

С. Б. Криворотов, О. Ю. Манилова

**ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ И ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ
РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЛИШАЙНИКОВ
УРБОЭКОСИСТЕМЫ Г. ТИМАШЕВСКА
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

S. B. Krivorotov, O. Yu. Manilova

**LIFE FORMS AND GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF
LICHENS URBAN ECOSYSTEM OF THE CITY OF
TIMASHEVSK KRASNODAR TERRITORY**

Аннотация. Лишайники являются важным компонентом фитоценозов, они участвуют в создании микроклимата сообществ, заселяют малоприспособленные для других организмов места обитания, выделяют лишайниковые кислоты, задерживающие рост некоторых растений и др. В статье приведены результаты таксономического, географического и экологического анализа лишайниковой биоты города Тимашевска. На территории урбоэко시스템ы выявлен 51 вид лишайников, принадлежащих к 27 родам, 12 семействам, 2 классам. Выявлены жизненные формы лишайников урбоэкосистемы. Один из методов оценки качества атмосферного воздуха основан на использовании видового состава лишайниковой биоты изучаемой урбоэкосистемы и установлении чувствительности видов. Наличие списка видов лишайников как для всей урбоэкосистемы, так и для отдельных ее участков позволяет достаточно надежно оценить состояние воздушного бассейна района и провести сравнение качества воздуха частей обследованной территории. По итогам проведенных исследований сделан вывод о возможности использования лишайников для долгосрочного мониторинга за состоянием атмосферной среды урбанизированных территорий Северо-Западного Кавказа.

Ключевые слова: урбоэкосистема; лишайниковая биота; таксономический; географический анализ; жизненные формы.

Сведения об авторах: Криворотов Сергей Борисович, SPIN-код: 6869-9628, д-р биол. наук, Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия, s.krivorotov_2002@rambler.ru; Манилова Ольга Юрьевна, SPIN-код: 7284-6827, ORCID 0003-2865-9037, канд. биол. наук, Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар, Россия, manilova27@rambler.ru

About the authors: Krivorotov Sergey Borisovich, SPIN-код: 6869-9628, Dr. habil., Kuban State University, Krasnodar, Russia, manilova27@rambler.ru; Manilova Olga Yurievna, SPIN-код: 7284-6827, ORCID 0003-2865-9037, PhD., Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia, manilova27@rambler.ru.

Одним из основных и перспективных методов биоиндикации является лишайниковая индикация, позволяющая дать объективную оценку загрязнению атмосферного воздуха на урбанизированных территориях. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются автотранспорт, а также различные производственные объекты, поллютанты от которых распространяются на многие десятки километров [1, с. 96; 13, с. 2].

Оценить качество атмосферного воздуха урбоэкосистемы можно, используя данные о видовом составе лишайниковой биоты, а также выявив чувствительность видов лишайников к различным поллютантам. Видовой состав лишайников урбоэкосистемы или ее участков обеспечивает надежность оценки состояния воздушной среды изучаемого района и дает возможность сравнивать качество воздуха отдельных частей территории [7, с. 17; 12, с. 170].

Современные литературные данные указывают на то, что анализ среды урбанизированных территорий проводится лишь в отдельных регионах России. Имеются данные об исследованиях, проводи-

мых в республике Калмыкия, Челябинской области, на Урале, в Новосибирской области, Красноярском и Алтайском крае. В своих исследованиях авторы рассматривают особенности лишайниковых слоевищ накапливать поллютанты, тем самым оценивать состояние атмосферного воздуха урбоэкосистем быстро и экономично. Перспективность использования метода лишайноиндикации обусловлена тем, что лишайниковые слоевища активно накапливают тяжелые металлы. А именно тяжелые металлы и являются основными поллютантами, интенсивность распространения которых зависит от ряда факторов, в том числе и от техногенеза. Краснодарский край характеризуется активным развитием промышленности и сельского хозяйства – основных «поставщиков», загрязняющих атмосферу урбоэкосистемы компонентов [4, с. 114; 8, с. 178; 14, с. 298].

Город Тимашевск является крупнейшим промышленным центром. Находясь практически в самом центре Краснодарского края, в месте пересечения железнодорожных магистралей, данный населенный пункт имеет достаточно выгодное географическое расположение. Указанное местоположение ведет к быстрым темпам роста промышленности при минимальных затратах. Большая часть города представлена промышленными зонами. Интенсивное увеличение производственных и перерабатывающих отраслей положительно влияет на развитие города, обеспечивает высокий уровень жизни населения, но с другой стороны, отрицательно сказывается на экологической обстановке [9, с. 210; 11, с. 80].

В результате проведенных на территории урбоэкосистемы исследований нами составлен аннотированный таксономический список лишайников города Тимашевска и прилегающих территорий. Все выявленные виды лишайников принадлежат 2 классам – *Lecanoromycetes* и *Arthoniomycetes*. При этом 8 семейств и 5 порядков насчитывает класс *Lecanoromycetes*, 1 порядок и 2 семейства – класс *Arthoniomycetes*.

Таксономический список составлен с учетом современной номенклатуры, при этом использовался целый ряд монографических работ [2; 3; 5, с. 4; 10].

Сбор и идентификация лишайников осуществлялись согласно общепринятым методикам [6], анализ жизненных форм и географический анализ проводились по методике, предложенной Н.С. Голубковой (1983).

Лишайнобиота изучаемой урбоэкосистемы насчитывает 51 вид, относящихся к 27 родам и 12 семействам (рис. 1).

Рода в семействах распределены следующим образом: по 2 рода в семействах *Lecanoraceae* и *Candelariaceae*, по 3 рода в семействах *Teloschistaceae* и *Physciaceae*, максимальное количество – 10 родов насчитывает семейство *Parmeliaceae*. По 1 роду насчитывают 7 семейств.

Среднее количество видов в семействе составляет 4,2. Максимальным видовым разнообразием характеризуются четыре семейства: *Parmeliaceae* (13 видов), *Lecanoraceae* (12), *Teloschistaceae* (6), *Physciaceae* (5). На долю указанных семейств приходится 70,6% всего видового состава.

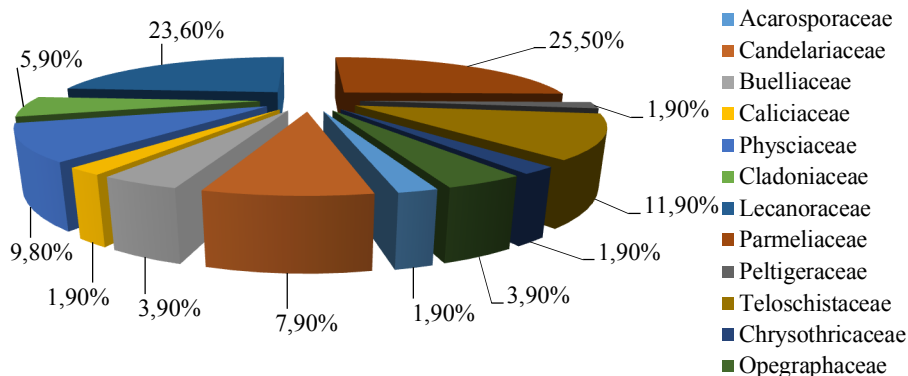


Рис. 1. Структура лишайнобиоты урбоэкосистемы города Тимашевска, %

Среднее количество видов в роде – 1,9. Минимальное видовое разнообразие характерно для 16 родов. Видовым составом выше среднего уровня характеризуются 11 родов: *Lecanora* (10), *Candelariella* (3), *Physcia* (3), *Cladonia* (3), *Parmotrema* (3), *Caloplaca* (3), *Buellia* (2), *Lecidella* (2), *Melanelixia* (2), *Xanthoria* (2), *Opegrapha* (2).

Наиболее богаты видами 11 родов (68,64% видового состава). Они имеют важное значение в формировании лишайносинузий урбоэкосистемы.

Лишайнобиота урбоэкосистемы города Тимашевска была подвергнута географическому анализу, она представлена 6 географическими элементами.

На исследуемой территории максимальное число видов лишайников относится к мультирегиональному элементу. Голарктический тип ареала включает в себя 43,15% видов, неморальный — 11,77%, бореальный — 7,84% (рис. 2).

Представители неморального элемента с паннеморальным типом ареала составляют 9,8% от всего видового состава. Эвриголарктический элемент с голарктическим типом ареала и мультирегиональный элемент с бореальным типом ареала включают в себя по 7,84% видов.

На долю неморального географического элемента с европейским типом ареала и бореального географического элемента с панбореальным типом ареала приходится по 3,92%.

Минимальное количество видов лишайников включает монтанно-гипоарктический элемент с голарктическим типом ареала, бореальный элемент с голарктическим типом ареала, неморальный элемент с голарктическим и евразийским типами ареала, ното-бореальный элемент с биполярным типом ареала, мультирегиональный элемент с панбореальным типом ареала.

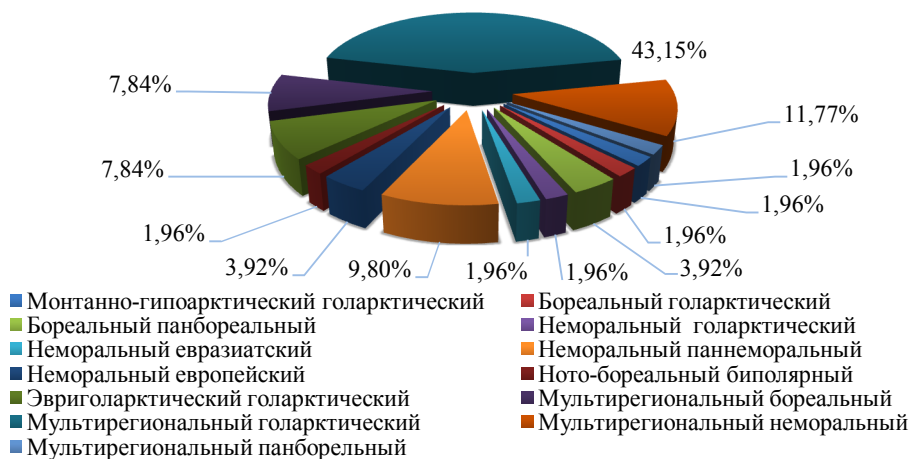


Рис. 2. Географические элементы лишайников урбозкосистемы города Тимашевска, %

Таким образом, лишайники изучаемой территории являются мультирегиональными с голарктическим типом ареала. Был проведен анализ жизненных форм лишайников города Тимашевска и его окрестностей. Механизмы приспособления, возникающие у живых организмов, в том числе и лишайников, обеспечивают выживаемость видов и адаптацию к различным экологическим характеристикам территорий. Виды лишайников, слоевища которых произрастают на поверхности субстрата, относятся к отделу эпигенные лишайники.

Тип плагиотропных лишайников включает в себя класс накипные, и насчитывает 25 видов (49,01%). Слоевища этих лишайников сростается с субстратом практически всей нижней поверхностью. Группа однообразно-накипных лишайников включает 25 видов (49,01%). К данной группе относятся виды, у которых слоевище имеет вид корочки, равномерной в центральной части (рис. 3).

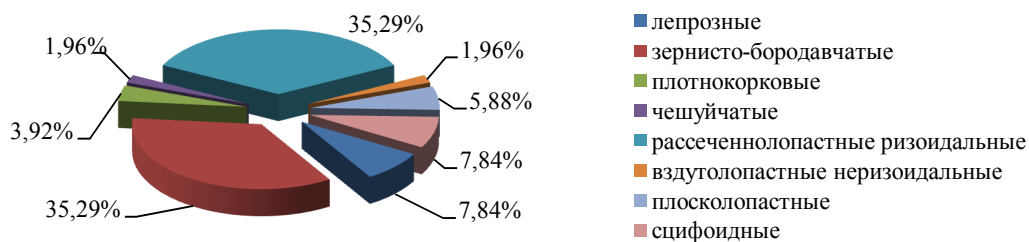


Рис. 3. Жизненные формы лишайников урбозкосистемы города Тимашевска, %

К подгруппе лепрозные лишайники относятся 4 вида (7,84%). На исследуемой территории подгруппа лепрозных лишайников представлена родами *Caloplaca*, *Chrysothrix*. Они распространены в парковой, центральной и пригородной зонах; редко представители данной группы встречаются на коре форофитов вблизи транспортных магистралей. Произрастают на коре: вишни обыкновенной, гледичии трехколючковой, дуба черешчатого, тополя пирамидального и других форофитов.

Лишайники, относящиеся к подгруппе зернисто-бородавчатая жизненная форма, насчитывают 18 видов (35,29%). Данная подгруппа включает рода: *Calicium*, *Lecanora*, *Candelariella*, *Lecidella*, *Opegrapha*, *Rinodina*. Представители этих родов распространены на всей территории города Тимашевска и в

его окрестностях. Произрастают на коре форофитов: дуба черешчатого, тополя пирамидального, гледичии трехколючковой, айланта высочайшего, ореха грецкого, чёрного, ивы белой и др.

К подгруппе плотнокорковые лишайники относятся 2 вида (3,92%). Данная подгруппа представлена одним родом – *Buellia*. Виды рода *Buellia* распространены в пригородной, парковой, центральной зонах города. Обнаружены на коре рябины, дуба черешчатого, груши обыкновенной, вяза гладкого, гледичии трехколючковой, ясеня высокого.

К подгруппе чешуйчатые относится всего 1 вид (1,96%) из рода *Acarospora*. Обнаружен в пригородной зоне на песчаниках.

На долю класса листоватые лишайники приходится 19 видов (37,25%). Данная группа характеризуется уплощённым в дорзовентральном направлении слоевищем, которое прикрепляется ризоидами, ризинами или участками нижней поверхности.

Группа рассеченнолопастных ризоидальных лишайников включает 18 видов (35,29% от общего количества видов). На изучаемой территории и в ее окрестностях обнаружены следующие роды лишайников, входящие в состав указанной группы: *Flavoparmelia*, *Candelaria*, *Flavopunctelia*, *Melanelixia*, *Melanohalea*, *Parmelia*, *Parmotrema*, *Platismatia*, *Pleurosticta*, *Peltigera*, *Physcia*, *Rusavskia*, *Xanthoria*. Эта группа имеет максимальное видовое разнообразие, ее представители произрастают на всей территории урбоэкосистемы и в ее окрестностях. Обнаружены на дубе черешчатом, иве белой, гледичии трехколючковой, березе бородавчатой, вишне обыкновенной, ясене высоком, робинии ложноакация, а также других форофитах.

Группа вздутолопастных неризоидальных лишайников насчитывает лишь 1 вид (1,96%). Данная группа включает лишайники, у которых слоевище имеет лопасти веерообразно-разветвленной формы, и внутри с небольшой полостью. Представитель группы *Hypogymnia physodes* обнаружен в пригородной и парковой зонах на дубе черешчатом и клене полевым.

К типу ортотропные классу кустистые жизненные формы относятся 7 видов (13,72%). Эти лишайники имеют слоевища в виде кустиков, с повисающими, прямостоячими или стелющимися по субстрату лопастями.

К подгруппе плосколопастных лишайников относятся 3 вида (5,88%), которые принадлежат к 3 родам: *Anaptychia*, *Evernia*, *Pseudevernia*. Виды этих родов распространены в центральной, пригородной, парковой зонах, произрастают на коре: гледичии трехколючковой, дуба черешчатого, клена полевого, ясеня высокого, боярышника обыкновенного, а также других форофитов.

К подгруппе сцифоидные лишайники относятся 4 вида (7,84%). Эти лишайники имеют слоевища сцифоидной формы, слабо разветвленные. Указанная жизненная форма на исследуемой территории представлена родом *Cladonia*.

Отдел эпигенных лишайников является основным, к которому относятся все виды, обнаруженные на исследуемой территории и в ее окрестностях. Представители данного отдела имеют слоевище, развивающееся на поверхности субстрата.

Первое место по многообразию видов принадлежит группе плагиотропных листоватых рассеченнолопастных ризоидальных лишайников (35,29%), а также группе плагиотропных однообразно-накипных зернисто-бородавчатых лишайников (35,29%). Второе место – группе плагиотропных однообразно-накипных лепрозных и ортотропных чешуйчато-кустистых сцифоидных лишайников (7,84%). Третье место занимают ортотропные кустистые повисающие плосколопастные жизненные формы лишайников (5,88%).

Плагиотропные накипные однообразно-накипные плотнокорковые лишайники представлены наибольшим количеством видов (3,92%).

Минимальным количеством видов представлены плагиотропные однообразно-накипные чешуйчатые (1,96%) и плагиотропные листоватые вздутолопастные неризоидальные жизненные формы лишайников (1,96%).

ЛИТЕРАТУРА

1. Божко А. А. Лишениоиндикация-метод объективного тестирования техногенной нагрузки урбанизированных экосистем // *Фундаментальные исследования*. 2004. № 3. С. 95–97.
2. Бязров Л. Г., Криволицкий Д. А. Лишайники в экологическом мониторинге. М.: Научный мир, 2002.
3. Голубкова Н. С. Анализ флоры лишайников Монголии. Л.: Наука, 1983. 248 с.
4. Иржигитова Д. М., Корчиков К. Е. С. Некоторые химические особенности коры деревьев как субстрата для развития лишайников (на примере Красносамарского лесного массива) // *Вестник Самарского государственного университета*. 2011. № 5(86). С. 114–152.
5. Криворотов С. Б. Лишайники и лишайниковые группировки Северо-Западного Кавказа и Предкавказья: Флористический и экологический анализ: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Краснодар, 2001. 35 с.

6. Окснер А. Н. Определитель лишайников СССР. Морфология, систематика и географическое распространение. Л.: Наука, 1974.
7. Плюснин С. Н. Лишαιοиндикация: основные подходы // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. 2012. № 7. С. 17–19.
8. Пчелкин А. В., Пчелкина Т. А. Восстановление локальных популяций редких видов лишайников в условиях мегаполиса // Проблемы популяционной биологии: Мат-лы XII всеросс. популяционного семинара памяти Н. В. Глотова. Йошкар-Ола, 2017. С. 177–179.
9. Радиков М. И. Соредии лишайников как индикаторы состояния атмосферы городов // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: Сб. мат-лов 2 всероссийской науч. конф. (Йошкар-Ола, 28-31 января). Йошкар-Ола, 2006. С. 210–212.
10. Урбанавичюс Г. П. Список лишайнофлоры России. СПб.: Наука, 2010.
11. Щербакова А. И. Лишайники с высокой антиоксидантной активностью // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2018. № 4(40). С. 75–84. <https://doi.org/10.15350/2306-2827.2018.4.75>
12. McMullin R. T., Lendemer J. C., Braid H. E., Newmaster S. G. Molecular insights into the lichen genus *Alectoria* (Parmeliaceae) in North America // *Botany*. 2016. Vol. 94. № 3. P. 165–175. <https://doi.org/10.1139/cjb-2015-0186>
13. Nordin A., Moberg R., Tønsberg T., Vitikainen O., Dalsätt A., Myrdal M., Ekman S. Santesson's checklist of Fennoscandian lichen-forming and lichenicolous fungi // *Ver. April*. 2011. Vol. 29. P. 2011.
14. Zhao X., Leavitt S. D., Zhao Z. T., Zhang L. L., Arup U., Grube M., Divakar P. K. Towards a revised generic classification of lecanoroid lichens (*Lecanoraceae*, *Ascomycota*) based on molecular, morphological and chemical evidence // *Fungal Diversity*. 2016. Vol. 78. № 1. P. 293–304. <https://doi.org/10.1007/s13225-015-0354-5>

REFERENCES

1. Bozhko, A. A. (2004). Likhenoindikatsiya-metod ob"ektivnogo testirovaniya tekhnogennoi nagruzki urbanizirovanykh ekosistem. *Fundamental'nye issledovaniya*, (3), 95-97. (in Russian)
2. Byazrov, L. G., & Krivolutskii, D. A. (2002). Lishainiki v ekologicheskom monitoringe. Moscow. Nauchnyi mir. (In Russian)
3. Golubkov, N. With. (1983). Analysis of Mongolian lichen flora. Leningrad. (in Russian)
4. Irzhigitova, D. M., & Korchikov, K. E. S. (2011). Nekotorye khimicheskie osobennosti kory derev'ev kak substrata dlya razvitiya lishainikov (na primere Krasnosamarskogo lesnogo massiva) [Some chemical characteristics of Bark as a substrate for Lichen's developing (Krasnosamarsky Forest as an Example)]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta [Natural science series]*, 5(86). 114-152. (in Russian)
5. Krivorotov, S. B. (2001). Lishainiki i lishainikovye gruppировки Severo-Zapadnogo Kavkaza i Predkavkaz'ya (Floristicheskii i ekologicheskii analiz). (in Russian)
6. Окснер, А. Н. (1974). Определитель лишайников СССР. Морфология, систематика и географическое распространение. В. Ленинград. (in Russian)
7. Plyusnin, S. N. (2012). Lichen-indications: basic approaches. *Vestnik Instituta biologii Komi NTs UrO RAN*, (7), 17-19. (in Russian)
8. Pchelkin, A. V., & Pchelkina, T. A. (2017). Vosstanovlenie lokal'nykh populyatsii redkikh vidov lishainikov v usloviyakh megapolisa. In *Problemy populyatsionnoi biologii. Mat-ly XII vseross. populyatsionnogo seminara pamyati N. V. Glotova. Ioshkar-Ola*, 177-179. (in Russian)
9. Razikov, M. I. (2006). Sorediya lichens as an indicator of the state of the atmosphere of cities. In *Principles and methods of biodiversity conservation: proceedings of the 2 scientific conferences, Yoshkar-Ola*, 210-212. (in Russian)
10. Urbanavichyus, G. P. (2010). Spisok likhenoflory Rossii [A checklist of the lichen flora of Russia].
11. Shcherbakova, A. I. (2018). Lishainiki s vysokoi antioksidantnoi aktivnost'yu [Lichens with high antioxidant activity]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie [Bulletin of the Volga state technological University: Forest. Ecology. Nature management]*, (4(40)). 75-84. (in Russian) <https://doi.org/10.15350/2306-2827.2018.4.75>
12. McMullin, R. T., Lendemer, J. C., Braid, H. E., & Newmaster, S. G. (2016). Molecular insights into the lichen genus *Alectoria* (Parmeliaceae) in North America. *Botany*, 94(3), 165-175. <https://doi.org/10.1139/cjb-2015-0186>
13. Nordin, A., Moberg, R., Tønsberg, T., Vitikainen, O., Dalsätt, Å., Myrdal, M., ... & Ekman, S. (2011). Santesson's checklist of Fennoscandian lichen-forming and lichenicolous fungi. *Ver. April*, 29, 2011.
14. Zhao, X., Leavitt, S. D., Zhao, Z. T., Zhang, L. L., Arup, U., Grube, M., ... & Divakar, P. K. (2016). Towards a revised generic classification of lecanoroid lichens (*Lecanoraceae*, *Ascomycota*) based on molecular, morphological and chemical evidence. *Fungal Diversity*, 78(1), 293-304. <https://doi.org/10.1007/s13225-015-0354-5>

Криворотов С. Б., Манилова О. Ю. Жизненные формы и географическое распространение лишайников урбо-экосистемы города Тимашевска Краснодарского края // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2020. № 1. С. 10–14. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/20-1/02>

Krivorotov S. B., & Manilova O. Yu. (2020). Life forms and geographical distribution of lichens urban ecosystem of the city of Timashevsk Krasnodar territory. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*, (1). 10–14. (In Russian) <https://doi.org/10.36906/2311-4444/20-1/02>