

УДК 630.182.48

П.Б. ФИЛИППОВ, С.В. КАБАНОВ

(Саратов)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ
НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА ЭПИФИТНЫЙ ЛИШАЙНИКОВЫЙ
ПОКРОВ ПРИГОРОДНЫХ ДУБРАВ Г. САРАТОВА**

Приводятся результаты исследований эпифитного лишайникового покрова пригородных дубрав г. Саратова. Проведен одно- и двухфакторный дисперсионный анализ на предмет влияния таких факторов как тип леса и экспозиция склона на разные параметры эпифитного лишайникового покрова.

Ключевые слова: дубравы, эпифитные лишайники, факторы состояния лишайникового покрова, однофакторный дисперсионный анализ, двухфакторный дисперсионный анализ.

PAVEL FILIPPOV, SERGEY KABANOV

(Saratov)

**USE OF STATISTICAL METHODS FOR THE ASSESSMENT OF THE INFLUENCE
OF SOME FACTORS ON EPIPHYTICAL LICHEN LAYER
OF LOCAL OAK-FORESTS IN SARATOV**

The article deals with the research results of the epiphytical lichen layer of the local oak-forests in Saratov. There is conducted one- and two-factor dispersion analysis concerning the influence of such factors as forest type and slope exposure on the different parameters of epiphytical lichen layer.

Key words: oak-forest, epiphytical lichens, indexes of the position of lichen layer, one-factor dispersion analysis, two-factor dispersion analysis.

Летом 2017 года нами были собраны данные об эпифитном лишайниковом покрове пригородных дубрав г. Саратова. Объекты исследований находились в природном парке (ПП) «Кумысная поляна», памятнике природы (ППр) «Буркинский лес» и Вязовском участковом лесничестве Вязовского лесничества. Цель исследований – изучение влияния некоторых факторов на эпифитный лишайниковый покров при помощи статистических методов обработки данных. Исследования проводились в соответствии с общепринятыми методиками [1, 2, 4]. Виды лишайников определялись при помощи определителя [3]. Всего было заложено 7 пробных площадей. Во всех объектах пробы закладывались в старовозрастных дубравах, визуальное не имеющих следов значительных нарушений лесной среды, одна из проб обязательно подбиралась с повышенным, хорошо проветриваемым местоположением.

Без учета накипных в общей сложности нами было обнаружено 17 видов лишайников (11 листоватых и 6 кустистых): листоватые лишайники: *Parmelia sulcata* Taylor, *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr., *Physconia enteroxantha* (Nyl.) Poelt, *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Physcia stellaris* (L.) Nyl., *Physcia aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Furnr., *Physconia distorta* With. J. R. Laundon, *Phaeophyscia orbicularis* (Neck.) Moberg, *Vulpicida pinastri* (Scop.), *Pleurosticta acetabulum* (Neck.) Elix et Lumbsch, *Physcia adscendens* H. Olivier; кустистые лишайники: *Cladonia fimbriata* (L.) Fr., *Cladonia macilenta* Hoffm., *Cladonia botrytes* (K.G. Hagen) Willd., *Evernia prunastri* (L.) Ach., *Anaptychia ciliaris* (L.) Korb., *Usnea hirta* (L.) Wigg. emend.

Общее проективное покрытие лишайникового покрова в дубравах ПП «Кумысная поляна» и ППр «Буркинский лес» было значительно ниже, чем в дубравах Вязовского участковом лесничестве.

тва (минимальное в ПП «Кумысная поляна» – 33,1%; максимальное в Вязовском участковом лесничестве – 85,2%), что, вероятно, вызвано климатическими различиями.

Флористическое сходство объектов оценивалось нами с помощью коэффициентов Жаккара, Серенсена, а также индекса Коха (см. табл. 1).

Таблица 1

Матрица коэффициентов Жаккара/Серенсена, %

	Дубравы ПП Кумысная поляна	Дубравы ППр «Буркинский лес»	Дубравы Вязовского уч. лесничества
Дубравы ПП Кумысная поляна	–	63,6/77,8	50/66,7
Дубравы ППр «Буркинский лес»	63,6/77,8	–	50/66,7
Дубравы Вязовского уч. лесничества	50/66,7	50/66,7	–

Индекс Коха составил 61,5%. Сходство лишайникового покрова дубрав ПП «Кумысная поляна» и ППр «Буркинский лес» выше, чем их сходство с Вязовским участковым лесничеством. Однако в целом показатели сходства больше 50%, что довольно значительно.

Количество кустистых лишайников, как индикаторов антропогенного воздействия, так же было разным по объектам исследования. Так, в Вязовском участковом лесничестве участие кустистых лишайников в проективном покрытии оказались выше, чем в других объектах исследования. *Anaptychia ciliaris* (L.) Korb. и *Usnea hirta* (L.) Wigg. emend. были встречены только на территории Вязовского участковом лесничества. Всего в общем проективном покрытии объектов исследования участвовало четыре вида кустистых лишайников: *Cladonia fimbriata* (L.) Fr., *Evernia prunastri* (L.) Ach., *Anaptychia ciliaris* (L.) Korb., *Usnea hirta* (L.) Wigg. emend.

На территории исследуемых объектов нами было обнаружено 10 видов-индикаторов (по Х.Х. Трасу). Для сравнительного анализа нами были использованы индикаторы первых 6 классов (от естественных до умеренно измененных условий). Общее количество видов-индикаторов оказалось одинаково в ПП «Кумысная поляна» и ППр «Буркинский лес» – 4, а больше всего таких видов – 6 в Вязовском участковом лесничестве. Индикаторы 4 класса были встречены только в ППр «Буркинский лес» и в Вязовском участковом лесничестве.

Опираясь на собранные данные, нами были рассчитаны индексы полеотолерантности для объектов исследования и по ним вычислены оценочные показатели среднегодового содержания SO_2 в атмосфере (см. табл. 2).

Таблица 2

Индексы полеотолерантности
и среднегодовое содержание SO_2 объектов исследования

Показатель	ПП Кумысная поляна	ППр «Буркинский лес»	Вязовское участковое лесничество
Индекс полеотолерантности	6,8	6,9	6,6
Концентрация диоксида серы в атмосфере, мг/м ³	0,03–0,08	0,03–0,08	0,03–0,08

Собранные данные были обработаны при помощи статистических методов (одно- и двухфакторного дисперсионного анализа) для выявления достоверности влияния некоторых факторов (экспозиция склона, тип леса, высота над уровнем моря) на видовое разнообразие и общее проективное покрытие эпифитных лишайников, а также на видовое разнообразие и проективное покрытие кустистых лишайников и лишайников-индикаторов по Х.Х. Трассу. Обработка данных проводилась в программе STATISTICA 6.0, заключения делались на 5% уровне значимости. Необходимо отметить, что сравнение разных типов леса на примере дубрав ПП «Кумысная поляна», проведенное нами ранее [5] с использованием коэффициентов флористического сходства, указало на близость более чем на половину, а в редких случаях даже на стопроцентное сходство.

По итогам однофакторного дисперсионного анализа самыми сильно влияющими факторами оказались тип леса (статистически достоверно влияет на видовое разнообразие лишайников в общем проективном покрытии, общее проективное покрытие, количество кустистых лишайников и на количество и проективное покрытие видов-индикаторов по Х.Х. Трассу [4]) и экспозиция склона (оказывает статистически достоверное влияние на видовое разнообразие лишайников в общем проективном покрытии, проективное покрытие кустистых лишайников и на количество и проективное покрытие видов-индикаторов по Х.Х. Трассу [Там же]).

По итогам двухфакторного дисперсионного анализа были получены следующие результаты (см. табл. 3 и табл. 4, 5 на с. 133):

Таблица 3

Влияние типа леса и экспозиции склона на общее проективное покрытие (ОПП) и видовое разнообразие (ВР) лишайников

Эффект	Количество степеней свободы	ОПП SS	ОПП MS	ОПП F	ОПП p	ВР SS	ВР MS	ВР F	ВР p
Св. член	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Тип леса	2	361134,8	180567,4	38,57749	0,000000	18,0000	9,000000	8,709677	0,000457
Экспозиция склона	2	167391,3	83695,6	17,88123	0,000001	5,0000	2,500000	2,419355	0,097204
Ошибка	63	294880,4	4680,6	—	—	65,1000	1,033333	—	—
Всего	69	755217,4	—	—	—	118,9857	—	—	—

Тип леса оказывает на общее проективное покрытие статистически достоверное влияние (тип леса описывает 47% вариации проективного покрытия). Экспозиция склона также оказывает воздействие на общее проективное покрытие лишайникового покрова (описывает 22% вариации). Остаточная вариация общего проективного покрытия лишайникового покрова составила 31%. Также было установлено статистически достоверное воздействие типа леса на видовое разнообразие эпифитных лишайников (тип леса объясняет 15% общей дисперсии видового разнообразия). Между экспозицией склона и видовым разнообразием связи обнаружено не было. Остаточная вариация видового разнообразия эпифитных лишайников составила – 81%.

Установлено статистически достоверное влияние типа леса (36% вариации) и экспозиции склона (33% вариации) на видовое разнообразие кустистых лишайников. Остаточная вариация видового разнообразия кустистых лишайников составила – 31%. Так же было выявлено статистически достоверное влияние на проективное покрытие кустистых лишайников типа леса (28% вариации) и экспозиции склона (33% вариации). Остаточная вариация проективного покрытия кустистых лишайников составила 39%.

Таблица 4

**Влияние типа леса и экспозиции склона на видовое
разнообразие (ВРК) и проективное покрытие (ППК) кустистых лишайников**

Эффект	Количество степеней свободы	ВРК SS	ВРК MS	ВРК F	ВРК p	ППК SS	ППК MS	ППК F	ППК p
Св. член	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Тип леса	2	6,10000	3,050000	22,60588	0,000000	4566,50	2283,250	15,94307	0,000002
Экспозиция склона	2	5,60000	2,800000	20,75294	0,000000	5304,87	2652,433	18,52094	0,000000
Ошибка	63	8,50000	0,134921	—	—	9022,40	143,213	—	—
Всего	69	16,70000	—	—	—	16232,80	—	—	—

Таблица 5

**Влияние типа леса и экспозиции склона на видовое
разнообразие (ВРИ) и проективное покрытие видов индикаторов по Х.Х Трассу [4] (ППИ)**

Эффект	Количество степеней свободы	ВРИ SS	ВРИ MS	ВРИ F	ВРИ p	ППИ SS	ППИ MS	ППИ F	ППИ p
Св. член	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Тип леса	2	25,70000	12,85000	22,60588	0,000000	19233,85	9616,925	13,85585	0,000010
Экспозиция склона	2	8,46667	4,23333	8,36050	0,000602	10396,87	5198,433	7,48978	0,001207
Ошибка	63	31,90000	0,50635	—	—	43726,40	694,070	—	—
Всего	69	79,78571	—	—	—	75323,09	—	—	—

Установлено статистически достоверное влияние на количество видов-индикаторов типа леса (тип леса описывает 32% от общей вариации количества видов-индикаторов), а также экспозиции склона (10% от общей вариации). Остаточная вариация количества видов-индикаторов составила 58%. Нами также было выявлено статистически достоверное влияние на проективное покрытие видов-индикаторов типа леса (тип леса описывает 26% от общей вариации проективного покрытия видов-индикаторов) и экспозиции склона (14% от общей вариации). Остаточная вариация проективного покрытия видов-индикаторов составила 60%.

Выводы:

1. Флористическое сходство лишайникового покрова пригородных дубрав г. Саратова достаточно велико: величина коэффициентов сходства выше 50%. Более разнообразен видовой состав эпифитных лишайников в Вязовском участковом лесничестве, что, вероятнее всего, связано с более северным местоположением (на границе степной и лесостепной зон) этого лесного массива и более благоприятными климатическими условиями.

2. Анализ видового состава и проективного покрытия кустистых лишайников и анализ видов-индикаторов 1 – 6-го классов полевотолерантности показал, что наиболее благоприятные экологи-

ческие условия в Вязовском участковом лесничестве, менее благоприятные и примерно одинаковые в ППР «Буркинский лес» и ПП «Кумысная поляна». Значения индекса полеотолерантности показали, что все 3 объекта относятся к зоне среднего загрязнения (концентрация диоксида серы в атмосфере 0,03 – 0,08 мг/м³).

3. По итогам однофакторного дисперсионного анализа самыми сильно влияющими факторами оказались тип леса (статистически достоверно влияет на видовое разнообразие лишайников в общем проективном покрытии, общее проективное покрытие, количество кустистых лишайников, количество и проективное покрытие видов-индикаторов по Х.Х. Трассу [4]) и экспозиция склона (оказывает статистически достоверное влияние на видовое разнообразие лишайников в общем проективном покрытии, проективное покрытие кустистых лишайников, количество и проективное покрытие видов-индикаторов по Х.Х. Трассу [4]).

4. По результатам двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что тип леса оказывает статистически достоверное влияние на все рассмотренные показатели лишайникового покрова. Наиболее сильно влияние типа леса на общее проективное покрытие лишайникового покрова, количество кустистых видов лишайников и на количество видов-индикаторов. Экспозиция склона также статистически достоверно оказывает влияние на все показатели, кроме видового разнообразия лишайников. Наиболее сильно экспозиция склона влияет на количество и проективное покрытие кустистых лишайников.

Литература

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование // О.П. Мелехова, Е.И. Егорова, Т.И. Евсеева [и др.]. М.: Академия, 2008.
2. Методы изучения лесных сообществ // Е.Н. Андреева, Ю.И. Баккал, В.В. Горшков [и др.]. СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 2002.
3. Мучник Е.Э., Инсарова И.Д., Казакова М.В. Учебный определитель лишайников Средней России. Рязань: РГУ им. С.А. Есенина, 2011.
4. Трасс Х.Х. Классы полеотолерантности и экологический мониторинг // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 1985. Т. 7. С. 122–137.
5. Филиппов П.Б. Лишайниковый покров дубрав природного парка «Кумысная поляна» // Материалы Седьмой Всероссий. конф. по итогам науч.-исследов. и производ. работы студентов за 2017 г. (19–23 марта 2018 г., г. Саратов). Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2018. С. 122–124.