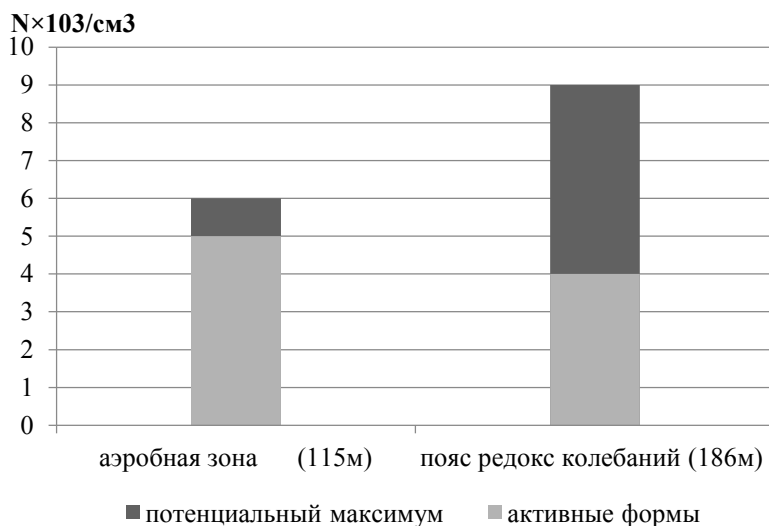


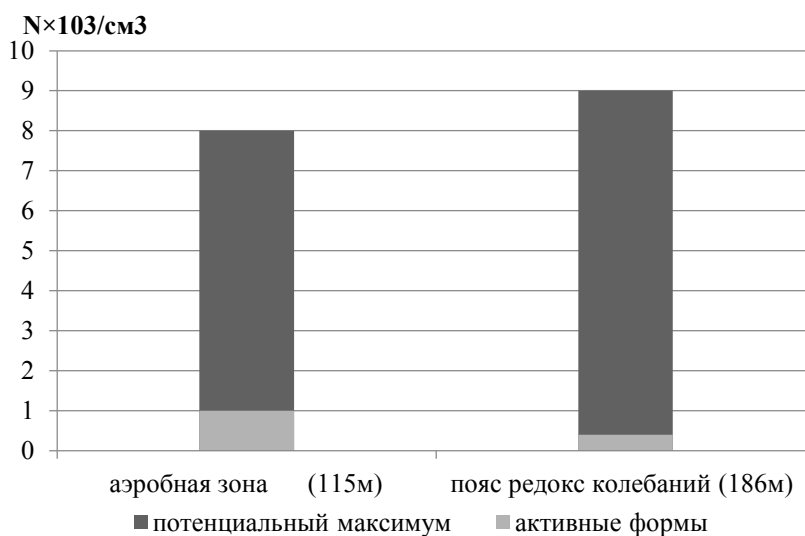
Рис. 1. Соотношение максимальной численности и активной составляющей аэробной микрофлоры донных отложений при оптимальной (25 °С) и реальной (9 °С) температуре

Однако доля активных форм здесь оказалась ниже (61%), чем на прилегающих кислородных (82 %) и анаэробных (85 %) участках. В условиях же реальных температур она колебалась в пределах 2–6 %, что обусловлено уменьшением численности потенциальной в 2–4, а активной микрофлоры в 25–70 раз при общей тенденции к снижению этих показателей от кислородной к сероводородной зоне.

Число анаэробных бактерий в поясе редокс неустойчивости незначительно превышало значения полученные для окисленных осадков (рис. 2).



25 °C



9 °C

Рис. 2. Соотношение максимальной численности и активной составляющей анаэробной микрофлоры донных отложений при оптимальной (25 °C) и реальной (9 °C) температуре

При этом их потенциальные максимумы независимо от условий культивирования совпадали как в грунтах аэробной зоны, так и пояса Eh-неустойчивости, а сокращение численности активных представителей было не столь значительным. Таким образом, группа анаэробных бактерий оказалась менее чувствительной к температурному фактору. В поясе редокс неустойчивости были выявлены сульфат редукторы в количестве 1×10^2 КОЕ/см³ влажного грунта.

Здесь же наблюдается и пик кислородной нейтрализации восстановленных соединений (рис. 3).

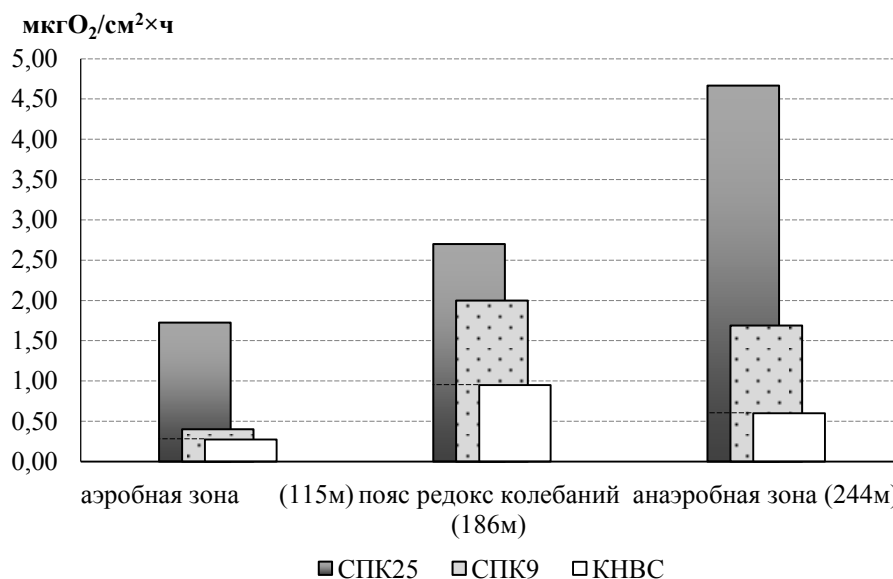


Рис. 3. Скорость суммарного поглощения кислорода и кислородная нейтрализация восстановленных соединений в донных отложениях при оптимальной (25 °C) и реальной (9 °C) температуре

Суммарное же поглощение кислорода при переходе от аэробной зоны к анаэробной в условиях температурного оптимума возрастает с 2,71 до 7,33 мкгО₂/см³×ч. При реальных температурах также наблюдается рост с 0,63 до максимума в поясе редокс колебаний (3,14) и незначительным снижением до 2,65 мкгО₂/см³×ч в грунтах бескислородной зоны (табл. 2).

Таблица 2
Скорость потребления кислорода (мкг/см³×ч) и расчётные значения содержания (мкг/см³), максимальной скорости окисления и продукции H₂S (мкг/см³×ч) в донных осадках вблизи города Геленджик

Зона	Кислород			Сероводород		
	АПК ₉	АПК ₂₅	КНВС	Содержание	Окисление	Продукция
Аэробная (115м)	0,20	2,28	0,43	0,57	0,46	0,65
Редокс колебаний (186м)	1,65	2,75	1,49	2,41	1,58	0,43
Анаэробная (244м)	1,71	6,38	0,94	1,71	1,00	-

Сообщалось (Богдановская, 1993), что в Голубой бухте при глубине проникновения кислорода в толщу осадков на 6,7 мм интенсивность его потребления составляла $3,65 \cdot 10^3$ мг-ат/м³×сут, т. е. 2,43 мкгО₂/см³ в час, а значение потока через единицу поверхности грунта – 21,95 мг-ат/м²×сут или соответственно 1,46 мкгО₂/см²×ч. По другим данным поток кислорода достигал более 130 мМ/м²×сут или 17 мкгО₂/см²×ч, что на порядок превышает типичные для морей значения (Розанов и др. 2010). Возможно, такие расхождения связаны с различием окислительно-восстановительных условий в местах проведения исследований. Так, в восстановленных донных отложениях при достаточной искусственной аэрации окисление накопленных продуктов анаэробного разложения может приводить к дополнительному приросту кислородного потребления. Также при этом оказалась выше, чем в грунтах кислородной зоны и скорость утилизации кислорода аэробной микрофлорой

(АПК), особенно в условиях реальных температур. Однако, этот потенциал, на который способно выйти бактериальное сообщество, в действительности не реализуется вследствие дефицита окислителя, тогда как для кислородной зоны данный фактор не является ограничивающим (Lichtschlag et al., 2015). С другой стороны, микрофлора донных отложений аэробного участка более чувствительна к понижению температуры. Таким образом, в реальных условиях величины утилизации кислорода в грунтах с различным уровнем аэрации могут оказаться близкими.

Полученные нами при пересчете КНВС значения концентрации, скоростей окисления и образования H_2S вполне согласуются с результатами исследования в 2002–2004 гг. верхнего слоя донных садков в зоне порта и городских сточных вод, где содержание лабильных сульфидов составляло 700–900 мгS/дм³ сырого ила, а суточная скорость сульфатредукции варьировала от 10 до 44 мгS/дм³ (Сорокин, 2008). По данным наших экспериментов концентрация сероводорода, как и скорость его окисления в случае поступления кислорода, оказались в 3–4 раза выше в аноксичных осадках. В то же время, в грунтах аэробной зоны отмечен более высокий темп продуцирования восстановленных соединений. Здесь, по всей видимости, кислородная нейтрализация обеспечивает почти полное удаление продуктов анаэробного разложения, тогда как низкая аэрация в зоне редокс колебаний приводит к их накоплению и, как следствие, замедлению хемосинтетических процессов.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в ходе естественной миграции линии соприкосновения верхней границы сероводородного слоя водных масс с донной поверхностью формируется пояс редокс неустойчивости, где наблюдается периодическая смена окислительных условий на восстановительные. Вариабельность редокс фона определяет повышенный потенциал различных по типу энергетического обмена групп бактерий. При этом анаэробная микрофлора оказалась менее чувствительной к температурному фактору, чем представители аэробной группы.

Накопление восстановленных соединений в донных осадках пояса редокс неустойчивости ограничивает скорость их образования, в то время как в аэробной зоне кислородная нейтрализация продуктов анаэробного разложения поддерживает её на более высоком уровне.

Благодарности. Автор выражает признательность к.б.н. М. Б. Гулину за организацию экспедиции и плодотворное сотрудничество.

Список литературы

- Богдановская В. В. Количественная оценка химического обмена биогенных элементов через границу вода – осадок: автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. – М., 1993. – 25с.
- Бурдиян Н. В. Микробиологическая характеристика донных отложений северо-восточной части Чёрного моря // Современное состояние и перспективы наращивания морского ресурсного потенциала юга России: 15–18 сентября 2014 г.: тез. докл. – пгт. Кацивели, 2014. – С. 104–105.
- Горбенко Ю. А. О наиболее благоприятном количестве «сухого питательного агара» в средах для культивирования морских гетеротрофных микроорганизмов // Микробиология. – 1961. – 30, вып. 1. – С. 168–172.
- Некрасов Б. В. Основы общей химии. – М.: Химия, 1973. – (Основы общей химии) Т. 1. – 656 с.
- Розанов А. Г. Исследование химического обмена на границе вода-дно в Голубой бухте Чёрного моря / А. Г. Розанов, А. В. Вершинин, А. В. Егоров // Водные ресурсы. 2010. – Т. 37, № 3. – С. 341–350.
- Сорокин Ю. И. Чёрное море: Природа, ресурсы / Ю. И. Сорокин. – М.: Наука, 1982. – 217 с.
- Сорокин, Ю. И. Кислотно-растворимые сульфиды в верхнем слое донных осадков северо-восточного шельфа Чёрного моря: связь с загрязнением и экологические последствия / Ю. И. Сорокин, О. Ю. Закусина // Океанология. – 2008. – Т. 48, № 2. – С. 224–231.
- Чекалов В.П. Методические аспекты учета численности бактериобентоса в условиях сезонного колебания температур // Вісник Дніпроп. Унів. Біологія. Екологія. – 2012. – 20, №7/1. – С. 101–107.
- Чекалов В. П. Простой способ культивирования и учёта численности анаэробных бактерий // Морск. экол. журн. – 2014. – Т. 13, №1. – С. 44.

Lichtsclag A., Donis D, F. Janssen F., Jessen G. L. et al. Effects of fluctuating hypoxia on benthic oxygen consumption in the Black Sea (Crimean shelf) // Biogeosciences. – 2015. – Vol. 12. – P. 5075–5092.

Sorokin, Yu. I., Sorokin P. Yu., Gnes A. Structure and functioning of anthropogenically transformed Comacchio lagoon ecosystem // Mar. Ecol Prog. Ser. – 1996. – Vol. 133. – P. 57–71.

Chekalov V. P. Oxygen consumption in the contact zone of the water masses upper boundary of hydrogen sulfide layer with bottom sediments (the Black Sea) // Ekosystemy. 2016. Iss. 5 (35). P. 53–59.

The respiratory activity and the ratio of the basic groups of bacteria by types of energy exchange in the sediments of the transition zone from of oxidizing to the reduced conditions were considered. The dependence on the temperature factor of aerobic microflora was higher than that of the anaerobic bacteria. The cited calculations values of the content, the rates of oxidation and the production of reduced compounds (H_2S).

Key words: sediments, oxygen consumption, bakteriobentos, the Black Sea.

Поступила в редакцию 17.05.2016 г.

УДК 581.557.24

МИКОРИЗООБРАЗОВАНИЕ ТРАВЯНИСТЫХ ВИДОВ КОРКИНСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА

Чибрик Т. С., Лукина Н. В.

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина
Екатеринбург, Россия, tatara.chibrik@urfu.ru*

Проведено изучение микоризы травянистых видов в 15 растительных сообществах, формирующихся в процессе самозарастания на южном борту Коркинского угольного разреза на глубине от 10 до 323 м. В Коркинском угольном разрезе, характеризующемся специфическими экологическими условиями, естественное зарастание и формирование микоризы у отдельных видов растений связано со свойствами пород, слагающих поверхность разреза, условиями внутрикарьерного пространства, глубиной и степенью сформированности растительных сообществ.

Ключевые слова: угольный разрез, самозарастание, арбускулярная микориза, формирование фитоценозов.

ВВЕДЕНИЕ

При добыче угля открытым способом значительные площади занимают выемки (угольные разрезы или карьеры). Специфические условия угольных разрезов, как экотопов – плотность и токсичность слагающих борта пород, глубина и разная экспозиция бортов, изменение химического состава атмосферного воздуха ограниченный водный режим, резкие суточные колебания температур представляют значительные трудности для формирования растительных сообществ в условиях разреза. Опыта рекультивации или даже в какой-то мере нейтрализации вредного влияния разрезов на окружающие территории практически нет. Наиболее приемлемыми способами являются затопление разрезов водой (при наличии технических условий), или сухая консервация.

При сухой консервации восстановление растительности на этих территориях происходит крайне медленно, и зависит от множества факторов.

В настоящее время установлено, что в сообществах высших растений широкое распространение имеет микориза. Микориза является одним из компонентов экосистем, усиливающих их интегрированность, способствующих интенсификации в них оборота биогенных веществ, компенсирующих дефицитность биогенных элементов в экосистеме путем включения их в биотический кругооборот (Harley, Smith, 1983; Каратыгин, 1993; Проворов, 2001).

В связи с этим большой интерес представляет изучение восстановления микоризы в растительных сообществах, формирующихся в угольных разрезах в экстремальных экологических условиях.

Цель работы: Изучить встречаемость, степень и интенсивность микоризной инфекции в зависимости от глубины, свойств пород, экологических условий, степени сформированности и видового состава растительных сообществ в Коркинском угольном разрезе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в Коркинском угольном разрезе, расположенном в 30 км к юго-востоку от г. Челябинска, в лесостепной зоне. Климат района резко континентальный, ландшафт характеризуется разбросанными по всей территории березовыми колками, чередующимися с безлесными пространствами, занятыми луговыми степями, почвы района дерново-подзолистые, выщелоченные черноземы.

Коркинский угольный разрез – один из наиболее крупных и глубоких карьеров на территории Российской Федерации, представляющий собой многогранную чашевидную выемку, площадью свыше 800 га, проектная глубина его 570 м. Углы наклона бортов разреза достигают 10–25°, высота рабочих уступов 10–15 м. Добыча угля осуществляется

драглайнами с предварительным разрыхлением пород буровзрывными работами и внешним отвалообразованием. Внутрикарьерное пространство характеризуется специфическими условиями: в верхней части разрез мало обводнен, с увеличением глубины повышается температура воздуха и горных пород (на 1 °С каждые 30–40 м), уменьшается влажность воздуха, увеличивается степень загрязнения атмосферы радиоактивными и канцерогенными веществами, связанная с интенсивными взрывными работами, работой механизмов, транспортных средств и др. Поток солнечной радиации зависит от экспозиции и крутизны склона (Чибрик, Красавин, 1981; 1983).

Геоботаническое обследование разреза проводилось детально-маршрутным методом с описанием растительности по общепринятым методикам (Корчагин, 1964; Понятовская, 1964). За основной критерий сформированности сообществ принималось проективное покрытие (ПП) растениями (Курочкина, Вухрер, 1987). Согласно принятой классификации были идентифицированы этапы сукцессий: I – простая растительная группировка (ПП – 0,1–5 %), II – сложная растительная группировка (ПП – 6–50 %), III – фитоценоз (ПП – 50 %). Общее проективное покрытие (ОПП) определялось как среднее проективное покрытие всех раункиеровских площадок, закладываемых в изучаемом растительном сообществе. Для изучения микоризы в растительных сообществах, формирующихся в разрезе, отбирали корни травянистых растений в десятикратной повторности, высушивали и обрабатывали по общепринятой методике с окрашиванием в анилиновой сини после мацерации в КОН. Были изучены такие параметры, как: доля участия микотрофных видов в растительных сообществах; частота встречаемости микоризной инфекции (F, характеризует равномерность распределения гриба в корне); степень микотрофности (D, отражает обилие гриба в корнях растений); интенсивность микоризной инфекции (C, отражает как распределение огрибленных участков корня, так и обилие гриба в нем). Был построен микосимбиотрофический ряд дифференциации, дающий представление о соотношении между немикотрофными, слабо-, средне- и высокомикотрофными видами (Селиванов, 1981). Одновременно с исследованием растительности взяты пробы субстрата для агрохимического анализа.

Статистическая обработка материалов проведена с использованием пакета прикладных программ Statistika 6,0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение микоризы травянистых видов проводилось в 1984 г. в 15 растительных сообществах, формирующихся в процессе самозарастания на южном борту Коркинского угольного разреза на глубине от 10 до 323 м. Глубина участков определялась по маркшейдерским данным. Работы по добыче угля в данной части разреза не проводятся, возраст участков от 2–3 до 30 лет и более. Для сравнения были взяты образцы растений на дневной поверхности (краевая полоса вдоль разреза шириной 50–100 м). Растительные сообщества на исследуемых участках различаются видовым составом и проективным покрытием.

Борта разреза сложены рыхлыми слабо сцементированными, легко выветривающимися породами. Породы покровной толщи до глубины 30 м представлены суглинками, глинами и частично опоковыми глинами. Реакция среды близка к нейтральной (рН солевой вытяжки колеблется от 5,7 до 7,5, рН водной вытяжки 6,1–8,0). Породы бедны питательными веществами: доступных фосфатов содержится 4–6 мг, обменного калия – 9–14 мг на 100 г породы соответственно. Содержание азота незначительно (от 0,01 до 0,145 % общего азота). Породы практически не засолены.

Ниже 30 м южный борт сложен аргиллитом и песчаником с примесью угля. Аргиллиты имеют сильно кислую реакцию среды (рН 3,5), средне засолены (засоление сульфатное). Обеспеченность обменным калием низкая, фосфором – средняя (6,0 мг P₂O₅ на 100 г). Отмечается довольно высокое содержание углерода (5,42 %), связанное с близким залеганием толщи угля. Уголь, находящийся в виде примеси, дает сильно кислую реакцию

среды (рН 2,7), увеличивающую фитотоксичность пород. Песчаники бедны элементами минерального питания, рН солевой вытяжки 6,5–4,5. Таким образом, исследуемые участки характеризуются пестротностью эдафических условий.

Неблагоприятными факторами, оказывающими влияние на зарастание уступов растениями, являются кислая реакция среды, засоленность, недостаток воды. Высокая кислотность в сочетании с сильным засолением существенно влияют на видовой состав растительных сообществ. Степень сформированности растительных сообществ зависит от возраста сообществ, агрохимических характеристик субстрата, глубины залегания участка (Чибрик, 2015).

За время исследования на южном борту Коркинского угольного разреза было выявлено 77 видов растений, относящихся к 17 семействам.

Анализ биоэкологической структуры флоры показал, что по продолжительности жизни флора представлена преимущественно многолетними видами (59 %), 41 % составляют малолетние виды. В структуре экоморф преобладают мезофиты (55,1 %), большую группу составляют ксерофиты, мезоксерофиты и ксеромезофиты (41 %), доля гигромезофитов, приуроченных к выходу грунтовых вод – 3,9 %.

Биоморфы представлены преимущественно травянистыми стержнекорневыми однолетниками и многолетниками (55,1 %) и короткокорневищными видами (21,8 %). В структуре жизненных форм (по Раункиеру) большинство видов относится к гемикриптофитам (51,1 %), значительна доля участия терофитов (28,2 %) и геофитов (15,4 %), хамефиты составляют 5,1 %.

Анализ ценотической структуры флоры выявил большое количество ценотических групп, свидетельствующих о начальных этапах формирования флоры, пестротности эдафических условий и высокой антропогенной нагрузке: большая часть видов принадлежит к группам сорно-рудеральных и лугово-сорных видов (49,9 %), луговые и лугово-лесные виды составляют 20,6 %, степные и лугово-степные – 18,0 %, виды солончаковых лугов – 8,9 %, переувлажненных местообитаний – 2,6 %.

По способу распространения плодов и семян ведущее положение занимает группа анемохоров (53,8 %), значительную долю составляют группы автохоров (21,8 %), зоохоров (16,7 %) и баллистов (7,7 %).

Анализ географической структуры флоры показал, что широтные группы представлены полизональными (38,5 %), бореальными (35,9 %), лесостепными (16,7 %) и степными (8,9 %) видами. Среди долготных групп преобладают евразийские (50,0 %), плейстоарктические (16,7 %), циркумполярные (12,8 %) и европейские (10,2 %) виды, азиатские и евроазиатские виды составляют 7,7 % и 2,6 % соответственно.

Изучение микоризы проводилось в растительных сообществах, характеристика которых представлена в таблице 1.

В растительном сообществе, формирующемся на дневной поверхности южного борта Коркинского угольного разреза, было проведено изучение микоризы у 31 травянистого вида. Растительность здесь испытывает высокую рекреационную нагрузку и аэротехногенное загрязнение, из видов преобладают *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Linaria vulgaris* L. (обилие по Друде – сор₁). В корнях большей части растений (96,8 %) обнаружена арбускулярная микориза, представленная гифами, везикулами и арбускулами. Немикотрофным оказался лишь один вид – *Raphanus raphanistrum* L. Все исследованные виды являются слабомикотрофными.

Верхние уступы южного борта разреза, расположенные на глубине 10 м от дневной поверхности, сложены относительно благоприятными для роста растений суглинками и глинами. Процессы самозарастания на них наиболее интенсивны, здесь формируются разнотравно-злаковые фитоценозы с ОПП растительностью 70–100 %. Из видов доминируют *Calamagrostis epigeios*, *Hordeum jubatum* L., *Cirsium setosum*, *Melilotus albus* Medik. (сор₁₋₂). Доля микоризных видов составляет 94,1–100 %. Преобладают слабомикотрофные виды, немикотрофными оказались *Kochia scoparia* (L.) Schrad., *Polygonum aviculare* L., *Berteroa incana* (L.) DC. Единично встречаются среднемикотрофные виды: *Saussurea amara* (L.) DC., *Carduus crispus* L., *Medicago lupulina* L.

Таблица 1

Показатели микотрофности растительных сообществ

Глубина участка, м	Общее проективное покрытие, %	Название и сукцессионный статус растительных сообществ	Число исследованных видов	Число и доля микоризных видов, шт/%,***	Степень микотрофности (D), баллы	Частота встречаемости микоризы (F), %	Микосимбиотический ряд дифференциации		
							Немикотрофные виды	Слабомикотрофные виды	Среднемикотрофные виды
0	73	Вейниково-разнотравно-полюнный ФЦ*	31	$\frac{30}{96,8}$	0,58±0,07	38,4±3,95	–	31	–
10	100	Донниково-разнотравно-злаковый ФЦ	34	$\frac{32}{94,1}$	0,63±0,10	38,03±4,41	2	29	3
10	72	Разнотравно-злаковый ФЦ	34	$\frac{34}{100}$	0,71±0,05	54,6±3,43	–	34	–
30	74	Бобово-разнотравно-злаковый ФЦ	32	$\frac{27}{84,4}$	0,81±0,11	43,03±5,06	5	23	4
30	37	Разнотравно-вейниковая СРГ**	14	$\frac{11}{78,6}$	0,49±0,13	33,50±8,58	3	11	–
40	52	Злаково-разнотравный ФЦ	29	$\frac{17}{58,6}$	0,33±0,09	18,00±4,57	12	17	–
40	31	Разнотравная СРГ	14	$\frac{7}{50,0}$	0,34±0,12	23,08±7,27	7	7	–
80	60	Разнотравно-вейниковый ФЦ	22	$\frac{20}{90,9}$	0,54±0,10	35,78±5,83	2	19	1
130	29	Разнотравно-критезоно-пырейная СРГ	13	$\frac{10}{76,9}$	0,15±0,05	11,66±3,49	3	10	–
150	85	Разнотравно-вейниковый ФЦ	38	$\frac{32}{84,2}$	0,48±0,08	27,82±4,04	6	31	1
150	38	Разнотравно-злаковая СРГ	8	$\frac{6}{75}$	0,37±0,19	21,25±10,14	2	6	–
150	34	Разнотравно-злаковая СРГ	5	$\frac{5}{100}$	0,19±0,15	13,80±9,89	5	5	–
215	47	Разнотравный СРГ	22	$\frac{17}{77,3}$	0,17±0,05	11,54±3,85	5	17	–
225	65	Злаково-разнотравная СРГ	23	$\frac{14}{63,6}$	0,29±0,10	20,47±5,80	9	13	1
247	30	Разнотравно-кохиевая СРГ	8	$\frac{3}{37,5}$	0,01±0,006	1,00±0,56	5	3	–
323	41	Разнотравно-кохиевая СРГ	10	$\frac{7}{70}$	0,30±0,14	17,70±7,42	3	7	–

Примечание к таблице. * – ФЦ – фитоценоз; ** – СРГ – сложная растительная группировка; *** – в числителе абсолютное число видов, в знаменателе – % от общего числа видов.

На уступах, расположенных на глубине от 30 до 80 м растительность формируется в основном, на аргиллитах с примесью угля. По агрохимической характеристике здесь встречаются кислые и засоленные породы. Растительность образует отдельные мозаичные пятна, локализованные в понижениях микрорельефа, а также по краям уступов и у подножия склонов. Здесь, в основном, формируются разнотравно-злаковые сложные растительные группировки с доминированием *Calamagrostis epigeios* (сор₁₋₂), *Hordeum jubatum* (сор₁-сп), *Tussilago farfara* L. (sp), на засоленных участках пятнами встречаются *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. и *Saussurea amara*. ОПП растительностью варьирует от 30 до 45 %, достигая 85 % в зарослях *Calamagrostis epigeios*. Изучение микоризы показало, что доля микоризных видов составляет 50,0–90,9 %, преобладают слабомикотрофные виды. Не обнаружена микориза у *Salsola collina* Pall., *S. australis* R. Br., *Gypsophila altissima* L., *Puccinellia distans*, *Kochia scoparia*, *Polygonum aviculare*, *Atriplex littoralis* L., *A. sagittata* Borkh., *Sisymbrium loeselii* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. Один вид оказался среднемикотрофным – *Carduus crispus*.

На глубине 150 м на нейтральных породах сформировался разнотравно-вейниковый фитоценоз с доминированием *Calamagrostis epigeios* (сор₂). Из 38 исследованных видов – 32 вида (84,2 %) имеют арбускулярную микоризу, большинство видов – слабомикотрофные, среднемикотрофным оказался лишь один вид – *Vicia cracca* L. На кислом субстрате на глубине 150 м формируются сложные растительные группировки с высоким обилием *Artemisia absinthium* L., *Kochia scoparia*, *Polygonum aviculare*, *Calamagrostis epigeios* (sp). Все исследованные виды являются слабомикотрофными. Не обнаружена микориза у *Kochia scoparia* и *Atriplex littoralis*.

Особый интерес представляют сообщества, сформированные глубже 200 м (215, 225, 247 и 323 м). Эти сообщества формируются на кислых породах в более или менее неблагоприятных экологических условиях при постоянном техногенном воздействии.

На глубине 215–225 м формируются разнотравные и разнотравно-злаковые сложные растительные группировки. ОПП растительностью около 50 %. Обилие большинства видов не превышает sol и sol gr. Имеются переувлажненные участки с гигрофильной растительностью. Исследования показали, что большинство видов (63,6–77,3 % соответственно) вступают в симбиоз с грибом, и являются слабомикотрофными. Наиболее высокие показатели интенсивности микоризной инфекции выявлены у *Solanum dulcamara* L. – 12,4 %, у *Phragmites australis* – 14,4 %, у *Linaria vulgaris* – 21,8 %. Остальные виды имеют очень низкую интенсивность микоризной инфекции (0,2–4,2 %). Один вид – *Tripolium vulgare* Nees оказался среднемикотрофным. Не обнаружена микориза у *Kochia scoparia*, *Melilotus albus*, *Salsola collina*, *Polygonum aviculare*, *Atriplex littoralis*, *Puccinellia distans*, *Sisymbrium loeselii*, *Artemisia absinthium*, *Amaranthus retroflexus* L.

На нижних уступах карьера на глубине 247–323 м при постоянных техногенных нарушениях субстрата ОПП растительностью не превышает 30–40 %. Возраст формирующихся растительных сообществ от 2–3 до 5 лет, видовой состав обеднен, основное покрытие создают заросли *Kochia scoparia*. Доля микоризных видов варьирует от 37,5 до 70,0 %. Виды имеют очень низкие показатели микоризы. Доминант сообщества – *Kochia scoparia* не микотрофна.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что в растительных сообществах, формирующихся на южном борту Коркинского угольного разреза, произрастают, в основном, микоризные виды. Не обнаружена микориза у представителей сем. *Amaranthaceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Polygonaceae*, *Brassicaceae*, в которых преобладают немикоризные виды, а также у некоторых видов сем. *Fabaceae*, *Asteraceae*, *Roaceae*. Относительно более высокие показатели микоризы выявлены у галофитных растений на засоленных участках.

Доля микоризных видов и средние показатели микотрофности в растительном сообществе уменьшаются с глубиной, и зависят от агрохимических характеристик субстрата а также степени сформированности растительного сообщества. Коэффициент корреляции общего проективного покрытия растительностью и числа микоризных видов в сообществе составил $r_p=0,74$; $n=15$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что большинство видов, произрастающих на южном борту Коркинского угольного разреза, имеют арбускулярную микоризу. Количественные оценки микоризы ниже, чем в естественных растительных сообществах. В формирующихся растительных сообществах преобладают слабомикотрофные виды, и лишь единично встречаются среднемикотрофные.

Доля микоризных видов и показатели микотрофности в Коркинском угольном разрезе уменьшаются с глубиной, и зависят от неблагоприятных факторов внутрикарьерного пространства, а также от степени сформированности (от статуса) растительных сообществ.

Работа выполнена при финансовой поддержке со стороны Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках выполнения государственного задания УрФУ № 2014/236, код проекта 2485.

Список литературы

- Каратыгин, И. В. Козволюция грибов и растений / И. В. Каратыгин. – СПб. : Гидрометеиздат, 1993. – 115 с.
- Корчагин, А. А. Видовой (флористический состав) растительных сообществ и методы его изучения / А. А. Корчагин // Полевая геоботаника: в 5 т. – Т. 3. – М.–Л. : Наука, 1964. – С. 39–62.
- Красавин, А. П. К методике комплексных исследований при разработке технологии рекультивации угольных разрезов в режиме сухой консервации / А. П. Красавин, Т. С. Чибрик // Растения и промышленная среда. – Свердловск : Изд-во Уральского ун-та, 1982. – С. 5–17.
- Курочкина, Л. Я. Развитие идей В. Н. Сукачева о сингенезе / Л. Я. Курочкина, В. В. Вухерер // Вопросы динамики биогеоценозов: докл. на IV ежегодных чтениях памяти акад. В. Н. Сукачева. – М. : Наука, 1987. – С. 5–27.
- Понятовская, В. М. Учет обилия и особенности размещения видов в естественных растительных сообществах / В. М. Понятовская, В. М. // Полевая геоботаника: в 5 т. – Т. 3. – М.–Л. : Наука, 1964. – С. 209–299.
- Проворов, Н. А. Генетико-эволюционные основы учения о симбиозе / Н. А. Проворов // Журнал общей биологии. – 2001. – Т. 62, № 6. – С. 472–495.
- Селиванов, И. А. Микосимбиотрофизм, как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза / И. А. Селиванов – М. : Наука, 1981. – 230 с.
- Чибрик, Т. С. К проблеме рекультивации выработанных пространств глубоких угольных разрезов / Т. С. Чибрик, А. П. Красавин // Почвообразование в антропогенных условиях. – Свердловск, 1981. – С. 90–100.
- Чибрик, Т. С. Особенности озеленения выработанного пространства глубоких разрезов / Т. С. Чибрик, А. П. Красавин // Ускоренная рекультивация земель на шахтах и разрезах: Экспресс-информация ЦНИЭИуголь. – М. – 1983. – Вып. 4. – С. 2–15.
- Чибрик, Т. С. Некоторые особенности формирования растительных сообществ Коркинского угольного разреза / Т. С. Чибрик // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: материалы IV Междунар. науч. конф., Кемерово, 1–2 октября 2015 г. – Кемерово, 2015. – С 145–148.
- Harley, J. L. Mycorrhizal symbiosis / J. L. Harley, S. E. Smith – London: Acad. press, 1983. – 484 p.

Chibrik T. S., Lukina N. V. The herbaceous species mycorrhiza of the Korkino coal mine // Ekosystemy. 2016. Iss. 5 (35). P. 60–65.

The article presents a study of the arbuscular mycorrhizae in 15 plant communities, which are formed in the process of overgrowing on the southern edge of the Korkino coal mine at a depth of 10 to 323 m. The formation of herbaceous species mycorrhizae in Korkino coal mine, depends on the rock properties, environmental conditions, depth and degree of development of plant communities.

Key words: coal cut, self-overgrowing, arbuscular mycorrhiza, the phytocenoses formation.

Поступила в редакцию 01.06.2016 г.

УДК 59.002:57.084.2:595.799

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ ТРОФИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ ДИКИХ ПЧЕЛ-МЕГАХИЛИД (HYMENOPTERA, MEGACHILIDAE) ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНАЛИЗА СОСТАВА ПЫЛЬЦЫ ИЗ ЯЧЕЕК ГНЕЗД И СКОПЫ САМОК

Иванов С. П., Мензатова Э. А.

Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», spi2006@list.ru

Предлагается оригинальная методика выявления структуры трофических связей диких пчел-мегахилид. Методика позволяет выявить характер предпочтений пчел в посещении цветков разных видов растений в зависимости от обилия и видового состава цветущих растений, времени суток, возраста самок и других обстоятельств. Метод основан на выявлении видового состава предпочитаемых кормовых растений пчел по результатам анализа состава пыльцы в собирательном аппарате (скопе) самок пчел и в хлебцах из ячеек их гнезд. Выводы о характере предпочтений пчел при посещении растений разных видов делаются на основании сравнения соотношения пыльцевых зерен разных видов растений в пыльце, собранной пчелами, с соотношением числа цветков разных видов растений, цветущих на территории фуражировки в период лета пчел данного вида, а также их пыльцевой продуктивности. Подсчет соотношения пыльцевых зерен разных видов растений, их идентификация и пыльцевая продуктивность цветков проводится с использованием камеры Горяева. Идентификация пыльцы осуществляется в ходе сравнения препаратов пыльцы, собранной с пчел, с препаратами пыльцы, собранной непосредственно в месте проведения исследований с цветков цветущих растений. Пробы пыльцы из скопы отдельных пчел берутся после их отлова у гнезд в момент возвращения в гнездо по окончании фуражировочного вылета или без отлова пчел с помощью специального устройства, закрепленного у входа в гнездо. Пробы пыльцы, взятые таким путем, отражают видовой состав и соотношение цветков, посещенных пчелой во время одного фуражировочного вылета. Пробы пыльцы, взятые в течение одного дня, дают представление о смене трофических приоритетов пчел в течение периода дневного лета. Смена трофических предпочтений в течение ряда дней и всего сезона гнездования изучается на основании анализа состава пыльцы в пробах, взятых из ячеек гнезд, последовательно построенных на протяжении нескольких дней и всего сезона гнездования. Успешное использование методики предполагает привлечение самок пчел изучаемых видов в специально подготовленные ульи Фабра. Апробация методики проведена при изучении структуры трофических связей пчел-мегахилид 6 видов: *Anthidium manicatum*, *Heriades crenulatus*, *Hoplosmia bidentata*, *Megachile rotundata*, *Osmia cornuta* и *Osmia rufa*.

Ключевые слова: Megachilidae, пчелы-мегахилиды, методика, структура трофических связей, идентификация пыльцы, камера Горяева, пыльцевая продуктивность цветков.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение трофических связей – важная составляющая экологических исследований. Трофические связи, обычно представляемые в виде пищевых цепочек, сетей, экологических пирамид и других моделей пищевых взаимоотношений видов, обеспечивают единство экосистемы, ее целостность и устойчивость. Изучение трофических связей диких пчел, обеспечивающих в настоящее время опыление преобладающего большинства цветковых растений на всех континентах, особенно актуально в связи с необходимостью обеспечения их охраны в местах естественного обитания, а также использованием диких пчел в качестве опылителей энтомофильных сельскохозяйственных культур: люцерны, клевера, многих плодовых и ягодных культур.

Структура трофических связей пчел каждого из видов отражает характер его взаимоотношений с растениями, цветущими в период его лета. В отношении трофических связей пчел общепринято их деление на три группы: полилекты, олиголекты и монолекты. Виды, самки которых посещают в ходе фуражировочных вылетов большинство цветущих растений, относят к полилектам. Если самки определенного вида пчел проявляют избирательность при сборе провизии и посещают цветки лишь некоторых растений (чаще всего, это растения определенного семейства или группы родов), то этот вид относят к группе олиголектов. Самки вида, которого относят к монолектам, посещают только растения одного вида растений или одного рода. В тоже время, сформулированное Э. К. Гринфельдом

«правило постоянства посещения цветков насекомыми» (Гринфельд, 1975) было установлено, в том числе, в ходе наблюдений за одними из наиболее ярких представителей группы полилектов – шмелями. То есть, отдельно взятые самки полилектных видов могут вести себя при определенных условиях как монолекты. Многообразие схем индивидуального поведения самок в пределах той или иной группы полилектных или олиголектных видов пчел представляет определенный интерес и заслуживает тщательного изучения.

В большинстве работ, посвященных изучению структуры трофических связей пчел, выводы о характере взаимоотношений пчел того или иного вида делаются на основании регистрации видов растений, на цветках которых отловлены пчелы (Попов, 1935, 1956, 1967; Пономарева, 1967; Песенко, 1972, 1975; Мариновская, 1982; Колесова, 2009 и др.). Распределение пчел по цветущей растительности, безусловно, дает адекватное представление о трофических приоритетах пчел того или иного вида, но не отражает всей полноты трофических связей пчел. В частности, не позволяет оценить характер взаимоотношений пчел с цветковой растительностью на индивидуальном уровне, смену приоритетов в течение одного дня или более продолжительных интервалов времени, а также не дает возможности отразить влияние состава и плотности цветущих растений. Метод пыльцевого анализа для изучения трофических связей опылителей используется в основном в качестве дополнительного (Dengemas-Dekels, 1972; Raw, 1974; Tasei, 1973, 1976; Длусский и др., 2000; Лысенков, 2010; Müller, 2016, электронный ресурс) и, главное, безотносительно решения перечисленных выше задач.

Цель данной работы – дать описание методики изучения структуры трофических связей диких пчел-мегахилид на основе пыльцевого анализа содержимого собирательного аппарата пчел и хлебцев из ячеек их гнезд, а также представить некоторые оригинальные приемы сбора пыльцы и анализа полученных данных.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для разработки методики послужили данные наблюдений за гнездованием и фуражировочной активностью 6 видов диких пчел-мегахилид: *Anthidium manicatum* (Linnaeus, 1758), *Heriades crenulatus* Nylander, 1856, *Hoplosmia bidentata* (Morawitz, 1876), *Megachile rotundata* (Fabricius, 1787), *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) и *Osmia rufa* (Linnaeus, 1758). Некоторые из объектов наблюдений представлены на рисунке 1. Самки этих видов были подселены в специальные ульи Фабра. Объектами анализа послужили пробы пыльцы из ячеек гнезд и скопы пчел, а также результаты учетов относительной численности цветков мелиттофильных растений, произрастающих на кормовых участках пчел. Исследования проводились в Крыму в 2014–2016 гг.

Подготовка и использование ульев Фабра. Применение данной методики наиболее эффективно, если есть возможность привлечь самок пчел изучаемых видов в специально подготовленные ульи Фабра. Это значительно облегчает сбор материала и позволяет за короткое время собрать его в нужном объеме. Еще одно преимущество использования ульев Фабра состоит в том, что в этом случае появляется возможность проведения исследований в любой выбранной местности и даже переселения пчел вместе с ульями в период гнездования (Иванов, 1983) на новую точку установки в местность с другим набором мелиттофильных растений. Для сбора данных можно использовать ульи разных типов и конструкций (Иванов, 1982) с условием, что входные отверстия гнезд хорошо видны и доступны для наблюдателя. Если в улье в качестве полостей используются стебли тростника с косым срезом, то все стебли необходимо развернуть срезом в одну сторону удобную для наблюдателя (рис. 2 б). Улей желательно разместить на месте, хорошо освещаемом солнцем в течение всего дня, и развернуть так, что бы его передняя стенка была обращена на юг. Это необходимо для того, что бы в любое время дня иметь возможность контролировать состояние гнезд и присутствие в них самок, что делается с помощью солнечного зайчика, запускаемого вглубь гнездовой трубки с помощью небольшого зеркала (рис. 4-4). После заселения улья

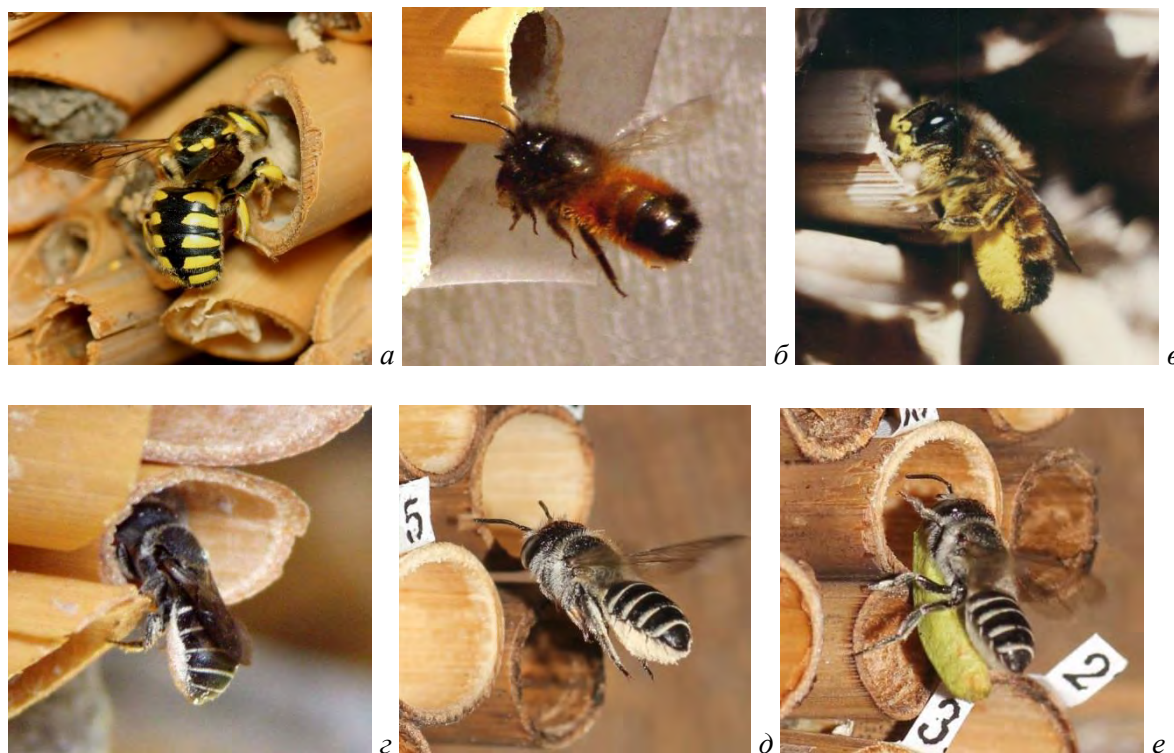


Рис. 1. Пчелы-мегахилиды – объекты изучения структуры трофических связей: *Anthidium manicatum* (а), *Osmia cornuta* (б), *Osmia rufa* (в), *Heriades crenulatus* (г), *Megachile rotundata* (д и е)



Рис. 2. Вскрытые гнезда *Osmia rufa*, размещенные в соответствии со сроками их закладки (а), и один из ульев, подготовленный для проведения исследований по изучению трофических связей пчел, в котором все трубки развернуты косым срезом в сторону наблюдателя (б)

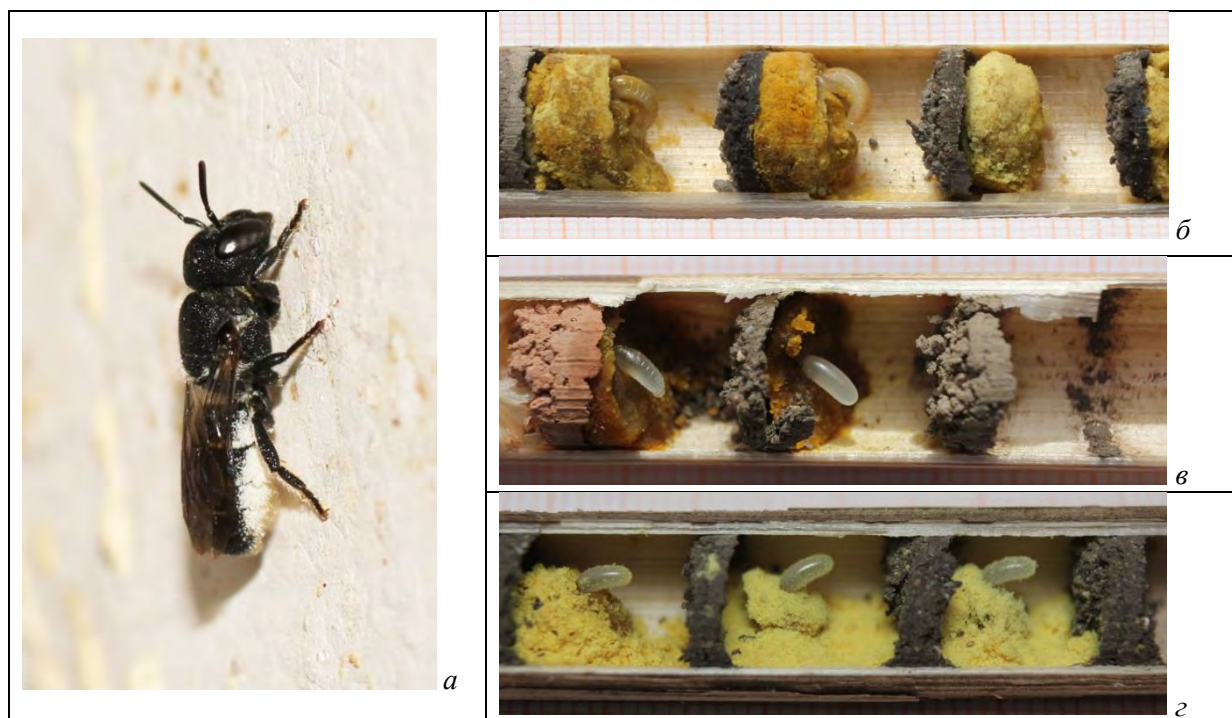


Рис. 3. Пчела *Heriades crenulatus* на стенке улья с грузом пыльцы *Centaurea diffusa* в скопе (а) и вскрытые ячейки гнезд *Osmia rufa* (б) и *Osmia cornuta* (в и з) на разных стадиях развития потомства



Рис. 4. Инструментарий для обеспечения наблюдений за фуражировочной активностью пчел в ульях Фабра и взятия проб пыльцы

пчелами, следует отметить все заселенные трубки номерками (рис. 1 е). На выбор кормовых растений может оказывать влияние масса самок, поэтому самок, выбранных для наблюдения, необходимо взвесить на торсионных весах. Для этого, после того как самка залетела в гнездо, следует надеть на трубку небольшой колпачок из полупрозрачной бумаги (рис. 4-2). Как только самка попытается выйти из гнезда, она окажется в колпачке. Далее нужно быстро, но осторожно снять колпачок с трубки вместе с самкой и взвесить его на торсионных весах, после чего пчелу выпустить, а колпачок взвесить еще раз.

Определение состава и соотношение цветков растений, посещаемых самками пчел в течение одного вылета за провизией. Выявить круг растений, которые посетила пчела в течение одного вылета за пыльцой и нектаром, можно исключительно на основании проб пыльцы, взятых из скопы пчел. Скопа пчел-мегахилид в виде брюшной щетки хорошо заметна и уже по цвету пыльцы, ее наполняющей, можно судить о том, с каких цветков собрана основная масса пыльцы (рис. 3 а). Однако для точной идентификации пыльцы и подсчета соотношения пыльцевых зерен разных видов растений необходимо ее микроскопическое исследование. Взять пробу пыльцы из скопы можно несколькими способами. Самый простой способ – отловить пчелу энтомологическим сачком, взять ее пальцами так, что бы исключить ужаление, и осторожно счистить часть пыльцы из скопы. Этот способ имеет существенные и очевидные недостатки: не всегда возможно с легкостью отловить пчелу, подлетающую к улью; не всегда можно быть достаточно уверенным, что отловленная пчела является хозяйкой гнезда, над которым ведется наблюдение. Не исключен и риск быть ужаленным, а также риск нанесения непоправимых повреждений самой пчеле.

Более приемлемы способы взятия пробы пыльцы из скопы пчел, не требующие ее отлова. Суть одного из таких приемов состоит в том, что бы создать временное препятствие, мешающее быстрому проникновению пчелы в гнездо после возвращения из фуражировочного полета. Пчела, подлетев к гнезду и обнаружив препятствие на входе в него, обычно сразу же пытается его устранить, часто совершенно не обращая внимания на наблюдателя и не опасаясь его. В это время можно взять у нее пробу пыльцы. В зависимости от поведенческих особенностей пчел того или иного вида, конструкции ульев и других обстоятельств в качестве препятствия можно использовать разные приспособления. В некоторых случаях удобно использовать тонкие энтомологические иголки, воткнутые во внутренние стенки гнездового канала у самого его входа так, что бы они не позволяли пчеле проникнуть в гнездо (рис. 5 а). В отдельных случаях, когда входное отверстие гнезда не многим больше головы пчелы, бывает достаточно даже одной иглы. Недостатки использования иголок в том, что не всякая конструкция улья допускает возможность воткнуть иголки, кроме того, иголки могут отпугивать или дезориентировать пчел.

Для особо пугливых пчел следует использовать препятствия, не нарушающие фон, на котором находится входное отверстие гнездовой трубки. В таких случаях в качестве препятствий удобны кусочки поролона (рис. 4-3), которые вставляются в гнездовую трубку несколько глубже ее переднего края. Размер кусочка поролона подбирается в соответствии с диаметром трубки так, что бы он легко вставлялся и извлекался пинцетом, но с трудом вытаскивался пчелой. На рисунке 5 б заснята пчела, пытающаяся извлечь кусочек поролона из трубки гнезда. В этот момент можно легко взять пробу пыльцы из ее скопы. Недостаток данного препятствия в том, что поролон полностью перекрывает входное отверстие гнезда, и пчела не может уловить его запах. Это может привести к тому, что самка не сможет обнаружить свое гнездо или ее действия по преодолению препятствия станут настолько неуверенными и осторожными (опять же по причине неуверенности в принадлежности ей гнезда), что взять пробу пыльцы будет невозможно. В качестве препятствия можно использовать пробочки из сухих стеблей травянистых растений с мягкой сердцевинкой, в которой проделаны отверстия, достаточные для прохождения воздуха, но недостаточные для прохода пчелы (рис. 4-5). В отверстие гнездового канала пробочка вставляется пинцетом, а вынимаются вытаскиванием за нитку, заранее прикрепленную к ней. Такая пробочка не отпугивает пчелу и не препятствует распространению запаха гнезда, а на нить пчела, как правило, не обращает никакого внимания.

Испытания пробок из ваты, папиросной бумаги, или другого материала показали свою неэффективность, в частности, ватную пробку трудно полностью удалить из канала, а оставшиеся волокна ваты затрудняют проход пчел, бумага – не всегда легко захватывается пинцетом.

В качестве препятствия относительно незаметного для пчелы и не затрудняющего улавливание ею запаха своего гнезда, может использоваться специальное приспособление в виде тонкой проволоочки, свернутой на одном конце в спираль (рис. 4-б). Спираль свернута и изогнута таким образом, что, будучи вставлена в отверстие гнезда (рис. 5 д), она не препятствует вхождению пчелы в гнездо, но останавливает ее на некотором расстоянии от среза трубки. Это создает идеальные условия для взятия пробы пыльцы из скопы. После того, как пчела вошла в переднюю часть трубки, наблюдатель, взявшись и осторожно потянув за оставшийся снаружи кусочек проволоочки, может медленно пододвинуть пчелу к выходу, так, что бы ее голова осталась в трубке, а брюшко с брюшной щеткой, наполненной пыльцой, оказалось снаружи. Более удобного положения пчелы для взятия пробы пыльцы представить трудно.

Хорошая возможность для взятия проб пыльцы появляется в том случае, если пчела заселила трубку предельно малого диаметра. Это связано с тем, что разгрузка провизии в гнездовых трубках разного диаметра происходит по-разному. Войдя в гнездо с грузом пыльцы и нектара и подбежав к ячейке, пчела, прежде всего, освобождается от нектара, отрывая его из зобика на хлебец. После этого пчела должна развернуться на 180 градусов и счистить на хлебец пыльцу из брюшной щетки. В трубках большого и среднего для данного вида пчел диаметра самки разворачиваются прямо у ячейки, не выходя из трубки, а в трубках малого диаметра пчелы вынуждены выйти из трубки задним ходом и развернуться снаружи у входа в гнездо. В момент выхода самки из гнезда, когда ее голова еще находится в трубке, а брюшко с наполненной пыльцой щеткой снаружи, можно легко взять пробу пыльцы из скопы пчелы. Таким образом, если скомпоновать гнездовые блоки улья из трубок небольшого диаметра, можно значительно облегчить работу по взятию проб пыльцы из скопы пчел. Надо только иметь в виду, что способность пчел разворачиваться в трубке зависит не только от ее диаметра, но и от степени наполнения пыльцой брюшной щетки. Вернувшись из фуражировочного полета с небольшой порцией пыльцы в трубку не самого небольшого диаметра, пчела обязательно воспользуется появившейся возможностью сделать разворот, не выходя из гнезда,

Во всех этих случаях в качестве приемника пыльцы удобно использовать небольшие кусочки скотча, нарезанные в виде равнобедренного треугольника (рис. 5 в). Один из приготовленных заранее кусочков скотча берется пинцетом за основание (рис. 5 е) и прикладывается к скопе пчелы. В некоторых случаях удобней приклеить треугольничек скотча основанием к специально подготовленной палочке (рис. 5 з). После взятия пробы пыльцы, кусочек скотча с пыльцой наклеивается на широкую полосу скотча (липкой поверхностью к липкой) и рядом с ним фломастером на нелипкой поверхности записывается номер пчелы и время взятия пробы (рис. 5 и). Такие ботанические препараты пыльцы (Патент на полезную модель..., 2015) могут храниться в течение нескольких дней без потери возможности идентификации пыльцы.

Взятие проб пыльцы непосредственно из скопы требует особых навыков работы с дикими пчелами и представляет собой достаточно трудоемкое дело. Однако, уникальность получаемых данных в виде сведений о видовом составе цветков, посещаемых пчелой в течение одного фуражировочного полета, безусловно, оправдывает все трудности работы.

Оценка смены трофических приоритетов пчел в течение дня. Для получения сведений о смене трофических приоритетов самок в течение дня достаточно обеспечить сбор пыльцы, приносимой пчелами в улей, в отдельные последовательные интервалы времени суточного лета. В условиях гнездования пчел в ульях Фабра сделать это можно с помощью специальных приспособлений (Декларационный патент..., 2006 а, 2006 б). Суть этих устройств в том, что на подлете к улью пчела встречается с преградой, пролетая мимо которой, пчела попадает в турбулентные потоки воздуха и часть пыльцы со скопы сдувается

на приемное устройство. Приемник пыльцы каждые полчаса или час заменяется, а пыльца, накопившаяся в нем, изучается как отдельная проба. Собрать пыльцу, осыпавшуюся с брюшных щеток пчел, можно, разместив под передней стенкой улья полоску скотча. Но в этом случае, скотч будет приемником не только пыльцы, но и всякого мусора, который пчелы вычищают из гнездовых трубок. Кроме того на такой приемник пыльцы будет попадать и пыльца ветроопыляемых растений, переносимая ветром и не имеющая никакого отношения к пыльце, которая приносится пчелами. Известный факт, что пчелы способны собирать и переносить в скопе пыльцу ветроопыляемых растений (Давыдова, 1972; Иванов, 2006), только усугубляет ситуацию, так как в таких пробах невозможно отделить пыльцу принесенную ветром, от пыльцы из собирательного аппарата пчел.



Рис. 5. Приспособления для взятия проб пыльцы (а–з) и ботанический препарат пыльцы из скопы пчел (и)

Отмеченным выше способом можно получить сведения о смене в течение дня трофических приоритетов пчел данной колонии в целом. Условием успешного применения этого приема является отсутствие в улье гнездящихся пчел других видов. Кроме того, используя этот прием, мы не можем получить информацию о смене в течение суток трофических приоритетов самок на индивидуальном уровне, которая представляет наибольший интерес.

Смена трофических приоритетов пчел в течение дня на индивидуальном уровне может быть выявлена с использованием особых устройств. Самый простой способ – приклеить кусочек скотча под входное отверстие гнездовой трубки и менять его через определенный интервал времени. Недостаток этого метода – возможное попадание на приемник пыльцы посторонней пыльцы – снижает ценность полученных данных. Кроме того, самки часто, пытаясь избежать контакта с приемником, садятся на трубку и заходят в нее по боковому краю, при этом пыльца со скопы осыпается мимо приемника. В этом случае кусочек скотча следует слегка отогнуть вниз (рис. 5 з), хотя это несколько уменьшит количество пыльцы, попадающей на его поверхность.

Возможно и применение специального устройства (Патент на полезную модель..., 2014), которое лишено отмеченных выше недостатков. Это устройство помещается непосредственно в гнездовую трубку, после ее заселения и начала работы пчелы по провиантированию ячеек. Принцип его действия состоит в том, что пчела, проходя через устройство, приводит в действие механизм, обеспечивающий прижимание брюшной щетки пчелы к приемнику пыльцы.

Оценка смены трофических приоритетов пчел в течение сезона. Ежедневные наблюдения за гнездованием пчел в ульях дают возможность зафиксировать время, в какой день строилась и провиантировалась каждая ячейка любого гнезда в улье. Поскольку в большинстве случаев одна ячейка строится и провиантируется в течение одного или полутора дней, то анализируя состав пыльцы в ячейке, время провиантирования которой зафиксировано, мы имеем возможность установить, цветки каких растений посещала данная пчела в течение определенного дня плюс минус один день. Этой точности достаточно, что бы, исследовав содержимое всех ячеек гнезда, сделать заключение о смене трофических приоритетов данной пчелы в течение периода времени закладки данного гнезда. При наличии других гнезд, построенных этой самкой, и сведений о последовательности их строительства можно получить данные о смене ее трофических приоритетов на протяжении всего периода ее жизни. Получив аналогичные сведения о гнездах других самок, гнездившихся в улье, можно сделать заключение о смене трофических приоритетов данного вида пчел в течение сезона на уровне колонии.

Чтобы реализовать решение этой задачи необходимо (в идеале) зафиксировать время начала и окончания провиантирования каждого гнезда в улье или зафиксировать время провиантирования хотя бы одной из ячеек каждого гнезда. С учетом того, что каждое гнездо в колонии строится, в большинстве случаев, в течение 4–7 дней (в первой половине срока гнездования – больше, а во второй – меньше), без большого ущерба для достоверности получаемых результатов можно ограничиться проведением работы по фиксации времени сооружения ячеек гнезд в улье один раз в 4–5 дней.

Для получения аналогичных сведений на индивидуальном уровне необходимо снабдить гнездящихся самок индивидуальными метками. Для этого можно использовать любые известные способы мечения мелких насекомых, в том числе, например, нанесение на среднеспинку пчел капелек лака для ногтей (рис. 4-1). Используя лак разного цвета и располагая капельки лака в разных местах среднеспинки, можно снабдить хорошо отличимыми метками достаточно большое количество самок.

Фиксация времени закладки ячеек делается с помощью специального приспособления – тонкого стержня с нанесенной на него шкалой с ценой делений 0,5 см (рис. 4-7). На кончик со стороны начала шкалы прикрепляется бусинка, для того, что бы при использовании инструмента не повредить ячейку (ее перегородку или хлебец). Для работы с гнездами, построенными в глубоких трубках, и для удобства хранения такой инструмент делается составным из двух и более частей. Работу по фиксации времени провиантирования ячеек следует проводить в солнечную погоду. Перед использованием стержня следует заглянуть в гнездо с помощью зеркала и примерно оценить глубину, на которой находится крайняя ячейка, а также степень ее наполнения, наличие или отсутствие порога. Далее, стержень очень осторожно продвигается вглубь гнездового канала до того момента, пока бусинка не упрется в порог или хлебец ячейки. Далее по шкале стержня фиксируется глубина погружения стерженька. Если гнездовые трубки достаточно легко извлекаются из улья (с возможностью их беспрепятственного возвращения на место), то можно обойтись без дневниковой записи величины погружения мерного стержня. Вынув стерженек из канала, следует приложить его к трубке с наружной стороны и отметить маркером глубину его погружения риской на стенке трубки и тут же написать дату.

При продвижении стерженька вглубь гнезда, не следует держать его, крепко сжимая в пальцах руки. Это позволит вовремя почувствовать, что стерженек достиг порога ячейки или хлеба и что дальнейшее его продвижение вглубь гнездового канала нужно остановить.

Регулярная фиксация (с интервалом 4–5 дней) времени закладки ячеек в гнездах изучаемой колонии сопровождается обязательным извлечением всех запечатанных гнезд. Извлеченные из улья гнезда каждой очередной партии вскрываются и выкладываются на рабочем столе так, что бы метки одного дня совпадали друг с другом (рис. 2 а). Как видно на рисунке, метки на гнездовых трубках, сделанные красным маркером, совмещены между собой по вертикали и с красной вертикальной линией, прочерченной по листу бумаге, на котором выложены гнезда. При такой раскладке гнезд каждая ячейка каждого гнезда,

находящаяся на одной вертикальной линии, имеет одно и то же время провиантирования. Следует иметь в виду, что у большинства пчел-мегахилид в обычных условиях от откладки яйца до выхода из него личинки проходит 4 дня, а дальнейший возраст личинки коррелирует с ее размерами. Стадии развития личинок обычно хорошо видны и различаются невооруженным глазом (рис. 3 б–г). Учет этих данных позволяет уточнить время закладки отдельных ячеек. Несовпадение дат отдельных ячеек, расположенных на одной вертикале, может произойти в том случае, если в ход их закладки и провиантирования вмешались некоторые экстраординарные обстоятельства. Например, иногда случается, что пчела покидает свое гнездо по причине гибели или по другим причинам (например, захвата гнезда муравьями). Такое гнездо может через несколько дней обрести новую хозяйку. Тогда соответствие сроков закладки ячеек, находящихся на одной линии, нарушается и действительное время закладки ячеек, выпадающих из общего ряда, нужно определить по возрасту личинок.

Взятие проб пыльцы из отдельных ячеек гнезд аналогично способу, описанному выше.

Следует отметить, что анализ состава пыльцы хлебцев из гнезд пчел-мегахилид, описанным способом, осуществим без особых препятствий только для видов пчел, хлебцы которых содержат хотя бы небольшую долю сухой пыльцы. Если хлебцы полностью пропитаны нектаром, пыльца теряет свою нативную форму и ее определение становится затруднительным, хотя и возможным. Для этого следует приготовить дополнительные эталонные препараты пыльцы, смоченной нектаром.

Идентификация пыльцы. Идентификация пыльцы проводится в ходе сравнения препаратов пыльцы, отобранной тем или иным способом из скопы или ячеек гнезд, с эталонными препаратами пыльцы, собранной непосредственно с цветков растений, цветущих на территории, прилегающей к месту установки ульев Фабра. Представляемая методика предполагает использование временных препаратов пыльцы, хотя и не исключает изготовление постоянных. Изготовление временных препаратов требует минимальных затрат времени и материалов, а их информативность достаточна для достижения поставленных целей. В некоторых случаях, для облегчения работы по идентификации пыльцы можно сделать небольшой полевой атлас пыльцы, составленный из фотографий пыльцевых зерен (рис. 6), или их рисунков на фоне сетки камеры Горяева (рис. 8). Описание устройства камеры Горяева приводится ниже, там где описано применение данного оптического устройства по прямому своему назначению – подсчет количества и соотношения пыльцевых зерен разных видов растений в пробах пыльцы. Применение камеры Горяева для идентификации пыльцы связано с наличием в данном устройстве микроскопической сетки (рис. 7 б), на фоне которой хорошо видны размеры пыльцевых зерен, что намного облегчает определение видовой принадлежности пыльцы. Ботанический препарат пыльцы в виде пыльцы, заключенной между двумя слоями прозрачного скотча, помещается в камеру Горяева так, чтобы пыльца оказалась над участком с сеткой и была хорошо видна на ее фоне. Работа по идентификации пыльцы не представляет трудностей при наличии несложных быстро приобретаемых навыков. Пыльцевые зерна растений даже из одних и тех же родов, как правило, хорошо различимы по совокупности признаков: форма, размеры, текстура экзимы, цвет (рис. 6 и 8). Тем более что речь идет, обычно, о максимум двух или трех десятках видов растений.

Следует особо отметить, что сбор пыльцы с помощью скотча, удобный во многих отношениях, имеет один недостаток – анализ пыльцы, собранной на скотч, необходимо провести в течение 1–3 дней. После этого срока пыльца, особенно в жаркую погоду, начинает терять свою форму, и ее идентификация становится крайне затруднительным делом.

Выявление видового состава и оценка относительной плотности цветков кормовых растений пчел. Сведения о составе пыльцы, собираемой пчелами на цветущей растительности, и соотношении числа пыльцевых зерен разных видов растений дают полное представление о видовом составе растений, с цветков которых пчелы данного вида собирают пыльцу, а также о соотношении числа посещенных цветков разных видов.

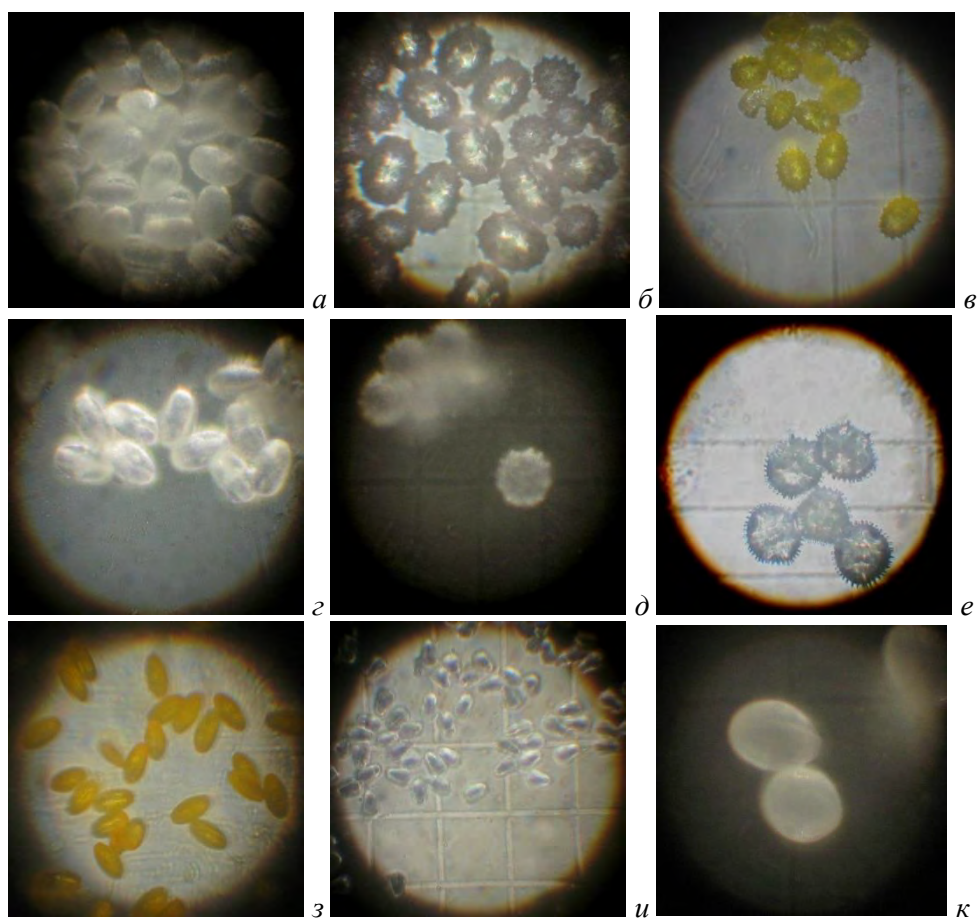


Рис. 6. Вид пыльцевых зерен растений семейства Asteraceae на фоне сетки камеры Горяева: *Arctium lappa* (а), *Carduus crispus* (б), *Achillea millefolium* (в), *Centaurea diffusa* (г), *Cirsium arvense* (д), *Cichorium intybus* (е), *Verbascum thapsus* (з), *Echium vulgare* (и), *Convolvulus arvensis* (к)

Но этих данных недостаточно чтобы выявить трофические приоритеты пчел и ответить на вопрос – цветки каких видов растений предпочитают посещать пчелы, а какие цветки игнорируют или посещают менее охотно. Для выявления трофических предпочтений пчел необходимо иметь информацию не только о видовом составе, но и соотношении цветов разных видов растений, произрастающих на территории фуражировки пчел. Кроме того, имеет значение не только относительная численность цветков разных видов, но и характер их распространения по территории, удаленность от улья, диогогамия, продолжительность времени цветения цветков (за весь период цветения и в течение дня), а также их пыльцевая продуктивность. Определенное значение имеет и степень проявления конкуренции с другими видами пчел. Необходимость учета всех перечисленных факторов делает задачу выяснения трофических приоритетов пчел крайне сложной. Выходом из положения может стать отказ от учета некоторых параметров, оценка которых требует больших затрат времени, а их значение относительно невелико, или компенсация отсутствия некоторых данных с помощью внесения поправок в методику сбора материала.

Из перечисленных выше параметров существенное значение может иметь характер распространения цветков разных видов по территории фуражировки и разная удаленность их от улья. Компенсировать отсутствие возможности точной оценки этого параметра можно, внося некоторые изменения в методику сбора данных по оценке относительной плотности цветков кормовых растений.

При очевидной неравномерности распределения видов цветущих растений по территории фразировки, сбор материала для последующей оценки видового состава и относительной плотности цветков растений разных видов на этой территории производится следующим образом. Во-первых, выявляется видовой состав растений. Незнакомые растения гербаризируются, а на время учетов им присваиваются номера или даются условные названия. От точки установки улья в нескольких направлениях прокладываются трансекты длиной 200–300 метров и шириной 0,5 м. Конкретная длина трансекты определяется плотностью и степенью равномерности распределения цветущих растений разных видов по территории вокруг улья. Минимальный объем выборки определяется опытным путем с использованием стандартных приемов (Доспехов, 1965; Лакин, 1968 и др.).

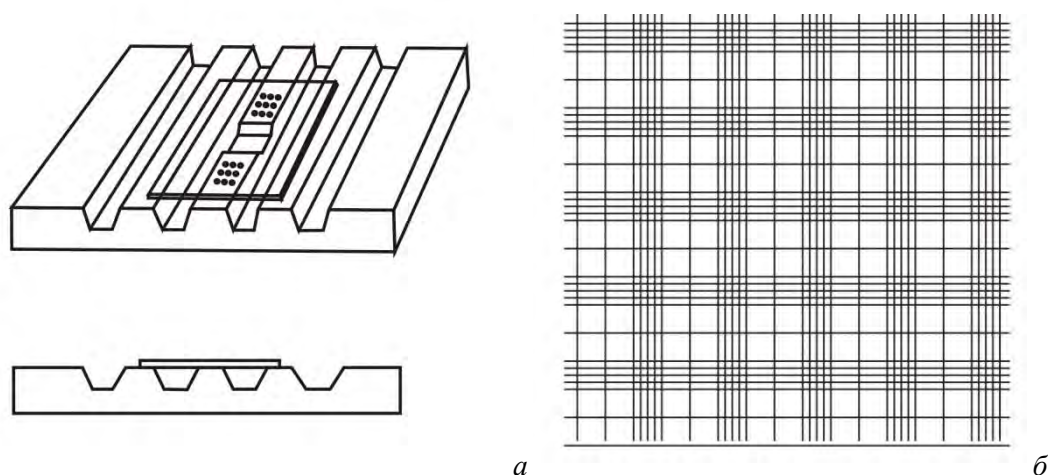


Рис. 7. Камера Горяева (а) и сетка, предназначенная для подсчета пыльцевых зерен (б)

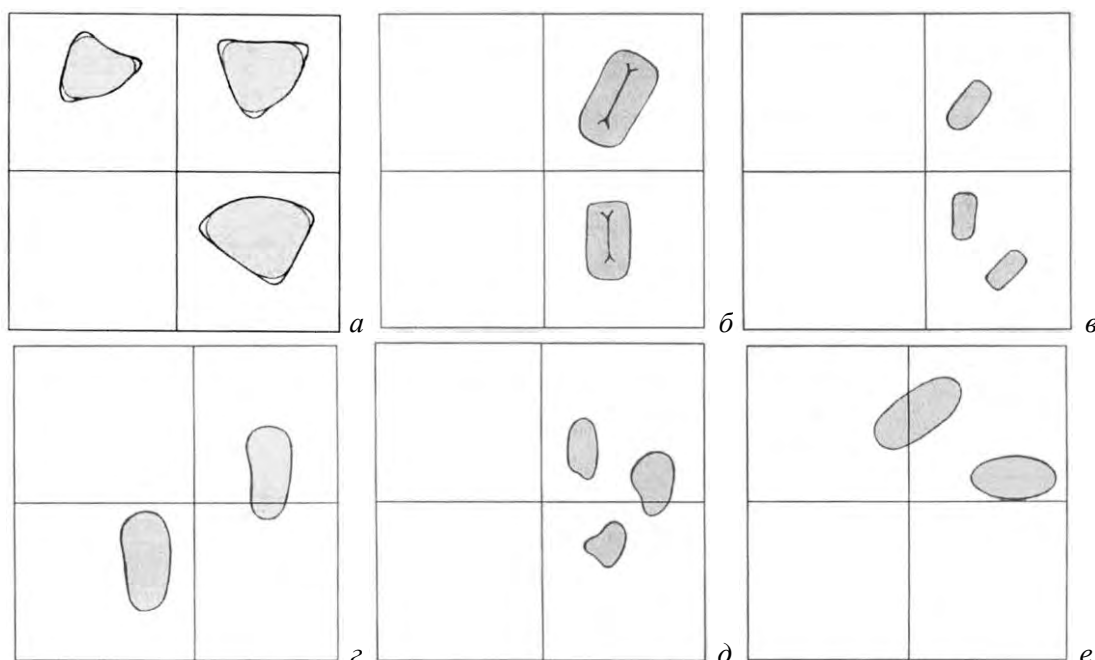


Рис. 8. Рисунки пыльцевых зерен растений семейства Fabaceae на фоне сетки камеры Горяева: *Medicago minima* (а), *Medicago sativa* (б), *Medicago lupulina* (в), *Melilotus officinalis* (г), *Trifolium pratense* (д), *Trifolium repens* (е)

Специфика цели и задач методики допускает выбор траектории трансекты не случайным образом. В частности, на наш взгляд возможна прокладка трансекты не строго по прямой линии, а через участки с наибольшим разнообразием и плотностью цветущих растений, повторяя тем самым тактику выбора кормовых участков пчелами. При этом следует учитывать вероятность того, что на участках с меньшей плотностью цветущих растений могут преимущественно цвести виды, в меньшем числе представленные на участках с большей плотностью и с большим разнообразием видов цветущих растений. В таком случае следует внести коррективы в выбор траектории трансект с учетом этих особенностей. Трансекты разбиваются на участки длиной 25 метров. Наблюдатель начинает движение от точки установки улья по трансекте в выбранном направлении. По ходу движения по выбранной трансекте, он ведет подсчет всех цветков, отмечая их видовую принадлежность. Подсчет на каждом двадцатипятиметровом отрезке трансекты ведется отдельно. Плотные соцветия, например, растений семейства астровых засчитываются как один цветок, независимо от количества цветков их составляющих.

Полученные данные обрабатываются следующим образом. Подсчет общего соотношения числа цветков ведется отдельно по участкам трансект, находящимся на разном удалении от улья. Последовательно суммируются все цветки каждого из видов на равноудаленных от улья участках трансект. Полученные суммы цветков каждого вида цветущих растений на равноудаленных участках трансект умножаются на коэффициенты указанные в таблице 1.

Таблица 1

Коэффициенты, компенсирующие эффект удаленности цветущих растений от места установки улья

	Номера участков трансект в последовательности их отдаления от улья											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Величина коэффициента	1	1,1	1,2	1,3	1,6	2,1	2,3	3,8	5	6,2	8,3	10

Коэффициенты следует применять в тех случаях, когда по результатам суммирования цветков отдельных видов на участках равноудаленных от улья выявится достаточно большая разница в соотношении числа их цветков, хотя бы по одному виду. И в этом случае, как и в других, коэффициенты применяются по всем участкам, независимо от того, отмечено ли в них отклонения от общего соотношения цветков на всех участках.

Полученные после применения коэффициентов (или без них) цифры числа цветков, зарегистрированных на всех участках всех трансект по каждому виду растений, суммируются, и далее вычисляется сумма числа всех цветков всех видов на всех участках всех трансект.

Доля цветков каждого вида растений, цветущих в окружении улья в радиусе 200–300 метров рассчитывается по формуле:

$$\frac{N \times 100}{M},$$

где: N – зарегистрированное на трансектах количество цветков данного вида растений с учетом (или без) поправочных коэффициентов; M – суммарное количество цветков всех видов, зарегистрированное на трансектах с учетом (или без) коэффициентов.

Величина приведенных в таблице коэффициентов рассчитывалась по данным распределения пчел по полю цветущей люцерны вокруг укрытия с ульями, в которых была сформирована искусственная колония пчел *Megachile rotundata*. Эти данные были любезно предоставлены нам М. А. Филатовым. Применение данных коэффициентов компенсирует эффект удаленности цветущих растений от места гнездования пчел (от улья Фабра) при неравномерном распределении их по территории фуражировки.

Оценка пылевой продуктивности цветков (соцветий) на территории фуражировки пчел. Оценка пылевой продуктивности цветков в рамках достижения заданных целей исследований сводится к подсчету среднего числа пылевых зерен, содержащихся в одном цветке (соцветии) и доступных для сбора пчелами в течение дня. Использование соцветий наравне с отдельными цветками требует пояснения. Речь идет только о плотных соцветиях, в которых практически очень трудно подсчитать количество цветков – соцветия астрочетных, сельдереецветных, некоторых бурачничкоцветных и др. Приравнивание таких соцветий к цветкам обусловлено конечной целью этих исследований, точно так же как и выбор единицы измерения пылевой продуктивности – количество пылевых зерен без учета их массы. Оценка пылевой продуктивности цветков (соцветий) необходима для ответа на вопрос – какова доля цветков (соцветий) каждого из видов растений, в общем числе цветков (соцветий) которые посещали пчелы в ходе своих фуражировочных вылетов. Для этих целей ни подсчета числа цветков в плотных соцветиях, ни подсчета массы пылевых зерен не требуется.

Для выявления количества пылевых зерен, содержащихся в одном цветке, необходимо в вечернее время после окончания лета пчел срезать несколько соцветий или цветущих побегов изучаемого растения, занести их в лабораторию и поставить в сосуд с водой. После этого необходимо удалить все распутившиеся цветки, оставив на стебле или цветоносе только бутоны. На следующий день после того как бутоны и пыльники раскроются, все пыльники необходимо отделить от цветка и поместить в чистую пробирку.

Затем в эту пробирку мерной пипеткой следует налить строго определенный объем воды равный 1 см³ (1 мл). Вода осторожно взбалтывается, при этом пыльца смывается с пыльников и переходит в воду в виде взвеси. Если цветок содержит небольшое количество пыльцы, то в пробирку помещаются пыльники с двух, трех или более цветков. Как слишком малое, так и слишком большое количество пыльцы в пробирке затрудняет ее подсчет. Оптимальное число цветков, пыльники которых помещаются в пробирку целесообразно установить опытным путем в ходе нескольких первых попыток подсчета. Дальнейшая работа по подсчету среднего количества пыльцы, содержащейся в одном цветке, проводится с использованием камеры Горяева.

Камера Горяева – специальное оптическое устройство, предназначенное для подсчета видимых в микроскоп частиц в заданном объеме жидкости. Состоит из толстого предметного стекла и тонкого покровного стекла (рис. 7 а). На одной из поверхностей камеры Горяева в двух местах нанесена микроскопическая сетка (рис. 7 б), которая содержит 100 больших (они расположены группами по 4) и 400 малых квадратов (они расположены группами по 16). Площадь больших квадратов равна 1/25 мм², а малых квадратов – 1/400 мм².

Поверхность стекла, на которую нанесена сетка, находится ниже других поверхностей предметного стекла, причем, если покровное стекло положить на предметное стекло, накрыв им участки камеры, на которые нанесена сетка, как это показано на рисунке 7 а, то между покровным стеклом и поверхностью камеры окажется свободное пространство. Расстояние от поверхности камеры с нанесенной на нее сеткой до нижней поверхности покровного стекла будет равно 1/10 мм. Таким образом, если в камеру Горяева поместить исследуемую жидкость и накрыть ее покровным стеклом, то над каждым квадратом (малым или большим) будет определенный объем исследуемого вещества. Над каждым большим квадратом будет находиться 1/250 мм³.

С помощью пипетки небольшое количество воды из пробирки переносится в камеру Горяева, которая накрывается покровным стеклом. Перед этой операцией пробирку следует встряхнуть, что бы пыльца как можно равномерней распределилась в объеме жидкости. Камера Горяева помещается под микроскоп. Подсчет пыльцы проводится при малом увеличении микроскопа в 10 больших квадратах по диагонали поля зрения микроскопа, причем, если пыльца находится против линий, ограничивающих квадрат, считают зерна на верхней и правой линиях, а на левой и нижней – не подсчитывают. Затем определяют среднее количество пылевых зерен в одном квадрате.

Исходя из этих данных, легко вычислить общее количество пыльцевых зерен в пыльниках, помещенных в пробирку. Это делается по формуле:

$$N = \frac{n \times v_0}{v_1},$$

где N – искомая величина, то есть количество пыльцевых зерен, содержащихся в данном количестве пыльников; n – количество пыльцевых зерен над одним квадратом; v_1 – объем жидкости над одним квадратом; v_0 – весь объем жидкости.

Впервые применить камеру Горяева для подсчета количества пыльцы на теле пчел-опылителей предложил А. Н. Киселев с соавторами, описавшими все детали ее применение в отдельной публикации (Киселев и др., 1983).

Учет дихогамии и продолжительности времени цветения отдельных цветков (в том числе и в течение дня) для последующих расчетов пыльцевой продуктивности цветков (соцветий) на территории фуражировки пчел проводится в ходе наблюдений за ходом цветения цветков (соцветий) в природе или предварительно перенесенных в лабораторию. Полученные данные используются для внесения соответствующих поправок в расчеты, позволяющие установить относительный вклад каждого вида растений в общее количество пыльцы предоставляемой пчелам на территории фуражировки в течение дня.

Сравнение информативности разных приемов получения данных при изучении трофических связей диких пчел. Наиболее простой и традиционный метод изучения трофических связей пчел состоит в выявление видового состава растений, посещаемых пчелами для собственного питания и во время сбора пыльцы и нектара. Результатом применения такого метода являются данные в виде распределения пчел того или иного вида по цветущей растительности (Попов, 1935, 1950, 1956, 1967; Пономарева, 1967; Песенко, 1972, 1975 и др.). Этот метод основан на отлове пчел на цветках растений с указанием на коллекционной этикетке вида растения, на котором поймана каждая пчела. Метод дает возможность получить полное представление о спектре кормовых растений, посещаемых пчелами отдельных видов, и приблизительные данные о трофических предпочтениях пчел того или иного вида на видовом и популяционном уровне. Ценную информацию о характере связей пчел с растительностью на индивидуальном уровне можно получить, фиксируя последовательность посещения цветков самкой в ходе фуражировочного полета. Этим способом, в частности, было установлено «правило постоянства посещения цветков насекомыми», (Гринфельд, 1975). Уникальность информации, полученной таким способом, состоит в том, что появляется возможность получить информацию не только о трофических связях пчел, но и об их стратегии и тактике сбора провизии.

Пыльцевой анализ может применяться с использованием двух источников: пыльцы, взятой из скопы (собирательного аппарата пчел), и пыльцы, извлеченной из ячеек гнезд. Анализ пыльца из скопы позволяет выявить спектр растений, посещенных данной пчелой в течение одного фуражировочного полета. Информативность этого метода намного повышается, если есть возможность брать пробы пыльцы из скопы у самок пчел непосредственно при входе в гнездо после завершения фуражировочного вылета.

Уникальность информации, полученной на основании проб пыльцы из гнезд, состоит в том, что в данном случае мы имеем возможность проследить изменения структуры трофических связей пчел на протяжении всего периода их гнездования и смене предпочтений при заготовке провизии в ячейки будущих самок или самцов. Недостатком метода является невозможность получения достаточно точных данных о характере посещения цветков в течение одного фуражировочного полета и изменении предпочтений в течение одного дня.

Сравнительная информативность разных методов изучения структуры трофических связей диких пчел отражена в таблице 2.

Таблица 2

Информативность разных методов изучения структуры трофических связей пчел

Метод	Уровни изучения и способы получения информации		
	Видовой	Популяционный	Индивидуальный
Отлов пчел на цветках с регистрацией видовой принадлежности растений и наблюдения за поведением самок во время сбора провизии на цветках	Анализ этикеточных данных мировых коллекций	Отлов пчел на цветках кормовых растений в отдельных частях ареала, анализ этикеточных данных региональных коллекций	Наблюдения за отдельными особями пчел в процессе последовательного посещения ими цветков кормовых растений в ходе индивидуального питания и сбора провизии
Пыльцевой анализ содержимого скопы пчел	Анализ проб пыльцы, взятых из скопы коллекционных экземпляров мировых коллекций	Анализ проб пыльцы, взятых из скопы коллекционных экземпляров региональных коллекций	Анализ проб пыльцы, взятых из скопы отдельных коллекционных экземпляров или пчел, отловленных на кормовых растениях, а также у гнезд
Пыльцевой анализ провизии из ячеек пчелиных гнезд	Анализ проб пыльцы, взятых из ячеек гнезд, обнаруженных во всех частях ареала	Анализ проб пыльцы, взятых из ячеек гнезд в отдельных частях ареала	Анализ проб пыльцы, взятых из ячеек гнезда

Эффективность разных методов пыльцевого анализа в значительной степени зависит от строения скопы пчел, формы хлебца, соотношения в нем пыльцы и нектара. Сухая пыльца легко и быстро идентифицируются на основе эталонных препаратов пыльцы. Пыльца, смоченная нектаром, теряет нативную форму, что вызывает необходимость иметь под рукой набор дополнительных эталонных препаратов такой пыльцы. Таким образом, наиболее эффективно применение методики пыльцевого анализа при изучении видов, в ячейках гнезд которых хлебцы содержат преимущественно сухую пыльцу. Определенное значение имеет доступность гнезд и их строение. В этом отношении преимущество имеют гнезда, расположенные в надземных полостях с линейным расположением ячеек.

ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ

Результаты исследования проб пыльцы, взятых из скопы пчел, хорошо демонстрируют данные анализа состава пыльцы из собирательного аппарата четырех самок *Osmia rufa*, представленные на рисунке 9. В период подготовки к данным исследованиям самки пчел, заселившие экспериментальный улей, были отловлены, описанным выше способом, и взвешены на торсионных весах. После первого утреннего вылета из гнезд, как и после каждого последующего, летковые отверстия их гнездовых трубок закрывались пробочками из поролона. Пробы пыльцы брались в момент возвращения самок из фуражировочного полета и их попыток проникнуть в гнездо. На рисунке 9 представлен состав пыльцы в скопе четырех самок, вернувшихся из нескольких (от 6 до 8) последовательных вылетов за провизией в течение одного дня с 9-ти до 14 часов. Из данных рисунка видно, что самки *Osmia rufa* проявляют ярко выраженные индивидуальные особенности.

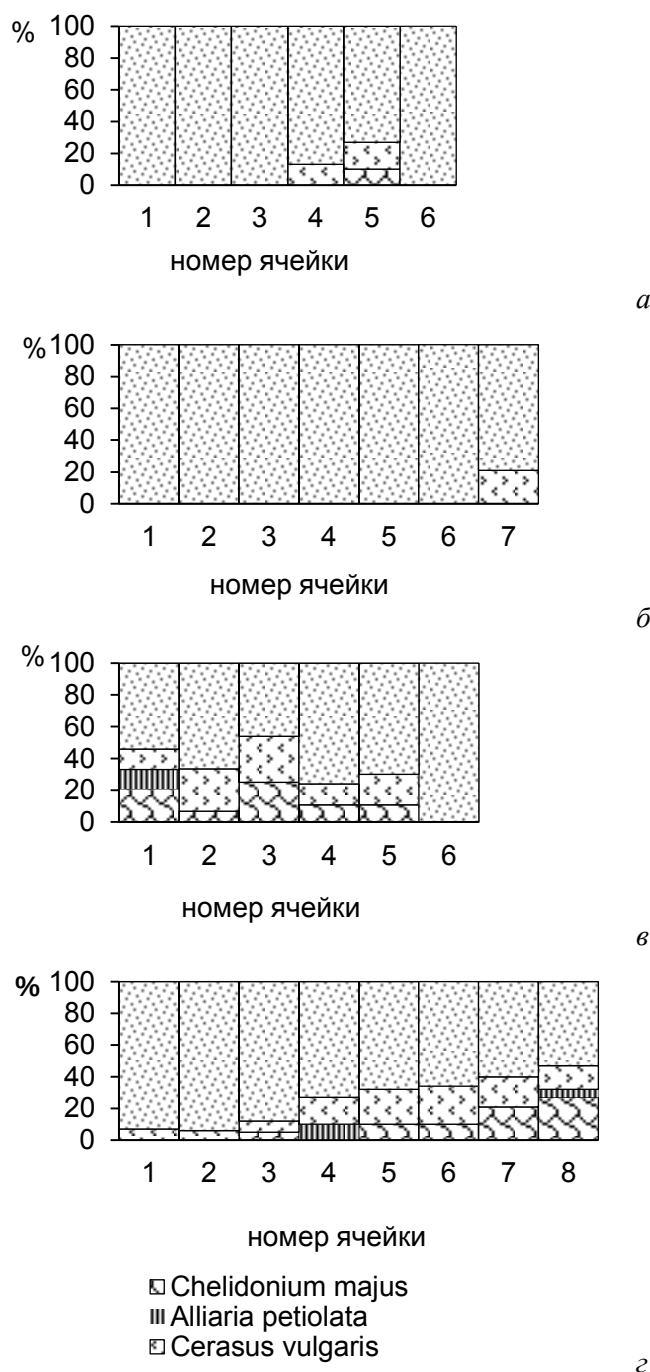


Рис. 9. Состав пыльцы, собранной в течение нескольких последовательных фуражировочных вылетов четырьмя самками *Osmia rufa*

Масса самок: а – 48 мг, б – 54 мг, в – 114 мг, г – 98 мг. Наблюдения проводились в пригороде Симферополя 07.05.2015 г. с 9 до 15 часов.

Первые две самки собирали пыльцу с четырех видов растений. При этом одна из них (рис. 9 в) в большинстве вылетов посещала кормовые растения примерно в одном и том же соотношении, в то время как вторая (рис. 9 г) в ряду последовательных вылетов постепенно сокращала долю основного кормового растения – яблони (*Malus domestica*) – и увеличивала долю остальных, в основном, за счет посещения все большего числа цветков

чистотела (*Chelidonium majus*). Две другие самки посещали почти исключительно цветки яблони, лишь иногда переключаясь на другие растения – в одном случае (рис. 9 б) на чистотел, а в другом (рис. 9 а – на чистотел и вишню (*Cerasus vulgaris*). При этом самки большой массы более охотно переключались на травянистые растения: чистотел и чесночницу. Предпочтение тяжелыми самками *Osmia rufa* травянистых растений, продемонстрированное здесь на примере четырех самок, установлена как закономерность в ходе специальных исследований на большом количестве материала (Иванов, Мензатова, в печати). Ранее такая же закономерность была установлена для *Osmia cornuta* (Иванов, 2006).

В ходе изучения структуры трофических связей по данным анализа состава пыльцы в ячейках гнезд получены сведения об отличиях в динамике смены приоритетов в посещениях цветущих растений на протяжении нескольких дней в процессе провиантирования последовательного ряда ячеек гнезд на индивидуальном уровне. На рисунке 10 в качестве примера таких отличий приведены данные состава пыльцы в ячейках гнезд, построенных двумя самками *Osmia cornuta*. Из данных рисунка видно, что эти две самки существенно отличаются по характеру взаимоотношений с цветущими растениями. Несмотря на то, что сбор провизии проходил в одном месте и в одни и те же дни, одна из самок (рис. 10 а) посещала только два вида растений: иву (*Salix* sp.) и грецкий орех (*Juglans regia* L.), кстати, типично ветроопыляемый вид. При этом по мере зацветания этого вида доля его пыльцы в последовательном ряду ячеек плавно увеличивалась, а ивы – уменьшалась.

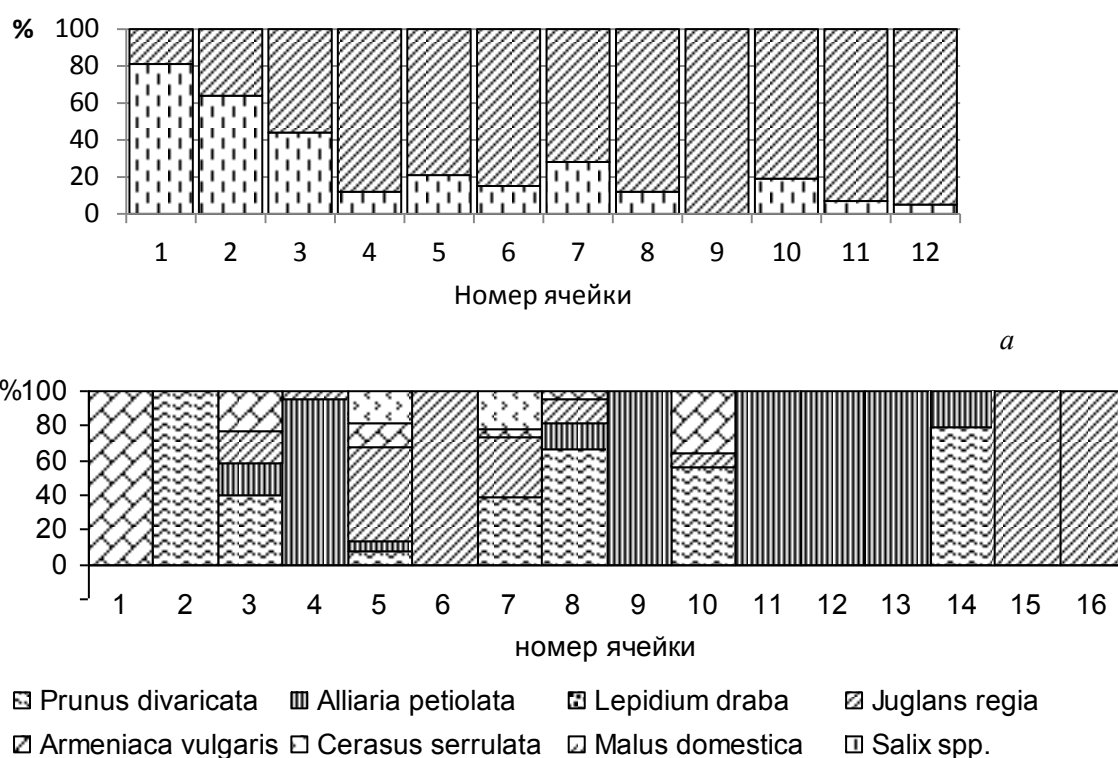


Рис. 10. Состав пыльцы в ячейках гнезд двух самок *Osmia cornuta* (по Иванов, 2006)

Вторая самка (рис. 10 б) посещала цветущие растения без определенной системы, но при провиантировании большинства ячеек (10 из 16) сбор провизии осуществляла с какого-либо одного вида растений.

Пример оценки соотношения количества пыльцы, предоставляемой меллитофильными растениями, цветущими в период лета пчел, и пыльцы этих растений, собираемой самками пчел приведен на рисунке 11. Данный пример особенно показателен, поскольку наглядно

демонстрирует отличия в трофических приоритетах двух близких видов осмий. Близких как морфологически, так и в отношении биологии гнездования (строение гнезд, сроки лета и т. д.).

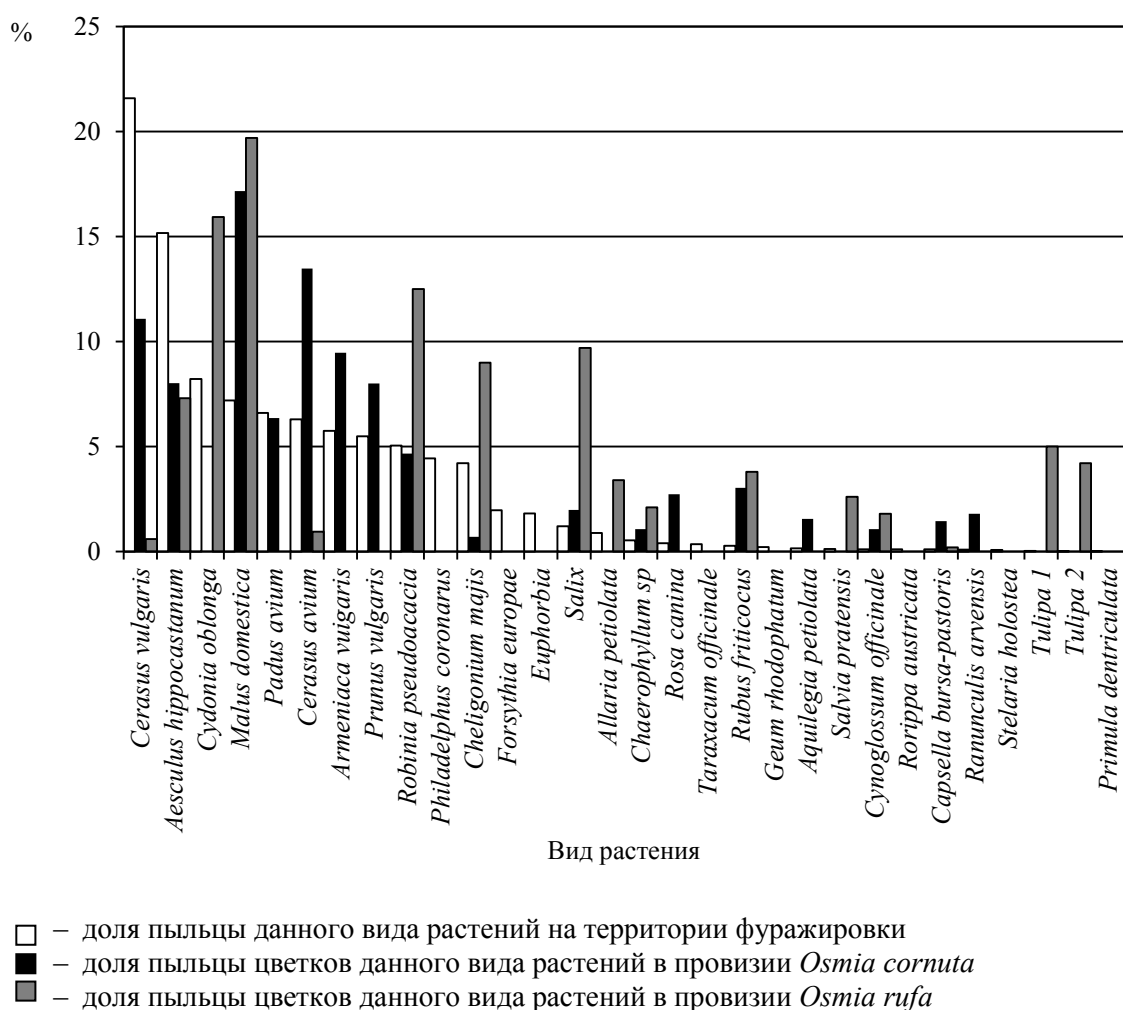


Рис. 11. Соотношение пыльцы, предоставляемой каждым из видов меллитофильных растений, цветущих в период лета двух видов диких пчел, и пыльцы этих растений, собираемой самками для питания личинок

Аналогичные по значению данные, полученные нами с применением пыльцевого анализа, позволили выявить отличия в трофических приоритетах пчел трех видов (*Anthidium manicatum*, *Heriades crenulatus* и *Hoplosmia bidentata*), гнездящихся одновременно в одном улье Фабра, установленном в пригородной зоне Симферополя на территории с несколько обедненным спектром цветущих растений (23 вида). Пчелы двух видов показали себя как монолекты – самки *Anthidium manicatum* собирали пыльцу только с шалфея мутовчатого (*Salvia verticillata*), самки *Hoplosmia bidentata* – только с василька раскидистого (*Centaurea diffusa* Lam.). В то же время и в тех же условиях гнездования самки *Heriades crenulatus* посещали пять видов растений: чертополох курчавый (*Carduus crispus* L.), цикорий (*Cichorium intybus* L.), скерда маколистная (*Crepis rhoeadifolia* M. Bieb.), хондрилла ситниковая (*Chondrilla juncea* L.), василек раскидистый (*Centaurea diffusa* Lam.). Для первых четырех видов растений посещаемость возрастает в соответствии с увеличением пыльцевой продуктивности цветков (соцветий). Эта последовательность нарушается васильком раскидистым, который, имея среднюю пыльцевую продуктивность, лидирует по

посещаемости. Возможно, это можно объяснить высокой относительной плотностью соцветий этого вида (превышение в 3,5 раза) и большим (в два раза) временем цветения в течение дня по сравнению с цикорием, скердой и хондрилой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, приведенные примеры убедительно показывают, что пыльцевой анализ содержимого скопы и ячеек гнезд дает гораздо более полную картину трофических связей пчел по сравнению с картиной, которую можно получить по данным распределения пчел по цветущей растительности. Анализ пыльцы из скопы пчелы дает возможность выявить видовой состав растений, привлечших внимание пчелы в течение одного фуражировочного полета, и оценить соотношение числа цветков разных видов, посещенных пчелой за время полета.

Пыльцесборник в виде насадки на лицевую стенку улья позволяет получить обобщенные сведения о посещаемых пчелами растениях в течение нескольких часов, одного дня или большего периода времени. Пыльцесборники, прикрепленные к летковым отверстиям гнезд дают возможность получить такие же сведения на индивидуальном уровне.

Пыльцевой анализ хлебцев из ячеек гнезд – наименее трудоемкий способ оценки изменения характера связей пчел с цветущими растениями на протяжении всего времени лета пчел в течение сезона. Заключение о видовом составе кормовых растений и вклад каждого в обеспечение личинок пчел запасом питания можно осуществить на основании оценки видовой принадлежности пыльцы и соотношение числа пыльцевых зерен разных видов растений в пробах пыльцы.

Сопоставление полученных данных о составе пыльцы, собираемой пчелами для питания личинок, с соотношением числа цветков разных видов растений, цветущих на территории фуражировки в период лета пчел данного вида, с учетом пыльцевой продуктивности их цветков дают возможность оценить степень избирательности пчел при выборе кормовых растений, трофические приоритеты самок на индивидуальном, локально популяционном (в пределах колонии) и видовом уровне.

Предлагаемая методика, благодаря наличию нескольких приемов отбора проб, позволяет учесть видовые особенности поведения пчел, особенности строения собирательного аппарата, строение ячеек гнезд и консистенцию хлеба.

Применение камеры Горяева обеспечивает надежную идентификацию пыльцы и существенно облегчает подсчет соотношения пыльцевых зерен разных видов растений в пробах пыльцы и оценку пыльцевой продуктивности цветков отдельных видов растений.

В то же время, необходимо отметить, что хотя известные методы изучения трофических связей пчел обладают разной информативностью, каждый из них обладает как недостатками, так и достоинствами. Выбор конкретного метода следует проводить с учетом целей и задач исследований, а также биологических и морфологических особенностей изучаемого вида пчел, его встречаемости, возможности получения свежих гнезд и их строения.

Успешное использование методики предполагает привлечение самок пчел изучаемых видов в специально подготовленные ульи Фабра.

В качестве общего вывода можно заключить, что апробация методики изучения трофических связей диких пчел-мегахилид на основе анализа состава пыльцы из ячеек гнезд и скопы пчел показала ее высокую информативность и эффективность.

Благодарности. Авторы приносят благодарность А. В. Фатерыге за плодотворное обсуждение результатов исследований и Е. Прокопюк за помощь в сборе полевого материала.

Список литературы

- Гринфельд Э. К. Правило постоянства посещения цветков насекомыми // Вестн. Ленингр. ун-та. – 1975. – № 15. – С. 23–33.
- Давыдова Н. С. Насекомые – переносчики пыльцы ветроопыляемых растений // Тр. XII-го междунар. энтомол. конгресса. – Т. III. – Л.: Наука, 1972. – С. 295–296.
- Деклараційний патент на корисну модель України 12463. Спосіб для відбору пилку від бджіл-мегахилидів; А01К 47/06 (2006.01) / С. П. Иванов. – № у 2005 06547; Заявл. 04.07.2005; Опубл. 15.02.2006, Бюл. № 2. – 3 с.: ил.
- Деклараційний патент на корисну модель України 14466. Пристрій для відбору пилку від бджіл-мегахилидів; А01К 47/06 (2006.01) / С. П. Иванов. – № у 2005 11167; Заявл. 15.05.2005; Опубл. 15.05.2006 а, Бюл. № 5. – 3 с.
- Длусский Г. М., Лаврова Н. В., Ерофеева Е. А. Механизмы ограничения круга опылителей у иван-чая (*Chamaerion angustifolium*) и двух видов гераней (*Geranium palustre* и *G. pratense*) // Журн. общ. биол. – 2000. – Т. 62, № 2. – С. 181–197.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / М.: Колос, 1965. – 424 с.
- Иванов С. П. Конструктивные особенности искусственных гнездовий для одиночных пчел // Насекомые-опылители сельскохозяйственных культур (Сб. научн. тр.). – Новосибирск: Сиб. отдел. ВАСХНИЛ, 1982. – С. 79–83.
- Иванов С. П. Переселение пчел *Osmia rufa* L. (Apoidea, Megachilidae) в период гнездования // Биологические науки. – 1983. – № 5. – С. 40–43.
- Иванов С. П. Структура трофических связей диких пчел *Osmia cornuta* и *Osmia rufa* (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae) в Крыму // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана (Тематич. сб. научн. тр.). – Симферополь: ТНУ, 2006. – Вып. 16. – С. 136–146.
- Иванов С. П., Мензатова Э. А. Гнездование пчелы *Osmia rufa* (Hymenoptera, Megachilidae): трофические связи // Энтомол. обзор. (в печати).
- Киселев А. Н., Темирова С. И., Стенько Р. П. Методические указания к полевой практике по зоологии беспозвоночных / Симферополь: СГУ, 1983 – 16 с.
- Колесова Н. С. Трофические связи шмелей (Hymenoptera, Apidae, *Bombus*) на территории Вологодской области // Актуальные проблемы биологии и экологии: Материалы докл. XVI Всерос. молодёж. науч. конф. (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 6-10 апреля 2009 г.). – Сыктывкар, 2009. – С. 96–98.
- Лакин Г. Ф. Биометрия / М.: Высшая школа, 1968. – 286 с.
- Лысенков С. Н. Опылители-генералитеты как агенты переноса пыльцы растений с широким кругом опылителей: автореф. дисс. ... кандидата биол. наук. – М., 2010. – 19 с.
- Патент на полезную модель 157573 Российской Федерации МПК А01N 3/00, G09B 23/38. Устройство для хранения ботанического материала / Иванов С. П., Сволынский А. Д., Сволынская Л. А.; патентообладатель ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского». – № 2015114245/10; заявл. 16.04.2015; опубл. 10.12.15, Бюлл. № 34.
- Патент на полезную модель 153689 Российской Федерации МПК А01К 47/06. Устройство для отбора проб пыльцы у пчёл-мегахилид / Иванов С. П.; патентообладатель ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского». – № 2014154590; заявл. 31.12.2014, опубл. 27.07.2015 б, Бюлл. № 21.
- Песенко Ю. А. Материалы по фауне и экологии пчелиных (Apoidea) Нижнего Дона. Сообщение 3. Фенология и трофические связи Andrenidae // Зоол. журнал. – 1972. – Т. 51, вып. 8. – С. 1201–1205.
- Песенко Ю. А. Материалы по фауне и экологии пчелиных (Hymenoptera, Apoidea) Нижнего Дона. VI. Обзор трофических связей // Энтомол. обзор. – 1975. – Т. 54, вып. 3. – С. 555–564.
- Пономарева А. А. О кормовых связях некоторых пчел подсемейства Anthophorinae и основных опылителей (Hymenoptera, Apoidea) бобовых растений в Центральном Казахстане и Средней // Труды Зоол. ин-та АН СССР. – 1967. – Т. 38. – С. 330–365.
- Попов В. В. Материалы к фауне пчел Таджикистана (Hymenoptera, Apoidea) // Труды Таджикской базы АН СССР. – 1935. – № 3. – С. 351–408.
- Попов В. В. Сбор и изучение опылителей сельскохозяйственных и других растений. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1950 б. – 40 с.
- Попов В. В. Пчелиные, их связи с цветковой растительностью и вопрос об опылении люцерны // Энтомол. обзор. – 1956. – Т. 35, вып. 3. – С. 582–598.
- Попов В. В. Пчелиные Средней Азии и их распределение по цветковым растениям // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1967. – Т. 38. – С. 11–329.
- Песенко Ю. А. Материалы по фауне и экологии пчелиных (Hymenoptera, Apoidea) Нижнего Дона. VI. Обзор трофических связей // Энтомол. обзор. – 1975. – Т. 54, вып. 3. – С. 555–564.
- Мариковская Т. П. Пчелиные – опылители сельскохозяйственных культур / Алма-Ата: Наука, 1982. – 115 с.
- Dingemans-Bakels F. N. The pollen-collecting activities of some andrenid bees // Zool. Medd. – 1972. – Deel 47, N 37. – P. 465–467.
- Müller A. Palearctic Osmiine Bees. Systematics and Biology of Fascinating Group of Solitary Bees [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://blogs.ethz.ch/osmiini/palaeartic-species/osmia/helicosmia/>
- Raw A. Pollen preference of three *Osmia* species (Hymenoptera) // Oikos. – 1974. – Vol. 25, N 1. – P. 54–60.

Tasei J.-N. Le comportement de nidification chez *Osmia* (*Osmia*) *cornuta* Latr. et *Osmia* (*Osmia*) *rufa* L. (Hymenoptera Megachilidae) // Apidologie. – 1973. – Vol. 4, N 3. – P. 195–225.

Tasei J.-N. Récolte des pollens et approvisionnement du nid chez *Osmia coerulescens* L. (Hymenoptera, Megachilidae) // Apidologie. – 1976. – Vol. 7, N 4. – P. 277–300.

Westrich P., Schmidt K. Pollenanalyse, ein Hilfsmittel beim Studium des Sammelverhaltens von Wildbienen (Hymenoptera, Apoidea) // Apidologie. – 1987. – Vol. 18, N 2. – P. 199–213.

Ivanov S. P., Menzatova E. A. Method of study of megachilid wild bees trophic relations (Hymenoptera, Megachilidae) based on the analysis of the pollen composition from nest cells and scopa of females // Ekosystemy. 2016. Iss. 5 (35). P. 66–86.

A new method to identify the structure of trophic relations of megachilid wild bees is offered. The method allows revealing the nature of preferences of bees visiting flowers of different species of plants, depending on abundance and species composition of flowering plants, time of day, age of females, and other circumstances. The method is based on identification of the species composition of preferred forage plants of bees based on the composition analysis of pollen in the scopa of female bees, and in their nest cells' bread. Conclusions on the nature of bees' preferences when visiting plants of different species are made by comparing the ratio of pollen grains of different plant species in the pollen collected by bees against the ratio of the number of flowers of different plant species flowering in the territory of summer foraging of these bees, and their pollen production. Calculation of the ratio of pollen grains of different plant species, their identification and pollen productivity of flowers is carried out with a Goryaev's camera. The pollen identification is carried out by comparing pollen specimens collected from bees against pollen specimens collected directly from flowers of flowering plants at the research site. Samples of pollen from the scopa of individual bees are taken after their catching near nests at the time of returning to the nest after a foraging flight, or without bees' catching using a special device affixed at the entrance to the nest. Pollen samples taken in this way reflect the species composition and ratio of flowers visited by bees during one foraging flight. Pollen samples taken within one day are illustrative of the change of bees' trophic priorities during a summer day. Change of trophic preferences for a number of days and entire nesting season is studied based on the analysis of pollen composition in samples taken from nest cells constructed in sequence over several days and whole season. Successful use of this method involves bringing of female bees of studied species to specially prepared Fabre's hives. The method was evaluated when studying the structure of trophic relations of 6 megachilid bees species: *Anthidium manicatum*, *Heriades crenulatus*, *Hoplosmia bidentata*, *Megachile rotundata*, *Osmia cornuta*, and *Osmia rufa*.

Keywords: Megachilidae, megachilid bees, method, structure of trophic relations, identification of pollen, Goryaev's camera, pollen production of flowers.

Поступила в редакцию 21.05.2016 г.

УДК 591.1:524.11 (262.5)

РЕАКЦИЯ КУТИКУЛЫ И МЯГКИХ ТКАНЕЙ МОРСКИХ НЕМАТОД ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДАХ ФИКСАЦИИ ПРОБ МЕЙОБЕНТОСА

Иванова Е. А.

Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, katya.iva@mail.ru

Ключевые слова: мейобентос, нематоды, методы фиксации проб, этанол, формальдегид.

При таксономической идентификации морских нематод, обитающих в осадках Севастопольской бухты, проведено сравнение различных методов фиксирования проб мейобентоса и их влияние на качество получаемых препаратов. Использовали популярный среди исследователей способ фиксации проб донных осадков с помощью 75 % раствора этанола и параллельно – рекомендуемый в большинстве публикаций метод добавления 4 % водного раствора формальдегида. Оказалось, что фиксирование проб этанолом приводит к значительной деформации кутикулы нематод из-за резкого сжатия внутреннего содержимого тела (рис. 1, б). В результате, органы головного конца тела нематоды часто оказываются заметно поврежденными, их форма и расположение не всегда соответствуют описаниям определителей. Наблюдались искажения формы и размеров пищевода, а также следующего за ним утолщения – бульбуса и хеморецепторных органов (амфид), а также изменение общей длины тела (укорочение за счет съеживания кутикулы). Поскольку эти морфологические особенности являются важными систематическими признаками, видовое определение таких нематод, фиксированных спиртовым раствором, часто было затруднено, а в некоторых случаях и невозможно. Напротив, экземпляры, фиксированные формалином, сохранялись в хорошем состоянии, деформаций внутренних органов не наблюдалось.

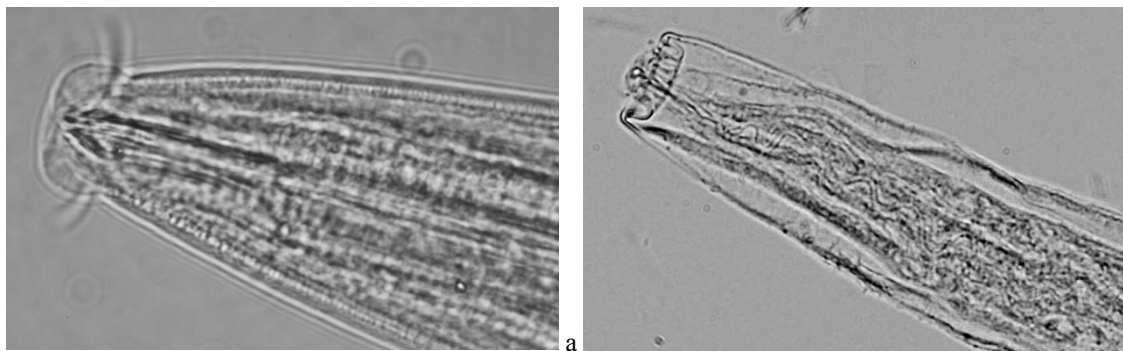


Рис. 1. Препараты нематод с ненарушенным строением тела при фиксации формалином (а) и деформированный экземпляр с отслоившейся кутикулой после фиксирования этанолом (б)

Fig.1. Nematodes treated by different fixatives: intact specimen after formalin fixation (a) and damaged specimen with detached cuticle after ethanol fixation (b)

Описанные эффекты при разных способах обработки мейобентосных проб необходимо учитывать в зависимости от задач исследования. В случае таксономических определений, когда требуется видовая идентификация нематод, важно учитывать действие каждого реагента на мягкие ткани и кутикулу нематод.

Ivanova E. A. Effects of various fixation techniques on cuticle and tissues of marine meiobenthic nematodes // *Ekosistemy*. 2016. Iss. 5 (35). P. 87.

Key words: meiobenthos, marine nematodes, fixation techniques, ethanol, formalin.

Поступила в редакцию 02.06.2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Ярош О. Б., Кобечинская В. Г. Демпферная природа ассимиляционного потенциала Крыма: теория оценки и использования	3
Васюков В. М. Редкие и нуждающиеся в охране растения верхней части бассейна реки Хопер.....	16
Будашкин Ю. И. Самшитовая огневка – <i>Cydalima perspectalis</i> (Lepidoptera, Pyraustidae) – новый для фауны Украины и Крыма вид опасного вредителя лесного и паркового хозяйства .	36
Будашкин Ю. И., Милованов А. Э., Иванов С. П., Пузанов Д. В. Коллекция булавоусых бабочек (Lepidoptera: Rhopalocera) Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского	40
Чекалов В. П. Потребление кислорода в зоне контакта водных масс верхней границы сероводородного слоя с донными осадками (Чёрное море)	53
Чибрик Т. С., Лукина Н. В. Микоризообразование травянистых видов Коркинского угольного разреза.....	60
Иванов С. П., Мензатова Э. А. Методика изучения структуры трофических связей диких пчел-мегахилид (Hymenoptera, Megachilidae) по результатам анализа состава пыльцы из ячеек гнезд и скопы самок	66
Иванова Е. А. Реакция кутикулы и мягких тканей морских нематод при различных методах фиксации проб мейобентоса	87

CONTENT

<i>Yarosh O. B., Kobechinskaya V. G.</i> Damper nature of the carrying capacity of the Crimea: the theory of evaluation and using.....	3
<i>Vasjukov V. M.</i> Rare, in need of protection plants the upper part of the basin of the river Khoper	16
<i>Budashkin Yu. I.</i> Boxwood moth – <i>Cydalima perspectalis</i> (Lepidoptera, Pyraustidae) – a new for the fauna of Ukraine and Crimea species of a dangerous pest of forestry and greenery	36
<i>Budashkin Yu. I., Milovanov A. E., Ivanov S. P., Puzanov D. V.</i> Collection of Rhopaloceras butterflies (Lepidoptera, Rhopalocera) of Crimean Federal University named V.I. Vernadskii.....	40
<i>Chekalov V. P.</i> Oxygen consumption in the contact zone of the water masses upper boundary of hydrogen sulfide layer with bottom sediments (the Black Sea)	53
<i>Chibrik T. S., Lukina N. V.</i> The herbaceous species mycorrhiza of the Korkino coal mine	60
<i>Ivanov S. P., Menzatova E. A.</i> Method of study of megachilid wild bees trophic relations (Hymenoptera, Megachilidae) based on the analysis of the pollen composition from nest cells and scopa of females.....	66
<i>Ivanova E. A.</i> Effects of various fixation techniques on cuticle and tissues of marine meiobenthic nematodes.....	87