

УДК 574.3+581.5

ХАРАКТЕРИСТИКА КОНСОРЦИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МЕСТООБИТАНИЙ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *BETULA PENDULA* ROTH

© 2014 Н.В. Турмухаметова, Ю.А. Дорогова

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

Поступила в редакцию 14.05.2014

Охарактеризована структура консорциев *Betula pendula* Roth различного биологического возраста. Проведено исследование экологических параметров местообитаний ценопопуляций березы повислой в фитоценозах Республики Марий Эл. Выявлено изменение видового разнообразия и относительного обилия *Insecta* и *Arachnida* в кронах *Betula pendula* в городской среде.

Ключевые слова: *Betula pendula*, консорт, экологическая шкала

Для оценки экологических параметров местообитаний ценопопуляций (ЦП) древесных растений в лесных фитоценозах широко используются диапазонные шкалы Д.Н. Цыганова [14, 15]. Экологические шкалы – это балльные таблицы характеристик экологии видов, на основе которых проводится оценка условий среды [7]. С ЦП автотрофного растения постоянно связаны прямыми и обратными биоценотическими отношениями разнообразные организмы, образующие совместно с ним консорцию [9]. В этом отношении особенно интересны древесные растения, на основе организма которых образуется сложная экосистема, включающая разные виды лишайников, мохообразных, грибов, водорослей и животных. В ходе онтогенеза дерева происходит дифференциация различных микроиш, которые являются основой для формирования синузидных консортов [10]. Впервые на территории Республики Марий Эл было проведено одновременное исследование экологических параметров местообитаний ЦП и структуры консорциев березы повислой (*Betula pendula* Roth) различного биологического возраста.

Цель работы: проанализировать разнообразие насекомых и паукообразных, обитающих в кронах ЦП *B. pendula*, с одновременным исследованием экологических параметров местообитаний данных ЦП.

Методика исследований. Исследование проведено в 2009-2012 гг. в Республике Марий Эл на территории 3 районов и в г. Йошкар-Оле.

Участок № 1 находится в Куженерском районе, в окрестностях деревни Малый Царанур, участок № 2 расположен в окрестностях с. Косолапово Мари-Турекского района. Растительность в данных фитоценозах представлена ассоциацией березняк разнотравный. Участок № 3 находится в окрестностях поселка Морки на опушке смешанного леса с доминированием в древесном ярусе ели европейской (*Picea abies* (L.) H. Karst.) и *B. pendula*. Участки в г. Йошкар-Оле различаются степенью загрязнения среды промышленно-транспортными выбросами: № 4 – березняк злаково-разнотравный на территории ООПТ «Сосновая роща» (зона наименьшего загрязнения), № 5 – аллея вдоль улицы в микрорайоне «Дубки» (зона слабого загрязнения), № 6 – аллея около завода ОАО «Марбиофарм» (зона среднего загрязнения) [3].

На изученных территориях (участки 1-4) были проведены геоботанические описания с использованием общепринятых геоботанических методов [6]. В результате обработки флористических списков ЦП видов с помощью компьютерной программы «EcoScaleWin» [1] нами получены оценки экологических режимов местообитаний ЦП березы повислой по следующим шкалам Д.Н. Цыганова: Tm – термоклиматической, Kp – континентальности климата, Om – омброклиматической аридности-гумидности, Cг – криоклиматической, Hd – увлажнения почвы, Tr – солевого режима почв, Nt – богатства почв азотом, Rc – кислотности почв, Lc – освещенности-затенения.

Детерминантами консорции являются особи в ЦП березы повислой виргинильного (v) и средневозрастного (g2) онтогенетических состояний. В городской среде консортов изучали только у g2 деревьев. Насекомых и паукообразных

Турмухаметова Нина Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии. E-mail: bonid@mail.ru

Дорогова Юлия Александровна, кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой теоретических основ физического воспитания. E-mail: julya_dorogova@rambler.ru

собирали в нижней части кроны деревьев и на стволах вручную, методами встряхивания, кошения энтомологическим сачком, использования ствольных ловушек [13]; по характерным повреждениям вегетативных и генеративных структур деревьев определяли некоторых насекомых или клещей-фитофагов [2]; рассчитывали относительное обилие дендробионтов [12]. Материал был собран со 150 деревьев. Объекты определяли до вида, реже – до рода, сложные группы – до семейства [11, 16]. Паукообразных определил кандидат биологических наук И.О. Камаев.

Результаты и их обсуждение. По 9 шкалам Д.Н. Цыганова в исследованных районах РМЭ получены экологические оценки местообитаний ЦП *B. pendula*. Климат определен какбореальный/суббореальный – неморальный по термоклиматической шкале с балльным диапазоном 5,7-8,5; по континентальности климата – субматериковый/материковый – материковый (7,1-9,0 баллов); по омброклиматической шкале аридности-гумидности – субаридный / субгумидный – субгумидный / гумидный (7,1-9,1 баллов); по криоклиматической – довольно суровые / умеренные зимы – умеренные / мягкие зимы (5,1-8,0 баллов). Изученные местообитания ЦП *B. pendula* характеризуются следующими почвенными условиями: по шкале увлажнения – сухо-лесолуговые / влажно-лесолуговые – сыро-лесолуговые / болотно-лесолуговые (11,1-15,1 баллов); по шкале солевого богатства – это небогатые – довольно богатые почвы (4,1-6,3 баллов); по шкале богатства азотом – с диапазоном от очень бедных азотом / бедных азотом до достаточно обеспеченных азотом / богатых азотом (3,6-7,1 баллов); по шкале кислотности – кислые

– слабо кислые / нейтральные почвы (4,1-7,3 баллов). По шкале освещенности-затенения ЦП березы повислой встречаются в полуоткрытых пространствах / светлых лесах – светлых / тенистых лесах (3,1-5,1 баллов). Таким образом, экологические амплитуды местообитаний исследованных ЦП *B. pendula* находятся в пределах их потенциальных экологических режимов, указанных в шкалах Д.Н. Цыганова [14, 15].

Консортиями всех изученных ЦП *B. pendula* в районах Республики Марий Эл являются 133 вида членистоногих животных, в том числе 114 видов – в трех районах РМЭ, 84 вида – в г. Йошкар-Оле. Консортиями молодых деревьев (v) являются 73 вида насекомых и паукообразных, взрослых генеративных деревьев (g2) – 122 вида. Структура консорций v и g2 особей березы повислой включает три центра: первый центр представлен фитофагами – растительноядными насекомыми и клещами, второй – энтомозоофагами. В смешанные 1, 2 центры входят пантофаги, во 2, 3 – пауки, являющиеся зоофагами первого и второго порядков. Выявлены трофические (биотрофические, эккрисотрофические, сапротрофические), топические, форические, фензивные и фабрические связи членистоногих животных с детерминантами консорций. Списки консортов на деревьях *B. pendula* одного биологического возраста в разных биотопах оказались наиболее сходными, что подтверждено кластерным анализом и оценкой видовой разнообразия по индексу Чекановского-Сьеренсена ($Cs=0,78-0,83$). В результате исследования установлено, в кронах взрослых особей *B. pendula* возрастает разнообразие членистоногих консортов в 1,2-2,2 раза по сравнению с молодыми деревьями (табл. 1).

Таблица 1. Соотношение систематических групп насекомых и паукообразных на разновозрастных деревьях *B. pendula* в различных местообитаниях

Отряды	Общее число видов	Количество видов на <i>B. pendula</i> в местообитаниях								
		РМЭ						г. Йошкар-Ола		
		1		2		3		4	5	6
v	g2	v	g2	v	g2	g2	g2	g2		
<i>Homoptera</i>	11	8	6	7	7	6	9	11	9	6
<i>Hemiptera</i>	21	10	13	10	9	5	12	15	6	5
<i>Coleoptera</i>	36	13	18	10	19	8	16	21	12	9
<i>Neuroptera</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Mecoptera</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
<i>Lepidoptera</i>	9	5	5	3	4	2	5	6	2	2
<i>Hymenoptera</i>	13	3	5	5	5	2	6	9	6	4
<i>Diptera</i>	13	7	7	6	10	0	2	3	2	3
<i>Opiliones</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Aranei</i>	24	4	5	9	9	0	3	3	3	1
<i>Acarina</i>	2	1	1	1	1	0	0	0	1	1
Всего	133	53	62	53	67	25	56	71	44	33

Среди фитофагов *B. pendula* доминируют *Coleoptera* (32%) (табл. 1). В кронах *B. pendula* обнаружены жуки семейств *Curculionidae*, *Apionidae*, *Attelabidae*, *Chrysomellidae*, *Elateridae*, *Throscidae*, а также жуки-пыльцееды *Dascillidae*, *Nitidulidae*, последние, по-видимому, имеют с детерминантом лишь топические связи. Сосущими листья *B. pendula* являются представители отряда *Homoptera* – *Aphidoidea*, *Aphrophoridae*, *Cicadellidae*, *Membracidae*, *Fulgoridae*; представители *Hemiptera* – *Acanthosomatidae*, *Lygaeidae*, *Pentatomidae*, *Miridae*. Среди энтомозоофагов преобладают *Coccinellidae* (*Coleoptera*) и *Aranei* (37%). В кронах *B. pendula* Мари-Турекского района были обнаружены особи нового для фауны РМЭ вида паука *Araniella opistographa* (Kulczynski, 1905) семейства *Araneidae*. Данный вид свойственен для фауны Среднего Поволжья [4, 5]. К консортам смешанного порядка относятся *Carpocoris fuscispinus* (Boheman, 1851), *Palomena prasina* (Linnaeus, 1761), *Pentatoma rufipes* (Linnaeus, 1758), *Pyrrhocoris apterus* (Linnaeus, 1758), *Panorpa communis* (Linnaeus, 1758), *Formica rufa* L., *Formica truncorum* Fabr., *Vespa vulgaris* (Linnaeus, 1758) и другие.

В изученных насаждениях *B. pendula* преобладающими трофическими группами являются

филлофаги – листогрызущие и сосущие листья насекомые, для генеративных деревьев добавляются карпофаги. В консорции *B. pendula* преобладают полифаги. Доля монофагов *Aphidoidea* (*Homoptera*), *Cecidomyiidae* (*Diptera*) и *Eriophyidae* (*Acarina*) увеличивается в условиях среднего загрязнения среды промышленно-транспортными выбросами. Площадь поврежденной филлофагами листовой пластинки *B. pendula* является слабой (4-6 %) и не зависит от биологического возраста деревьев, однако степень повреждения выше у *B. pendula* в городской среде, что подтверждено двухфакторным дисперсионным анализом ($P < 0,05$). В условиях среднего загрязнения среды в многочисленных разрывах корки *B. pendula* увеличивается обилие видов-экрисотрофов и отмечены повреждения опасного стволового вредителя *Scolytus ratzeburgi* (Janson, 1856), что может свидетельствовать об ослаблении деревьев вследствие ухудшения качества среды обитания. В целом состояние деревьев *B. pendula* изученных лесных биотопов и двух городских экотопов зон наименьшего и слабого загрязнения среды можно оценить как «здоровые», двух экотопов зоны среднего загрязнения как «ослабленные» [8].

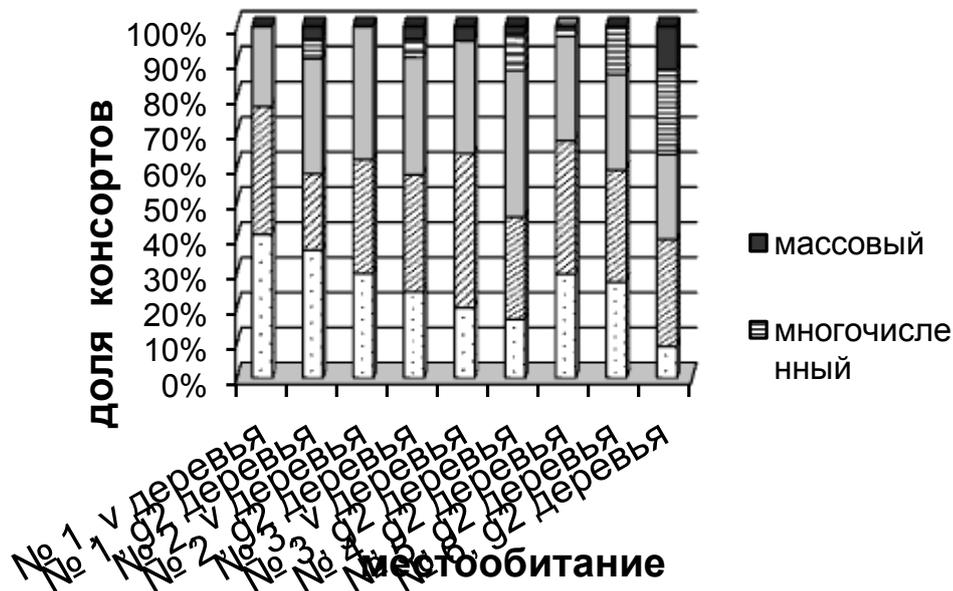


Рис. 1. Распределение консортов по группам относительного обилия в разновозрастных насаждениях *B. pendula* различных местообитаний

При разной степени антропогенной нагрузки изменяются консортивные связи с видо-детерминантом. Видовой состав консортов *B. pendula* в трех районах республики и городских насаждениях различается, что подтверждают невысокие показатели индекса Чекановского-

Сьеренсена ($C_s = 0,38-0,41$). Разнообразие дендробионтов лесных насаждений *B. pendula* в 1,41-2,15 раза превышает таковое для городских посадок (табл.). В урбонасаждениях *B. pendula* увеличено относительное обилие наиболее массовых вредителей листьев: тлей, клопов, галлиц

и клещей до 4-5 баллов ($P < 0,05$). Однако одни зоофаги (божьи коровки и златоглазки) здесь представлены с высоким обилием, другие (клопы и паукообразные) – с низким. Неблагоприятные условия вегетационного периода 2010 г. способствовали сокращению относительного обилия большинства дендробионтов детерминанта консорции, особенно в условиях городской среды. На рис. 1 представлены средние данные по группам относительного обилия дендробионтов за 4 года исследования. С увеличением антропогенного пресса возрастает количество консортов, ведущих скрытый или полускрытый образ жизни и формирующих защитные приспособления к загрязнению питательного субстрата (образование галлов, внутренних полостей – мин – на листьях, их скручивание), что можно рассматривать адаптивным механизмом.

Выводы: оценки экологических режимов местообитаний исследованных ценопопуляций *B. pendula* в фитоценозах РМЭ находятся в пределах их потенциальных диапазонов, представленных в шкалах Д.Н. Цыганова. Данные условия произрастания характерны для подзоны хвойно-широколиственных лесов и являются оптимальными. В изученных насаждениях *Betula pendula* Roth выявлено 133 вида членистоногих животных, относящихся к трем центрам консорции. С увеличением фитомассы и появлением генеративных структур у взрослых особей детерминанта консорции *B. pendula* возрастает разнообразие членистоногих консортов. Среди консортов *B. pendula* доминирующими по видовому разнообразию отрядами являются *Coleoptera* и *Aranei*. Большинство описанных видов не входят в списки основных вредителей *B. pendula* [2], что возможно, связано с недостаточной изученностью консорции детерминанта в районе исследования. С увеличением антропогенной нагрузки уменьшается разнообразие дендробионтов *B. pendula*, при этом относительное обилие филлофагов, карпофагов и некоторых хищных консортов (*Coccinellidae*) возрастает, других же зоофагов (*Hemiptera* и *Aranei*) – сокращается.

Воздействие промышленно-транспортных выбросов на особи детерминанта консорции изменяет видовой состав насекомых-фитофагов. В условиях среднего загрязнения среды на деревьях увеличивается разнообразие и обилие беспозвоночных монофагов, трофически не связанных с поверхностными тканями растения и формирующих защитные приспособления: растительные клещи, тли, личинки галлиц и молей.

Рекомендации: разнообразие консортивных связей с древесным растением может характеризовать качество среды обитания и

свидетельствовать о степени устойчивости его популяции к антропогенной нагрузке. Мониторинг за состоянием древесных насаждений требует ежегодных геоботанических исследований ценопопуляций, комплексной оценки не только состояния самих растений, но и изучения видового состава и относительного обилия, связанных с ними как растительноядных, так и хищных насекомых и паукообразных, что позволит дать более полную оценку и качеству среды обитания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Грохлина, Т.И. Автоматизация обработки геоботанических описаний по экологическим шкалам / Т.И. Грохлина, Л.Г. Ханина // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: сб. материалов II Всероссийской научной конференции / Мар. гос. ун-т. – Йошкар-Ола, 2006. С. 87-89.
2. Гусев, В.И. Определитель повреждений лесных, декоративных и плодовых деревьев и кустарников. – М.: Лесная промышленность, 1984. 472 с.
3. Ежегодный доклад о состоянии окружающей среды Республики Марий Эл за 2009 год. – Йошкар-Ола, 2010. 190 с.
4. Камаев, И.О. К видовому разнообразию пауков лиственных деревьев Республики Марий Эл // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: материалы IV Всерос. науч. конф. с международ. участием / Мар. гос. ун-т. – Йошкар-Ола, 2010. С. 119-120.
5. Краснобаев, Ю.П. Каталог пауков (Aranei) Среднего Поволжья. – Самара, 2004. 213 с.
6. Методы полевых и лабораторных исследований растений и растительных сообществ / Отв. ред. Е.Ф. Марковская. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2001. 320 с.
7. Миркин, Б.М. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии / Б.М. Миркин, Г.С. Розенберг, Л.Г. Наумова. – М.: Наука, 1989. 223 с.
8. Научно-техническая информация в лесном хозяйстве. Вып. 10. – Минск, 2004. 59 с.
9. Негроров, В.В. Современные концепции консорциологии / В.В. Негроров, К.Ф. Хмелев // Вестник ВГУ. Сер. химия, биология. 2000. С. 118-121.
10. Нотов, А.А. О роли популяционно-онтогенетического подхода в развитии современной биологии и экологии / А.А. Нотов, Л.А. Жукова // Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология». 2013. Вып. 32. № 31. С. 293-330.
11. Определитель насекомых Европейской части СССР. В 5-ти томах. Т. 2. Жесткокрылые и веерокрылые / Под. общ. ред. Г.Я. Бей-Биенко. – М.-Л.: Наука, 1965. 668 с.
12. Лесенко, Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. 287 с.
13. Цурикова, М.Н. Гуманные методы исследования беспозвоночных // Запов. справа в Україні. 2004. Т. 9, Вып. 2. С. 52-57.

14. Цыганов, Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д.Н. Цыганов. – М.: Наука, 1983. 198 с.
15. Жукова, Л.А. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений: монография / Л.А. Жукова, Ю.А. Дорогова, Н.В. Турмухаметова и др.; под общ. ред. проф. Л.А. Жуковой; Мар. гос. ун-т. – Йошкар-Ола, 2010. 368 с.
16. Silfverberg, H. Enumeratio nova Coleopterorum Fennoscandiae, Daniae et Baltiae // Sahlbergia. Helsinki, Finland, 2004. Vol. 9. 111 p.

CHARACTERISTIC OF CONSORTIUMS AND ECOLOGICAL CONDITIONS OF *BETULA PENDULA* ROTH COENOPOPULATIONS HABITATS

© 2014 N.V. Turmukhametova, Yu.A. Dorogova

Mari State University, Ioshkar-Ola

The structure of consortiums of *Betula pendula* Roth of various biological age is characterized. Research of ecological parameters of coenopopulations habitats of birch in phytocoenoses of Mari El Republic is conducted. Change of specific diversity and relative abundance of *Insecta* and *Arachnida* in *Betula pendula* kroner in an urban environment is revealed.

Key words: *Betula pendula*, consortium, ecological scale

Nina Turmukhametova, Candidate of Biology, Associate Professor at the Biology Department. E-mail: bonid@mail.ru
Yuliya Dorogova, Candidate of Biology, Associate Professor, Head of the Department of Theoretical Bases of Physical Training. E-mail: julya_dorogova@rambler.ru