

УДК 574.3+582.29

СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ ЭПИФИТНОГО ЛИШАЙНИКА *PHYSCIA STELLARIS* (L.) NYL. НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ЙОШКАР-ОЛЫ

© 2013 Ю.Г. Суетина

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

Поступила в редакцию 21.05.2013

Проведен анализ плотности, онтогенетической и размерной структуры популяций *Physcia stellaris*.

Ключевые слова: *Physcia stellaris*, лишайник, популяция, онтогенетическая структура, размерная структура

Популяции растений в районах промышленных городов испытывают сильное антропогенное воздействие. Комплекс приспособительных реакций популяций включает в себя различные составляющие, детальное изучение которых позволяет понять пути их адаптации в изменяющейся среде обитания.

Цель работы: анализ плотности, онтогенетической и размерной структуры популяции фисции звездчатой (*Physcia stellaris* (L.) Nyl.) в г. Йошкар-Оле.

Материал и методы. *P. stellaris* – листоватый лишайник, очень устойчивый к атмосферному загрязнению [2, 4]. Слоевница поселяются на незтроффицированных или умеренно эвтроффицированных субстратах, имеющих умеренно кислую (4,9-5,6) или субнейтральную (5,7-7,0) pH [8]. На территории г. Йошкар-Олы было изучено 32 местообитания *P. stellaris*. Число деревьев липы сердцелистной (*Tilia cordata* Mill.) в местообитаниях варьирует от 6 до 15, было обследовано 317 деревьев. В каждом местообитании на высоте ствола от 1,3 до 1,8 м подсчитывали число особей v_1 , v_2 , g_1 , g_2 , g_3 онтогенетических состояний [3]. В качестве характеристики онтогенетической структуры популяции был использован индекс возрастности (Δ), который определяется как средневзвешенная возрастность особей [6]. В связи с выделением у лишайников онтогенетических состояний v_1 и v_2 по логистическому уравнению найдены значения возрастности, равные 0,0884 и 0,1589, соответственно [5]. Размер особей определяли с помощью сетки 10x10 см². Всего было проанализировано 4748 особей. Плотность и размерную структуру популяции анализировали в логарифмической шкале ($\ln(x+1)$, $\ln x$) с последующим преобразованием средних значений в исходную шкалу. В работе применяли однофакторный дисперсионный анализ, Шэффе-тест, критерий Крускала-Уоллеса, коэффициент ранговой корреляции Спирмена, кластерный анализ, точный критерий для таблиц сопряженности RxC; использовали программы Statistica 6.0, RCEXACT.

Результаты и обсуждение. Плотность популяции (число слоевищ на дереве) *P. stellaris* в городе варьирует от 0 до 91,7 слоевищ, среднее – 15,6 особей. Бóльший вклад в изменчивость плотности приходится на изменчивость между местообитаниями – 78,3%, доля изменчивости между деревьями и в пределах дерева составляет 21,7%. По плотности популяции (табл. 1, столб. 3) на территории города можно выделить 3 группы местообитаний (по значениям в логарифмической шкале): 1) с низкой плотностью (0-1); 2) со средней плотностью (1,1-3); 3) с высокой плотностью (>3,1). Показатели плотности популяции *P. stellaris* были сопоставлены с оценками загрязнения воздушной среды (табл. 1, столб. 6), полученными с помощью методов лишеноиндикации [2, 4]. Не выявлено приуроченности местообитаний с низкой плотностью к загрязненным местообитаниям и с высокой плотностью к относительно чистым районам на окраинах города (точный критерий, $P=0,21$). В отличие от *P. stellaris*, изменение плотности очень устойчивого к загрязнению лишайника *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. отражает общие тенденции лишеноиндикационного зонирования: областям с низкой, средней и высокой плотностью популяции *X. parietina* соответствуют зоны сильного, умеренного и слабого загрязнения, что было показано для Казани и Йошкар-Олы [5]. Плотности популяций этих двух видов в разных местообитаниях на территории г. Йошкар-Олы не коррелируют ($r_s=0,07$; $P>0,05$).

Онтогенетическая структура популяции. Для лишайников как медленно растущих и длительно живущих организмов, определение календарного возраста требует специальных лишенометрических исследований и очень затруднительно, поэтому оценивается биологический возраст особи, который характеризует онтогенетическое состояние [7]. Онтогенетическая структура популяции *P. stellaris* изучена в 30 местообитаниях, полученные 30 онтогенетических распределений включают спектры по отдельным деревьям. Объединение местообитаний, сходных по онтогенетическим спектрам (сравнивались частоты v_1 , v_2 , g_1 , g_2 , g_3 групп) проводили с помощью кластерного анализа. Для выделенных 3

Суетина Юлия Геннадьевна, кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой ботаники и микологии. E-mail: suetina@inbox.ru

кластеров были построены 3 типа суммарных онтогенетических спектра (рис. 1): кластер I включает 4 местообитания, спектр характеризуется низкой долей прегенеративных особей, очень высокой частотой g_1 особей, низкой долей g_2 и g_3 особей; кластер II объединяет 8 местообитаний, спектр отличается увеличением частот v_1 и v_2 особей, уменьшением доли g_1 особей; кластер III включает

12 местообитаний (табл. 1, столб. 5), спектр, по сравнению с предыдущими, имеет большую долю v_1 особей и низкую частоту g_2 особей. Не выявлено связи онтогенетических спектров кластеров и зон загрязнения (точный критерий, $P=0,58$). Сравнение кластеров по средней возрастности, показало, что Δ систематически уменьшается от кластера I ($\Delta=0$, 269) к кластерам II ($\Delta=0$, 240) и III ($\Delta=0$, 214).

Таблица 1. Характеристика структуры популяции *P. stellaris* в разных местообитаниях

№ м/о	Местообитание (улица)	Плотность (число слоевищ на дереве)	Средний размер слоевища, см ²	Онтогенетическая структура, кластер*	Загрязнение [4]
1	Димитрова - 1	2,4	0,45	III	слабое
2	Димитрова - 2	54,2	0,71	I	слабое
3	Дзержинского	1,8	0,51	III	слабое
4	Пролетарская	15,1	0,49	III	умеренное
5	Водопроводная	10,8	1,0	I	умеренное
6	Эшпая	0,73	0,60	—	слабое
7	Больничная	0,17	2,32	—	слабое
8	Советская-1	63,1	0,37	III	слабое
9	Ийвана Кырли	74,9	0,34	III	умеренное
10	Коммунистическая	91,8	0,49	II	умеренное
11	Суворова-Рябинина	0,16	0,24	—	сильное
12	Зеленая-Машиностроителей	0,26	0,51	—	сильное
13	Баумана	2,1	0,52	III	умеренное
14	Палантая	1,8	0,69	I	умеренное
15	Пушкина	0	—	—	умеренное
16	Панфилова	7,9	0,46	II	умеренное
17	Советская-2	22,6	0,40	III	умеренное
18	Карла Маркса-1	18,1	0,51	II	умеренное
19	Волкова	56,4	0,52	III	умеренное
20	Советская-3	15,1	0,70	I	умеренное
21	Карла Маркса-2	0	—	—	сильное
22	Соловьева	12,7	0,64	III	сильное
23	Мосолова	12,3	0,51	III	сильное
24	Мира-1	1,5	0,33	—	слабое
25	ГСБ-1	5,0	0,27	—	слабое
26	Мира-2	0,12	0,49	III	слабое
27	Добролюбова	2,2	0,39	II	слабое
28	Переулок Авиации	6,1	0,62	II	слабое
29	Лебедева	3,2	0,28	III	слабое
30	Нагорная	3,5	0,48	II	слабое
31	Вишневая	11,3	0,45	II	слабое
32	ГСБ-2	1,5	0,47	II	слабое

Примечание: * 6 местообитаний с низкой численностью особей (от 4 до 11) не были включены в анализ

Группы местообитаний, объединенные в 3 кластера, сравнили по двум показателям: 1) по плотности популяции с учетом деревьев без слоевищ; 2) по плотности популяции, не включая деревья без слоевищ. Для обоих сравниваемых показателей плотности популяции выявлена связь 1-го и 3-го кластеров с онтогенетической структурой популяции на 5%-ом уровне значимости (критерий Крускала-Уоллеса, 1 показатель – $P=0,05$; 2 показатель – $P=0,02$).



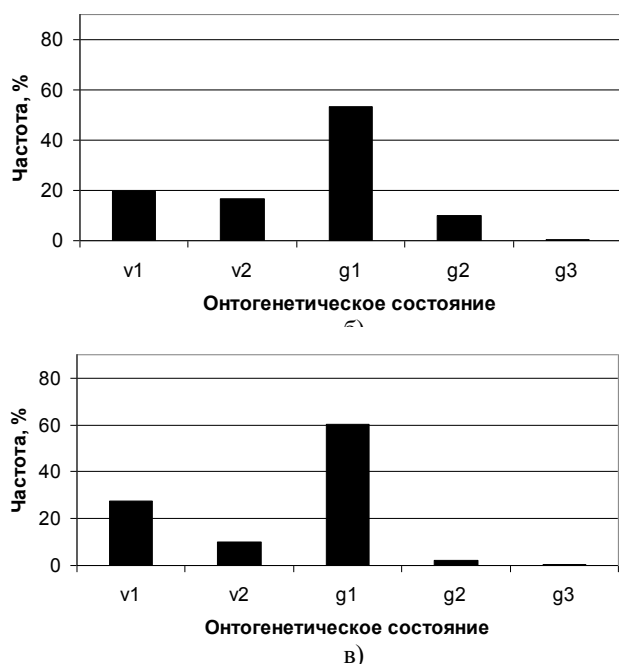


Рис. 1. Типы возрастных спектров популяции *P. stellaris* на основе дендрограммы сходства: а) кластер I; б) кластер II; в) кластер III

Размерная структура популяции. Диапазон размеров слоевищ *P. stellaris* составляет от 0,05 до 20 см²; медиана – 0,5 см². Преобладают слоевища 0,1-0,3 см² (в основном v₁ особи) и 0,4-0,9 см² (в основном v₂ особи). Слоевища размером более 6 см² (g₂ и g₃ особи) единичны. В структуре изменчивости размеров слоевищ наибольший вклад вносит изменчивость в пределах дерева – 84%, изменчивость между деревьями составляет 12%, между местообитаниями – 4%. Группы местообитаний, объединенных по сходству онтогенетической структуры в 3 кластера, сравнили по средним значениям размера слоевища (табл. 1, столбец 4). Значения для кластера I – 0,71 см², для кластера II – 0,50 см², для кластера III – 0,43 см². Множественные сравнения (Шеффе-тест) выявили различия по размерам слоевищ I и III кластера (P=0,0046). Таким образом, кластер I включает местообитания с низкой плотностью популяции и большим размером слоевищ; кластер III характеризуется, напротив, высокой плотностью популяции и меньшим размером слоевищ; кластер II имеет промежуточные

значения плотности популяции и размеров слоевищ.

Выводы: по популяционным показателям *P. stellaris* является более устойчивой к антропогенным условиям по сравнению с *X. parietina*, хотя по флористическим лишеноиндикационным оценкам оба вида относятся к группе очень устойчивых к загрязнению. Изменение плотности популяции *P. stellaris* на территории г. Йошкар-Олы зависит от комплекса факторов, среди которых, вероятно, основную роль играют микроклиматические условия местообитаний (разная освещенность и влажность), а также возраст дерева и структура коры, определяющие заселение слоевищами. Выявлена связь плотности, онтогенетической и размерной структуры популяции *P. stellaris* в г. Йошкар-Оле.

Автор выражает признательность проф. Н.В. Глотову за консультации по анализу данных. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 12-04-01251-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Злобин, Ю.А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. – Казань: Изд-во КГУ, 1989. 146 с.
2. Инсарова, И.Д. Сравнительные оценки чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха / И.Д. Инсарова, Г.Э. Инсаров // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. Т. 12. С. 113-171.
3. Суетина, Ю.Г. Онтогенез и изменчивость морфометрических признаков лишайника *Physcia stellaris* (L.) Nyl. в городской среде // Экологическая ботаника: наука, образование, прикладные аспекты: Международная научная конф.: программа и тез. докл. – Сыктывкар: изд-во Сыкт. ун-та, 2002. С. 223-224.
4. Суетина, Ю.Г. Сравнение флористического, ценологического и популяционного подходов лишеноиндикации // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1(9). С. 2303-2306.
5. Суетина, Ю.Г. Популяционное исследование *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. в городах при разной степени загрязнения среды / Ю.Г. Суетина, Н.В. Глотов, Д.И. Милютин, И.А. Киняшев // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия Биология. 2005. Вып. 1 (9). С. 197-205.
6. Уранов, А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7-34.
7. Ценопопуляции растений. – М.: Наука, 1988. 216 с.
8. Wirth, V. Die Flechten Baden-Württembergs. Stuttgart: Ulmer, 1995. V. 1-2. 1007 S.

THE STRUCTURE OF EPIPHYTIC LICHEN *PHYSICIA STELLARIS* (L.) NYL. POPULATION IN YOSHKAR-OLA CITY

© 2013 Yu.G. Suetina

Mari State University, Yoshkar-Ola

The analysis of density, ontogenetic and dimensional structure of population *Physcia stellaris* is carried out.

Key words: *Physcia stellaris*, lichen, population, ontogenetic structure, dimensional structure

Yuliya Suetina, Candidate of Biology, Associate Professor, Head of the Botany and Mycology Department. E-mail: suetina@inbox.ru