НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 582.29:502.4(470.46)

НИТРОФИЛЬНЫЙ АСПЕКТ ЭПИФИТНОЙ ЛИХЕНОБИОТЫ ИВЫ БЕЛОЙ (*SALIX ALBA* L.) В АСТРАХАНСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Алексей Васильевич Пчёлкин[1]

[1] Институт географии РАН, лаборатория биогеографии, pchelkin@igras.ru

Аннотация. Среди эпифитных лишайников Астраханского заповедника, расположенного вдали от промышленных районов, доминируют нитрофильные, токситолерантные виды. По результатам количественных исследований, нитрофильные виды доминируют по видовому разнообразию, встречаемости и проективному покрытию. Высказывается предположение, что обилие нитрофильных видов среди лишайников связано с орнитологическим фактором – многочисленными гнездами больших бакланов, серых цапель и ворон на иве белой. Кроновые дождевые стоки, содержащие выделения птиц, имеют повышенные концентрации соединений азота. Для оценки нитрофильности и токсифобности предлагается индекс средней токсифобности, для вычисления которого используют 5-балльную шкалу чувствительности лишайников и число видов. Этот показатель базируется на оценке наиболее массовых видов лишайников, определяющих общий фон лихенологической токсифобности обследованной местности. Чем выше показатель (максимальное значение $ТФ^{ср.} = 5$), тем чище местность. Значение $ТФ_{ср.}$ Астраханского заповедника, вычисленное на основе списка видов за вычетом «нулевых» деревьев для заложенных пробных площадок в Дамчинском, Трихизбинском и Обжоровском участках и рассматриваемого как единый массив данных, составляет 2,18, что ниже медианного значения ТФ = 2,5 для 5-балльной шкалы. Значение $ТФ^{ср.}$, вычисленное на основе отдельных деревьев как единого массива с учетом «нулевых» деревьев, составляет 1,66 ± 0,08 (среднее и его ошибка, n =…) Для Дамчикского участка $ТФ^{ср.} = 1{,}46 \pm 0{,}12$; для Обжоровского участка $ТФ^{ср.} = 1{,}93 \pm 0{,}12$. Для Трехизбинского участка $ТФ^{ср.} = 1{,}48 \pm 0{,}16$. По встречаемости виды с ТФ1 составляют 34,0%, с ТФ2 – 55,8%, с ТФ3 – 7,5%, с ТФ4 – 2,7%. Это свидетельствует о значительном нитрофильном компоненте эпифитной лихенобиоты *Salix alba* L. в Астраханском заповеднике и о влиянии орнитологического фактора на формирование видового состава лишайников.

Ключевые слова. Орнитологический фактор, нитрофильный фактор, загрязнение, биоиндикация, токсифобность, лишайники, Астраханский заповедник

DOI: 10.55959/MSU0027-1403-BB-2023-128-6-13-22

Финансирование. Исследования по оценке токсифобности лихенобиоты выполнены по теме госзадания «Оценка физико-географических, гидрологических и биотических изменений окружающей среды и их последствий для создания основ устойчивого природопользования» FMGE-2019-0007 AAAA-A19-119021990093-8.

Для цитирования: Пчёлкин А.В. Нитрофильный аспект эпифитной лихенобиоты ивы белой (*Salix alba* L.) в Астраханском заповеднике // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2023. Т. 128. Вып. 6. С. 13–22.

ORIGINAL ARTICLE

NITROPHILIC ASPECT OF EPIPHYTIC LICHENOBIOTA OF WHITE WILLOW (*SALIX ALBA* L.) IN THE ASTRAKHAN RESERVE

Alexey V. Pchelkin[1]

[1] Laboratory of Biogeography, Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, pchelkin@igras.ru

Abstract. Among the epiphytic lichens of the Astrakhan Reserve, nitrophilic, toxic tolerant species dominate. At the same time, the reserve is located far from industrial areas. According to the results of quantitative studies, nitrophilic species dominate in terms of species diversity, occurrence, and projective cover. It is suggested that the abundance of nitrophilous species among lichens is associated with the ornithological factor: numerous nests of great cormorants, gray herons and crows on white willow. Crown rainwater containing bird excretions has elevated concentrations of nitrogen compounds. To assess nitrophilicity and toxicophobia, an index of average toxicophobia is proposed, calculated on the basis of a 5-point scale of lichen sensitivity and the number of species. It is based on an assessment of the most widespread lichen species, which determine the general background of lichenological toxicophobia in the surveyed area. The higher the indicator (maximum TF_{av} = 5), the cleaner the area. The Average Toxicophobicity Index of the Astrakhan Reserve, calculated on the basis of the list of species minus the "null" trees for the established test sites in the Damchiksky, Trekhizbinsky and Obzhorovsky areas and considered as a single data set, is TF_{av} = 2,18, which is lower than the median value of TF = 2,5 for a 5 point scale. A more accurate calculation of the Average Toxiphobicity Index (TF_{av}), calculated on the basis of individual trees as a single array, taking into account "null" trees, is 1,66 ± 0,08. For the Damchiksky section, TF_{av} = 1,46±0,12; for the Obzhorovsky section TF_{av} = 1.93±0,12. For the Trekhizbinsky section, TF_{av} = 1,48±0,16. This indicates a significant nitrophilic component of the epiphytic lichen biota *Salix alba* L. in the Astrakhan Reserve and the influence of the ornithological factor on the formation of the lichen flora.

Keywords. Ornithological factor, pollution, bioindication, toxicophobia, lichens, Astrakhan Nature Reserve

Financial Support. Studies to assess the toxicity of lichenobiota were carried out on the topic of the state task "Assessment of physical-geographical, hydrological and biotic changes in the environment and their consequences for creating the foundations for sustainable nature management" FMGE-2019-0007 AAAA-A19-119021990093-8.

For citation: Pchelkin A.V. Nitrophilic aspect of epiphytic lichenobiota of white willow (*Salix alba* L.) in the Astrakhan Reserve // Byul. MOIP. Otd. biol. 2023. T. 128. Vyp. 6. S. 13–22.

Значительная часть заповедников России расположена в фоновых районах, находящихся вдали от источников поллютантов, поэтому в структуре их лихенобиоты нередки виды лишайников, весьма чувствительных к загрязнению воздуха, однако нитрофильные виды, устойчивые к загрязнению, составляют меньшинство, а иногда и единичны. В условиях антропогенного воздействия экологическая ниша освобождается от токсифобных лишайников и ее занимают токситолерантные виды. Так, в Москве в пределах МКАД среди эпифитных лишайников доминируют такие нитрофильные виды, как *Phaeophyscia orbicularis*, *P. nigricans* и др. (Бязров, 2002), а, например, в Приокско-террасном заповеднике эти виды крайне редки (Пчелкин, 2005). В этом плане интересна лихенобиота в тех случаях, когда район исследования расположен вдали от источников загрязнения, а флора лишайников сходна с таковой промышленных территорий. К таким зонам относится Астраханский государственный биосферный заповедник,

состоящий из трех участков в низовьях дельты Волги: Дамчикского на западе, Трехизбинского в средней части, а также Обжоровского на востоке. Хотя заповедник и находится в зоне прикаспийских пустынь, но его растительность имеет ярко выраженный интразональный, типично дельтовый характер: заповедник располагается на Прикаспийской низменности и занимает площадь 63 400 га. Древесно-кустарниковая растительность на прирусловых валах и их остатках у стариц формирует галерейные леса из ивы белой, в которых преобладают переспелые ивовые заросли. Особенность заповедника – обилие гнездований птиц. Для строительства гнезд наиболее многочисленных видов птиц, плотность населения которых остается высокой в течение многих лет (большого баклана *Phalacrocorax carbo,* серой цапли *Ardea cinerea,* серой вороны *Corvus cornix* и др. (Русанов, 2009; 2020)), больше всего подходят такие крупные деревья, как *Salix alba* L. В 2012 г., по данным Астраханского заповедника, в дельте Волги гнездилось 3200 пар малого баклана и 28 123 пары большого баклана (Краснов, Чуйков 2013). Ограниченное число деревьев, выдерживающих тяжелые гнезда больших бакланов и других видов, привело к тому, что на одном дереве размещается до десятка и более гнезд. Кроме того, на ивах гнездятся и другие (более мелкие) многочисленные виды птиц. На кустарниковой иве, тростнике и рогозе гнезда бакланов не отмечены. Одна из причин – регулярные тростниковые палы в дельте Волги. Такие пожары, случающиеся преимущественно в весенний период, выжигают травяную растительность, но в меньшей степени затрагивают галерейные леса, где происходит гнездование птиц.

Выделения птиц, содержащие соединения азота, создают повышенную концентрацию последних на ветвях и стволах деревьев, а следовательно, и в кроновых стоках. Содержание азота в помете зависит от питания и влажности. Исследования по содержанию азота в помете больших бакланов, серых цапель и других видов не проводились, но можно по аналогии с другими видами сказать, что при влажности 65% содержание азота в помете, например курином, достигает 2%, при влажности 20% – 6%, а при влажности 95% – 0,2% (Новиков и др., 1989; Temirov et al., 2020). Учитывая присутствие в рационе больших бакланов и серых цапель белковой пищи, можно ожидать большее содержание соединений азота. Так, во время гнездования на Дамчикском участке только в одной колонии бакланов из 1000 гнездящихся пар на период размножения (4 месяца) птицы выделяют около 80 т помета (Чуйков, Кривоносов, Головкин, 1977). Один из методов оценки влияния поллютантов на лишайники – ранжирование видов по степени токсифобности с помощью шкал чувствительности. Существует большое число подобных шкал, среди которых наиболее распространены 5- и 10-балльные шкалы. Х.Х. Трасс (Трасс, 1985) приводит 10-балльную шкалу полеотолерантности для Эстонии и 5-балльную шкалу индикаторных видов для Прибалтики, Кавказа, Дальнего Востока, где ранжирование видов таково: 1 – виды естественных местообитаний, 2 – виды слабо измененных условий, 3 – виды умеренно измененных условий, 4 – виды довольно сильно измененных условий, 5 – виды сильно измененных условий. В Германии (Wirth, 1991) 187 видов лишайников были разделены по степени токситолерантности на 9 классов, где 1-й класс – наиболее чувствительные к загрязнению виды, а 9-й класс – наиболее устойчивые. Четырехбалльную шкалу для эпифитных лишайников Астрахани приводит В.И. Закутнова (2004). Чувствительность видов варьирует в зависимости от климатических (в том числе микроклиматических) показателей местности, где эти виды произрастают, поэтому у разных авторов чувствительность одного и того же вида различна, что показано в аналитической работе (Инсарова, Инсаров, 1989). Очевидно, что универсальной общей шкалы чувствительности лишайников, пригодной для всех регионов быть не может. Это создает определенные трудности при создании региональных шкал, которые должны быть созданы в результате локальных трансектных исследований и, например, для эпифитов должны быть ориентированы на определенные виды форофитов. Из-за варьирования чувствительности 9–10-балльные шкалы менее удобны. На наш взгляд, вполне оптимальны 5-балльные шкалы, например, 5-балльная шкала токсифобности (ТФ), предложенная Л.Г. Бязровым для Москвы (Бязров, 2009), где ТФ1 – наиболее устойчивые к загрязнению виды, а ТФ5 – наиболее чувствительные. 5-балльная шкала Л.Г. Бязрова была использована нами для лишайников Астраханского заповедника. Цель настоящей работы – оценка воздействия орнитологического фактора (как азотного загрязнения) на эпифитную лихенобиоту Астраханского заповедника.

Материалы и методы

Для оценки нитрофильного фактора на лихенобиоту *Salix alba* в Астраханском заповеднике мы создали базирующуюся на шкале Л.Г. Бязрова (Бязров, 2009) ориентировочную 5-балльную шкалу лишайников, отмеченных во время количественных исследований, с учетом анализа различных шкал (Трасс, 1985; Бязров, 2002, 2009; Закутнова, 2004; Инсарова, Инсаров, 1989; Wirth, 1991), в том числе 10-балльных (в этом случае токсифобность вида для перевода из 10-балльной в 5-балльную выражалась объединением соседних классов). Создавая шкалу, мы основывались на том, что хотя чувствительность вида для разных районов у разных авторов и варьирует (Инсарова, Инсаров, 1989), тем не менее, в большинстве случаев колебания происходят в небольшом диапазоне, а значение токсифобности оценивают по значениям, указанным в большинстве региональных шкал чувствительности. В основном значения по шкале токсифобности лишайников, предложенной для Астраханского заповедника (значения приведены в параметрах видов), совпадают со значениями, предложенными Л.Г. Бязровым для Москвы (Бязров, 2009).

Индекс средней фоксифобности рассчитывали по формуле:

$$ТФ^{ср.} = \sum_{i=1}^{n} ТФ^{i} / n,$$

где: $ТФ^{i}$ – токсифобность отдельных видов по 5-балльной шкале; n – число встреченных видов эпифитных лишайников.

Эта формула средней токсифобности базируется на том, что во время количественных лихенологических исследований фиксируются в основном наиболее массовые виды лишайников, определяющие общий фон лихенологической токсифобности обследованной местности, т.е. если во время исследований отмечены 5 видов с ТФ1 и 5 видов с ТФ2, то $ТФ^{ср.} = 1{,}5$. Чем выше показатель (максимальное значение $ТФ^{ср.} = 5$), тем чище местность, а поскольку наиболее токситолерантные виды являются нитрофильными (Бязров, 2002; Малышева, 2005; Толпышева, 2019; Яцына, 2013), то в нашем случае, этот показатель отражает нитрофильный аспект. Этот показатель несколько менее точен, чем индекс полеотолерантности, но позволяет максимально упростить вычисления, когда по данным литературы известен только список видов. Отказ от включения в расчеты такого показателя, как покрытие-встречаемость, присутствующим в большинстве лихеноиндикационных индексов, связано с тем, что этот показатель сильно зависит от климатических характеристик местности (Ellis, Coppings, 2010), особенно от фактора увлажнения (Gauslaa, 2014), где проводятся лихеноиндикационные исследования. Астраханский заповедник расположен в зоне прикаспийских пустынь, но в то же время его отличает интразональный характер растительности. В аридной зоне показатели встречаемости и проективного покрытия лишайников заведомо меньше, чем в районах лучшего увлажнения и, соответственно, будут меньше даже при общем низком фоновом уровне загрязнения воздуха. Поэтому результаты вычисления степени антропогенного воздействия, выраженные, например, с использованием индекса чистоты атмосферы, крайне сложно сравнивать между регионами, расположенными в различных климатических зонах.

Исследования эпифитной лихенобиоты в Астраханском заповеднике проводили методом линейных пересечений в рамках фонового экологического мониторинга (Инсаров, Пчелкин, 1990) на иве белой (*Salix alba* L.) в качестве форофита по системе пробных площадей, расположенных на всех трех участках (лесничествах) заповедника (Дамчикском – 6 площадок, Трехизбинском – 3 площадки, Обжоровском – 6 площадок) в ивняках ежевично-разнотравных (рис. 1).

Обследования охватывали следующие точки: 1 – устье Левой Моряной протоки, 2 – окрестности Центрального кордона Дамчикского участка (200 м на юг от кордона), 3 – 24-й квартал на берегу ерика Лотосный, 4 – на левом берегу протоки Быстрая напротив Обливного острова ниже истока ерика Хлебникова, 5 – на левом берегу протоки Быстрая напротив истока протоки Красивая, 6 – в 200 м на восток от 5-го кордона у протоки Средняя Мартышка, 7 – на левом берегу р. Овчинникова в истоке Щучьего ерика, 8 – на правом берегу р. Обжорова на 300 м ниже устья ерика Никаноркина, 9 – в 103-м квартале на левом берегу р. Каменная на 500 м ниже слияния рек Левой и Правой Каменной, 10 – в 101-м квартале у границы 100-, 101-, 102-го кварталов на правом берегу р. Правая Каменная, 11 – у р. Кутум в 64-м квартале на правом берегу протоки, 12 – на р. Кутум на правом берегу ерика у границы 44- и 53-го кварталов, 13 – в 19-м квартале в устье р. Трехизбинка (у стыка 18-, 19-, 28-, 29-го кварталов) в 100 м от ильменя «Безымянный», 14 – на правом берегу р. Белужья в 40-м квартале, 15 – на левом берегу р. Белужья выше Романовской Ямы в 24-м квартале.

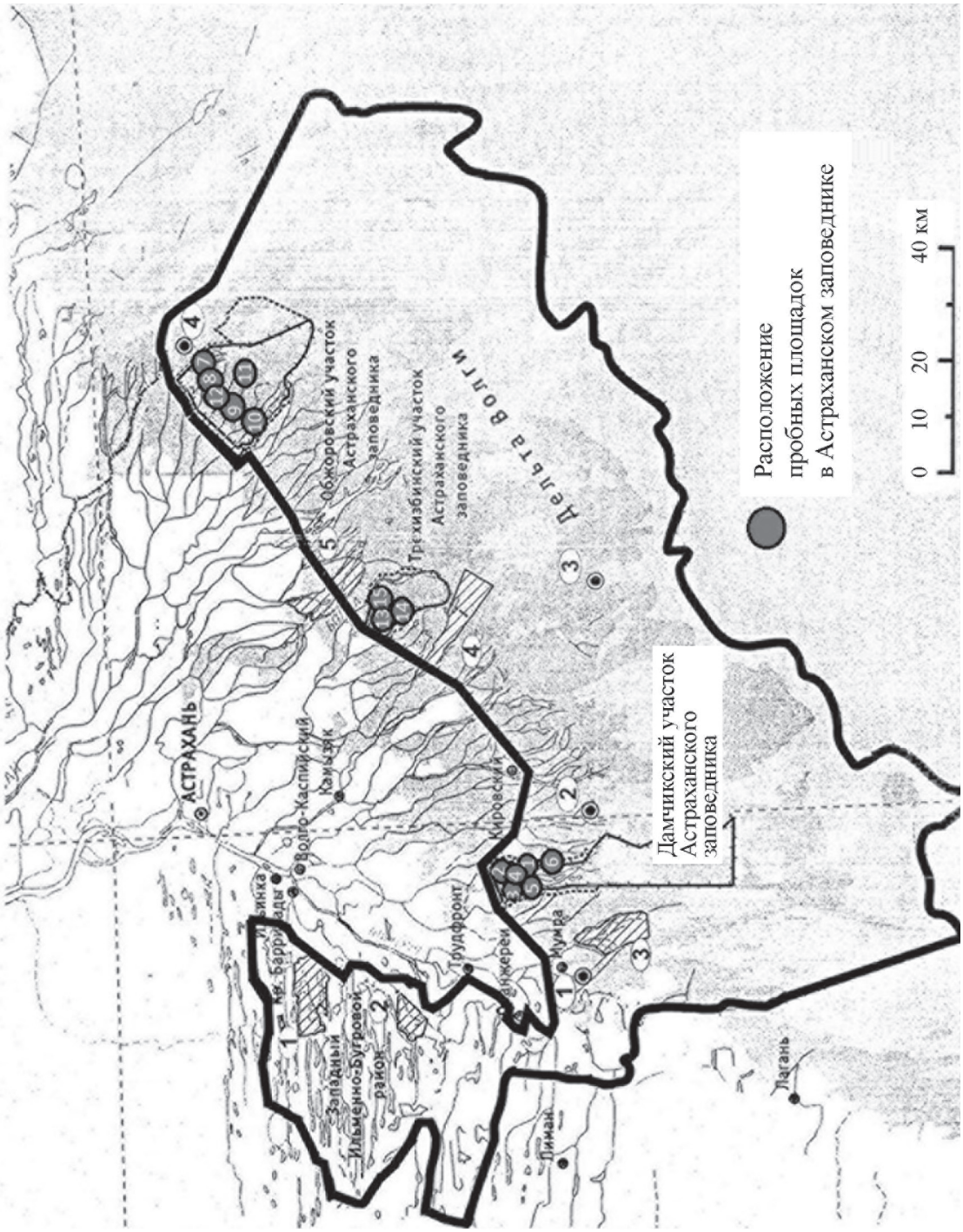

Рис. 1. Расположение пробных площадок количественных сборов лишайников в Астраханском заповеднике

Таблица 1

Количественные лихенологические параметры отдельных видов эпифитных лишайников

Вид лишайника	ТФ	Покрытие, %		Встречаемость, %		
		Ср.	Ош.ср.	Bmin.	Bcp.	Bmax.
Athallia holocarpa (Hoffm.) Arup, Frödén & Søchting	3	<0,1	<0,1	3,3	7,1	14,6
Lazarenkoella polycarpoides (J. Steiner) S.Y. Kondr. & Lőkös	2	1,1	0,3	44,7	55,3	65,4
Lecania naegelii (Hepp) Diederich & van den Boom	3	<0,1	<0,1	0,6	2,4	8,2
Lecanora saligna (Schrad.) Zahlbr.	2	2,0	0,3	44,7	55,3	65,4
Opeltia flavorubescens (Huds.) S.Y. Kondr. & Hur	4	<0,1	<0,1	2,5	5,9	13,0
Phaeophyscia nigricans (Flörke) Moberg	2	0,1	<0,1	4,0	8,2	16,0
Phaeophyscia orbicularis (Neck.) Moberg	1	0,2	0,1	4,8	9,4	17,5
Physcia adscendens H. Olivier	3	0,2	<0,1	2,5	5,9	13,0
Physcia tenella (Scop.) DC.	2	<0,1	<0,1	1,2	3,5	9,9
Polyozosia hagenii (Ach.) S.Y. Kondr., Lőkös & Farkas	1	0,3	0,2	7,4	12,7	21,7
Xanthoria parietina (L.) Th. Fr.	1	2,0	0,2	37,9	48,2	58,7
Общее	2,18	5,9	1,1	81,1	89,4	94,3

Вычисляли линейное проективное покрытие (пересечение талломов лишайников мерной лентой, выраженное в процентном отношении к длине окружности ствола) для высоты от комля 1,5 м (как общее, так и по отдельным видам). Среднее значение (Ср.), ошибка средней (Ош.Ср.), встречаемость (средняя по всем пробным площадкам – Bcp., минимальная для пробных площадок – Bmin., максимальная для пробных площадок Bmax). Были заложены 15 пробных площадок. Количественная лихенологическая съемка проведена на 85 деревьях, в среднем по 6 деревьев на площадке (Инсаров, Пчелкин, 1989). В результате лихенологической съемки определены количественные параметры для 11 эпифитных видов, значения приведены с точностью до 0,1%. Токсифобность (ТФ) приведена в баллах от 1 до 5, где ТФ1 – минимально токсифобные лишайники, нитрофильные, устойчивые к загрязнению; ТФ5 – максимально токсифобные виды, чувствительные к загрязнению. Вычисления сделаны по оценке лихенологических параметров количественных характеристик всех пробных площадок, где форофиты учтены как единый массив данных. Значения токсифобности (ТФ) по шкале чувствительности для встреченных в заповеднике во время количественных измерений лишайников приведены в параметрах отдельных видов.

Результаты и обсуждение

Общее среднее линейное проективное покрытие для всех пробных площадок Астраханского заповедника как единого массива данных: Ср. = 5,9%, Ош.ср. = 1,1%. Индекс токсифобности (ТФ) за вычетом «нулевых» деревьев и только на основе списка видов составляет 2,18. Лихенологические параметры отдельных видов приведены в табл. 1.

При количественных исследованиях в Астраханском заповеднике не отмечены виды с токсифобностью ТФ = 5. По числу видов доминируют лишайники с токсифобностью ТФ = 1, ТФ = 2 и ТФ = 3 (рис. 2).

Оценка токсифобности эпифитных лишайников по встречаемости (%) показала результаты, сходные с диаграммой видового разнообразия по степени токсифобности. По встречаемости и проективному покрытию также доминируют лишайники с токсифобностью ТФ = 1, ТФ = 2 и ТФ = 3 (рис. 2).

Диаграмма проективного покрытия лишайников по степени токсифобности показывает схожесть с диаграммами по встречаемости и видовому разнообразию: полностью доминируют виды с токсифобностью ТФ1, ТФ2 и ТФ3. Крайне малое проективное покрытие у видов с ТФ4 (рис. 2).

Таблица 2

Значения индекса средней токсифобности для Астраханского заповедника по результатам количественных сборов методом линейных пересечений

Обследованный участок	Индекс средней токсифобности ($ТФ^{ср.}$)			
	среднее	ошибка среднего	медиана	повторность
Дамчикский	1,46	0,12	1,5	33
Обжоровский	1,93	0,12	2	32
Трехизбинский	1,48	0,16	1,5	20
Заповедник в целом	1,66	0,08	2	85

Вычисление индекса средней токсифобности ($ТФ^{ср.}$) обследованных участков Астраханского заповедника с учетом «нулевых» деревьев (т.е. деревьев, на которых лишайники во время лихенологического измерения не зафиксированы) дало следующие результаты (табл. 2).

Минимальные значения $ТФ^{ср.}$, вычисленные только на основе списка видов, составляют 1, если все виды по шкале токсифобности имеют значение, равное 1; максимальное значение равно 5. Минимальные значения, вычисленные на основе средних значений по обследованию отдельных форофитов, включая «нулевые» деревья, могут принимать нулевое значение в случае «лишайниковой пустыни», когда эпифитные виды полностью отсутствуют и максимальные значения $ТФ^{ср.}$ равны 5. В этих случаях можно вычислять статистические параметры (среднюю, ошибку средней и др.). Из табл. 2 видно, что как для отдельных участков, так и для Астраханского заповедника в целом, $ТФ^{ср.}$ не превышает 2. Аналогичные исследования, проведенные на иве белой в Тарусском р-не Калужской обл. (12 видов), где отсутствует массовое гнездование, на участке вдали от промышленных зон, показали среднюю токсифобность $ТФ^{ср.}$ = 3,1. В качестве растения-форофита ива является более удобным субстратом для эпифитных лишайников, чем многие другие породы деревьев. Так, для Финляндии среднее богатство видов эпифитов колеблется от 18 до 31 вида на дерево, из которых *Alnus* и *Salix* показали наибольшее число видов, а *Picea* и *Populus* – наименьшее (Kuusinen, 1996). На иве было в найдено 100 видов, а на тополе – 70 (Kuusinen, 1995), при этом в благоприятных условиях для ивы отмечены такие чувствительные к загрязнению виды, как *Usnea dasopoga*, *Lobaria pulmonaria,*

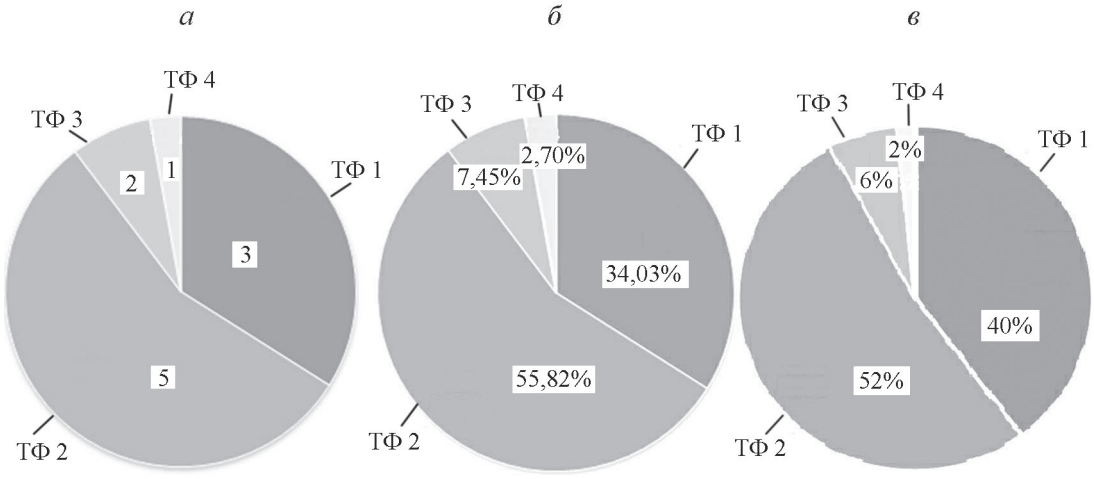

Рис. 2. Диаграммы: *а* – видового разнообразия; *б* – суммы встречаемости (%); *в* – линейного проективного покрытия (%) лишайников на *Salix alba* в Астраханском заповеднике по степени токсифобности

Ramalina chondrina (Kuusinen, 1995), представители р. *Bryoria* (Гимельбрант и др., 2009), *Evernia prunastri, Flavoparmelia caperata, Usnea* sp. (Таран, Катаева, 2015). Изучение лихенобиоты Астраханского заповедника другими авторами также показывает преобладание нитрофильных видов лишайников (Закутнова, 2004а; Закутнова, Пилипенко, 2017).

Выводы

Предлагаемый индекс средней токсифобности ($ТФ^{ср.}$) показал результаты, сходные с основными количественными характеристиками лихенобиоты – встречаемости и проективного покрытия, что позволяет использовать его для ориентировочной оценки степени загрязнения. К достоинствам индекса можно отнести простоту его расчетов, возможность использовать данные только по видовому составу, в том числе результаты предварительных не количественных, а флористических лихенологических исследований, когда фиксируются в основном наиболее часто встречающиеся виды. К недостаткам индекса относятся несколько меньшая точность и необходимость, как и при использовании индекса полеотолерантности, наличия информации о токсифобности лишайников, ранжированных по 5-балльной шкале. По сравнению с другими индексами, а также основными количественными параметрами лихенобиоты, индекс средней токсифобности ($ТФ^{ср.}$) более чувствителен к факту обнаружения вида, так как базируется на видовом составе. Индекс средней токсифобности ($ТФ^{ср.}$) Астраханского заповедника, вычисленный по списку видов для заложенных пробных площадок в Дамчикском, Трихизбинском и Обжоровском участках, рассматриваемых как единый массив данных, составляет 2,18, что ниже медианного значения ТФ = 2,5 для 5-балльной шкалы. Более точное определение индекса средней токсифобности ($ТФ^{ср.}$), вычисленного на основе отдельных деревьев как единого массива с учетом «нулевых» деревьев для заповедника в целом составляет 1,66±0,08. Для Дамчикского участка $ТФ^{ср.}$ = 1,46±0,12; для Обжоровского участка $ТФ^{ср.}$ = 1,93±0,12. Для Трехизбинского участка $ТФ^{ср.}$ = 1,48±0,16. По встречаемости виды с ТФ1 составляют 34,0%, с ТФ2 – 55,8%, с ТФ3 – 7,5%, с ТФ4 – 2,7%. Это свидетельствует о значительном нитрофильном компоненте эпифитной лихенобиоты *Salix alba* в Астраханском заповеднике и о влиянии орнитологического фактора на формирование флоры лишайников. Поскольку заповедник расположен вдали от промышленных объектов, можно предположить, что антропогенное воздействие в виде аэрополлютантов на эпифитную лихенобиоту минимально, а выраженная нитрофильность связана именно с влиянием орнитологического фактора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бязров Л.Г. Лишайники в экологическом мониторинге / Л.Г. Бязров; Отв. ред. Д.А. Криволуцкий. М., 2002. 335 с

Бязров Л.Г. Лишайники Москвы: современная динамика. М., 2009. 146 с.

Гимельбрант Д.Е., Степанчикова И.С., Кузнецова Е.С. Лишайники некоторых кустарников и кустарничков полуострова Камчатки // Новости систематики низших растений. СПб., 2009. Т. 43. С. 150–171.

Закутнова В.И. Экобиоморфологический анализ лихенофлоры дельты Волги (таксономический состав, география, мониторинг городов и заповедных мест). Автореф. дис. … докт. биол. наук. Астрахань, 2004. 49 с.

Закутнова В.И. Мониторинг лишайников Астраханского биосферного заповедника. // Вестн. Оренбургского государственного университета. 2004а. № 9. С. 102–106.

Закутнова В.И., Пилипенко Т.А. Анализ лихенофлоры заповедных мест Астраханской области // Естественные науки. 2017. № 2. С. 9–14.

Инсаров Г.Э., Пчелкин А.В. Количественные характеристики состояния эпифитной лихенофлоры Астраханского заповедника. Обнинск, 1989. 18 с.

Инсарова И.Д., Инсаров Г.Э. Сравнительная оценка чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л., 1989. Т. 12. С. 113–175.

Краснов И.О., Чуйков Ю.С. (ред.) Государственный доклад об экологической обстановке в Астраханской области в 2012 году. Астрахань, 2013. С. 1–225.

Малышева Н.В. Лишайники городов Европейской России. Автореф. дис. докт. биол. наук. СПб., 2005. 38 с.

Новиков М.Н., Хохлов В.И., Рябков В.В. Птичий помет – ценное органическое удобрение. М., 1989. 80 с.

Пчелкин А.В. Сравнение флоры лишайников Москвы и Приокско-террасного заповедника // Сб. Экосистемы Приокско-террасного заповедника. Пущино, 2005. С. 95–104.

Русанов Г.М. Мониторинг птичьего населения в

дельте Волги в 2016 году; гнездование орлана-белохвоста *Haliaetus albicilla* в тростнике на предустьевом взморье // Русский орнитологический журнал. 2020. Т. 29. Экспресс-выпуск 1939. С. 2817–2830.

Русанов Г.М. Мониторинг птичьего населения в Астраханском заповеднике и в авандельте Волги (2008) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2009. Т. 18, № 4. С. 199–209.

Таран, Г.С., Катаева, О.А. К лихенофлоре ивняков (*Salix triandra, S. viminalis*) малых рек города Новосибирска. Вестн. Красноярского государственного аграрного университета, сельскохозяйственные науки, 2015. № 6. С. 220–224.

Толпышева Т.Ю. Эпифитные лишайники некоторых антропогенных местообитаний сельской местности (Зубцовский район, Тверская область) // Социально-экологические технологии. 2019. Т. 9. № 4. С. 467–480.

Трасс Х.Х. Классы полеотолерантности лишайников и экологический мониторинг // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л., 1985. Т. 7. С. 122–137.

Чуйков Ю.С., Кривоносов Г.А., Головкин А.Н. Роль колониальных рыбоядных птиц в биогидрохимической системе култучной зоны дельты Волги // VII Всесоюз. орнитол. конф. Тез. Докл. Ч. I. Киев, 1977. С. 338–339.

Яцына А.П. Структура эпифитных лишайниковых сообществ *Pinus sylvestris* L. в Беларуси // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. 2013. № 1 (73). С. 45–49.

Ellis C.J., Coppins B.J. Partitioning the role of climate, pollution and old-growth woodland in the composition and richness of lichen epiphytes in Scotland // The Lichenologist, 2010. 42(5). P. 601–614.

Gauslla Y. Rain, dew, and humid air as drivers of morphology, function and spatial distribution in epiphytic lichens // The Lichenologist, 2014, 46(1): 1–16.

Kuusinen M. Epiphytic Lichen Diversity on *Salix caprea* and *Populus tremula* in Old-growth Forests of Finland // Mitt. Eidgenoss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 1995, 70, 1: 125–132.

Kuusinen M. Epiphyte Flora and Diversity on Basal Trunks of Six Old-Growth Forest Tree Species in Southern and Middle Boreal Finland // The Lichenologist, 1996. Vol. 28, Issue 5. P. 443–463.

Temirov U.Sh., Namazov Sh.S., Usanbaev N.Kh. Intensive technology for processing bird litter in organomineral fertilizers // ChemChemTech. 2020. T. 63. № 12. С. 85–94.

Wirth V. Zeigewerte von Flechten // Scripta Geobotanica. 1991. Bd18. S. 215–237.

REFERENCES

Byazrov L.G. Lishainiki v ekologicheskom monitoringe / L.G. Byazrov; Otv. red.: D.A. Krivolutskii; Ros. akad. nauk. M., 2002. 335 s.

Byazrov L.G. Lishainiki Moskvy: sovremennaya dinamika. M., 2009. 146 s.

Gimel'brant D.E., Stepanchikova I.S., Kuznetsova E.S. Lishainiki nekotorykh kustarnikov i kustarnichkov poluostrova Kamchatki // Novosti sistematiki nizshikh rastenii. SPb., 2009. T. 43, S. 150–171.

Zakutnova V.I. Ekobiomorfologicheskii analiz likhenoflory del'ty Volgi (taksonomicheskii sostav, geografiya, monitoring gorodov i zapovednykh mest). Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni doktora biologicheskikh nauk. Astrakhan', 2004. 49 s.

Zakutnova V.I. Monitoring lishainikov Astrakhanskogo biosfernogo zapovednika // Vestn. Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2004a. № 9. S. 102–106.

Zakutnova V.I., Pilipenko T.A. Analiz likhenoflory zapovednykh mest Astrakhanskoi oblasti. // Estestvennye nauki. 2017. № 2. S. 9–14.

Insarov G.E., Pchelkin A.V. Kolichestvennye kharakteristiki sostoya¬niya epifitnoi likhenoflory Astrakhanskogo zapovednika. Obninsk, 1989. 18 s.

Insarova I.D., Insarov G.E. Sravnitel'naya otsenka chuvstvitel'nosti epifitnykh lishainikov razlichnykh vidov k zagryazneniyu vozdukha // Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem. L.: Gidrometeoizdat. 1989. T. 12. S. 113–175.

Krasnov I.O., Chuikov Yu.S. (red.) Gosudarstvennyi doklad ob ekologicheskoi obstanovke v Astrakhanskoi oblasti v 2012 godu. Astrakhan', 2013. S. 1–225.

Malysheva N.V. Lishainiki gorodov evropeiskoi Rossii. Avtoref. dis. … dokt. Boil. nauk. SPb., 2005. 38 s.

Novikov M.N., Khokhlov V.I., Ryabkov V.V. Ptichii pomet – tsennoe organicheskoe udobrenie. M., 1989. 80 s.

Pchelkin A.V. Sravnenie flory lishainikov Moskvy i Prioksko-Terrasnogo zapovednika // V sbornike: Ekosistemy Prioksko-Terrasnogo zapovednika. Pushchino, 2005. S. 95–104.

Rusanov G.M. Monitoring ptich'ego naseleniya v del'te Volgi v 2016 godu; gnezdovanie orlana-belokhvosta Haliaetus albicilla v trostnike na predust'evom vzmor'e // Russkii ornitologicheskii zhurnal 2020. T. 29. Ekspress-vypusk 1939. S. 2817–2830.

Rusanov G.M. Monitoring ptich'ego naseleniya v Astrakhanskom zapovednike i v avandel'te Volgi (2008) // Samarskaya Luka: problemy regional'noi i global'noi ekologii. 2009. T. 18. № 4. S. 199–209.

Taran G.S., Kataeva O.A. K likhenoflore ivnyakov (Salix triandra, S. viminalis) malykh rek goroda Novosibirska. Vestn. Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo

universiteta, sel'skokhozyaistvennye nauki. 2015. № 6. S. 220–224.

Tolpysheva T.Yu. Epifitnye lishainiki nekotorykh antropogennykh mestoobitanii sel'skoi mestnosti (Zubtsovskii raion, Tverskaya oblast') // Sotsial'no-ekologicheskie tekhnologii. 2019. T. 9. № 4. S. 467–480.

Trass Kh.Kh. Klassy poleotolerantnosti lishainikov i ekologicheskii monitoring // Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem. L., 1985. T. 7. S. 122–137.

Chuikov Yu.S., Krivonosov G.A., Golovkin A.N. Rol' kolonial'nykh ryboyadnykh ptits v biogidrokhimicheskoi sisteme kultuchnoi zony del'ty Volgi // VII Vsesoyuz. Ornitolog. Konf. Tez. dokl. Ch. I. Kiev, 1977. S. 338–339.

Yatsyna A.P. Struktura epifitnykh lishainikovykh soobshchestv *Pinus sylvestris* L. v Belarusi // Vesnik Vitsebskaga dzyarzhaŭnaga ŭniversiteta. 2013. № 1 (73). S. 45–49.

Ellis C.J., Coppins B.J. Partitioning the role of climate, pollution and old-growth woodland in the composition and richness of lichen epiphytes in Scotland // The Lichenologist, 2010. 42(5). P. 601–614.

Gauslla Y. Rain, dew, and humid air as drivers of morphology, function and spatial distribution in epiphytic lichens // The Lichenologist, 2014, 46(1): 1–16.

Kuusinen M. Epiphytic Lichen Diversity on *Salix caprea* and *Populus tremula* in Old-growth Forests of Finland // Mitt. Eidgenoss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 1995, 70, 1: 125–132.

Kuusinen M. Epiphyte Flora and Diversity on Basal Trunks of Six Old-Growth Forest Tree Species in Southern and Middle Boreal Finland // The Lichenologist, 1996. Vol. 28, Issue 5. P. 443–463.

Temirov U.Sh., Namazov Sh.S., Usanbaev N.Kh. Intensive technology for processing bird litter in organomineral fertilizers // ChemChemTech. 2020. T. 63. № 12. C. 85–94.

Wirth V. Zeigewerte von Flechten // Scripta Geobotanica. 1991. Bd18. S. 215–237.

Информация об авторах

Пчёлкин Алексей Васильевич – вед. науч. сотр., Лаборатория биогеографии, ФГБУ Институт географии РАН, докт. биол. наук, 119107, г. Москва, Старомонетный переулок, д. 29 (pchelkin@igras.ru).

Information about the author

Alexey Pchelkin, Laboratory of Biogeography, Institute of Geography, Russian Academy of Sciences (pchelkin@igras.ru).

Статья поступила в редакцию 15.04.2022; одобрена после рецензирования 14.03.2023; принята к публикации 12.04.2023.

The article was submitted 15.04.2022; approved after reviewing 14.03.2023; accepted for publication 12.04.2023.