

PECULIARITIES OF HEAVY METALS ACCUMULATION BY DOORYARD PLANTAIN'S LEAVES (*PLANTAGO MAJOR* L.) IN THE URBANIZED TERRITORIES

© 2018

Babkina Lyudmila Alexandrovna, candidate of biological sciences,
associate professor of General Biology and Ecology Department
Lukyanchikov Dmitry Sergeevich, master student of General Biology and Ecology Department
Lukyanchikova Oksana Vladimirovna, candidate of biological sciences,
associate professor of General Biology and Ecology Department
Kursk State University (Kursk, Russian Federation)

Abstract. The paper reveals the content of extractable zinc, cadmium and lead in the soil of the territories with different level of technological influence. The peculiarities of heavy metals storage by dooryard plantain's leaves *Plantago major* L. are observed. The soils of the industrial zone are characterized by pollution with cadmium and lead compounds. The content of lead and zinc ions in dooryard plantain's leaves *P. major*, growing in this region, oversteps the accepted values. The plant material picked in the suburbs of the city close to the forest zones is ecologically safe. According to increasing of accumulation features, heavy metals are located in the following order: lead < cadmium < zinc that reflects the degree of their importance for plants and the similarity of their physical and chemical indexes. The higher indexes of the storage coefficients for cadmium in comparison with lead are connected with its translocation into cells by carriers for zinc biophile element. The increase of zinc and cadmium content in the soil leads to decrease of accumulation of these ions in leaves. Lead gets into dooryard plantain's leaves *P. major* from both through roots from the soil and through mouth apparatus of leaf epidermis from the air.

Keywords: dooryard plantain; *Plantago major* L.; extractable heavy metals; zinc; cadmium; lead; urbanized territories; atomic absorption analysis; maximum allowable concentration (MAC); index of total toxin burden; accumulation coefficient; accumulation capacity; range correlation coefficient by Spirment.

УДК 574.58

Статья поступила в редакцию 26.11.2017

ЗАРАЖЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ *VIVIPARUS VIVIPARUS* L. РЕКИ МАЛАЯ КОКШАГА ПАРТЕНИТАМИ ТРЕМАТОД И СОДЕРЖАНИЕ В ТКАНЯХ МОЛЛЮСКОВ КАРОТИНОИДОВ

© 2018

Бедова Прасковья Владимировна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии
Марийский государственный университет (г. Йошкар-Ола, Российская Федерация)

Аннотация. В работе представлены результаты многолетних исследований (2001–2011 гг.) популяции *Viviparus viviparus* L. реки Малая Кокшага, которая является 42-м левым притоком реки Волга и протекает по территории Республики Марий Эл. Для данной популяции изучена плотность, биомасса, половая структура и возрастная структура. Проведено определение зараженности гастропод партенидами трематод и изучено влияние паразитов на содержание каротиноидных пигментов в тканях моллюсков. Для определения интенсивности инвазии разработана трехбалльная шкала зараженности. На протяжении всего периода исследований зараженность *V. viviparus* партенидами трематод была стабильно высокой. Более 50% всех особей были заражены личинками различных трематод на всех стадиях развития. Существенных различий в зараженности самцов и самок не зарегистрировано. Прослеживается влияние трематодной инвазии на содержание каротиноидов. У зараженных особей обоих полов и в весенний, и в летний период было зарегистрировано более высокое содержание каротиноидов, чем у незараженных. В популяции *V. viviparus* реки Малая Кокшага преобладали особи годовалого возраста, с высотой раковины 18,0–25,9 мм. Половая структура популяции *V. viviparus* реки Малая Кокшага стабильна за весь период проведения исследований. Преобладание самцов либо самок в популяции незначительно. В численности и биомассе *V. viviparus* значимых различий по годам не зарегистрировано.

Ключевые слова: Республика Марий Эл; река Малая Кокшага; город Йошкар-Ола; моллюски; гастроподы; лужанка речная; численность; биомасса; половая структура популяции; самцы; самки; возрастная структура популяции; личиночные стадии трематод; промежуточные хозяева; зараженность; каротиноидные пигменты.

Введение

Представители брюхоногих моллюсков являются обязательным звеном в циклах развития широкого спектра гельминтов, в первую очередь – трематод. Водоемы, населенные гастроподами, представляют потенциальную опасность для животных и человека. Зараженность моллюсков гельминтами может служить важным показателем уровня биологической опасности водных объектов разного назначения [1].

В зараженности моллюсков партенидами трематод существенную роль играют биотические факто-

ры. К биотическим факторам относятся плотность популяции самих моллюсков, других водных беспозвоночных, выполняющих роль промежуточных хозяев трематод, концентрация и видовой состав позвоночных, служащих для трематод дефинитивными хозяевами, и, наконец, характер растительного биоценоза водоемов [2]. Первые сведения по трематодфауне моллюсков России встречаются в работах Д.Ф. Синециной, посвященных изучению строения и развития партенит трематод [3]. К.И. Скрыбин в своих трудах приводит систематику целого ряда взрос-

лых и личиночных форм трематод, дает подробное описание их морфологии и биологии [4].

На территории Среднего Поволжья изучение фауны личиночных форм трематод в моллюсках изучала Р.А. Куприянова-Шахматова [5; 6]. В Республике Марий Эл видовой состав, зараженность гастропод партенитами трематод и содержание в тканях моллюсков каротиноидов изучала П.В. Бедова с соавторами в разные годы [7–11]. Однако обобщенных материалов по лужанке речной до настоящего времени не представлено. В связи с этим целью данной работы было изучение влияния трематодной инвазии на состояние популяции *Viviparus viviparus* L. реки Малая Кокшага и на содержание каротиноидов в тканях моллюсков. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1) изучить характеристики популяции *V. viviparus* реки Малая Кокшага (плотность, биомассу, половую и возрастную структуру);

2) определить зараженность *V. viviparus* личиночными стадиями трематод;

3) выяснить влияние трематодной инвазии на содержание каротиноидных пигментов в тканях моллюсков.

Объект исследований

Объектом исследований служит брюхоногий моллюск лужанка речная (*Viviparus viviparus* L.), которая имеет конусовидную, довольно толстостенную, серо-зеленоватую или коричневатого цвета, с тремя темными полосами раковину. Обитает в реках, речных рукавах, пойменных озерах. Является европейским видом. Живородящи, раздельнополы, обладают половым диморфизмом. У лужанки два длинных щупальца, которые она выставляет вперед, когда движется. Причём у самки эти щупальца одинаковой толщины, а у самца правое щупальце сильно расширено, играет роль копулятивного органа [12].

Методы исследований

Исследования проводились в Республике Марий Эл, которая расположена на востоке Восточно-Европейской равнины в средней части бассейна реки Волга на реке Малая Кокшага в черте города Йошкар-Ола. Сбор материала проводился с 10 станций с учетом характера грунта и растительности. Для количественного учета моллюсков применяли метод площадок с плавающей рамкой площадью 1 м² [12].

В лаборатории моллюсков помещали в кристаллизаторы с водой, определяли половую принадлежность и проводили вскрытие для определения зараженности. Препарат рассматривали под биноклем и разными увеличениями микроскопа. Наиболее тщательно обследовали печень, так как она в первую очередь поражается партенитами трематод. Личинки трематод реже располагаются в почках, жабрах, легких, ноге, в половых органах. Нами наблюдались личинки на различных стадиях развития: спороцисты, редии, церкарии.

С 2010 года учитывалась не только экстенсивность инвазии, но была разработана трехбалльная шкала зараженности. Слабое заражение (1 балл) считали, когда в поле зрения микроскопа попадают от 1 до 5 партенит; 2 балла – среднее заражение (5–10 партенит); 3 балла – сильное заражение (более 10 партенит). Определение содержания каротиноидов в тканях проводили по методу, предложенному В.Н. Карнауховым [13]. Для обработки статистического материала применялся пакет программ Statistica.

Результаты исследований

Исследования популяции *V. viviparus* были начаты в 2001 году. В последующие годы, включая 2011 год, была выяснена половая и размерно-возрастная структура популяции, проведено определение зараженности этого вида личинками трематод, выяснено влияние трематодной инвазии на содержание каротиноидных пигментов в тканях моллюсков.

В связи с интенсивной застройкой береговой линии реки, на станциях прежнего отбора проб (2001–2003 гг.) в 2010 году собрать материал не было возможности (берега либо забетонированы, либо засыпаны под застройку). Поэтому сравнение количественных характеристик проведено в целом по участку реки, протекающему в черте города Йошкар-Ола.

По изучаемому участку реки средняя плотность с 2001 года по 2011 год, варьировала от $12,4 \pm 2,6$ экз./м² до $31,3 \pm 7,8$ экз./м², а средняя биомасса от $36,0 \pm 9,9$ г/м² до $105,0 \pm 13,3$ г/м². Однако статистический анализ не выявил достоверной разницы в изменении численности ($P = 0,113$) и биомассы ($P = 0,593$).

Половая структура популяции *V. viviparus* реки Малая Кокшага достаточно стабильна, не выявлено закономерностей преобладания того или иного пола по годам. Численность самок незначительно преобладала над численностью самцов в 2002 году. Так, в июне они составляли 60%, а в августе 56%. Также в июне 2011 года самки составляли 58%. В остальные периоды в популяции *V. viviparus* на исследуемом участке реки Малая Кокшага незначительно, но преобладали самцы.

Преобладание самцов либо самок в популяции было незначительным, т.е. можно судить о достаточно благополучной ситуации в популяции *V. viviparus* реки Малая Кокшага, т.к. как известно, что первичная половая структура (возрастной класс 0+) у *V. viviparus* зачастую выражается как 1 : 1. Во вторичной половой структуре при равном соотношении полов водоем характеризуется наиболее благополучными условиями для гидробионтов [14].

Размерно-возрастная структура популяции определяется по высоте раковины моллюска, которая представлена нижним и верхним предельно допустимым значением. Любые внешние воздействия учитываются в данном интервале [15]. Особи до года имеют высоту раковины 4,0–17,9 мм, особи годовалого возраста – 18,0–25,9 мм, особи двухгодовалого возраста – 26,0–29,9 мм, особи трехгодовалого возраста – 30,0–31,9 мм. Выяснилось, что за весь период исследований наибольшее количество особей зарегистрировано в возрасте от 1 до 2 лет (табл. 1). Было выяснено, что в 2001 и в 2002 годах в популяции преобладают особи годовалого возраста с размерами 18,0–25,9 мм (табл. 1). Наименьшее число моллюсков было трехлетнего возраста, с размерами от 30,0 до 31,9 мм. Экземпляры с размерами 4,0–17,9 мм составляли всего по 6%.

С июня 2010 года резко возросло количество особей до года, они составляли уже 38% в 2010 году и 31% в 2011 году. А количество особей годовалого возраста в этот период несколько уменьшилось. Они составляли по 44% (2010–2011 гг.), а в предыдущие годы доля таких экземпляров доходила до 72% (2002 г.).

Таблица 1 – Возрастная структура популяции *V. viviparus* реки Малая Кокшага

Высота раковины (мм)	4,0–17,9	18,0–25,9	26,0–29,9	30,0–31,9
Возраст (годы)	0+	1+	2+	3+
июнь 2001 г.	6%	64%	28%	2%
июнь 2002 г.	6%	60%	30%	4%
август 2002 г.	6%	72%	20%	2%
июнь 2010 г.	38%	44%	16%	2%
июнь 2011 г.	31%	44%	22%	3%

Примечание. Высота раковины 4,0–17,9 мм – возраст от 0 до 1 год; 18,0–25,9 мм – от 1 до 2 лет; 26,0–29,9 мм – от 2 до 3 лет; 30,0–31,9 – от 3 лет и старше.

Определение зараженности моллюсков паразитическими червями показало, что за весь период исследований зараженность *V. viviparus* партенитами трематод стабильно высокая и составляет от 48% до 83%. Наибольшей зараженностью моллюсков характеризуются оба сезона 2003 года. Через 7 лет зараженность начала снижаться и в 2011 году составляла уже 48%.

При проведении исследований выяснилось, что самцы были заражены в большей степени, чем самки. Интенсивное заражение самцов *V. viviparus* приходится на 2003 год летний период, что составляет 90%. А максимальное заражение самок *V. viviparus* приходится на 2003 год весенний период, что составляет 78%.

С 2003 года по 2010 год береговая линия реки Малая Кокшага претерпела значительные изменения. Вся центральная часть города преобразилась до неузнаваемости. По берегам был вырублен весь кустарник, прибрежную часть засыпали навозным грунтом и построили набережную. Поэтому птицы, которые являются окончательными хозяевами многих трематод и которые находили убежище в прибрежных зарослях, исчезли. К 2011 году застройка берега реки была довольно высокой, а отсутствие окончательных хозяев снижает зараженность промежуточных.

С 2010 года нами анализировалась зараженность самцов и самок *V. viviparus* отдельно по станциям отбора проб. Выяснилось, что на тех станциях, где численность была маленькой, процент зараженности выше, достигает 100%. По-видимому, из-за сильной инвазии моллюски погибали, т.к. повреждающее воздействие партенит может быть обусловлено ме-

ханическим разрушением тканей хозяина, отнятием пищи и отравлением организма моллюска ядовитыми продуктами обмена веществ [16; 17]. Известно, что зараженные моллюски обладают повышенной чувствительностью к изменению условий внешней среды. При засухе, резком повышении или понижении температуры или при других неблагоприятных воздействиях зараженные моллюски гибнут в первую очередь [17]. К тому же наличие в водоеме личинок трематод зависит также от присутствия в данной местности дефинитивных хозяев и от степени их зараженности [5]. Паразитирование партенит трематод вызывает глубокие нарушения деятельности половой системы моллюсков. Эти нарушения связаны с временной атрофией половой железы или полной паразитарной кастрацией [17]. Кроме того, на этих станциях течения практически не было, что облегчает контакт инвазионного начала с промежуточным хозяином, т.к. степень зараженности моллюсков находится в зависимости от проточности водоема [17].

В 2010–2011 гг. изучалась не только экстенсивность заражения, но и интенсивность инвазии отдельных особей. При анализе интенсивности заражения по 3-балльной шкале выяснилось, что в 2010 году наибольшее количество особей как мужского, так и женского пола было заражено на 1 балл, т.е. имело слабую зараженность. Так, самки с интенсивностью инвазии в 1 балл составляли 59%, самцы – 71%. В 2011 году ситуация несколько изменилась и уже 46% самцов и 36% самок были заражены на 3 балла. А самки с интенсивностью инвазии в 1 балл составляли 41%.

Экстенсивность зараженности *V. viviparus* реки Малая Кокшага в 2011 году снизилась по сравнению с 2010 годом, а интенсивность инвазии увеличилась. Это связано со снижением плотности популяции, т.к., по-видимому, плотность популяции моллюсков определяет экстенсивность их заражения. Существенных различий в зараженности самцов и самок не зарегистрировано.

Изучение влияния трематодной инвазии на содержание каротиноидов в тканях моллюсков проводили в 2002–2003 гг. (табл. 2). Летом 2002 года при измерении удельной концентрации пигментов выявили, что у зараженных самок содержание каротиноидов выше, чем у незараженных. У зараженных и незараженных самцов *V. viviparus* в 2002 году содержание каротиноидов практически одинаково. В 2003 году содержание каротиноидов у зараженных самок и самцов выше, чем у незараженных.

Таблица 2 – Содержание каротиноидов у *V. viviparus*, мг/100 г сырого веса

Сезон	Зараженные моллюски		Незараженные моллюски	
	Самки	Самцы	Самки	Самцы
2002 июнь	0,367 ± 0,126*	0,297 ± 0,027	0,129 ± 0,041*	0,291 ± 0,001
2003 май	0,220 ± 0,003*	0,262 ± 0,045	0,100 ± 0,004*	0,237 ± 0,022
2003 июнь	0,337 ± 0,007	0,530 ± 0,005	0,238 ± 0,048	0,516 ± 0,087

Примечание. * – разница статистически достоверна при $p < 0,05$.

В 2002 году у зараженных самок *V. viviparus* реки Малая Кокшага содержание каротиноидов выше, чем у зараженных самцов. У незараженных особей, наоборот, у самцов содержание каротиноидов в тканях выше, чем у самок. В 2003 году концентрация каротиноидов у самцов как зараженных, так и незараженных выше, чем у самок.

Каротиноиды представляют собой группу дыхательных пигментов и аккумулируют кислород [13].

Присутствие партенит вызывает нарушение нормального обмена веществ моллюсков. Прежде всего, значительно уменьшаются запасы гликогена. Одновременно у зараженных моллюсков значительно повышается потребление кислорода. Эти данные указывают на повышение интенсивности обмена веществ; полагают, это связано с интенсивным питанием зараженных моллюсков, которое необходимо для удовлетворения потребности в пище не только хозя-

ина, но и паразита. По-видимому, поэтому у зараженных моллюсков содержание каротиноидов выше, чем у незараженных. Т.к., по мнению некоторых исследователей [7; 8; 18], одним из механизмов, позволяющих моллюскам существовать в гипоксических условиях, является повышение содержания каротиноидов в тканях.

Выводы

1. На протяжении всего периода исследований зараженность *V. viviparus* парthenитами трематод была стабильно высокой. Более 50% всех особей заражены личинками различных трематод на всех стадиях развития. Экстенсивность зараженности *V. viviparus* реки Малая Кокшага в 2011 году снизилась по сравнению с предыдущими годами, а интенсивность инвазии увеличилась. Существенных различий в зараженности самцов и самок не зарегистрировано.

2. Прослеживается влияние трематодной инвазии на содержание каротиноидов. У зараженных особей обоих полов и в весенний, и в летний период было зарегистрировано более высокое содержание каротиноидов, чем у незараженных.

3. В популяции *V. viviparus* реки Малая Кокшага преобладали особи годовалого возраста с высотой раковины 18,0–25,9 мм. Половая структура популяции *V. viviparus* реки Малая Кокшага стабильна за весь период проведения исследований. Преобладание самцов либо самок в популяции незначительно. В численности и биомассе *V. viviparus* значимых различий по годам не зарегистрировано.

Список литературы:

1. Игнаткин Д.С. Видовое разнообразие малакофауны и ее роль в формировании очагов трематодозной инвазии на территории Ульяновской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ульяновск, 2007. 55 с.
2. Стадниченко А.П. Пресноводные моллюски СССР, их биоценологические связи и воздействие на моллюсков трематод: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Л., 1982. 42 с.
3. Синицын Д.Ф. Партеогенетическое поколение трематод и его потомство в Черноморских моллюсках // Записки Императорской академии наук. СПб.: 1911. VIII серия, 30 (5). С. 1–127.
4. Скрябин К.И. Трематоды животных и человека. Т. I. М.-Л.: Наука, 1947. 515 с.
5. Куприянова-Шахматова Р.А. Личинки трематод Среднего Поволжья и экспериментальное изучение их биологии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 1961. 15 с.

6. Куприянова-Шахматова Р.А. К изучению партеогенетического поколения трематод. Казань: Изд-во КГУ, 1963. 82 с.

7. Бедова П.В., Колупаев Б.И. Использование моллюсков в биологическом мониторинге состояния водоемов // Экология. 1998. № 5. С. 410–411.

8. Бедова П.В. Динамика содержания каротиноидов в тканях моллюсков в связи с качеством среды обитания: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Нижний Новгород, 1999. 24 с.

9. Бедова П.В. Зараженность брюхоногих моллюсков реки Малая Кокшага личинками трематод // Актуальные проблемы инфектологии и паразитологии: матер. I междунар. юбилейной конф., посв. 110-летию со дня открытия проф. К.Н. Виноградовым сибирской двуустки у человека. Томск, 2000. С. 43.

10. Бедова П.В., Гаврилова Е.Ю. Влияние трематодной инвазии на содержание каротиноидов в тканях моллюска *Viviparus viviparus* (Linne, 1758) реки Малая Кокшага // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов: материалы междунар. конф. 6–9 сентября 2004 г., г. Петрозаводск. Петрозаводск: изд-во Института биологии КарНЦ РАН, 2004. С. 14–15.

11. Бедова П.В. Состояние популяции живородки речной *Viviparus viviparus* L. (Mollusca, Gastropoda) реки Малая Кокшага // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. 2010. № 3. С. 335–341.

12. Жадин В.И. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. М.: Советская наука, 1952. С. 376.

13. Карнаухов В.Н. Биологические функции каротиноидов. М.: Наука, 1988. 240 с.

14. Уваева Е.И., Шурова Н.М. Оценка экологического благополучия водоемов с помощью половой структуры популяций моллюсков *Viviparus viviparus* L. (Mollusca, Gastropoda, Viviparidae) // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5: Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. 2014. № 3 (182). С. 141–147.

15. Жохов А.Е. Возрастная структура и сезонная динамика зараженности популяции моллюска *Viviparus viviparus* парthenитами трематод // Зоол. ж. № 5. 1993. С. 17–25.

16. Беэр С.А., Воронин М.В. Биология возбудителей шистосомозов. М.: КМК, 2011. 199 с.

17. Гинецинская Т.А. Трематоды их жизненные циклы, биология и эволюция. Л.: Наука, 1968. 411 с.

18. Татарюнас А.Б. Исследование накопления каротиноидов в тканях животных: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Каунас, 1974. 37 с.

INFESTATION OF THE *VIVIPARUS VIVIPARUS* L. POPULATION OF THE MALAYA KOKSHAGA RIVER BY THE TREMATODE PARTHENITES AND THE CAROTENOID CONTENT IN THE TISSUES OF MOLLUSKS

© 2018

Bedova Praskovia Vladimirovna, candidate of biological sciences, associate professor of Biology Department
Mari State University (Yoshkar-Ola, Russian Federation)

Abstract. The paper presents the results of a long-term research (2001–2011) of the *Viviparus viviparus* L. population of the Malaya Kokshaga River, which is the 42nd left tributary of the Volga River and flows through the territory of the Mari El Republic. Density, biomass, sex structure and age structure of this population were the items of the investigation. The author defined the infestation of the gastropods by the trematode parthenites and the effect of parasites on the content of carotenoid pigments in the tissues of mollusks. A three-mark infestation scale was developed to determine the intensity of infestation. Throughout the whole study period, the infestation of *V. viviparus* by the trematode parthenites was consistently high. More than 50% of all individuals were infected by the larvae of various

trematodes at all stages of development. Significant differences in the infestation of males and females were not registered. The author marked the influence of trematode invasion on the content of carotenoids. The infected individuals of both sexes in spring as well as in summer showed a higher content of carotenoids than uninfected ones. The *V. viviparus* population of the Malaya Kokshaga River was dominated by one year's age individuals with a shell height of 18,0–25,9 mm. The sex structure of the *V. viviparus* population of the Malaya Kokshaga River was stable for the whole period of the research. The predominance of males or females in the population is insignificant. There are no significant differences in the number and biomass of *V. viviparus* over the years.

Keywords: Republic of Mari El; Malaya Kokshaga River; Yoshkar-Ola; mollusks; gastropods; *Viviparus viviparus*; number; biomass; sexual structure of population; males; females; age structure of population; larval stages of trematodes; intermediate hosts; infestation; carotenoid pigments.

УДК 581.5

Статья поступила в редакцию 30.12.2017

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ГОРЫ КУЗНЕЦОВА

© 2018

Головлёв Алексей Алексеевич, доктор географических наук, профессор кафедры мировой экономики Самарский государственный экономический университет (г. Самара, Российская Федерация)

Макарова Юлия Владимировна, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры экологии, ботаники и охраны природы

Прохорова Наталья Владимировна, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии, ботаники и охраны природы Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва (г. Самара, Российская Федерация)

Аннотация. По продолжительности вегетации на горе Кузнецова выявлены летнезеленые (216 видов, 80,9%), летне-зимнезеленые (44 вида, 16,5%), вечнозеленые, весеннезеленые, весенне-раннезеленые (по 2 вида, по 0,7%), летнезеленые или летне-зимнезеленые сосудистые растения (1 вид, 0,4%). По способу опыления преобладают энтомофильные растения (206 видов, 77,1%). Также встречаются анемофилы (40 видов, 15,0%), самоопылители (3 вида, 1,1%) и виды, сочетающие энтомофилию с самоопылением (8 видов, 3,0%), энтомофилию с анемофилией (1 вид, 0,4%). По способу распространения семян и плодов виды образуют следующий убывающий ряд: диплохоры и полихоры (79 видов, 29,6%) > баллисты, анемохоры (по 55 видов, по 20,6%) > зоохоры (31 вид, 11,6%) > барохоры (29 видов, 10,8%) > автомеханохоры (8 видов, 3,0%) > гидрохоры (1 вид, 0,4%). Среди ценоморф преобладают силванты (75 видов, 28,1%), пратанты (48 видов, 18,0%) и рудеранты (46 видов, 17,2%), среди трофоморф – мезотрофы (154 вида, 57,7%), среди гигроморф – мезофиты (98 видов, 36,8%) и ксеромезофиты (58 видов, 21,7%), среди гелиоморф – гелиофиты (152 вида, 56,9%) и сциогелиофиты (66 видов, 24,7%), среди термоморф – мезотермы (195 видов, 73,0%).

Ключевые слова: флора; сосудистые растения; сезонный ритм развития; феноритмотип; опыление; диссеминация; биоэкологический анализ; эколого-фитоценотический анализ; экоморфа; ценоморфа; трофоморфа; гигроморфа; гелиоморфа; термоморфа; гора Кузнецова; Соколы горы.

Введение

До настоящего времени Кузнецова гора представляла собой «белое пятно» применительно к флоре сосудистых растений. Впервые флора горы Кузнецова была изучена в 2015–2017 гг. в рамках многолетних работ, осуществляемых авторами в Сокольных горах. В результате была охарактеризована не только таксономическая и биоморфологическая структура флоры сосудистых растений, но и проведена ее биоэкологический анализ.

Методика исследования

Полевыми (маршрутными) исследованиями были охвачены все основные элементы рельефа горы Кузнецова (склоны разной крутизны и экспозиции, овраги). Собранный гербарный материал определялся в камеральный период. Латинские названия таксонов в статье даны по П.Ф. Маевскому [1], а сведения о видах – по работам В.В. Тарасова [2], Н.М. Матвеева [3], Л.П. Рысина [4] и Н.С. Ракова с соавт. [5; 6].

Результаты исследования и их обсуждение

По сезонному ритму развития сосудистые растения горы Кузнецова относятся к 6 феноритмотипам:

вечнозеленые, летне-зимнезеленые, летнезеленые, весеннезеленые, весенне-раннезеленые, летнезеленые или летне-зимнезеленые. Многообразие видов растений по срокам вегетации разобщает их онтогенетические циклы и позволяет полнее использовать ресурсы среды в фитоценозах [7; 8].

Вечнозелеными растениями считаются виды, листья которых живут более 14 месяцев [9]. На горе Кузнецова к ним относятся *Pinus sylvestris* L. и *Equisetum hyemale* L., составляющие 0,7% от состава изучаемой флоры.

Летне-зимнезеленые растения Кузнецовой горы несут листву в течение всего года, но, в отличие от вечнозеленых растений, развивают две генерации листьев. Листья первой генерации разворачиваются весной и начинают отмирать в середине лета. Листья второй генерации образуются обычно после конца цветения и живут до весны, перезимовывая под снегом. Отмирание листьев второй генерации начинается после начала разворачивания листьев весенней генерации [9]. Летне-зимнезелеными являются 44 вида (16,5%), в том числе: *Asarum europaeum* L., *Chelidonium majus* L., *Myosoton aquaticum* (L.) Moench, *Stellaria holostea* L., *Medicago falcata* L., некоторые