

A photograph of a forest stream with several fallen logs across it. The water is dark and reflects the surrounding green foliage. The trees are dense and have vibrant green leaves, suggesting a summer or early autumn setting. The overall scene is a lush, natural environment.

А. Г. Цуриков

Лишайники  
юго-востока Беларуси  
(опыт лишеномониторинга)

Гомель

2013

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»

**А. Г. Цуриков**

**Лишайники Юго-Востока Беларуси  
(опыт лишеномониторинга)**

Гомель  
ГГУ им. Ф. Скорины  
2013

УДК 582.29 (476.2)

**Цуриков, А. Г.** Лишайники Юго-востока Беларуси (опыт лишеномониторинга) : монография / А. Г. Цуриков; М-во образования РБ, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – 276 с. : ил. – ISBN 978-985-439-766-5

В монографии обобщены результаты многолетних исследований, проведенных на территории г. Гомеля и Гомельской области. Представлен аннотированный список лишайников и лишенофильных грибов Гомельской области, включающий 315 видов. Проведен систематический, биоморфологический и географический анализ лишенобиоты. Составлена карта распространения листоватых и кустистых эпифитных лишайников по территории г. Гомеля. Приведены особенности распространения лишайников на территории города, а также основные факторы, влияющие на встречаемость видов. Предложены тест-объекты для лишеномониторинга городской среды.

Предназначена специалистам в области экологии городской среды, ботаникам-исследователям, преподавателям и студентам биологических факультетов университетов.

Табл. 32. Ил. 44. Библиогр.: 609 назв.

Рекомендовано к изданию научно-техническим советом учреждения образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»

#### **Рецензенты:**

доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки  
Российской Федерации Н. В. Седельникова;  
доктор биологических наук, доцент Е. Э. Мучник;  
кандидат биологических наук А. К. Храмцов

**ISBN 978-985-439-766-5**

© Цуриков А. Г., 2013

© УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины», 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	5
Введение .....	8
1 Лихеномониторинг: эколого-биологические аспекты проблемы .....	11
1.1 Лихенобиота городов .....	11
1.2 Типы и методы лихеномониторинга .....	13
1.2.1 Типы лихеномониторинга .....	14
1.2.2 Методы лихеномониторинга .....	15
1.3 Факторы, влияющие на распространение лишайников .....	17
1.4 Морфологические изменения лишайников .....	29
1.5 Изменения биохимии и физиологии лишайников .....	31
1.6 Чувствительность отдельных видов лишайников к загрязнению окружающей среды .....	35
1.7 Метод трансплантации в лихеноиндикации .....	38
1.8 Аккумулятивные способности лишайников .....	39
1.9 Использование лишайников в качестве индикаторов старовозрастных лесов .....	41
1.10 Ограничения и перспективы лихеномониторинга .....	42
2 Эколого-географическая характеристика района исследований .....	44
2.1 Физико-географические условия района исследований .....	44
2.2 Структура промышленных эмиссий Гомельской городской агломерации .....	51
3 Методы исследований .....	58
4 Лишайники юго-востока Беларуси .....	62
4.1 Аннотированный список лишайников Гомельской области .....	64
4.2 Систематический анализ лихенобиоты Гомельской области .....	97
4.3 Систематический анализ лихенобиоты Гомельской городской агломерации .....	101
4.3.1 Систематический анализ лихенобиоты пригорода г. Гомеля .....	101
4.3.2 Систематический анализ лихенобиоты г. Гомеля .....	106
4.4 Биоморфологический анализ лишайников .....	110

4.4.1 Биоморфологический анализ лишайников Гомельской области .....	110
4.4.2 Биоморфологический анализ лишайников г. Гомеля и его пригорода .....	116
4.5 Географический анализ лишайников .....	119
4.5.1 Географический анализ лишайников Гомельской области.....	119
4.5.2 Географический анализ лишайников Гомельской городской агломерации .....	127
5 Особенности распространения эпифитных лишайников на территории г. Гомеля .....	132
5.1 Оценка встречаемости видов листоватых и кустистых эпифитных лишайников на территории г. Гомеля.....	133
5.2 Влияние неорганических атмосферных поллютантов на распространение эпифитных лишайников .....	147
5.3 Влияние органических атмосферных поллютантов на распространение эпифитных лишайников .....	164
6 Влияние некоторых свойств корки деревьев на встречаемость эпифитных лишайников .....	170
6.1 Встречаемость эпифитных лишайников на деревьях различных видов.....	170
6.2 Связь встречаемости эпифитных лишайников и pH корки деревьев .....	177
6.3 Связь встречаемости эпифитных лишайников и элементного состава субстрата произрастания .....	185
6.4 Обоснование выбора тест-объекта для лишеномониторинга городской среды.....	190
6.5 Применение эпифитных лишайников для оценки содержания тяжелых металлов в городской среде .....	198
Заключение .....	205
Список литературы .....	209

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Лишеноиндикация как метод мониторинга состояния окружающей среды начала широко применяться в середине XX века. Многими исследователями были предложены различные синтетические показатели (индексы), отражающие степень загрязненности территории на основании изучения свойств лишайниковых группировок.

С течением времени ситуация с загрязнением атмосферы изменялась, а вместе с ней изменялись и методы лишеномониторинга: одни из них переставали активно применяться, другие подвергались многочисленным модификациям (например, к настоящему моменту насчитывается около 100 модификаций Индекса чистоты атмосферы, IAP), третьи разрабатывались и начинали использоваться на практике. Такая пластичность данного направления исследований стала возможной ввиду особой биологии самих объектов изучения – лишайников. Их своеобразная организация, биохимия и физиология явились основой того, что независимо от типа поставленной задачи исследователи всегда могли найти ответ, изучив те или иные характеристики лишайниковых группировок.

Именно благодаря своим особенностям лишайники могут быть применимы для комплексной оценки состояния окружающей среды и в современных условиях. Поскольку практически все существующие методы лишеномониторинга весьма сложны для их использования специалистами широкого профиля, нам хотелось предложить простую методику, для применения которой вместо широкого и всестороннего изучения всего комплекса видов лишайников исследуемой территории можно было бы изучать распространение только нескольких легко идентифицируемых видов (тест-объектов). Поиску таких возможностей и было посвящено настоящее исследование.

Изучение индикационных свойств лишайников проводилось нами в неразрывной связи с комплексным исследованием лишенобиоты юго-восточной части Республики Беларусь. Результатом этих исследований явился список видов лишайников и лишенофильных грибов Гомельской области, традиционно считавшейся наименее изученной в лишенологическом плане.

Суть наших флористических исследований максимально точно отражает фраза, написанная белорусским лишенологом В. П. Савичем чуть менее сотни лет назад: *«Конечным результатом, как текущих, так и последующих работ, должно явиться полное описание лишайниковых сообществ Белоруссии и написание «Флоры лишайников Белоруссии», которая включала бы в себе и определитель, по которому бы лесничий, агроном, учитель, студент и все любители-краеведы, изучающие флору своего края, легко могли бы установить, с каким видом или разновидностью лишайникового растения они имеют дело... Кроме того, опубликование необходимо, ... чтобы будущие исследования не начинались сызнова и уже раз произведенные работы могли бы быть целиком использованы при написании флоры, которая когда-нибудь да будет написана!»* (В. П. Савич, 1925<sup>1</sup>).

Прежде всего, я выражаю свою глубокую признательность и самую искреннюю благодарность своему первому Учителю, кандидату биологических наук, доценту Ольге Михайловне Храменковой, которая предложила мне изучать лишайники еще в период моего обучения в университете, за ее мудрые наставления, своевременную помощь и всестороннюю поддержку.

Глубокую благодарность и признательность выражаю рецензентам – главному научному сотруднику лаборатории низших растений Центрального сибирского ботанического сада СО РАН, доктору биологических наук, профессору, заслуженному деятелю науки Российской Федерации Н. В. Седелниковой; ведущему научному сотруднику Института лесоведения РАН, доктору биологических наук, доценту Е. Э. Мучник; доценту кафедры ботаники Белорусского государственного университета, кандидату биологических наук А. К. Храмову.

За замечания и ценные предложения искренне благодарю доктора биологических наук, профессора Л. М. Сапегина, доктора биологических наук, профессора А. М. Дворника, кандидата биологических наук, доцента Н. М. Дайнеко, кандидата сельско-

---

<sup>1</sup>Савич, В. П. Результат лишенологических исследований 1923 года в Белоруссии / В. П. Савич // Записки Белорусского государственного института сельского и лесного хозяйства. – 1925. – № 4. – С. 1 – 33.

хозяйственных наук, доцента С. Ф. Тимофеева, кандидата биологических наук, доцента В. А. Собченко, кандидата сельскохозяйственных наук, доцента А. Н. Переволоцкого (УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»), а также старшего научного сотрудника кафедры микологии и альгологии Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, кандидата биологических наук И. Д. Инсарову. За помощь и консультации во время выполнения лабораторных экспериментов сердечно благодарю А. А. Горнасталева (УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»). Отдельно хочу поблагодарить доктора биологических наук, профессора Ю. М. Жученко (УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»), который открыл для меня широкие возможности применения математического аппарата в биологии.

За ценные консультации по определению отдельных образцов лишайников благодарю кандидата биологических наук, доцента В. В. Голубкова (УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы»), а также сотрудников лаборатории лишенологии и бриологии и лаборатории географии и картографии растительности БИН РАН. За консультации при определении стерильных образцов рода *Lepraria* хочу поблагодарить профессора М. Кукву (M. Kukwa, University of Gdańsk). Отдельную благодарность высказываю доктору Ю. Мотеюнайте (J. Motiejūnaitė, Institute of Botany of Nature Research Centre, Vilnius), своевременная поддержка которой неоднократно помогала при определении сомнительных образцов.

Отдельно хочу поблагодарить Геннадия Александровича, Татьяну Сергеевну и Наталью Владимировну Цуриковых, а также Валентину Романовну Гавриленко, без доброго отношения, всесторонней поддержки и помощи которых данная работа вряд ли могла бы быть выполнена.



## ВВЕДЕНИЕ

Влияние промышленных предприятий на состояние окружающей среды обычно оценивают по сумме и составу выбросов загрязняющих веществ в различные среды (атмосферу, водоемы), по соотношению химических веществ различных классов опасности в твердых промышленных отходах. Такой подход не предполагает оценку антропогенной нагрузки на природные объекты в целях сохранения видового разнообразия экосистем. Использование данных только химических и физико-химических анализов является не вполне эффективным. Сложная структура городской застройки, большое разнообразие условий обитания, сильное влияние комплекса факторов, слагающих городскую среду, определяют необходимость отбора огромного количества проб, анализа на содержание различных загрязняющих веществ для получения полноценных данных о состоянии воздуха и почвы в городе. Деревья в городских сообществах, создаваемых искусственно и целенаправленно, выполняют функции регулирования микроклимата, благоустройства городских территорий, улучшения санитарно-гигиенических условий, закрепления почв. Городские фитоценозы испытывают более интенсивную техногенную нагрузку, чем природные.

Для интегральной оценки антропогенной нагрузки на окружающую среду используются методы биотестирования и биоиндикации, основанные на регистрации ответных реакций живых организмов на одновременное или последовательное действие всех видов загрязнения. Такие методы, показавшие свою перспективность и обнаружившие ряд недостатков, еще недостаточно развиты. Наиболее широко изучаемым является метод лишеноиндикации, применяемый, в основном, для оценки загрязнения атмосферы. Этот метод значительно дешевле физико-химических видов анализа, позволяет выполнить обширный статистический набор данных, осуществлять картирование территории по степени загрязненности атмосферного воздуха.

Лишеноиндикация загрязнения атмосферы основана на реакции видового состава лишенобиоты на содержание определенных загрязняющих веществ. Это связано с наличием следующих особенностей лишайников: морфология этих организмов не изменя-

ется в течение сезона, они лишены кутикулы и получают значительную часть питательных веществ из атмосферы [433, 453].

Толчком к исследованию фитоиндикационных свойств лишайников послужило исчезновение этих организмов из промышленных центров и крупных городов. В XX веке лишайники превратились в наиболее быстро исчезающую группу организмов в Средней Европе. По данным [523] к 1995 г. в Германии из 1691 вида встречающихся лишайников более 61 % были занесены в Красную книгу, а 11 % видов вымерли и исчезли. К началу 1990-х гг. 29 % видов лишенобиоты Польши оказались занесенными в Красную книгу (480 из 1700) [276].

Число видов на пробной площади, среднее число видов на стволе форофита, высота поднятия лишайников по стволу, учет проективного покрытия видом субстрата произрастания, а также изменения в генеративной сфере явились количественными показателями эпифитных лишайниковых группировок, применяемыми для индикационных целей [118, 290].

Биоиндикационные свойства лишайников изучают уже более полувека [197, 247]. Во многих городах и промышленных центрах мира было проведено картирование распространения лишайников с целью выделения зон загрязненности воздуха. Предложен ряд шкал, индексов, позволяющих по присутствию видов лишайников и степени их развития с той или иной достоверностью судить о количестве загрязняющих веществ в воздухе [112, 433]. Но обнаруженные для одного города закономерности не всегда применимы к другому, даже аналогичному по численности населения или характеру промышленности.

Город является особой экологической средой, где на лишайники воздействуют атмосферные загрязнители (диоксид серы, различные соединения азота и фтора, пыль и копоть), оказывает негативное воздействие более сухой климат, имеет место механическое повреждение слоевищ. Приведенные выше количественные характеристики лишеносообществ не всегда быстро и четко реагируют на изменения этих параметров. По-видимому, всякий раз следует выделять такие факторы (параметры лишеносообществ), которые присущи данному городу.

В последнее время экологическая ситуация во многих городах Западной Европы заметно улучшилась. С начала 1980-х гг. в

литературе появляются данные о реколонизации лишайниками субстратов в европейских городах [231, 343, 349, 409, 410, 412, 420, 440, 505].

В Беларуси городские лишайники изучались в середине – конце 1990-х гг. в рамках диссертационного исследования Л. А. Кравчук [69], где отмечено наличие «лишайниковых пустынь» и проведена прямая корреляция развития лишайнобиоты в белорусских городах с концентрациями диоксида серы в атмосфере. Со времен этого исследования прошло уже более 10 лет. «Лишайниковых пустынь» уже больше не существует. Из-за отсутствия других исследований (как ранних, так и более поздних) не представляется возможным проследить динамику развития лишайнобиоты во многих городах Беларуси. Сказанное во всех смыслах относится к региону нашего исследования – юго-востоку Беларуси, где лишайнологические исследования на протяжении последних 100 лет носили эпизодический характер (см. 4.1), а лишайномониторинг сводился к работе Л. А. Кравчук [69].

Несмотря на перспективность лишайноиндикационных методов, исследований качества среды определенных регионов и крупных промышленных центров крайне недостаточно. Антропогенное воздействие на окружающую среду приводит к изменениям структуры, продуктивности и функционирования экосистем и биосферы в целом. Особое значение приобретает информация о видовом разнообразии, распространении, условиях местообитания, ответной реакции биологических объектов на влияние токсикантов. Анализ качества городской среды требует как установления точных концентраций загрязняющих веществ в различных средах, так и экспресс-анализов текущего состояния методом визуальной оценки лишайнобиоты на присутствие многих видов лишайников, т.е. методов фитоиндикации.

# 1 ЛИХЕНОМОНИТОРИНГ: ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ

## 1.1 Лихенобиота городов

Структура лишенобиоты в черте города существенно отличается от таковой для его окрестностей, однако не выявлены черты распространения лишайников, общие для городов в целом [220, 363, 593].

Различные типы производства, нагрузки автотранспорта, мощности теплоэлектроцентралей, разнообразие сочетаний этих (и других) факторов обуславливают несхожесть и отсутствие видимых закономерностей расселения лишайников в различных городах [24]. Недостаточное развитие лишайников в определенных районах городов может определяться отсутствием пригодных местообитаний и субстратов [108]. В то же время на расселение лишайников положительное влияние может оказывать наличие искусственных субстратов, созданных человеком: бетон, кирпич, цемент, железо, шифер и др. [54, 93, 96, 97, 194, 335]. Немаловажное значение имеет историческое развитие города, особенности городского ландшафта [92, 105]. В связи с этим состав и структура лишенобиоты даже в пределах одного города неоднородны. Имеет место ярко выраженная мозаичность распределения лишайников [54, 104, 107, 254].

Часто зоны встречаемости лишайников соответствуют зонам города с различной антропогенной нагрузкой [24], однако четкой взаимосвязи между этими явлениями может и не наблюдаться [53].

В пределах территории города распределение лишайников от центра к окраине неоднородно. В одних городах наблюдается увеличение числа видов, в других – уменьшение, что может быть связано с характером развития города [92, 104].

Крайне сложно выявить общие черты для лишенобиоты городов, примерно равных по количеству населения и занимаемой площади. Так, для Москвы в работах [12, 14] отмечается полное отсутствие лишайников на трети площади города, а в работе

[156] указывается, что «лишайниковые пустыни» узкой 3–5-метровой полосой прижаты ко МКАД и другим автострадам с интенсивным движением и не охватывают остальной территории. При проведении лишенологических исследований на территории Сантьяго (Чили) лишайники были найдены во всех районах города [425]. На примере Екатеринбурга показано, что лишенобиота крупных городов может характеризоваться высоким сходством с естественной биотой лишайников региона как по основным флористическим спектрам, так и по видовому составу, что позволяет рассматривать ее как антропогенно измененный вариант естественной лишенобиоты, сохраняющей основные ее черты в таксономическом, географическом составе и в спектре жизненных форм [144].

Разнообразна лишенобиота малых городов. В одних случаях в них не наблюдается снижения встречаемости лишайников [423], в других – отмечается наличие «лишайниковых пустынь» [315].

Особое место в распространении лишайников на территории города занимают рекреационные и парковые районы, выступающие в роли рефугиумов [12, 468, 580]. Здесь находятся деревья разных видов, часто старовозрастные, а также камни в альпинариях и естественных элементах ландшафта, являющиеся хорошим субстратом для роста лишайников [85, 91, 547]. Парковые насаждения являются «островками биоразнообразия» даже в районах города с минимальным количеством видов лишайников [104, 588].

В парковых ансамблях могут встречаться редкие виды лишайников [90], а также виды, характерные для естественных лесов и лесопарков [110]. При изучении лишенобиоты Буэнос-Айреса (Аргентина) отмечается, что 44 % видов встречались только в скверах и парках [534]. Однако уход за травяными газонами и сильное вытаптывание обуславливают практически полное отсутствие напочвенных (эпигейных) видов лишайников [95, 102]. В некоторых случаях наблюдается влияние постоянных тропинок на лишайники [448]. Отмечается возрастание роли неморального комплекса видов [100].

Также большое значение в развитии городской лишенобиоты имеют ботанические сады и некрополи [94, 101, 547, 580].

Состав и структура лишенобиоты городов динамичны. При долговременных мониторинговых исследованиях отмечали уменьшение числа видов лишайников и их проективного покрытия в промышленных зонах [192, 593]. Однако в конце 1980-х – начале 1990-х годов все чаще исследователями стали отмечаться факты реколонизации многими видами различных субстратов в городах [231, 343, 349, 409, 410, 412, 420, 440, 505] и зонах воздействия крупных промышленных предприятий [338, 470, 541, 549]. Чаще всего эти факты связываются с улучшением экологической обстановки в исследуемых регионах [231, 343, 349, 409, 442, 505]. Возможно также влияние эутрофикации субстрата, увеличения количества подходящих субстратов произрастания [373, 376, 600]. Отмечается, что скорость реакции лишайника на улучшение атмосферного воздуха крайне мала и динамика процесса обеспечивается только всеми факторами, воздействующими на жизнедеятельность лишайника [351]. Так, при улучшении качества городского воздуха отмечали дальнейшее уменьшение числа видов лишайников [566]. В разных регионах время восстановления лишенобиоты составляло от 4–6 [338, 584] и 8 лет [541] до 20 лет и более [83, 248, 491].

В различных частях городов отмечали изменения лишенобиоты с течением времени. Например, в центре города может наблюдаться увеличение разнообразия лишайников, в то время как на окраинах – снижение [424]. Возможна и обратная ситуация [456]. В связи с этим, по мнению некоторых авторов, возможно использование лишайников именно для мониторинга улучшения состояния воздушного бассейна [536, 541].

## **1.2 Типы и методы лишеномониторинга**

Использование лишайников в качестве индикаторов загрязнения атмосферы стало традиционным. В ряде работ обоснованы другие типы мониторинговых исследований.

### 1.2.1 Типы лишеномониторинга

Предположение о том, что лишайники являются индикаторами всего комплекса микроклиматических факторов и, в первую очередь, сухости воздуха выдвинул Ян Рыдзак, отрицая при этом индикацию загрязнения воздуха выхлопными газами [508].

Возможности применения лишенологических методов для оценки биологических последствий воздействия производственных загрязнений на естественную среду обоснованы в работе [429].

Установленная в 1986 г. М. Лерондом важность явления гистерозиса в районах с уровнем загрязнения воздуха, превышающим нормы, позволило рассматривать лишайники в качестве биоиндикаторов многих параметров среды, а не только качества воздуха [408].

Работы Р. Рабе, Е. Шульца и У. Бекельмана указывают на использование лишайников при оценке гигиенических свойств воздуха. Ими установлена прямая зависимость между загрязнением воздушной среды (использовался метод лишеномониторинга) и частотой респираторных заболеваний людей [489, 527].

Об индикации времени и геоморфологических процессов пишет Ю. Л. Мартин. Многие полярные и высокогорные виды лишайников долговечны и имеют небольшой константный прирост в течение долгого времени. Это обстоятельство позволяет использовать их в качестве индикаторов времени. Лишенометрия нашла наиболее широкое применение при датировке моренных образований современных ледников, селевых потоков, обвалов, времени образования осыпей, береговых валов и террас. Лишенометрия применима и для оценки сукцессионных изменений при измерении формирования растительного покрова в экстремальных условиях среды [113].

На использование лишайников как индикаторов кислотности верхних слоев почвы указывают А. Везда [585] и А. В. Питеранс [147]. Одна из монографий Л. Г. Бязрова посвящена оценке радиоактивного загрязнения с помощью лишайников [15]. Некоторые авторы предлагают использовать лишайники в роли индикаторов старовозрастных лесов [269, 445].

Однако наиболее частым является использование лишайников для оценки загрязненности воздуха.

### 1.2.2 Методы лишеномониторинга

По мере изучения реакций лишенобиоты на атмосферное загрязнение были разработаны эмпирические методы, с использованием которых можно установить градиент воздействия загрязнителей. Обзор этих методов приведен в монографиях Л. Г. Бязрова и С. Я. Кондратюка [16, 64]. Их основу составляет определение индексов загрязнения или чистоты. Следует отметить, что наибольший эффект от применения этих методов проявляется при повторе однотипных исследований одной и той же территории через определенные промежутки. Использование лишеномониторинга в качестве сравнительного метода приносит наиболее объективные результаты.

1. Индекс полеотолерантности (I.P.) был предложен Х. Х. Трассом в 1968 г. Он вычисляется по формуле (1)

$$I.P. = \frac{\sum_1^n a_1 \cdot c_1}{C_1}, \quad (1)$$

где  $n$  – число видов лишайников;

$a$  – степень толерантности вида лишайника (эмпирическая величина);

$c$  – величина проективного покрытия вида лишайника (в баллах);

$C$  – степень общего проективного покрытия всех видов лишайников (в баллах).

Величина I.P. меняется от 1 до 10, где 10 соответствует наиболее загрязненным участкам.

2. Индекс атмосферной чистоты (I.A.P.) впервые был предложен в 1968 г. Д. ДеСлувером и Ф. ЛеБланом. Значение индекса рассчитывается по формуле (2)



$$I.A.P. = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^n Q_i \cdot F_i, \quad (2)$$

где  $n$  – число видов на учетной площади;

$Q_i$  – экологический показатель вида  $i$  (среднее число видов, растущих вместе с видом  $i$  на учетной площадке);

$F_i$  – оценка встречаемости и покрытия вида  $i$  (по шкале в баллах от 5 для видов с очень высокой частотой встречаемости и очень высокой степенью проективного покрытия до 1 для очень редких видов с очень низкой степенью покрытия).

$I.A.P. = 0$  соответствует сильнозагрязненным территориям.

3. Индекс степени качества воздуха (LGW) предложен в Германии и вычисляется по формуле (3)

$$LGW_j = \sum \frac{F_{ij}}{n_j}, \quad (3)$$

где  $i$  – номер дерева на исследуемой площади;

$j$  – номер исследуемой площади;

$F_{ij}$  – сумма встречаемостей видов лишайников на дереве  $i$  в квадрате  $j$ ;

$n_j$  – число обследованных деревьев на площади  $j$ .

Зоны с  $LGW = 0$  соответствуют максимально загрязненным территориям.

4. Индекс развития эпифитных лишайников (ИРЭЛ) разработан Л. Г. Бязровым для г. Москвы. Величина ИРЭЛ вычисляется по формуле (4)

$$ИРЭЛ = K \cdot \sum_n^1 (F_j + f_j + s_j), \quad (4)$$

где  $n$  – число видов эпифитных лишайников в квадрате исследования;

$F_j$  – оценка степени распространенности вида  $j$  на всей обследуемой территории;

$f_j$  – оценка степени распространенности вида  $j$  в пределах квадрата исследования;

$s_j$  – оценка степени надежности обнаружения представителей вида на стволах деревьев в пределах территории того же квадрата;

$K$  – коэффициент, показатель экологических особенностей территории в пределах квадрата.

Показатели  $F$ ,  $f$  и  $s$  оцениваются в баллах по пятиранговой шкале. Значение ИРЭЛ = 0 соответствует сильнозагрязненной территории, в то время как для «чистых» районов индекс ИРЭЛ может быть равным 550. После вычисления индекса для каждой площадки исследования значения наносят на карту и делят всю территорию по степени загрязнения.

Приведенные индексы в основном применялись в 1970-х г.г., когда уровень загрязнения атмосферы городских территорий (в частности, диоксидом серы) был высок. В связи с повсеместным существенным снижением диоксида серы в воздухе во многих регионах мира начиная с 1980-х гг. пресеклась связь между изменением видового состава лишайниковых группировок и  $SO_2$  [502].

В настоящее время при современных концентрациях диоксида серы в атмосфере необходимо разработать абсолютно новые и более простые возможности использования лишайников для комплексной оценки состояния окружающей среды.

Для того чтобы правильно оценить индикаторные возможности отдельных видов лишайников, а также группы в целом, необходимо понять какие факторы (комплекс факторов) внешней среды вызывают реакции лишайников, пригодные для лишайниковой индикации.

### **1.3 Факторы, влияющие на распространение лишайников**

О причинах исчезновения лишайников в городах высказаны различные мнения. Большинство исследователей, начиная с Нюландера [549], признавали, что причиной тому служит загрязнение воздуха. Рыдзак критиковал эту точку зрения, высказывая мнение, что виной отсутствия лишайников является не загрязнение, а сухость городского воздуха [510]. Это мнение было под-

держано и другими лишенологами [364]. Третья группа ученых предполагает совместное влияние этих факторов [260, 551].

Так или иначе, обеднение лишенобиоты в пригородных лесах, во многих заповедниках и Национальных Парках [163, 273], ее качественное изменение на некоторых островах Японского моря [166] объясняется именно антропогенным влиянием. Сокращение ареалов многих видов лишайников также происходит за счет процесса урбанизации территорий [535].

Строительство крупных предприятий обеспечило создание множества новых сред и субстратов для развития лишайников, где биологические особенности этих организмов хорошо проявляются. Обеднение лишенобиоты на многие километры вокруг промышленных комплексов уже сложно объяснить только изменением влажностных характеристик субстратов произрастания. Изучение лишайников окрестностей Дзержинского промышленного комплекса (Нижегородская область), Сыктывкарского лесопромышленного комплекса, сланцево-нефтяных заводов Швеции, а также многих других предприятий позволило сделать вывод о том, что загрязнение воздуха является наиболее важным фактором, лимитирующим развитие лишайников [51, 114, 191, 549].

Загрязнение среды в роли главенствующего фактора рассматривают также многие исследователи лишенобиоты городов [22, 24, 586].

Развитие инструментальных средств мониторинга приземных слоев воздушного бассейна позволило выделять факторы, лимитирующие развитие лишайников. В настоящее время признается, что наиболее отрицательное воздействие на лишайники оказывает диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ) [264, 267, 282, 323, 344, 380, 382, 396, 406, 454, 522, 583, 591, 599].

Концентрации  $\text{SO}_2$  в воздухе, приводимые в качестве летальных доз для лишайников, различаются в зависимости от региона исследований. Так, для Тарнобжеского серного бассейна указывается величина более  $6000 \text{ мкг/м}^3$  [511], для региона действия угольного разреза «Осинниковский» (юг Западной Сибири) –  $500 \text{ мкг/м}^3$  [5], для г. Москвы – более  $180 \text{ мкг/м}^3$  [19], для г. Сегед –  $150 \text{ мкг/м}^3$  [315], для Саарбрюкена (Германия) –  $60\text{--}90 \text{ мкг/м}^3$  [538], для Копенгагена –  $40\text{--}110 \text{ мкг/м}^3$  [371], для Великобритании –  $30\text{--}170 \text{ мкг/м}^3$  [72], для южной Германии и

восточной Франции – 30 мкг/м<sup>3</sup> [539], а для г. Уфы – 4,5–8,3 мкг/м<sup>3</sup> [72]. Вместе с тем, концентрации оксида серы в воздухе порядка 80–100 мкг/м<sup>3</sup> приведены как оказывающие отрицательное влияние на лишайники для Западной Сибири [5]; величина 70 мкг/м<sup>3</sup> – как крайний уровень распространения некоторых видов лишайников в Женеве [575]; 30 мкг/м<sup>3</sup> – как уровень, при котором происходит повреждение эпифитов в Садбери, Онтарио [401]; 23–40 мкг/м<sup>3</sup> – концентрация, влияющая на видовое разнообразие, индекс общего покрытия и индекс чистоты атмосферы в Индианаполисе (США) [434], а концентрации 5–9 мкг/м<sup>3</sup> – как достаточно низкие в зоне действия каменноугольной энергетической станции в Колумбии [596]. Такая разница предельных концентраций объясняется, очевидно, наличием многих других факторов, усиливающих или ослабляющих действие SO<sub>2</sub>.

Сомнения относительно превалирующего значения диоксида серы, а также некоторых других ее соединений в развитии лишенобиоты высказаны рядом авторов [13, 351, 394, 404].

Наряду с прямым воздействием диоксида серы атмосферы на талломы лишайников существует и косвенное его воздействие. После окисления или в присутствии влаги SO<sub>2</sub> превращается в серную кислоту, вызывающую общее окисление биологических субстратов, на которых растут лишайники [139, 493, 549 – 551]. В данном случае решающую роль в распределении видов лишайников играет уже кислотность субстрата, которая определяется не только концентрацией SO<sub>2</sub> в воздухе. Во многих работах упоминают о кислотных дождях как о важном факторе антропогенных местообитаний [18, 239, 368, 531]. Однако необходимо учитывать медленную реакцию некоторых видов лишайников на кислотные осадки [246, 403].

Кислотность субстрата произрастания может меняться не только из-за воздействия кислотных дождей. Изменение pH субстрата может происходить в районах, подверженных влиянию известняковой, сланцевой [122] или цементной пыли [556], вблизи магнитовых предприятий [478]. Причем в данных регионах может происходить не закисление, а защелачивание субстрата, что приводит к исчезновению лишенобиоты в целом или к сокра-

щению ареалов видов, предпочитающих кислую реакцию субстрата [122, 478].

Доказательством влияния кислотности среды на лишайники может быть слабое развитие лишенобиоты в тех местах, где загрязнение воздушной среды невелико [240, 309]. При изучении лишенобиоты городов обнаруживается доминирование именно фактора кислотности. В работе [432] показано наличие закисления субстратов в г. Таллинне и защелачивания в г. Кохтла-Ярве (город с развитой химической промышленностью). В результате изменений рН корки деревьев установлены значительные различия встречаемости лишайников и характера распространения отдельных видов в этих городах [432].

Наиболее часто кислотность субстрата рассматривается как составляющая целого комплекса лимитирующих развитие лишайников факторов [391, 458, 599, 605], но в некоторых случаях значение рН – единственный фактор, который можно выделить [385].

Значения рН, определенные как критические для распространения лишайников, существенно отличаются для различных регионов. Нормальной величиной кислотности корки для сосняков Карелии считается 3,5–4,3 [189], для дубов в Нидерландах – 3,5–5,0 [286], рН 2,9–3,8 отмечаются как оптимальные для разрастания лишайника *Hypogymnia physodes* на территории Звенигородской биологической станции (Московская область) [65]. Наряду с этим изолиния рН 4,0 принимается как нижняя граница развития лишенобиоты в наиболее загрязненных районах индустриальных центров Бревик, Понсгрунн и Шиен (Норвегия) [336], а понижение рН ниже 4,5 – как причина сокращения проективного покрытия форофитов и уменьшения обилия видов лишайников в условиях Дзержинского промышленного комплекса Нижегородской области [49]. Совокупность литературных данных свидетельствует, что чувствительность лишайников к кислотности субстрата зависит от вида форофита (для эпифитов), природы субстрата (для эпилитов), комплекса региональных особенностей среды произрастания, длительности воздействия загрязнения и вида лишайника.

Влияние кислотности на развитие лишайников несомненно. Описано влияние кислых стволовых вод на биомассу некоторых

эпигейных лишайников [42]. Отмечены переходы лишайников на несвойственные им по значениям кислотности субстраты [145, 325]. Для некоторых регионов показано, что кислотность субстрата не может быть использована для оценки антропогенной нагрузки [117, 296], в иных случаях отмечено, что на рост лишайников влияет не столько значение рН, сколько соотношение концентраций веществ, обеспечивающих это значение [530].

Несомненна взаимосвязь кислотности и некоторых других факторов, крайне важных для распространения лишайников. Так, по-видимому, невозможно по отдельности оценить действие на эпифитные лишайники двух факторов среды – влажности и кислотности субстрата и определить ведущий из них, поскольку они взаимосвязаны.

Влажность среды обитания и субстрата произрастания является важнейшим фактором распространения лишайников [52, 480]. Являясь пойкилогидрическими организмами, лишайники не имеют специальных приспособлений, регулирующих содержание воды в организме, и, следовательно, полностью зависят от окружающих их водных условий [183]. Влияние количества осадков [476], увлажненности субстрата [169], и особенно влажности воздуха [294, 366, 520, 558] отмечено многими авторами как для лишенобиоты городов [476, 558], так и естественных и даже заповедных территорий [278, 557].

Отдельное место в изучении влияния влажности на лишайники занимают работы Яна Рыдзака. По мнению автора, если микроклиматические условия благоприятны для лишайников, то загрязнение воздуха не мешает их росту [509]. Обнаруживая развитую лишенобиоту в г. Томашув-Мазовецки (Польша) с загрязненным соединениями серы воздухом ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) он утверждал, что лишайники не являются индикаторами загрязнения воздуха, но при этом они являются индикаторами всего комплекса микроклиматических факторов и, в первую очередь, сухости воздуха [508].

Еще одним доказательством доминантного влияния именно влажности на лишайники служит ряд работ Я. Рыдзака по лишенобиоте малых городов Польши (Ключборк, Волчин, Ополе, Цешин, Клодзко, Кудова, Дужники, Поляница, Лиондэк, Силезское Строне, Мендзыздрое, Устка, Леба и др.) [512 – 518]. Пока-

зано, что скудность лишайников в центре этих городов не может быть результатом отравляющего действия  $SO_2$ , так как концентрация этого газа там не больше, чем на окраинах крупных промышленных городов, где обнаружено существование нормальной лишайнобиоты. По мнению автора, причиной обеднения разнообразия эпифитов в центре города является уменьшающаяся влажность воздуха и субстрата, вызванная нагреванием мостовых, построек и стволов деревьев солнечными лучами, а также отоплением жилищ. Повышенная температура в центре города вызывает появление восходящего течения воздуха с относительно уменьшенной влажностью и препятствует образованию росы.

При изучении различий в биоте лишайников некоторых районов Франции (горы Вогезы) и Германии (Нижний Рейн) было установлено, что различия относительной влажности как минимум частично ответственны за обилие лишайнобиоты и бриофлоры. Здесь же отмечается, что оценки качества воздуха на основе частоты встречаемости эпифитных лишайников в зонах различной влажности несопоставимы [313].

В работах [293, 529] констатируется эффект синергизма неблагоприятных значений влажности с воздействием атмосферных поллютантов, наиболее ярко проявляющийся при уменьшении количества влаги, поскольку сухость воздуха снижает резистентность лишайников.

Наряду с влажностью указывается влияние на лишайники и других климатических факторов, в частности света и температуры [115, 123, 263, 328, 571].

В целом на микроклиматические характеристики мест произрастания лишайников влияет ряд условий. Самое непосредственное влияние оказывает рельеф [24, 542], поэтому распределение видов лишайников в городе и за его пределами, в горах и на равнине отличается даже при географической близости таких локаций.

Отмечено обеднение видового разнообразия лишайнобиоты на достаточно больших территориях (графства Ноттингемшир и Дербишир, Англия) в связи с уменьшением водной поверхности [501]. На влажностный режим мест произрастания лишайников также могут влиять: прокладывание дорог и тропинок, рубки ухода в лесах и парках, застройка городов [552, 576].

Весь комплекс микро- и макроклиматических факторов очень важен для распространения лишайников [58, 184, 253, 425, 578, 598, 599]. Нарушения климатических характеристик местобитаний могут привести к изменению видового состава лишайнобиоты. Наряду с основными климатическими элементами имеется целый ряд метеорологических факторов, которые оказывают меньшее влияние на лишайники: атмосферное давление, облачность, испарение, ветер, осадки, туман [482]. Поэтому при использовании лишайников в качестве биоиндикаторов загрязнения окружающей среды во избежание ошибочных толкований необходимо принимать во внимание все макро- и микроклиматические условия [446].

Ряд авторов указывает на переоценку влияния микроклимата на лишайнобиоту [386, 469]. Схожесть метеоусловий различных зон при картировании лишайнобиоты указывает на иную причину угнетения лишайников – загрязнение воздуха [301]. Поэтому микроклиматические условия необходимо рассматривать как одну из составляющих комплекса воздействующих факторов. В тех случаях, когда эмиссии диоксида серы на исследуемой территории невелики, может иметь место загрязнение другими атмосферными поллютантами и зачастую именно вид загрязнения определяет развитие лишайника [184]. Основными антропогенными поллютантами атмосферы являются соединения серы, азота и углерода [146, 199, 315].

В отдельных работах показано, что не только сами загрязняющие вещества оказывают отрицательное влияние на лишайники, а большее значение имеет соотношение этих веществ [530]. Так,  $\text{SO}_2$  совместно с  $\text{NO}_3^-$  в определенных случаях оказывает выраженный синергичный ингибиторный эффект [235]. При других условиях действие сульфатов наоборот, компенсируется увеличением концентраций нитратов [403]. При прямом воздействии оксиды азота в различных условиях также могут как ингибировать рост и развитие лишайников [240, 548, 580], так и положительно влиять на них, выполняя роль минеральной подкормки [235, 330, 400, 415, 530]. При этом нитриты, как правило, оказывают более токсичное воздействие, чем нитраты [430].

Наряду с соединениями серы соединения фтора являются наиболее опасными для лишайников [415, 431, 562]. Зачастую



именно присутствием соединений фтора объясняется отсутствие лишайников: в районе воздействия предприятий по производству алюминия в западной Шотландии [326], в промышленном городке Скавиния (южная Польша) [460], в окрестностях фабрики удобрений в центральной Финляндии [566], в западной Норвегии [361]. Причем летальными для лишайников оказываются различные концентрации фторидов в воздушной среде: от 20 мкг/м<sup>3</sup> до 400 мкг/м<sup>3</sup> [80, 361]. Также имеет значение вид соединений фтора [566].

Среди важных факторов, ограничивающих распространение лишайников, также упоминаются дым, пыль, копоть [18, 294, 441, 566, 594], и воздействие автотранспорта [80, 321, 558]. В качестве концентраций пылевых частиц, негативно влияющие на лишайнобиоту, приводятся значения 0,2 мг/м<sup>3</sup> [80]. В некоторых случаях именно запылением объясняется угнетение лишайников: в западном Берлине [18], в Праге [426], в окрестностях магнетитового завода в Хохфилзене, (Тироль, Австрия) [604], в районах влияния цементно-известковой [277, 494] и азотной [507] промышленности.

Пыль, в больших количествах оседающая на слоевища, может задерживать развитие лишайников, тормозя прорастание спор, и даже приводить к гибели лишайника [385, 507].

Высокие современные уровни озона в воздухе рассматриваются некоторыми авторами как возможная причина снижения фотосинтеза и содержания хлорофилла у фотобионта, являясь тем самым причиной угнетения лишайников [504, 609]. Однако в некоторых регионах даже достаточно высокие значения содержания озона в воздухе не причиняют значительного ущерба лишайнобиоте [434, 504].

Большую опасность для жизнедеятельности лишайников представляют также тяжелые металлы [119]. Отдельно указано на токсическое влияние марганца [548], оксида никеля, который оказывает лимитирующее влияние уже при концентрации в воздухе NiO 1 мкг/м<sup>3</sup> [80]. Крайне высокие концентрации цинка в районе цинкового завода в штате Пенсильвания (США) [450] и свинца в Фонтебло (Франция) [291] являются основной причиной обеднения лишайнобиоты. Также необходимо учитывать синергичное влияние, которое могут оказывать различные вещества,

например, NaCl, вносимый на автотрассы [291]. В некоторых регионах может оказывать токсическое влияние хлор и его соединения. Но наиболее часто повреждения причиняются, по-видимому, взаимодействием всех загрязнителей [439].

Концентрации загрязняющих веществ могут различаться в пределах одной территории не только в зависимости от высоты данной местности над уровнем моря и расположения заводов и построек, но и от направления господствующих ветров и воздушных течений [148, 288, 416, 458, 474, 494]. Благодаря этому зоны с достаточно богатой лишенобиотой могут располагаться на относительно небольшом расстоянии от крупных предприятий и наоборот, влияние городов и заводов может распространяться на многие километры [293, 337].

Благодаря ветрам может наблюдаться выраженная эутрофикация субстрата, влияющая на лишенобиоту, вызванная распространением богатой нитратами пыли, поступающей с сельскохозяйственных земель [400]. Сельскохозяйственная деятельность рассматривается как один из важных антропогенных факторов [350, 553], иногда оказывая доминирующее влияние на развитие лишайников [304, 423].

Отмечено, что на степень развития эпифитных лишайников в условиях гомогенных местообитаний влияет статус минерального питания и содержания элементов питания в коре [322]. Кора деревьев представляет собой важнейший субстрат для поселения лишайников, ее химизм имеет большое значение для развития для развития лишайников из диаспор [487, 580].

Субстрат произрастания традиционно рассматривается как один из наиболее значимых факторов в расселении лишайников [66, 195, 220, 441, 578]. Так, для эпифитных лишайников как важный дифференцирующий покров фактор отмечается вид форофита [24, 77, 193, 285, 289, 373, 423, 457, 589]. Указывается, что есть лишайники, предпочитающие определенные виды (*Melanohalea olivacea*, *Usnea subfloridana*, *Lecanora populicola*, *Myelochroa aurulenta*), а есть индифферентные виды (*Candelaria pacifica*, *Evernia mesomorpha*, *Lecanora allophana*, *L. symmicta*, *Punctelia subrudecta*) [220]. Так же исследователи отмечают различную степень покрытия лишайниками разных видов деревьев. В рамках исследовательского проекта «Биоразнообразие лесов

Германии» для окрестностей г. Любека отмечается, что из деревьев наиболее «любим» лишайниками дуб (36 видов лишайников). Далее следуют бук (20 видов), ясень (16), граб (10), явор (8), берёза повислая (6), вяз горный и ольха чёрная (по 4) [589].

Показано, что чувствительность определенных видов лишайников к загрязнению среды обитания может также зависеть от видовой принадлежности дерева [184, 185, 336, 561, 566]. Для некоторых лишайников вид форофита может определять даже анатомическую структуру слоевища и содержание в нем хлорофилла [393]. При этом необходимо учитывать, что приуроченность лишайников к определенным видам деревьев может в свою очередь определяться типом растительного сообщества [78].

В ряде работ отмечается, что эпифитные лишайники избирательны не в отношении вида форофита, а в отношении свойств коры, в частности кислотности [121], физических свойств [320], химического состава [244], фактуры поверхности [244, 391]. Так, при наблюдении за листоватыми лишайниками отмечено, что на гладкокорых деревьях (бук) талломы часто опадают уже в течение 5 лет, как и на деревьях с отслаивающейся корой, когда лишайники опадают вместе с ней [591]. Важным в развитии эпифитных лишайников является обилие микронис на коре [390].

В различных условиях определенные свойства субстрата могут приобретать или терять свою значимость. Так, например, химический состав каменистого субстрата не играет большой роли в распределении лишеносообществ Хибинского горного массива, уступая роль петрографии [2]. Однако в зоне действия завода фосфорных удобрений (Латвия) химизм субстрата четко определяет наличие и обилие видов лишенобиоты, поскольку карбонатный субстрат, очевидно, в данных условиях нейтрализует выпадающие кислотные осадки, и лишайники, произрастающие на нем, меньше страдают от их вредного влияния [148].

Следует отметить, что при различных экологических условиях свойства субстрата произрастания могут меняться, что непосредственно отражается на расселении лишайников [258]. В результате антропогенного пресса лишайники могут переходить на несвойственные им субстраты [306]. Так, в зоне действия Среднеуральского медеплавильного завода *Chaenotheca ferruginea*, встречающаяся на фоновой территории на коре, на

расстоянии 7 км от источника эмиссий обнаружена на обнаженной древесине. *Placynthiella uliginosa* – эпиксил – на расстоянии 1 км от завода иногда переходит на почву у основания пней. *Cladonia coniocraea* в 1 км от источника эмиссии произрастает исключительно на почве и на напочвенном мхе. С удалением от источника эмиссии происходит смена лишенодоминантов практически на всех субстратах. Таким образом, в градиенте техногенной нагрузки происходит частичное изменение субстратной приуроченности лишайников, что свидетельствует о существенной зависимости их токситолерантности от свойств субстрата произрастания [141].

В настоящее время наблюдается тенденция увеличения значимости неморальных видов растений в зоне бореальных таежных лесов в пределах воздействия крупных городов и мегаполисов, т.е. происходит неморализация урбанофлор [103, 167]. Это может негативно сказываться на состоянии лишенобиоты, в частности на ее видовом разнообразии, поскольку распределение видов лишайников во многом зависит от их приуроченности к характерным местообитаниям [99]. В настоящее время для городов постоянной чертой также является формирование специфического синантропного ядра ввиду преобладания мультизональных видов. Растительность сильно изменяется человеком и на огромных территориях естественная растительность сменяется посадками [588]. Поэтому общее изменение растительного покрова часто рассматривается как самый важный антропогенный фактор, влияющий на лишенобиоту естественных местообитаний [43].

Из-за антропогенного воздействия произошло расширение ареалов многих видов. Возведение сооружений из камня привлекло многие эпилитные формы в области, где отсутствуют скалы и валуны. Специфична лишенобиота деревянных оград, столбов, досок, брусьев [578, 600].

С другой стороны, рост городов, расширение рекреационных зон и зон отдыха ведет к уничтожению и/или коренному изменению естественных мест произрастания лишайников [12, 368, 521, 542, 553, 605]. Непоправимый вред исторически сложившейся лишенобиоте наносят рубки лесов, в результате чего изменяются климатические характеристики и исчезают старые леса, являющиеся единственным местообитанием многих крупнолисто-

ватых лишайников [98, 238, 417, 537, 600]. Порой именно возраст дерева определяет сложившееся на нем лишеносообщество [488].

Как правило, вытаптыванием объясняется обычно полное отсутствие эпигейных лишайников в городах, парках, местах отдыха [12, 98, 342].

Отдельно стоит упомянуть о внутри- и межвидовых конкурентных взаимодействиях лишайников [370, 378, 391]. Особенно остры конкурентные взаимоотношения лишайников со мхами [391, 597, 605]. Причем в определенных условиях мхи способствуют повышению устойчивости талломов лишайников к неблагоприятным (засуха) условиям окружающей среды, накапливая влагу [76]. На конкурентные отношения видов лишайников непосредственное воздействие может оказывать атмосферное загрязнение. В данном случае развитию одних видов может способствовать гибель других [191, 467].

В определенных случаях на лишенобиоту региона влияют пожары [82, 86, 182], сборы некоторых видов в декоративных, медицинских целях, а также коллекционерами [73, 340], микроволны (ослабление роста вызывается подсыханием вследствие разогрева микроволнами) [582], поражения лишенофильным грибом *Athelia arachnoidea* (*Corticaceae*) [231, 607], миграция видов лишайников [590], загрязнение воды и живых организмов [342].

По данным [46, 58], порой имеют место субъективные оценки состояния видового разнообразия лишайников. Вывод об угнетении лишенобиоты региона иногда делают на основании результатов полевых исследований, когда не удается обнаружить вид, ранее встречавшийся единично или очень редко [603].

Предполагается, что для успешного произрастания лишайников в стрессовых местообитаниях необходимы следующие характеристики. Для эпифитов – слабая чувствительность их к загрязнителям, низкая избирательность по отношению к субстрату, высокая скорость размножения и развития, нетребовательность к влажности воздуха. Для эпилитов – слабая чувствительность к загрязнителям и низкая субстратная селективность [143].

Очевидно, что не следует переоценивать индикационные способности лишайников. Разнообразие факторов, лимитирующих развитие лишенобиоты сравнительно близких регионов, не позволяет говорить об универсальности метода лишеноиндикации

в оценке качества окружающей среды. На талломы лишайников, как правило, воздействует целый комплекс экологических, географических, климатических, химических и биологических факторов [202, 374, 481]. Выделение основного лимитирующего фактора является сложной методологической задачей, решение которой, по-видимому, корректно может быть найдено только для определенного региона. Кроме того, только тщательный анализ совокупности характеристик условий обитания лишайников и параметров развития отдельных видов и их сообществ является основой лишеноиндикации как метода мониторинга состояния окружающей среды.

#### **1.4 Морфологические изменения лишайников**

Изменения в морфологии слоевищ лишайников, произрастающих в районах повышенной антропогенной нагрузки, отмечены многими исследователями [381, 476, 486, 566]. В некоторых случаях именно поврежденность талломов указывает на угнетение жизнедеятельности лишайников даже при отсутствии изменений в эпифитных лишайниковых сообществах на флористическом и ценолитическом уровнях [151].

Наиболее часто встречаются некрозы участков слоевищ листоватых и кустистых эпифитных лишайников и изменения их окраски [34, 35, 70, 155, 279, 344, 460, 542]. Некоторые авторы указывают на особую чувствительность к загрязнителям краев слоевища [41, 369]. Отмечается изменение характера поверхности талломов, уменьшение размеров слоевищ, отсутствие гимениального слоя и пролиферация апотециев. В некоторых случаях лишайники принимают не характерные для вида видоизмененные уродливые формы [54, 93, 99, 109, 190, 191, 212, 243, 426, 470].

При определенных условиях различные морфологические изменения слоевищ могут образовываться и в естественных условиях [389]. Так, некрозы слоевищ могут образовываться в результате повышения влажности [26], а отмершие слоевища присутствуют даже в фоновых районах в результате естественных процессов старения [190].

Достаточно часто в качестве морфологического отклонения указывается сокращение числа репродуктивных структур лишайников [55, 380, 414, 533, 591]. В условиях атмосферного загрязнения наблюдается тенденция перехода от высоко фертильных слоевищ к минимально фертильным и стерильным [119, 558]. Это может объясняться тем, что апотеции поглощают большое количество токсических веществ, ингибирующих ростовые процессы и усиливающих процессы старения [187].

Реакции разных видов лишайников могут отличаться. Некоторые виды могут сокращать соредиозность талломов, другие же наоборот, увеличивать. При этом реакция изменения степени соредиозности не является специфической, а зависит от условий произрастания: загрязнения территории, изменения параметров фитоценоза и др. [142].

На угнетение лишайника может указывать уменьшение генеративных органов: в ряде случаев размер апотециев и спор находится на нижнем пределе нормы реакции конкретного вида [106], происходит также уменьшение количества жизнеспособных диаспор [116].

При изучении онтогенеза *Xanthoria parietina* показана необходимость характеристики морфологических признаков лишайников в разных онтогенетических состояниях, а не в среднем для всех разновозрастных особей [184]. В городской среде слоевища лишайников отмирают на ранних стадиях развития (неполный онтогенез). Приспособленность популяций к существованию в подобных условиях проявляется в задержке развития особей прегенеративного периода и элиминации наименее толерантных генеративных особей [186].

В зонах воздействия крупных промышленных предприятий отмечено сильное повреждение эпигейной лишайнобиоты. Отсутствие в кончиках подециев слоевища водорослей, нарушение типов ветвления, нарушение образования перфораций, наличие адвентивных (боковых) выростов, нарушение целостности водорослевого слоя, деформация подециев трактуются как типичные изменения *Cladonia stellaris* в условиях Норильского горнометаллургического комбината [134, 136 – 138, 463].

## 1.5 Изменения биохимии и физиологии лишайников

Любые морфологические изменения слоевища лишайника являются следствием серьезных нарушений нормального течения физиологических процессов. Более того, некоторые физиологические патологии обнаруживаются на территориях, где лишайники не имеют никаких видимых признаков повреждения [359].

Фотосинтетическая активность отмечается как наиболее чувствительный биоиндикационный сигнал [592]. Снижение истинного фотосинтеза наблюдается при различных антропогенных воздействиях: влиянии автотрасс [291], городской среды [372, 528, 608, 609].

Отдельного внимания заслуживают результаты лабораторных экспериментов. При исследовании влияния различных факторов и условий среды на многие виды лишайников (воздействия имитированных кислотных дождей [544], тяжелых металлов [242, 249, 262], SO<sub>2</sub> [245, 279, 373], озона [449] и др.) показано заметное снижение фотосинтетической активности лишайников (в отдельных случаях до 100 %). Причем многие факторы, отдельно на фотосинтез не влияющие, могут заметно усиливать негативное воздействие других [367, 483]. Влияние обезвоживания талломов на скорость ассимиляции четко выражено и является несомненным [362, 388, 484, 532].

На глубину нарушения процессов, происходящих при сбоях в фотосинтезе, указывают трудности их восстановления [444, 532]. Особенно опасными могут быть повторные воздействия поллютантов, например, SO<sub>2</sub>, которые приводят к постепенной потере способности восстанавливать фотосинтетическую активность [472]. В некоторых случаях восстановления фотосинтетической активности вообще может не происходить [443].

В определенных условиях наблюдается усиление фотосинтеза при воздействии загрязняющих атмосферу веществ, например, диоксида серы [281]. Так, стимулирующее действие низких концентраций SO<sub>2</sub> объясняется либо способностью ионов сульфита и бисульфита служить акцепторами электронов, либо разобщением электронного транспорта и фотофосфорилирования [540].



Ингибирование ассимиляции углекислого газа может быть связано с изменениями количества и состава хлорофиллов [249, 556, 608]. Однако необратимое нарушение фотосинтеза не обязательно коррелирует с деструкцией хлорофилла [472, 543, 577]. В некоторых случаях снижение фотосинтеза может происходить другим путем.

Состояние хлорофилла исследователи часто используют как тест ингибирования лишайников. На основании этого были предложены методы использования быстрой и замедленной флуоресценции [11, 41, 213, 554].

Отмечается более низкое содержание хлорофилла у лишайников, произрастающих в городской среде [236, 270, 609]. В условиях эксперимента воздействия  $\text{NaNO}_3$  [548],  $\text{NO}_2$  [455] и  $\text{SO}_2$  [392] на лишайники также приводили к значительному снижению содержания хлорофилла в слоевищах.

Помимо уменьшения общего количества хлорофилла фотобионтов могут происходить и другие изменения пигментных систем. В одних случаях большей чувствительностью к воздействию обладает хлорофилл *a* [300], в других – хлорофилл *b* [608], в третьих – повреждаются обе формы [250]. Поэтому иногда именно соотношение хлорофиллов *a/b* бывает более чувствительным тестом и предлагается как параметр индикации загрязнения воздуха [57, 569].

В условиях загрязнения окружающей среды, даже при низких содержаниях  $\text{SO}_2$  в воздухе, может происходить феофитинизация хлорофилла [331, 454, 473, 492, 526]. На основании соотношения феофитина *b* и хлорофилла *a*, соотношении серы и сопряженных диенов был рассчитан индекс загрязнения (pollution index, PI) [411].

Однако в некоторых случаях содержание хлорофилла не является четким параметром реакции на загрязнение. Показано отсутствие надежной корреляции между количеством серы и некоторых других элементов (Ca, Cl, Sr, Zn, P) в тканях лишайника и содержанием хлорофилла [316, 318]. В других случаях под воздействием пыли, содержащей удобрения, наблюдается увеличение содержания хлорофилла [375]. Увеличение концентрации хлорофилла отмечено также при влиянии небольших количеств озона [503]. Установлено, что содержание хлорофилла в слоеви-

цах может зависеть от вида форофита [393]. Поэтому необходимо учитывать многие факторы как при выборе пунктов для мониторинга, так и при интерпретации полученных результатов.

Под влиянием атмосферного загрязнения может происходить изменение активности ферментов лишайников [68, 452]. Так, под воздействием диоксида серы отмечено снижение активности пероксидазы [215], каталазы [392], нитратредуктазы [217], сульфитредуктазы [500], глутатионредуктазы [570], дезактивация стафилококковой нуклеазы и лизозима [500]. Снижение нитрогеназной [372] и фосфатазной [241] активностей отмечено в условиях городов.

Реакции различных ферментов слоевищ лишайников на возрастание концентрации поллютантов отличаются. Так, пероксидаза после короткой экспозиции увеличивала активность при 0,5 и 5 мкг/л  $\text{SO}_2$  и снижала при 50 мкг/л. В тех же условиях активность цитохромоксидазы была относительно стабильной [216]. Тем не менее, надо учитывать, что у разных видов лишайников реакции на воздействия  $\text{SO}_2$  могут быть разнонаправленными.

На ферменты лишайников различные вещества могут оказывать противоположные влияния. При изучении свойств каталазы и пероксидазы  $\text{NO}$  увеличивал активность обоих ферментов.  $\text{NO}_2$  усиливал активность каталазы и уменьшал активность пероксидазы. Оба этих вещества совместно, а также при одновременной фумигации  $\text{SO}_2$  могли выступать синергически и антагонистически, усиливая или подавляя активность ферментов [447]. Поэтому комплекс атмосферных поллютантов, отличающийся в различных регионах, может оказывать иное воздействие на физиологию лишайников, нежели ожидаемое.

Отдельно упоминаются отклонения в азотном метаболизме лишайников под воздействием загрязнителей и низких значений рН [45, 151, 314, 544]. Особенно сильно этот эффект проявляется в условиях с высокой длительностью воздействия и высокими концентрациями поллютантов в атмосфере [215, 352]. Наряду с другими факторами уязвимость азотного обмена приводится в качестве одной из причин более высокой чувствительности цианобионтных лишайников по сравнению с хлоробионтными [215].

Атмосферное загрязнение способно не только подавлять ферментативную активность, но и вызывать более серьезные из-

менения клеточных элементов и гибель отдельных структур. Наиболее часто упоминаются нарушения мембран клеток и мембранных структур: изменения проницаемости [214, 312, 573], электропроводности [319], нарушения исходного состава липидов и липидного профиля [67], дегградация фосфолипидов [68]. В качестве индикатора поврежденности клеточных мембран рассматривают вымывание  $K^+$  [299]. Предполагается, что выход  $K^+$  – результат действия поллютантов [319, 333]. Указывается вероятность синергетического эффекта при действии различных факторов на повреждение клеточных мембран с последующим выходом электролитов [367].

Заслуживает внимания тот факт, что для симбиотического организма, где регуляция связей между компонентами поддерживается на многих уровнях, изменения функциональной активности мембран даже одного из бионтов могут иметь драматические последствия [68].

Кроме нарушения целостности и функциональной способности плазматических мембран отмечаются нарушения и других ультраструктур клетки. В клетках водорослей может происходить деформация пиреноглобул, тилакоидов, митохондрий, хлоропластов, дегенерация пиреноидов, ядер, митохондрий, стромы и цитоплазмы, возрастание вакуолизации [356 – 358, 568].

В целом отмечается более высокая чувствительность водоросли, чем гриба [233, 525, 568]. Часто именно реакции фотобионта учитываются в лишенологических исследованиях [429, 466, 545]. Отмечается увеличение числа плазмолизированных клеток при атмосферном загрязнении региона [280, 303, 492, 533, 595]. В связи с этим предлагается в качестве индикаторного признака использовать процентное содержание мертвых водорослевых клеток в слоевище лишайника [485].

При определенных условиях может нарушаться не жизнеспособность отдельных бионтов лишайника, а способность организовывать таллом. При увеличении загрязненности воздуха сложное равновесие партнеров в талломе может нарушаться, так что только части, а не организованный таллом могут существовать дальше [369].

Однако во многих случаях большая восприимчивость лишайников к загрязнению атмосферы по сравнению с цветковыми

растениями основана не на низкой толерантности на энзиматическом уровне, а на малой степени «избегания» стресса, что связано со строением лишайникового слоевища [218].

## **1.6 Чувствительность отдельных видов лишайников к загрязнению окружающей среды**

Результаты исследования лишенобиоты урбоэкосистем свидетельствуют, что, несмотря на отсутствие или редкость многих лишайников в промышленных районах, представители отдельных видов и родов лучше развиваются, а, порой, бывают приурочены именно к экологически «неблагополучным» территориям [499]. Возможность произрастания конкретных видов в экологически неблагоприятных регионах обуславливается физиологическими особенностями лишайников.

На основании частоты встречаемости вида и морфологического состояния слоевищ выделяют чувствительные к загрязнению и толерантные виды лишайников. Распространенным является мнение о том, что наиболее чувствительными к атмосферному загрязнению являются кустистые лишайники, менее чувствительными – листоватые и наиболее устойчивыми – накипные [5, 6, 55, 191, 212, 259, 460, 470, 522]. Считается, что эпилитные формы более устойчивы, чем эпифитные [212, 275, 360, 471, 583].

Такая точка зрения сложилась благодаря сильному угнетению лишенобиоты городов центральной, западной Европы и США в середине – конце XX века. Многими авторами для наиболее загрязненных частей городов указывались только накипные виды лишайников: *Amandinea punctata* [288, 307], *Candelariella vitellina* [310], *Lecanora conizaeoides* [288, 307, 310, 467, 549], *L. dispersa* [259], *L. hagenii* [307], *L. varia* [307, 337, 435, 581], *Scolicioporum chlorococcum* [307, 519]. Для других территорий отмечалось доминирование указанных видов среди общего разнообразия лишенобиоты, а также в проективном покрытии субстрата [20, 426, 451, 538].

Наиболее устойчивым из накипных лишайников считается *Lecanora conizaeoides* [379, 598]. Установлено, что увеличение

содержания загрязняющих веществ в воздухе и, как следствие, изменение свойств субстрата являются причиной экспансии *Lecanora conizaeoides* и *Scoliciosporum chlorococcum* в тех районах, где они ранее не отмечались [282, 477]. Так, для Северной Ирландии отмечается распространение *Lecanora conizaeoides* только в городах с населением, превышающим 8000 человек [257]. Однако при изменениях состояния воздушного бассейна и субстрата возможно полное исчезновение ацидофильной *Lecanora conizaeoides* и заметное увеличение количества нитрофильных видов лишайников, например листоватых *Physcia tenella*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Xanthoria candelaria*, *X. parietina*, *X. polycarpa* в Мельзунгене и Лимбурге (Гессен, Германия) [377]. Следует отметить, что для некоторых регионов в качестве наиболее устойчивых к загрязнению (или распространенных) видов приводятся именно листоватые лишайники: *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Xanthoria candelaria*, *X. parietina* для Юго-востока Словакии [478], *Physconia grisea*, *Parmelia sulcata*, *Parmelina tiliacea* для Женевы [575], *Parmelia sulcata* для Софии [202]. В ряде работ листоватые *Hyperphyscia adglutinata*, *Parmelia saxatilis*, *P. sulcata*, *Phaeophyscia nigricans*, *Ph. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Ph. dubia*, *Ph. stellaris*, *Ph. tenella*, *Physconia distorta*, *Ph. grisea*, *Punctelia subrudecta*, *Xanthoria parietina* указываются наряду с накипными лишайниками как высокоустойчивые к загрязнению [12, 111, 155, 201, 486, 494, 538].

Среди кустистых лишайников как наиболее устойчивые к загрязнению указываются *Cladonia coniocraea*, *C. furcata*, *Cetraria islandica* [188, 266, 451, 454].

Нельзя, однако, утверждать, что накипные лишайники вообще устойчивее листоватых, или листоватые устойчивее кустистых. Так, некоторые накипные лишайники (*Pertusaria corallina*) более чувствительны к загрязнению окружающей среды, чем некоторые листоватые лишайники (*Xanthoria parietina*), также как и листоватые лишайники *Flavoparmelia caperata* и *Lobaria pulmonaria* менее устойчивы, чем кустистые *Bryoria fuscescens* и *Evernia prunastri* [601].

Многие представители лишайников, как правило, встречаются только в антропогенно ненарушенных районах, считаясь высоко чувствительными. Это кустистые лишайники – предста-

вители родов *Usnea*, *Bryoria* и *Ramalina*, а также *Pseudevernia furfuracea* [20, 188, 265, 284, 310, 311, 324, 468, 506]; листоватые *Flavoparmelia caperata*, *Hypogymnia tubulosa*, *Imshaugia aleurites*, *Melanohalea olivacea*, *Parmeliopsis hyperopta*, *Platismatia glauca*, различные виды рода *Lobaria*, а также представители цианолишайников [73, 201, 221, 345, 374, 422, 439, 495, 560]; накипные *Lecania dubitans*, *Lecanora impudens*, *Pertusaria amara*, *Rinodina roboris* [345, 478, 558].

Часто для одних и тех же видов наблюдается разная чувствительность к поллютантам для различных территорий. Так, *Hypogymnia physodes* относят к чувствительным видам в районе двух магнетитовых предприятий Юго-восточной Словакии [478], г. Уфе [72], г. Пльзень (Чехия) [355], толерантным в г. Тампере и г. Оулу (Финляндия) [374, 519], Кузедеевском липовом озере (юг Западной Сибири) [5], или же к видам со средней чувствительностью в Йошкар-Оле [201], Майне (США) [559], Одда (западная Норвегия) [361]. По мнению [264], *Hypogymnia physodes* является показателем относительно благополучного состояния окружающей среды. Для Тюменской области отмечается, что сам факт присутствия этого лишайника свидетельствует о незначительном антропогенном воздействии [21]. При исследовании восприимчивости *Hypogymnia physodes* к воздействию различных веществ сообщается, что этот вид очень чувствителен к SO<sub>2</sub> и менее чувствителен к HF [255]. Также отмечено, что у одних и тех же видов (*Parmelia saxatilis*, *Lobaria pulmonaria*) устойчивость варьирует в зависимости от местообитания, что может быть связано с морфологическими и анатомическими особенностями (толщина коры и таллома) [577]. Исходя из этих данных сделано предположение [72] о необходимости выявления чувствительных видов лишайников и необходимости составления лишеноиндикационных шкал токсифобности отдельно для каждой урбанизированной территории, что, в свою очередь, подчеркивает неуниверсальность метода лишеноиндикации.

Именно различная частота встречаемости видов в пределах конкретной территории, изменчивость их распространения, ограниченность ареалов и обеспечивают столь широкий перечень индикаторных видов в исследованиях. В роли видов-индикаторов выступают *Anaptychia ciliaris* [553], *Caloplaca aurantia* [347],

*Cladonia stellaris* [137], *Evernia mesomorpha* [48, 50], *Flavoparmelia caperata* [221, 407], *Hypogymnia physodes* [4, 48, 50, 152, 198, 384, 524, 563, 564], *Lecanora conizaeoides* [479, 407], *Mycoblastus sanguinarius* [158], *Parmelia sulcata* [4, 198, 546], *Phaeophyscia orbicularis* [475], *Physconia distorta* [553], *Pseudevernia furfuracea* [50, 298], *Ramalina fraxinea* [407], *Usnea hirta* [50], *Xanthoparmelia stenophylla* [41], *Xanthoria parietina* [234], *Bryoria spp.* [196], *Usnea spp.* [196, 365]. Нередко в роли индикатора чистоты воздуха выступает не отдельный вид лишайника, а все разнообразие лишенобиоты региона [251, 327].

### 1.7 Метод трансплантации в лишеноиндикации

В лишеноиндикационных исследованиях, наряду с изучением естественно растущих слоевищ, широко применяется метод трансплантации – пересадки талломов лишайников из экологически чистых регионов в антропогенно нарушенные с последующим их мониторингом.

В качестве объектов для пересадки избираются различные виды лишайников: *Alectoria sarmentosa* [602], *Canomaculina pilosa* [331], *Cladonia chlorophaea* [261], *C. foliacea* [525], *C. rangiformis* [525], *C. substellata* [413], *Diploschistes muscorum* [525], *Evernia prunastri* [236, 545], *Everniastrum neocirrhatum* [608, 609], *Flavoparmelia caperata* [240, 236, 259], *Hypogymnia physodes* [81, 236, 249, 427, 490, 564,], *Lecanora leptyroides* [261], *L. varia* [476], *Lobaria amplissima* [309], *L. pulmonaria* [309, 344], *L. scrobiculata* [309], *L. virens* [309], *Melanelia laciniatula* [236], *Parmelia saxatilis* [240], *P. sulcata* [236, 592], *Parmelina quercina* [545], *P. tiliacea* [236], *Parmotrema austrosinense* [270], *Parmotrema conferendum* [270], *Physcia leptalea* [236], *Pseudevernia furfuracea* [236, 361], *Ramalina ecklonii* [411], *R. lacera* [367], *Usnea ceratina* [608, 609], *U. subfloridana* [81], *Xanthoparmelia stenophylla* [41, 81], *Xanthoria parietina* [236, 250] и ряд других.

Трансплантация лишайников применяется для мониторинга состояния городской среды [240, 485, 602], зон воздействия крупных промышленных предприятий [358, 427], шоссейных ав-

тодорог [411], атомных установок [283], местообитаний удобряемых растений [358].

Трансплантируемые талломы отбираются вместе с субстратом и либо непосредственно переносятся в зону мониторинга [361], либо помещаются в разнообразные боксы [11, 81, 525]. Нередко трансплантация эпифитных лишайников проводится на досках с имитацией условий дерева [293, 401].

О реакции трансплантированных лишайников судят по морфологическим и физиологическим повреждениям слоевищ: хлорозам и некрозам [344, 485], связи слоевища с субстратом [344], снижению содержания хлорофиллов [250, 270, 331, 411] и интенсивности фотосинтеза [592, 608, 609], изменениям дыхательной активности [250, 525], содержанию продуктов окисления (определяемых как диены с сопряженными связями) [270, 411]. Также применим метод замедленной флуоресценции хлорофилла [11, 41].

Однако необходимо учитывать ряд ограничений этого метода. Некоторые авторы указывают на неприменимость переноса лишайников из одной экологической ниши в другую или даже просто на другое место [44]. Имеют место повреждения лишайников выделениями раневой поверхности форофита [261] и смена условий произрастания с эпифитных на эпиксильные.

Опыты по трансплантации лишайников из чистых зон в зоны загрязнения позволяют не только выявлять морфологические и анатомические изменения, происходящие в лишайниках, но и говорить о правомерности выделения новых видов. Так при перенесении *Lecanora varia* в зону высокого содержания SO<sub>2</sub> в воздухе этот вид через 14 – 60 дней приобретает признаки *Lecanora conizaeoides* (соредиозный таллом, вырабатывает фумарпроточетраровую кислоту) [526].

## 1.8 Аккумулятивные способности лишайников

Наряду с нативными образцами, трансплантаты часто используются при индикационных исследованиях, основывающихся на способности лишайников накапливать атмосферные поллютанты [298, 602].



Аккумулятивные свойства лишайников широко известны [264, 228, 397]. Они обеспечиваются низкой скоростью роста, высокой продолжительностью жизни лишайников [292] и являются ценными для индикационных исследований, поскольку поглощение веществ слоевищем происходит из воздуха и осадков и в гораздо меньшей степени – из субстрата [74, 287, 395, 421]. По данным [496], морфологические изменения талломов лишайников могут являться следствием именно их высокой аккумулятивной способности.

Наиболее часто анализируется накопление талломом тяжелых металлов в городах или в районах воздействия крупных промышленных предприятий. Концентрации загрязнителей в таких лишайниках гораздо выше, чем в контрольных областях, в качестве которых выступают сельская местность или лесные массивы [225, 298, 317, 347, 398, 533, 590]. Отмечается, что степень поглощения поллютантов зависит от удаленности слоевища от источника загрязнения [63, 249, 332, 346, 418, 428, 498]. Снижение концентрации накопленных веществ не универсально и в зависимости от местности может описываться либо линейной функцией [249], либо экспоненциально [427]. В некоторых случаях влияние расстояния от источника загрязнения не очевидно [75, 77].

Большое значение для процессов аккумуляции имеют субстратная приуроченность вида [232, 292], видовая принадлежность лишайника [55, 168, 227, 232, 292], степень загрязненности биотопа [292], микроусловия экотопа [168, 227], увлажненность местообитаний [387], вид форофита [461], реакция форофита на загрязнение [567], сезон года [232, 252], роза ветров [394, 226].

Высказывается предположение, что использование аккумулятивных свойств лишайников в целях биоиндикации имеет некоторые ограничения. При исследовании концентраций некоторых химических элементов в слоевище и во внешнем слое коры указываются возможности различных путей их поглощения слоевищем [204, 211, 287, 308]. Вероятно, существуют различия механизмов накопления некоторых тяжелых металлов [329].

В некоторых случаях, бóльшие концентрации веществ накапливаются растущими рядом бриофитами, а не лишайниками [280, 334, 497, 565]. По-видимому, это связано с сорбционными свойствами этих групп организмов. Мохообразные (особенно

бриевые мхи) характеризуются высокоразвитой сорбционной поверхностью, представленной типичной растительной клеточной стенкой. Поверхность лишайника представлена гифами микобионта, она существенно отличается от таковой у мхов как размерами, так и физико-химическими свойствами.

В условиях антропогенного пресса различного генезиса накопление некоторых элементов может различаться. При вступлении металлов в различные конкурентные отношения их избирательная последовательность в накоплении меняется согласно механизму поглощения катионов в ионообменном процессе, включающем образование комплексов [572]. Также необходимо учитывать и видовую специфику лишайников – некоторые виды способны избирательно накапливать определенные металлы в больших концентрациях, чем другие.

Формирование временных трендов накопления металлов лишайниками – сложный многофакторный процесс, зависящий как от техногенно обусловленных изменений аэрохимической обстановки над исследуемыми территориями, так и от климатических особенностей ландшафтных зон [10].

Имеют место исследования, посвященные изучению динамики состояния атмосферы. На основании разницы концентраций элементов, накопленных лишайниками сборов предыдущих лет и десятилетий можно судить об увеличении или уменьшении этих веществ в воздушной среде региона [74, 237, 341, 399, 428].

Отдельный интерес представляют исследования по использованию лишайников для определения химических элементов (в частности, меди) в воде. В качестве биодетектора использовался водный макрофит *Dermatocarpon luridum* [272].

## **1.9 Использование лишайников в качестве индикаторов старовозрастных лесов**

Во многих регионах определенные виды лишайников встречаются только в старовозрастных малонарушенных лесах [200, 268, 348]. К таким видам чаще всего относят *Collema furfuraceum*, *Hypogymnia vittata*, *Leptogium saturninum*, *Lobaria pulmonaria*, *Nephroma bellum*, *N. parile*, *N. resupinatum*, *Parmeliella triptophyl-*

*la*, многие представители порядка *Caliciales*, а также родов *Cladonia*, *Peltigera*, *Usnea* и *Bryoria* [20, 150, 157, 200, 274, 348].

Отмечается, что при эксплуатации лесов изменяется микроклимат, что ведет к изменению лишенобиоты [353, 417]. В частности неконтролируемые рубки зачастую обуславливают обеднение видового состава лишенобиоты как непосредственно из-за уничтожения субстратов произрастания многих видов лишайников, так и благодаря захламленности лесонасаждений порубочными остатками [59, 79, 305, 537]. Также негативное влияние оказывают рубки ухода, влияющие на влажность воздуха [576]. Отмечено негативное влияние опушек леса на биомассу некоторых видов эпифитных лишайников [297].

Таким образом, разрушение лишайниковых сообществ может отражать ухудшение состояния древостоя [383].

Однако, в некоторых случаях может не отмечаться существенного влияния рубок на развитие лишайников. На некоторых площадках общее количество видов лишайников после рубок увеличивается [419].

Антропогенные пожары становятся все более важным фактором во многих экосистемах. Видовой состав, обилие, распространение и вторичная колонизация субстратов в значительной степени коррелируют с частотой и интенсивностью пожаров [82, 353, 436]. Известно, что лишайники уничтожаются даже слабым низовым пожаром [88]. В зависимости от видов лишайников, субстрата и места произрастания восстановление лишайникового покрова может происходить в течение 20 – 100 и более лет [39, 40, 56]. В связи с этим, некоторые виды лишайников были предложены в качестве индикаторов при определении давности пожаров [40, 437, 606].

## **1.10 Ограничения и перспективы лишеномониторинга**

Использование лишайников в целях биомониторинга стало широко применимым. Как правило, программы исследований включают: инвентаризацию биоты лишайников; определение основных синузид лишайников в основных типах сообществ; картирование компонентов точно фиксированных фрагментов широ-

ко распространенных синузий лишайников; детальное картирование отдельных высокочувствительных к загрязнению видов лишайников; химический и радиологический анализ слоевищ; определение динамики их роста [17]. Однако необходимо учитывать ограничения этого метода, который, хотя и не всегда дает удовлетворительные результаты в условиях города, но позволяет сделать важные фитоценотические обобщения [405].

Очевидно, что не следует переоценивать индикационные способности лишайников. Разнообразие факторов, лимитирующих развитие лишайников сравнительно близких регионов, не позволяет говорить об универсальности метода лишайниковой индикации в оценке качества окружающей среды. На талломы лишайников, как правило, воздействует целый комплекс экологических, географических, климатических, химических и биологических факторов. Согласно [120] в настоящее время практически не существует зон загрязнения, где присутствовал бы один химический загрязнитель. Вместе с тем для смешанных типов загрязнения воздуха пока не разработано методов биоиндикации. Все существующие методы лишайниковой индикации субъективны, несовершенны, сложны в использовании, требуют большой аккуратности, значительных затрат времени и порой не способны проиллюстрировать с высокой степенью достоверности содержание тех или иных поллютантов в атмосфере. Их трудно применять на больших территориях. Однако следует признать их ценность для развития научных знаний о чувствительности отдельных видов лишайников к атмосферному загрязнению. Также следует помнить, что лишайники являются «летописцами» загрязнения территории. Поэтому для оценки долгосрочной динамики состояния региона важны длительные описания лишайниковой биоты (и чем они более длительны, тем они более ценны). Важно хранение образцов, описание новых видов для территории с целью отслеживания динамики биоразнообразия и т.д.

Вместе с этим необходим поиск новых, более простых возможностей использования лишайников для комплексной оценки состояния окружающей среды, которые были бы доступны специалистам широкого профиля, учителям и руководителям эколого-биологических учреждений, а не только лишайникам. Решению этих задач и посвящается настоящее исследование.

## **2 ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ**

Совокупность природных условий в сочетании с масштабом, структурой и динамикой промышленных эмиссий влияют на развитие лишенобиоты региона.

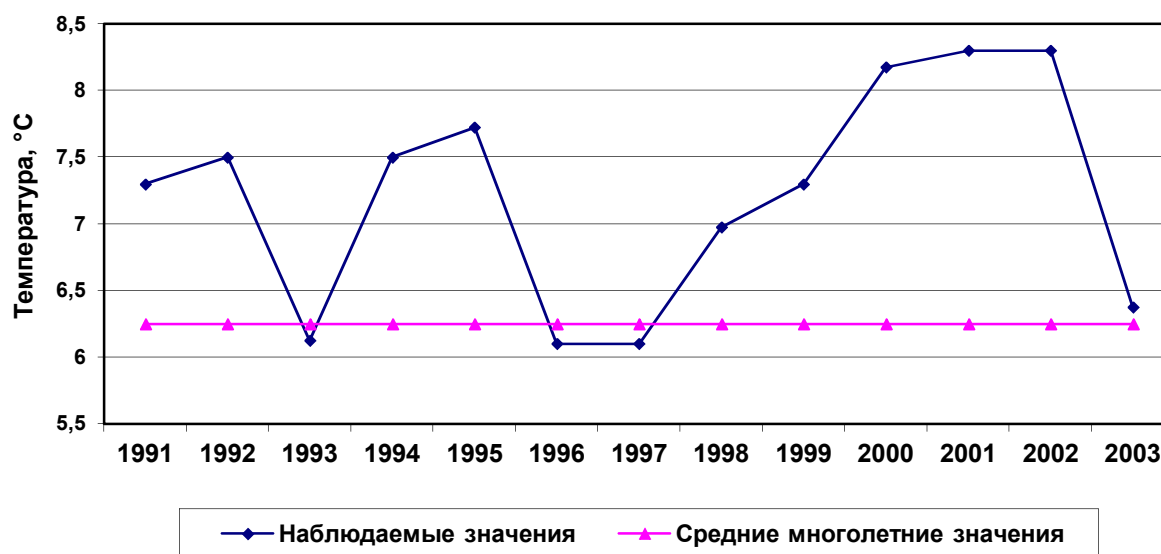
### **2.1 Физико-географические условия района исследований**

Район исследований расположен на территории Гомельского административного района Гомельской области и представляет один из наиболее важных промышленных регионов Республики Беларусь. Город Гомель является вторым по численности населения городом в Республике. Это развитый промышленный центр с интенсивным ведением пригородного сельского хозяйства, крупный транспортный узел, находящийся в зоне с невысоким уровнем радиоактивного загрязнения.

По данным Гомельского областного центра по гидрометеорологии, средняя месячная температура января для Гомельского региона составляет  $-6,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , июля –  $+18,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Для г. Гомеля эти значения составляют  $-7,0$  и  $+18,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  соответственно. Разница температурного режима области и города невелика и составляет  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  (средние годовые температуры –  $+6,3$  и  $+6,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Однако согласно данным 1976 г. разница температуры между центром города (площадь Ленина) и пригородом (10 км. северо-северо-восточнее города) в среднем за год составила  $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Экстремальные значения средней месячной температуры января составляют  $-16,2$  и  $0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; июля –  $+15,6$  и  $+23,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Доля морозных дней в зимние месяцы составляет 29 %. Доля жарких дней ( $>20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) в летний период – 30 %, причем основная их часть приходится на июль – 38 %. Средние даты перехода средней суточной температуры через  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  весной – 24 марта, осенью – 19 ноября. Продолжительность периода с температурой выше  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  – 240 суток, выше  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  – 196 суток, выше  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  – 154 суток и выше  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  – 104 суток.

Средняя годовая сумма осадков – 630 мм. Максимум приходится на июль – 87 мм, минимум – на февраль – 31 мм. Среднее максимальное суточное количество осадков – 38 мм. Максимальное суточное количество осадков составляет 90 мм. Число дней с осадками  $\geq 0,1$  мм – 150 – 160 в год. Годовая продолжительность выпадения осадков – 1132 ч. с абсолютным минимумом 593 ч. и абсолютным максимумом 1669 ч. Г. Гомель имеет более низкую относительную влажность воздуха: разница между центром города и окраиной составляет 8 % в ясные дни и 3 % – в пасмурные. Дата образования устойчивого снежного покрова с обеспеченностью 50 % – 16 декабря, разрушения – 24 марта [61].

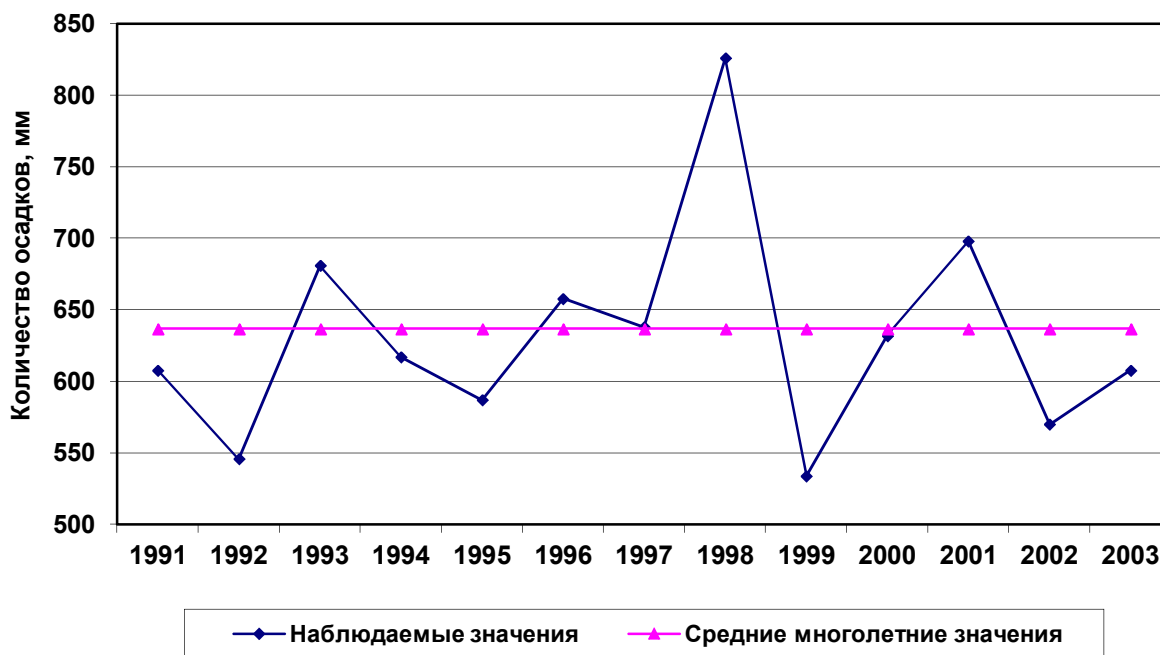
На развитие лишенобиоты региона исследования наибольшее влияние оказали климатические условия последних лет. Динамика среднегодовых температур и осадков проиллюстрирована на рисунках 1 и 2.



**Рисунок 1 – Среднегодовые температуры Гомельской области, а также отклонение их относительно средних многолетних значений [170 – 181]**

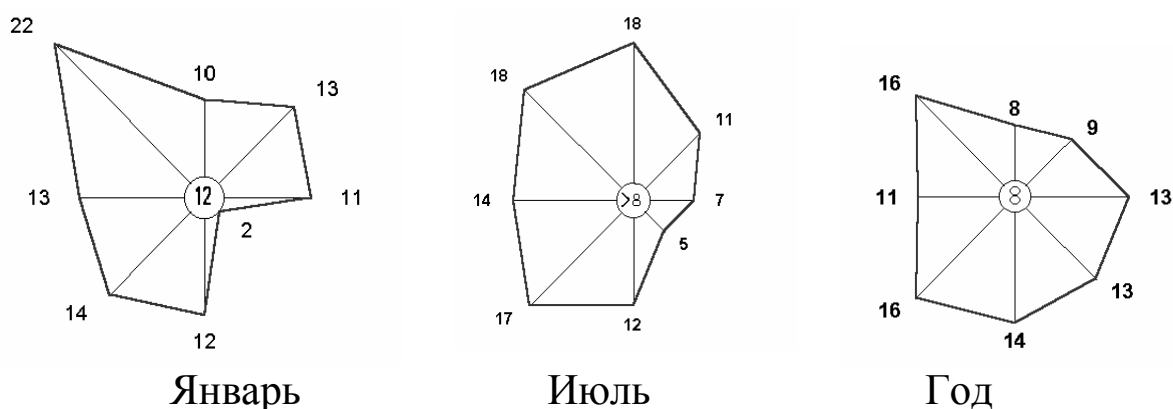
Рассматриваемый период характеризуется высокими среднегодовыми температурами (до 2 °C выше нормы в 2001 и 2003 гг.). Максимум средней летней температуры приходится на 1999 г. – на 20,1 °C выше нормы [181, с. 20]. Резко выделяется влажное лето 1998 г. (38 % выше нормы) и засуха 1999 г. (15 %-ный недобор осадков). Следует отметить тенденцию уве-

личения средних температур каждого из сезонов относительно средних значений.



**Рисунок 2 – Суммарное количество осадков Гомельской области, а также отклонение относительно средних многолетних значений [170 – 181]**

Средняя годовая скорость ветра – 3,9 м/с. Роза ветров представлена на рисунке 3 [7, 62].



**Рисунок 3 – Роза ветров г. Гомеля [7, 62]**

По данным [62], концентрации некоторых поллютантов в атмосфере отдельных районов города могут возрасти при ветрах северного и северо-восточного направлений.

Территория исследований находится на западной части Русской платформы. Мощность осадочных пород составляет 100–200 м [149].

Мезозойские (Юрские) геологические отложения встречаются вдоль русел рек Днепр и Сож в виде глин и песков. Ввиду глубокого залегания почвообразовательная роль их незначительна. Отложения Кайнозойской эры представляют породы третичного и четвертичного периодов. Отложения Третичного возраста представлены светло-зелеными глауконитовыми песками Харьковского яруса и белыми кварцевыми песками Полтавского яруса. В г. Гомеле толщина их максимальна и составляет 30–40 м. Согласно строению четвертичных отложений регион исследования относится к южному району, не затронутому Валдайским оледенением, которое, безусловно, оказало свое влияние благодаря интенсивному воздействию водных потоков.

Именно водно-ледниковые и древнеаллювиальные наносы различного гранулометрического состава являются основными почвообразующими породами территории исследований.

Рельеф по характеру моногенетичен – сравнительно плоский с достаточно редкими озерами: со времен Днепровского оледенения многие озера заилены и исчезли (или же сохранились как торфяники), а повышения значительно снижены [149, 153].

Гидрографическая сеть региона исследования распределена практически равномерно. Главным водным ресурсом региона исследования является река Сож и ее притоки. Общая длина речной системы составляет 16220 км, густота речной сети – 0,38 км/км<sup>2</sup>, площадь водосбора – 42140 км<sup>2</sup>. Русло реки шириной 150–200 м, песчаное. Пойма шириной 2–3 км, левобережная, луговая, неровная.

Сож – равнинная река с преобладанием снегового питания. Режим стока характеризуется высоким весенним половодьем. Летняя межень относительно низкая. Осенью из-за значительных осадков наблюдается повышенная водность. Озера Приднепровской низменности – преимущественно старицы рек.



Территория исследований характеризуется наличием болот преимущественно двух типов: под влиянием осадков развиваются моховые болота верхового типа, под влиянием грунтовых вод – травяные болота низинного типа [61, 153, 223].

На территории Гомельского района преобладают дерново-подзолистые заболоченные почвы, занимающие 34 % территории. Развиваются, как правило, на понижениях рельефа или плоских бессточных равнинах. В лесных массивах в роли покрова выступают различные виды мхов, а также черника, брусника, вереск.

Широкое распространение имеют дерново-подзолистые почвы (около 29 % территории Гомельского района). Преобладают дерново-подзолистые песчаные почвы (68 % дерново-подзолистых почв). На всей южной части Беларуси песчаные почвообразующие породы представляют собой мелкозернистые кварцевые сортированные пески. Значительно меньше распространены дерново-подзолистые супесчаные почвы (32 %). Характерной особенностью дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв является низкое содержание гумуса, а также кислая и сильнокислая реакция среды. В качестве основных лесообразующих деревьев, произрастающих на данном типе почв, можно отметить сосну, ель, осину, березу, ольху.

В равной степени (13 % территории района) представлены дерновые заболоченные и пойменные дерновые и дерновые заболоченные почвы. Свойства этих почв резко не являются характерными для дерново-подзолистой зоны. Реакция таких почв в основном кислая.

Меньше остальных представлены торфяно-болотные почвы (9 %). Большую часть (67 %) болота низинного типа, 33 % – пойменного и менее 1 % – верхового.

Если оценивать площади земель по степени увлажнения, то 58 % площади Гомельского района занимают полугидроморфные почвы, 31 % – автоморфные, 11 % – гидроморфные. По гранулометрическому составу преобладают песчаные (54 %), далее располагаются супесчаные (33 %) и суглинистые (4 %) [153, 154].

Согласно геоботаническому районированию Беларуси И. Д. Юркевича и В. С. Гельтмана район исследований относится к подзоне широколиственно-сосновых лесов и входит в состав

Гомельско-Приднепровского района Полесско-Приднепровского округа [25, 224].

Формационная структура лесной растительности Гомельско-Приднепровского района имеет следующий вид: хвойные леса составляют 53 % от общей площади лесов района (из них сосновые – 52,6 %, еловые – 0,4 %, в том числе болотные – 0,8 %); лиственные болотные – 16,8 % (черноольховые – 12,2 %, пушистоберезовые – 4,6 %); широколиственные – 15,6 % (дубовые – 14,6 %, ясеневые – 0,4 %, грабовые и прочие – 0,6 %); мелколиственные производные – 14,4 % (бородавчатоберезовые – 11,3 %, осиновые – 3,0 %, сероольховые – 0,1 % [25]).

Из наиболее распространенных сосняков преобладают сосновые кустарничково-(*Vaccinium vitis-idaea*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Calluna vulgaris*)-зеленомошные (*Pleurozium schreberi*, *Dicranum scoparium*, *D. undulatum*) леса полесского типа с участием *Quercus robur* в древостое, *Carpinus betulus*, *Genista tinctoria*, *Cytisus ruthenicus* в подлеске (бонитет древостоя II), а также сосновые лишайниково-(*Cladina arbuscula*, *C. rangiferina*)-кустарничковые (*Calluna vulgaris*) леса полесского типа с участием *Genista tinctoria*, *Cytisus ruthenicus* в подлеске (IV – V классы бонитета). Насаждения кустарничково-зеленомошного типа произрастают на более плодородных почвах (дерново-подзолистые), характеризующихся более высоким содержанием гумуса и физической глины), чем лишайниковые сосняки, произрастающие на бедных и сухих песчаниках. Также встречаются сосновые зеленомошно-(*Pleurozium schreberi*, *Dicranum undulatum*, *D. scoparium*, *Hylocomium proliferum*)-черничные (*Vaccinium myrtillus*) леса в сочетании с кустарничково-(*Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*)-долгомошными (*Polytrichum commune*, *P. formosum*) полесского типа с участием *Quercus robur* в древостое, *Carpinus betulus*, *Genista tinctoria*, *Cytisus ruthenicus* в подлеске. Почвы песчаные, супесчаные, влажные, оглеенные дерново-подзолистые. Бонитет чаще всего I – II классов.

Широколиственно-хвойные леса представлены широколиственно-сосновыми орляково-(*Pteridium aquilinum*)-зеленомошно-кисличными (*Oxalis acetosella*) ассоциациями полесского типа с участием в древостое *Quercus robur*, *Carpinus betulus* и развитым подлеском из *Corylus avellana*, *Euonymus europaea*. Произрастают

на достаточно плодородных хорошо дренированных супесчаных и суглинистых дерново-подзолистых почвах. Бонитет I – Ia.

Из широколиственных лесов наиболее распространены дубравы грабово-(*Carpinus betulus*)-снытево(*Aegopodium podagraria*)-кисличные с развитым подлеском из *Euonymus europaea*, *Corylus avellana*, *Sorbus aucuparia*, во втором ярусе *Ulmus glabra*, *U. laevis*. Характеризуются I – II бонитетами. Почвы дерново-подзолистые, влажные, оглееные.

Березняки представлены березовыми зеленомошно-черничными (*Vaccinium myrtillus*) в сочетании с кустарничково-долгомошными на месте полесских сосновых и широколиственных лесов, орляково-зеленомошно-кисличными в сочетании со снытевыми на месте полесских широколиственно-сосновых, широколиственно-еловых и широколиственных лесов. В древостоях присутствуют *Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Populus tremula*. Также эти виды составляют подрост. В подлеске – *Corylus avellana*, *Euonymus verrucosa*, *E. europaea*, *Frangula alnus*, *Sorbus aucuparia*. Березняки имеют I – II классы бонитета.

Черноольховые крапивные (*Urtica dioica*, *Lamium album*) в сочетании со снытево-кисличными на месте полесских широколиственно-еловых и широколиственных лесов монодоминантны. Бонитет ольхи – I – Ia.

На территории региона исследований болота представлены низинными разнотравно-(*Caltha palustris*, *Comarum palustre*, *Equisetum fluviatile*, *Menyanthes trifoliata*, *Sphagnum erectum*, *Thelypteris palustris*, *Iris pseudacorus*)-злаково-(*Calamagrostis lanceolata*, *C. neglecta*, *Glyceria maxima*, *G. fluitans*, *Phragmites communis*) и гипново-(*Drepanocladus aduncus*, *Hamatocaulis vernicosus*, *Aulacomium palustre*, *Calliegronella cuspidata*)-осоковыми (*Carex omsciana*, *C. rostrata*, *C. diandra*, *C. appropinquata*, *C. canescens*, *C. riparia*, *C. dioica*, *C. nigra*, *C. flava*, *C. acuta*, *C. vesicaria*) с участками пушицево-(*Eriophorum polystachyum*, *E. latifolium*)-сфагново-(*Sphagnum subsecundum*, *S. contortum*, *S. obtusum*, *S. riparium*, *S. squarrozum*, *S. angustifolium*, *S. teres*)-осоковых (*Carex lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. rostrata*, *C. canescens*) болот, лугов. Леса (*Alnus glutinosa*, *Betula pubescens*, *Quercus robur*) полесские, нередко с ивовым ярусом (*Salix cinerea*, *S. aurita*, *S. lap-*

ponum), мозаичным комплексом из *Drepanocladus aduncus*, *D. vernicosus*, *Calla palustris*, *Phragmites communis*, *Equisetum fluviatile*, *Carex omskiana*, *C. inflata*, *C. canescens*.

Из луговых фитоценозов ведущее место занимают пойменные луга с участками низинных травяных болот, кустарников (*Salix cinerea*, *S. aurita*, *S. rossica*, *S. triandra*, *S. pentandra*, *Padus racemosa*, *Ribes pubescens*, *R. nigrum*), леса (*Alnus glutinosa*, *Quercus robur*), злаковые гидромезофитные (*Alopecurus pratensis*, *Poa palustris*, *Beckmannia eruciformis*, *Agrostis canina*) с осоковыми (*Carex acuta*, *C. vulpina*, *C. disticha*, *Eleocharis palustris*), с участками остепненных (*Agrostis syreistschikowii*, *Koeleria delavignei*) и суходольных обедненных (*Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis tenuis*, *Nardus stricta*) лугов. Растут на богатых гумусом глеевых, глееватых или дерновых почвах.

Также распространены луга вне пойм рек с участием низинных травяных болот, кустарников (*Salix cinerea*, *S. aurita*, *S. rosmarinifolia*, *S. pentandra*), леса (*Alnus glutinosa*, *Betula pubescens*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*), злаковые суходольные (*Agrostis tenuis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Nardus stricta*, *Festuca rubra*, *Briza media*) с участием низинных (*Agrostis canina*, *Deschampsia caespitosa*, *Carex panacea*, *C. flava*) лугов и низинных травяных болот. Почвы кислые, дерново-подзолистые [224].

## 2.2 Структура промышленных эмиссий Гомельской городской агломерации

Город Гомель расположен на юго-востоке Республики Беларусь и является региональным центром Гомельской области (40,4 тыс. кв. км.). Территория города в административных границах составляет 113 кв. км. Население – 480,4 тыс. человек (по данным на 01.09.2005 г.).

Для выполнения настоящего исследования был выполнен сбор данных об объемах и структуре атмосферных выбросов промышленных предприятий г. Гомеля и ближайшего пригорода, составе и концентрациях основных воздушных поллютантов по постам наблюдений, расположении стационарных постов наблюдений. Информация была предоставлена Гомельским областным

комитетом природных ресурсов и охраны окружающей среды, ГУ «Гомельский областной центр по гидрометеорологии», а также Гомельской горрайинспекцией природных ресурсов и охраны окружающей среды.

В г. Гомеле действует более 100 промышленных предприятий различных форм собственности, которые производят выброс загрязняющих веществ в атмосферу. Также на состояние воздушного бассейна г. Гомеля оказывают большое влияние промышленные предприятия, находящиеся на территории Гомельского района. Всего на территории г. Гомеля и Гомельского района располагается 21 предприятие с выбросом загрязняющих веществ в атмосферу более 100 т/год (таблица 1).

Лидирующее положение по объемам выбросов загрязняющих веществ в атмосферу среди предприятий Гомельщины занимает ОАО «Гомельстекло», располагающееся на территории р.п. Костюковка Гомельского района. Основными компонентами эмиссий являются  $\text{NO}_2$  (1980 т/год),  $\text{CO}$  (672 т/год),  $\text{NO}$  (308 т/год), твердые частицы (198 т/год),  $\text{SO}_2$  (181 т/год) и др. Несмотря на некоторое удаление предприятия от городской черты, высокие трубы обеспечивают достижение факелом рассеивания г. Гомеля.

Гомельская ТЭЦ-2 является самой крупной теплоэлектроцентралью региона. Располагаясь у городской черты, она обеспечивает привнос в атмосферу таких веществ, как  $\text{NO}_2$  (1637 т/год),  $\text{SO}_2$  (1102 т/год),  $\text{NO}$  (266 т/год),  $\text{CO}$  (199 т/год) и др.

Гомельский химический завод – одно из крупнейших химических предприятий в Беларуси. В составе загрязнителей, выбрасываемых в атмосферу присутствуют  $\text{SO}_2$  (797 т/год), аммофос (216 т/год),  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (167 т/год), аммиак (175 т/год), пылевые частицы (143 т/год), фтористые соединения (80 т/год),  $\text{CO}$  (55 т/год),  $\text{NO}_2$  (51 т/год) и т.д.

Эти предприятия являются основными источниками S- и N-содержащих эмиссий. Также свой вклад вносят КПУП «Гомельоблтеплосеть» (100 т/год  $\text{NO}_2$  и 59 т/год  $\text{SO}_2$ ), ОАО «Гомельстройматериалы» (83 т/год  $\text{SO}_2$ ), локомотивное депо «Гомель» (76 т/год  $\text{SO}_2$ ).

Таблица 1 – Перечень предприятий с объемом выбросов загрязняющих веществ в атмосферу более 100 т/год

Предприятие	Расположение предприятия	Всего выброшено в атмосферу, т/год	
		за 2005	за 2006
ОАО «Гомельстекло»	Гомельский р-н	3373,888	3373,006
Гомельская ТЭЦ-2 РУП «Гомель-энерго»	Гомельский р-н	2776,893	3210,494
ОАО «Гомельский Химический завод»	Гомельский р-н	1343,240	1714,490
КПУП «Гомельводоканал»	г. Гомель	552,823	1054,252
Гомельский ДОК ОАО «Гомель-древ»	г. Гомель	761,762	591,671
Гомельское межрайонное ПУ «Гомельмежрайгаз»	г. Гомель	538,938	580,864
КПУП «Гомельоблтеплосеть»	г. Гомель	574,087	535,232
ОАО «Гомельстройматериалы»	г. Гомель	342,253	377,804
ПРУП «Гомельский вагоноремонтный завод им. М.И. Калинина»	г. Гомель	349,873	350,081
РУП «Гомсельмаш»	г. Гомель	349,634	349,388
ОАО «Птицефабрика «Рассвет»	Гомельский р-н	301,189	291,557
РУП «Гомельский литейный завод «Центролит»	г. Гомель	219,936	233,955
РУП «Гомельский завод литья и нормалей»	г. Гомель	223,632	214,792
Локомотивное депо Гомель ТРУП «Гомельское отделение Белорусской железной дороги»	г. Гомель	175,886	206,146
Филиал РУП «Гомсельмаш» «Гомельский завод самоходных комбайнов»	г. Гомель	195,852	194,429
ОАО «Гомельобои»	г. Гомель	162,412	178,074
ОАО «Гомельская птицефабрика»	Гомельский р-н	145,000	159,359
КПУП «Гомельоблтеплосеть» (котельные Гомельского р-на)	Гомельский р-н	121,821	121,821
УПТК ОАО «ДСТ-2»	Гомельский р-н	87,073	104,621
РУП «Гомельский ОТКЗ жировой комбинат»	г. Гомель	108,613	96,266
ЗАО «Завод химических изделий»	г. Гомель	108,299	85,924

КПУП «Водоканал» является основным источником эмиссии метана (1014 т/год). Другими источниками метана являются Гомельское межрайонное ПУ «Гомельмежрайгаз» (567 т/год) и птицефабрика «Рассвет» (190 т/год), которая является также источником аммиака (64 т/год). Остальные предприятия являются источниками поступления в атмосферу СО.

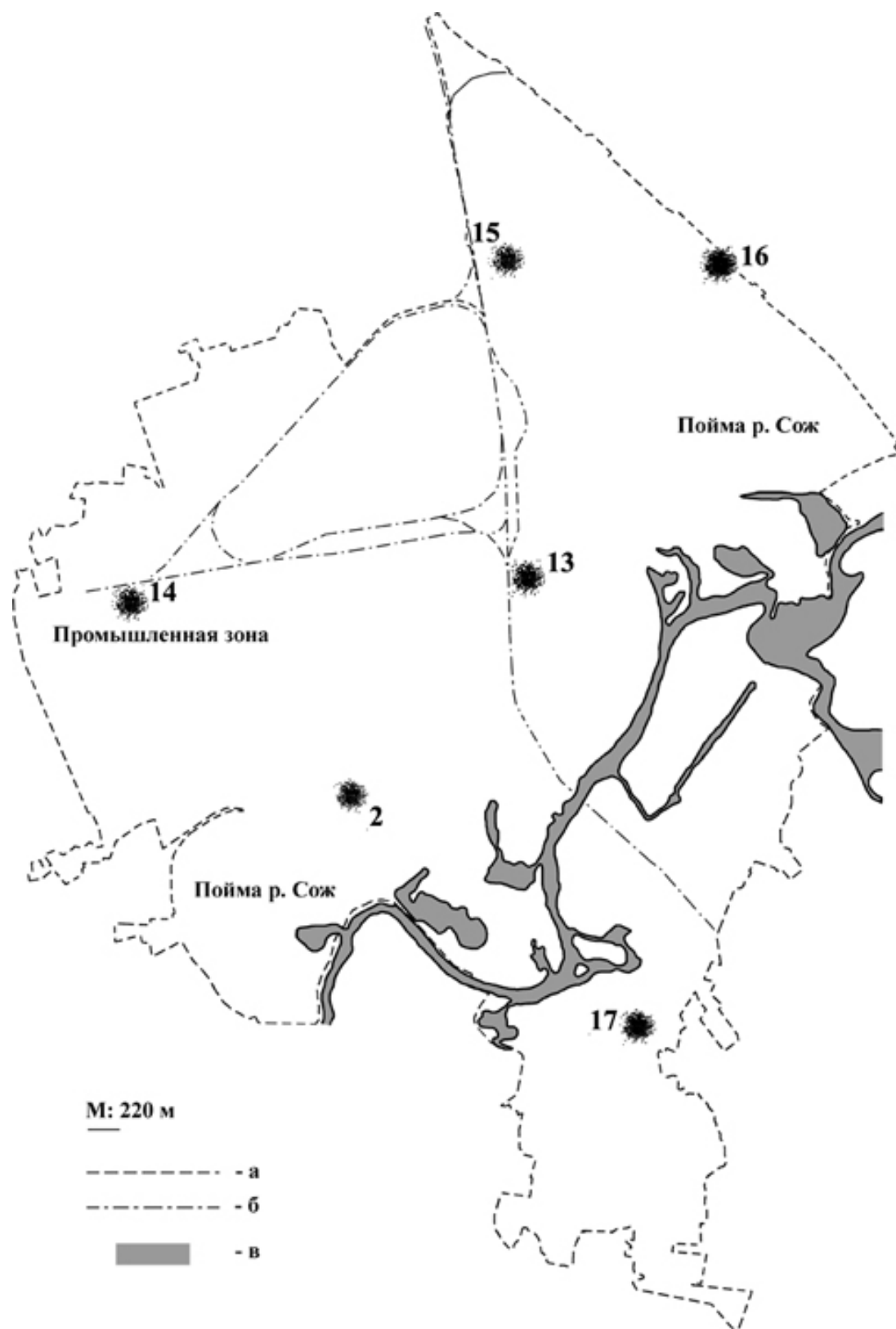
Среди специфических загрязнителей выступают ксилол (РУП «Гомсельмаш» – 136 т/год, РУП «Гомельский завод литья и нормалей» – 73 т/год, Гомельский завод самоходных комбайнов – 73 т/год, ПРУП «Гомельский вагоноремонтный завод» – 27 т/год), этиловый спирт (ОАО «Гомельобой» – 116 т/год), древесная пыль (ОАО «Гомельдрев» – 114 т/год), пыль неорганическая (УПТК ОАО «ДСТ-2» – 70 т/год, РУП «Гомельский литейный завод «Центролит» – 65 т/год), толуол (Гомельский завод самоходных комбайнов – 39 т/год).

Остальные предприятия г. Гомеля оказывают существенно меньший вклад в структуру эмиссий гомельской городской агломерации.

Если сравнить объем атмосферных эмиссий предприятий, располагающихся на территории г. Гомеля, и предприятий, располагающихся на территории Гомельского района, то отмечается гораздо меньшие выбросы в атмосферу предприятиями города таких веществ, как  $SO_2$  (293 и 2122 т/год соответственно),  $NO_2$  (564 и 3740 т/год),  $NO$  (6 и 591 т/год), аммиака (33 и 267 т/год),  $H_2SO_4$  (2 и 169 т/год) и др.

При анализе состояния воздушного бассейна г. Гомеля использовались данные 6 стационарных постов наблюдения Гомельского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды: пост №2 – ул. Карбышева, 10; пост №13 – ул. Курчатова, 9; пост №14 – ул. Барыкина, 319; пост №15 – ул. Федюнинского, 4; пост №16 – ул. Огаренко, 9; пост №17 – ул. Пионерская, 5 (рисунок 4).

Основными загрязнителями атмосферы города являются формальдегид и фенол. Среднесуточная концентрация формальдегида в воздухе превышает 1 ПДК (таблица 2) на всех стационарных постах наблюдения. Также наблюдается рост среднесуточной концентрации  $НСОН$  с 1,7 – 2,6 до 4,1 – 6,6 ПДК.



**Рисунок 4 – Расположение стационарных постов наблюдения г. Гомеля (а – административная граница города, б – железная дорога, в – река Сож)**



Максимальная разовая концентрация формальдегида может достигать 4,6 ПДК. При этом наибольшие концентрации НСОН в городе регистрируются постом наблюдения № 15 (ул. Федюнинского), наименьшие – постом № 2 (ул. Карбышева). Среднесуточное содержание фенола в приземных частях атмосферы составляет 0,5–1,2 ПДК. При этом максимальные среднесуточные концентрации (1,0–1,3 ПДК) приходятся на 2002–2003 годы. К 2006 г. концентрация фенола в воздухе значительно уменьшилась и достигла уровня 2000 г. – 0,5–0,7 ПДК.

Таблица 2 – Предельно допустимые концентрации (ПДК) основных загрязнителей воздушного бассейна г. Гомеля (мкг/м<sup>3</sup>)

Загрязнитель	Среднесуточная	Максимальная разовая
Аммиак	40	200
Диоксид азота	100	250
Диоксид серы	200	500
Оксид азота	60	400
Оксид углерода	3 000	5 000
Твердые частицы	150	300
Фенол	3	10
Формальдегид	3	35
Фторид водорода	5	20

При относительно невысоком содержании аммиака в атмосфере (0,2–0,9 ПДК) и достаточно равномерном его распределении по городу разовые выбросы могут достигать 3,1 ПДК. Однако они фиксируются не часто (1–8 раз в год).

Фторид водорода неравномерно распределен в городе. При практически полном его отсутствии (0,0 ПДК) в районе поста наблюдения №2 (ул. Карбышева) отмечается достаточно высокое содержание HF в воздухе на ул. Барыкина (пост №14), где среднесуточная его концентрация составляет 0,3–1,4 ПДК. При этом максимальные разовые концентрации достигают 1,4 ПДК. К 2006 г. среднесуточное содержание HF в атмосфере снизилось и составило 0,5 ПДК (2000 г. – 1,4 ПДК).

Отмечено практически полное отсутствие в г. Гомеле оксида углерода, диоксида и оксида азота, диоксида серы.

Среднесуточная концентрация оксида углерода составляет 0,1–0,2 ПДК. Среднесуточная концентрация 0,2–0,3 ПДК отмечена только стационарным постом наблюдения №13 (ул. Курчатова) и объясняется, видимо, непосредственной близостью автовокзала. Также отмечается уменьшение к 2006 г. как среднесуточной концентрации СО в атмосфере (до 0,1 ПДК), так и максимальных разовых выбросов (до 0,2–0,4 ПДК при 0,4–1,2 ПДК в 2000 г.).

Отмечено небольшое увеличение среднесуточной концентрации диоксида азота с 0,1 ПДК в 2000 г. до 0,2–0,4 ПДК в 2006. Однако даже разовые максимальные концентрации (в среднем 0,4–0,6 ПДК). Только раз зафиксировано значение 1,5 ПДК NO<sub>2</sub> на стационарном посту наблюдения №14 (ул. Барыкина), что, вероятно, может объясняться рядом располагающемся заводом минеральных удобрений.

Оксид азота фиксируется только стационарным постом наблюдения №13 (ул. Курчатова). Среднесуточные и разовые максимальные выбросы уменьшились с 0,2 ПДК в 2000 г. до 0,1 ПДК в 2006 г.

Среднесуточная концентрация диоксида серы составляет <0,1 ПДК. Разовые максимальные выбросы SO<sub>2</sub> в атмосферу не превышают 0,2 ПДК, что характерно для всех стационарных постов наблюдения.

Также отмечается снижение среднесуточной (с 0,8 ПДК в 2000 г., до 0,1–0,2 ПДК в 2006 г.) и разовой максимальной (с 2,3 ПДК в 2000 г., до 1,0 ПДК в 2006 г.) концентраций твердых частиц в воздухе.

В целом для г. Гомеля характерно снижение концентраций основных загрязнителей (фенол, HF, СО, NO, твердые частицы) атмосферы к 2006 г. Исключение составляет NO<sub>2</sub>, содержание которого в приземных частях атмосферы медленно возрастает.

Кроме химического давления фитоценозы региона исследования испытывают механический антропогенный пресс. Расширение и ремонт дорожной сети, санкционированные и несанкционированные свалки, линии электропередач, постройка гаражей и дачных поселков, постоянное расширение системы коммуникаций сопровождается сменой или уничтожением растительности.

### 3 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Определение лишайников проводили в лабораториях кафедры ботаники и физиологии растений биологического факультета Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины с использованием морфологического, анатомического и биохимического методов с помощью микроскопов МБС-1 и Nikon Eclipse 80i по определителям [36, 37, 125 – 133, 339, 438]. Видовая принадлежность некоторых сомнительных образцов была уточнена в лабораториях Ботанического института им. В. Л. Комарова Российской Академии Наук (БИН РАН), а также на кафедре ботаники факультета биологии и экологии Гродненского государственного университета им. Я. Купалы.

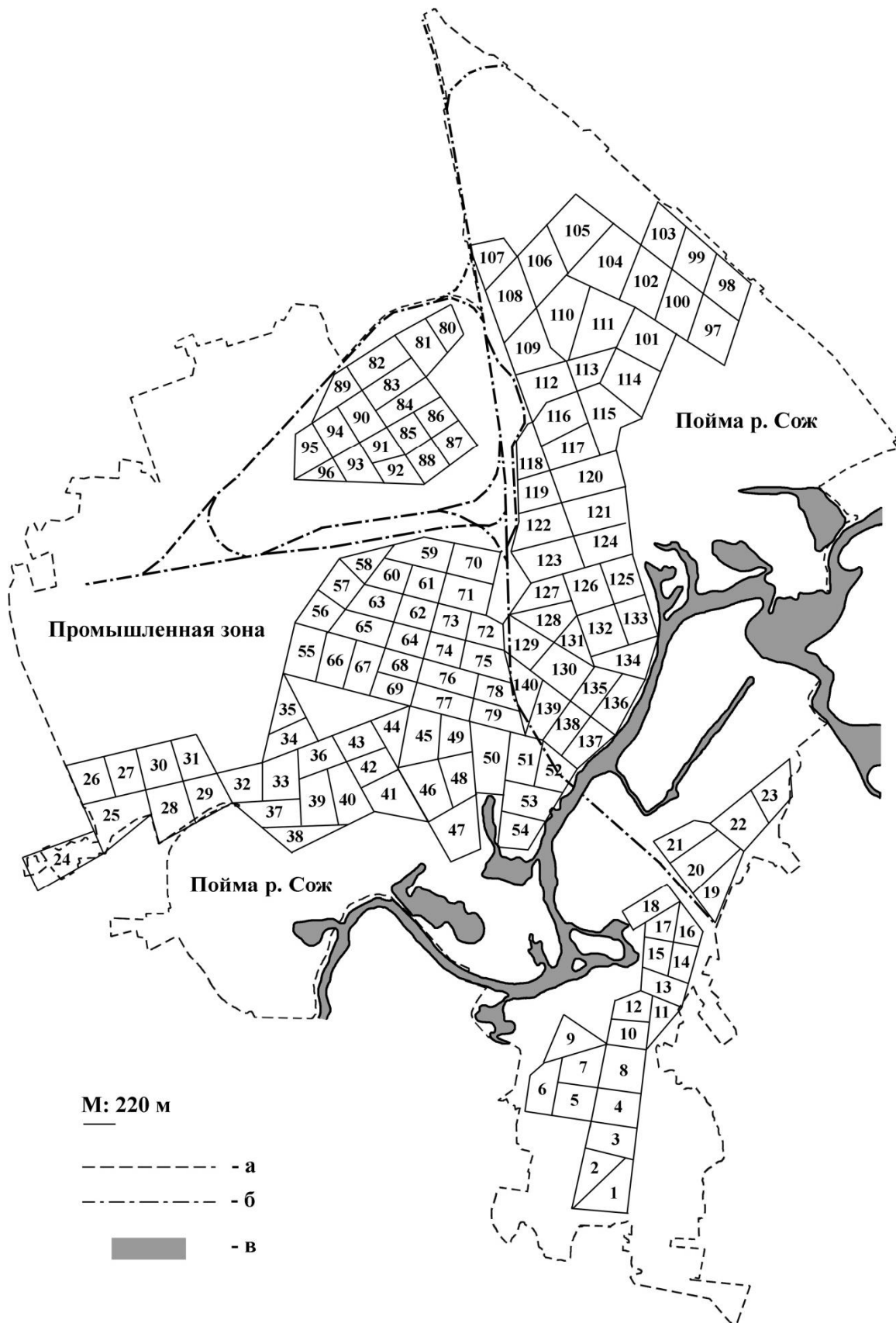
Все проанализированные образцы хранятся в Научном гербарии белорусского Полесья кафедры ботаники и физиологии растений Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины (GSU).

Номенклатура таксонов дана согласно последним сводкам лишайников Канады и США [302]. Систематическое положение видов приводится согласно 14-му номеру «Myconet» от 27.12.2010 [465].

Изучение городских лишайников проводили маршрутным методом в 2002 – 2006 гг., а также методом сеточного картирования в 2007 г. на всей территории г. Гомеля в пределах административных границ за исключением новостроек, где отсутствуют деревья, и территории промышленных объектов, закрытых для осмотра.

Территория, пригодная для изучения, была разделена на 140 площадок исследования около 0,33 км<sup>2</sup> каждая (рисунок 5).

Контурами площадок служили улицы города. В пределах каждой площадки исследования осматривали разновозрастные деревья различных видов. К описанию принимали 10 деревьев с наиболее развитым покровом лишайников, для каждого из которых устанавливали видовой состав листоватых и кустистых лишайников, видовую принадлежность и окружность ствола форофита.



**Рисунок 5 – Схема расположения площадок исследования (а – административная граница г. Гомеля, б – железная дорога, в – река Сож)**

Всего в ходе исследований были описаны лишайники на 32 видах деревьев: клен американский (*Acer negundo* L.), клен платановидный (*A. platanoides* L.), клен ложноплатановый (*A. pseudoplatanus* L.), клен красный (*A. rubrum* L.), клен серебристый (*A. saccharinum* L.), клен татарский (*A. tataricum* L.), каштан конский обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* L.), ольха клейкая (*Alnus glutinosa* (L.) Gaerth.), береза повислая (*Betula pendula* Roth), береза пушистая (*B. pubescens* Ehrh.), граб обыкновенный (*Carpinus betulus* L.), вишня птичья (*Cerasus avium* (L.) Moench.), вишня обыкновенная (*C. vulgaris* Mill.), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.), орех грецкий (*Juglans regia* L.), яблоня домашняя (*Malus domestica* Borkh.), тополь белый (*Populus alba* L.), тополь бальзамический (*P. balsamifera* L.), тополь евроамериканский (*P. ×euramericana* Guinier), тополь черный (*P. nigra* L.), тополь дрожащий (*P. tremula* L.), алыча растопыренная (*Prunus divaricata* Ledeb.), слива домашняя (*P. domestica* L.), груша обыкновенная (*Pyrus communis* L.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.), ива белая (*Salix alba* L.), ива козья (*S. caprea* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), рябина глоговина (*S. torminalis* (L.) Crantz), липа сердцелистная (*Tilia cordata* Mill.), вяз голый (*Ulmus glabra* Huds.) [1].

Для поиска связи возраста дерева с количеством таксонов лишайников измеряли окружность ствола форофита на высоте 150 см.

Изучение связи распространения эпифитных лишайников по территории города и химических свойств субстрата произрастания проводили по двум направлениям: уровни кислотности и концентрации тяжелых металлов. Для этого образцы корки толщиной до 1 см отбирали на высоте 1 – 2 м со средневозрастных деревьев. Пробы высушивали до воздушно-сухого состояния и измельчали с помощью лабораторной мельницы.

Для определения pH корки (по 30 проб для каждого вида дерева) к навеске измельченной корки 1,5 г приливали 25 мл (соотношение по объему 1:10) ультрачистой воды, полученной в результате многостадийной очистки методами дистилляции, ионного обмена и УФ-облучения на лабораторной системе Millipore Elix + Milli-Q A10 Synthesis. Измерение pH через сутки проводи-

ли с использованием рН-метра рН 150М. Погрешность прибора составляет 0,05 рН. Измерение рН проводили непосредственно во взвеси корки без предварительной фильтрации.

Кроме измерения рН корки форофитов определяли их элементный состав. Определение проводили для видов деревьев, число описаний которых превысило 15: *Acer negundo*, *A. platanoides*, *A. saccharinum*, *Aesculus hippocastanum*, *Betula pendula*, *Fraxinus excelsior*, *Populus balsamifera*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*.

Для определения элементного состава корки деревьев (по 5 проб для каждого вида дерева) навеску 1 г озоляли в муфельной печи при температуре 550 °С, после чего навеску золы 10 мг растворяли в 2 мл смеси концентрированных HCl и HNO<sub>3</sub> (в соотношении 1:1), затем упаривали до образования влажных солей и разводили в 50 мл 1 % HNO<sub>3</sub>. Измерение концентраций элементов проводили методом полуколичественного обзорного анализа на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Perkin-Elmer ELAN 9000 (США). Определяли содержание всех элементов от Li до U, за исключением органических элементов (C, N, O, P, S), галогенов (F, Cl, Br, I, At), инертных газов (Ne, Ar, Kr, Xe, Rn), нестабильных элементов (Pm, Po, Fr, Ra, Ac, Pa), а также Si. Следует учитывать, что данный метод анализа позволяет оценить содержание в пробах практически всех элементов таблицы Д. И. Менделеева, однако точность такого метода невысока (погрешность может составлять 20–30 %).

Полученные данные обрабатывали методами дисперсионного и корреляционного анализов (в том числе с использованием методов ранговой корреляции) с помощью компьютерных программ Microsoft Excel 2003, StatSoft Statistica 6.0, Surfer 6.0.

## 4 ЛИШАЙНИКИ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

Все современные методы лишеномониторинга основываются на использовании результатов анализа разнообразия биоты лишайников района исследований. Составление списка видов лишайников, как для всей обследуемой территории, так и для отдельных ее частей, является крайне важной задачей, поскольку позволяет достаточно надежно оценить динамику состояния воздушной среды района исследований, а также сравнить качество воздуха отдельных его частей. Списки видов лишайников являются ценными, поскольку могут сравниваться с результатами предыдущих исследований и со сведениями о составе лишенобиот других регионов [16].

Первые сведения о разнообразии лишенобиоты Гомельского и Мозырского Полесья относятся к первой половине 20-го века [23, 87, 160 – 162]. В 1909 – 1914 гг. В. П. Савич и Л. И. Любичка публикуют 4 статьи, в которых приводят 108 видов лишайников для окрестностей г. Мозыря и г. Речицы [87, 160 – 162]. В 1925 году организуется комплексная ботаническая экспедиция по южной части Беларуси под руководством А. Т. Кирсанова. Маршрут исследований пролегал через Рогачев, Буда-Кошелево, Гомель, Мозырь, Петриков, Туров и Житковичи. Кроме описаний высших растений и грибов В. П. Савич и Л. И. Савич-Любичка приводят 85 видов лишайников и 7 внутривидовых форм, в том числе 29 новых видов [23].

В 1960 году Д. К. Гесь приводит 67 видов лишайников, собранных в Житковичском районе, в том числе 15 – впервые для Гомельской области [27].

Крупным обобщением результатов многолетних исследований лишенобиоты Беларуси явились определители лишайников Н. В. Горбач, изданные в 1965 и 1973 г. [36, 37]. Из 494 видов, приведенных в определителях, для Гомельской области автор указывает 121, в том числе новых – 19 видов лишайников.

В 1973 – 1975 гг. в работах сотрудников кафедры ботаники Гомельского государственного университета приводятся первые сведения о видовом составе лишенобиоты Национального парка «Припятский» [8, 140]. В частности, в работе А. С. Паламарчука,

О. П. Шахрай и Л. Н. Паруковой указывается на произрастание 98 видов лишайников на этой территории (в то время Припятского ландшафтно-гидрологического заповедника) [140], однако списка видов авторы в своих работах не приводят. Упомянуты лишь названия 12 видов лишайников.

Более подробное исследование территории Припятского ландшафтно-гидрологического заповедника (ПЛГЗ) было проведено в 1982 – 1983 гг. сотрудниками Института экспериментальной ботаники АН БССР. В [30] В. В. Голубков указывает, что на территории заповедника произрастает 184 вида и 2 подвида лишайников, а на территории заказника «Мозырские овраги» – 97 видов лишайников. В тексте указанной работы приведены названия 76 редких, довольно редких и исключительно редких видов лишайников для ПЛГЗ и 17 для «Мозырских оврагов» (всего 84 вида для Гомельской области, в том числе 43 новых).

В 1994 – 1999 гг. в рамках лишеномониторинга сотрудницей института проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси Л. А. Кравчук проводится изучение лишенобиоты г. Гомеля и г. Светлогорска. В [69] для указанных городов автор приводит 45 видов лишайников, в том числе 5 видов новых для Гомельской области.

В 2003 году Е. О. Юрченко и В. В. Голубков публикуют статью, посвященную морфологическим и биологическим особенностям, а также распространению на территории Беларуси лишенофильного гриба *Athelia arachnoidea* [607]. Эта работа является первым источником, сообщаящим о распространении лишенофильных грибов на территории Гомельской области.

Начиная с 2002 г. в г. Гомеле и прилегающих территориях (Гомельский, Речицкий и Буда-Кошелевский районы) нами ведутся лишенологические исследования. Проводится определение образцов лишайников, хранящихся в Научном гербарии Белорусского Полесья Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины, собранных 35 – 40 лет назад в основном в Национальном парке «Припятский». В [207] нами приводится 103 вида лишайников, в том числе 10 видов и 1 подвид новых для Гомельской области.

В 2007 году в работах [28, 31] В. В. Голубков с соавторами приводит для ландшафтного заказника «Мозырские овраги» и



для Мозырской гряды 163 вида лишайников, из которых 16 указываются впервые.

В 2009 году в [208] нами приводится дополненный список лишайников, включающий 136 видов, 13 из которых являются новыми для Гомельской области, 3 – для Республики Беларусь.

Все эти данные в 2011 году нами были обобщены в единый список [574]. Первый чеклист лишайников Гомельской области включал 267 видов и 2 подвида лишайников и лишенофильных грибов. 7 видов лишайников и 1 лишенофильный гриб указывались впервые для Гомельской области.

В этом же году П. Н. Белым была опубликована обширная сводка лишайников и лишенофильных грибов еловой формации Беларуси [9], включающая 15 новых для области видов.

В 2011 году В. В. Голубков публикует монографию, посвященную лишенобиоте Национального парка «Припятский» [29]. В этой работе автор приводит полный список лишайников Национального парка, составленный по результатам исследований 1981 – 1983 гг. и 2009 – 2010 гг., включающий 233 вида, в том числе 31 новый для Гомельской области. В этом же году В. В. Голубков публикует первый аннотированный список лишенофильных грибов Беларуси [32]. Среди 22 видов грибов, упомянутых в статье, 1 вид впервые приводится для области.

#### **4.1 Аннотированный список лишайников Гомельской области**

Ниже приводим список 315 видов и 2 подвигов лишайников и лишенофильных грибов, указываемых для Гомельской области. Через тире указан номер источника согласно списку литературы, где впервые приводится вид, все синонимы, встречающиеся в публикациях, субстратная группа, жизненная форма (расшифровки латинских общепринятых буквенных обозначений единиц классификации приведены в таблице 6 и в разделе 4.3), географический элемент и ареалогическая группа. Виды, найденные на территории г. Гомеля обозначены «ГГ», в его пригороде – «ПрГ». Лишенофильные грибы обозначены символом #.

ОТДЕЛ ASCOMYCOTA CAVAL.-SM. 1998

ПОДОТДЕЛ PEZIZOMYCOTINA

КЛАСС ARTHONIOMYCETES O. E. ERIKSS. & WINKA 1997

Пор. **Arthoniales** Henssen ex D. Hawksw. & O. E. Erikss. 1986

Сем. **Arthoniaceae** Reichenb. ex Reichenb. 1841

1. *ARTHONIA dispersa* (Schrad.) Nyl. – [208] – на гладкой коре лиственных деревьев (рябине, липе, грабе). Ср плотнокорковая, неморальный, мультирегиональный – ПрГ.
2. *Arthonia fuliginosa* (Schaer.) Flot. – [208] – на коре ясеня. Ср плотнокорковая, монтанный, европейский.
3. *Arthonia punctiformis* Ach. – [162] – на коре лиственных деревьев. Ср плотнокорковая, неморальный, голарктический.
4. *Arthonia radiata* (Pers.) Ach. – [161] – на коре многих видов лиственных деревьев. Ср плотнокорковая, неморальный, мультирегиональный.
5. *Arthonia spadicea* Leight. – [30] – на коре ольхи. Ср плотнокорковая, неморальный, европейский.
6. *ARTHOTHELIUM ruanum* (A. Massal.) Körb. – [208] – на коре осины. Ср плотнокорковая, неморальный, евразийский – ПрГ.

Сем. **Chrysotrichaceae** Zahlbr. 1905

7. *CHRYSOTHRIX candelaris* (L.) J. R. Laundon – [27] – *Lepraria candelaria* (L.) Fr. [27] – на коре многих видов лиственных деревьев. Ср лепрозная, мультизональный, голарктический.

Сем. **Melaspileaceae** W. Watson 1929

8. *MELASPILEA gibberulosa* (Ach.) Zw. – [208] – на стволе клена. Ср плотнокорковая, неморальный, голарктический.

Сем. **Rochellaceae** Chevall. 1826

9. *OPEGRAPHA atra* Pers. – [36] – на коре лиственных деревьев, преимущественно гладкокорых. Ср плотнокорковая, неморальный, мультирегиональный.
10. *Opegrapha rufescens* Pers. – [30] – на коре многих видов лиственных деревьев. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
11. *Opegrapha varia* Pers. – [160] – *Opegrapha diaphora* Ach. [36]; *Opegrapha lichenoides* Pers. [30]; *Opegrapha pulicaris* Schrad.

[30] – на коре лиственных деревьев, преимущественно клене. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, мультирегиональный – ПрГ.

12. *Opegrapha viridis* (Pers. ex Ach.) Behlen & Desberger – [30] – на стволе клена. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, голарктический.

13. *Opegrapha vulgata* (Ach.) Ach. – [30] – Сведения о субстрате произрастания отсутствуют. Ср плотнокорковая, монтанный, голарктический.

## КЛАСС DOTHIDEOMYCETES SENSU O. E. ERIKSS. & WINKA 1997

### **DOTHIDEOMYCETES: families incertae sedis**

Сем. *Arthopyreniaceae* W. Watson 1929

14. *ARTHOPYRENIA analepta* (Ach.) A. Massal. – [29] – на корневых лапах дуба в дубраве. Eph, неморальный, мультирегиональный.

Сем. *Dacampiaceae* Körb. 1855

15. #*CLYPEOCOCCUM hypocenomycis* D. Hawksw. – [574] – на слоевищах *Hypocenomyce scalaris*. E1, бореальный, голарктический – ПрГ.

Сем. *Naetrocytbaceae* Höhnelt ex R. C. Harris 1995

16. *LEPTORHAPHIS epidermidis* (Ach.) Th. Fr. – [162] – на коре берез. Eph, бореальный, голарктический.

## КЛАСС EUROTIO MYCETES

### **II/Класс Chaetothyriomycetidae Dowell**

Пор. *Pyrenulales* Fink ex D. Hawksw. & O. E. Erikss. 1986

Сем. *Monoblastiaceae* W. Watson 1929

17. *ACROCORDIA gemmata* (Ach.) A. Massal. – [36] – *Arthopyrenia alba* Zahlbr. [36] – на коре многих лиственных и хвойных (ель) видов деревьев. Ср плотнокорковая, неморальный, мультирегиональный – ПрГ.

Сем. *Pyrenulaceae* Rabenh. 1870

18. *PYRENULA nitida* (Weigel) Ach. – [23] – на коре широколиственных деревьев. Ср плотнокорковая, неморальный, мультирегиональный.
19. *Pyrenula nitidella* (Flörke ex Schaer.) Müll. Arg. – [23] – на коре широколиственных деревьев. Ср плотнокорковая, неморальный, мультирегиональный.

Пор. *Verrucariales* Mattick ex D. Hawksw. & O. E. Erikss. 1986.

Сем. *Verrucariaceae* Zenker 1827

20. *DERMATOCARPON miniatum* (L.) W. Mann. – [36] – на каменном субстрате. Уф, мультизональный, голарктический.
21. *VERRUCARIA fusca* Pers. – [36] – на известьсодержащем каменном субстрате. Ср плотнокорковая, аридный, голарктический.
22. *Verrucaria muralis* Ach. – [574] – на известьсодержащем каменном субстрате (цемент). Ср плотнокорковая, мультизональный, голарктический – ГГ.
23. *Verrucaria nigrescens* Pers. – [29] – на известьсодержащем каменном субстрате (цемент). Ср плотнокорковая, мультизональный, голарктический.

**П/Класс *Mycocaliciomycetidae* Tibell 2007**

Пор. *Mycocaliciales* Tibell & Wedin 2000

Сем. *Mycocaliciaceae* A. F. W. Schmidt 1970

24. #*CHAENOTHECOPSIS epithallina* Tibell – [29] – на слоевищах *Chaenotheca trichialis*. Ел, бореальный, голарктический.

Сем. *Sphinctrinaceae* M. Choisy 1950

25. #*SPHINCTRINA turbinata* (Pers. : Fr.) De Not. – [29] – на плодовых бородавочках *Pertusaria* sp. Ел, неморальный, голарктический.

**КЛАСС LECANOROMYCETES**

**П/Класс *Acarosporomycetidae* Reeb, Lutzoni & Cl. Roux 2004**

Пор. *Acarosporales* Reeb, Lutzoni & Cl. Roux

Сем. *Acarosporaceae* Zahlbr. 1906

26. *ACAROSPORA fuscata* (Schrad.) Arnold – [162] – на силикатных горных породах (гранит). Ср ареолированная, мультизональный, голарктический.

27. *Acarospora toenium* (Vain.) Räsänen – [574] – на известьсодержащем каменистом субстрате (шифер, бетон, цемент). Ср ареолированная, голарктический лишайник с мало изученным распространением – ГГ.

## II/Класс *Ostropomycetidae* Reeb, Lutzoni & Cl. Roux 2004

Пор. *Vaeomycetales* Lumbsch, Huhndorf & Lutzoni

Сем. *Vaeomycetaceae* Dumort. 1829

28. *VAEOMYCES rufus* (Huds.) Rebert. – [30] – на почве. Sc, бореальный, мультирегиональный.

Сем. *Trapeliaceae* M. Choisy ex Hertel 1970

29. *LITHOGRAPHIA graphidioides* (Cromb.) Imshaug ex Coppins & Fryday – [29] – на коре дуба. Ср зернисто-бородавчатая, мультирегиональный лишайник с мало изученным распространением.

30. *PLACYNTHIELLA dasaea* (Stirt.) Tønsberg – [9] – на гниющей древесине. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, европейский.

31. *Placynthiella hyporhoda* (Th. Fr.) Coppins & P. James – [29] – на почве. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический.

32. *Placynthiella icmalea* (Ach.) Coppins & P. James – [9] – на гниющей и обработанной древесине. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический.

33. *Placynthiella oligotropa* (J. R. Laundon) Coppins & P. James – [9] – на почве, на гниющей древесине. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический.

34. *Placynthiella uliginosa* (Schrad.) Coppins & P. James – [23] – *Biatora uliginosa* (Schrad.) Fr. [23] – на почве, на разлагающейся древесине. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический.

35. *SAREA resinae* (Fr.) Kuntze – [29] – на старой смоле сосны. Ср плотнокорковая, бореальный, голарктический.

36. *TRAPELIA coarctata* (Turner ex Sm. & Sow.) M. Choisy – [162] – *Biatora coarctata* (Sm.) Arn. f. *elachista* (Ach.) Th. Fr. [36, 162] – на силикатном и карбонатном каменистом субстрате. Ср зернисто-бородавчатая, мультizonальный, мультирегиональный – ГГ.
37. *TRAPELIOPSIS granulosa* (Hoffm.) Lumbsch – [23] – *Biatora granulosa* (Ehrh.) Flot. v. *escharoides* [23] – на почве гниющей древесине, коре сосны. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический – ПрГ.
38. *Trapeliopsis flexuosa* (Fr.) Coppins & P. James – [29] – на почве, гниющей древесине, коре сосны. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический – ПрГ.
39. *XYLOGRAPHA parallela* (Ach. : Fr.) Behlen & Desberger – [30] – *Xylographa abietina* (Pers.) Zahlbr. [30] – на древесине сосны. Ерh, бореальный, голарктический.

Пор. **Ostropales** Nannf. 1932

Сем. **Coenogoniaceae** (Fr.) Stizenb. 1862

40. *COENOGONIUM pineti* (Ach.) Lücking & Lumbsch – [208] – на коре лиственных и хвойных деревьев, гниющей и обугленной древесине, на замшелых органических остатках. Ср зернисто-бородавчатая, монtанный, мультирегиональный – ПрГ.

Сем. **Graphidaceae** Dumort. 1822

41. *GRAPHIS scripta* (L.) Ach. – [162] – *Graphis scripta* var. *pulverulenta* (Pers.) Ach. [9, 29] – на коре лиственных деревьев, преимущественно гладкокорых. Ср плотнокорковая, неморальный, мультирегиональный – ПрГ.
42. *DIPLOSCHISTES muscorum* (Scop.) R. Sant. – [208] – на почве, на коре ясеня. Ср ареолированная, мультizonальный, голарктический.
43. *Diploschistes scruposus* (Schreb.) Norman – [162] – *Urceolaria scruposa* (L.) Ach. var. *vulgaris* Körb. [162] – на почве. Ср ареолированная, мультizonальный, мультирегиональный.
44. *THELOTREMA lepadinum* (Ach.) Ach. – [30] – Сведения о субстрате произрастания отсутствуют. Ср плотнокорковая, монtанный, мультирегиональный.

Сем. *Gyalectaceae* (A. Massal. ) Stizenb. 1862

45. *GYALECTA derivata* (Nyl.) H. Oliver. – [29] – на коре дуба и ивы. Ср зернисто-бородавчатая, европейский лишайник с мало изученным распространением.

Сем. *Phlyctidaceae* Poelt & Vezda ex J. C. David & D. Hawksw. 1991

46. *PHLYCTIS agelaea* (Ach.) Flot. – [23] – на коре дуба, лещины. Ср плотнокорковая, неморальный, европейско-американский.

47. *Phlyctis argena* (Spreng.) Flot. – [27] – на коре лиственных и хвойных (ель) деревьев, на древесине. Ср плотнокорковая, неморальный, голарктический – ПрГ, ГГ.

Пор. *Pertusariales* M. Choisy ex D. Hawksw. & O. E. Erikss. 1986

Сем. *Icmadophilaceae* Triebel 1993

48. *DIBAEIS baeomyces* (L. f.) Rambold & Hertel – [161] – *Baeomyces roseus* Pers. [30, 36, 161] – на почве. Sc, бореальный, мультирегиональный.

49. *ICMADOPHILA ericetorum* (L.) Zahlbr. – [30] – Сведения о субстрате произрастания отсутствуют. Ср зернисто-бородавчатая, гипоарктомонتانый, мультирегиональный.

Сем. *Megasporaceae* Lumbsch, Feige & K. Schmitz 1994

50. *ASPICILIA cinerea* (L.) Körb. – [36] – на силикатных горных породах. Ср ареолированная, мультизональный, евразийский.

Сем. *Ochrolechiaceae* R. C. Harris ex Lumbsch & I. Schmitt

51. *OCHROLECHIA androgyna* (Hoffm.) Arnold – [9] – на коре ствола и древесине ели. Ср зернисто-бородавчатая, арктовысокогорный, голарктический.

52. *Ochrolechia arborea* (Kreyer) Almb. – [87] – *Variolaria arborea* (Kreyer) Ljubitz. [87], *Variolaria lactea* (Pers.) Ach. var. *arborea* Krey. [87]; *Pertusaria arborea* (Kreyer) Fr. [27] – на коре хвойных и лиственных деревьев, гниющей древесине. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический.

53. *Ochrolechia pallescens* (L.) A. Massal. – [162] – на коре хвойных и лиственных деревьев, валежнике. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, мультирегиональный.

54. *Ochrolechia parella* (L.) A. Massal. – [27] – на коре сосны. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, голарктический.

Сем. *Pertusariaceae* Körb. ex Körb. 1855

55. *PERTUSARIA albescens* (Huds.) M. Choisy & Werner – [160] – *Variolaria globulifera* Turn. [23, 160]; *Pertusaria globulifera* (Turn.) Mass. [27, 36]; *Pertusaria discoidea* (Pers.) Malme. [36] – на коре различных видов лиственных и хвойных деревьев. Dm радиальная, неморальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
56. *Pertusaria alpina* Nepp ex Ahles – [30] – Сведения о субстрате произрастания отсутствуют. Dm радиальная, монотаный, мультирегиональный.
57. *Pertusaria amara* (Ach.) Nyl. – [162] – *Variolaria faginea* (L.) Elenkin [23, 162]; f. *concentrica* [23]; *Pertusaria amara* f. *sanguinescens* [9]; f. *amara* [29]; var. *alnea* (Ach.) Erichsen [29] – на коре лиственных и хвойных деревьев. Dm радиальная, неморальный, голарктический – ПрГ.
58. *Pertusaria coccodes* (Ach.) Nyl. – [31] – на коре дуба. Dm радиальная, неморальный, голарктический.
59. *Pertusaria coronata* (Ach.) Th. Fr. – [23] – на коре граба. Dm радиальная, неморальный, евразийский.
60. *Pertusaria lactea* (L.) Arnold – [23] – *Lecanora pallescens* A. Massal. [23] – на коре дуба. Dm радиальная, гипоарктомонотаный, голарктический.
61. *Pertusaria leioplaca* DC. – [23] – *Pertusaria leucostoma* (Bernh.) Mass. [29, 30, 36] – на коре различных видов лиственных деревьев. Dm радиальная, неморальный, мультирегиональный.
62. *Pertusaria multipuncta* (Turner) Nyl. – [23] – *Variolaria multipuncta* Turner [23] – на коре рябины. Dm радиальная, бореальный, голарктический.
63. *Pertusaria pertusa* (Weigel.) Tuck. – [162] – *Pertusaria communis* DC. [23, 162] – на коре различных видов лиственных деревьев. Dm радиальная, неморальный, мультирегиональный.
64. *Pertusaria trachythallina* Erichsen – [23] – *Pertusaria laevigata* (Nyl.) Arnold [23] – на коре граба. Dm радиальная, неморальный, голарктический.

### **Ostropomycetidae, families incertae sedis**

Сем. *Sarrameanaceae* Hafellner

65. *LOXOSPORA elatina* (Ach.) A. Massal. – [29] – на коре ясеня. Cr зернисто-бородавчатая, бореальный, европейский.



**П/Класс Lecanoromycetidae P. M. Kirk, P. F. Cannon, J. C. David & Stalpers Ex Miadl., Lutzoni & Lumbsch 2007**

Пор. **Lecanorales** Nannf. 1932

Сем. **Catillariaceae** Hafellner 1984

66. *CATILLARIA nigroclavata* (Nyl.) Schuler – [208] – на коре тополя. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.

Сем. **Cladoniaceae** Zenker 1827

67. *CLADONIA amaurocraea* (Flörke) Schaer. – [29] – на почве. Sc, гипоарктомонтанный, мультирегиональный.

68. *Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot. ssp. *arbuscula* – [161] – *Cladonia sylvatica* (L.) Hoffm. [23, 27, 161]; f. *tectorum* [23]; *Cladonia arbuscula* (Wallr.) Hale & W. L. Cullb. [207] – на почве, на гниющей древесине. Fr, бореальный, мультирегиональный – ПрГ; ssp. *mitis* (Sandst.) Ruoss – [36] – *Cladonia mitis* Sandst. [31, 36, 208] – на почве, на гниющей древесине. Fr, бореальный, мультирегиональный – ПрГ.

69. *Cladonia bacilliformis* (Nyl.) Glück – [30] – на гниющей древесине. Sc, бореальный, голарктический.

70. *Cladonia botrytes* (Hag.) Willd. – [87] – на гниющей древесине, на почве, на коре лиственных деревьев (дуб). Sc, бореальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.

71. *Cladonia caespiticia* (Pers.) Flörke – [9] – на коре ольхи, растительных остатках. Sc, бореальный, мультирегиональный.

72. *Cladonia cariosa* (Ach.) Spreng. – [31] – на песчаной почве. Sc, бореальный, мультирегиональный.

73. *Cladonia carneola* (Fr.) Fr. – [36] – на почве, на коре лиственных и хвойных деревьев. Sc, бореальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.

74. *Cladonia cenotea* (Ach.) Schaer. – [27] – на почве, гниющей древесине, коре лиственных (береза) и хвойных деревьев. Sc, бореальный, мультирегиональный – ПрГ.

75. *Cladonia cervicornis* (Ach.) Flot. ssp. *verticillata* (Hoffm.) Ahti – [161] – *Cladonia verticillata* (Hoffm.) Schaer. [23, 31, 36, 161, 207] – на почве, на пнях. Sc, бореальный, мультирегиональный.

76. *Cladonia chlorophaea*<sup>2</sup> s.l. – [36] – *Cladonia chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng. [36]; *Cladonia grayi* G. Merr. ex. Sandst. [30] – на почве, разлагающейся древесине, коре лиственных и хвойных деревьев. Sc, мультizonальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
77. *Cladonia ciliata* (Flörke) Stirt. var. *tenuis* (Flörke) Ahti – [207] – *Cladonia tenuis* (Flörke) Hale & W. Culb. [207] – на почве. Fr, бореальный, голарктический.
78. *Cladonia coccifera* (L.) Willd. – [162] – на почве и гнилой древесине. Sc, бореальный, мультирегиональный.
79. *Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng. – [87] – *Cladonia fimbriata* (L.) Fr. var. *apolepta* (Ach.) Vain. f. *coniocraea* (Flörke) Vain. [87] – на почве, разлагающейся древесине, коре лиственных и хвойных видов деревьев. Sc, бореальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
80. *Cladonia cornuta* (L.) Hoffm. – [162] – на почве и разлагающейся древесине. Sc, гипоарктомонтанный, мультирегиональный – ПрГ.
81. *Cladonia crispata* (Ach.) Flot. – [23] – *Cladonia crispata* (Ach.) Flot. var. *dilacerata* [23]; var. *infundibulifera* [23] – на почве и разлагающейся древесине. Sc, бореальный, мультирегиональный – ПрГ.
82. *Cladonia deformis* (L.) Hoffm. – [23] – на почве и разлагающейся древесине. Sc, гипоарктомонтанный, мультирегиональный – ПрГ.
83. *Cladonia digitata* (L.) Hoffm. – [23] – на почве, гниющей древесине, коре лиственных и хвойных деревьев. Sc, бореальный, мультирегиональный – ПрГ.
84. *Cladonia fimbriata* (L.) Fr. – [161] – *Cladonia fimbriata* (L.) Fr. var. *simplex* (Weiss) Vain. [23]; *Cladonia major* Zopf. [27, 36] – на почве, разлагающейся древесине, коре лиственных и хвойных видов деревьев. Sc, мультizonальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.

---

<sup>2</sup> Поскольку образцы не анализировали методом тонкослойной хроматографии, виды *Cladonia chlorophaea* и *Cladonia grayi* рассматриваются здесь в качестве комплекса видов *Cladonia chlorophaea* s.l.

85. *Cladonia floerkeana* (Fr.) Flörke – [23] – *Cladonia macilenta* Hoffm. ssp. *floerkeana* (Fr.) V. Wirth [207] – на почве, на гниющей древесине. Sc, бореальный, мультирегиональный – ПрГ.
86. *Cladonia furcata* (Huds.) Schrad. ssp. *furcata* – [161] – *Cladonia furcata* (Huds.) Schrad. var. *racemosa* (Hoffm.) Flörke [161] – на почве. Fr, бореальный, мультирегиональный – ПрГ; ssp. *subrangiformis* (Scriba ex Sandst.) Pisút – [207] – на почве. Fr, аридный, голарктический – ПрГ.
87. *Cladonia humilis* (With.) J. R. Laundon – [9] – у основания ствола ели. Sc, бореальный, голарктический.
88. *Cladonia glauca* Flörke. – [30] – на почве и гниющей древесине. Sc, бореальный, мультирегиональный.
89. *Cladonia gracilis* (L.) Willd. ssp. *gracilis* – [162] – *Cladonia gracilis* (L.) Willd. var. *dilatata* (Hoffm.) Vain. [23, 162]; var. *dilacerata* Flörke [9, 87] – на почве и гниющей древесине. Sc, бореальный, мультирегиональный – ПрГ.
90. *Cladonia incrassata* Flörke. – [30] – на почве, на разлагающейся древесине. Sc, бореальный, голарктический.
91. *Cladonia macilenta* Hoffm. – [162]; var. *bacillaris* (Genth) Schaer. – [162] – *Cladonia bacillaris* (Ach.) Nyl. [23, 31, 36, 207] f. *clavata* (Ach.) Vain. [162] – на почве, разлагающейся древесине, коре лиственных и хвойных деревьев. Sc, бореальный, мультирегиональный – ПрГ.
92. *Cladonia macroceras* (Delise) Nav. – [9] – на разлагающейся древесине. Sc, бореальный, мультирегиональный.
93. *Cladonia ochrochlora* Flörke – [161] – *Cladonia fimbriata* (L.) Fr. f. *ochrochlora* (Flörke) Vain. [161] – на почве, разлагающейся древесине, коре лиственных и хвойных деревьев. Sc, бореальный, мультирегиональный – ПрГ.
94. *Cladonia parasitica* (Hoffm.) Hoffm. – [30] – на гниющей древесине. Sc, неморальный, мультирегиональный.
95. *Cladonia phyllophora* Hoffm. – [162] – *Cladonia degenerans* (Flörke) Spreng. [36, 162] – на почве и гниющей древесине. Sc, бореальный, мультирегиональный.
96. *Cladonia pleurota* (Flörke) Schaer. – [36] – на почве и гниющей древесине. Sc, бореальный, мультирегиональный.
97. *Cladonia portentosa* (Dufour) Coem. – [29] – на почве. Fr, субкеанический, голарктический.

98. *Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm. – [162] – на почве. Sc, мультизональный, мультирегиональный.
99. *Cladonia ramulosa* (With.) J. R. Laundon – [87] – *Cladonia pityrea* (Flörke) Fr. [36] f. *crassiuscula* (Coem.) Vain. [87] – на почве и гниющей древесине. Sc, бореальный, голарктический.
100. *Cladonia rangiferina* (L.) Wigg. – [162] – *Cladonia rangiferina* (L.) Wigg. f. *tecticola* [23]; *Cladonia rangiferina* (L.) Wigg. [207] – на почве. Fr, бореальный, мультирегиональный – ПрГ.
101. *Cladonia rangiformis* Hoffm. – [36] – на почве. Fr, бореальный, мультирегиональный.
102. *Cladonia rei* Schaer.<sup>3</sup> – [30] – на почве, на органических остатках (валежник). Sc, бореальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
103. *Cladonia scabriuscula* (Delise) Nyl. – [30] – Сведения о субстрате произрастания отсутствуют. Sc, бореальный, мультирегиональный.
104. *Cladonia squamosa* Hoffm. – [207] – на почве, гниющей древесине, коре сосны. Sc, бореальный, мультирегиональный.
105. *Cladonia stellaris* (Opiz) Pouzar & Vězda – [36] – *Cladonia alpestris* (L.) Rabenh. [31, 36] – на почве. Fr, гипоарктомонтанный, мультирегиональный.
106. *Cladonia subulata* (L.) Wigg. – [27] – *Cladonia cornutoradiata* (Coem.) Zopf. [27] – на почве и гниющей древесине. Sc, мультизональный, мультирегиональный – ПрГ.
107. *Cladonia turgida* (Ehrh.) Hoffm. – [207] – на почве. Sc, бореальный, голарктический.
108. *Cladonia uncialis* (L.) Wigg. – [27] – на почве и гниющей древесине. Sc, бореальный, мультирегиональный.
109. *PUYCNOTHELIA papillaria* Dufour – [30] – на почве. Sc, бореальный, голарктический.

---

<sup>3</sup> В [208] вид *Cladonia rei* рассматривается в качестве синонима *C. subulata* согласно концепции, изложенной в [555], однако, следуя последним результатам молекулярных исследований [295], в настоящей работе мы рассматриваем этот вид как самостоятельный таксон.

Сем. *Lecanoraceae* Körb. 1855

110. *LECANORA albella* (Pers.) Ach. – [162] – *Lecanora pallida* Rabh. [36] – на коре лиственных и хвойных (сосна) деревьев. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, мультирегиональный.
111. *Lecanora albellula* Nyl. – [207] – *Lecanora piniperda* Körb. [207] – на коре сосны. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, европейский.
112. *Lecanora allophana* Nyl. – [160] – *Lecanora subfusca* H. Magh. [27]; *Lecanora allophana* f. *sorediata* Vain. [29] – на коре лиственных и хвойных видов деревьев, преимущественно осины. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
113. *Lecanora argentata* (Ach.) Malme – [23] – *Lecanora allophana* (Ach.) Nyl. f. *argentata* Savicz [23] – на коре осины, на обработанной древесине. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, мультирегиональный.
114. *Lecanora carpinea* (L.) Vain. – [160] – *Lecanora angulosa* (Schreb.) Ach. [160] – на коре лиственных и хвойных (ель) деревьев. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
115. *Lecanora chlarotera* Nyl. – [36] – *Lecanora crassula* H. Magn. [36]; *Lecanora rugosella* Zahlbr [36] – на коре лиственных деревьев, преимущественно осины. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, голарктический.
116. *Lecanora conizaeoides* Nyl. ex Crombie – [207] – на коре лиственных деревьев. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический – ГГ.
117. *Lecanora crenulata* Hook. – [207] – на карбонатном субстрате (цемент, шифер, бетон). Ср зернисто-бородавчатая, мультизональный, голарктический – ПрГ, ГГ.
118. *Lecanora dispersa* (Pers.) Sommerf. – [162] – на карбонатном субстрате (цемент, шифер, бетон). Ср зернисто-бородавчатая, мультизональный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
119. *Lecanora expallens* Ach. – [30] – *Lecanora conizaea* (Ach.) Nyl. ex Crombie [30] – на коре лиственных (ольха) и хвойных (сосна) деревьев. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, европейский – ПрГ.

120. *Lecanora glabrata* (Ach.) Malme – [23] – *Lecanora allophana* (Ach.) Nyl. f. *glabrata* Zahlbr. [23] – на коре лиственных деревьев. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, евразийский.
121. *Lecanora hagenii* (Ach.) Ach. – [160] – *Lecanora umbrina* (Ehrh.) Mass. f. *caesio-pruinosa* [30, 160] – на обработанной и разлагающейся древесине, на коре мертвых деревьев (тополей). Ср зернисто-бородавчатая, мультizonальный, голарктический – ПрГ, ГГ.
122. *Lecanora impudens* Degel. – [29] – на коре лиственных и хвойных деревьев. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический.
123. *Lecanora intumescens* (Rebent.) Rabenh. – [29] – на ветке дуба. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, евразийский.
124. *Lecanora muralis* (Schreb.) Rabenh. var. *muralis* – [162] – *Squamarina muralis* (Schreb.) Elenkin [162]; *Protoparmeliopsis muralis* (Schreb.) M. Choisy [31] – на силикатном субстрате, на обработанной древесине. Дм лопастная, мультizonальный, голарктический – ГГ.
125. *Lecanora populicola* (DC.) Duby – [162] – *Lecanora distans* (Pers.) Ach. [23, 27, 162] – на коре лиственных деревьев. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический – ПрГ.
126. *Lecanora pulicaris* (Pers.) Ach. – [162] – *Lecanora chlorona* (Ach.) Nyl. [36, 162]; *Lecanora coilocarpa* Nyl. [36] – на коре лиственных и хвойных видов деревьев, разлагающейся древесине. Ср зернисто-бородавчатая, мультizonальный, мультирегиональный – ПрГ.
127. *Lecanora saligna* (Schrad.) Zahlbr. – [29] – на обуглившемся дубовом пне. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, евразийский.
128. *Lecanora subrugosa* Nyl. – [36] – на коре лиственных деревьев. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, голарктический.
129. *Lecanora strobilina* (Spreng.) Kieff. – [69] – *Lecanora conizaea* (Ach.) Nyl. [69] – Сведения о субстрате произрастания отсутствуют. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический – ГГ.
130. *Lecanora symmicta* (Ach.) Ach. – [162] – *Biatora symmicta* (Ach.) Fr. [23, 36, 162]; *Lecidea symmicta* (DC) Steud. [27] – на

- коре лиственных и хвойных деревьев, гниющей древесине. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический – ПрГ, ГГ.
131. *Lecanora thysanophora* Harris – [31] – на коре ольхи. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, голарктический.
132. *Lecanora varia* (Hoffm.) Ach. – [161] – на коре лиственных деревьев, гниющей и обработанной древесине, силикатном и карбонатном каменистом субстрате. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
133. *LECIDELLA anomaloides* (A. Massal.) Hertel & N. Kiliass – [31] – на карбонатном каменистом субстрате. Ср зернисто-бородавчатая, монтанный, мультирегиональный.
134. *Lecidella elaeochroma* (Ach.) M. Choisy – [28] – на коре лиственных деревьев. Ср зернисто-бородавчатая, мультизональный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
135. *Lecidella euphorea* (Flörke) Hertel – [160] – *Lecidea glomerulosa* (DC.) Steudel [23, 27, 36, 162] – на коре лиственных деревьев, ветвях ели. Ср зернисто-бородавчатая, мультизональный, голарктический – ПрГ, ГГ.

Сем. *Mycoblastaceae* Hafellner 1984

136. *TEPHROMELA atra* (Hudson) Hafellner – [30] – *Lecanora atra* (Huds.) Ach. [30] – Сведения о субстрате произрастания отсутствуют. Ср зернисто-бородавчатая, мультизональный, мультирегиональный.

Сем. *Parmeliaceae* Zenker 1827

137. *BRYORIA capillaris* (Ach.) Brodo & D. Hawksw. – [31] – *Bryoria setacea* (Ach.) Brodo & D. Hawksw. [28] – Сведения о субстрате произрастания отсутствуют. Фр радиальнолопастная, бореальный, голарктический.
138. *Bryoria chalybeiformis* (L.) Brodo & D. Hawksw.<sup>4</sup> – [161] – *Bryopogon chalybeiforme* (L.) Elenkin [161] – на коре березы. Фр радиальнолопастная, гипоарктомонтанный, мультирегиональный.

---

<sup>4</sup> Скорее всего, имеется в виду *Bryoria implexa* (Hoffm.) Brodo et D. Hawksw.

139. *Bryoria fuscescens* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw. – [27] – *Alectoria jubata* (L.) Ach. [27] – на коре сосны, березы. Фр радиальнолопастная, бореальный, мультирегиональный.
140. *Bryoria furcellata* (Fr.) Brodo & D. Hawksw. – [69] – *Alectoria nidulifera* Norrl. [69] – на коре березы. Фр радиальнолопастная, бореальный, голарктический.
141. *Bryoria implexa* (Hoffm.) Brodo & D. Hawksw.<sup>5</sup> – [161] – *Bryopogon implexum* (Hoffm.) Elenkin [161]; *Alectoria implexa* (Hoffm.) Röhl. [27] – на коре лиственных (дубов, берез) и хвойных (сосна) деревьев. Фр радиальнолопастная, бореальный, мультирегиональный.
142. *Bryoria subcana* (Nyl. ex Stizenb.) Brodo & D. Hawksw. – [29] – на коре березы. Фр радиальнолопастная, суббореальный, голарктический.
143. *CETRARIA aculeata* (Schreb.) Fr. – [29] – на почве. Фе радиальнолопастная, бореальный, мультирегиональный.
144. *Cetraria ericetorum* Opiz – [36] – *Cetraria crispa* (Ach.) Nyl. [36, 207] – на почве. Фе плосколопастная, бореальный, мультирегиональный.
145. *Cetraria islandica* (L.) Ach. – [36] – *Cetraria islandica* f. *isidioidea* Rass. [29]; f. *vagans* [29] – на почве. Фе плосколопастная, бореальный, мультирегиональный – ПрГ.
146. *CETRELIA olivetorum*<sup>6</sup> s.l. – [27] – *Parmelia perlata* (L.) Ach. f. *cetrarioides* (Del.) Nyl. [23, 87]; *Parmelia cetrarioides* Del. [27]; *Cetrelia olivetorum* (Nyl.) Culb. & C. Culb. [30] – на коре дуба, ольхи, осины, березы. Sl, неморальный, голарктический.
147. *EVERNIA divaricata* (L.) Ach. – [30] – на ветвях ели. Фр радиально-угловатолопастная, бореальный, голарктический.
148. *Evernia mesomorpha* Nyl. – [162] – *Evernia thamnodes* (Flot.) Arn. [162] – на коре и ветвях лиственных и хвойных деревьев. Фр плосколопастная, бореальный, голарктический – ПрГ, ГГ.
149. *Evernia prunastri* (L.) Ach. – [160] – *Evernia prunastri* (L.) Ach. f. *lignicola* [23] – на коре и ветвях лиственных и хвойных дере-

<sup>5</sup> Скорее всего, имеется в виду *Bryoria capillaris* (Ach.) Brodo et D. Hawksw.

<sup>6</sup> Поскольку образцы не анализировали методом тонкослойной хроматографии, виды *Cetrelia cetrarioides* и *Cetrelia olivetorum* рассматриваются здесь в качестве комплекса видов *Cetrelia olivetorum* s.l.



вьев, на гниющей и обработанной древесине, на силикатных горных породах. Фр плосколопастная, неморальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.

150. *FLAVOPARMELIA caperata* (L.) Hale – [160] – *Parmelia cyllisphora* (Ach.) Vain. [23, 160]; *Parmelia caperata* (L.) Ach. [27, 36] – на коре лиственных и хвойных деревьев, гниющей древесине. Sl, неморальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
151. *HYPOGYMNIUM physodes* (L.) Nyl. – [160] – *Parmelia physodes* (L.) Ach. [23, 27, 160]; f. *arenicola* B. de Lesd. [162]; f. *granulata* [87]; f. *labrosa* Ach. [162]; *Hypogymnia physodes* f. *subcrustacea* (Flot.) Rass. [9] – на коре и ветвях лиственных и хвойных видов деревьев, разлагающейся и обработанной древесине, силикатных горных породах, почве. Cl, бореальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
152. *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav. – [162] – *Parmelia tubulosa* (Schaer.) Bitter. [162] – на коре лиственных и хвойных деревьев, древесине. Cl, бореальный, голарктический – ПрГ, ГГ.
153. *HYPOTRACHYNA revoluta* (Flörke) Hale – [31] – на коре лиственных деревьев (ольхи, дуба, рябины), ветвях ели. Sl, неморальный, мультирегиональный.
154. *IMSHAUGIA aleurites* (Ach.) S.F. Meyer – [27] – *Parmeliopsis pallescens* (Hoffm.) Zahlbr. [27, 69] – на коре лиственных (ольха, осина) и хвойных (сосна) деревьев. Sl, бореальный, голарктический – ПрГ.
155. *MELANELIXIA fuliginosa* (Fr. ex Duby) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch – [23] – *Parmelia fuliginosa* (Fr.) Nyl. [27]; v. *laetevirens* Nyl. [23]; *Melanelixia fuliginosa* (Fr. ex Duby) Essl. [69, 207]; ssp. *fuliginosa* [31] – на коре лиственных деревьев. Sl, неморальный, голарктический.
156. *Melanelixia glabra* (Schaer.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch – [208] – на коре липы, клена. Sl, неморальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
157. *Melanelixia glabratula* (Lamy) Sandler & Arup – [31] – *Melanelixia fuliginosa* (Fr. ex Duby) Essl. ssp. *glabratula* (Lamy) Essl. [31]; *Melanelixia glabratula* (Lamy) Essl. [207]; *Melanelixia fuliginosa* subsp. *glabratula* (Lamy) J. R. Laundon [29] – на коре лиственных и хвойных деревьев. Sl, неморальный, голарктический – ПрГ, ГГ.

158. *Melanelixia subargentifera* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch – [160] – *Parmelia glabra* (Nyl.) Vain. var. *conspurcata* (Schaer.) Elenkin [160]; *Parmelia conspurcata* (Schaer.) Vain. [27]; *Parmelia subargentifera* Nyl. [30, 36]; *Melanelia subargentifera* (Nyl.) Essl. [31, 69, 207] – на коре лиственных деревьев, обработанной древесине. Sl, бореальный, голарктический – ПрГ, ГГ.
159. *Melanelixia subaurifera* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch – [160] – *Parmelia subaurifera* Nyl. [1, 5, 7]; *Melanelia subaurifera* (Nyl.) Essl. [31, 207] – на коре лиственных и хвойных деревьев. Sl, бореальный, голарктический – ПрГ, ГГ.
160. *MELANOHALEA exasperata* (De Not.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch – [160] – *Parmelia aspidota* (Ach.) Vain. [160]; *Parmelia aspera* A. Massal. [36]; *Parmelia exasperata* Nyl. [30]; *Melanelia exasperata* (De Not.) Essl. [31, 69, 207] – на коре лиственных деревьев. Sl, неморальный, голарктический – ПрГ, ГГ.
161. *Melanohalea exasperatula* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch – [162] – *Parmelia papulosa* (Anzi.) Vain. [23, 162]; *Parmelia exasperatula* Nyl. [36]; *Melanelia exasperatula* (Nyl.) Essl. [31, 69, 207] – на коре лиственных и хвойных деревьев, на гниющей и обработанной древесине, на силикатном и карбонатном каменистом субстрате. Sl, бореальный, голарктический – ПрГ, ГГ.
162. *Melanohalea olivacea* (L.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch – [160] – *Parmelia olivacea* (L.) Ach. [27, 36, 160]; *Melanelia olivacea* (L.) Essl. [31, 69, 207] – на коре и ветвях лиственных деревьев. Sl, бореальный, голарктический – ПрГ, ГГ.
163. *MENEGAZZIA terebrata* (Hoffm.) A. Massal. – [23] – *Menegazzia pertusa* (Schrank) Stein. [23, 36] – на коре ольхи. Sl, монотаный, мультирегиональный.
164. *PARMELIA saxatilis* (L.) Ach. – [36] – на коре ясеня, березы. Sl, гипоарктомонотаный, мультирегиональный.
165. *Parmelia sulcata* Taylor – [160] – *Parmelia sulcata* f. *pruinosa* Hillm. [9] – на коре и ветвях лиственных и хвойных деревьев, гниющей и обработанной древесине, силикатном каменистом

- субстрате, синтетических материалах. Sl, мультизональный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
166. *PARMELINA tiliacea* (Hoffm.) Hale – [160] – *Parmelia tiliacea* Hoffm. [30, 160]; *Parmelia scortea* Ach. [36] – на коре листовенных видов деревьев. Sl, неморальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
167. *PARMELIOPSIS ambigua* Nyl. – [23] – *Parmelia ambigua* (Wilf.) Ach. [23] – на коре сосны и ели, на гниющей древесине. Sl, бореальный, голарктический – ПрГ.
168. *Parmeliopsis hyperopta* (Ach.) Arn. – [36] – на коре хвойных (сосна) и листовенных (осина) деревьев, на гниющей древесине. Sl, бореальный, мультирегиональный.
169. *PARMOTREMA chinense* (Osbeck) Hale & Ahti – [23] – *Parmelia perlata* (L.) Ach. [23] – на коре граба. Sl, неморальный, мультирегиональный.
170. *Parmotrema stuppeum* (Taylor) Hale – [30] – *Parmelia stuppea* Taylor [30]; *Parmotrema stuppea* (Taylor) Hale [30] – на коре листовенных деревьев (дуб, осина, клен, ольха). Sl, неморальный, голарктический.
171. *PLATISMATIA glauca* (L.) Culb. & C. Culb. – [162] – *Cetraria glauca* (L.) Ach. [27, 162] – на коре хвойных и листовенных деревьев, преимущественно берез, на гниющей древесине. Sl, бореальный, мультирегиональный – ПрГ.
172. *PLEUROSTICTA acetabulum* (Neck.) Elix & Lumbsch – [87] – *Parmelia acetabulum* (Neck.) Duby [30, 87], *Melanelia acetabulum* (Neck.) Essl. [69] – на коре листовенных деревьев. Sl, неморальный, палеарктический – ПрГ, ГГ.
173. *PSEUDEVERNIA furfuracea* (L.) Zopf. – [160] – *Evernia furfuracea* (L.) Mann. [23, 37, 160]; *Parmelia furfuracea* (L.) Ach. [27]; *Pseudevernia furfuracea* var. *furfuracea* [9] – на коре и ветвях листовенных и хвойных видов деревьев, гниющей и обработанной древесине. Фр плосколопастная, бореальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
174. *PUNCTELIA subrudecta* (Nyl.) Krog – [30] – на коре дуба, ясеня. Sl, неморальный, мультирегиональный.
175. *TUCKERMANNOPSIS chlorophylla* (Willd.) Hale – [162] – *Cetraria chlorophylla* (Willd.) Vain. [36, 69, 162]; *Cetraria scutata* (Wulf.) Poetsch [27] – на коре и ветвях листовенных и хвойных

- видов деревьев, гниющей и обработанной древесине. Sl, бореальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
176. *Tuckermannopsis sepincola* (Ehrh.) Hale – [23] – *Cetraria sepincola* (Ehrh.) Ach. [23, 36] – на коре и ветвях лиственных и хвойных видов деревьев, гниющей и обработанной древесине. Sl, бореальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
177. *USNEA barbata* (L.) Web. in F. H. Wigg. – [87] – на коре березы. Фр радиальнолопастная, неморальный, европейский.
178. *Usnea filipendula* Stirt. – [27] – *Usnea dasypoga* Röhl. emend. Mot. [27, 29] – на коре сосны, ольхи, березы. Фр радиальнолопастная, бореальный, голарктический.
179. *Usnea florida* (L.) F. H. Wigg. – [36] – на коре лиственных деревьев. Фр радиальнолопастная, монтанный, евразийский.
180. *Usnea hirta* (L.) F. H. Wigg. – [160] – *Usnea florida* (L.) Hoffm. var. *hirta* Ach. [160]; *Usnea hirta* (L.) F. H. Wigg. f. *minutissima* [23] – на коре и ветвях лиственных и хвойных видов деревьев, гниющей и обработанной древесине. Фр радиальнолопастная, бореальный, голарктический – ПрГ, ГГ.
181. *Usnea glabrescens* (Nyl. ex Vain.) Vain. – [29] – Сведения о субстрате произрастания отсутствуют. Фр радиальнолопастная, бореальный, голарктический.
182. *Usnea subfloridana* Stirt. – [30] – на коре и ветвях лиственных и хвойных видов деревьев. Фр радиальнолопастная, бореальный, мультирегиональный – ПрГ.
183. *VULPICIDA pinastris* (Scop.) J.-E. Mattsson & M. J. Lai – [160] – *Cetraria caperata* (L.) Vain. [23, 160]; *Cetraria pinastris* (Scop.) Röhl. [27, 36] – на коре лиственных и хвойных видов деревьев, гниющей древесине. Sl, бореальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
184. *XANTHOPARMELIA conspersa* (Ehrh. ex Ach.) Hale – [31] – на камнях. Sl, мультизональный, мультирегиональный.
185. *Xanthoparmelia pulla* (Ach.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch – [208] – *Neofuscelia pulla* (Ach.) Essl. [208] – на камнях. Sl, аридный, мультирегиональный.
186. *Xanthoparmelia verruculifera* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch – [31] – *Neofuscelia verruculifera* (Nyl.) Essl. [31] – Сведения о субстрате произрастания отсутствуют. Sl, неморальный, мультирегиональный.

Сем. *Pilocarpaceae* Zahlbr. 1905

187. *MICAREA nitschkeana* (J. Lahm ex Rabenh.) Harm. – [29] – на коре ольхи. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический.
188. *Micareea prasina* s.l. – [574] – на коре сосны. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, мультирегиональный – ПрГ.
189. *Micareea tuberculata* (Sommerf.) R. Anderson – [162] – *Lecidea tuberculata* Sommerf. [162] – на камнях. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический.
190. *PSILOLECHIA lucida* (Ach.) M. Choisy – [9] – на коре стволов и корневых выворотах ели. Ср зернисто-бородавчатая, гипоарктомонотанный, голарктический.

Сем. *Ramalinaceae* C. Agardh 1821

191. *ARTHROSPORUM populorum* A. Massal. – [208] – на коре осины. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический – ПрГ.
192. *BACIDIA bagliettoana* (A. Massal. & De Not.) Jatta – [162] – *Bacidia muscorum* (Sw.) Mudd. f. *viridescens* (Mass.) Hepp. [36, 162] – на мхах, на земле с опавшей хвоей, остатками мхов и лишайников. Ср зернисто-бородавчатая, мультизональный, голарктический – ГГ.
193. *Bacidia hegetschweileri* (Hepp) Vain. – [31] – на коре березы. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический.
194. *Bacidia herbarum* (Stizenb.) Arnold – [29] – на коре осины. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический.
195. *Bacidia igniarii* (Nyl.) Oksner – [162] – *Bacidia bacillifera* (Nyl.) Elenkin var. *abbrevians* Nyl. [162] – на коре ольхи. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический.
196. *Bacidia laurocerasi* (Delise ex Duby) Zahlbr. – [208] – на коре осины. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, мультирегиональный.
197. *Bacidia rubella* (Hoffm.) A. Massal. – [87] – на коре лиственных деревьев. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, мультирегиональный.
198. *Bacidia vermifera* (Nyl.) Th. Fr. – [160] – на коре берез. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, европейский.

199. *BACIDINA phacodes* (Körb.) Vězda – [29] – на коре ольхи. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, мультирегиональный.
200. *BIATORA globulosa* (Flörke) Fr. – [36] – *Biatora sylvana* Körb. [36]; *Catillaria globulosa* (Flörke) Th. Fr. [30] – на ветвях ели. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, мультирегиональный.
201. *Biatora tetramera* (De Not.) Coppins – [29] – на ветках сосны. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический.
202. *CATINARIA atropurpurea* (Schaer.) Vězda & Poelt – [162] – *Biatorina atropurpurea* (Schaer.) Mass. [162]; *Catillaria atropurpurea* (Schaer.) Th. Fr. [36] – на коре лиственных деревьев, на гниющей древесине. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический.
203. *LECANIA cyrtella* (Ach.) Th. Fr. – [162] – на коре осины. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический – ПрГ.
204. *Lecania cyrtellina* (Nyl.) Sandst. – [29] – на коре лиственных видов деревьев (осины, ивы, дуба). Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, европейско-американский.
205. *Lecania dubitans* (Nyl.) A. L. Sm. – [162] – *Lecania dimera* (Nyl.) Th. Fr. [23, 36, 162] – на коре лиственных видов деревьев (осины, ивы). Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический – ПрГ.
206. *Lecania koerberiana* Lahm. – [162] – на коре осины. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, палеарктический.
207. *Lecania naegelii* (Hepp) Diederich & v. d. Boom – [161] – *Bilimbia naegelii* (Hepp.) Anzi [161]; *Vacidia naegelii* Zahlbr. [30, 31, 36] – на коре лещины. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический.
208. *RAMALINA baltica* Lettau – [23] – на коре и ветвях лиственных деревьев. Фр плосколопастная, неморальный, европейский.
209. *Ramalina calicaris* (L.) Fr. – [23] – на коре клена. Фр плосколопастная, неморальный, мультирегиональный.
210. *Ramalina dilacerata* (Hoffm.) Hoffm. – [87] – на коре дуба. Фр плосколопастная, бореальный, мультирегиональный.
211. *Ramalina farinacea* (L.) Ach. – [160] – на коре лиственных деревьев, ветвях ели. Фр плосколопастная, неморальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
212. *Ramalina fastigiata* (Pers.) Ach. – [30] – на коре дуба. Фр плосколопастная, неморальный, евразийский.

213. *Ramalina fraxinea* (L.) Ach. – [160] – на коре лиственных деревьев. Фр плосколопастная, неморальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
214. *Ramalina obtusata* (Arnold) Bitter – [31] – Сведения о субстрате произрастания отсутствуют. Фр плосколопастная, неморальный, европейский.
215. *Ramalina pollinaria* (Westr.) Ach. – [160] – *Ramalina pollinaria* (Westr.) Ach. f. *hemisphaerica* [23] – на коре лиственных деревьев, ветвях ели. Фр плосколопастная, мультизональный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
216. *Ramalina subfarinacea* (Nyl. ex Cromb.) Nyl. – [9] – на коре дуба. Фр плосколопастная, мультизональный, мультирегиональный.
217. *Ramalina thrausta* (Ach.) Nyl. – [30] – Сведения о субстрате произрастания отсутствуют. Фр радиальнолопастная, бореальный, голарктический.

Сем. ***Scoliciosporaceae*** Hafellner

218. *SCOLICIOSPORUM chlorococcum* (Stenh.) Vězda – [69] – на коре ольхи. Сг зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический.

Сем. ***Stereocaulaceae*** Chevall. 1826

219. *LEPRARIA elobata* Tønsberg – [574] – на коре сосны. Сг лепрозная, бореальный, голарктический – ПрГ.
220. *Lepraria incana* (L.) Ach. – [27] – *Lepraria aeruginosa* Sm. [27] – на коре лиственных и хвойных деревьев, гниющей древесине. Сг лепрозная, мультизональный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
221. *Lepraria jackii* Tønsberg – [574] – на коре сосны, граба. Сг лепрозная, бореальный, голарктический – ПрГ.
222. *Lepraria lobificans* Nyl. – [9] – на коре лиственных и хвойных деревьев, гниющей древесине, почве. Сг лепрозная, мультизональный, голарктический – ПрГ.
223. *STEREOCAULON condensatum* Hoffm. – [27] – на почве. Фр, бореальный, мультирегиональный.
224. *Stereocaulon incrustatum* Flörke – [29] – на почве. Фр, гипокротоомонтанный, голарктический.

225. *Stereocaulon paschale* (L.) Hoffm. – [36] – на почве. Fr, бореальный, мультирегиональный.

226. *Stereocaulon tomentosum* Fr. – [162] – на почве. Fr, бореальный, мультирегиональный.

### **Lecanorales, genera incertae sedis**

227. *STRANGOSPORA moriformis* (Ach.) Stein – [29] – на коре сосны. Ст зернисто-бородавчатая, голарктический лишайник с мало изученным распространением.

Пор. **Peltigerales** W. Watson 1929

П/Пор. **Collematineae** Miadl. & Lutzoni

Сем. **Collemataceae** Zenker 1827

228. *COLLEMA limosum* (Ach.) Ach. – [31] – Сведения о субстрате произрастания отсутствуют. Sl, аридный, голарктический.

229. *LEPTOGIUM gelatinosum* (With.) J. R. Laundon – [30] – *Leptogium sinuatum* (Huds.) A. Massal. [30] – на коре лиственных деревьев и корягах, затопляемых водой. Sl, мультизональный, мультирегиональный.

230. *Leptogium rivulare* (Ach.) Mont. – [30] – *Leptogium crenatellum* (Nyl.) Tuck. [30] – на коре лиственных деревьев и корягах, затопляемых водой. Sl, неморальный, мультирегиональный.

231. *Leptogium subtile* (Schrad.) Torss. – [30] – на коре лиственных деревьев и корягах, затопляемых водой. Sl, монтанный, евразийский.

П/Пор. **Peltigerinae**

Сем. **Lobariaceae** Chevall. 1826

232. *LOBARIA pulmonaria* (L.) Hoffm. – [23] – на коре лиственных деревьев (дуба, ольхи, ивы, березы), на гниющей древесине. Ll, неморальный, мультирегиональный.

233. *Lobaria scrobiculata* (Scop.) DC. – [30] – Сведения о субстрате произрастания отсутствуют. Ll, монтанный, мультирегиональный.



Сем. *Peltigeraceae* Dumort. 1822

234. *PELTIGERA canina* (L.) Willd. – [161] – у оснований стволов деревьев, на почве, на пнях. Л1, мультizonальный, мультирегиональный – ПрГ.
235. *Peltigera didactyla* (With.) J. R. Laundon – [161] – *Peltigera erumpens* (Taylor) Lang. [23, 36, 161] – на почве, на пнях. Л1, бореальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
236. *Peltigera horizontalis* (Hudson) Baumg. – [30] – на почве. Л1, монотанный, мультирегиональный.
237. *Peltigera lepidophora* (Nyl. ex Vain.) Bitter – [161] – на пнях берез. Л1, бореальный, голарктический.
238. *Peltigera malacea* (Ach.) Funck. – [162] – на почве. Л1, бореальный, мультирегиональный – ПрГ.
239. *Peltigera neckeri* Nepp ex Müll. Arg – [29] – у оснований дубов, осин, на гнилых пнях. Л1, бореальный, евразийский.
240. *Peltigera neopolydactyla* (Gyeln.) Gyeln. – [29] – на гнилых пнях и гнилом валежнике в грабовых и дубовых лесах. Л1, бореальный, мультирегиональный.
241. *Peltigera polydactylon* (Necker) Hoffm. – [162] – *Peltigera polydactyla* (Neck.) Hoffm. [23, 36, 162] – на гнилых пнях. Л1, бореальный, мультирегиональный.
242. *Peltigera praetextata* (Flörke ex. Sommerf.) Zopf. – [162] – *Peltigera canina* (L.) Schaer. var. *praetextata* Flörke [162] – на почве, гниющей древесине, стволах дубов и ясеней, на замшелых пнях. Л1, мультizonальный, голарктический – ПрГ.
243. *Peltigera rufescens* (Weiss) Humb. – [87] – на почве. Л1, мультizonальный, мультирегиональный – ПрГ.

Пор. *Teloschistales* D. Hawksw. & O. E. Erikss. 1986

Сем. *Physciaceae* Zahlbr. 1898

244. *AMANDINEA punctata* (Hoffm.) Coppins & Scheid. – [161] – *Buellia punctiformis* (Hoffm.) A. Massal. [23, 161]; *Buellia punctata* (Hoffm.) A. Massal. [30, 36, 69] – на коре лиственных и хвойных деревьев, обнаженной древесине. Ст плотнокорковая, бореальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
245. *ANARTYCHIA ciliaris* Körb. – [160] – на коре лиственных и хвойных деревьев. Фр плосколопастная, неморальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.

246. *BUELLIA disciformis* (Fr.) Mudd. – [162] – на коре сосны, ольхи. Ср плотнокорковая, мультизональный, мультирегиональный.
247. *Buellia griseovirens* (Turner & Borrer ex Sm.) Almb – [9] – на коре сосны, ветвях ольхи. Ср плотнокорковая, мультизональный, мультирегиональный – ПрГ.
248. *Buellia schaeereri* De Not. – [31] – Сведения о субстрате произрастания отсутствуют. Ср плотнокорковая, бореальный, голарктический.
249. *CALICIUM abietinum* Pers. – [30] – на коре лиственных (дуб) и хвойных деревьев, на гниющей древесине. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, мультирегиональный.
250. *Calicium adpersum* Pers. – [30] – на коре дуба, гниющей древесине. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, голарктический.
251. *Calicium glaucellum* Ach. – [574] – на коре сосны. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, мультирегиональный – ПрГ.
252. *Calicium lenticulare* Ach. – [30] – *Calicium subquercinum* Asahina [29, 30] – на гниющей древесине дуба. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, мультирегиональный.
253. *Calicium salicinum* Pers. – [30] – на коре и гниющей древесине дубов. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, мультирегиональный.
254. *Calicium trabinellum* (Ach.) Ach. – [30] – на гниющей древесине. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, мультирегиональный.
255. *Calicium viride* Pers. – [30] – на коре и гниющей древесине дубов, на коре сосен. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, мультирегиональный.
256. *CYPHELIUM notarisii* (Tul.) Blomb. & Forssel – [208] – на коре сосны, на сухой древесине. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический – ПрГ.
257. *Cyphelium tigilare* (Ach.) Ach. – [23] – на обработанной древесине. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический.
258. *PHAEOPHYSCIA ciliata* (Hoffm.) Moberg – [162] – *Physcia obscura* (Ehrh.) Th. Fr. [23, 27, 162] – на коре лиственных и

- хвойных (сосна) видов деревьев. Sl, бореальный, голарктический – ПрГ, ГГ.
259. *Phaeophyscia nigricans* (Flörke) Moberg – [69] – на коре лиственных деревьев, на карбонатном и силикатном каменистом субстрате. Sl, неморальный, голарктический – ПрГ, ГГ.
260. *Phaeophyscia orbicularis* (Neck.) Moberg – [23] – *Physcia virella* (Ach.) Flagey [23] – на коре лиственных и хвойных деревьев, на карбонатном и силикатном каменистом субстрате, на обработанной и разлагающейся древесине. Sl, неморальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
261. *Phaeophyscia sciastra* (Ach.) Moberg – [29] – на граните. Sl, мультизональный, голарктический.
262. *PHYSCIA adscendens* (Fr.) H. Olivier – [69] – на коре лиственных деревьев, на карбонатном каменистом субстрате. Sl, неморальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
263. *Physcia aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Fűrnr. – [162] – на коре лиственных деревьев, преимущественно осин, на ветвях ели. Sl, неморальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
264. *Physcia caesia* (Hoffm.) Fűrnr. – [162] – на коре лиственных деревьев, на карбонатном каменистом субстрате. Sl, мультизональный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
265. *Physcia dubia* (Hoffm.) Lettau – [30] – на коре лиственных и хвойных видов деревьев, на обработанной древесине, синтетических материалах. Sl, мультизональный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
266. *Physcia stellaris* (Ach.) Nyl. – [160] – на коре лиственных и хвойных деревьев, гниющей и обработанной древесине, силикатном каменистом субстрате, синтетических материалах. Sl, неморальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
267. *Physcia tenella* Bitter. – [160] – *Physcia hispida* (Schreb.) Elenkin [23, 27, 160] – на коре и хвойных лиственных деревьев, гниющей и обработанной древесине, синтетических материалах. Sl, неморальный, голарктический – ПрГ, ГГ.
268. *Physcia tribacia* (Ach.) Nyl. – [23] – на карбонатном и силикатном каменистом субстрате, на коре и хвойных лиственных видов деревьев. Sl, мультизональный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.

269. *PHYSCONIA detersa* (Nyl.) Poelt – [87] – *Physcia detersa* Nyl. [87] – на коре лиственных деревьев. Sl, неморальный, голарктический – ПрГ, ГГ.
270. *Physconia distorta* (With.) J. R. Laundon – [160] – *Physcia pulverulenta* (Schreb.) Hampe. [23, 27, 36, 160]; *Physconia venusta* (Ach.) Poelt<sup>7</sup> [207] – на коре лиственных деревьев, на обработанной древесине. Sl, неморальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
271. *Physconia enteroxantha* (Nyl.) Poelt – [207] – на коре лиственных деревьев, на обработанной древесине. Sl, неморальный, голарктический – ПрГ, ГГ.
272. *Physconia grisea* (Lam.) Poelt – [27] – *Physcia grisea* (Lam.) Zahlbr. [27, 36] – на коре лиственных деревьев. Sl, неморальный, голарктический – ПрГ, ГГ.
273. *Physconia leucoleiptes* (Tuck.) Essl.<sup>8</sup> – [23] – *Physcia leucoleiptes* (Tuck.) Lettau [23] – на коре дуба, клена. Sl, горный, голарктический.
274. *Physconia perisidiosa* (Erichsen) Moberg – [207] – на коре осины. Sl, неморальный, голарктический.
275. *RINODINA exigua* (Ach.) Gray – [160] – на коре деревьев, обработанной древесине. Ср зернисто-бородавчатая, мультизональный, мультирегиональный.
276. *Rinodina polyspora* Th. Fr. – [160] – на коре дикой груши. Ср плотнокорковая, неморальный, евразийский.
277. *Rinodina pyrina* (Ach.) Arnold – [9] – на коре ствола и ветвей ели, ветвях осины. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, голарктический.
278. *Rinodina sophodes* (Ach.) A. Massal. – [160] – на коре берез. Ср зернисто-бородавчатая, мультизональный, голарктический.

Сем. **Teloschistaceae** Zahlbr. 1898

279. *CALOPLACA cerina* (Ehrh. ex Hedwig) Th. Fr. var. *cerina* – [160] – *Placodium gilvum* (Hoffm.) Vain. [23, 160]; var. *Ehrhartii* (Schaer.) Th. Fr. [160]; var. *cyanolepra* Th. Fr. [162] – на коре лиственных деревьев, обработанной древесине. Ср

<sup>7</sup> Имеется в виду *Physconia distorta* (With.) J. R. Laundon var. *venusta*.

<sup>8</sup> Ареал этого вида включает Азию и Северную Америку; скорее всего, имеется в виду *Physconia detersa* (Nyl.) Poelt.

- зернисто-бородавчатая, мультизональный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
280. *Caloplaca citrina* (Hoffm.) Th. Fr. – [574] – на карбонатном каменистом субстрате (цемент). Ср зернисто-бородавчатая, мультизональный, голарктический – ГГ.
281. *Caloplaca decipiens* (Arn.) Blomb. & Forssell – [160] – *Placodium murogum* (Hoffm.) DC. var. *tegularis* (Ehrh.) Elenkin [160] – на карбонатном каменистом субстрате (цемент, бетон, шифер), на коре лиственных деревьев (в городских условиях). Dm розеточная, мультизональный, голарктический – ПрГ, ГГ.
282. *Caloplaca ferruginea* (Hudson) Th. Fr. – [31] – на карбонатном каменистом субстрате. Ср зернисто-бородавчатая, мультизональный, мультирегиональный.
283. *Caloplaca flavocitrina* (Nyl.) H. Olivier – [210] – на карбонатном каменистом субстрате (цемент). Ср зернисто-бородавчатая, мультизональный, европейский – ГГ.
284. *Caloplaca flavovirescens* (Wulfen) Dalla Torre & Sarnth. – [31] – На карбонатном каменистом субстрате (цемент). Ср зернисто-бородавчатая, мультизональный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
285. *Caloplaca holocarpa* (Hoffm. ex Ach.) A. E. Wade – [160] – *Placodium serinum* (Ehrh.) Vain. [23, 160] – на коре осины, на обработанной древесине. Ср зернисто-бородавчатая, мультизональный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
286. *Caloplaca* cfr. *luteoalba* (Turner) Th. Fr. – [9] – на коре ветвей осины. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, голарктический.
287. *Caloplaca pyracea* (Ach.) Th. Fr.<sup>9</sup> – [27] – на коре и ветвях лиственных и хвойных деревьев. Ср зернисто-бородавчатая, мультизональный, мультирегиональный.
288. *Caloplaca saxicola* (Hoffm.) Nordin. – [208] – на карбонатном каменистом субстрате (цемент, бетон). Dm розеточная, мультизональный, мультирегиональный – ГГ.

---

<sup>9</sup> В настоящей работе *Caloplaca pyracea* рассматривается в качестве самостоятельного вида согласно [230]; раньше этот вид входил в сложную таксономическую группу *Caloplaca holocarpa* auct.

289. *XANTHOMENDOZA fallax* (Hepp ex Arnold) Söchting, Kärnefelt & S. Y. Kondr. – [27] – *Xanthoria substellaris* (Ach.) Vain. [27]; *Oxneria fallax* (Hepp) S. Y. Kondr. & Kärnefelt [207], *Xanthoria fallax* (Hepp) Arnold [69, 208] – на коре лиственных деревьев. Sl, неморальный, мультирегиональный – ГГ.
290. *Xanthomendoza fulva* (Hoffm.) Söchting, Kärnefelt & S. Y. Kondr. – [210] – на коре липы. Sl, мультизональный, голарктический – ГГ.
291. *XANTHORIA candelaria* (L.) Th. Fr. – [23] – *Xanthoria candelaria* var. *marginata* [29] – на коре лиственных деревьев. Sl, мультизональный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
292. *Xanthoria elegans* (Link.) Th. Fr. – [207] – *Rusavskia elegans* (Link.) S. Y. Kondr. & Kärnefelt [207] – на карбонатном каменистом субстрате (цемент, бетон). Dm розеточная, мультизональный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
293. *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. – [160] – на коре лиственных и хвойных деревьев, гниющей и обработанной древесине, силикатных и карбонатных каменистых субстратах, синтетических материалах. Sl, неморальный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.
294. *Xanthoria polycarpa* (Hoffm.) Th. Fr. ex Rieber – [87] – на коре лиственных и хвойных деревьев, обработанной древесине, на граните. Sl, бореальный, голарктический – ПрГ, ГГ.

### **Lecanoromycetidae: families incertae sedis**

Сем. *Lecideaceae* Chevall. 1826

295. *LECIDEA areolata* Kreyer – [29] – на стволе рябины в дубра-  
ве. Cr плотнокорковая, евразийский лишайник с мало изучен-  
ным распространением.
296. *PORPIDIA crustulata* (Ach.) Hertel & Knoph – [162] – *Lecidea*  
*crustulata* (Ach.) Sprgl. [36, 162] – на силикатных горных поро-  
дах. Cr зернисто-бородавчатая, мультизональный, мультиреги-  
ональный.

Сем. *Ophioparmaceae* R. W. Rogers & Hafellner 1988

297. *HYPOCENOMYCE scalaris* (Ach.) M. Choisy – [27] – *Lecidea*  
*scalaris* Ach. [27]; *Psora scalaris* (Ach.) Hook. [36] – на сосне,  
реже на лиственных видах деревьев, гниющей и обработанной  
древесине. Sq, бореальный, голарктический – ПрГ, ГГ.

Сем. *Rhizocarpaceae* M. Choisy ex Hafellner 1984

298. *RHIZOCARPON lavatum* (Fr.) Hazsl. – [87] – *Rhizocarpon obscuratum* (Ach.) A. Massal. var. *lavatum* (Ach.) Fr. – [162] – на силикатных горных породах. Ср ареолированная, бореальный, голарктический.

### **LECANOROMYCETES: orders incertae sedis**

Пор. **Candelariales** Miadl., Lutzoni & Lumbsch 2007

Сем. *Candelariaceae* Nakul.

299. *CANDELARIA pacifica* M. Westb. et Arup – [208] – *Candelaria concolor* auct. Belarus – на коре лиственных деревьев. Sl, неморальный, мультирегиональный – ГГ.

300. *CANDELARIELLA aurella* (Hoffm.) Zahlbr. – [162] – *Candelariella cerinella* (Flörke) Elenkin [162] – на карбонатном и силикатном каменистом субстрате, реже на коре лиственных деревьев. Ср зернисто-бородавчатая, мультизональный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.

301. *Candelariella vitellina* (Hoffm.) Müll. Arg. – [160] – на карбонатном и силикатном каменистом субстрате, на коре лиственных и хвойных видов деревьев, на обработанной древесине. Ср зернисто-бородавчатая, мультизональный, мультирегиональный – ПрГ, ГГ.

302. *Candelariella xanthostigma* (Ach.) Lettau – [162] – *Candelariella vitellina* (Ehrh.) Elenkin v. *xanthostigma* (Pers.) Th. Fr. [162] – на коре лиственных деревьев. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, голарктический – ПрГ, ГГ.

### **LECANOROMYCETES: genera incertae sedis**

303. *PICCOLIA ochrophora* (Nyl.) Hafellner – [29] – на коре ивы. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, голарктический.

КЛАСС **LEOTIOMYCETES** O. E. ERIKSS. & WINKA

### **LEOTIOMYCETES: families incertae sedis**

Сем. *Thelocarpaceae* Zukai 1893

304. *THELOCARPON laureri* (Flot.) Nyl. – [29] – на обгоревшем пне. Ср плотнокорковая, бореальный, голарктический.

### ASCOMYCOTA: families incertae sedis

Сем. *Coniocybaceae* Reichenb. 1837

305. *CHAENOTHECA chlorella* (Ach.) Müll. Arg. – [30] – *Chaenotheca carthusiae* (Harm.) Lettau [30] – Сведения о субстрате произрастания отсутствуют. Ср зернисто-бородавчатая, неморальный, европейский.

306. *Chaenotheca chrysocephala* (Ach.) Th. Fr. – [30] – на коре дуба и ели, на обработанной древесине. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, мультирегиональный.

307. *Chaenotheca ferruginea* (Turner ex Sm.) Mig. – [207] – на коре лиственных и хвойных деревьев, обнаженной древесине. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, мультирегиональный – ПрГ.

308. *Chaenotheca furfuracea* (L.) Tibell – [30] – *Coniocybe furfuracea* (L.) Ach. [30] – на коре лиственных и хвойных деревьев, на почве. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический.

309. *Chaenotheca phaeocephala* (Turner) Th. Fr. – [30] – на коре дуба. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, мультирегиональный.

310. *Chaenotheca stemonea* (Ach.) Müll. Arg. – [30] – на коре лиственных и хвойных деревьев. Ср лепрозная, бореальный, голарктический – ПрГ.

311. *Chaenotheca trichialis* (Ach.) Th. Fr. – [23] – *Chaenotheca trichialis* (Ach.) Th. Fr. f. *candelaris* [23] – на коре лиственных (дуб) и хвойных деревьев. Ср зернисто-бородавчатая, бореальный, голарктический – ПрГ.

312. *Chaenotheca xyloxena* Nád. – [9] – на коре ели, на обнаженной древесине. Ерh, бореальный, мультирегиональный.

313. *SCLEROPHORA pallida* (Pers.) Y. J. Yao & Spooner – [9] – на коре сосны. Ерh, неморальный, мультирегиональный.



ОТДЕЛ **BASIDIOMYCOTA** R. T. MOORE (1980)

КЛАСС **BASIDIOMYCETES**

Пор. **Atheliales** Jülich (1981)

Сем. **Atheliaceae** Jülich (1981)

314. #*ATHELIA arachnoidea* (Berk.) Jülich – [607] – на слоевищах *Physcia* spp., *Phaeophyscia* spp., *Xanthoria* spp. ЕІ, мультизональный, голарктический – ГГ.

КЛАСС **TREMELLOMYCETES** HIBBETT, MATHENY & MANFR. BINDER (2007)

Пор. **Tremellales** Fr.

Сем. **Tremellaceae** Fr.

315. #*BIATOROPSIS usnearum* Räsänen – [32] – на слоевище *Usnea subfloridana*. ЕІ, мультизональный, мультирегиональный.

Таким образом, в [207, 208, 210, 574] нами приводятся 34 вида и 1 подвид в качестве новых для Гомельской области лишайников: *Acarospora moenium*, *Arthonia dispersa*, *A. fuliginosa*, *Arthothelium ruanum*, *Arthrosporium populorum*, *Bacidia laurocerasi*, *Calicium glaucellum*, *Caloplaca citrina*, *C. flavocitrina*, *C. saxicola*, *Candelaria pacifica*, *Catillaria nigroclavata*, *Chaenotheca ferruginea*, *Cladonia ciliata* var. *tenuis*, *C. furcata* ssp. *subrangiformis*, *C. squamosa*, *C. turgida*, *Clypeococcum hypocenomyces*, *Coenogonium pineti*, *Cyphelium notarisii*, *Diploschistes muscorum*, *Lecanora albellula*, *L. conizaeoides*, *L. crenulata*, *Lepraria elobata*, *L. jackii*, *Melanelixia glabra*, *Melaspilea gibberulosa*, *Micarea prasina*, *Physconia enteroxantha*, *P. perisidiosa*, *Verrucaria muralis*, *Xanthomendoza fulva*, *Xanthoparmelia pulla*, *Xanthoria elegans*, в том числе 4 вида – *Acarospora moenium*, *Arthonia fuliginosa*, *Caloplaca flavocitrina* и *Cyphelium notarisii* – новых для Республики Беларусь.

4 рода – *Catillaria*, *Clypeococcum*, *Coenogonium*, *Melaspilea* и 4 семейства – *Catillariaceae*, *Coenogoniaceae*, *Dacampiaceae* и *Melaspileaceae* впервые приводятся для Гомельской области.

15 видов из приведенного списка – *Calicium adpersum*, *Cetrelia olivetorum* s.l., *Chaenotheca chlorella*, *Cladonia caespiticia*, *Evernia divaricata*, *Hypotrachyna revoluta*, *Leptogium subtile*, *Lobaria pulmonaria*, *Menegazzia terebrata*, *Parmeliopsis hyperopta*, *Parmotrema stuppeum*, *Peltigera horizontalis*, *Punctelia subrudecta*, *Ramalina thrausta*, *Usnea florida* являются занесенными в 3-е издание Красной книги Республики Беларусь [71]. *Lobaria scrobiculata*, вероятно, является видом, полностью исчезнувшим на территории Беларуси (включена в «черный» список видов).

## 4.2 Систематический анализ лишенобиоты Гомельской области

Отдел *Ascomycota* объединяет абсолютное большинство лишайников, известных для Гомельской области (310 видов), и 3 вида лишенофильных грибов (*Chaenothecopsis epithallina*, *Clypeococcum hypocenomyces* и *Sphinctrina turbinata*). К отделу *Basidiomycota* относятся 2 вида лишенофильных грибов (*Athelia arachnoidea* и *Biatoropsis usnearum*).

Основу лишенобиоты Гомельской области (278 видов; 88,3 %) составляют представители класса *Lecanoromycetes*, 13 видов (4,1 %) относятся к классу *Arthoniomycetes*, 9 (2,9 %) – к *Eurotiomycetes*, 3 (0,9 %) – к *Dothideomycetes*. Классы *Leotiomycetes*, *Basidiomycetes* и *Tremellomycetes* представлены 1 видом (по 0,3 %). Систематическое положение 9 видов (2,9 %), относящихся к семейству *Coniocybaceae*, не определено.

Большая часть видов класса *Lecanoromycetes* относится к порядку *Lecanorales* – 162 вида (51,4 %). Доминирование этого порядка является характерным признаком лишенобиот умеренного пояса Голарктики. Из порядка *Teloschistales* отмечен 51 вид (16,2 %) лишайников. Остальные 65 видов распределены между порядками *Pertusariales* (17 видов; 5,4 %), *Peltigerales* (16; 5,1 %), *Baeomycetales* (12 видов; 3,8 %) *Ostropales* (8; 2,6 %), *Candelariales* (4 вида; 1,3 %), *Acarosporales* (2 вида; 0,6 %), а также семействами (*Lecideaceae*, *Ophioparmaceae*, *Rhizocarpaceae*, *Sarrameanaceae*) и родами (*Piccolia*) с не определенным систематическим положением (6 видов; 1,9 %). Класс *Eurotiomycetes* представлен 3

порядками – *Verrucariales*, (4 вида; 1,3 %), *Pyrenulales* (3; 1,0 %) и *Mycocaliciales* (2 вида; 0,6 %). К классам *Arthoniomycetes*, *Basidiomycetes* и *Tremellomycetes* относится по одному порядку – *Arthoniales* (13 видов; 4,1 %), *Atheliales* и *Tremellales* (по 1 виду; 0,3 %) соответственно. К классам *Dothideomycetes* и *Leotiomycetes* относятся 4 вида (1,2 %) лишайников и лихенофильных грибов, принадлежащих к семействам с невыясненным систематическим положением.

Из 46 семейств, выявленных на территории Гомельской области, 11 характеризовались видовым богатством выше среднего (включали 7 и более видов) – *Parmeliaceae*, *Cladoniaceae*, *Physciaceae*, *Ramalinaceae*, *Lecanoraceae*, *Teloschistaceae*, *Trapeliaceae*, *Peltigeraceae*, *Pertusariaceae*, *Coniocybaceae* и *Stereocaulaceae* (таблица 3). Среди представителей этих семейств отмечено 245 видов лишайников (77,8 %) и 58 родов (55,8 %). 21 семейство было представлено одним видом.

Таблица 3 – Видовое богатство семейств лишайников Гомельской области

Семейство	Количество родов	Процент от общего числа	Количество видов	Процент от общего числа
1	2	3	4	5
<i>Parmeliaceae</i>	23	22,1	50	15,9
<i>Cladoniaceae</i>	2	1,9	43	13,7
<i>Physciaceae</i>	9	8,7	35	11,1
<i>Ramalinaceae</i>	7	6,7	27	8,6
<i>Lecanoraceae</i>	2	1,9	26	8,3
<i>Teloschistaceae</i>	3	2,9	16	5,1
<i>Trapeliaceae</i>	6	5,8	11	3,5
<i>Peltigeraceae</i>	1	1,0	10	3,2
<i>Pertusariaceae</i>	1	1,0	10	3,2
<i>Coniocybaceae</i>	2	1,9	9	2,9
<i>Stereocaulaceae</i>	2	1,9	8	2,5
<i>Arthoniaceae</i>	2	1,9	6	1,9
<i>Rochellaceae</i>	1	1,0	5	1,6
<i>Candelariaceae</i>	2	1,9	4	1,3
<i>Collemataceae</i>	2	1,9	4	1,3
<i>Graphidaceae</i>	3	2,9	4	1,3
<i>Ochrolechiaceae</i>	1	1,0	4	1,3
<i>Pilocarpaceae</i>	2	1,9	4	1,3

## Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5
<i>Verrucariaceae</i>	2	1,9	4	1,3
<i>Acarosporaceae</i>	1	1,0	2	0,6
<i>Ismadophilaceae</i>	2	1,9	2	0,6
<i>Lecideaceae</i>	2	1,9	2	0,6
<i>Lobariaceae</i>	1	1,0	2	0,6
<i>Phlyctidaceae</i>	1	1,0	2	0,6
<i>Pyrenulaceae</i>	1	1,0	2	0,6
<i>Arthopyreniaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Atheliaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Baeomycetaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Catillariaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Chrysotrichaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Coenogoniaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Dacampiaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Gyalectaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Megasporaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Melaspileaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Monoblastiaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Mycoblastaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Mycocaliciaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Naetrocymbaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Ophioparmaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Rhizocarpaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Sarrameanaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Scoliciosporaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Sphinctrinaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Thelocarpaceae</i>	1	1,0	1	0,3
<i>Tremellaceae</i>	1	1,0	1	0,3

Лишайники Гомельской области относятся к 104 родам. Среднее число видов в роде 3,0. Видовым богатством выше среднего характеризуются 24 рода (23,1 %), объединяющих более половины видов лишайников (201 вид, 63,8 %) (таблица 4).

56 родов – *Acrocordia*, *Amandinea*, *Anaptychia*, *Arthopyrenia*, *Arthothelium*, *Arthrosporum*, *Aspicilia*, *Athelia*, *Bacidina*, *Baeomyces*, *Biatoropsis*, *Candelaria*, *Catillaria*, *Catinaria*, *Cetrelia*, *Chaenothecopsis*, *Chrysothrix*, *Clypeococcum*, *Coenogonium*, *Collema*, *Dermatocarpon*, *Dibaeis*, *Flavoparmelia*, *Graphis*, *Gyalecta*, *Hypoceno-*

*myce, Hypotrachyna, Icmadophila, Imshaugia, Lecidea, Leptorhaphis, Lithographa, Loxospora, Melaspilea, Menegazzia, Parmelina, Piccolia, Platismatia, Pleurosticta, Porpidia, Pseudevernia, Psilolechia, Punctelia, Pycnothelia, Rhizocarpon, Sarea, Scoliciosporum, Sclerophora, Sphinctrina, Strangospora, Tephromela, Thelocarpon, Thelotrema, Trapelia, Vulpicida, Xylographa* представлены 1 видом.

Таблица 4 – Видовое богатство ведущих родов лишайников Гомельской области

Род	Семейство	Число видов	Процент от общего числа
<i>Cladonia</i>	<i>Cladoniaceae</i>	42	13,1
<i>Lecanora</i>	<i>Lecanoraceae</i>	23	7,3
<i>Caloplaca</i>	<i>Teloschistaceae</i>	10	3,2
<i>Peltigera</i>	<i>Peltigeraceae</i>	10	3,2
<i>Pertusaria</i>	<i>Pertusariaceae</i>	10	3,2
<i>Ramalina</i>	<i>Ramalinaceae</i>	10	3,2
<i>Chaenotheca</i>	<i>Coniocybaceae</i>	8	2,5
<i>Bacidia</i>	<i>Ramalinaceae</i>	7	2,2
<i>Calicium</i>	<i>Physciaceae</i>	7	2,2
<i>Physcia</i>	<i>Physciaceae</i>	7	2,2
<i>Bryoria</i>	<i>Parmeliaceae</i>	6	1,9
<i>Physconia</i>	<i>Physciaceae</i>	6	1,9
<i>Usnea</i>	<i>Parmeliaceae</i>	6	1,9
<i>Arthonia</i>	<i>Arthoniaceae</i>	5	1,6
<i>Lecania</i>	<i>Ramalinaceae</i>	5	1,6
<i>Melanelixia</i>	<i>Parmeliaceae</i>	5	1,6
<i>Opegrapha</i>	<i>Rochellaceae</i>	5	1,6
<i>Placynthiella</i>	<i>Trapeliaceae</i>	5	1,6
<i>Lepraria</i>	<i>Stereocaulaceae</i>	4	1,3
<i>Ochrolechia</i>	<i>Ochrolechiaceae</i>	4	1,3
<i>Phaeophyscia</i>	<i>Physciaceae</i>	4	1,3
<i>Rinodina</i>	<i>Physciaceae</i>	4	1,3
<i>Stereocaulon</i>	<i>Stereocaulaceae</i>	4	1,3
<i>Xanthoria</i>	<i>Teloschistaceae</i>	4	1,3

Систематическая структура лишенобиоты Гомельской области достаточно интересна. Ее основу составляют политипные семейства – *Parmeliaceae*, *Cladoniaceae*, *Physciaceae*, *Ramalinaceae*, *Lecanoraceae*, *Teloschistaceae* – типичные для лишенобиот умеренной Голарктики. Присутствие среди доминирующих семейств *Physciaceae*, *Ramalinaceae* и *Teloschistaceae* указывает на принадлежность к южному варианту умеренных лесных лишенобиот.

Особой чертой рассматриваемой лишенобиоты является низкий удельный вес характерных для аридных сообществ семейств *Verrucariaceae* и *Acarosporaceae*, что, вероятно, связано с практически полным отсутствием естественных каменистых субстратов произрастания (валунов, скал и др.).

Высокое положение родов *Pertusaria*, *Ramalina*, *Bacidia*, *Physcia*, *Physconia*, *Arthonia* характеризует рассматриваемую лишенобиоту как неморальную. Присутствие среди доминирующих родов *Cladonia*, *Peltigera*, *Bryoria* и *Usnea* свидетельствует о ее бореальном характере.

Таким образом, состав ведущих семейств и родов лишенобиоты изучаемого региона указывает на ее гетерогенность и подчеркивает переходный характер, что соответствует географическому положению Гомельской области.

### **4.3 Систематический анализ лишенобиоты Гомельской городской агломерации**

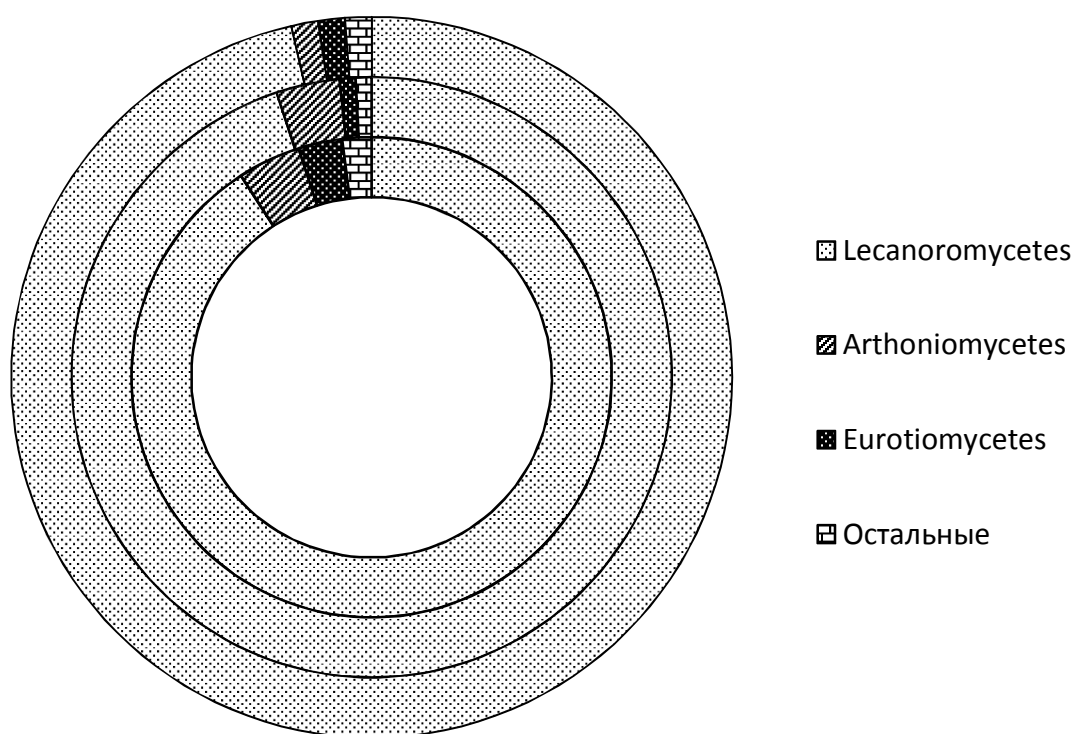
Влияние городских условий на лишенобиоту естественных экосистем в наибольшей степени проявляется в пригородной зоне. В качестве пригорода для города с полумиллионным населением мы приняли территорию с удалением до 25 км от городской черты [222].

#### **4.3.1 Систематический анализ лишенобиоты пригорода г. Гомеля**

Изучение видового состава лишайников пригорода г. Гомеля нами начато в 2002 г. В настоящее время в пределах пригорода

г. Гомеля выявлено 120 видов и 2 подвида лишайников, относящихся к 49 родам, 22 семействам, 9 порядкам, 4 классам отдела *Ascomycota*, что составляет 38,1 % от числа видов Гомельской области.

Как и для области, для пригорода г. Гомеля основу лишайнобиоты составляют представители класса *Lecanoromycetes* (рисунок 6). По сравнению с лишайнобиотой Гомельской области в пригороде доля видов, относящихся к остальным классам, снижается и составляет 5 %.

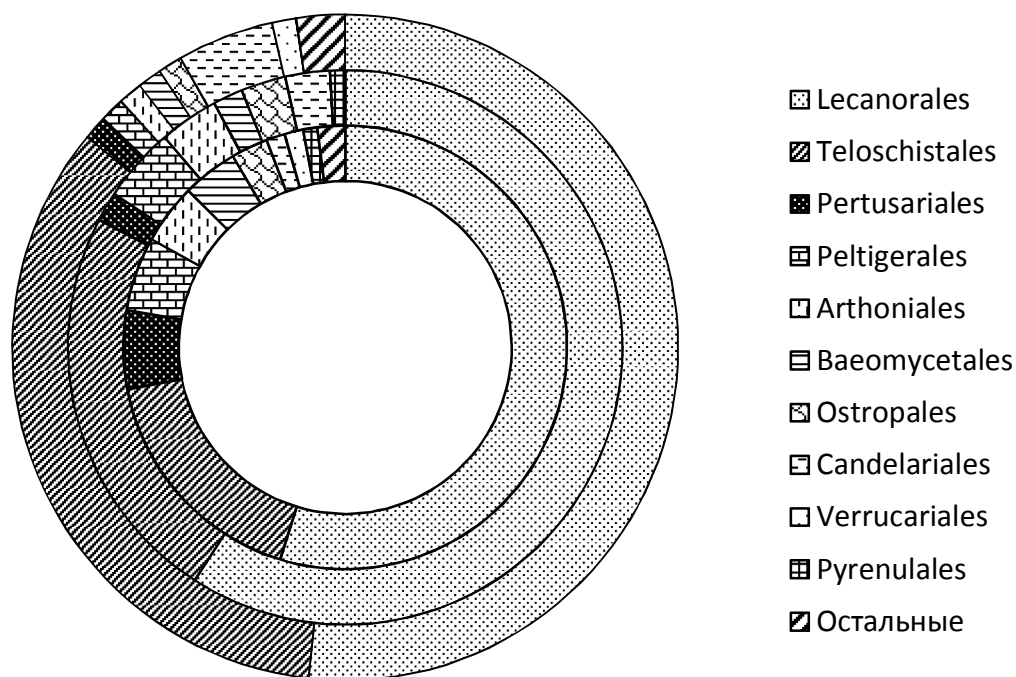


**Рисунок 6 – Процентное соотношение классов<sup>10</sup> лишайников Гомельской области (внутренний круг), пригорода г. Гомеля (центральный круг) и г. Гомеля (внешний круг).**

Соотношение порядков в пригородной лишайнобиоте в целом соответствует таковому для Гомельской области за исключением порядков *Teloschistales* и *Lecanorales*, удельный вес которых в

<sup>10</sup> Семейство *Coniocybaceae* в настоящее время не относится ни к одному из классов и рассматриваются как семейство с невыясненным систематическим положением.

пригородной лишенобиоте по отношению к таковой области выше на 6,3 % и 5,3 % соответственно, а также *Pertusariales*, удельный вес которого ниже на 3,7 % (рисунок 7). Для лишенобиоты пригорода г. Гомеля не отмечены порядки *Acarosporales*, *Atheliales*, *Mycocaliciales*, *Tremellales*, и *Verrucariales*.



**Рисунок 7 – Соотношение порядков<sup>11</sup> лишайников Гомельской области (внутренний круг), пригорода г. Гомеля (центральный круг) и г. Гомеля (внешний круг)**

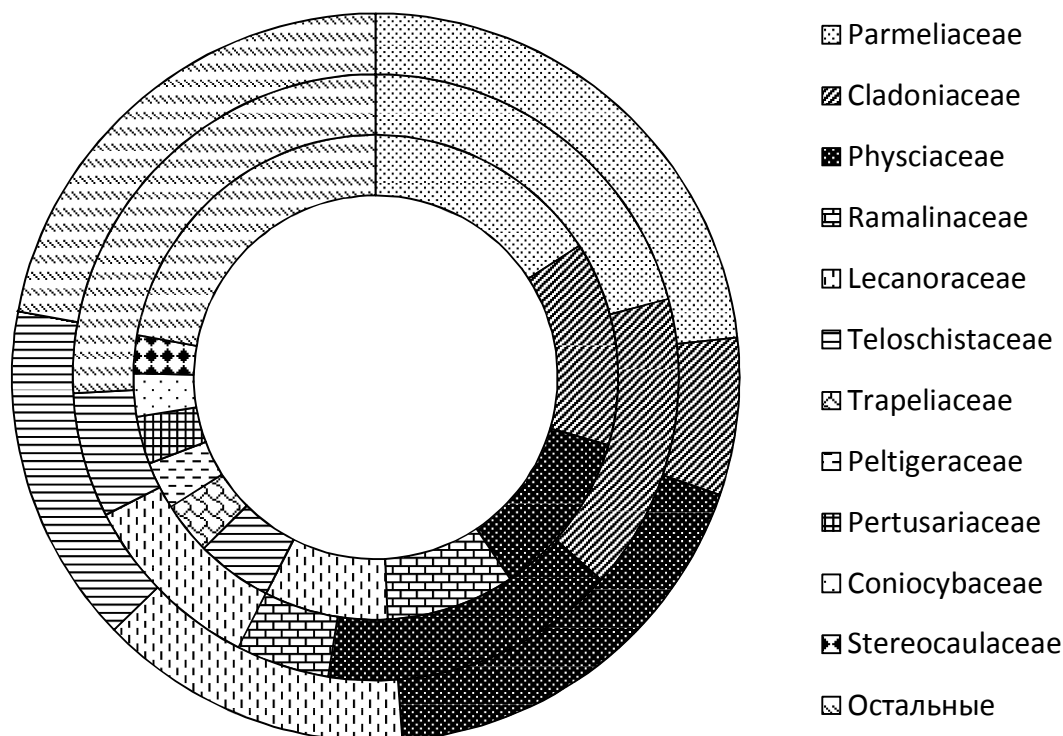
Из 22 семейств, выявленных на территории пригорода г. Гомеля, 6 характеризовались видовым богатством выше среднего (включали 6 и более видов) – *Parmeliaceae*, *Cladoniaceae*, *Physciaceae*, *Lecanoraceae*, *Teloschistaceae* и *Ramalinaceae* (рисунок 8). Среди представителей этих семейств отмечено 89 видов

<sup>11</sup> Семейства *Arthopyreniaceae*, *Coniocybaseae*, *Dacampiaceae*, *Lecideaceae*, *Naetrocymbaceae*, *Ophioparmaceae*, *Rhizocarpaceae*, *Sarrameanaceae*, *Thelocarpaceae*, а также род *Piccolia* в настоящее время не входят ни в один из порядков и рассматриваются как таксоны с невыясненным систематическим положением.



лишайников (79,4 %) и 32 рода (68,2 %). 8 семейств были представлены одним видом.

Ведущие семейства лишенобиоты пригорода совпадают с таковыми для области. Их количество меньше, чем для области на 5 (семейства *Coniocybaceae*, *Peltigeraceae*, *Pertusariaceae*, *Stereocaulaceae* и *Trapeliaceae* не являются ведущими, но отмечаются для пригородной лишенобиоты).



**Рисунок 8 – Соотношение ведущих семейств в лишенобиотах Гомельской области (внутренний круг), пригорода г. Гомеля (центральный круг) и г. Гомеля (внешний круг)**

Лишайники пригорода г. Гомеля относятся к 49 родам. Видовым богатством выше среднего характеризуются 14 родов (28,6 %), объединяющих более половины видов лишайников (76 видов; 63,3 %) (таблица 5).

26 родов – *Acrocordia*, *Amandinea*, *Anaptychia*, *Arthonia*, *Arthothelium*, *Arthrosporum*, *Buellia*, *Calicium*, *Catillaria*, *Cetraria*, *Clypeococcum*, *Coenogonium*, *Cyphelium*, *Flavoparmelia*, *Graphis*, *Hypocenomyce*, *Imshaugia*, *Micarea*, *Parmelia*, *Parmelina*, *Parmeliopsis*, *Phlyctis*, *Platismatia*, *Pleurosticta*, *Pseudevernia*, *Vulpicida* представлены 1 видом.

Таблица 5 – Видовое богатство ведущих родов лишайников пригорода г. Гомеля

Род	Семейство	Число видов	Процент от общего числа
<i>Cladonia</i>	<i>Cladoniaceae</i>	19	38,8
<i>Lecanora</i>	<i>Lecanoraceae</i>	10	20,4
<i>Physcia</i>	<i>Physciaceae</i>	7	14,3
<i>Peltigera</i>	<i>Peltigeraceae</i>	5	10,2
<i>Caloplaca</i>	<i>Teloschistaceae</i>	4	8,2
<i>Lepraria</i>	<i>Stereocaulaceae</i>	4	8,2
<i>Melanelixia</i>	<i>Parmeliaceae</i>	4	8,2
<i>Physconia</i>	<i>Physciaceae</i>	4	8,2
<i>Xanthoria</i>	<i>Teloschistaceae</i>	4	8,2
<i>Candelariella</i>	<i>Candelariaceae</i>	3	6,1
<i>Chaenotheca</i>	<i>Coniocybaceae</i>	3	6,1
<i>Melanohalea</i>	<i>Parmeliaceae</i>	3	6,1
<i>Phaeophyscia</i>	<i>Physciaceae</i>	3	6,1
<i>Ramalina</i>	<i>Ramalinaceae</i>	3	6,1

Соотношение ведущих родов лишайников лишайнобиот пригорода и области существенно отличается. Для пригорода г. Гомеля отмечается увеличение числа (*Candelariella*, *Phaeophyscia*) и представленности (*Phaeophyscia*, *Xanthoria*) родов, характерных для антропогенных ландшафтов. Все роды, обладающие уровнем видового разнообразия выше среднего для Гомельской области, но слабо представленные в лишайнобиоте пригорода (*Arthonia*, *Calicium*, *Lecania*, *Opegrapha*, *Pertusaria*, *Usnea*), или не представленные совсем (*Bacidia*, *Bryoria*) характерны для лесных сообществ. Многие виды этих родов являются индикаторами ненарушенных лесных фитоценозов.

Систематическая структура лишайнобиоты пригорода г. Гомеля отличается от таковой Гомельской области. Для пригорода отмечено увеличение представленности таксонов, типичных для антропогенных местообитаний (*Teloschistales*; *Teloschistaceae*; *Candelariella*, *Physcia*, *Phaeophyscia*, *Xanthoria*) и уменьшение роли таксонов, характерных для типичных лесных сообществ (*Pertusariales*; *Pertusariaceae*, *Ramalinaceae*; *Arthonia*, *Bacidia*, *Bryoria*, *Calicium*, *Lecania*, *Opegrapha*, *Pertusaria*, *Usnea*).

### 4.3.2 Систематический анализ лишенобиоты г. Гомеля

Впервые описание лишенобиоты г. Гомеля было выполнено Л. А. Кравчук в 1996 году в порядке лишеноиндикации ряда наиболее крупных городов Беларуси. В результате работы для территории г. Гомеля приводится 27 видов лишайников (в скобках указаны названия, которые приведены в [69]): *Amandinea punctata* (*Buellia punctata*), *Caloplaca cerina*, *Candelariella xanthostigma*, *E. prunastri*, *Hypocenomyce scalaris*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora allophana*, *L. carpinea*, *L. strobilina* (*Lecanora conizaea*), *L. hagenii*, *Lecidella euphorea*, *Lepraria incana*, *Melanelia glabrata* (*Melanelia fuliginosa*), *Melanohalea exasperata* (*Melanelia exasperata*), *M. exasperatula* (*Melanelia exasperatula*), *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia nigricans*, *Ph. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Ph. dubia*, *Ph. stellaris*, *Ph. tenella*, *Ph. tribacia*, *Physconia distorta*, *Xanthoria candelaria*, *X. parietina*, *X. polycarpa* [69].

Изучение видового разнообразия лишайников г. Гомеля было продолжено в ходе собственных исследований, начавшихся в 2002 г. В статье [209] нами приводится список 75 видов лишайников, в том числе 49 – новых для г. Гомеля, в статье [210] – 2 новых вида, в [574] – 1 новый вид.

Виды *Athelia arachnoidea*, *Caloplaca citrina*, *Caloplaca flavovirescens*, *Caloplaca holocarpa*, *Cladonia botrytes*, *Trapelia coarctata* и *Verrucaria muralis* впервые приводятся для г. Гомеля в настоящей работе.

К настоящему времени список видов лишайников и лишенофильных грибов г. Гомеля включает 86 видов, относящихся к 38 родам, 18 семействам, 11 порядкам, 4 классам отделов *Ascomycota* и *Basidiomycota*, что более чем в 3 раза превышает значение, приведенное в [69] и составляет 71,6 % от числа видов лишайников пригорода г. Гомеля.

Лишенобиота г. Гомеля практически полностью представлена видами класса *Lecanoromycetes* (рисунок 6). Для г. Гомеля отмечено увеличение доли видов лишайников, относящихся к классу *Lecanoromycetes* на 3,9 % относительно пригорода и на 8,1 % относительно Гомельской области.

Соотношение порядков лишенобиоты г. Гомеля существенно отличается от такового для ближайшего пригорода и области (ри-

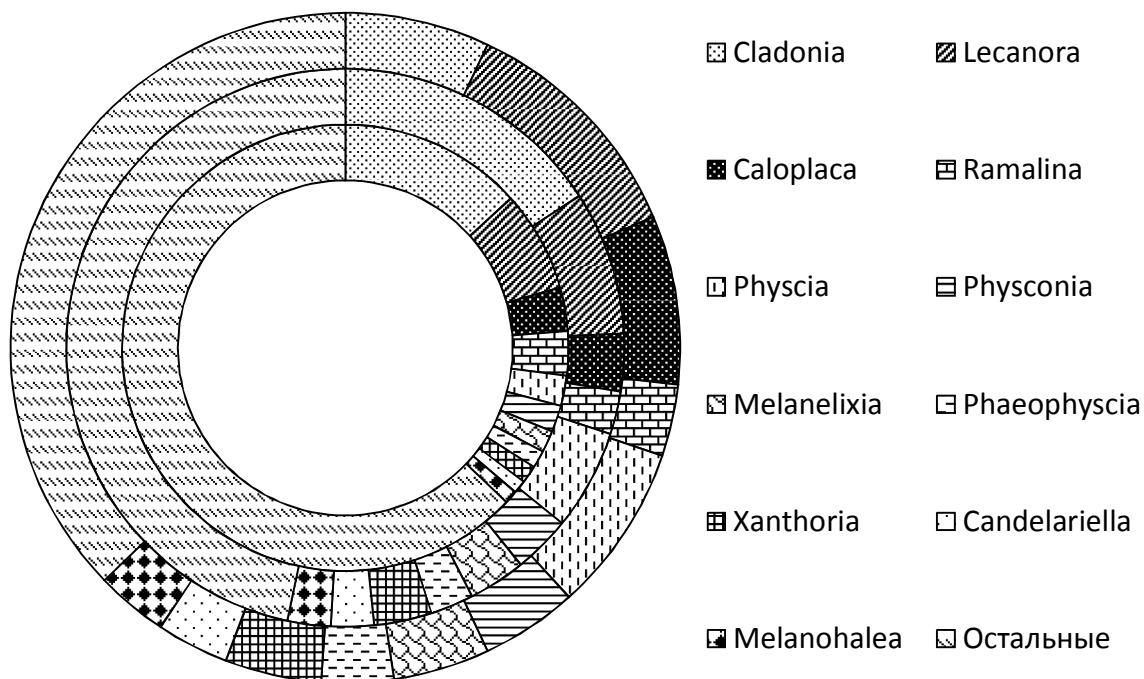
сунок 7). Отмечено существенное увеличение (в 1,5 и более раза) удельного веса порядков *Teloschistales* и *Candelariales* для биоты лишайников г. Гомеля. Представители этих порядков – типичные виды лишайносинузий антропогенно нарушенных ландшафтов. Доля порядков *Lecanorales*, а также *Peltigerales*, *Arthoniales*, *Ostropales* и *Pertusariales*, большинство видов которых приурочено к лесным биоценозам, в лишайнобиоте г. Гомеля ниже. Порядок *Pyrenulales*, представленный в лишайнобиоте пригорода, не отмечен в г. Гомеле.

Из 18 семейств, выявленных на территории г. Гомеля, 5 характеризовались видовым богатством выше среднего (включали 6 и более видов) – *Parmeliaceae*, *Physciaceae*, *Teloschistaceae*, *Lecanoraceae* и *Cladoniaceae* (рисунок 8). Среди представителей этих семейств отмечено 67 видов лишайников (77,6 %) и 23 рода (60,8 %). 11 семейств были представлены одним видом.

Ведущие семейства лишайнобиоты г. Гомеля в целом совпадают с таковыми для пригорода, но удельный вес отдельных семейств в сравниваемых лишайнобиотах отличается. Так, для г. Гомеля отмечается увеличение удельного веса семейств *Physciaceae* и *Teloschistaceae* (порядок *Teloschistales*) по отношению к лишайнобиоте пригорода.

Лишайники г. Гомеля относятся к 38 родам. Среднее число видов в роде 2,3. Видовым богатством выше среднего характеризуются 11 родов (28,9 %), объединяющих более половины видов лишайников (54 вида; 62,6 %) (рисунок 9). 22 рода – *Acarospora*, *Amandinea*, *Anaptychia*, *Athelia*, *Bacidia*, *Candelaria*, *Catillaria*, *Flavoparmelia*, *Hypocenomyce*, *Lepraria*, *Opegrapha*, *Parmelia*, *Parmelina*, *Peltigera*, *Pertusaria*, *Phlyctis*, *Pleurosticta*, *Trapelia*, *Pseudevernia*, *Usnea*, *Verrucaria*, *Vulpicida* представлены 1 видом.

Соотношение ведущих родов лишайников лишайнобиоты г. Гомеля отличается от таковых области и ближайшего пригорода. Для г. Гомеля отмечается снижение удельного веса (*Cladonia*) или исчезновение из числа ведущих (*Peltigera*) родов, характерных для слабонарушенных антропогенных или ненарушенных ландшафтов, виды которых, как правило, обитают на почве (являются эпигейными).



**Рисунок 9 – Соотношение ведущих родов г. Гомеля (внешний круг) и представленность этих родов в лишайнобиотах Гомельской области (внутренний круг) и пригорода г. Гомеля (центральный круг)**

Тенденции изменения таксономической структуры лишайников, обнаруженные при сравнении лишайнобиот Гомельской области и пригорода, сохраняются и при сравнении лишайнобиот пригорода и территории г. Гомеля. Отмечается усиление тенденции преобладания таксонов, характерных для антропогенных местообитаний и уменьшение роли таксонов, характерных для типичных лесных сообществ.

В г. Гомеле не обнаружено 48 видов (*Acrocordia gemmata*, *Arthonia dispersa*, *Arthothelium ruanum*, *Arthrosporum populorum*, *Buellia griseovirens*, *Calicium glaucellum*, *Cetraria islandica*, *Chaenotheca ferruginea*, *Ch. stemonea*, *Ch. trichialis*, *Cladonia arbuscula*, *C. arbuscula* ssp. *mitis*, *C. cenotea*, *C. cornuta*, *C. crispata*, *C. deformis*, *C. digitata*, *C. floerkeana*, *C. furcata*, *C. gracilis* ssp. *gracilis*, *C. macilenta*, *C. ochrochlora*, *C. rangiferina*, *C. subulata*, *Clypeococcum hypocenomycis*, *Coenogonium pineti*, *Cyphelium notarisii*, *Graphis scripta*, *Imshaugia aleurites*, *Lecania cyrtella*,

*L. dubitans*, *Lecanora expallens*, *L. populicola*, *L. pulicaris*, *Lepraria elobata*, *L. jackii*, *L. lobificans*, *Micarea prasina*, *Opegrapha varia*, *Parmeliopsis ambigua*, *Peltigera canina*, *P. malacea*, *P. praetextata*, *P. rufescens*, *Pertusaria amara*, *Platismatia glauca*, *Trapeliopsis granulosa*, *T. flexuosa*, *Usnea subfloridana*), 17 родов (*Acrocordia*, *Arthonia*, *Arthothelium*, *Arthrosporum*, *Buellia*, *Calicium*, *Cetraria*, *Chaenotheca*, *Clypeococcum*, *Coenogonium*, *Cyphelium*, *Graphis*, *Imshaugia*, *Lecania*, *Micarea*, *Parmeliopsis*, *Platismatia*), 7 семейств (*Arthoniaceae*, *Coenogoniaceae*, *Coniocybaceae*, *Dacampiaceae*, *Graphidaceae*, *Monoblastiaceae*, *Pilocarpaceae*), 1 порядок (*Pyrenulales*), 1 класс (*Dothideomycetes*) лишайников, отмеченных для территории пригорода. Около половины перечисленных видов являются эпигейными (*Cetraria*, *Cladonia*, *Peltigera*), что существенно ограничивает возможность их произрастания на территории города. Большинство остальных видов – эпифиты, приуроченные к мезофитным лесным биотопам (*Acrocordia*, *Arthonia*, *Arthothelium*, *Calicium*, *Chaenotheca*, *Graphis*, *Imshaugia*, *Lepraria*, *Opegrapha*, *Parmeliopsis*, *Pertusaria*, *Platismatia*, *Usnea*).

14 видов лишайников (*Acarospora toenium*, *Athelia arachnoidea*, *Bacidia bagliettoana*, *Caloplaca citrina*, *C. flavocitrina*, *C. saxicola*, *Candelaria pacifica*, *Lecanora conizaeoides*, *L. muralis*, *L. strobilina*, *Trapelia coarctata*, *Xanthomendoza fallax*, *X. fulva*, *Verrucaria muralis*), 7 родов (*Acarospora*, *Athelia*, *Bacidia*, *Candelaria*, *Trapelia*, *Xanthomendoza*, *Verrucaria*), 3 семейства (*Acarosporaceae*, *Atheliaceae*, *Verrucariaceae*), 3 порядка (*Acarosporales*, *Atheliales*, *Verrucariales*), 1 класс (*Basidiomycetes*) и 1 отдел (*Basidiomycota*) лишайников были найдены в г. Гомеле, но на территории пригорода не были обнаружены. Многие из перечисленных видов приурочены к карбонатным каменистым субстратам (*Acarospora*, *Caloplaca*, *Trapelia*, *Verrucaria*) и, с высокой степенью вероятности, будут обнаружены в пригородной зоне при обследовании соответствующих местообитаний. Некоторые виды на территории города встречаются единично (*Bacidia bagliettoana*, *Lecanora muralis*, *Xanthomendoza fulva*) и могут быть не представлены в пригородной лишенобиоте. Произрастание оставшихся видов на территории пригорода г. Гомеля представляется вполне вероятным.

Описанное видовое разнообразие лишенобиоты г. Гомеля сопоставимо с таковым для г. Пскова – 83 вида [92] и выше, чем во многих других городах. Например, для г. Уфы отмечается 27 видов лишайников [53]; для г. Астрахани – 32 [54]; для г. Благовещенска – 39 [220]; для г. Жешув (Польша) – 42 [486]; для г. Штутгарта – 63 [587]; для г. Мюнстера – 65 видов [354]. Для г. Твери отмечено 30 эпифитных видов лишайников [199]; для г. Краснодара – 45 [165]; для г. Казани – 46 [3]. По данным [143] для г. Екатеринбурга отмечается 105 видов лишайников.

Структура семейств лишенобиоты г. Гомеля является типичной для урбанолихенобиот: схожая систематическая структура лишайников наблюдается в большинстве перечисленных выше городов.

#### **4.4 Биоморфологический анализ лишайников**

Характеристика жизненных форм растений является неотъемлемой частью экологического анализа флоры [33]. Современные жизненные формы лишайников являются результатом чрезвычайно длительного процесса их адаптации к природным условиям исследуемой территории. Поэтому изучение жизненных форм лишайников является важной задачей. Для биоморфологического анализа лишенобиоты г. Гомеля нами была использована классификация жизненных форм лишайников, разработанная Н. С. Голубковой [33].

##### **4.4.1 Биоморфологический анализ лишайников Гомельской области**

Лишенобиота Гомельской области представлена биоморфами 2 отделов, 4 типов, 6 классов и 13 групп (таблица 6).

**ОТДЕЛ А. ЭНДОГЕННЫЕ (En) – 10 видов, или 3,2 %**  
**ТИП ПЛАГИОТРОПНЫЕ (Pl) – 10 видов, или 3,2 %**  
**КЛАСС НАКИПНЫЕ (Ct) – 10 видов, или 3,2 %**

Таблица 6 – Состав жизненных форм лишайников Гомельской области

Отдел	Тип	Класс	Группа	Число видов	Процент от общего числа видов	
Эндогенные (En)	Плагитропные (Pl)	Накипные (Ct)	Эндофлеоидные (Eph)	5	1,6	
			Эндоталломные (El)	5	1,6	
Эпигенные (Ep)	Плагитропные (Pl)	Накипные (Ct)	Однообразно-накипные (Cr)	140	44,5	
			Диморфные (Dm)	14	4,4	
			Чешуйчатые (Sq)	1	0,3	
		Умбиликатные (Um)	Умбиликатно-листоватые (Uf)	1	0,3	
		Листоватые (Fl)	Широколопастные ризоидальные (Ll)	12	3,8	
			Рассеченнолопастные ризоидальные (Sl)	55	17,4	
			Вздутолопастные неризоидальные (Cl)	3	1,0	
		Плагии-ортотропные (Pl-Or)	Бородавчато-или чешуйчато-кустистые (Sqf)	Шило- или сцифовидные (Sc)	38	12,1
				Кустисто-разветвленные (Fr)	11	3,5
	Ортотропные (Or)	Кустистые (Fc)	Кустистые прямостоячие (Fe)	3	1,0	
			Кустистые повисающие (Fp)	27	8,5	



**1. Группа эндофлеоидных жизненных форм (Eph)** характеризуются слоевищем, развивающимся внутри древесного субстрата. Представлена 5 видами (1,6 %): *Arthopyrenia analepta*, *Chaenotheca xyloxena*, *Leptorhaphis epidermidis*, *Sclerophora pallida* и *Xylographa parallela*.

**2. Группа эндоталломных жизненных форм (E1)** представлена 5 видами (1,6 %) лихенофильных грибов, развивающихся внутри талломов лишайников: *Athelia arachnoidea*, *Biatoropsis usnearum*, *Chaenothecopsis epithallina*, *Clypeococcum hypocenomycis* и *Sphinctrina turbinata*.

**ОТДЕЛ Б. ЭПИГЕННЫЕ (Ep) – 305 видов, или 96,8 %**

**ТИП I. ПЛАГИОТРОПНЫЕ (Pl) – 226 видов, или 71,7 %**

**КЛАСС 1 НАКИПНЫЕ (Ct) – 155 видов, или 49,2 %**

**1. Группа однообразно-накипных жизненных форм (Cr)** характеризуется однообразным по строению в центральной и периферической частях слоевищем, обладающим интеркалярным ростом. Включает 4 подгруппы, объединяющих 140 (44,5 %) видов лишайников.

**1.1. Лепрозная** подгруппа объединяет 6 видов (1,9 %): *Chrysothrix candelaris*, *Chaenotheca stemonea* и представителей рода *Lepraria* Ach. Это мезофитные жизненные формы, произрастающие на стволах деревьев, мхах, почве, растительных остатках во влажных тенистых условиях.

**1.2. Зернисто-бородавчатая** подгруппа включает 101 вид (32,1 %) – представителей родов *Arthrosporum* A. Massal., *Bacidia* De Not, *Biatora* Fr., *Calicium* Pers., *Candelariella* Müll. Arg., *Catillaria* A. Massal., *Catinaria* Vain., *Coenogonium* Ehrenb. ex Nees, *Cyphelium* Ach., *Gyalecta* Ach., *Icmadophila* Trevis., *Lecania* A. Massal., *Lecidella* Koerb., *Lithographa* Nyl., *Loxospora* A. Massal., *Micarea* Fr., *Ochrolechia* A. Massal., *Piccolia* A. Massal., *Placynthiella* Elenkin, *Porpidia* Koerb., *Scoliciosporum* A. Massal., *Strangospora* Körb., *Tephromela* M. Choisy, *Thelotrema* Ach., *Trapelia* M. Choisy, *Trapeliopsis* Hertel & Gotth. Schneid., а также некоторых видов родов *Caloplaca* Th. Fr. (*C. cerina*, *C. citrina*, *C. ferruginea*, *C. flavocitrina*, *C. flavovirescens*, *C. holocarpa*, *C. luteoalba*, *C. pyracea*), *Chaenotheca* (Th. Fr.) Th. Fr. (*Ch. chlorella*, *Ch. chrysocephala*, *Ch. ferruginea*, *Ch. furfuracea*, *Ch. phaeocephala*,

*Ch. trichialis*), *Lecanora* Ach. (*L. albella*, *L. albellula*, *L. allophana*, *L. argentata*, *L. carpineae*, *L. chlarotera*, *L. conizaeoides*, *L. crenulata*, *L. dispersa*, *L. expallens*, *L. glabrata*, *L. hagenii*, *L. impudens*, *L. intumescens*, *L. saligna*, *L. populicola*, *L. pulicaris*, *L. strobilina*, *L. subrugosa*, *L. symmicta*, *L. thysanophora*, *L. varia*), *Opegrapha* Ach. (*O. rufescens*, *O. varia*, *O. viridis*) и *Rinodina* (Ach.) Gray (*R. exigua*, *R. pyrina*, *R. sophodes*). Представители этой подгруппы являются эвритопами видами.

**1.3. Плотнокорковая** подгруппа объединяет 27 видов (8,6 %), мезофитных жизненных форм. Это представители родов *Acrocordia* A. Massal., *Amandinea* M. Choisy, *Arthonia* Ach., *Arthothelium* A. Massal., *Buellia* De Not., *Graphis* Adans., *Lecidea* Ach., *Melaspilea* Nyl., *Phlyctis* (Wallr.) Flot., *Pyrenula* Ach., *Sarea* Fr., *Thelocarpon* Nyl., *Thelotrema* Ach., *Verrucaria* Schrad, а также некоторые виды родов *Opegrapha* Ach. (*O. atra*, *O. vulgata*) и *Rinodina* (Ach.) Gray (*R. polyspora*).

**1.4. Ареолированная** подгруппа включает 6 видов (1,9 %), представителей родов *Acarospora* A. Massal., *Aspicilia* A. Massal., *Diploschistes* Norman и *Rhizocarpon* Ramond ex DC. Это типичные ксерофитные жизненные формы, поскольку, согласно [33], ареолированная форма слоевища является приспособлением лишайников к резким перепадам температуры на поверхности твердых пород в аридных регионах.

**2. Группа диморфных жизненных форм (Dm)** характеризуется слоевищем, имеющим листовидные лопасти в периферической части и накипным в центре. Включает 3 подгруппы, объединяющих 14 (4,4 %) видов лишайников.

**2.1. Радиальная** подгруппа объединяет 10 видов (3,1 %). К ней относятся представители рода *Pertusaria* DC., являющиеся в основном мезофитными жизненными формами, произрастающими в тенистых лесных условиях.

**2.2. Розеточная** подгруппа включает 3 вида лишайников (1,0 %) – плакоидных представителей рода *Caloplaca* Th. Fr. (*C. decipiens*, *C. saxicola*) и *Xanthoria elegans*.

**2.3. Лопастная** подгруппа представлена 1 видом (0,3 %) – *Lecanora muralis*. Розеточная и лопастная подгруппы объединяют ксерофитные эпилитные жизненные формы.

**3. Группа чешуйчатых жизненных форм (Sq)** характеризуется слоевищем, состоящим из чешуек, и включает 1 подгруппу и 1 вид лишайников (0,3 %).

**3.1. Однообразно-чешуйчатая** подгруппа представлена 1 видом (0,3 %) – *Hypocenomyce scalaris*.

КЛАСС 2. УМБИЛИКАТНЫЕ (Um) – 1 вид, или 0,3 %

**1. Группа умбиликатнолистоватых жизненных форм (Uf)** характеризуется слоевищем, имеющим вид пластинки и прикрепляющимся к субстрату центральной частью (гомфом). Включает 1 вид (0,3 %) – *Dermatocarpon miniatum*, эпилитный ксеротический лишайник.

КЛАСС 3. ЛИСТОВАТЫЕ (Fl) – 70 видов, или 22,2 %

**1. Группа широколопастных ризоидальных жизненных форм (Ll)** характеризуется слоевищем, имеющим вид листовидной пластики, рассеченной на широкие лопасти. Объединяет 12 видов лишайников (3,8 %), представителей родов *Lobaria* (Schreb.) Hoffm. и *Peltigera* Willd., являющихся эвритопными жизненными формами.

**2. Группа рассеченнолопастных ризоидальных жизненных форм (Sl)** характеризуется слоевищем, имеющим вид листовидной пластики, рассеченной на узкие лопасти. Объединяет 55 видов лишайников (17,4 %), представителей родов *Candelaria* A. Massal., *Cetrelia* W. L. Culb. & C. F. Culb., *Collema* F. H. Wigg., *Flavoparmelia* Hale, *Hypotrachyna* (Vain.) Hale, *Imshaugia* F. C. Mey., *Leptogium* (Ach.) Gray, *Melanelixia* O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch, *Melanohalea* O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch, *Parmelia* Ach., *Parmelina* Hale, *Parmeliopsis* (Nyl.) Nyl., *Parmotrema* A. Massal., *Phaeophyscia* Moberg, *Physcia* (Schreb.) Michaux, *Physconia* Poelt, *Platismatia* W. L. Culb. & C. F. Culb., *Pleurosticta* Petr., *Punctelia* Krog, *Tuckermannopsis* Gyeln., *Vulpicida* Mattson & M. J. Lai, *Xanthomendoza* S. Y. Kondr. & Kärnefelt, *Xanthoparmelia* (Vain.) Hale, *Xanthoria* (Fr.) Th. Fr., являющихся эвритопными жизненными формами.

**3. Группа вздутолопастных неризоидальных жизненных форм (Cl)** включает 3 вида (1,0 %) – представителей родов *Hypogymnia* (Nyl.) Nyl. и *Menegazzia* A. Massal.

**ТИП II. ПЛАГИО-ОРТОТРОПНЫЕ (Pl-Or) – 49 видов, или 15,6 %**

**КЛАСС 1. БОРОДАВЧАТО- ИЛИ ЧЕШУЙЧАТО-КУСТИСТЫЕ (S<sub>qf</sub>) – 49 видов, или 15,6 %**

Представители характеризуются бородавчатым или чешуйчато-кустистым слоевищем с вертикальными выростами различной формы. Преимущественно мезофитные лесные биоморфы.

**1. Группа шило- или сцифовидных жизненных форм (Sc)** включает 38 видов лишайников (12,1 %) – представителей рода *Cladonia* Hill ex P. Browne с шиловидными (*C. bacilliformis*, *C. botrytes*, *C. caespiticia*, *C. cariosa*, *C. coniocraea*, *C. cornuta*, *C. floerkeana*, *C. glauca*, *C. incrassata*, *C. macilenta*, *C. ochrochlora*, *C. parasitica*, *C. rei*, *C. scabriuscula*, *C. subulata*) или сцифовидными (*C. amaurocraea*, *C. carneola*, *C. cenotea*, *C. cervicornis* ssp. *verticillata*, *C. chlorophaea*, *C. coccifera*, *C. crispata*, *C. deformis*, *C. digitata*, *C. fimbriata*, *C. gracilis*, *C. humilis*, *C. macroceras*, *C. phyllophora*, *C. pleurota*, *C. pyxidata*, *C. ramulosa*, *C. squamosa*, *C. turgida*, *C. uncialis*) подециями, а также представителей родов *Baeomyces* Pers., *Dibaeis* Clem. и *Pycnothelia* Duf.

**2. Группа кустисто разветвленных жизненных форм (Fr)** включает 11 видов лишайников (3,5 %) – представителей родов *Cladonia* Hill ex P. Browne с кустисто разветвленными подециями (*C. arbuscula* ssp. *arbuscula*; ssp. *mitis*, *C. ciliata* var. *tenuis*, *C. furcata* ssp. *furcata*; ssp. *subrangiformis*, *C. portentosa*, *C. rangiferina*, *C. rangiformis*, *C. stellaris*) и *Stereocaulon* Hoffm.

**ТИП III. ОРТОТРОПНЫЕ (Or) – 30 видов, или 9,5 %**

**КЛАСС 1. КУСТИСТЫЕ (Fc) – 30 видов, или 9,5 %**

**1. Группа кустистых прямостоячих жизненных форм (Fe)** включает 3 вида (1,0 %), характеризующихся вертикально ориентированным слоевищем, прикрепляющимся к субстрату ризоидами.

**1.1. Плосколопастная** подгруппа объединяет 2 вида (0,7 %) эпигейных лишайников, представителей рода *Cetraria* Ach. (*C. ericetorum*, *C. islandica*).

**1.2. Радиальнолопастная** подгруппа включает 1 вид (0,3 %) *Cetraria aculeata*.

**2. Группа кустистых повисающих жизненных форм (Fr)** включает 27 вида лишайников (8,5 %), характеризующихся свисающим кустистым слоевищем, прикрепляющимся к субстрату псевдогомфом. Группа включает 3 подгруппы.

**2.1. Плосколопастная** подгруппа объединяет 13 видов (4,1 %) с плоским в поперечном сечении слоевищем. К ней относятся представители родов *Anaptychia* Koerb., *Pseudevernia* Zopf., а также некоторые виды рода *Evernia* Ach. и *Ramalina* Ach.

**2.2. Радиальнолопастная** подгруппа объединяет 13 видов (4,1 %) с круглым в поперечном сечении слоевищем. К ней относятся представители родов *Bryoria* Brodo & D. Hawksw., *Usnea* Dill. ex Adans., а также *Ramalina thrausta*.

**2.3. Радиально-угловатолопастная** подгруппа включает 1 вид (0,3 %) – *Evernia divaricata*.

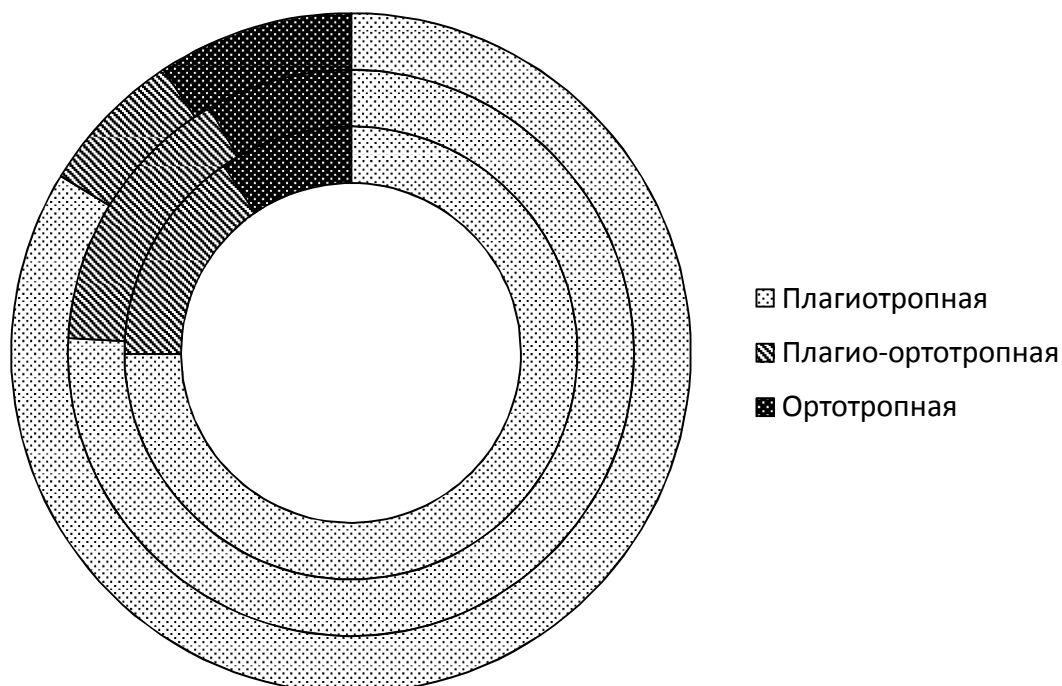
Лихенобиота Гомельской области включает большинство классов, групп и подгрупп жизненных форм, за исключением биоморф, характерных для аркто-монтанных и пустынных аридных ценозов. Наиболее представлены лишайники эпигенной плагиотропной жизненной формы (71,7 %). Соотношение между классами накипных, листоватых и кустистых лишайников примерно соответствует пропорции 2:1:1.

Среди биоморф лишайников Гомельской области преобладают эвритопные виды (182 вида, или 57,8 %). Мезофитных лесных таксонов, обитателей влажных и тенистых местообитаний, насчитывается 122 вида (38,7 %). Меньше всего в составе лихенобиоты представлены ксерофитные жизненные формы (11 видов, 3,5 %).

#### **4.4.2 Биоморфологический анализ лишайников г. Гомеля и его пригорода**

Лихенобиота **пригорода** г. Гомеля представлена биоморфами 2 отделов, 4 типов, 5 классов и 11 групп. По сравнению с лихенобиотой Гомельской области не отмечены 1 класс, 2 группы и 4 подгруппы жизненных форм. Как и для области, в пригороде

г. Гомеля наиболее представлены лишайники эпигенной плагиотропной жизненной формы (рисунок 10).



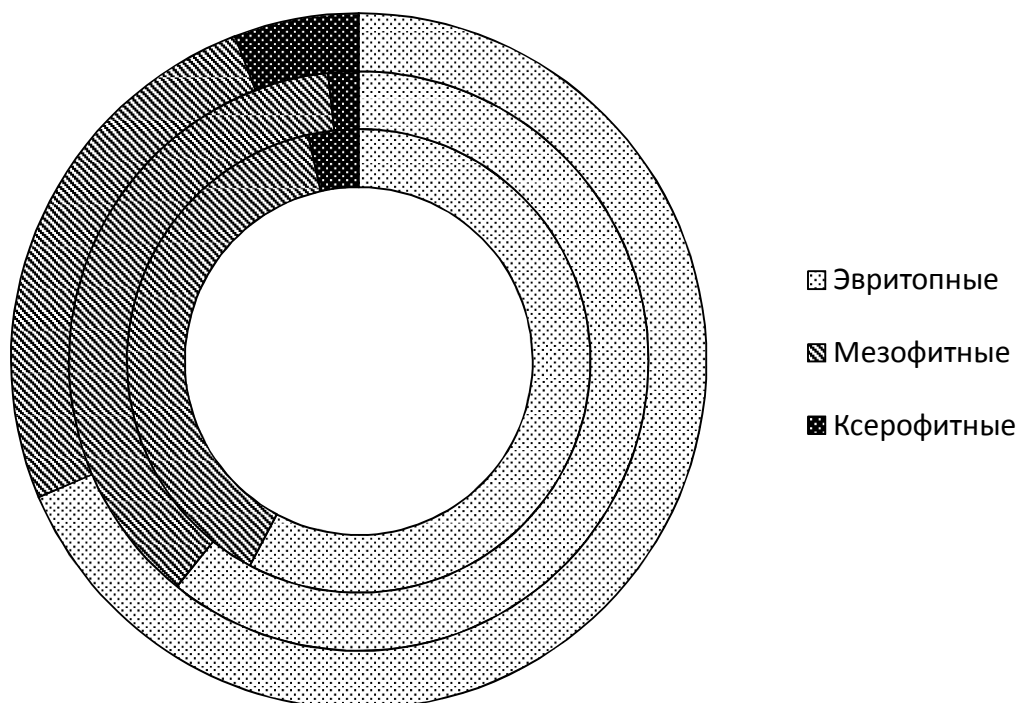
**Рисунок 10 – Процентное соотношение типов жизненных форм лишайнобиоты Гомельской области (внутренний круг), пригорода г. Гомеля (центральный круг) и г. Гомеля (внешний круг)**

Среди биоморф лишайников пригорода г. Гомеля преобладают эвритопные жизненные формы (73 вида, или 60,8 %). Мезофитных лесных таксонов, обитателей влажных и тенистых местобитаний, насчитывается 45 видов (37,5 %). Меньше всего в лишайнобиоте ксерофитных жизненных форм (2 вида, или 1,7 %). По сравнению с биотой Гомельской области отмечается незначительное увеличение доли эвритопных жизненных форм лишайников (рисунок 11).

Соотношение между классами накипных, листоватых и кустистых лишайников примерно соответствует пропорции 1:1:1.

Лишайнобиота **г. Гомеля** представлена биоморфами 2 отделов, 4 типов, 5 классов и 9 групп и включает меньшее число жизненных форм по сравнению с таковой пригорода. Не отмечены 2 группы жизненных форм. Для лишайнобиоты г. Гомеля отмечено увеличение доли видов лишайников плагиотропной эпигенной жизненной формы и уменьшение доли плагио-ортотропной жизненной формы относительно лишайнобиот пригорода г. Гомеля и

Гомельской области. Доля лишайников ортотропной жизненной формы для всех трех изучаемых территорий остается неизменной (рисунок 10).



**Рисунок 11 – Соотношение жизненных форм лишайников биоты Гомельской области (внутренний круг), пригорода г. Гомеля (центральный круг) и г. Гомеля (внешний круг)**

Преобладание плагитропных жизненных форм лишайников является характерной чертой городских лишенобиот, поскольку меньшая поверхность соприкосновения с загрязненной средой способствует большей вероятности выживания, а также уменьшается вероятность механического повреждения [103].

При сравнении лишенобиот пригорода и территории г. Гомеля сохраняются тенденции изменения таксономической структуры лишайников, обнаруженные при сравнении лишенобиот Гомельской области и пригорода (рисунок 11). Для г. Гомеля отмечается увеличение доли эвритопных жизненных форм (59 видов; 68,6 %) и уменьшение доли мезофитных жизненных форм (22 вида; 25,6 %). Доля ксерофитных жизненных форм соответствует таковой для пригорода (5 видов, или 5,8 %).

Соотношение между классами накипных, листоватых и кустистых лишайников примерно соответствует пропорции 2:2:1.

## 4.5 Географический анализ лишайников

Географический анализ лишайников отдельных регионов позволяет выделить широтные и долготные геоэлементы, важные для описания путей ее формирования. Флористико-географический анализ лишайников Гомельской области проводили по традиционной в современной лишайногеографии теоретической основе. Для этого использовали вариант классификационной системы географических элементов Н. С. Голубковой [33], в основу которой положены труды А. Н. Окснера, М. Ф. Макаревич и А. С. Лазаренко [84, 89, 124]. При анализе распространения лишайников учитывали данные [89, 125 – 133, 159, 164, 219,].

### 4.5.1 Географический анализ лишайников Гомельской области

В лишайнобиоте Гомельской области выделено 8 географических элементов: арктовысокогорный, гипоарктомонтанный, бореальный, неморальный, аридный, монтанный, субокеанический и мультizonальный. Для 5 видов лишайников – *Acarospora toenium*, *Gyalecta derivata*, *Lecidea areolata*, *Lithographa graphidioides*, *Strangospora moriformis* – географический элемент не выяснен.

**I. Арктовысокогорный элемент** объединяет виды, распространение которых связано с Арктикой и высокогорными регионами. В лишайнобиоте Гомельской области этот элемент представлен 1 видом, имеющим **голарктический тип ареала** – *Ochrolechia androgyna*.

**II. Гипоарктомонтанный элемент** объединяет виды, распространение которых связано с Арктикой и высокогорными регионами. В лишайнобиоте Гомельской области этот элемент представлен 10 видами (3,2 %).

**1. Голарктический тип ареала** характерен для 4 видов – *Bryoria chalybeiformis*, *Petrusaria lactea*, *Psilolechia lucida* и



*Stereocaulon incrustatum* встречающихся циркумполярно в Арктике и дизъюнктивно в высокогорных регионах Голарктики.

**2. Мультирегиональный тип ареала** характерен для 6 видов – *Cladonia amaurocraea*, *C. cornuta*, *C. deformis*, *C. stellaris*, *Icmadophila ericetorum*, *Parmelia saxatilis*, встречающихся дизъюнктивно в Арктике, Антарктике и высокогорьях обоих полушарий.

Лишайники гипоарктомонтанного элемента не играют большой роли в современных ценозах Гомельской области, являясь редкими видами, кроме *Cladonia cornuta*, участвующей в напочвенном покрове наряду с другими видами кладоний. Эти виды многие исследователи рассматривают климатическими реликтами раннего и среднего плиоцена (*Icmadophila ericetorum* – раннего или среднего плейстоцена) [219].

**III. Бореальный географический элемент** включает виды, центры распространения которых связаны с зоной хвойных лесов таежного типа. В лишенобиоте Гомельской области этот элемент является ведущим, объединяя 136 видов лишайников (43,2 %).

**1. Европейский тип ареала** характерен для 5 видов лишайников (3,7 % от числа видов бореального элемента) – *Bacidia vermifera*, *Lecanora albellula*, *L. expallens*, *Loxospora elatina*, *Placynthiella dasaea*. Распространение этих видов связано с зоной бореальных хвойных лесов Европы.

**2. Евразийский тип ареала** включает 2 вида лишайников (1,5 % от числа видов бореального элемента) – *Lecanora saligna* и *Peltigera neckeri*.

**3. Голарктический тип ареала** свойственен 66 видам лишайников (48,5 % от числа видов бореального элемента) – *Arthrosporium populorum*, *Bacidia hegetschweileri*, *B. herbarum*, *B. igniarii*, *Biatora tetramera*, *Bryoria capillaris*, *B. furcellata*, *Buellia schaereri*, *Catinaria atropurpurea*, *Chaenotheca furfuracea*, *Ch. stemonea*, *Ch. trichialis*, *Chaenothecopsis epithallina*, *Cladonia bacilliformis*, *C. ciliata* var. *tenuis*, *C. humilis*, *C. incrassata*, *C. ramulosa*, *C. turgida*, *Clypeococcum hypocenomycis*, *Cyphelium notarisii*, *C. tigilare*, *Evernia divaricata*, *E. mesomorpha*, *Hypocenomyce scalaris*, *Hypogymnia tubulosa*, *Imshaugia aleurites*, *Lecania cyrtella*, *L. dubitans*, *L. naegelii*, *Lecanora conizaeoides*, *L. impudens*, *L. popu-*

*licola*, *L. strobilina*, *L. symmicta*, *Leptorhaphis epidermidis*, *Lepraria elobata*, *L. jackii*, *Melanelixia subargentifera*, *M. subaurifera*, *Melanohalea exasperatula*, *M. olivacea*, *Micarea nitschkeana*, *M. tuberculata*, *Ochrolechia arborea*, *Parmeliopsis ambigua*, *Peltigera lepidophora*, *Pertusaria multipuncta*, *Phaeophyscia ciliata*, *Placynthiella hyporhoda*, *P. icmalea*, *P. oligotropha*, *P. uliginosa*, *Pycnothelia papillaria*, *Ramalina thrausta*, *Rhizocarpon lavatum*, *Sarea resinae*, *Scoliosporum chlorococcum*, *Thelocarpon laureri*, *Trapeliopsis flexuosa*, *T. granulosa*, *Usnea filipendula*, *U. glabrescens*, *U. hirta*, *Xanthoria polycarpa*, *Xylographa parallela*, распространение которых связано с зоной бореальных хвойных лесов Голарктики.

**4. Мультирегиональный тип ареала** включает 63 вида лишайников (46,3 % от числа видов бореального элемента) – *Amandinea punctata*, *Bacidina phacodes*, *Baeomyces rufus*, *Bryoria fuscescens*, *B. implexa*, *Calicium abietinum*, *C. glaucellum*, *C. lenticulare*, *C. salicinum*, *C. trabinellum*, *C. viride*, *Cetraria aculeata*, *C. ericetorum*, *C. islandica*, *Chaenotheca chrysocephala*, *Ch. ferruginea*, *Ch. phaeocephala*, *Ch. xyloxena*, *Cladonia arbuscula*; ssp. *mitis*, *C. botrytes*, *C. caespiticia*, *C. cariosa*, *C. carneola*, *C. cenotea*, *C. cervicornis* ssp. *verticillata*, *C. coccifera*, *C. coniocraea*, *C. crispata*, *C. digitata*, *C. floerkeana*, *C. furcata* ssp. *furcata*, *C. glauca*, *C. gracilis* ssp. *gracilis*, *C. macilenta*, *C. macroceras*, *C. ochrochlora*, *C. phyllophora*, *C. pleurota*, *C. rangiferina*, *C. rangiformis*, *C. rei*, *C. scabriuscula*, *C. squamosa*, *C. uncialis*, *Dibaeis baeomyces*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora varia*, *Micarea prasina*, *Parmeliopsis hyperopta*, *Peltigera didactyla*, *P. malacea*, *P. neopolydactyla*, *P. polydactylon*, *Platismatia glauca*, *Pseudevernia furfuracea*, *Ramalina dilacerata*, *Stereocaulon condensatum*, *S. paschale*, *S. tomentosum*, *Tuckermannopsis chlorophylla*, *T. sepincola*, *Usnea subfloridana*, *Vulpicida pinastri*, распространение которых связано с зоной бореальных хвойных лесов и холодно-умеренных широт обоих полушарий.

Бореальные лишайники широко распространены на территории Гомельской области. Многие виды рода *Cladonia* являются доминантами почвенного покрова песков и супесей. *Hypogymnia physodes* и *Pseudevernia furfuracea* – компоненты большинства эпифитных лишайносинузий. Редкими видами являются *Peltigera polydactylon*, а также представители родов *Bryoria*, *Calicium*. Ви-

ды *Cladonia caespiticia*, *Evernia divaricata*, *Parmeliopsis hyperopta* и *Ramalina thrausta* занесены в 3-е издание Красной книги Республики Беларусь.

По данным [89, 219] виды бореального географического элемента очень разнообразны в историческом отношении, а сам элемент имеет сложный и древний генезис. Преобладание бореальных видов в лишенобиоте Гомельской области можно объяснить большим количеством искусственных посадок лесных массивов *Pinus sylvestris*.

**IV. Неморальный географический элемент** включает виды, центры распространения которых связаны с зоной широколиственных лесов. В лишенобиоте Гомельской области этот элемент представлен 89 видами лишайников (28,2 %).

**1. Европейский тип ареала** характерен для 5 видов (5,6 % от числа видов неморального элемента) – *Arthonia spadicea*, *Chaenotheca chlorella*, *Ramalina baltica*, *R. obtusata*, *Usnea barbata*, ареалы которых связаны с зоной широколиственных лесов Западной и Восточной Европы.

**2. Палеарктический тип ареала** характерен для 2 видов (2,2 % от числа видов неморального элемента) – *Lecania koerberiana*, *Pleurosticta acetabulum*, распространение которых связано с широколиственными лесами Евразии и Северной Африки.

**3. Евразийский тип ареала** свойственен для 6 видов (6,8 % от числа видов неморального элемента) – *Arthothelium ruanum*, *Lecanora glabrata*, *L. intumescens*, *Pertusaria coronata*, *Ramalina fastigiata*, *Rinodina polyspora*, распространенными преимущественно в зоне широколиственных лесов Евразии.

**4. Европейско-американский тип ареала** характерен для 2 видов (2,2 % от числа видов неморального элемента) – *Lecania cyrtellina* и *Phlyctis agelaea*. Ареал этих видов объединяет зоны листопадных лесов Европы и Северной Америки.

**5. Голарктический тип ареала** свойственен для 28 видов (31,5 % от числа видов неморального элемента) – *Arthonia punctiformis*, *Calicium adpersum*, *Caloplaca luteoalba*, *Candelariella xanthostigma*, *Cetrelia olivetorum*, *Lecanora chlorotera*, *L. subrugosa*, *L. thysanophora*, *Melanelixia fuliginosa*, *Melanelixia glabrata*, *Melanohalea exasperata*, *Melaspilea gibberulosa*, *Ochrolechia parallela*, *Opographa viridis*, *Parmotrema stuppeum*, *Pertusaria amara*,

*P. coccodes*, *P. trachythallina*, *Phaeophyscia nigricans*, *Phlyctis argena*, *Physcia tenella*, *Physconia detersa*, *P. enteroxantha*, *P. grisea*, *P. perisidiosa*, *Piccolia ochrophora*, *Rinodina pyrina*, *Sphinctrina turbinata*, распространенных преимущественно в зоне широколиственных лесов Голарктики.

**6. Мультирегиональный тип ареала** характерен для 46 видов лишайников (51,7 % от числа видов неморального элемента) – *Acrocordia gemmata*, *Anaptychia ciliaris*, *Arthonia dispersa*, *A. radiata*, *Arthopyrenia analepta*, *Bacidia laurocerasi*, *B. rubella*, *Biatora globulosa*, *Candelaria pacifica*, *Catillaria nigroclavata*, *Cladonia parasitica*, *Evernia prunastri*, *Flavoparmelia caperata*, *Graphis scripta*, *Hypotrachyna revoluta*, *Lecanora albella*, *L. allophana*, *L. argentata*, *L. carpinea*, *Leptogium rivulare*, *Lobaria pulmonaria*, *Melanelixia glabra*, *Ochrolechia pallescens*, *Opegrapha atra*, *O. rufescens*, *O. varia*, *Parmelina tiliacea*, *Parmotrema chinense*, *Pertusaria albescens*, *P. leioplaca*, *P. pertusa*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Ph. aipolia*, *Ph. stellaris*, *Physconia distorta*, *Punctelia subrudecta*, *Pyrenula nitida*, *P. nitidella*, *Ramalina calicaris*, *R. farinacea*, *R. fraxinea*, *Sclerophora pallida*, *Xanthomendoza fallax*, *Xanthoparmelia verruculifera*, *Xanthoria parietina*, распространенных в зоне листопадных лесов обоих полушарий.

Отдельные неморальные виды лишайников являются частыми и широко распространены на территории Гомельской области. Представители родов *Physcia*, *Phaeophyscia*, а также *Xanthoria parietina* являются основными компонентами лихеносинузий в городах, составляя синантропное ядро; *Evernia prunastri* представлена в большинстве эпифитных лихеносинузий.

Большинство видов лишайников неморального элемента являются редкими, а *Calicium adpersum*, *Cetrelia cetrariodes*, *C. olivetorum*, *Chaenotheca chlorella*, *Hypotrachyna revoluta*, *Lobaria pulmonaria*, *Parmotrema stuppeum*, *Punctelia subrudecta* занесены в 3-е издание Красной книги Республики Беларусь.

Неморальный элемент является вторым по количеству видов после бореального для изучаемой лихенобиоты. Это соответствует географическому положению Гомельской области и подтверждает ее переходный характер.

**V. Аридный географический элемент** объединяет виды, распространение которых связано с сухими аридными областями.

В лишенобиоте Гомельской области этот элемент представлен 3 видами и 1 подвидом (1,0 %).

**1. Голарктический тип ареала** свойственен 2 видам лишайников – *Collema limosum*, *Verrucaria fusca* и 1 подвиду – *Cladonia furcata* ssp. *subrangiformis*, распространение которых связано с аридными областями Голарктики.

**2. Мультирегиональный тип ареала** характерен для 1 вида *Xanthoparmelia pulla*, распространенного в аридных областях обоих полушарий.

Лишайники аридного географического элемента не играют большой роли в ценозах Гомельской области, являясь редкими (*Collema limosum*, *Xanthoparmelia pulla*) или встречающимися как один из компонентов напочвенного лишенопокрова (*Cladonia furcata* ssp. *subrangiformis*).

**VI. Монтанный географический элемент** включает виды, центры распространения которых связаны с лесными поясами гор. В лишенобиоте Гомельской области этот элемент представлен 12 видами лишайников (3,8 %).

**1. Европейский тип ареала** характерен для 1 вида *Arthonia fuliginosa*, рассеянно встречающегося невысоко в горах Европы.

**2. Евразийский тип ареала** свойственен для 2 видов лишайников – *Leptogium subtile*, *Usnea florida*, распространенных в горно-лесных поясах Евразии.

**3. Голарктический тип ареала** характерен для 2 видов лишайников – *Opegrapha vulgata*, *Physconia leucoleiptes*, встречающихся преимущественно в горах, редко – на равнинах Евразии.

**4. Мультирегиональный тип ареала** характерен для 7 видов лишайников – *Coenogonium pineti*, *Lecidella anomaloides*, *Lobaria scrobiculata*, *Menegazzia terebrata*, *Peltigera horizontalis*, *Pertusaria alpina*, *Thelotrema lepadinum*, распространенных в горных регионах обоих полушарий.

Все виды лишайников монтанного элемента являются редкими или крайне редкими на территории Гомельской области, а виды *Leptogium subtile*, *Menegazzia terebrata*, *Peltigera horizontalis*, *Usnea florida* занесены в 3-е издание Красной книги Республики Беларусь. *Lobaria scrobiculata*, вероятно, является видом, полностью исчезнувшим на территории Беларуси (вклю-

чена в «черный» список видов). Монтанные виды лишайников являются реликтами раннего и среднего плейстоцена.

**VII. Субокеанический географический элемент** представлен видами, распространение которых связано с океаническими и субокеаническими регионами. Включает 2 вида (0,6 %) с **голарктическим типом ареала** – *Bryoria subcana*, *Cladonia portentosa*.

Виды субокеанического элемента не существенно представлены в лишайнобиоте Гомельской области, тем не менее, отражая разнообразие природных условий региона.

**VIII. Мультизональный географический элемент** объединяет виды, широко распространенные во многих растительно-климатических зонах. В лишайнобиоте Гомельской области этот элемент представлен 57 видами лишайников (18,1 %).

**1. Европейский тип ареала** характерен для 1 вида (1,8 % от числа видов мультизонального элемента) – *Caloplaca flavocitrina*. Следует отметить, что географическое распространение этого вида недостаточно изучено.

**2. Евразийский тип ареала** характерен для 1 вида (1,8 % от числа видов мультизонального элемента) – *Aspicilia cinerea*, встречающегося во всех растительно-климатических зонах в пределах Евразии.

**3. Голарктический тип ареала** представлен 19 видами (33,3 % от числа видов мультизонального элемента) – *Acarospora fuscata*, *Athelia arachnoidea*, *Bacidia bagliettoana*, *Caloplaca citrina*, *C. decipiens*, *Chrysothrix candelaris*, *Dermatocarpon miniatum*, *Diploschistes muscorum*, *Lecanora crenulata*, *L. hagenii*, *L. muralis*, *Lecidella euphorea*, *Lepraria lobificans*, *Peltigera praetextata*, *Phaeophyscia sciastra*, *Rinodina sophodes*, *Verrucaria muralis*, *V. nigrescens*, *Xanthomendoza fulva*, встречающимися во всех растительно-климатических зонах Голарктики.

**4. Мультирегиональный тип ареала** свойственен 36 видам (63,1 % от числа видов мультизонального элемента) – *Biatoropsis usnearum*, *Buellia disciformis*, *B. griseovirens*, *Caloplaca cerina* var. *cerina*, *C. ferruginea*, *C. flavovirescens*, *C. holocarpa*, *C. pyracea*, *C. saxicola*, *Candelariella aurella*, *C. vitellina*, *Cladonia chlorophaea*, *C. fimbriata*, *C. pyxidata*, *C. subulata*, *Diploschistes scruposus*, *Lecanora dispersa*, *L. pulicaris*, *Lecidella elaeochroma*,

*Lepraria incana*, *Leptogium gelatinosum*, *Parmelia sulcata*, *Peltigera canina*, *P. rufescens*, *Physcia caesia*, *Ph. dubia*, *Ph. tribacia*, *Porpidia crustulata*, *Ramalina pollinaria*, *R. subfarinacea*, *Rinodina exigua*, *Tephromela atra*, *Trapelia coarctata*, *Xanthoparmelia conspersa*, *Xanthoria candelaria*, *X. elegans*, произрастающих во многих растительно-климатических зонах обоих полушарий.

Мультизональные виды преимущественно являются широко распространенными лишайниками (представители родов *Caloplaca*, *Candelariella*, *Lecanora*, *Parmelia*, *Xanthoria* и др.) за исключением единичных видов (*Dermatocarpon miniatum*, *Leptogium gelatinosum*), являющимися крайне редкими.

Распределение видов лишайников Гомельской области по географическим элементам представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Состав географических элементов лишайников Гомельской области

Элемент	Тип ареала						Всего видов	Процент от общего числа
	Европейский	Палеарктический	Евразийский	Европейско-американский	Голарктический	Мультирегиональный		
Арктовысокогорный	–	–	–	–	1	–	1	0,3
Гипоарктомонтанный	–	–	–	–	4	6	10	3,2
Бореальный	5	–	2	–	66	63	136	43,2
Неморальный	5	2	6	2	28	46	89	28,2
Аридный	–	–	–	–	2	1	3	1,0
Монтанный	1	–	2	–	2	7	12	3,8
Субокеанический	–	–	–	–	2	–	2	0,6
Мультизональный	1	–	1	–	19	36	57	18,1
Всего видов	12	2	11	2	124	159	310	98,4
Процент от общего числа	3,8	0,6	3,5	0,6	39,4	50,5	98,4	–

В Гомельской области преобладают виды лишайников, относящиеся к бореальному (136 видов; 43,2 %) и неморальному (89 видов; 28,2 %) элементам. Вместе с лишайниками мультizonального элемента (57 видов; 18,1 %) они составляют основное ядро биоты. Доминирование бореальных лишайников является характерной чертой для лишайнобиоты Беларуси [38]. Следует отметить крайне низкий удельный вес видов лишайников, относящихся к аридному географическому элементу (3 вида; 1,0 %).

На основе анализа регионального распространения лишайников Гомельской области выделены 6 типов ареалов (таблица 7). Значительно участие видов, имеющих обширные типы ареалов – мультireгиональный (159 видов; 50,5 %) и голарктический (124 вида; 39,4 %). Число видов, имеющих ограниченные ареалы (европейский, палеарктический, евразийский, европейско-американский) невелико (27 видов; 8,5 %). Следовательно, специфичность лишайнобиоты низкая.

Таким образом, лишайнобиоту Гомельской области можно охарактеризовать как неморально-бореальную с участием мультizonальных видов, обладающую низкой специфичностью.

#### **4.5.2 Географический анализ лишайников Гомельской городской агломерации**

В лишайнобиоте пригорода г. Гомеля выделено 5 географических элементов: гипоарктомонтанный, бореальный, неморальный, монтанный и мультizonальный. Представители 3 географических элементов (аридный, субокеанический, арктовысокогорный), отмеченные для Гомельской области, в пригороде г. Гомеля отсутствуют.

Географическая структура лишайнобиоты г. Гомеля еще беднее. В ней выделено 3 географических элемента: бореальный, неморальный, и мультizonальный. Для 1 вида лишайников – *Acarospora toenium* – географический элемент не выяснен.

Распределение видов лишайников пригорода и территории г. Гомеля по географическим элементам представлено в таблицах 8 и 9 соответственно.



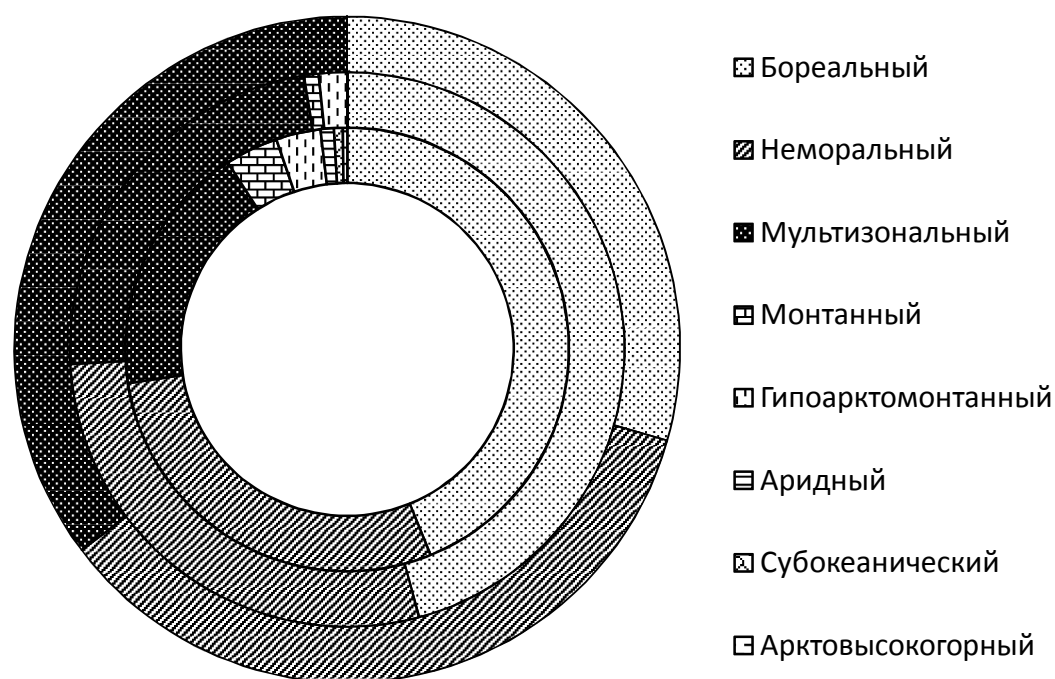
Таблица 8 – Состав географических элементов лишайников пригорода г. Гомеля

Элемент	Тип ареала					Всего видов	Процент от общего числа
	Европейский	Палеарктический	Евразиатский	Голарктический	Мультирегиональный		
Гипоарктомонтанный	–	–	–	–	2	2	1,7
Бореальный	1	–	–	25	29	55	45,9
Неморальный	–	1	1	10	22	34	28,3
Монтанный	–	–	–	–	1	1	0,8
Мультизональный	–	–	–	6	22	28	23,3
Всего видов	1	1	1	41	76	120	100
Процент от общего числа	0,8	0,8	0,8	34,2	63,4	100	–

Таблица 9 – Состав географических элементов лишайников г. Гомеля

Элемент	Тип ареала				Всего видов	Процент от общего числа
	Европейский	Палеарктический	Голарктический	Мультирегиональный		
Бореальный	–	–	13	12	25	29,0
Неморальный	–	1	9	20	30	34,9
Мультизональный	1	–	10	19	30	34,9
Всего видов	1	1	29	51	85	98,8
Процент от общего числа	1,2	1,2	37,2	59,2	98,8	–

Географическая структура лишенобиоты пригорода г. Гомеля сходна с таковой Гомельской области (рисунок 12). В пригороде отмечено преобладание видов лишайников, относящихся к бореальному и неморальному элементам. Доля видов лишайников мультизонального элемента в лишенобиоте пригорода на 5,2 % выше, чем в таковой Гомельской области.



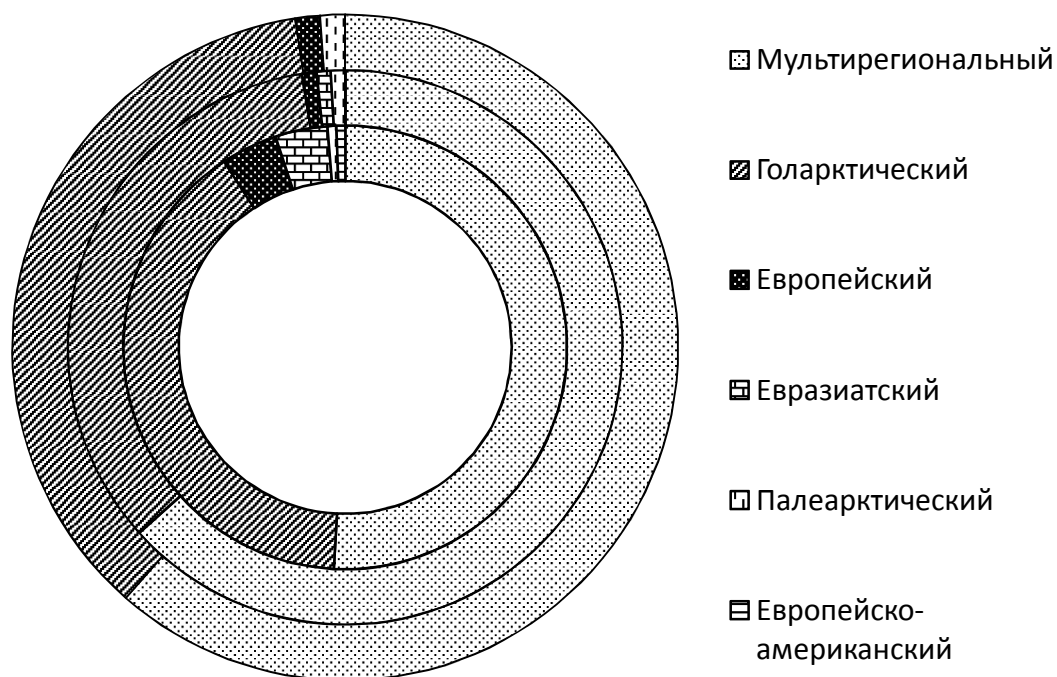
**Рисунок 12 – Сравнение географической структуры лишайников Гомельской области (внутренний круг), пригорода г. Гомеля (центральный круг) и г. Гомеля (внешний круг)**

Географическая структура лишенобиоты г. Гомеля отличается от таковой как для ближайшего пригорода, так и для Гомельской области. В отличие от пригорода и области, в лишенобиоте г. Гомеля отмечается преобладание видов лишайников, относящихся к неморальному и мультизональному (по 30 видов; 34,9 %) географическим элементам. Доля видов лишайников бореального элемента, преобладающего в лишенобиотах пригорода г. Гомеля и Гомельской области, наименьшая и составляет 29,0 % (25 видов).

Преобладание неморального элемента над бореальным является типичной чертой современных городских ландшафтов и

согласуется с данными как по высшим растениям, так и по лишайникам и свидетельствует о ксерофитизации урбанолихенобиот по сравнению с естественными биотами регионов [103].

Сравнение ареалогической структуры лишайнобиот Гомельской области, пригорода и территории г. Гомеля отражено на рисунке 13.



**Рисунок 13 – Сравнение ареалогической структуры лишайников Гомельской области (внутренний круг), пригорода г. Гомеля (центральный круг) и г. Гомеля (внешний круг)**

Ареалогическая структура лишайнобиоты пригорода г. Гомеля сходна с таковой для г. Гомеля и значительно беднее, чем области. Так, для пригорода не отмечены лишайники с европейско-американским, для г. Гомеля – с европейско-американским и евразийским ареалами, а доли видов лишайников с мультирегиональным типом ареала существенно выше, чем в лишайнобиоте Гомельской области. Удельный вес видов, имеющих ограниченные ареалы (европейский, палеарктический, евразийский и европейско-американский) для пригорода (3 вида, 3,5 %) и территории г. Гомеля (2 вида, 2,3 %) заметно ниже, чем для Гомельской области (29 видов, 9,2 %).

Таким образом, географическая структура лишенобиоты пригорода г. Гомеля полностью соответствует таковой Гомельской области и может быть охарактеризована как неморально-бореальная с участием мультizonальных видов, обладающая низкой специфичностью. Лишенобиота г. Гомеля может быть охарактеризована как мультizonально-неморальная с участием бореальных видов, обладающая низкой специфичностью.

Лишенобиота г. Гомеля сходна с биотой лишайников ближайшего пригорода по видовому составу, основным флористическим спектрам, что дает основание рассматривать ее как антропогенно измененный вариант естественной лишенобиоты, сохраняющий основные ее черты в систематическом, ареалогическом составе и в спектре жизненных форм.

## 5 ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭПИФИТНЫХ ЛИШАЙНИКОВ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ГОМЕЛЯ

Основываясь на данных о видовом составе лишайников и их распространенности можно судить об экологической обстановке региона исследований.

Для оценки загрязненности воздуха лихенологами часто используются различные индексы – полеотолерантности (I.P.), атмосферной чистоты (I.A.P.), степени качества воздуха (LGW), развития эпифитных лишайников (ИРЭЛ) и др. [16]. С их помощью построены карты многих городов Европы. Вместе с тем сами авторы этих методов отмечают серьезные их недостатки. Это определенная субъективность при отнесении вида к классу полеотолерантности, трудности в обеспечении гомогенности исследуемых участков, необходимость значительных затрат времени, и нек. др. [120]. Вместе с этим точность этих методов невысока [271]. Как указывается в [16], сами авторы индекса I.A.P. Леблан и Деслувер после анализа всей имеющейся у них информации подтвердили, что их индекс по точности схож с наиболее простым методом оценки видового разнообразия [402]. Леблан заключил, что карты распространения видов являются столь же полными и емкими как и те, что получены с помощью более сложных и трудоемких индексов. Аналогичные заключения сделали и другие исследователи [16].

Для построения лишайнокарт г. Гомеля в наших исследованиях мы также решили использовать индекс общего числа эпифитов. Для этого учитывается общее число видов эпифитных лишайников, встреченных в одной площадке исследования.

В качестве объектов исследования были выбраны листоватые и кустистые эпифитные лишайники, произрастающие на территории г. Гомеля.

Использование исключительно эпифитной биоты в экологических лишайноиндикационных исследованиях стало общеприменимым [16, 345] и используется при расчете всех лишайноиндикационных индексов. Это связано с тем, что эпигейная лишайнобиота городов развита слабо из-за малого числа подходящих мест произрастания и высокой степени влияния фактора вытаптывания.

Местообитания же эпилитных лишайников сильно различаются по освещенности и, как следствие, по температуре и влажности. Этот факт делает сравнительную характеристику параметров эпилитных лишайников из различных местообитаний нерепрезентативной.

Для исследования нами были выбраны листоватые и кустистые формы лишайников. Для того, чтобы методы лишеномониторинга было легко адаптировать для широкого применения крайне важно, чтобы виды лишайников, выбранные в качестве объектов исследования, было легко заметить, легко идентифицировать (в том числе и в полевых условиях) и при необходимости без труда отделить от субстрата.

Поскольку определение видов накипных лишайников возможно только специалистами в лабораторных условиях, рекомендовать накипные виды в качестве объектов для методики оценки загрязненности среды не представляется целесообразным.

## **5.1 Оценка встречаемости видов листоватых и кустистых эпифитных лишайников на территории г. Гомеля**

Оценку встречаемости эпифитных лишайников проводили по результатам натурных исследований 2002–2007 гг., в ходе которых, помимо полевых описаний, отбора образцов для анализа, отмечали вид форофита, на котором лишайник был найден.

Ниже приведен список видов листоватых и кустистых эпифитных лишайников с указанием видов деревьев, на которых определенный вид был отмечен (таблица 10). Арабскими цифрами приводятся номера площадок исследования, на которых присутствует данный вид лишайника (рисунок 5). Римские цифры соответствуют частоте встречаемости вида (доля площадок, где встречаются лишайники, от общего числа исследованных площадок на территории города): I – единично, II – редко (2–20 %), III – обычно (21–60 %), IV – часто (>61 %) [103]. Виды лишайников приводятся в порядке возрастания частоты их встречаемости на территории г. Гомеля.

Таблица 10 – Встречаемость листоватых и кустистых видов эпифитных лишайников на территории г. Гомеля

Вид лишайника	Вид дерева	Номера площадок исследования	Частота встречаемости
1	2	3	4
<i>Cladonia carneola</i>	<i>Quercus robur</i>	50	I
<i>C. fimbriata</i>	<i>Quercus robur</i>	50	I
<i>Evernia mesomorpha</i>	<i>Tilia cordata</i>	23	I
<i>Ramalina farinacea</i>	<i>Betula pendula</i>	50	I
<i>Tuckermannopsis sepincola</i>	<i>Betula pendula</i>	34	I
<i>Vulpicida pinastri</i>	<i>Tilia cordata</i>	96	I
<i>Xanthomendoza fulva</i>	<i>Salix alba, Tilia cordata</i>	22	I
<i>Melanelixia glabra</i>	<i>Acer platanoides, Tilia cordata</i>	5, 36	I
<i>Ramalina fraxinea</i>	<i>Acer platanoides, Tilia cordata</i>	78, 134	I
<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i>	<i>Tilia cordata</i>	120, 132	I
<i>Anaptychia ciliaris</i>	<i>Fraxinus excelsior, Quercus robur, Tilia cordata</i>	24, 55, 116	II
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	<i>Tilia cordata</i>	92, 115, 135	II
<i>Melanohalea olivacea</i>	<i>Acer platanoides, A. saccharinum, Betula pubescens, Tilia cordata</i>	7, 32, 59, 137	II
<i>Physconia detersa</i>	<i>Acer platanoides, Betula pendula, Tilia cordata</i>	15, 72, 122, 129	II
<i>Ramalina pollinaria</i>	<i>Acer saccharinum, Betula pendula, Quercus robur</i>	6, 24, 42, 134	II

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4
<i>Usnea hirta</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i> , <i>Tilia cordata</i>	27, 92, 115, 117, 128	II
<i>Cladonia coniocraea</i>	<i>Alnus glutinosa</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Tilia cordata</i>	11, 22, 65, 103, 119, 136	II
<i>Flavoparmelia caperata</i>	<i>Acer platanoides</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Tilia cordata</i>	1, 22, 41, 107, 116, 119, 126	II
<i>Cladonia chlorophaea</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Quercus robur</i>	6, 7, 16, 24, 33, 71, 79, 119	II
<i>Melanelixia subargentifera</i>	<i>Acer platanoides</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Populus alba</i> , <i>Tilia cordata</i> , <i>Ulmus glabra</i>	5–7, 12, 15, 50, 52, 128, 136	II
<i>Melanohalea exasperata</i>	<i>Acer platanoides</i> , <i>A. saccharinum</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Tilia cordata</i>	1, 5, 31, 33, 34, 37, 82, 90, 116, 120	II
<i>Physcia aipolia</i>	<i>Acer platanoides</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Populus alba</i> , <i>P. balsamifera</i> , <i>P. nigra</i> , <i>Tilia cordata</i>	1–3, 6, 9, 12, 27, 47, 72, 134	II
<i>Pleurosticta acetabulum</i>	<i>Acer negundo</i> , <i>A. platanoides</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Populus balsamifera</i> , <i>P. nigra</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Tilia cordata</i>	4, 5, 8, 24, 29, 38, 39, 41, 92, 97, 111, 115, 136	II
<i>Candelaria pacifica</i>	<i>Acer platanoides</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Tilia cordata</i>	6, 24, 38, 55, 70, 95, 101, 115, 117, 126, 128, 131, 132, 136	II
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	<i>Alnus glutinosa</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>B. pubescens</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Tilia cordata</i>	1, 13, 19, 20, 24, 68, 71, 79, 109, 119, 127, 129, 135, 136	II



Продолжение таблицы 10

1	2	3	4
<i>Xanthomendoza fallax</i>	<i>Acer platanoides, Aesculus hippocastanum, Fraxinus excelsior, Populus alba, Robinia pseudoacacia, Tilia cordata, Ulmus glabra</i>	5, 6, 12, 13, 50, 52, 68, 70, 111, 117, 135–138	II
<i>Xanthoria candelaria</i>	<i>Acer platanoides, Aesculus hippocastanum, Betula pendula, B. pubescens, Fraxinus excelsior, Populus nigra, Quercus robur, Tilia cordata</i>	26, 43, 50, 69, 79, 83, 84, 93, 102, 106, 109, 124, 130, 136, 138	II
<i>Melanelixia glabratula</i>	<i>Acer platanoides, A. saccharinum, Alnus glutinosa, Betula pendula, B. pubescens, Prunus domestica, Quercus robur, Tilia cordata</i>	1, 7, 9, 11–13, 19, 24, 33, 42, 59, 63, 70, 120, 132, 134, 137, 139	II
<i>Phaeophyscia ciliata</i>	<i>Acer negundo, Aesculus hippocastanum, Alnus glutinosa, Fraxinus excelsior, Populus balsamifera, P. nigra, P. tremula, Quercus robur, Salix alba, Tilia cordata</i>	1, 22, 26, 27, 37, 43–48, 54, 55, 57, 84, 91, 97, 98	II
<i>Physconia grisea</i>	<i>Acer platanoides, A. saccharinum, Aesculus hippocastanum, Betula pendula, Fraxinus excelsior, Quercus robur, Tilia cordata, Ulmus glabra</i>	2–5, 8, 12, 13, 23, 24, 31, 33, 35, 36, 42, 44, 45, 50, 52, 56, 65, 68, 71, 83, 108, 136	II
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	<i>Acer platanoides, A. saccharinum, Betula pendula, B. pubescens, Prunus domestica, Quercus robur, Salix caprea, Sorbus aucuparia, Tilia cordata</i>	1, 24, 25, 32–34, 37, 38, 41–43, 46, 53, 56, 59, 61–63, 71, 73, 77, 92, 95, 107, 111, 115–117, 119–121, 132, 134–136	III

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4
<i>Parmelina tiliacea</i>	<i>Acer platanoides</i> , <i>Aesculus hippocastanum</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>B. pubescens</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Populus balsamifera</i> , <i>P. nigra</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Tilia cordata</i>	1, 3, 5–8, 10, 11, 13–16, 22–24, 26, 30, 42–44, 48, 56, 57, 60, 68, 71, 73, 77, 82, 87, 90, 92, 98, 101, 103, 104, 106, 115–118, 120, 125–127, 131, 135, 136, 138, 139	III
<i>Physcia caesia</i>	<i>Acer platanoides</i> , <i>A. saccharinum</i> , <i>Aesculus hippocastanum</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>B. pubescens</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>Populus balsamifera</i> , <i>Prunus domestica</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Salix caprea</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Tilia cordata</i>	1–23, 28, 29, 35, 36, 38–40, 43–46, 48–53, 55, 59, 61, 62, 65–67, 69, 71–73, 75–79, 85, 88, 103, 106, 112, 118, 123–125, 127, 130, 133, 137–140	III
<i>Physconia distorta</i>	<i>Acer negundo</i> , <i>A. platanoides</i> , <i>A. saccharinum</i> , <i>Aesculus hippocastanum</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>Malus domestica</i> , <i>Populus alba</i> , <i>P. nigra</i> , <i>P. balsamifera</i> , <i>P. tremula</i> , <i>P. ×euramericana</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Tilia cordata</i> , <i>Ulmus glabra</i>	1–5, 7–17, 19, 22, 23, 26, 27, 29–43, 45–53, 55–57, 61, 69, 75, 77, 80, 82–84, 86, 87, 90, 92, 95, 97–99, 104, 105, 107, 110, 111, 115, 116, 118–120, 126, 131, 136–139	III

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4
<i>Melanelixia subaurifera</i>	<i>Acer platanoides</i> , <i>A. pseudoplatanus</i> , <i>A. saccharinum</i> , <i>Aesculus hippocastanum</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>B. pubescens</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Prunus domestica</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Tilia cordata</i>	1, 2, 6, 10, 15, 16, 19, 22, 24, 26, 29, 30, 32, 34, 36–39, 41–44, 46, 47, 53, 55–57, 59–65, 68, 70, 73, 75–78, 80, 82, 84–88, 90, 92–94, 96–101, 104–112, 114–117, 119–122, 124–139	IV
<i>Melanohalea exasperatula</i>	<i>Acer platanoides</i> , <i>A. pseudoplatanus</i> , <i>A. saccharinum</i> , <i>Aesculus hippocastanum</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>B. pubescens</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Cerasus vulgaris</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Malus domestica</i> , <i>Populus balsamifera</i> , <i>P. nigra</i> , <i>Prunus divaricata</i> , <i>P. domestica</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Tilia cordata</i>	1–9, 13–17, 20–22, 24–26, 28–30, 32–48, 50, 51, 53–57, 59–68, 70, 71, 73–80, 82–90, 92–108, 110, 112, 114–123, 125–140	IV
<i>Hypogymnia physodes</i>	<i>Acer platanoides</i> , <i>Acer saccharinum</i> , <i>A. tataricum</i> , <i>Aesculus hippocastanum</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>B. pubescens</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Cerasus vulgaris</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Malus domestica</i> , <i>Populus balsamifera</i> , <i>Prunus domestica</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Salix caprea</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Tilia cordata</i>	1, 2, 4–9, 11, 13–16, 18–39, 41–68, 71–77, 79–82, 84–102, 104–113, 115–123, 125–129, 131–137, 139, 140	IV

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4
<i>Evernia prunastri</i>	<i>Acer platanoides</i> , <i>A. pseudoplatanus</i> , <i>A. rubrum</i> , <i>A. saccharinum</i> , <i>A. tataricum</i> , <i>Aesculus hippocastanum</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>B. pubescens</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Cerasus vulgaris</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Populus balsamifera</i> , <i>Prunus divaricata</i> , <i>P. domestica</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Salix caprea</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Tilia cordata</i> , <i>Ulmus glabra</i>	1–4, 6–11, 14–27, 29–34, 36–68, 70–73, 75–77, 79–90, 92–110, 112– 117, 119–123, 126–139	IV
<i>Physconia enteroxantha</i>	<i>Acer negundo</i> , <i>A. platanoides</i> , <i>A. saccharinum</i> , <i>Aesculus hippocastanum</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>B. pubescens</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Cerasus vulgaris</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>Populus alba</i> , <i>P. balsamifera</i> , <i>P. ×euramericana</i> , <i>P. nigra</i> , <i>Pyrus communis</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Tilia cordata</i> , <i>Ulmus glabra</i>	1–24, 26, 28, 29, 31–79, 81–99, 101, 104–106, 110–112, 114–118, 120–140	IV
<i>Parmelia sulcata</i>	на всех видах, за исключением <i>Juglans regia</i> и <i>Populus tremula</i>	1–140	IV
<i>Phaeophyscia nigricans</i>	на всех видах, за исключением <i>Populus alba</i>	1–140	IV
<i>P. orbicularis</i>	на всех видах	1–140	IV

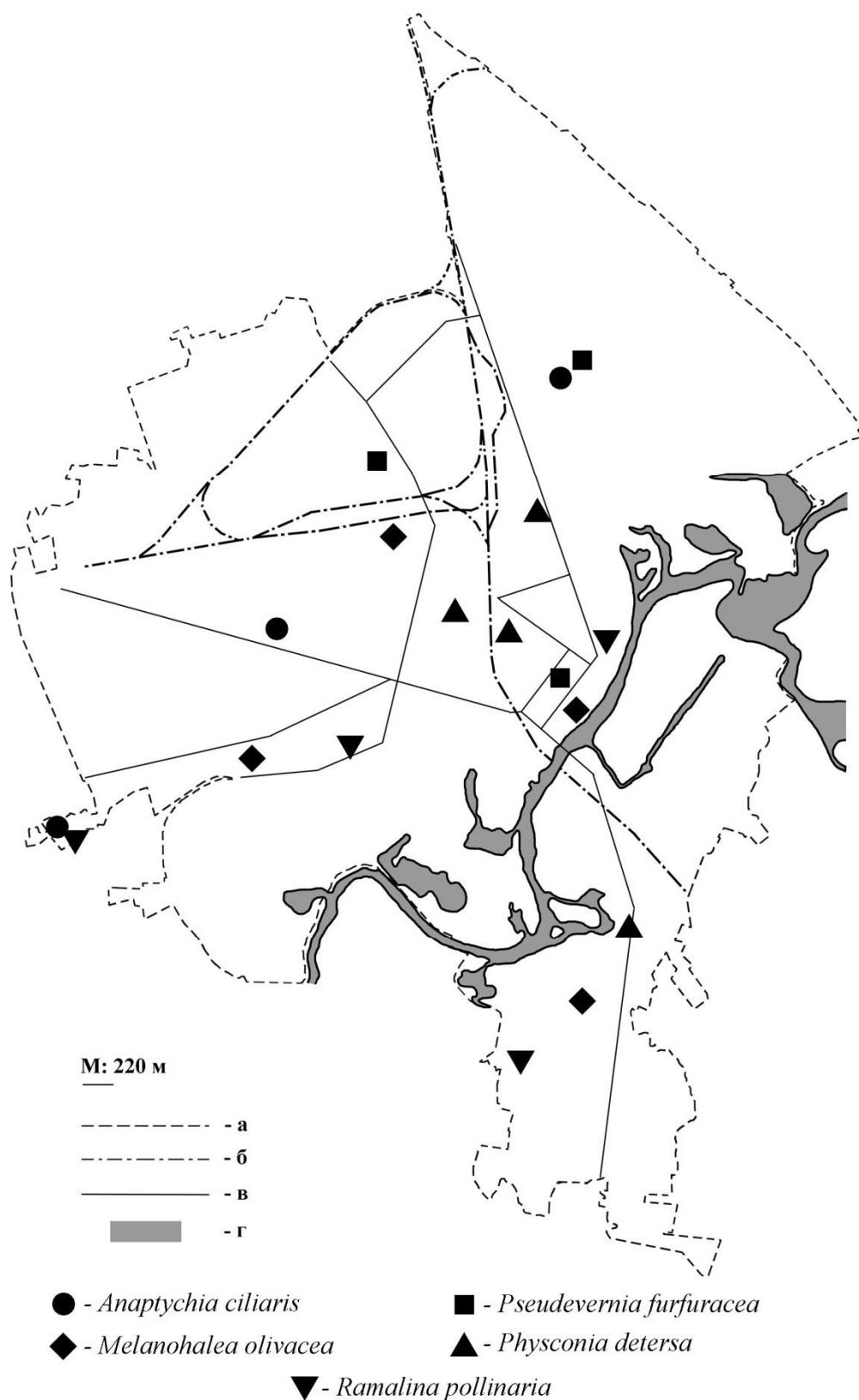
## Окончание таблицы 10

1	2	3	4
<i>Physcia adscendens</i>	на всех видах	1–140	IV
<i>P. dubia</i>	на всех видах, за исключением <i>Populus alba</i>	1–140	IV
<i>P. stellaris</i>	на всех видах, за исключением <i>Populus alba</i> , <i>Cerasus avium</i> , <i>Pyrus communis</i>	1–140	IV
<i>P. tenella</i>	на всех видах, за исключением <i>Acer rubrum</i> , <i>Pyrus communis</i>	1–140	IV
<i>Xanthoria parietina</i>	на всех видах	1–140	IV
<i>X. polycarpa</i>	на всех видах, за исключением <i>Populus alba</i>	1–140	IV

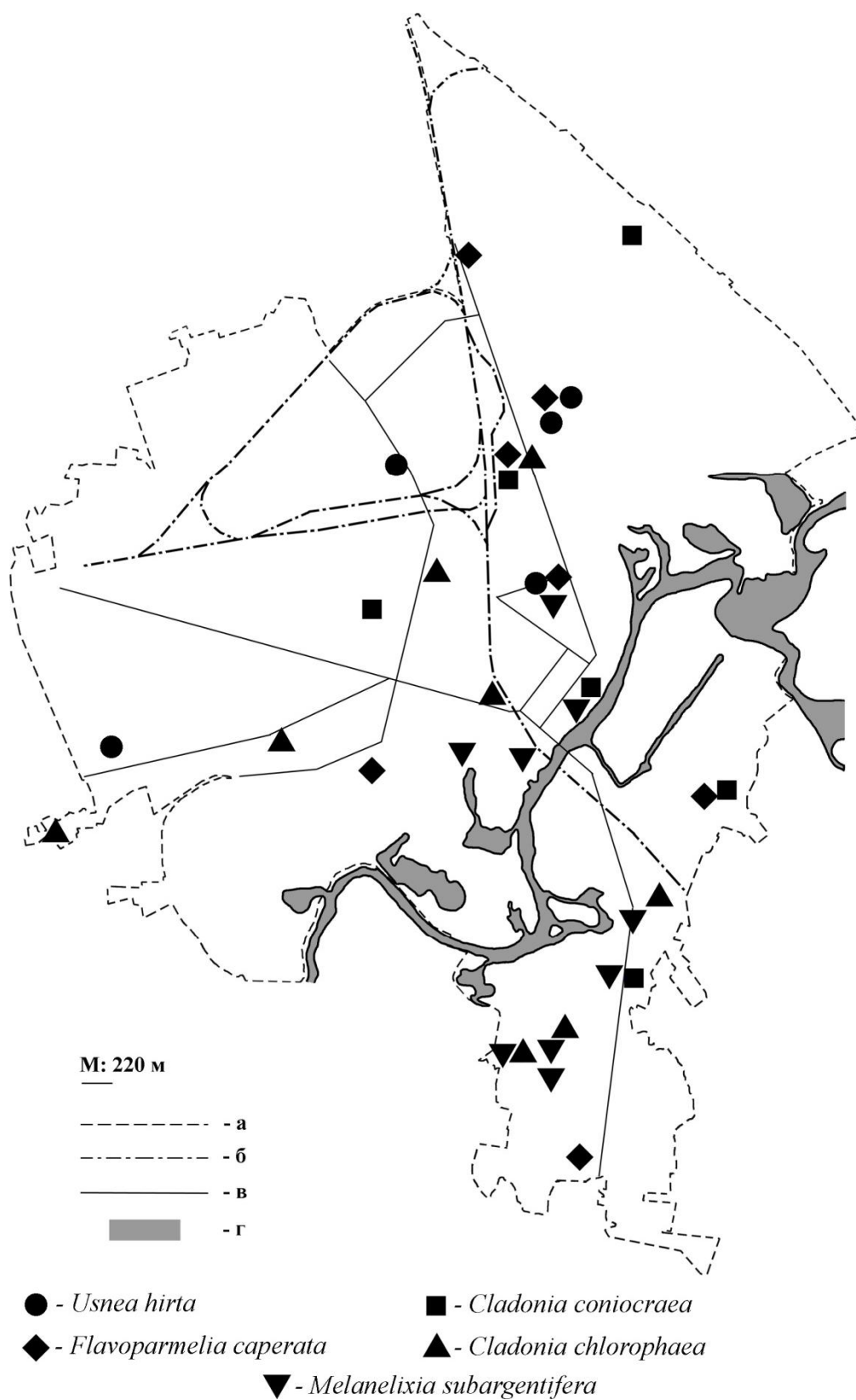
Из 48 видов листоватых и кустистых эпифитных лишайников, описанных для г. Гомеля, 10 (20,8 %) являются единично встречающимися, 20 (41,7 %) – редкими, 4 (8,3 %) – обычными и 14 (29,2 %) – частыми видами лишайников. Карты распространения единично встречающихся и редких видов лишайников представлены на рисунках 14 – 18 в порядке их встречаемости на территории г. Гомеля.

Среднее количество видов в пределах площадки исследования составило  $16,5 \pm 0,2$  ( $11 \div 25$ ), однако распределение лишайников по территории города неравномерно. Так, 9 видов были обнаружены на каждой площадке исследования: *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia nigricans*, *P. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. dubia*, *P. stellaris*, *P. tenella*, *Xanthoria parietina*, *X. polycarpa*. Установленное распределение лишайников по территории города свидетельствует об отсутствии зон сильного угнетения лишайников, а также зон с полным их отсутствием, что не соответствует некоторым литературным данным [69].



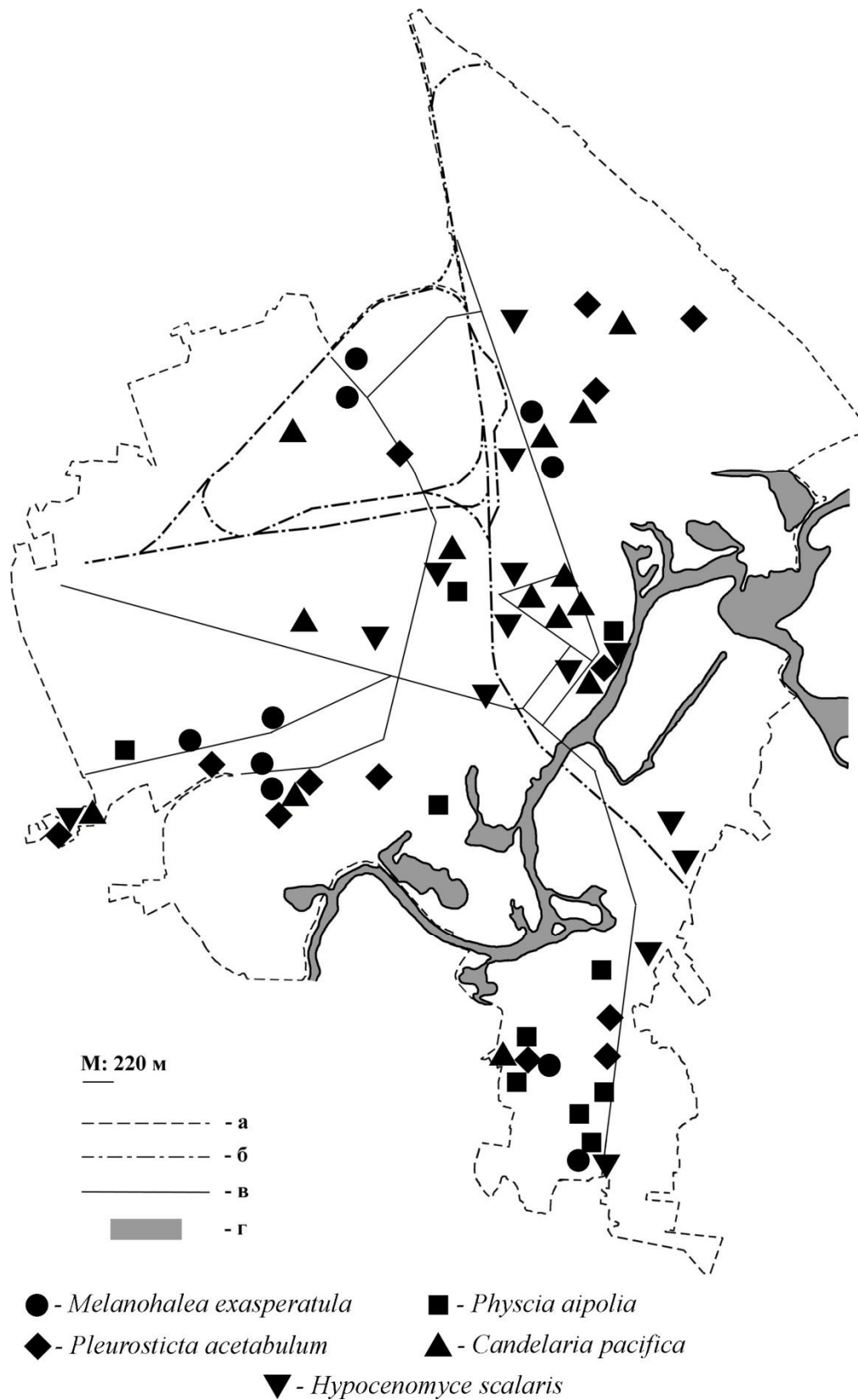


**Рисунок 15 – Карта распространения редких видов лишайников на территории г. Гомеля (а – границы города, б – железнодорожные пути, в – основные автотранспортные магистрали, г – река Сож)**

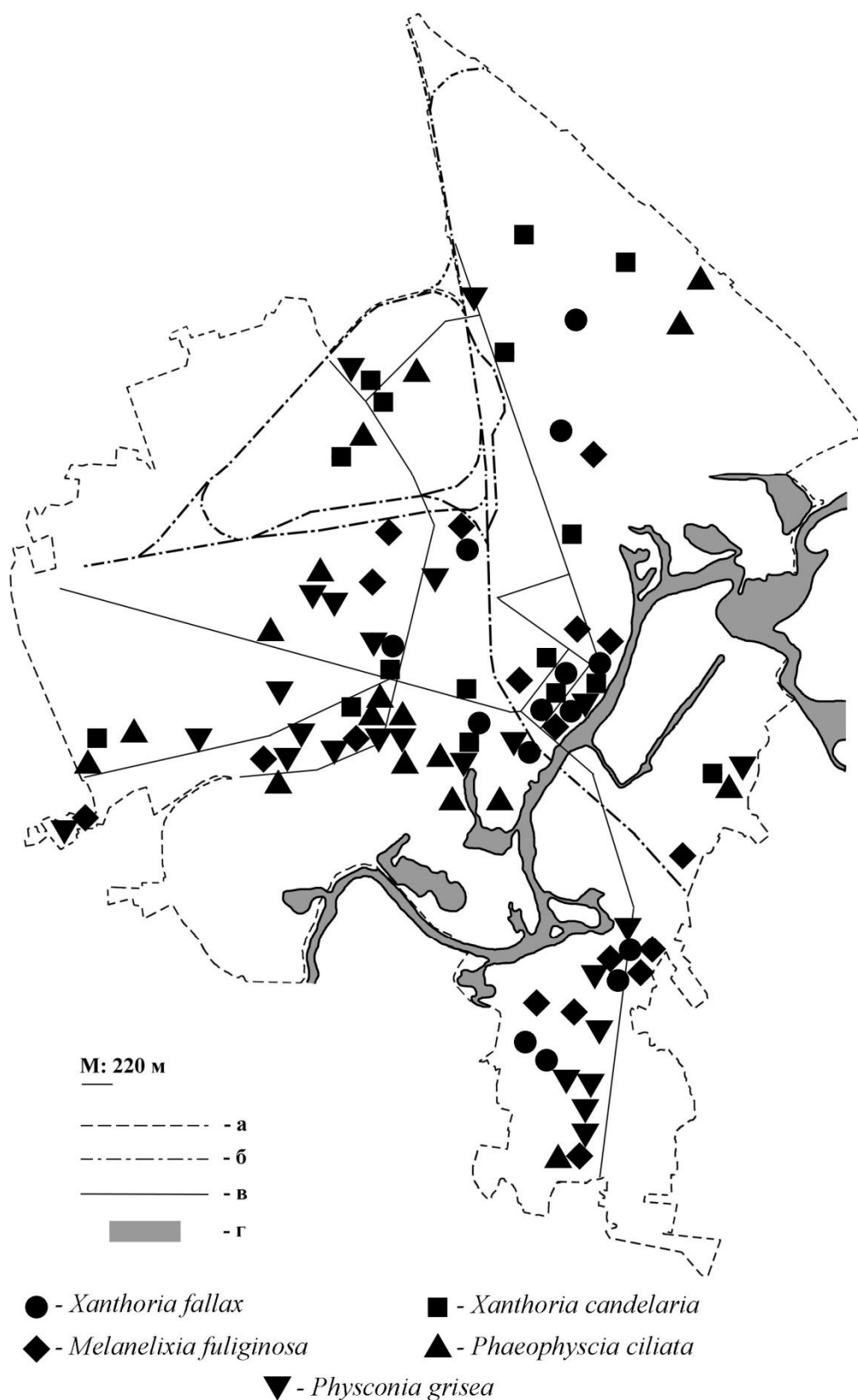


**Рисунок 16 – Карта распространения редких видов лишайников на территории г. Гомеля (а – границы города, б – железнодорожные пути, в – основные автотранспортные магистрали, г – река Сож)**



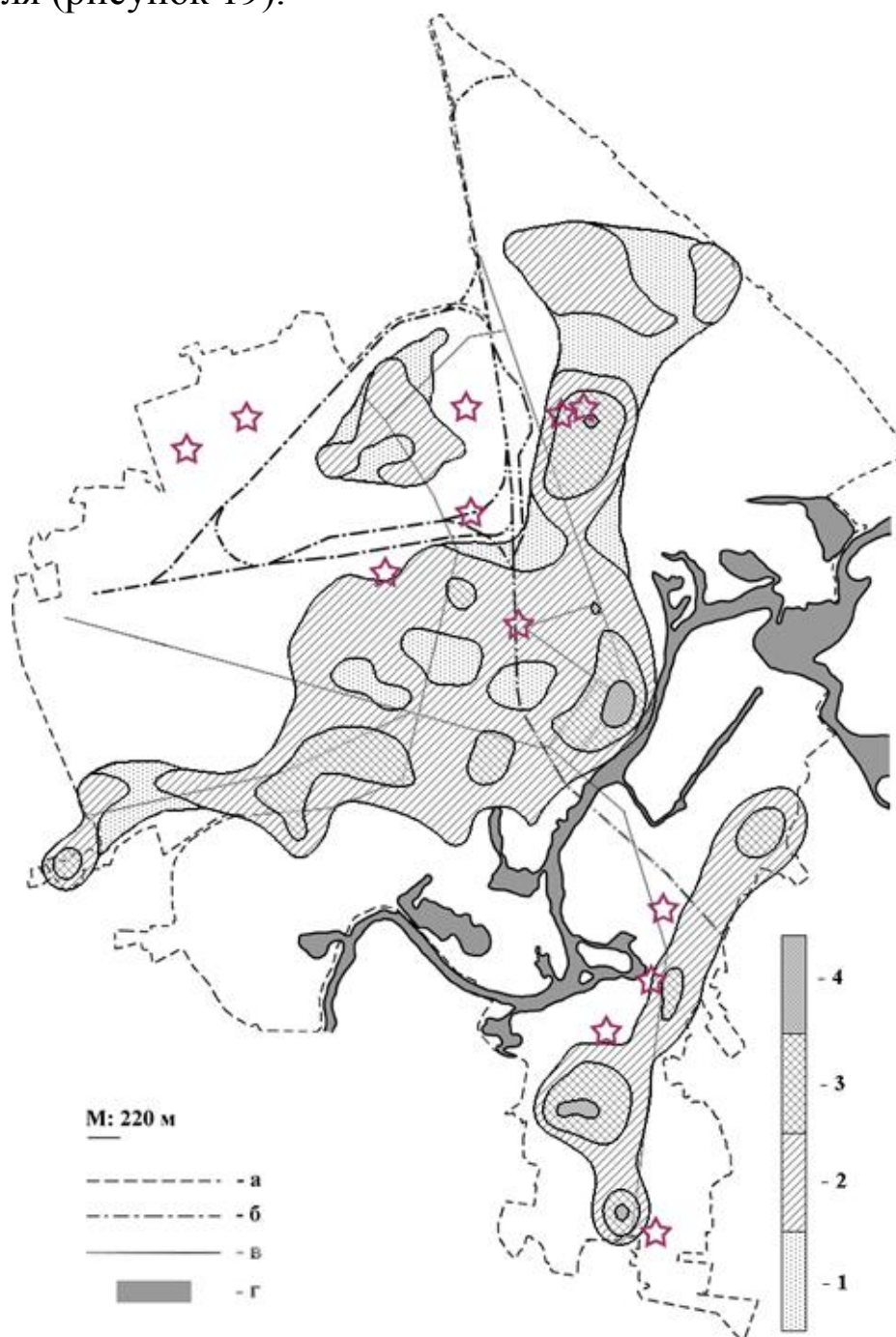


**Рисунок 17 – Карта распространения редких видов лишайников на территории г. Гомеля (а – границы города, б – железнодорожные пути, в – основные автотранспортные магистрали, г – река Сож)**



**Рисунок 18 – Карта распространения редких видов лишайников на территории г. Гомеля (а – границы города, б – железнодорожные пути, в – основные автотранспортные магистрали, г – река Сож)**

С учетом распространенности всех обнаруженных видов листоватых и кустистых лишайников была построена лихенокарта г. Гомеля (рисунок 19).



**Рисунок 19 – Распространение листоватых и кустистых эпифитных лишайников на территории г. Гомеля (а – границы города, б – железнодорожные пути, в – основные автотранспортные магистрали, г – река Сож; звездочками обозначены крупные промышленные предприятия; на шкале показано количество видов листоватых и кустистых эпифитных лишайников: 1 – 11–14, 2 – 15–17, 3 – 18–20, 4 – >21)**

На основании результатов полевых наблюдений можно заключить, что распространение листоватых и кустистых эпифитных видов лишайников по территории города отражает наличие подходящих субстратов произрастания. Наибольшее видовое разнообразие лишайников было отмечено в парках, скверах и на площадках у границ города. Увеличение числа видов лишайников можно было наблюдать на территориях школ и детских садов, где также велико число деревьев. Уменьшение числа видов лишайников наблюдалось на площадках исследования с малым числом зеленых насаждений или около крупных автомагистралей.

Вместе с тем, такие редкие для урбанизированных сред виды как *Flavoparmelia caperata*, *Anaptychia ciliaris*, *Pseudevernia furfuracea*, *Usnea hirta* были обнаружены как в старых парках, так и в непосредственной близости от перекрестков крупных автомагистралей и в промышленной зоне. Согласно многочисленным данным литературы, присутствие этих видов указывают на высокую чистоту атмосферы [265, 310, 345, 519], что в нашем случае не вполне соответствует действительности. Присутствие этих редких лесных видов указывает на относительно невысокие концентрации загрязняющих веществ в атмосфере г. Гомеля.

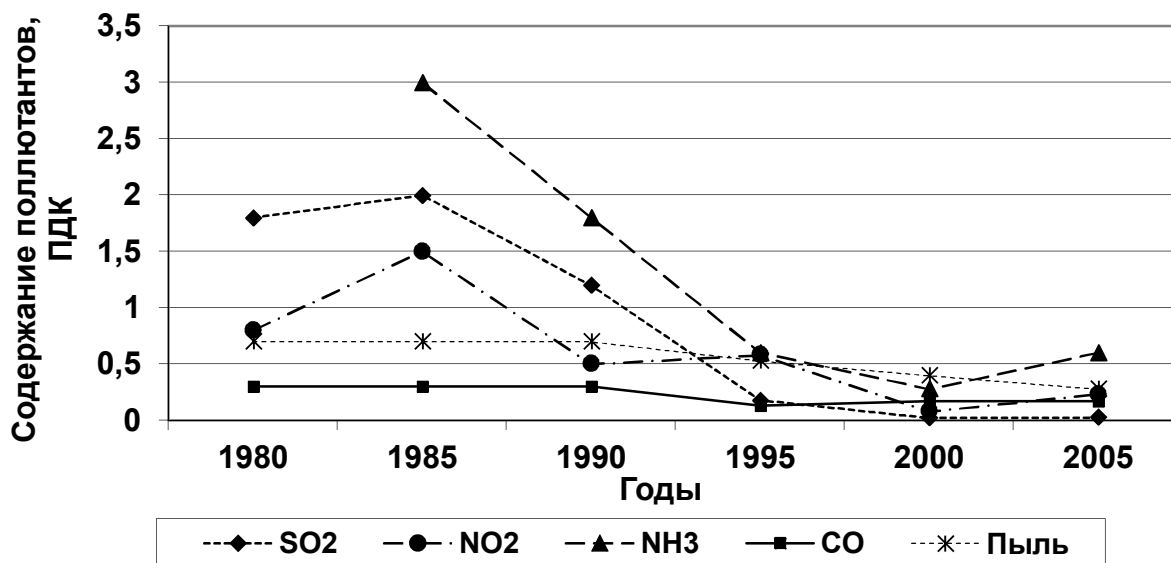
Распространение видов рода *Cladonia* (*C. carneola*, *C. chlorophaea*, *C. coniocraea*, *C. fimbriata*), а также *Hypocenomyce scalaris* зависит исключительно от присутствия подходящего субстрата произрастания. Все *Cladonia* были обнаружены только на старых дубах и березах (средняя окружность ствола форофита составила  $174,5 \pm 12,4$  см). В связи с ограниченностью распространения старовозрастных деревьев на территории г. Гомеля встречаемость указанных видов невысока.

## **5.2 Влияние неорганических атмосферных поллютантов на распространение эпифитных лишайников**

Основными загрязнителями городской атмосферы являются  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}$ , фтористые соединения и пылевые частицы. Все эти вещества в больших концентрациях способны оказывать негативное влияние на развитие лишайнобиоты. Нередко в ли-

тературных источниках указывается, что именно вид загрязнения определяет развитие лишайника [315].

По данным, предоставленным Гомельской горрайинспекцией природных ресурсов и охраны окружающей среды, в период с 1985 по 1995 гг. произошло значительное снижение содержания в воздушной среде г. Гомеля основных загрязнителей атмосферы (рисунок 20).

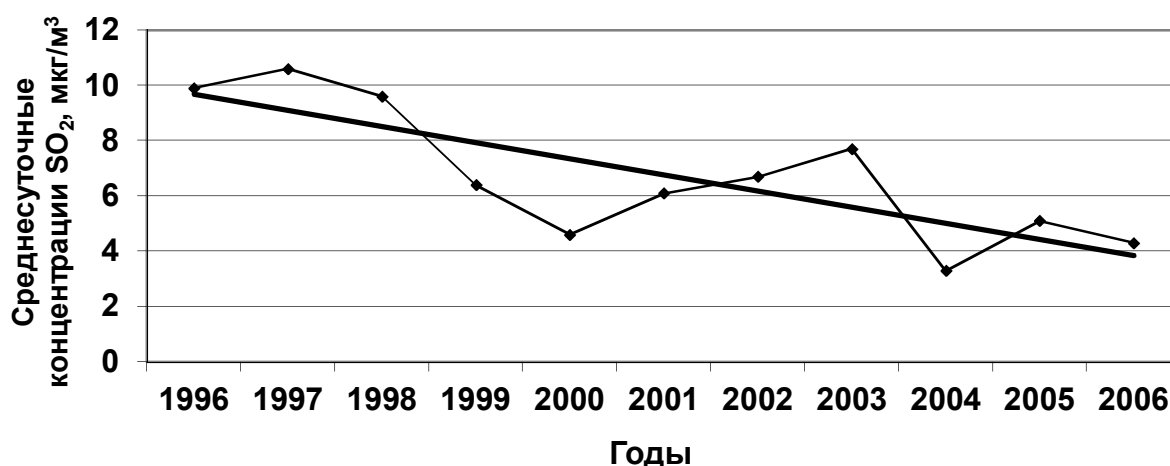


**Рисунок 20 – Динамика содержания основных неорганических загрязнителей в атмосфере г. Гомеля**

Наиболее заметное снижение концентраций произошло для диоксида серы. Вероятно, именно снижение содержания  $\text{SO}_2$  в период 1985 – 1995 гг. (более, чем в 11 раз) явилось толчком развития лишайнобиоты в конце 1990-х – начале 2000-х гг. Об этом свидетельствует наличие большого числа ювенильных слоевищ лишайников (по результатам собственных полевых наблюдений) и отсутствие корреляции между количеством видов лишайников на дереве и его диаметром (в зависимости от вида форофита  $r = -0,48 \sim 0,45$ ). Также можно утверждать, что значение среднесуточной концентрации  $\text{SO}_2$  равной 2 ПДК ( $400 \text{ мкг/м}^3$ ), отмеченное для 1985 года, являлось опасным для роста и развития практически всех видов лишайников [16].

Снижение концентраций диоксида серы в атмосфере происходило и после 1995 г. С 1996 по 2006 гг. среднесуточные кон-

центрации  $\text{SO}_2$  в воздухе г. Гомеля снизились в 3 раза и не превышали 0,05 ПДК ( $10 \text{ мкг/м}^3$ ) (рисунок 21). Указанные среднесуточные концентрации намного ниже значений, приведенных в литературных источниках как потенциально опасные для жизни лишайников [7, 27, 85–89, 275]. То же можно сказать и о максимальных разовых концентрациях диоксида серы, которые в атмосфере г. Гомеля редко превышали значения 0,1 ПДК ( $50 \text{ мкг/м}^3$ ).



**Рисунок 21 – Динамика среднесуточных концентраций  $\text{SO}_2$  в атмосфере г. Гомеля**

Основными источниками выбросов  $\text{SO}_2$  в атмосферу являются Гомельская ТЭЦ-2, Гомельский химический завод, ОАО «Гомельстекло», ОАО «Гомельстройматериалы», локомотивное депо «Гомель» и КПУП «Гомельоблтеплосеть». Основные источники  $\text{SO}_2$  находятся у северной, западной и северо-западной границ г. Гомеля, но распределение диоксида серы в воздухе относительно равномерно (таблица 11).

Несмотря на достоверно бóльшие среднесуточные концентрации  $\text{SO}_2$  в районе стационарного поста № 16 (северо-восток города) по сравнению с районами постов № 2 (юго-запад) и № 13 (центр города), среднегодовые концентрации  $\text{SO}_2$  на этом посту не превышали  $8,3 \text{ мкг/м}^3$ .

О равномерном распределении диоксида серы в атмосфере г. Гомеля свидетельствуют результаты измерения максимальных разовых концентраций  $\text{SO}_2$  (таблица 12).

Таблица 11 – Результаты сравнения среднесуточных концентраций SO<sub>2</sub> в атмосфере г. Гомеля на различных постах наблюдения за период 05.2005 – 02.2006 гг. по критерию Фишера

Номера постов наблюдения	2	13	14	16	17
2	–	F = 0,23; p = 0,64	F = 1,94; p = 0,19	F = 11,39; p < 0,01	F = 0,71; p = 0,41
13	F = 0,23; p = 0,64	–	F = 0,31; p = 0,59	F = 4,26; p = 0,06	F = 0,52; p = 0,48
14	F = 1,94; p = 0,19	F = 0,31; p = 0,59	–	F = 3,18; p = 0,10	F = 0,34; p = 0,57
16	F = 11,39; p < 0,01	F = 4,26; p = 0,06	F = 3,18; p = 0,10	–	F = 0,03; p = 0,87
17	F = 0,71; p = 0,41	F = 0,52; p = 0,48	F = 0,34; p = 0,57	F = 0,03; p = 0,87	–

Примечание – Номера постов соответствуют таковым, приведенным на рисунке 4.

Таблица 12 – Результаты сравнения максимальных разовых концентраций SO<sub>2</sub> в атмосфере г. Гомеля на различных постах наблюдения за период 05.2005– 02.2006 гг. по критерию Фишера

Номера постов наблюдения	2	13	14	16	17
2	–	F = 0,20; p = 0,66	F = 0,88; p = 0,37	F = 0,03; p = 0,87	F = 1,26; p = 0,28
13	F = 0,20; p = 0,66	–	F = 0,10; p = 0,75	F = 0,32; p = 0,58	F = 0,55; p = 0,47
14	F = 0,88; p = 0,37	F = 0,10; p = 0,75	–	F = 1,14; p = 0,31	F = 0,32; p = 0,58
16	F = 0,03; p = 0,87	F = 0,32; p = 0,58	F = 1,14; p = 0,31	–	F = 1,45; p = 0,25
17	F = 1,26; p = 0,28	F = 0,55; p = 0,47	F = 0,32; p = 0,58	F = 1,45; p = 0,25	–

Примечание – Номера постов соответствуют таковым, приведенным на рисунке 4.

Одна из важнейших причин токсичности  $\text{SO}_2$  для лишайников – воздействие его на клеточные мембраны фотобионта. Проникая внутрь клетки, диоксид серы разрушает молекулы ферментов и пигментов, ассоциированные на мембранах, что сказывается на активности физиологических процессов [218]. Влияние  $\text{SO}_2$  на фотосинтетическую и физиологическую активность зависит от продолжительности его воздействия и концентрации загрязнителя. В качестве концентраций диоксида серы, подавляющих развитие лишайников, часто отмечают 100  $\text{мкг/м}^3$  и более высокие значения [16].

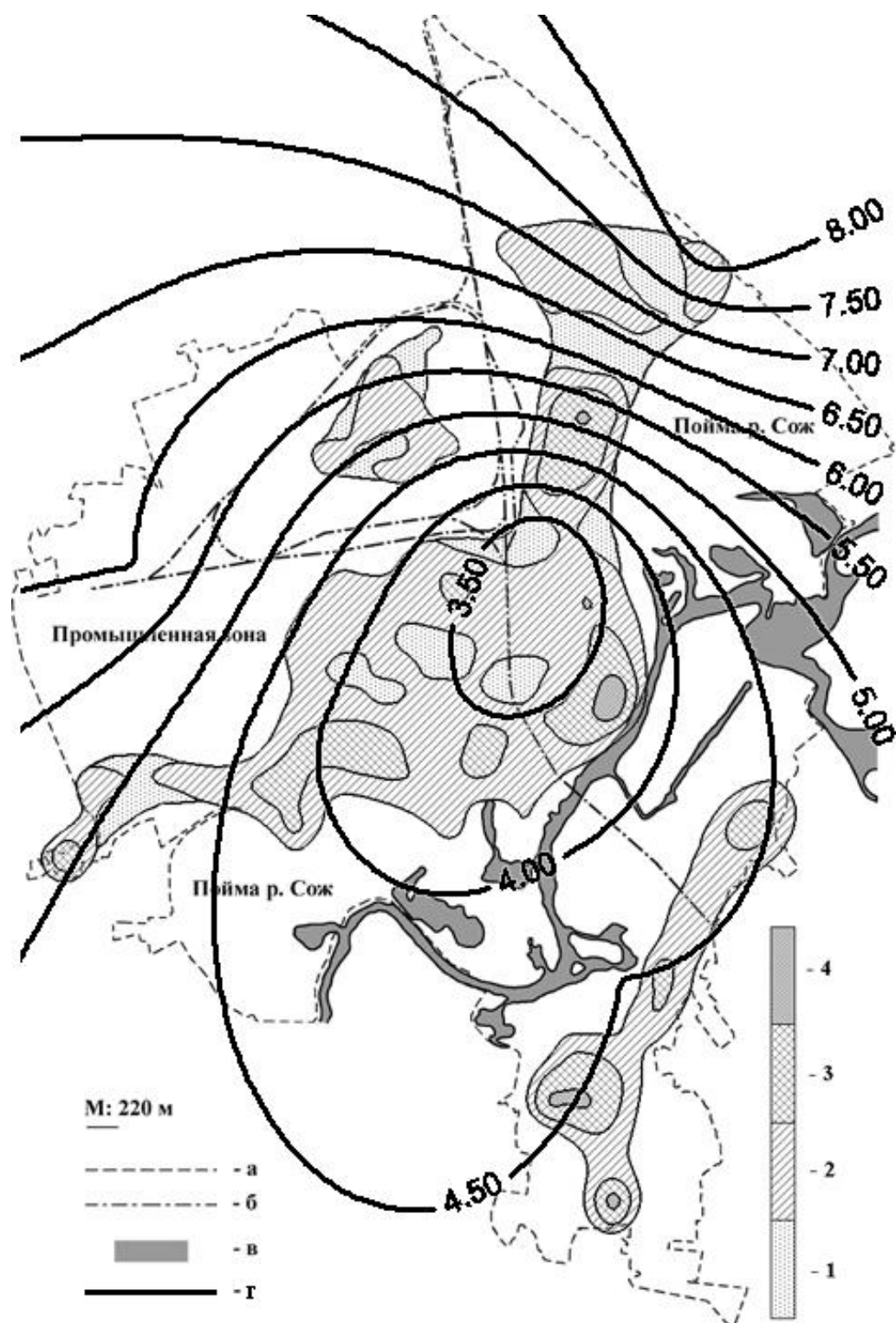
В г. Гомеле многолетние концентрации диоксида серы были невысоки (за последние 10 лет среднегодовые концентрации  $\text{SO}_2$  не превышали 10  $\text{мкг/м}^3$ ). Диоксид серы относительно равномерно распределен в атмосфере г. Гомеля. Между его распределением в атмосфере и распространением листоватых и кустистых эпифитных лишайников на территории г. Гомеля связи обнаружено не было (рисунок 22).

Негативное влияние на лишайники могут оказывать также **соединения азота** при высоких концентрациях в атмосфере. Небольшие концентрации азотистых веществ активно поглощаются слоевищами и используются в метаболических реакциях. Основные ингибирующие воздействия соединений азота проявляются в подавлении нитрогеназной активности, что сказывается на росте и развитии в основном цианобионтных лишайников (например, некоторых видов рода *Peltigera*) [218].

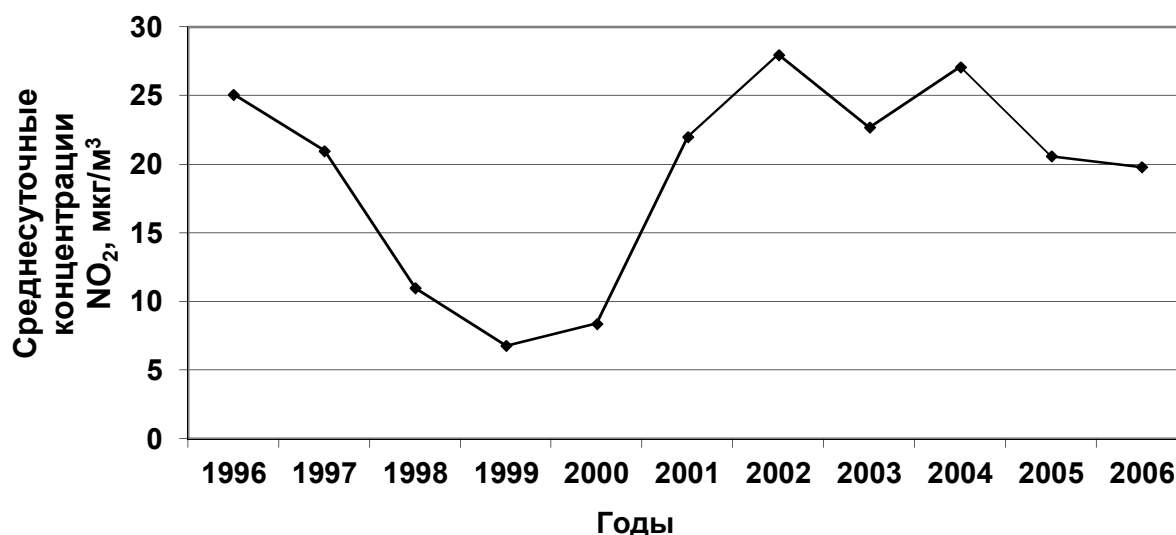
Территориальное расположение основных источников выбросов  $\text{NO}_2$  в атмосферу г. Гомеля (ОАО «Гомельстекло», Гомельская ТЭЦ-2, КПУП «Гомельоблтеплосеть», Гомельский химический завод) обуславливает градиент концентраций диоксида азота в воздухе с северо-запада на юго-восток.

В период с 1996 по 2006 гг. среднесуточная концентрация  $\text{NO}_2$  не превышала 30  $\text{мкг/м}^3$  (рисунок 23). Максимальные разовые концентрации  $\text{NO}_2$  в атмосфере г. Гомеля в среднем составляли 0,5 ПДК (125  $\text{мкг/м}^3$ ).





**Рисунок 22 – Распространение листоватых и кустистых эпифитных лишайников и распределение атмосферного  $\text{SO}_2$  (в  $\text{мкг}/\text{м}^3$ ) по территории г. Гомеля (а – административная граница города, б – железная дорога, в – река Сож, г – изолинии концентраций атмосферного  $\text{SO}_2$ ; на шкале показано количество видов листоватых и кустистых лишайников: 1 – 11–14, 2 – 15–17, 3 – 18–20, 4 – >21)**



**Рисунок 23 – Динамика среднесуточных концентраций NO<sub>2</sub> в атмосфере г. Гомеля**

Среднесуточная концентрация NO<sub>2</sub> в районе стационарного поста № 2 (юго-запад города) ниже, чем в остальных его частях и несколько выше в районе поста № 13 (центральная часть) (таблица 13).

Таблица 13 – Результаты сравнения среднесуточных концентраций NO<sub>2</sub> в атмосфере г. Гомеля на различных постах наблюдения за период 05.2005 – 02.2006 гг. по критерию Фишера

Номера постов наблюдения	2	13	14	16	17
2	–	F = 15,52; p < 0,01	F = 10,39; p < 0,01	F = 19,09; p < 0,01	F = 2,61; p = 0,13
13	F = 15,52; p < 0,01	–	F = 8,65; p = 0,01	F = 6,97; p = 0,02	F = 8,96; p = 0,01
14	F = 10,39; p < 0,01	F = 8,65; p = 0,01	–	F = 0,77; p = 0,40	F = 0,24; p = 0,64
16	F = 19,09; p < 0,01	F = 6,97; p = 0,02	F = 0,77; p = 0,40	–	F = 1,21; p = 0,29
17	F = 2,61; p = 0,13	F = 8,96; p = 0,01	F = 0,24; p = 0,64	F = 1,21; p = 0,29	–

Примечание – Номера постов соответствуют таковым, приведенным на рисунке 4.

При сравнении максимальных разовых концентраций NO<sub>2</sub> в атмосфере г. Гомеля (таблица 14, рисунок 24) получено, что при относительно равных концентрациях имела место тенденция роста в районе поста № 13 (центральная часть города) при снижении в районе стационарного поста № 2 (юго-западная часть).

Таблица 14 – Результаты сравнения максимальных разовых концентраций NO<sub>2</sub> в атмосфере г. Гомеля на различных постах наблюдения за период 05.2005 – 02.2006 гг. по критерию Фишера

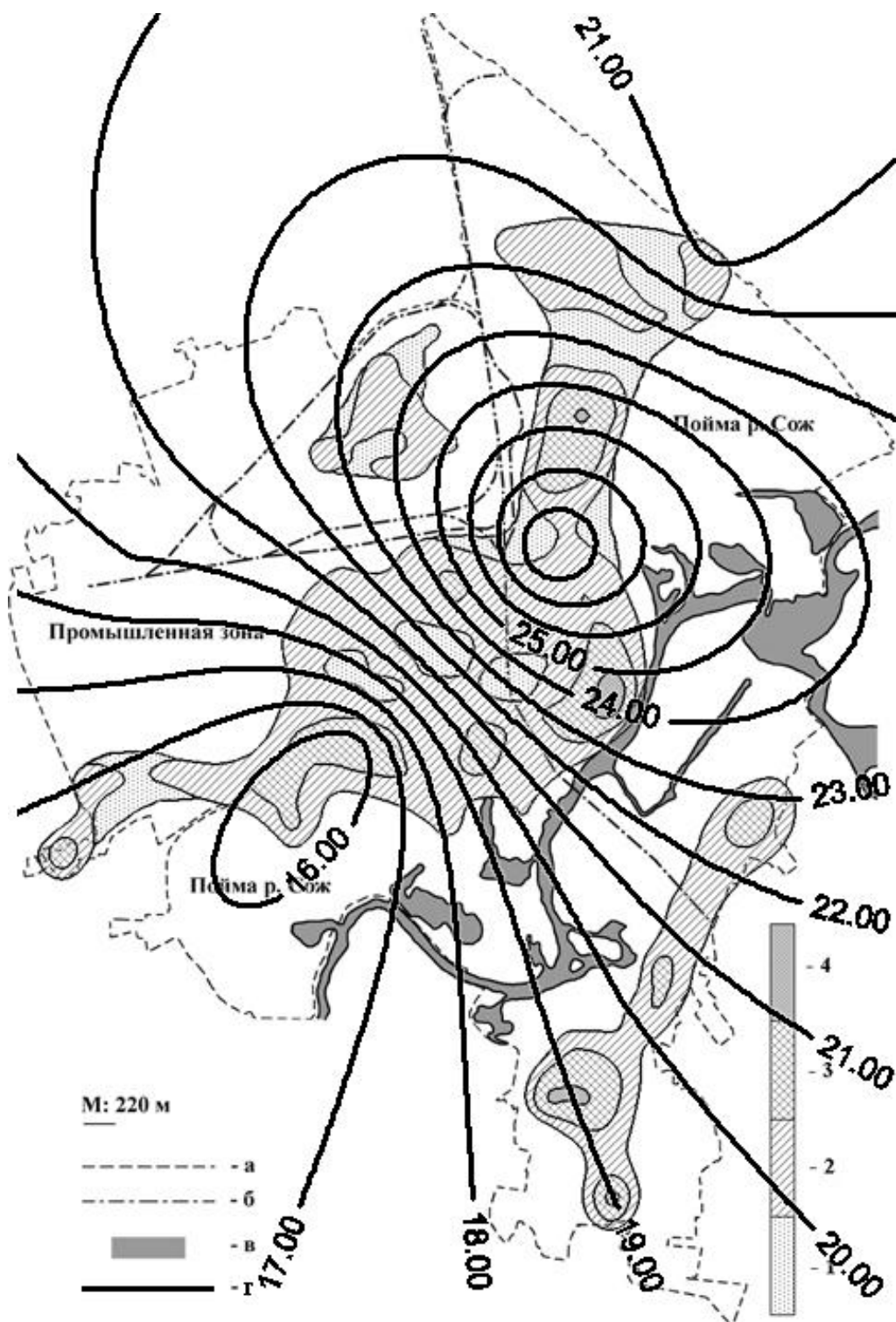
Номера постов наблюдения	2	13	14	16	17
2	–	F = 5,50; p = 0,04	F = 0,28, p = 0,61	F = 0,00; p = 1,00	F = 0,10; p = 0,75
13	F = 5,50; p = 0,04	–	F = 2,15; p = 0,15	F = 4,68; p = 0,05	F = 3,35; p = 0,09
14	F = 0,28, p = 0,61	F = 2,15; p = 0,15	–	F = 0,23; F = 0,64	F = 0,05; p = 0,82
16	F = 0,00; p = 1,00	F = 4,68; p = 0,05	F = 0,23; F = 0,64	–	F = 0,08; p = 0,79
17	F = 0,10; p = 0,75	F = 3,35; p = 0,09	F = 0,05; p = 0,82	F = 0,08; p = 0,79	–

Примечание – Номера постов соответствуют таковым, приведенным на рисунке 4.

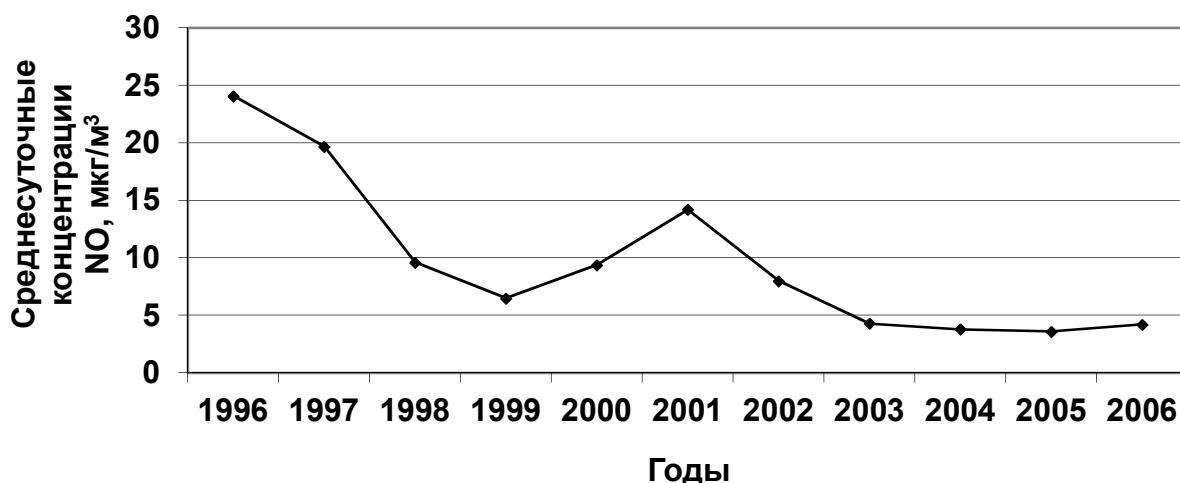
Связи между содержанием диоксида азота в атмосфере г. Гомеля и распространением листоватых и кустистых эпифитных лишайников не обнаружено (рисунок 24).

Основными источниками выбросов NO в атмосферу г. Гомеля являются ОАО «Гомельстекло» и Гомельская ТЭЦ-2 (западная часть города).

Среднесуточные концентрации NO в г. Гомеле низки и на протяжении 1997 – 2006 гг. не превышали 0,2 ПДК (12 мкг/м<sup>3</sup>) (рисунок 25). Не превышали значения 0,2 ПДК (80 мкг/м<sup>3</sup>) и максимальные разовые концентрации.



**Рисунок 24 – Распространение листоватых и кустистых эпифитных лишайников и распределение атмосферного  $\text{NO}_2$  (в  $\mu\text{кг}/\text{м}^3$ ) по территории г. Гомеля (а – административная граница города, б – железная дорога, в – река Сож, г – изолинии концентраций атмосферного  $\text{NO}_2$ ; на шкале показано количество видов листоватых и кустистых лишайников: 1 – 11–14, 2 – 15–17, 3 – 18–20, 4 – >21)**



**Рисунок 25 – Динамика среднесуточных концентраций NO в атмосфере г. Гомеля**

Показано, что высокое содержание оксидов азота в атмосфере усиливает отрицательное воздействие  $\text{SO}_2$  на лишайники [235]. Для приведенных концентраций  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  и NO в атмосфере г. Гомеля данный эффект, вероятнее всего, отсутствует. Имеющиеся количества  $\text{NO}_2$  и NO в воздухе города могут использоваться фотобионтом лишайников в метаболических реакциях, что подтверждается отсутствием нитрит- и нитрат-анионов в водных вытяжках лишайников, отобранных в г. Гомеле. Также в литературе имеются сведения о том, что в некоторых условиях негативное действие сульфатов компенсируется увеличением концентраций нитратов [403]. По-видимому, влияние оксидов азота на распределение эпифитных лишайников по территории города невелико.

Основным источником выбросов **аммиака** в атмосферу является Гомельский химический завод, располагающийся на западной границе города.

Среднесуточные концентрации  $\text{NH}_3$  в атмосфере г. Гомеля не превышали  $30 \text{ мкг/м}^3$  (менее 1 ПДК) (рисунок 26), максимальные разовые концентрации  $\text{NH}_3$  в атмосфере достигали 2–3 ПДК.

Распределение атмосферного аммиака по территории города относительно равномерно. Не обнаружено статистически значимых отличий как среднесуточных, так и разовых максимальных концентраций в различных районах г. Гомеля (таблицы 15 и 16).

Таблица 15 – Результаты сравнения среднесуточных концентраций  $\text{NH}_3$  в атмосфере г. Гомеля на различных постах наблюдения за период 05.2005 – 02.2006 гг. по критерию Фишера

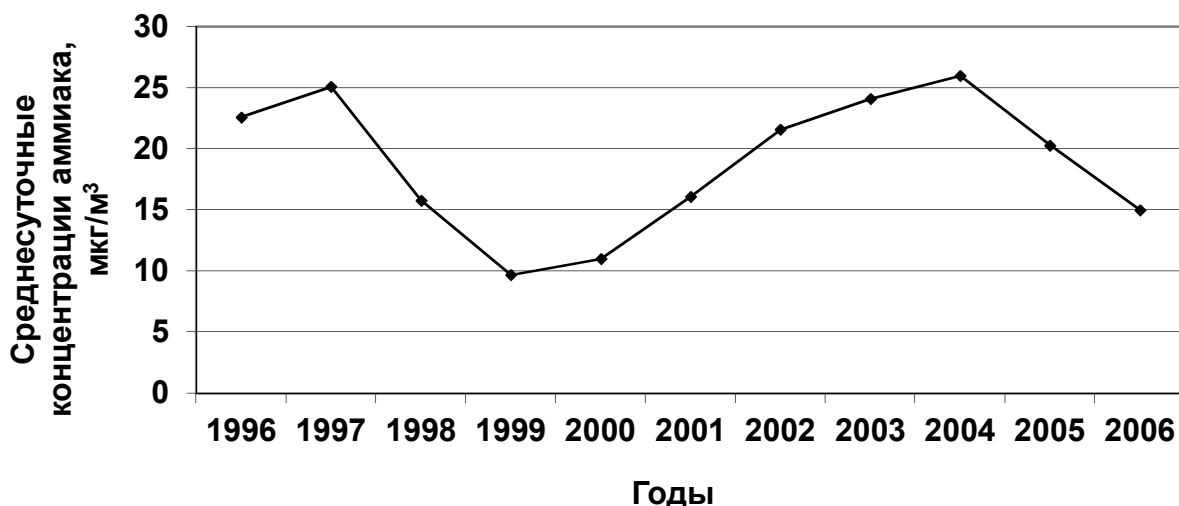
Номера постов наблюдения	2	13	14	16	17
2	–	F = 0,71; p = 0,42	F = 0,09; p = 0,77	F = 0,13; p = 0,72	F = 0,89; p = 0,36
13	F = 0,71; p = 0,42	–	F = 2,11; p = 0,17	F = 2,01; p = 0,18	F = 0,00; p = 0,98
14	F = 0,09; p = 0,77	F = 2,11; p = 0,17	–	F = 0,01; p = 0,93	F = 2,98; p = 0,11
16	F = 0,13; p = 0,72	F = 2,01; p = 0,18	F = 0,01; p = 0,93	–	F = 2,72; p = 0,12
17	F = 0,89; p = 0,36	F = 0,00; p = 0,98	F = 2,98; p = 0,11	F = 2,72; p = 0,12	–

Примечание – Номера постов соответствуют таковым, приведенным на рисунке 4.

Таблица 16 – Результаты сравнения максимальных разовых концентраций  $\text{NH}_3$  в атмосфере г. Гомеля на различных постах наблюдения за период 05.2005 – 02.2006 гг. по критерию Фишера

Номера постов наблюдения	2	13	14	16	17
2	–	F = 1,20; p = 0,29	F = 1,04; p = 0,33	F = 0,50; p = 0,49	F = 1,76; p = 0,21
13	F = 1,20; p = 0,29	–	F = 0,07; p = 0,80	F = 0,95; p = 0,35	F = 0,22; p = 0,65
14	F = 1,04; p = 0,33	F = 0,07; p = 0,80	–	F = 0,77; p = 0,40	F = 1,03; p = 0,33
16	F = 0,50; p = 0,49	F = 0,95; p = 0,35	F = 0,77; p = 0,40	–	F = 3,96; p = 0,07
17	F = 1,76; p = 0,21	F = 0,22; p = 0,65	F = 1,03; p = 0,33	F = 3,96; p = 0,07	–

Примечание – Номера постов соответствуют таковым, приведенным на рисунке 4.



**Рисунок 26 – Динамика среднесуточных концентраций аммиака в атмосфере г. Гомеля**

В связи с равномерностью распределения  $\text{NH}_3$  в атмосфере г. Гомеля и его низкими концентрациями, связи между распределением аммиака и встречаемостью лишайников не выявлено (рисунок 27).

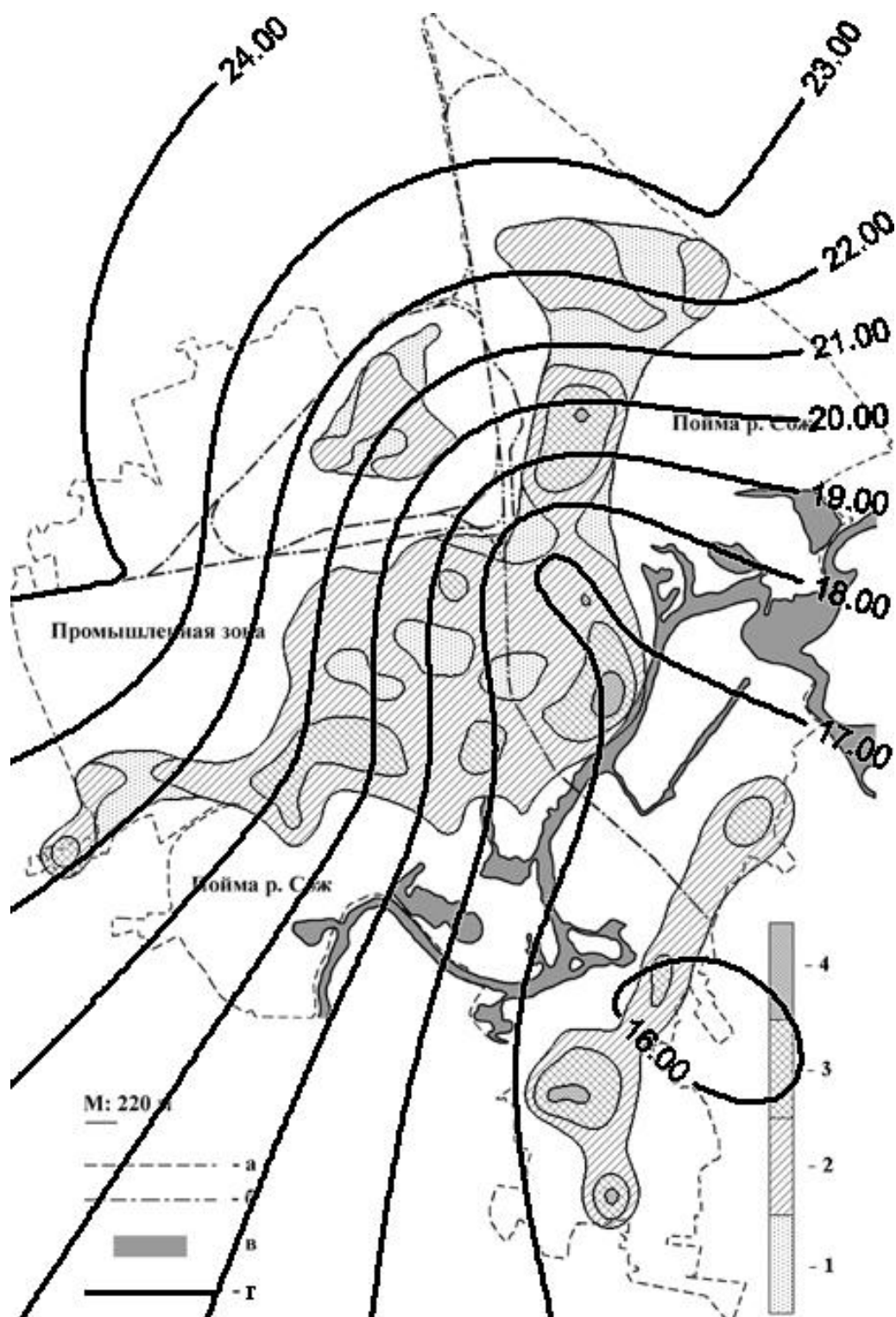
Среди оксидов углерода отрицательное влияние на лишайники способен оказывать СО [315]. Являясь компонентом автомобильных выхлопов, оксид углерода может являться доминирующим поллютантом в районе автострад. Оксид углерода регистрируется в выбросах всех промышленных предприятий г. Гомеля.

Содержание СО в атмосфере г. Гомеля было невысоко: в период с 1995 по 2005 год среднесуточные концентрации не превышали значения  $750 \text{ мкг/м}^3$  ( $0,25 \text{ ПДК}$ ) и постепенно снижались.

Влияние СО на лишайники не велико [199]. В литературе не приводится значений концентраций оксида углерода, опасных для лишайников. Связи между распределением СО в воздухе и встречаемостью эпифитных лишайников не выявлено (рисунок 28).

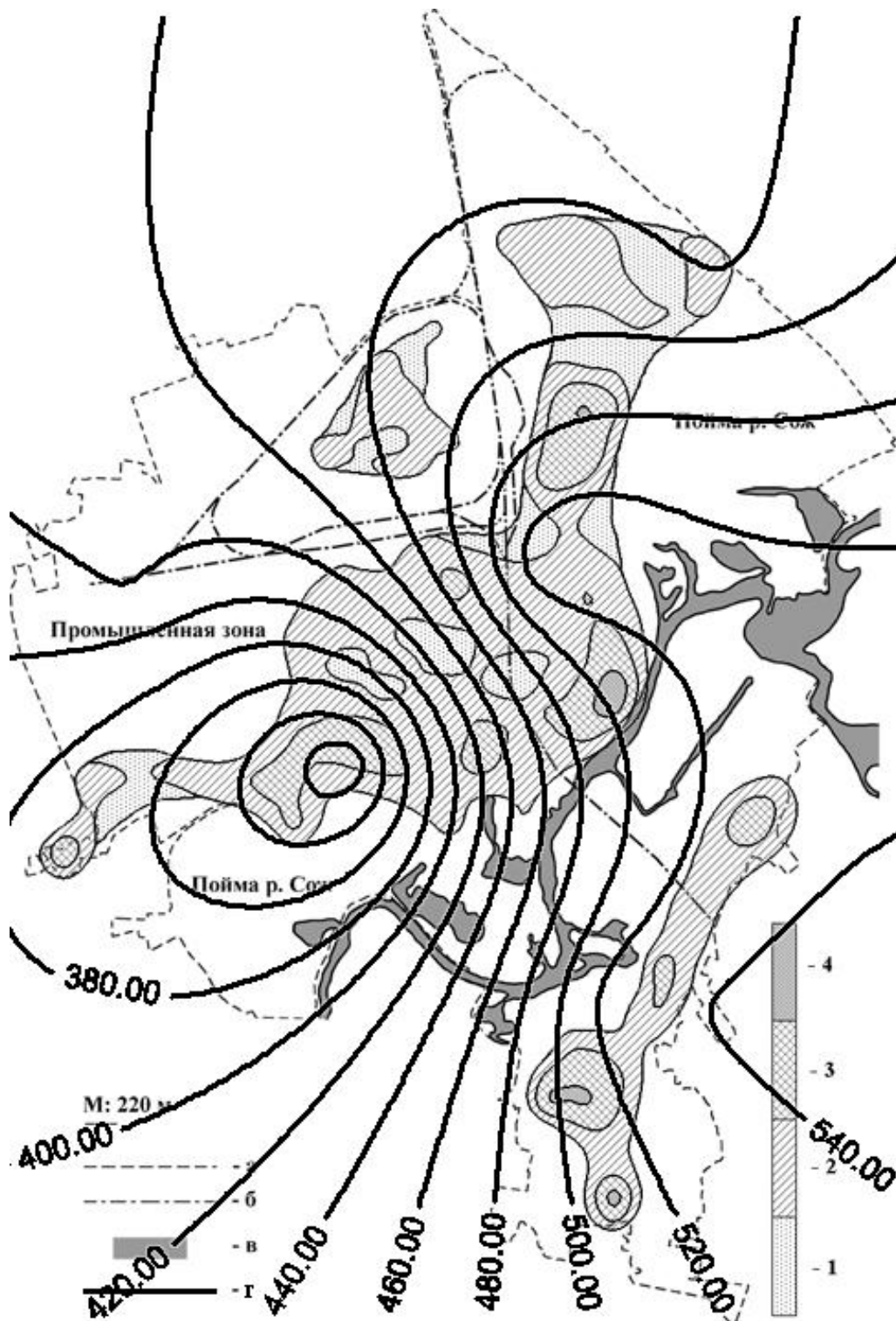
Основным источником выбросов **фтористых соединений** является Гомельский химический завод, располагающийся на западной границе города.

Результаты измерения концентрации фторида отличались для двух стационарных постов (рисунок 29).



**Рисунок 27 – Распространение листоватых и кустистых эпифитных лишайников и распределения атмосферного  $\text{NH}_3$  (в  $\mu\text{кг}/\text{м}^3$ ) по территории г. Гомеля (а – административная граница города, б – железная дорога, в – река Сож, г – изолинии концентраций атмосферного  $\text{NH}_3$ ; на шкале показано количество видов листоватых и кустистых лишайников: 1 – 11–14, 2 – 15–17, 3 – 18–20, 4 – >21)**





**Рисунок 28 – Распространение листоватых и кустистых эпифитных лишайников и распределение атмосферного CO<sub>2</sub> (в мкг/м<sup>3</sup>) по территории г. Гомеля (а – административная граница города, б – железная дорога, в – река Сож, г – изолинии концентраций атмосферного CO<sub>2</sub>; на шкале показано количество видов листоватых и кустистых лишайников: 1 – 11–14, 2 – 15–17, 3 – 18–20, 4 – >21)**

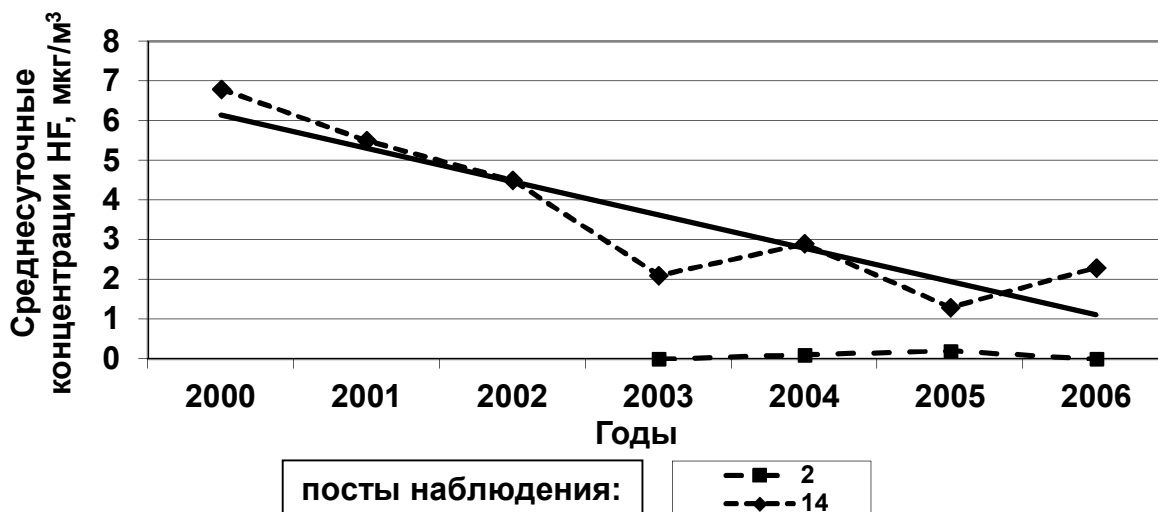


Рисунок 29 – Динамика среднесуточных концентраций HF в атмосфере г. Гомеля

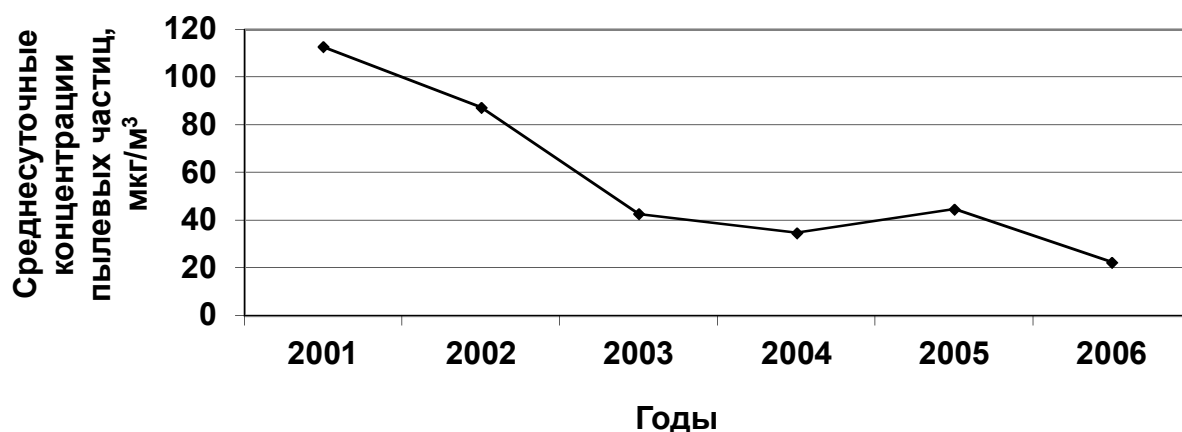
Следует отметить тенденцию снижения концентрации фторида водорода в атмосфере в последние годы (линия тренда на рисунке 29).

Наряду с окислами серы, соединения фтора являются наиболее опасными для лишайников [431, 562] – летальными называют концентрации фторидов в воздушной среде от 20 мкг/м<sup>3</sup> до 400 мкг/м<sup>3</sup> [361].

Ввиду отсутствия измерений концентрации фтористых соединений другими стационарными постами сложно провести комплексную оценку содержания HF в Гомеле. Существующие концентрации фторидов в воздухе могут угнетать лишайники, не оказывая летального эффекта.

Основными источниками выбросов пылевых частиц в атмосферу г. Гомеля являются ОАО «Гомельстекло», Гомельский химический завод, УПТК ОАО «ДСТ-2», РУП «Гомельский литейный завод «Центролит», то есть основной привнос пылевых частиц осуществляется с западной части города.

Содержание **пыли** в городском воздухе с 1980 года было стабильным и относительно невысоким и не превышало 120 мкг/м<sup>3</sup> (рисунок 20), а с 2001 года наблюдается снижение концентрации (рисунок 30). Так как посты наблюдения, определяющие содержание пылевых частиц, находятся вблизи автомагистралей, можно предположить, что в хорошо озелененных районах города вдали от крупных дорог, эти показатели еще ниже.



**Рисунок 30 – Динамика среднесуточных концентраций пылевых частиц в атмосфере г. Гомеля**

Пылевые частицы улавливаются на двух стационарных постах – № 2 (юго-восток города) и № 16 (северо-запад города), введенным в эксплуатацию в 2004 году. В связи с этим не представляется возможным оценить полную картину распределения пылевых частиц на всей территории г. Гомеля.

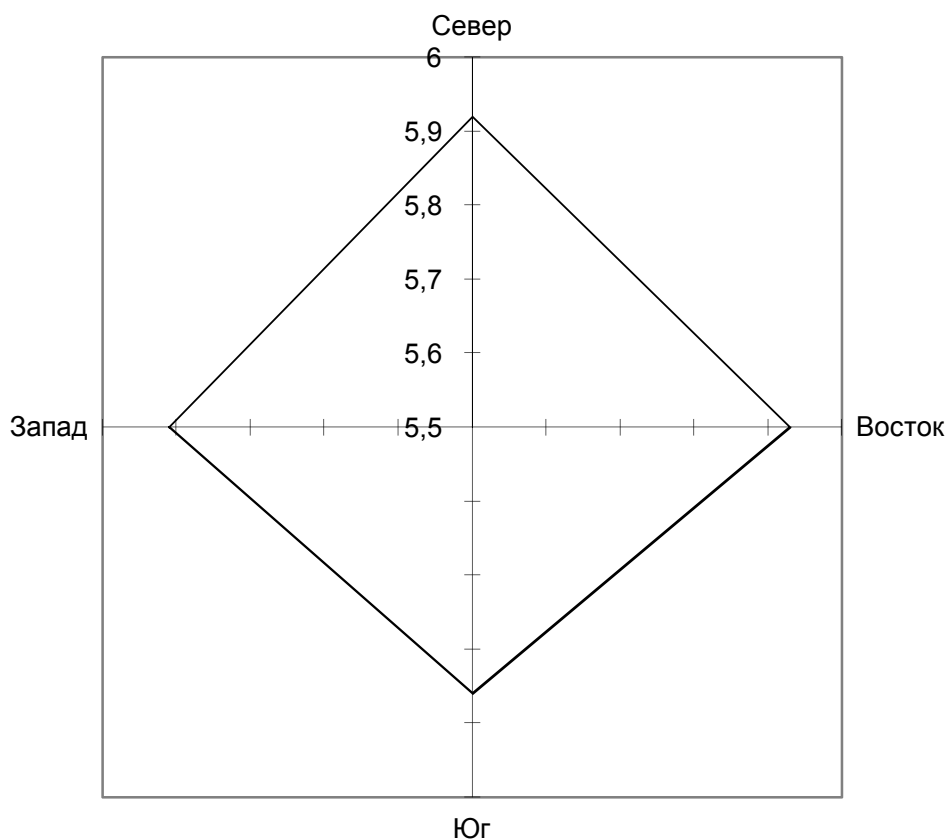
Пыль, в больших количествах оседающая на слоевища, может приводить к гибели лишайника [507]. Твердые частицы также могут задерживать развитие слоевищ, тормозя прорастание спор [385]. В качестве концентраций пылевых частиц, негативно влияющие на лишайники, приводятся значения  $200 \text{ мкг/м}^3$  и более [80].

В г. Гомеле многолетние концентрации пылевых частиц не высоки (с 2003 г. не превышают  $45 \text{ мкг/м}^3$ ). Вероятно, влияние пылевых частиц на лишайники в г. Гомеле невелико и имеет место в основном вблизи крупных автомагистралей.

**Кислотность** осадков в районе Гомельской городской агломерации изучалась в рамках отдельного исследования [203, 205]. По данным [206], не обнаружено существенных отличий величин рН осадков как в зависимости от удаленности точек отбора от города, так и от направлений розы ветров (рисунок 31).

Средние и медианные величины рН дождевых и снеговых вод свидетельствуют об отсутствии кислотных осадков в г. Гомеле. Вместе с тем в отдельных случаях кислотные дожди все же отмечались, о чем свидетельствуют минимальные значения выборок. Величины рН, соответствующие кислотным, отмечались в

тех осадках, которые выпадали после длительного сухого периода. Эти дожди «вымывали» кислотные окислы из атмосферы города.



**Рисунок 31 – Значения pH осадков Гомельского района по направлениям отбора проб согласно данным 2001 г. (по [206])**

Отмечается, что с течением времени имеет место тенденция возрастания количества проб с кислыми значениями pH. Однако интерквартильный размах выборок по всем направлениям отбора укладывается в значения pH, соответствующие чистым и условно щелочным [206].

Несмотря на то, что сущность действия кислотных осадков на лишайники к настоящему времени недостаточно изучена, отмечается, что частые «кислые» дожди заметно их угнетают и приводят к исчезновению многих видов. В зависимости от местобитания и вида лишайника в качестве значений кислотности, влияющих на метаболическую активность, приводится диапазон  $\text{pH} = 5,0\text{--}3,5$ . При этом указывается, что осадки с  $\text{pH} = 2$  полностью ингибируют деятельность ферментов [218].

### 5.3 Влияние органических атмосферных загрязнителей на распространение эпифитных лишайников

Основными органическими загрязнителями атмосферы г. Гомеля являются формальдегид и фенол. Эти вещества объединяет не только их органическая природа, но и длительное присутствие в атмосфере города в концентрациях, превышающих 1 ПДК (рисунок 32).

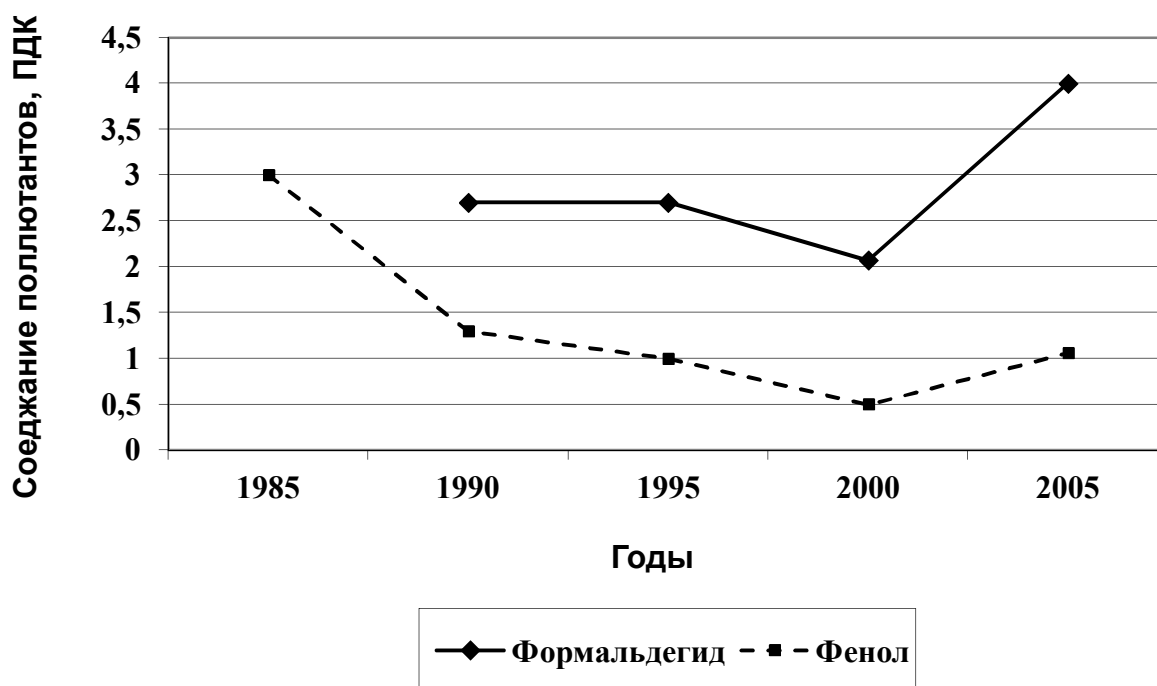
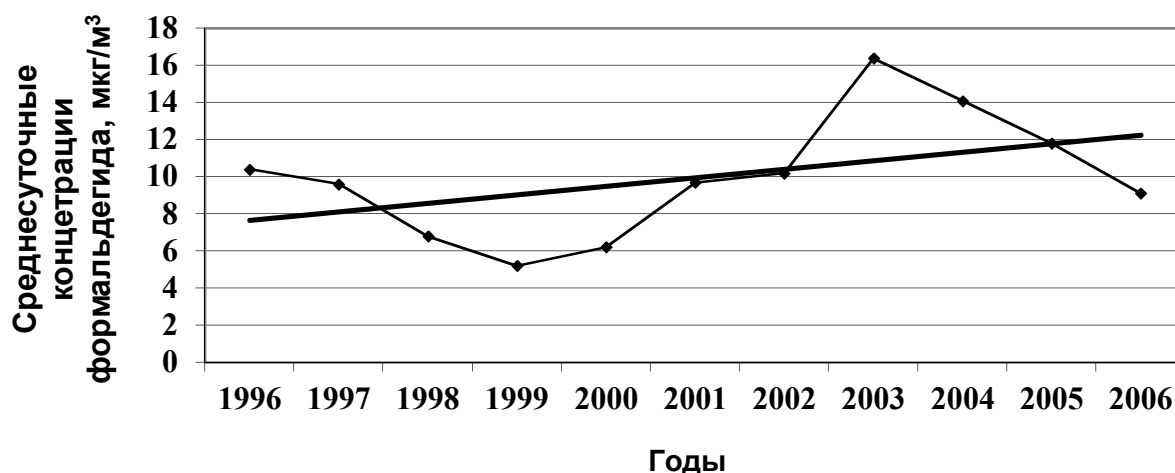


Рисунок 32 – Динамика содержания формальдегида и фенола в атмосфере г. Гомеля

Основными источниками выбросов **формальдегида** являются группы заводов «Гомелькабель» и «Центролит» – предприятия, располагающиеся на северной границе г. Гомеля. Также определенный вклад в структуру выбросов формальдегида вносит ОАО «Гомельобой».

В 2003 г. среднесуточная концентрация формальдегида превысила 5 ПДК (15 мкг/м<sup>3</sup>) (рисунок 33). Следует отметить тенденцию увеличения содержания формальдегида в воздухе г. Гомеля (линия тренда на рисунке 33).



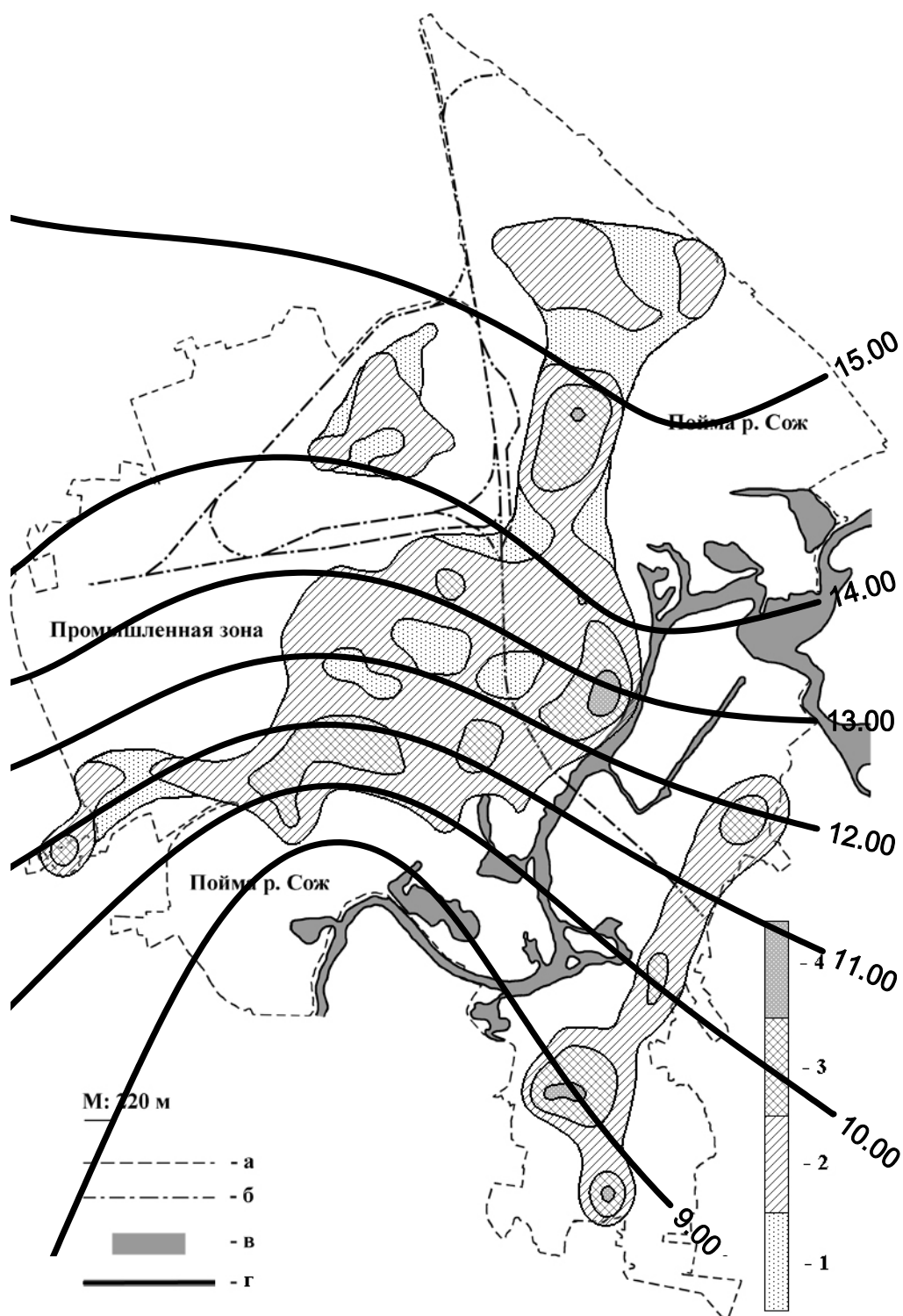
**Рисунок 33 – Динамика среднесуточных концентраций формальдегида в атмосфере г. Гомеля**

Распределение формальдегида по территории города неравномерно. Наблюдается практически линейное возрастание концентраций в северном направлении (таблица 17, рисунок 34).

Таблица 17 – Результаты сравнения среднесуточных концентраций формальдегида в атмосфере г. Гомеля на различных постах наблюдения за период 05.2005 – 02.2006 гг. по критерию Фишера

Номера постов наблюдения	2	13	14	16	17
2	–	F = 5,71; p = 0,03	F = 4,37; p = 0,06	F = 13,24; p < 0,01	F = 0,13; p = 0,32
13	F = 5,71; p = 0,03	–	F = 0,04; p = 0,85	F = 0,00; p = 0,96	F = 6,54; p = 0,03
14	F = 4,37; p = 0,06	F = 0,04; p = 0,85	–	F = 0,08; p = 0,79	F = 5,06; p = 0,04
16	F = 13,24; p < 0,01	F = 0,00; p = 0,96	F = 0,08; p = 0,79	–	F = 15,49; p < 0,01
17	F = 0,13; p = 0,32	F = 6,54; p = 0,03	F = 5,06; p = 0,04	F = 15,49; p < 0,01	–

Примечание – Номера постов соответствуют таковым, приведенным на рисунке 4.

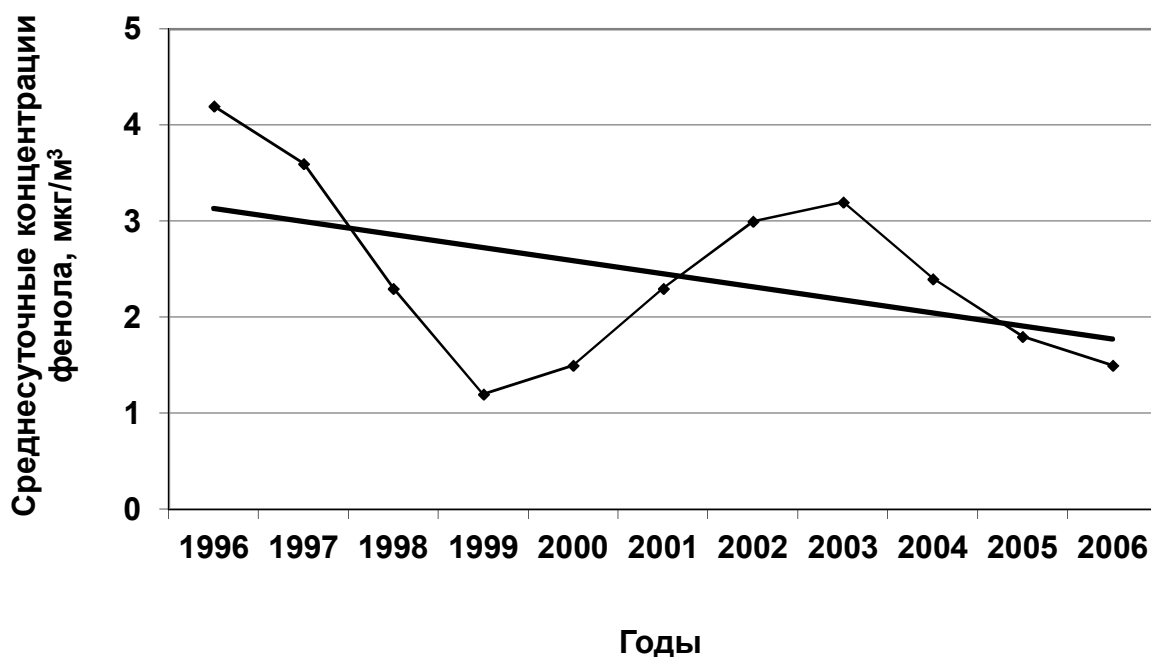


**Рисунок 34 – Распространение листоватых и кустистых эпифитных лишайников и распределение атмосферного формальдегида (в  $\mu\text{г}/\text{м}^3$ ) по территории г. Гомеля (а – административная граница города, б – железная дорога, в – река Сож, г – изолинии концентраций атмосферного формальдегида; на шкале показано количество видов листоватых и кустистых лишайников: 1 – 11–14, 2 – 15–17, 3 – 18–20, 4 – >21)**

Распределение формальдегида в воздухе не совпадает с обнаруженным на территории г. Гомеля развитием эпифитных лишайников (рисунок 34). В литературе данные о влиянии формальдегида на лишайники практически отсутствуют, не приводятся токсические и летальные концентрации. Вероятно, прямое действие органических молекул на эти организмы затруднено.

Основными источниками выбросов **фенола** в атмосферу г. Гомеля являются заводы «Гомелькабель» и «Центролит», расположенные на северной границе города.

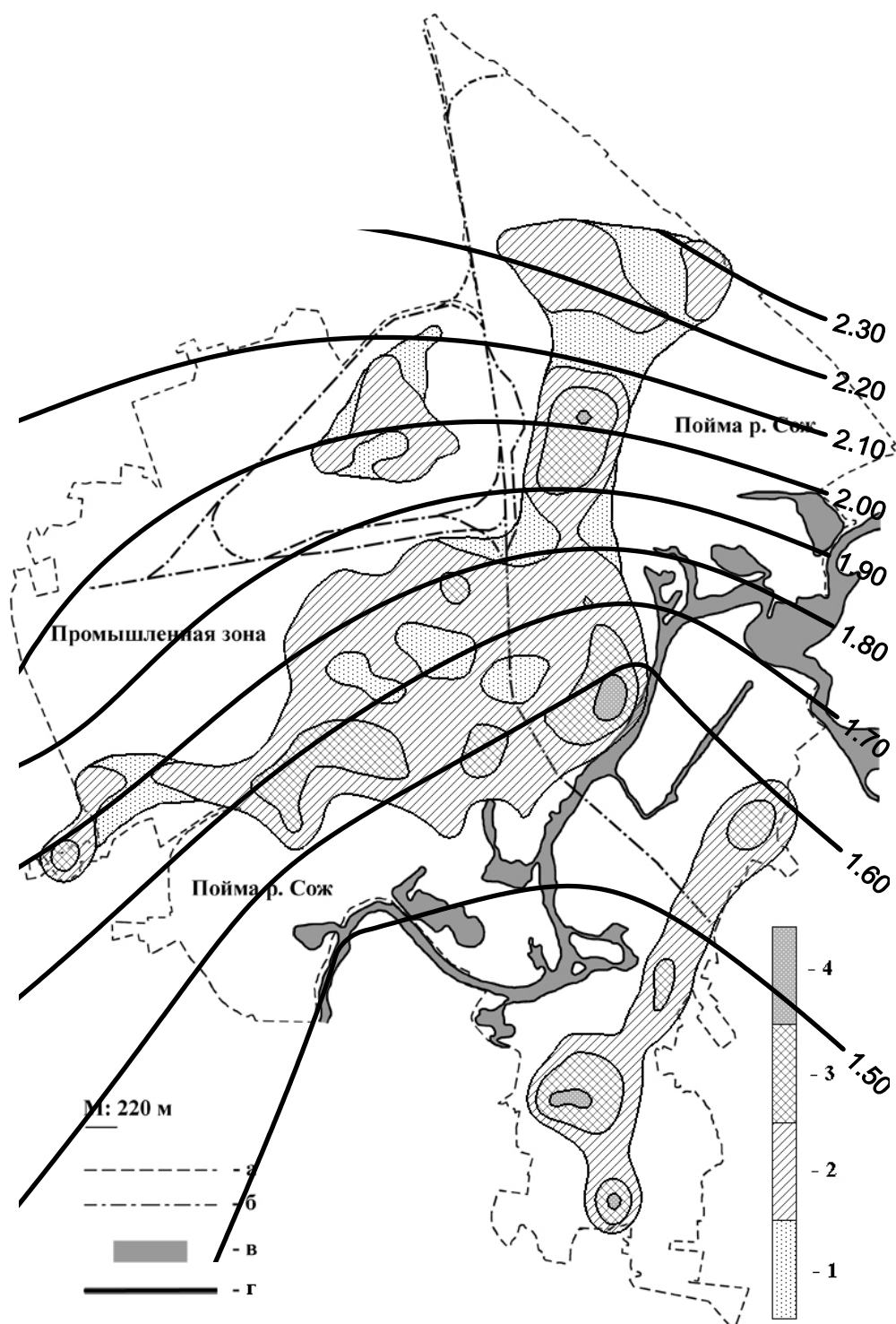
Фенол является вторым после формальдегида поллютантом, концентрации которого в атмосфере г. Гомеля превышали значение 1 ПДК. Однако с течением времени наблюдается медленное снижение его содержания в воздухе города (рисунок 35).



**Рисунок 35 – Динамика среднесуточных концентраций фенола в атмосфере г. Гомеля**

Распределение фенола по территории г. Гомеля имеет схожий характер с распределением формальдегида. Имеет место увеличение концентрации фенола в направлении с юга на север, однако разница концентраций менее выражена (рисунок 36, таблица 18).





**Рисунок 36 – Распространение листоватых и кустистых эпифитных лишайников и распределения атмосферного фенола (в  $\mu\text{г}/\text{м}^3$ ) по территории г. Гомеля (а – административная граница города, б – железная дорога, в – река Сож, г – изолинии концентраций атмосферного фенола; на шкале показано количество видов листоватых и кустистых лишайников: 1 – 11–14, 2 – 15–17, 3 – 18–20, 4 – >21)**

Таблица 18 – Результаты сравнения среднесуточных концентраций фенола в атмосфере г. Гомеля на различных постах наблюдения за период 05.2005 – 02.2006 гг. по критерию Фишера

Номера постов наблюдения	2	13	14	16	17
2	–	F = 0,00; p = 1,00	F = 4,69; p = 0,05	F = 14,07; p < 0,01	F = 0,82; p = 0,38
13	F = 0,00; p = 1,00	–	F = 4,36; p = 0,05	F = 12,38; p < 0,01	F = 0,73; p = 0,41
14	F = 4,69; p = 0,05	F = 4,36; p = 0,05	–	F = 0,73; p = 0,41	F = 9,12; p = 0,01
16	F = 14,07; p < 0,01	F = 12,38; p < 0,01	F = 0,73; p = 0,41	–	F = 25,36; p < 0,01
17	F = 0,82; p = 0,38	F = 0,73; p = 0,41	F = 9,12; p = 0,01	F = 25,36; p < 0,01	–
Примечание – Номера постов соответствуют таковым, приведенным на рисунке 4.					

Распределение фенола не совпадает с обнаруженным на территории г. Гомеля развитием лишайников (рисунок 36). Как и для формальдегида, для фенола в литературных источниках не приводятся концентрации, токсичные для этих организмов. Фенол, очевидно, не влияет на особенности распространения лишайников на территории г. Гомеля.

Таким образом, распространение листоватых и кустистых эпифитных лишайников по территории города не связано с концентрациями основных неорганических и органических атмосферных поллютантов.

## 6 ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ КОРКИ ДЕРЕВЬЕВ НА ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ЭПИФИТНЫХ ЛИШАЙНИКОВ

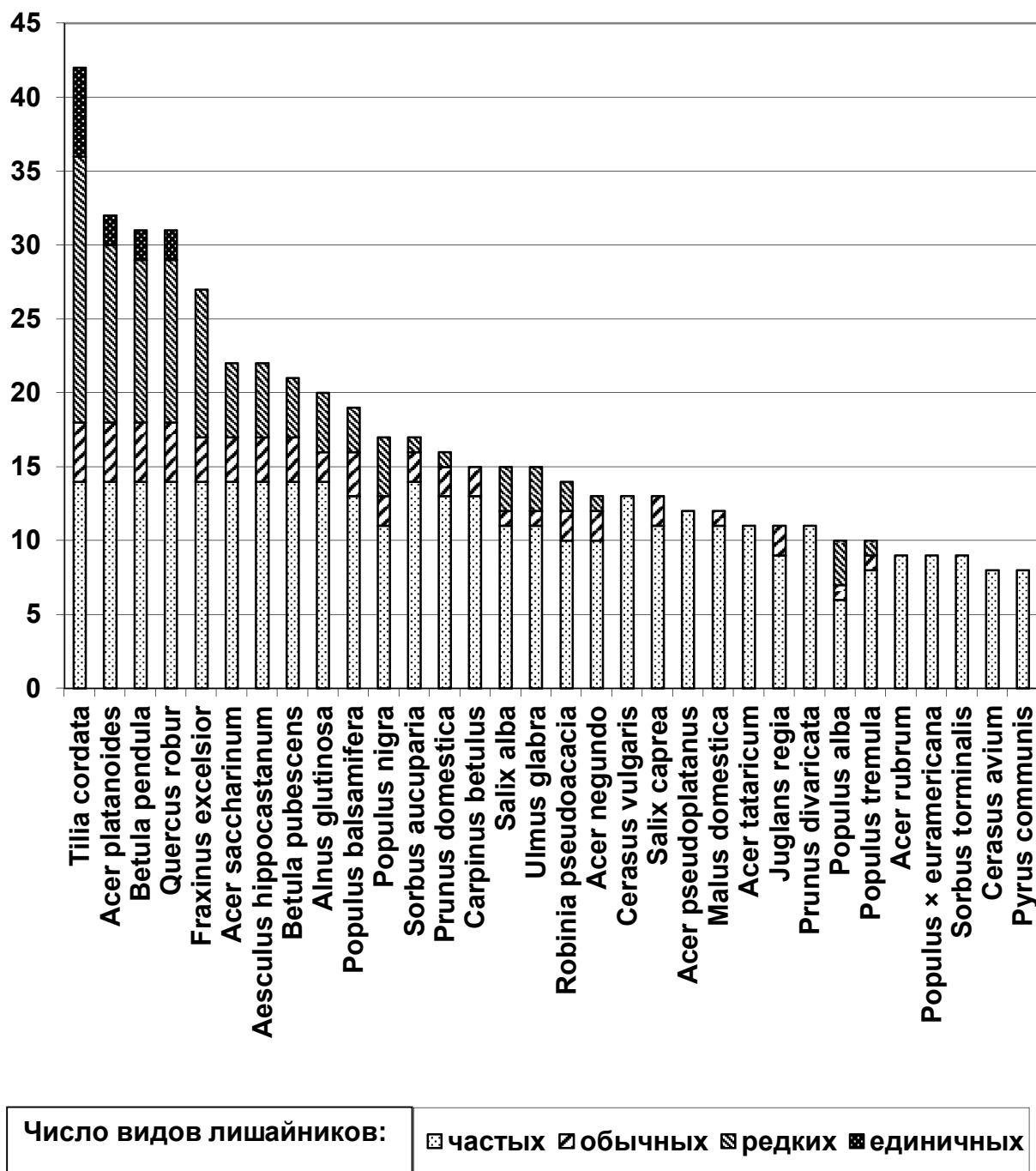
### 6.1 Встречаемость эпифитных лишайников на деревьях различных видов

Результаты учета видов форофитов при маршрутном обследовании распространенности эпифитных лишайников по территории г. Гомеля были проанализированы на предмет предпочтительности заселения стволов деревьев определенными видами лишайников. Наибольшее число видов кустистых и листоватых лишайников обнаружено на *Tilia cordata* – 42 вида. Несколько меньше видов лишайников было найдено на *Acer platanoides* – 32 вида, *Betula pendula* и *Quercus robur* – по 31 виду, *Fraxinus excelsior* – 27, *Acer saccharinum* и *Aesculus hippocastanum* – 22, *Betula pubescens* – 21, *Alnus glutinosa* – 20, *Populus balsamifera* – 19, *Populus nigra* и *Sorbus aucuparia* – 17, *Prunus domestica* – 16, *Carpinus betulus*, *Salix alba* и *Ulmus glabra* – 15, *Robinia pseudoacacia* – 14, *Acer negundo*, *Cerasus vulgaris* и *Salix caprea* – 13, *Acer pseudoplatanus* и *Malus domestica* – 12, *Acer tataricum*, *Juglans regia* и *Prunus divaricata* – 11, *Populus alba* и *P. tremula* – 10, *Acer rubrum*, *Populus ×euramericana* и *Sorbus torminalis* – 9, *Cerasus avium* и *Pyrus communis* – 8 видов лишайников (рисунок 37).

Из представленных данных видно, что на наиболее населенных лишайниками видах деревьев больше редких и единично встречающихся видов. Единично встречающиеся лишайники произрастают на деревьях, для которых описано максимальное число видов (более 30).

Для оценки качественных и количественных характеристик лишенопокрова форофитов выбирали виды деревьев, число описаний которых в выборке полевых исследований было больше 15.

Было обнаружено отсутствие значимой корреляции между количеством видов лишайников на дереве и диаметром ствола (в зависимости от вида форофита  $r = -0,47 \sim 0,45$ ) (таблица 19).



**Рисунок 37 – Количество видов листоватых и кустистых эпифитных лишайников на коре различных видов деревьев**

Результаты корреляционного анализа указывают на отсутствие связи между возрастом дерева (диаметром ствола) и количеством видов лишайников на нем. Это может объясняться одновременным началом роста разных видов лишайников на всех субстратах в результате резкого снижения содержания SO<sub>2</sub> и других загрязнителей в атмосфере в период 1985 – 1995 гг. (рисунок 20).

Таблица 19 – Корреляции между числом видов лишайников на стволе дерева и его диаметром

Вид форофита	Значения r, p
<i>Quercus robur</i>	r = 0,45; p = 0,09
<i>Acer saccharinum</i>	r = 0,27; p = 0,10
<i>Aesculus hippocastanum</i>	r = 0,26; p = 0,01
<i>Betula pubescens</i>	r = -0,03; p = 0,87
<i>Populus nigra</i>	r = -0,06; p = 0,72
<i>Populus balsamifera</i>	r = -0,11; p = 0,48
<i>Acer platanoides</i>	r = -0,13; p = 0,03
<i>Tilia cordata</i>	r = -0,19; p < 0,01
<i>Betula pendula</i>	r = -0,21; p = 0,01
<i>Fraxinus excelsior</i>	r = -0,29; p < 0,01
<i>Acer negundo</i>	r = -0,47; p = 0,09

Среднее число видов лишайников на стволе у разных видов деревьев различно. Так, для *Acer negundo* оно составляет 6,43 вида, *Populus balsamifera* – 7,50; *P. nigra* – 7,60; *Aesculus hippocastanum* – 8,86; *Betula pendula* – 8,94; *B. pubescens* – 8,97; *Fraxinus excelsior* – 9,00; *Quercus robur* – 9,53; *Acer platanoides* – 9,67; *Tilia cordata* – 10,11; *Acer saccharinum* – 10,75.

Для нахождения достоверных отличий между отдельными видами деревьев по количеству произрастающих на них видов лишайников применили однофакторный дисперсионный анализ. Установлено, что видовое разнообразие лишайников на *Acer negundo*, *Populus balsamifera* и *P. nigra* достоверно ниже (6,43 – 7,60 вида), чем на остальных видах деревьев (таблица 20).

Промежуточную группу деревьев, характеризующуюся средним числом видов лишайников (8,86 – 9,53 вида), составляют *Aesculus hippocastanum*, *Betula pendula*, *B. pubescens*, *Fraxinus excelsior* и *Quercus robur*. На стволах *Acer platanoides* и *Tilia cordata* отмечено высокое разнообразие лишайников (9,67 – 10,11 вида). *Acer saccharinum* отличается наибольшим количеством видов лишайников, произрастающих на 1 стволе – 10,75 вида.

Таблица 20 – Сравнение видов деревьев по количеству произрастающих на них видов лишайников (здесь и далее: A neg – *Acer negundo*, P bals – *Populus balsamifera*, P nig – *Populus nigra*, Ae hip – *Aesculus hippocastanum*, B pen – *Betula pendula*, B pub – *Betula pubescens*, Fr ex – *Fraxinus excelsior*, Q rob – *Quercus robur*, A plat – *Acer platanoides*, T c – *Tilia cordata*, A sac – *Acer saccharinum*)

Вид дерева	A neg	P bals	P nig	Ae hip	B pen	B pub	Fr ex	Q rob	A plat	T c	A sac
A neg	–	F = 2,58	F = 3,75	F = 22,24	F = 19,43	F = 18,61	F = 17,97	F = 14,87	F = 32,00	F = 33,20	F = 34,58
P bals	F = 2,58	–	F = 0,05	F = 17,14	F = 17,81	F = 11,76	F = 16,34	F = 14,81	F = 43,12	F = 52,51	F = 42,86
P nig	F = 3,75	F = 0,05	–	F = 13,11	F = 11,97	F = 12,36	F = 11,62	F = 12,87	F = 28,19	F = 33,18	F = 41,30
Ae hip	F = 22,24	F = 17,14	F = 13,11	–	F = 0,10	F = 0,11	F = 0,28	F = 2,92	F = 12,34	F = 25,25	F = 25,48
B pen	F = 19,43	F = 17,81	F = 11,97	F = 0,10	–	F = 0,01	F = 0,06	F = 2,14	F = 12,97	F = 31,16	F = 20,98
B pub	F = 18,61	F = 11,76	F = 12,36	F = 0,11	F = 0,01	–	F = 0,01	F = 1,18	F = 3,64	F = 7,72	F = 14,22
Fr ex	F = 17,97	F = 16,34	F = 11,62	F = 0,28	F = 0,06	F = 0,01	–	F = 1,42	F = 7,93	F = 19,60	F = 16,63
Q rob	F = 14,87	F = 14,81	F = 12,87	F = 2,92	F = 2,14	F = 1,18	F = 1,42	–	F = 0,13	F = 1,80	F = 4,16
A plat	F = 32,00	F = 43,12	F = 28,19	F = 12,34	F = 12,97	F = 3,64	F = 7,93	F = 0,13	–	F = 0,13	F = 7,60
T c	F = 33,20	F = 52,51	F = 33,18	F = 25,25	F = 31,16	F = 7,72	F = 19,60	F = 1,80	F = 0,13	–	F = 2,23
A sacch	F = 34,58	F = 42,86	F = 41,30	F = 25,48	F = 20,98	F = 14,22	F = 16,63	F = 4,16	F = 7,60	F = 2,23	–

Примечание – Серым цветом выделены значения с  $p < 0,05$ .

Резких переходов анализируемого показателя между группами деревьев в ряду *Aesculus hippocastanum* – *Acer saccharinum* не отмечено (таблица 20).

Кроме отличий в количественных параметрах лишенопокрова различных видов деревьев были выявлены и качественные отличия. Для этого на основании полученных результатов была проведена оценка встречаемости каждого вида лишайников **на видах деревьев** (доля деревьев, на которых был найден вид лишайника, от общего числа описанных деревьев). Так, 9 видов являются сквозными (встречаемость более 70 %): *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia nigricans*, *P. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. dubia*, *P. stellaris*, *P. tenella*, *Xanthoria parietina*, *X. polycarpa*. Редкими или единичными (встречаемость менее 10 %) являются представители 32 видов лишайников: *Anaptychia ciliaris*, *Candelaria pacifica*, *Cladonia carneola*, *C. chlorophaea*, *C. coniocraea*, *C. fimbriata*, *Evernia mesomorpha*, *Flavoparmelia caperata*, *Hypocenomyce scalaris*, *H. tubulosa*, *Melanelixia glabratula*, *M. glabra*, *M. subargentifera*, *Melanohalea exasperata*, *M. olivacea*, *Parmelina tiliacea*, *Phaeophyscia ciliata*, *Physcia aipolia*, *Physconia deterosa*, *P. grisea*, *Pleurosticta acetabulum*, *Pseudevernia furfuracea*, *Ramalina farinacea*, *R. fraxinea*, *R. pollinaria*, *Tuckermannopsis chlorophylla*, *T. sepincola*, *Usnea hirta*, *Vulpicida pinastri*, *Xanthomendoza fallax*, *X. fulva*, *Xanthoria candelaria*. 7 видов лишайников имели встречаемость от 10 % до 70 %: *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Melanelixia subaurifera*, *Melanohalea exasperatula*, *Physcia caesia*, *Physconia distorta* и *Physconia enteroxantha*. Эти виды были выбраны для анализа качественных отличий в видовом составе лишенопокрова различных видов деревьев [256].

Для каждого вида дерева рассчитали встречаемость каждого вида лишайников (суммарная встречаемость всех анализируемых видов лишайников на 1 виде дерева была принята за 100 %). Результаты представлены в таблице 21. Полученные ранговые ряды встречаемости лишайников подвергали корреляционному анализу.

Таблица 21 – Встречаемость 7 видов лишайников на исследуемых видах деревьев (в процентах)

Вид дерева	A neg	P bals	P nig	Fr ex	A plat	Ae hip	Q rob	T c	A sac	B pen	B pub
Ev prun	0	6	0	13	19	18	25	22	32	20	22
H physod	0	2	0	8	15	15	18	17	28	33	33
M exasp	0	2	6	27	21	19	21	19	13	11	18
M subaur	0	0	0	6	9	12	9	12	15	6	7
P caesia	0	8	0	6	8	14	5	8	4	12	13
P enterox	67	31	29	27	23	20	21	17	6	12	7
P distorta	33	50	65	13	5	2	2	5	2	5	0

Установлено, что видовой состав лишайников различных видов деревьев достоверно отличается (таблица 22). Так, одну группу форофитов образуют *Acer negundo*, *Populus balsamifera* и *P. nigra*, для которых наиболее характерными видами лишайников являются *Physconia distorta* и *Physconia enteroxantha*. Другую группу деревьев составляют *Acer saccharinum*, *Sorbus aucuparia*, *Betula pendula*, *B. pubescens* и *Prunus domestica*, для которых доминирующими видами из рассматриваемой группы являются *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes* и *Melanohalea exasperatula*.

Промежуточную группу составляют *Acer platanoides*, *Aesculus hippocastanum*, *Quercus robur* и *Tilia cordata*, которые являются одинаково привлекательным субстратом для всех видов лишайников. *Fraxinus excelsior* по структуре видовой состава лишенобиоты сходен только с *Acer platanoides*.

Описанное количественное и качественное распределение лишайников, вероятно, связано со свойствами субстрата: морфологической и/или химической структурой коры дерева.



Таблица 22 – Корреляции видового состава лишайников исследуемых видов деревьев

Вид дерева	A neg	P bals	P nig	Fr ex	A plat	Ae hip	Q rob	T c	A sac	B pen	B pub
A neg	–	r = 0,78	r = 0,69	r = -0,56	r = 0,23	r = -0,18	r = 0,02	r = -0,14	r = -0,51	r = -0,29	r = -0,55
P bals	r = 0,78	–	r = 0,97	r = 0,27	r = -0,25	r = -0,57	r = -0,40	r = -0,53	r = -0,60	r = -0,43	r = -0,68
P nig	r = 0,69	r = 0,97	–	r = 0,28	r = -0,29	r = -0,65	r = -0,43	r = -0,54	r = -0,59	r = -0,47	r = -0,68
Fr ex	r = -0,56	r = 0,27	r = 0,28	–	r = 0,77	r = 0,47	r = 0,56	r = 0,44	r = -0,19	r = -0,19	r = -0,13
A plat	r = 0,23	r = -0,25	r = -0,29	r = 0,77	–	r = 0,87	r = 0,95	r = 0,88	r = 0,38	r = 0,33	r = 0,42
Ae hip	r = -0,18	r = -0,57	r = -0,65	r = 0,47	r = 0,87	–	r = 0,85	r = 0,82	r = 0,39	r = 0,41	r = 0,54
Q rob	r = 0,02	r = -0,40	r = -0,43	r = 0,56	r = 0,95	r = 0,85	–	r = 0,98	r = 0,65	r = 0,50	r = 0,60
T c	r = -0,14	r = -0,53	r = -0,54	r = 0,44	r = 0,88	r = 0,82	r = 0,98	–	r = 0,75	r = 0,54	r = 0,67
A sac	r = -0,51	r = -0,60	r = -0,59	r = -0,19	r = 0,38	r = 0,39	r = 0,65	r = 0,75	–	r = 0,75	r = 0,81
B pen	r = -0,29	r = -0,43	r = -0,47	r = -0,19	r = 0,33	r = 0,41	r = 0,50	r = 0,54	r = 0,75	–	r = 0,92
B pub	r = -0,55	r = -0,68	r = -0,68	r = -0,13	r = 0,42	r = 0,54	r = 0,60	r = 0,67	r = 0,81	r = 0,92	–

Примечание – Серым цветом выделены значения с  $p < 0,05$ .

На кору деревьев оказывают воздействие различные факторы окружающей среды. В свою очередь, совокупность свойств коры непосредственно влияет на эпифитные организмы.

Влияние структурных свойств коры форофитов на развитие лишайников в городской среде описано в [551]. Отмечается, что твердость и толщина коры сильно различаются у разных видов деревьев, причем с возрастом дерева эти характеристики изменяются. Структура коры, очевидно, имеет ограниченное воздействие на колонизацию лишайником форофита и, прежде всего, важна с точки зрения влагопоглощительной способности субстрата. Однако автор указывает на то, что влажность имеет определяющее значение для лишайников в том случае, если данный фактор является доминирующим, что характерно в основном для лесных территорий. В городской среде атмосферная влажность обладает уравнивающим эффектом и, кроме того, все другие факторы (не в последнюю очередь и рН) также оказывают свое влияние, что делает сложным выделение воздействия фактора влажности в отдельности [551]. Содержание воды в коре городских форофитов постоянно меняется из-за различных уровней испарения как результата воздействия возрастания температуры, ветра и других факторов.

При изучении различий водоудерживающей способности коры различных форофитов, а также конкретного вида, E. Skye [551] было установлено, что как в пределах каждого вида дерева, так и у разных видов вариации данного фактора слишком велики, чтобы установить достоверную связь.

Далее в [551] различные виды деревьев сравниваются по кислотности корки. Автором выделены группировки форофитов по этому показателю, которые совпали с аналогичными группами деревьев, найденными нами по встречаемости лишайников.

## **6.2 Связь встречаемости эпифитных лишайников и рН корки деревьев**

При измерении кислотности корки 11 видов форофитов для значений рН нами были получены преимущественно нормальные распределения. Это свидетельствует о гомогенности среды про-

израстания как форофитов, так и лишайников. На нормальность выборки проверяли стандартными статистическими методами (Колмогорова-Смирнова, Шапиро, Хи-Квадрат, тестами асимметрии и эксцесса).

Средние значения кислотности корки составили: для *Acer negundo* – 7,17 (6,68–8,09); *Populus balsamifera* – 6,66 (5,51–7,91); *P. nigra* – 6,63 (5,36–7,47), *A. platanoides* – 6,12 (5,47–6,78); *Fraxinus excelsior* – 5,77 (5,24–6,46); *Tilia cordata* – 5,53 (4,84–6,43); *Aesculus hippocastanum* – 4,95 (4,35–5,96); *Betula pubescens* – 4,89 (4,27–5,93); *B. pendula* – 4,88 (4,33–5,88); *Quercus robur* – 4,79 (4,13–5,24); *Acer saccharinum* – 4,74 (4,21–5,32) (в скобках приведены минимальные и максимальные значения). Поскольку значения рН корки с южной и северной сторон ствола дерева достоверно не отличались, их анализировали как единую выборку.

Полученные нами значения рН корки деревьев существенно отличаются от приводимых в литературе (таблица 23).

Следует отметить, что в Западной Европе в 1950 – 1960-е гг. отмечали сильное закисление осадков в связи с бурным развитием промышленности. Наличие кислотных дождей отмечает и Е. Skye для Швеции [551, с. 105 – 107]. Именно наличием кислотных дождей автор объясняет низкие значения кислотности корки многих видов деревьев как сильнозагрязненных территорий (к ним Skye относит г. Стокгольм и ближайший пригород), так и территорий, максимально близких к естественным (участки леса). Влиянием Московской городской агломерации можно объяснить закисление корки деревьев некоторых видов в Подмоскowie. Можно заключить, что в зависимости от региона и времени исследования значения кислотности одних и тех же видов форофитов сильно различаются.

Методом однофакторного дисперсионного анализа выделены группы видов деревьев, отличающиеся по значениям рН корки: *Populus balsamifera* и *P. nigra*; *Aesculus hippocastanum*, *Betula pubescens*, *B. pendula*, *Quercus robur* и *Acer saccharinum*. *Acer negundo*, *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides* и *Tilia cordata* имеют значения рН корки, отличные от других видов деревьев (таблица 24). Статистически идентичные значения кислотности корки были отмечены для *Populus balsamifera* и *P. nigra*, а также для *Betula pubescens* и *B. pendula*.

Таблица 23 – Значения кислотности корки форофитов

Вид дерева	Значение pH корки			
	г. Гомель, 2008 г. (собственные результаты)	Стокгольм, конец 50-х – начало 60-х гг. XX в. (по [551])		Подмосковье, 1970 г. (по [65])
		сильнозагрязненные территории	максимально близкие к естественным	
<i>Populus</i> sp. <sup>1</sup>	5,51–7,91	–	–	3,55
<i>Fraxinus excelsior</i>	5,24–6,46	2,8–4,8	5,3–6,0	–
<i>Acer platanoides</i>	5,47–6,87	2,8–4,5	5,0–5,8	–
<i>Tilia cordata</i>	4,84–6,43	2,4–3,3	4,1–4,6	3,20–3,50
<i>Quercus robur</i>	4,13–5,24	2,4–3,3	3,7–4,5	–
<i>Betula</i> sp. <sup>2</sup>	4,27–5,93	2,6–4,2	3,3–4,5	2,80–3,75

Примечания: Для г. Гомеля приводятся значения pH корки *Populus balsamifera*, для Подмосковья – *P. tremula*.  
 Для г. Гомеля приводятся значения pH корки *Betula pubescens*, для Стокгольма – *B. verrucosa*, для Подмосковья – *Betula* sp. (вид не указан).

Из данных таблиц 22 и 24 следует, что по признакам значений pH корки и встречаемости определенных видов лишайников, выделенные группы видов деревьев в основном совпадают (таблица 25).

Таким образом, видовой состав лишенобиоты древесного ствола зависит от значения кислотности его корки. На рисунке 38 приведены регрессионные зависимости для *Hypogymnia physodes* ( $y = -7,76x + 52,94$ ;  $r = -0,78$ ;  $p < 0,01$ ) и *Physconia distorta* ( $y = 9,38x - 43,89$ ;  $r = 0,81$ ;  $p < 0,01$ ).

Очевидно, можно с достаточно высокой точностью указать кислотность корки форофита любого вида по видовому составу лишайников.

Таблица 24 – Сравнение корки видов деревьев по показателю кислотности (результаты дисперсионного анализа)

Вид дерева	A neg	P bals	P nig	A plat	Fr ex	T c	Ae hip	B pub	B pen	Q rob	A sac
A neg	–	F = 16,1	F = 22,9	F = 193,6	F = 305,1	F = 303,2	F = 744,5	F = 550,3	F = 577,5	F = 937,7	F = 1075
P bals	F = 16,1	–	F = 0,03	F = 18,6	F = 48,4	F = 67,7	F = 177,5	F = 162,2	F = 167,0	F = 219,6	F = 240,5
P nig	F = 22,9	F = 0,03	–	F = 22,6	F = 59,9	F = 81,5	F = 224,4	F = 196,6	F = 203,3	F = 281,4	F = 311,9
A plat	F = 193,7	F = 18,6	F = 22,6	–	F = 21,9	F = 43,0	F = 235,5	F = 175,2	F = 185,3	F = 337,2	F = 406,2
Fr ex	F = 305,1	F = 48,4	F = 59,9	F = 21,9	–	F = 6,4	F = 102,7	F = 82,6	F = 87,7	F = 160,2	F = 195,7
T c	F = 303,2	F = 67,7	F = 81,5	F = 43,0	F = 6,4	–	F = 38,0	F = 35,1	F = 37,2	F = 65,6	F = 80,6
Ae hip	F = 744,5	F = 177,5	F = 224,3	F = 235,5	F = 102,7	F = 38,0	–	F = 0,4	F = 0,5	F = 4,0	F = 7,9
B pub	F = 550,4	F = 162,2	F = 196,6	F = 175,2	F = 82,6	F = 35,1	F = 0,4	–	F = 0,01	F = 1,1	F = 2,7
B pen	F = 577,5	F = 167,0	F = 203,3	F = 185,3	F = 87,7	F = 37,2	F = 0,5	F = 0,01	–	F = 0,9	F = 2,6
Q rob	F = 937,7	F = 219,6	F = 281,4	F = 337,2	F = 160,2	F = 65,6	F = 4,0	F = 1,1	F = 0,9	–	F = 0,6
A sac	F = 1075	F = 240,5	F = 311,9	F = 406,2	F = 195,7	F = 80,6	F = 7,9	F = 2,7	F = 2,6	F = 0,6	–

Примечание – Серым цветом выделены значения с  $p < 0,05$ .

Таблица 25 – Приуроченность разных видов лишайников к деревьям с разными значениями рН корки (на территории г. Го-  
меля)

Вид дерева	Среднее значение рН корки дерева	Основные виды лишайников
<i>Acer negundo</i>	7,17	<i>Physconia distorta</i> <i>Physconia enteroxantha</i>
<i>Populus balsamifera</i>	6,66	
<i>Populus nigra</i>	6,63	
<i>Acer platanoides</i>	6,12	<i>Evernia prunastri</i> <i>Hypogymnia physodes</i> <i>Melanelixia subaurifera</i> <i>Melanohalea exasperatula</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>	5,77	
<i>Tilia cordata</i>	5,53	
<i>Aesculus hippocastanum</i>	4,95	<i>Physcia caesia</i> <i>Physconia distorta</i> <i>Physconia enteroxantha</i>
<i>Betula pubescens</i>	4,89	<i>Evernia prunastri</i> <i>Hypogymnia physodes</i> <i>Melanohalea exasperatula</i>
<i>Betula pendula</i>	4,88	
<i>Quercus robur</i>	4,79	
<i>Acer saccharinum</i>	4,74	

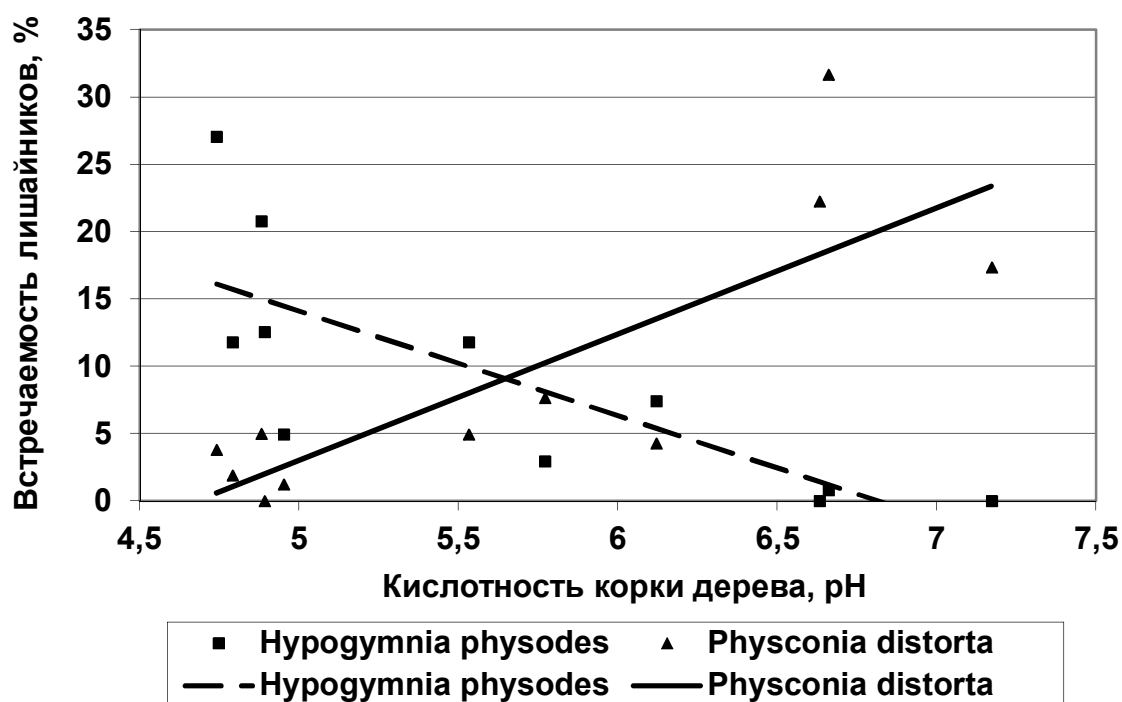
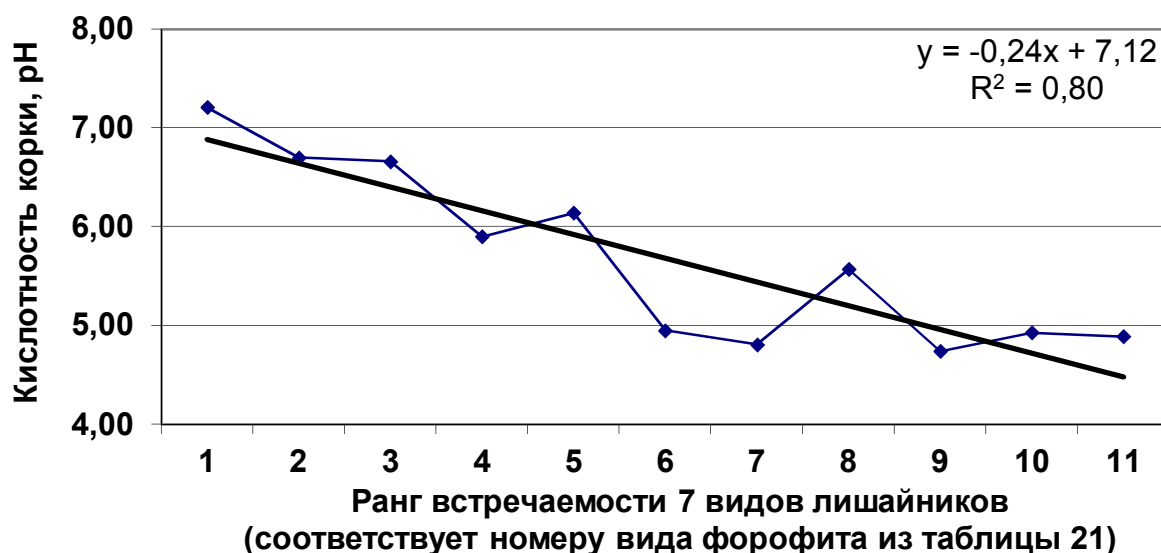


Рисунок 38 – Зависимость встречаемости некоторых видов лишайников на стволах деревьев от значений кислотности корки

Для этого нужно:

- описать видовой состав эпифитных лишайников на наиболее распространенных деревьях;
- оценить встречаемость 7 перечисленных выше видов лишайников на дереве каждого вида;
- высчитать долю (в процентах) встречаемости каждого вида лишайников на дереве каждого вида (согласно таблице 25);
- с использованием корреляционного анализа найти наиболее схожий вид дерева из таблицы 25;
- найти значение кислотности, соответствующее установленному виду дерева из уравнения регрессии, представленного на рисунке 39.



**Рисунок 39 – Взаимосвязь видового состава лишайников различных деревьев и значений кислотности корки**

Рассмотрим возможные «сценарии» изменения кислотности корки форофитов. При **закислении** корка кислокорых видов – *Betula* sp., *Quercus robur*, *Acer saccharinum* – будет становиться еще более кислой. Количество видов лишайников на этих видах деревьев будет уменьшаться, при сильном закислении лишайники могут совсем исчезнуть. На деревьях с нейтральной коркой – *Aesculus hippocastanum*, *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides* – уменьшится число слоевищ *Physconia* sp. и увеличится количество *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*,

*Melanohalea exasperatula*. На деревьях с щелочной коркой – *Populus* sp., *Acer negundo* – начнут развиваться виды лишайников, предпочитающие нейтральные условия обитания – *Melanelixia subaurifera* и *Physcia caesia*. Эти виды изредка присутствуют и при нормальных условиях, но при закислении корки они будут развиваться обильнее. При более сильном закислении возможно появление на этих видах деревьев *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Melanohalea exasperatula*.

При защелачивании корка кислоторых видов – *Betula* sp., *Quercus robur*, *Acer saccharinum* – будет становиться более нейтральной. Количество видов лишайников на этих деревьях будет заметно увеличиваться. Начнут развиваться *Melanelixia subaurifera* и *Physcia caesia*, при нормальных условиях присутствующие изредка. При сильном защелачивании возможно появление *Physconia* sp. На деревьях с нейтральной коркой – *Aesculus hippocastanum*, *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides* – уменьшится число слоевищ *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Melanohalea exasperatula* и увеличится количество *Physconia* sp. На деревьях с щелочной коркой – *Populus* sp., *Acer negundo* – полностью исчезнут *Melanelixia subaurifera* и *Physcia caesia*, изредка присутствующие при нормальных условиях. При более сильном защелачивании уменьшится число даже таких видов лишайников, как *Physconia* sp.

Таким образом, при визуальном осмотре городских деревьев, имея при себе изображения описанных видов лишайников, можно судить о наличии факторов окружающей среды, влияющих на кислотность корки. Для руководства предлагается таблица 26.

Изменение pH корки форофитов (субстрата произрастания лишайников) является результатом изменения кислотности осадков (из-за изменения структуры и объемов промышленных эмиссий). Это хорошо показано в серии работ Т. Н. Отнюковой [135, 462, 464], в которых она рассматривает лесные массивы Алтае-Саянской провинции. Дальние переносы поллютантов способны изменять кислотность корки деревьев в лесах. Можно ожидать, что для деревьев, произрастающих в городских условиях, процесс изменения pH корки под воздействием атмосферных поллютантов будет намного сильнее выражен.



Таблица 26 – Ориентировочный видовой состав эпифитных лишайников при изменениях рН корки форофитов

Вид дерева	Виды лишайников		
	уменьшение значений рН	значения рН, зафиксированные в период выполнения исследования	увеличение значений рН
<i>Betula pendula</i>	Уменьшение количества видов, при сильном закислении – отсутствие лишайников на стволе	Присутствуют и хорошо развиты <i>Evernia prunastri</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Melanohalea exasperatula</i>	Присутствуют и хорошо развиты <i>Melanelixia subaurifera</i> , <i>Physcia caesia</i> , <i>Physconia distorta</i> , <i>Physconia enteroxantha</i>
<i>Betula pubescens</i>			
<i>Acer saccharinum</i>			
<i>Aesculus hippocastanum</i>			
<i>Quercus robur</i>			
<i>Tilia cordata</i>	Исчезают <i>Physconia distorta</i> , <i>Physconia enteroxantha</i> , усиленно развиваются <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Melanohalea exasperatula</i> , <i>Evernia prunastri</i>	Хорошо развиты <i>Evernia prunastri</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Melanelixia subaurifera</i> , <i>Melanohalea exasperatula</i> , <i>Physcia caesia</i> , <i>Physconia distorta</i> , <i>Physconia enteroxantha</i>	Исчезают <i>Evernia prunastri</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Melanohalea exasperatula</i> ; усиленно развиваются <i>Physconia distorta</i> , <i>Physconia enteroxantha</i> .
<i>Acer platanoides</i>			
<i>Fraxinus excelsior</i>			
<i>Populus balsamifera</i>	Появляются <i>Evernia prunastri</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Melanohalea exasperatula</i> ; усиленно развиваются <i>Melanelixia subaurifera</i> , <i>Physcia caesia</i>	Присутствуют и хорошо развиты <i>Physconia distorta</i> , <i>Physconia enteroxantha</i>	Уменьшение видового разнообразия, усиленное развитие других, не описанных здесь видов
<i>Populus nigra</i>			

В работе [551, с. 100] для Швеции при анализе видового разнообразия лишайников деревьев различных видов автором выделены схожие группы форофитов. Однако Е. Skye отмечает несколько иной состав лишенобиоты этих видов деревьев. Например, *Hypogymnia physodes* часто встречается на представителях рода *Populus*, а *Xanthoria parietina* ни разу не отмечена на *Quercus robur*; *Betula* sp. вообще лишены лишенопокрова. По результатам наших исследований видно, что *H. physodes* встречается на тополях лишь в единичных случаях, а *X. parietina*, доминант лишенобиоты тополей, растет на дубе.

Можно предположить, что в регионе исследования Е. Skye (Стокгольм и его пригороды) и тополь, и дуб, и береза имели существенно более кислую реакцию корки, что позволило колонизировать тополя *H. physodes* и сделало корку дуба пригодной для роста *X. parietina*, произрастающей на более щелочных субстратах. Это предположение подтверждается собственными данными (таблица 27).

### **6.3 Связь встречаемости эпифитных лишайников и элементного состава субстрата произрастания**

В золе корки 9 видов деревьев (*Acer negundo*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Aesculus hippocastanum*, *Populus balsamifera*, *Acer saccharinum* и *Betula pendula*) определяли содержание 67 элементов Периодической системы.

При анализе проб корки было получено, что зольность корки различалась для различных видов деревьев и составляла: для *Acer negundo* и *Tilia cordata* – 0,11, для *Acer platanoides* – 0,10, для *Fraxinus excelsior* и *Quercus robur* – 0,09, для *Aesculus hippocastanum* и *Populus balsamifera* – 0,08. Наименьшие значения зольности обнаружили для *Acer saccharinum* – 0,04 и для *Betula pendula* – 0,03. Для обоснования статистической достоверности найденных отличий применили метод дисперсионного анализа (таблица 27).

Таблица 27 – Сравнение зольности корки деревьев (результаты дисперсионного анализа)

Вид дерева	A neg	T c	A plat	Fr ex	Q rob	Ae hip	P bals	A sac	B pen
A neg	–	F = 0,44; p = 0,53	F = 1,09; p = 0,33	F = 3,71; p = 0,09	F = 0,92; p = 0,37	F = 6,01; p = 0,04	F = 24,52; p < 0,01	F = 92,94; p < 0,01	F = 219,9; p < 0,01
T c	F = 0,44; p = 0,53	–	F = 1,48; p = 0,26	F = 3,49; p = 0,10	F = 1,42; p = 0,27	F = 5,90; p = 0,04	F = 10,70; p = 0,01	F = 36,47; p < 0,01	F = 74,99; p < 0,01
A plat	F = 1,09; p = 0,33	F = 1,48; p = 0,26	–	F = 0,85; p = 0,38	F = 0,21; p = 0,66	F = 2,99; p = 0,12	F = 6,82; p = 0,03	F = 48,89; p < 0,01	F = 94,60; p < 0,01
Fr ex	F = 3,71; p = 0,09	F = 3,49; p = 0,10	F = 0,85; p = 0,38	–	F = 0,01; p = 0,91	F = 0,96; p = 0,36	F = 1,39; p = 0,27	F = 27,23; p < 0,01	F = 50,87; p < 0,01
Q rob	F = 0,92; p = 0,37	F = 1,42; p = 0,27	F = 0,21; p = 0,66	F = 0,01; p = 0,91	–	F = 0,71; p = 0,42	F = 0,68; p = 0,43	F = 12,11; p < 0,01	F = 19,35; p < 0,01
Ae hip	F = 6,01; p = 0,04	F = 5,90; p = 0,04	F = 2,99; p = 0,12	F = 0,96; p = 0,36	F = 0,71; p = 0,42	–	F = 0,06; p = 0,81	F = 8,49; p = 0,02	F = 16,05; p < 0,01
P bals	F = 24,52; p < 0,01	F = 10,70; p = 0,01	F = 6,82; p = 0,03	F = 1,39; p = 0,27	F = 0,68; p = 0,43	F = 0,06; p = 0,81	–	F = 27,97; p < 0,01	F = 67,82; p < 0,01
A sac	F = 92,94; p < 0,01	F = 36,47; p < 0,01	F = 48,89; p < 0,01	F = 27,23; p < 0,01	F = 12,11; p < 0,01	F = 8,49; p = 0,02	F = 27,97; p < 0,01	–	F = 1,99; p = 0,02
B pen	F = 219,9; p < 0,01	F = 74,99; p < 0,01	F = 94,60; p < 0,01	F = 50,87; p < 0,01	F = 19,35; p < 0,01	F = 16,05; p < 0,01	F = 67,82; p < 0,01	F = 1,99; p = 0,02	–

Из таблицы видно, что *Acer negundo*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Aesculus hippocastanum* и *Populus balsamifera* обладают примерно равным содержанием зольных веществ в корке и образуют единую группу по этому показателю с тенденцией его уменьшения от *Acer negundo* к *Populus balsamifera*. Другую группу, характеризующуюся низкой зольностью, образуют *Acer saccharinum* и *Betula pendula*.

При сравнении полученных значений зольности корки со значениями ее кислотности достоверной корреляционной связи установлено не было ( $r = 0,57$ ;  $p = 0,11$ ).

При элементном анализе образцов корки деревьев установлено, что Ge, Ru, Rh, In, Te, Gd, Tb, Ho, Tm, Lu, Ta, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Bi, La отсутствовали в анализируемых пробах (концентрации около 0,1 мкг/л анализируемого раствора). В следовых количествах (около 0,1 мкг/г сухой корки) содержались Be, Sc, Co, Ga, As, Se, Y, Nb, Mo, Pd, Ag, Cd, Sn, Sb, Cs, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Dy, Er, Yb, Hf, W, Th, U. Суммарное содержание этих 27 элементов в корке форофитов находилось в пределах 0,002–0,014 мкг/г. Низкую значимость этих элементов в общей массе зольных веществ подтверждает отсутствие корреляционных отношений между их суммарным содержанием в корке и зольностью ( $r = 0,12$ ;  $p = 0,76$ ).

Из элементов с концентрацией более 1 мкг/г сухой корки наибольшим содержанием характеризуется Ca. Остальные элементы образуют ряд убывания:  $K > Mg > Fe > Al > Na > Mn > Sr > Zn > Ba > Ti > V > Cu > Pb > Cr > Rb > Ni > Zr > V > Li$  (таблица 28). При поиске связи концентрации каждого отдельного элемента с коэффициентом озоления найдена положительная достоверная связь только для Ca ( $r = 0,71$ ;  $p < 0,01$ ) и Ti ( $r = 0,73$ ;  $p < 0,01$ ).

При поиске связи между содержанием каждого химического элемента в корке различных видов форофитов и встречаемостью видов лишайников на этом виде было установлено, что корреляции для Na, Al, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Zr, Ba, Pb отсутствуют ( $r = 0,08$ – $0,44$ ). Эти элементы присутствуют в корке форофитов, однако, очевидно, не определяют видовой состав лишайнобиоты.

Таблица 28 – Средние концентрации элементов (мкг/г воздушно-сухого вещества) в корке исследуемых видов деревьев

	A neg	P bals	Fr ex	A plat	Ae hip	Q r	T c	A sac	B pend
Li	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000
B	0,024	0,042	0,031	0,033	0,025	0,013	0,019	0,030	0,007
Na	0,184	0,471	0,142	0,546	0,489	0,091	0,190	0,210	0,000
Mg	3,159	2,781	1,029	1,071	0,680	0,699	0,641	0,509	0,216
Al	0,490	0,479	0,397	0,521	0,308	0,475	1,020	0,310	0,269
K	4,796	6,837	2,624	2,328	2,215	0,864	1,893	0,933	0,257
Ca	30,702	33,241	24,627	32,160	29,857	27,113	24,193	11,041	5,967
Ti	0,051	0,051	0,032	0,045	0,029	0,036	0,051	0,016	0,015
V	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005	0,001	0,001
Cr	0,006	0,007	0,004	0,005	0,004	0,006	0,016	0,004	0,003
Mn	0,173	0,049	0,068	0,491	0,306	0,166	0,220	0,109	0,242
Fe	0,870	0,690	0,757	0,874	0,661	0,961	2,123	0,567	0,514
Ni	0,004	0,006	0,003	0,005	0,004	0,005	0,009	0,005	0,003
Cu	0,005	0,005	0,025	0,013	0,015	0,009	0,020	0,012	0,011
Zn	0,009	0,224	0,020	0,077	0,390	0,237	0,088	0,241	0,177
Rb	0,007	0,012	0,004	0,006	0,003	0,003	0,005	0,003	0,001
Sr	0,212	0,241	0,156	0,211	0,240	0,196	0,196	0,073	0,051
Zr	0,002	0,002	0,002	0,003	0,008	0,002	0,003	0,004	0,000
Ba	0,049	0,037	0,064	0,090	0,074	0,224	0,084	0,031	0,040
Pb	0,006	0,002	0,008	0,006	0,005	0,006	0,022	0,003	0,004

Отмечены положительные корреляции между встречаемостью видов лишайников и содержанием Rb ( $r = 0,71$ ;  $p = 0,05$ ), Ca ( $r = 0,76$ ;  $p = 0,02$ ), B ( $r = 0,79$ ;  $p = 0,02$ ), K ( $r = 0,84$ ;  $p < 0,01$ ), и Mg ( $r = 0,86$ ;  $p < 0,01$ ), а также тенденции влияния на встречаемость лишайников Li ( $r = 0,55$ ;  $p = 0,16$ ), Ti ( $r = 0,63$ ;  $p = 0,10$ ) и Sr ( $r = 0,64$ ;  $p = 0,09$ ). Степень корреляции суммы этих 8 элементов и видовым составом лишенобиоты дерева резко возрастает ( $r = 0,88$ ;  $p < 0,01$ ). Это указывает на то, что возможность произрастания каждого вида лишайника зависит от комплекса соединений, содержащих все эти элементы, и не связана с каким-либо одним веществом. Отсутствие зависимости параметров встречаемости видов лишайников с суммарной концентрацией оставшихся элементов таблицы 28 ( $r = 0,04$ ;  $p = 0,93$ ), не показавшими кор-

реляций в отдельности, а также следовых элементов ( $r < 0,01$ ;  $p = 0,99$ ) указывает, что никакие другие из проанализированных веществ не обуславливают качественные различия в видовом составе эпифитных лишайников изученных нами видов деревьев.

Все 8 элементов, влияющих на встречаемость видов лишайников, показали одинаково направленную корреляционную связь с развитием лишайников. В выделенной группе Li, K, Rb, Mg, Ca и Sr являются элементами I и II группы Периодической системы Д. И. Менделеева. Увеличение их содержания должно изменять кислотно-щелочные свойства корки в сторону увеличения значений pH. Это доказывают достоверные положительные корреляции как между их суммарным содержанием и значением pH корки ( $r = 0,76$ ;  $p = 0,02$ ), так и при отдельном анализе для каждого элемента ( $r = 0,35 - 0,91$ ;  $p < 0,01$ ).

Для определения степени влияния каждого из 6 элементов (Rb, Ca, K, Mg, Ti и Sr), а также В (Li не учитывали ввиду его крайне низких концентраций) на pH корки использовали метод множественной регрессии. Связь описывается полиномом (5):

$$y = 4,41 - 0,04 \cdot x_1 + 0,86 \cdot x_2 + 1,96 \cdot x_3 + 2,50 \cdot x_4 + 1,78 \cdot x_5 - 1,43 \cdot x_6 - 3,27 \cdot x_7, \quad (5)$$

где  $y$  – pH корки форофита;

$x_1$  – содержание в корке В (мкг/г);

$x_2$  – содержание в корке Mg (мкг/г);

$x_3$  – содержание в корке K (мкг/г);

$x_4$  – содержание в корке Ca (мкг/г);

$x_5$  – содержание в корке Ti (мкг/г);

$x_6$  – содержание в корке Rb (мкг/г);

$x_7$  – содержание в корке Sr (мкг/г).

Также была проведена оценка массива данных для определения влияния этих же элементов на встречаемость лишайников. Эта связь описывается полиномом (6)

$$y = 1,29 - 0,93 \cdot x_1 + 0,26 \cdot x_2 + 11,10 \cdot x_3 + 17,61 \cdot x_4 - 0,39 \cdot x_5 - 8,17 \cdot x_6 - 12,79 \cdot x_7, \quad (6)$$

где  $y$  – ранг встречаемости 7 видов лишайников (соответствует номеру вида форофита из таблицы 21);

- $x_1$  – содержание в корке В (мкг/г);
- $x_2$  – содержание в корке Mg (мкг/г);
- $x_3$  – содержание в корке К (мкг/г);
- $x_4$  – содержание в корке Са (мкг/г);
- $x_5$  – содержание в корке Ti (мкг/г);
- $x_6$  – содержание в корке Rb (мкг/г);
- $x_7$  – содержание в корке Sr (мкг/г).

Коэффициенты перед независимыми переменными  $x_1$ – $x_7$  полиномов (5) и (6) определяют вклад каждого из элементов ( $x_1$ – $x_7$ ) в формирование значений рН корки (функция у полинома (5)) и встречаемости видов лишайников (функция у полинома (6)). При сравнении коэффициентов перед независимыми переменными  $x_1$ – $x_7$  полиномов (5) и (6) установлена статистически достоверная зависимость ( $r = 0,89$ ;  $p < 0,01$ ). Отсюда следует, что рН корки деревьев и возможность ее колонизации определенными видами лишайников в природе определяются схожими механизмами. Выше была показана достоверная корреляционная связь между рН корки форофита и встречаемостью лишайников ( $r = 0,87$ ;  $p < 0,01$ ). Можно предположить, что рассматриваемые элементы опосредованно влияют на лишайники, определяя рН субстрата.

Полученные полиномы являются математическим выражением условий, обеспечивающих значение кислотности корки и встречаемости лишайников. Несмотря на то, что они малоприменимы на практике, полиномы четко иллюстрируют связь между функциями  $y_1$  и  $y_2$  (благодаря корреляции коэффициентов). Это доказывает глубокую взаимосвязь между встречаемостью эпифитных лишайников, кислотностью и элементным составом субстрата произрастания.

#### **6.4 Обоснование выбора тест-объекта для лишайномониторинга городской среды**

В результате проведенных исследований было обнаружено, что содержание зольных веществ в слоевищах лишайников в

1,5–2 раза выше, чем в корке деревьев (средние коэффициенты озоления составляют  $0,121 \pm 0,005$  и  $0,083 \pm 0,005$ ; минимальные –  $0,049$  и  $0,024$ ; максимальные –  $0,257$  и  $0,142$ ;  $F = 21,15$ ;  $p < 0,01$ ).

Содержание зольных веществ в талломах разных видов лишайников различно ( $F = 9,94$ ;  $p < 0,01$ ). Наибольшее содержание зольных веществ обнаружено у *Physconia enteroxantha* –  $0,187$ . Далее в порядке убывания следуют *Melanelixia subaurifera* –  $0,179$ ; *Xanthoria polycarpa* –  $0,162$ ; *Physconia distorta* –  $0,157$ ; *Hypogymnia physodes* –  $0,148$ ; *Phaeophyscia orbicularis* –  $0,128$ ; *Physcia dubia* –  $0,116$ ; *Parmelia sulcata* –  $0,113$ ; *Melanohalea exasperatula* –  $0,112$ ; *Physcia adscendens* –  $0,094$ ; *Xanthoria parietina* –  $0,089$ ; *Physcia stellaris* –  $0,088$ ; *Physcia tenella* –  $0,078$  и *Evernia prunastri* –  $0,061$ .

Следует отметить, что зольность талломов городских лишайников в 2–3 раза выше, чем пригородных: для *Evernia prunastri*  $0,061$  и  $0,034$ , для *Hypogymnia physodes*  $0,148$  и  $0,050$  соответственно. Полученные результаты свидетельствуют о наличии значительных отличий условий питания лишайников, произрастающих в черте города и в пригороде.

При элементном анализе слоевищ лишайников обнаружено практически полное отсутствие в них Be, Ge, Ru, Rh, Pd, Ag, In, Te, Eu, Tb, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Pt, Tl, Bi и U. Эти элементы не были найдены также и в корке деревьев. Остальные элементы образуют ряд убывания концентраций (таблица 29).

При сравнении концентраций исследуемых элементов в слоевищах лишайников и корке деревьев установлено, что В, Са, Мп, Zn, Sr и Ва содержатся в корке в бóльших количествах, чем в лишайнике. Для Na, Mg, Ni, Cu, Se, Zr и Cd достоверных отличий их содержания в корке дерева и в лишайниках обнаружено не было. Концентрации Li, Al, К, Sc, Ti, V, Cr, Fe, Co, Ga, As, Rb, Y, Nb, Мо, Cd, Sn, Sb, Cs, La, Се, Pr, Nd, Sm, Gd, Dy, W, Pb, Th в лишайниках были выше, чем в корке дерева. Причем, содержание Li, Al, К, Sc, Ti, V, Cr, Fe, Ga, As, Rb, Y, Nb, Cd, Sb, Pr, Sm, Dy, W, Pb в слоевищах лишайников 2–3 раза выше, чем в корке; содержание в лишайниках Co, Мо, Sn, Cs, Nd, Th превышает их концентрации в корке в 4–10 раз; содержание в талломах La, Се и Gd в 10 и более раз выше, чем в корке деревьев.



Таблица 29 – Среднее содержание химических элементов в слоевищах лишайников и корке деревьев (в мг/г воздушно-сухого вещества)

	Лишайник	Корка	Кн	Критерий Фишера
1	2	3	4	5
Ca	9,01858	24,3222	0,37	F = 57,95; p < 0,01
K	5,94180	2,68300	2,21	F = 56,92; p < 0,01
Fe	2,83907	0,89096	3,19	F = 56,20; p < 0,01
Al	1,60913	0,47425	3,39	F = 89,09; p < 0,01
Mg	1,24470	1,19818	1,04	F = 0,09; p = 0,76
Na	0,30031	0,25814	1,16	F = 0,66; p = 0,42
Mn	0,13406	0,20272	0,66	F = 5,58; p = 0,02
Zn	0,10059	0,16254	0,62	F = 11,38; p < 0,01
Ti	0,09475	0,03623	2,61	F = 48,59; p < 0,01
Sr	0,04833	0,17511	0,28	F = 125,47; p < 0,01
Ba	0,03399	0,07695	0,44	F = 19,51; p < 0,01
Cu	0,01647	0,01287	1,28	F = 2,11; p = 0,15
Rb	0,01359	0,00489	2,78	F = 97,69; p < 0,01
Pb	0,01061	0,00707	1,50	F = 6,33; p = 0,02
Cr	0,00878	0,00595	1,48	F = 9,18; p < 0,01
B	0,00773	0,02503	0,31	F = 51,89; p < 0,01
V	0,00638	0,00205	3,11	F = 56,65; p < 0,01
Ce	0,00511	0,00016	31,8	F = 151,53; p < 0,01
Ni	0,00454	0,00471	0,97	F = 0,00; p = 0,97
Zr	0,00353	0,00281	1,26	F = 1,11; p = 0,30
La	0,00262	0,00003	74,98	F = 156,44; p < 0,01
Nd	0,00214	0,00055	3,88	F = 69,85; p < 0,01
Li	0,00205	0,00086	2,37	F = 52,66; p < 0,01
Ga	0,00144	0,00050	2,87	F = 67,62; p < 0,01
Y	0,00133	0,00059	2,25	F = 43,48; p < 0,01
Co	0,00089	0,00013	7,08	F = 106,43; p < 0,01
Mo	0,00087	0,00018	4,74	F = 29,77; p < 0,01
As	0,00080	0,00030	2,66	F = 102,95; p < 0,01
W	0,00065	0,00027	2,37	F = 12,37; p < 0,01
Th	0,00061	0,00012	5,30	F = 74,57; p < 0,01
Sn	0,00060	0,00008	7,12	F = 84,16; p < 0,01
Pr	0,00057	0,00018	3,19	F = 63,41; p < 0,01

Продолжение таблицы 29

1	2	3	4	5
Sb	0,00050	0,00025	2,00	F = 16,63; p < 0,01
Se	0,00043	0,00046	0,93	F = 0,15; p = 0,70
Sm	0,00036	0,00014	2,53	F = 47,70; p < 0,01
Gd	0,00034	0,00003	10,59	F = 101,04; p < 0,01
Cd	0,00031	0,00027	1,14	F = 1,16; p = 0,28
Sc	0,00028	0,00010	2,71	F = 41,32; p < 0,01
Dy	0,00022	0,00011	2,11	F = 33,65; p < 0,01
Cs	0,00019	0,00004	4,44	F = 108,36; p < 0,01
Nb	0,00016	0,00005	3,34	F = 81,48; p < 0,01
Примечание – Кн – коэффициент накопления.				

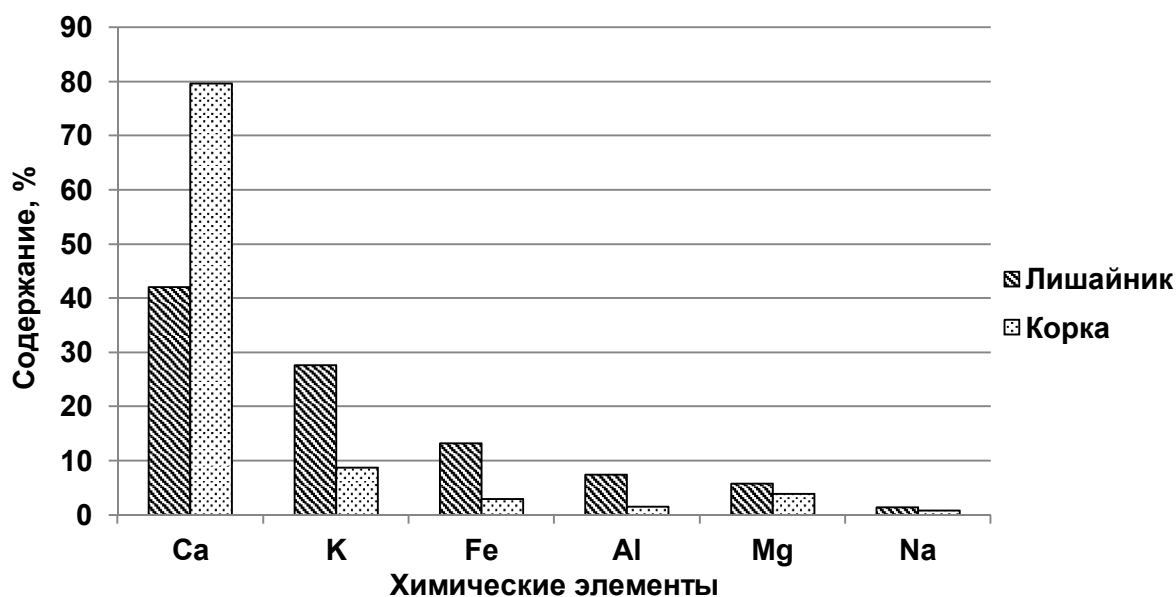
Для сравнения соотношений концентраций всех химических элементов в слоевищах лишайников и корке деревьев применили метод непараметрической ранговой корреляции. Обнаружено высокое сходство рядов убывания концентраций элементов для лишайниковых слоевищ и корки деревьев ( $r = 0,91$ ;  $p < 0,01$ ). Полученная структура распределения элементов, а также достоверное отличие между их содержанием в лишайниках и корке (результаты дисперсионного анализа в таблице 29), по отдельным элементам (La) достигающее 75 раз, подтверждает атмосферную стратегию питания лишайников.

Основную часть золы лишайника и корки дерева образуют 6 химических элементов: Ca, K, Fe, Al, Mg и Na. Их доля в общей массе зольных веществ примерно одинакова и составляет 97,6 %. С учетом массовой доли Mn, Zn, Ti, Sr и Ba процентное содержание перечисленных 11 элементов составляет 99,6 % для лишайника и 99,8 % для корки.

Вклад каждого из 6 основных элементов в общую сумму зольных веществ лишайников и корки различен и проиллюстрирован на рисунке 40.

Довольно высокие концентрации Ca связаны с его участием в структурах хитинов, слагающих клеточные стенки микобионта. В структурах корки высших растений Ca входит в состав клеточных стенок, является нереутилизируемым элементом, концентрация которого тем выше, чем в большей степени развиты процес-

сы старения и отмирания клеток. Концентрации других элементов, по-видимому, связаны с метаболическими потребностями исследуемых организмов.



**Рисунок 40 – Процентное содержание основных зольных элементов в слоевищах эпифитных лишайников и корке деревьев**

Установлено, что содержание большинства исследуемых элементов в талломах различных видов лишайников статистически отличается. На рисунке 41 представлено содержание Ca, K, Fe, Al, Mg и Na в талломах 14 видов лишайников.

Наибольшее содержание перечисленных элементов отмечено для *Hypogymnia physodes*, *Melanelixia subaurifera* и *Physconia enteroxantha*, наименьшее – для *Physcia stellaris*.

Следует отметить, что процентное содержание Ca, K, Fe, Al, Mg и Na в слоевищах изучаемых видов лишайников не одинаково. *Hypogymnia physodes*, *Melanelixia subaurifera*, *Evernia prunastri*, *Parmelia sulcata*, *Physconia enteroxantha*, *Phaeophyscia orbicularis* и *Physconia distorta* являются «кальцефилами». Содержание Ca в их слоевищах в среднем в 4 раза больше, чем K. *Physcia tenella*, *Xanthoria parietina*, *Physcia adscendens*, *Physcia dubia*, *Melanohalea exasperatula*, *Physcia stellaris* и *Xanthoria polycarpa*, наоборот, являются «калиефилами», поскольку концентрации K в их талломах в 2,5 раз выше, чем Ca. Остальные исследуемые химические элементы содержатся в примерно одинаковых соотношениях.

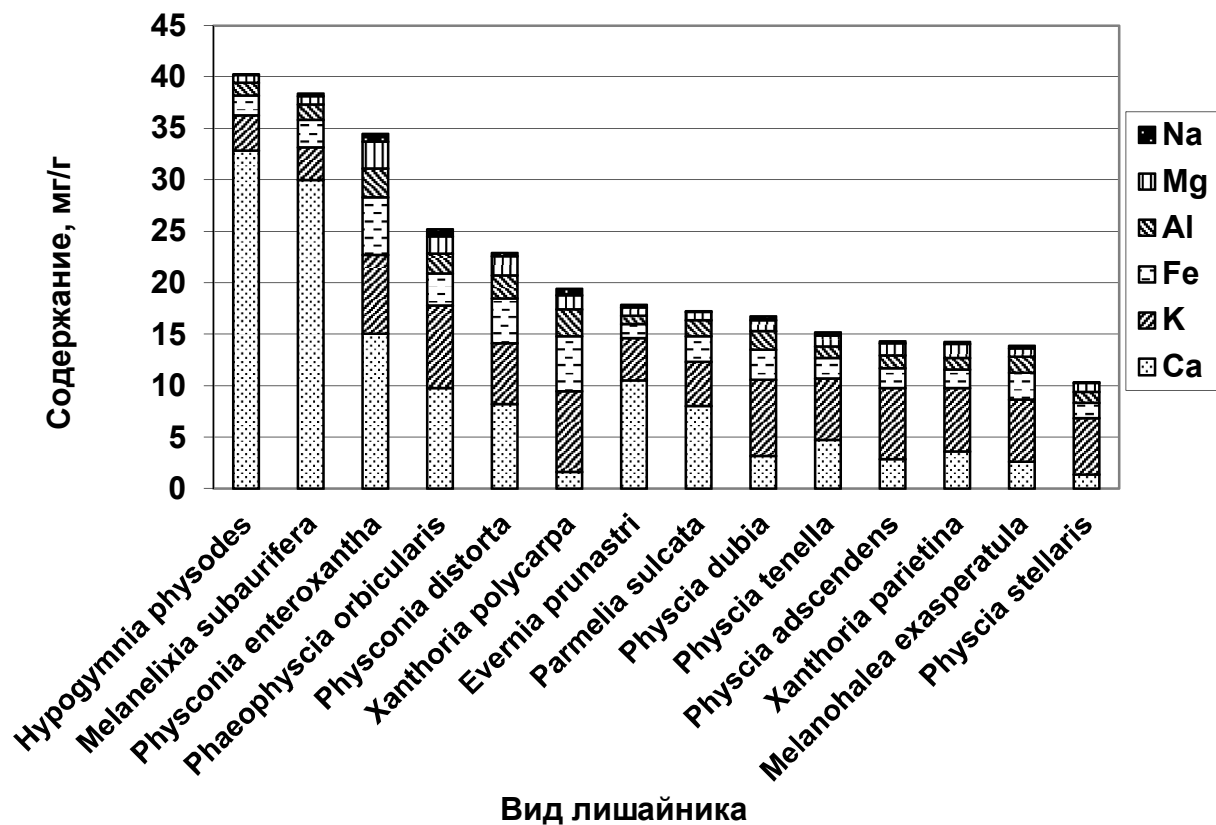


Рисунок 41 – Содержание основных зольных элементов в 14 видах лишайников

В отношении оставшихся 35 элементов наиболее высокой аккумулятивной способностью обладают *Physconia enteroxantha* (0,81 мг/г), *Physconia distorta* (0,67 мг/г), *Phaeophyscia orbicularis* (0,66 мг/г) и *Xanthoria polycarpa* (0,58 мг/г). Меньше всего тяжелых и редкоземельных элементов содержится в слоевищах *Xanthoria parietina* (0,68 мг/г), *Melanohalea exasperatula* (0,38 мг/г), *Evernia prunastri* (0,37 мг/г) и *Physcia stellaris* (0,30 мг/г). Это указывает на видоспецифичность накопления любуых элементов талломами разных видов лишайников.

Несмотря на разницу концентраций, структура накопления лишайниками химических элементов и их количественные отношения существенно не отличаются (таблица 30).

Соотношение элементов в талломах *Physcia tenella*, *Phaeophyscia orbicularis* и *Physconia distorta* в наибольшей степени коррелирует с концентрациями в слоевищах других изучаемых видов лишайников.

Таблица 30 – Сравнение аккумуляционных свойств слоевищ различных видов лишайников (результаты корреляционного анализа): P st. – *Physcia stellaris*, P ads. – *Physcia adscendens*, P dub. – *Physcia dubia*, M ex. – *Melanohalea exasperatula*, X p. – *Xanthoria parietina*, X pol. – *Xanthoria polycarpa*, P ten. – *Physcia tenella*, P orb. – *Phaeophyscia orbicularis*, P dist. – *Physconia distorta*, P ent. – *Physconia enteroxantha*, P sul. – *Parmelia sulcata*, E pr. – *Evernia prunastri*, M sub – *Melanelixia subaurifera*, H ph. – *Hypogymnia physodes*

Вид	P st.	P ads.	P dub.	M ex.	X p.	X pol.	P ten.	P orb.	P dist.	P ent.	P sul.	E pr.	M sub	H ph.
P st.	–	0,99	0,98	0,98	0,96	0,94	0,91	0,81	0,77	0,67	0,67	0,57	0,32	0,31
P ads.	0,99	–	0,99	0,99	0,99	0,92	0,96	0,89	0,85	0,77	0,78	0,68	0,46	0,45
P dub.	0,98	0,99	–	1,00	0,98	0,95	0,96	0,88	0,87	0,78	0,78	0,68	0,46	0,45
M ex.	0,98	0,99	1,00	–	0,98	0,96	0,96	0,88	0,87	0,78	0,78	0,67	0,45	0,44
X p.	0,96	0,99	0,98	0,98	–	0,89	0,99	0,94	0,90	0,84	0,85	0,77	0,57	0,56
X pol.	0,94	0,92	0,95	0,96	0,89	–	0,84	0,74	0,77	0,65	0,64	0,48	0,26	0,24
P ten.	0,91	0,96	0,96	0,96	0,99	0,84	–	0,98	0,95	0,91	0,91	0,85	0,68	0,67
P orb.	0,81	0,89	0,88	0,88	0,94	0,74	0,98	–	0,98	0,97	0,98	0,94	0,82	0,81
P dist.	0,77	0,85	0,87	0,87	0,90	0,77	0,95	0,98	–	0,98	0,98	0,92	0,81	0,80
P ent.	0,67	0,77	0,78	0,78	0,84	0,65	0,91	0,97	0,98	–	1,00	0,97	0,90	0,89
P sul.	0,67	0,78	0,78	0,78	0,85	0,64	0,91	0,98	0,98	1,00	–	0,98	0,91	0,90
E pr.	0,57	0,68	0,68	0,67	0,77	0,48	0,85	0,94	0,92	0,97	0,98	–	0,96	0,96
M sub.	0,32	0,46	0,46	0,45	0,57	0,26	0,68	0,82	0,81	0,90	0,91	0,96	–	1,00
H ph.	0,31	0,45	0,45	0,44	0,56	0,24	0,67	0,81	0,80	0,89	0,90	0,96	1,00	–
Средн.	0,76	0,82	0,83	0,83	0,86	0,71	0,89	0,89	0,88	0,85	0,86	0,80	0,66	0,65

При анализе концентраций химических элементов в лишайниках, отобранных на деревьях различных видов, достоверных отличий в их содержании обнаружено не было (таблица 31).

Таблица 31 – Сравнение содержания химических элементов в лишайниках, отобранных на редевьях различных видов (результаты дисперсионного анализа)

Эл-т	Значение критерия Фишера	Эл-т	Значение критерия Фишера	Эл-т	Значение критерия Фишера	Эл-т	Значение критерия Фишера
Li	F = 1,53; p = 0,22	Cr	F = 1,10; p = 0,36	Rb	F = 1,46; p = 0,24	Ba	<b>F = 5,49;</b> <b>p &lt; 0,01</b>
B	F = 0,88; p = 0,46	Mn	<b>F = 16,90;</b> <b>p &lt; 0,01</b>	Sr	<b>F = 4,13;</b> <b>p = 0,01</b>	La	F = 1,21; p = 0,31
Na	<b>F = 3,35;</b> <b>p = 0,03</b>	Fe	F = 1,49; p = 0,23	Y	F = 0,59; p = 0,62	Ce	F = 1,11; p = 0,35
Mg	F = 2,09; p = 0,11	Co	F = 0,91; p = 0,44	Zr	F = 1,07; p = 0,37	Pr	F = 1,04; p = 0,38
Al	F = 1,47; p = 0,23	Ni	F = 0,29; p = 0,83	Nb	F = 0,49; p = 0,69	Nd	F = 1,13; p = 0,35
K	F = 1,15; p = 0,34	Cu	F = 0,79; p = 0,50	Mo	F = 2,68; p = 0,06	Sm	F = 0,94; p = 0,43
Ca	F = 2,45; p = 0,07	Zn	F = 1,28; p = 0,29	Cd	F = 1,20; p = 0,32	Gd	F = 0,72; p = 0,54
Sc	F = 1,66; p = 0,19	Ga	F = 1,22; p = 0,22	Sn	F = 2,24; p = 0,09	Ti	F = 1,60; p = 0,20
As	F = 1,70; p = 0,18	Sb	F = 0,60; p = 0,62	W	F = 1,89; p = 0,14	V	F = 0,97; p = 0,42
Se	F = 1,09; p = 0,36	Cs	F = 1,28; p = 0,29	Pb	F = 0,51; p = 0,68	Th	F = 0,92; p = 0,44

С учетом ранее выявленных связей между рН корки форофита, видом форофита и видом лишайника можно утверждать, что корка деревьев, обладающая определенными физико-химическими свойствами, определяет только возможность поселения, роста и развития лишайникового слоевища, и в гораздо меньшей степени является источником питательных, токсических или других веществ.

Результаты исследований показали, что элементный состав эпифитных лишайников, сформировавшийся за счет атмосферно-

го питания этих организмов, наилучшим образом отражают *Physcia tenella*, *Phaeophyscia orbicularis* и *Physconia distorta*. Учитывая также высокую распространенность данных видов лишайников в городских условиях, их субстратную приуроченность к наиболее распространенным видам деревьев городских насаждений, можно предложить *Physcia tenella*, *Phaeophyscia orbicularis* и *Physconia distorta* в качестве тест-объектов для лишайномониторинга городской среды.

### **6.5 Применение эпифитных лишайников для оценки содержания тяжелых металлов в городской среде**

Формирование концентраций тяжелых металлов в городских почвах, корке деревьев и слоевищах эпифитных лишайников происходило за различные интервалы времени. В почвах города анализируемые элементы накапливаются в течение длительного времени и на их содержание влияют литосферные процессы, процессы осаждения веществ из воздуха, различные техногенные привносы (подсыпка газонов, внесение удобрений, попадание песка и реагентов в зимний период). Накопление тяжелых металлов коркой деревьев определяется также почвенными условиями по глубине проникновения корней, видовыми физиологическими и морфогенетическими особенностями деревьев, продолжительностью жизни дерева. Эпифитные лишайники являются наиболее «молодыми» из анализируемых сред депонирования тяжелых металлов, их массовый рост в г. Гомеле совпал с началом 1990-х годов.

В таблице 32 приведены средние значения содержания тяжелых металлов в городской почве, корке деревьев и наиболее распространенных эпифитных лишайниках (концентрации тяжелых металлов в почве приведены согласно [47]).

Сопоставление концентрации тяжелых металлов в городских почвах г. Гомеля с величинами региональных кларков показало, что существующие концентрации изучаемых элементов в городских почвах не способны угнетать развитие городских растений, а также эпифитных лишайников при пылевом поступлении на поверхность их слоевищ [47].

Таблица 32 – Содержание элементов в почве, корке и в слоевищах лишайников (в мкг/г воздушно-сухого вещества)

Элемент	Почва	Корка деревьев	Лишайники
Mn	377,67	202,72	134,06
Ba	317,67	76,95	33,99
Cr	98,52	5,95	8,78
Zn	98,07	162,54	100,59
Pb	38,06	7,07	10,61
V	32,45	2,05	6,38
Cu	18,59	12,87	16,47
Ni	17,44	4,71	4,54
Co	13,26	0,13	0,89
Sn	2,96	0,08	0,60
Mo	1,21	0,18	0,87
As	0,00	0,30	0,80
W	0,00	0,27	0,65
Sb	0,00	0,25	0,50

Для сравнения соотношений концентраций всех анализируемых химических элементов в почве и корке деревьев применили метод непараметрической ранговой корреляции. Обнаруженное высокое сходство рядов убывания концентраций элементов для почвы и корки деревьев ( $r = 0,80$ ;  $p < 0,01$ ) позволяют утверждать, что анализируемые элементы в корке деревьев имеют почвенное происхождение, были накоплены во время роста деревьев, и величиной аэрального привноса тяжелых металлов в растительные ткани можно пренебречь. Отсюда следует, что корка деревьев является аккумулятором химических элементов, а концентрация в ней тяжелых металлов – интегральным показателем суммарного содержания их подвижных форм в почве (на глубину роста корней) за период формирования корки.

Способность высших наземных растений поглощать микроэлементы из почвы зависит от вида растения, типа почв, ряда других факторов и поэтому весьма изменчива. Для высших растений были отмечены некоторые общие тенденции биоаккумуляции элементов. По литературным данным, усредненный ряд поглощения изучаемых элементов высшими растениями имеет вид:  $Zn > Mo > Cu > Pb > Co > Mn > Ni > V > Cr > Ba > Sn$  [60]. При-



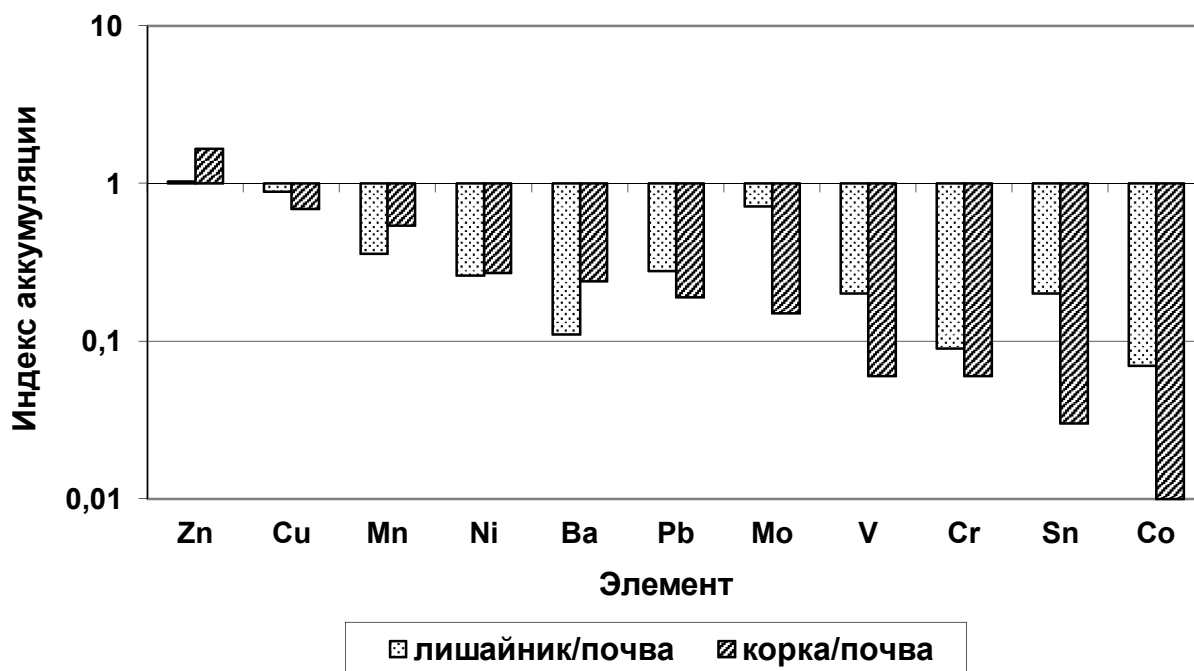
веденная последовательность элементов не в полной мере соответствует данным, полученным для корки деревьев, что, по-видимому, объясняется морфогенетическими и физиолого-биохимическими особенностями объекта.

Для эпифитных лишайников, по результатам собственных исследований, ряд интенсивности поглощения тяжелых металлов имеет вид:  $Zn > Cu > Mo > Mn > Pb > Ni > V > Sn > Ba > Cr > Co$ . Приведенный ряд убывания в большей степени не совпадает с такими как для высших растений в целом, так и для корки деревьев г. Гомеля. Исходя из атмосферной стратегии питания лишайников, можно предположить, что данный ряд может отражать соотношение изучаемых элементов в атмосфере за период роста слоевищ лишайников.

Почва является конечным звеном накопления любых поллютантов антропогенной природы. Среди разнообразных механизмов загрязнения почв тяжелыми металлами присутствует осаждение из атмосферы различных физико-химических форм и соединений. Эпифитные лишайники, характеризующиеся атмосферной стратегией питания, получают из слоя приземного воздуха все химические соединения, находящиеся в нем. Аккумуляционные свойства лишайников хорошо известны, в силу чего правомочен поиск связи между содержанием тяжелых металлов в почве и эпифитных лишайниках в городских условиях.

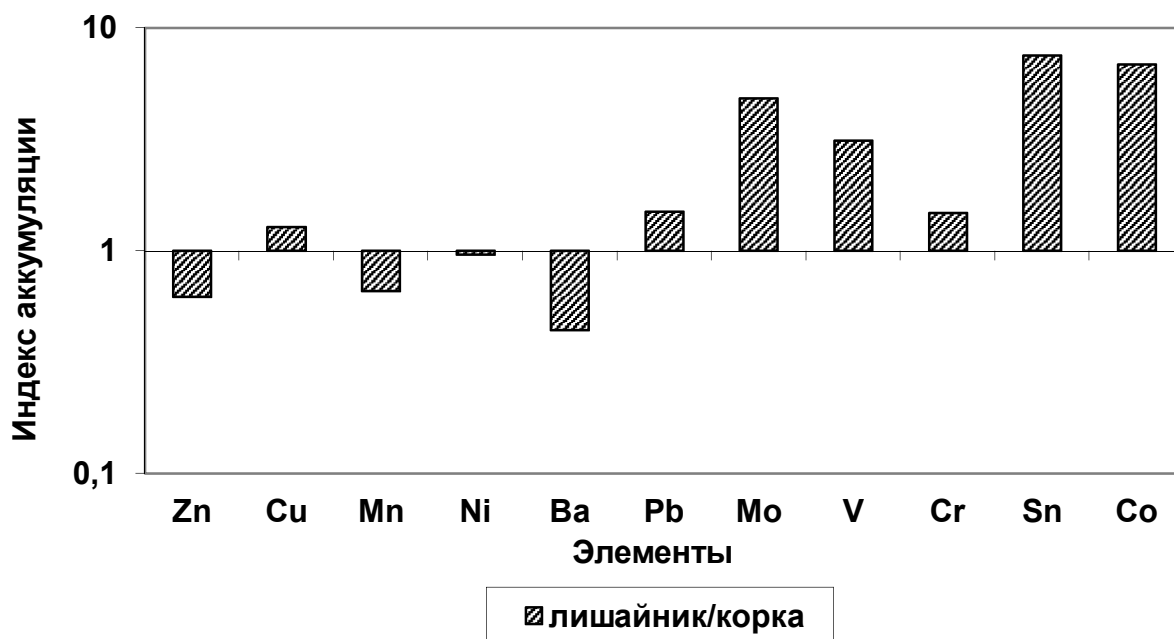
Был проведен расчет индексов аккумуляции в системах лишайник-почва, корка деревьев-почва, его результаты приведены на рисунке 42.

Из представленных данных видно, что содержание меди и цинка в корке деревьев и эпифитных лишайниках примерно соответствует концентрации этих элементов в городских почвах. Высокое сходство рядов убывания концентраций анализируемых элементов в почве и лишайниковых слоевищах ( $r = 0,90$ ;  $p < 0,01$ ) указывает на возможность использования последних для оценки содержания некоторых тяжелых металлов в почвах г. Гомеля. Для этого можно использовать полученные значения индексов аккумуляции: для  $Mo - 0,7$ ;  $Mn - 0,35$ ; для  $Ni, Pb, V$  и  $Sn - 0,25$ ; для  $Ba, Cr$  и  $Co - 0,1$ . Концентрация элемента в почве равна концентрации его в лишайнике, разделенной на значение индекса аккумуляции.



**Рисунок 42 – Индексы аккумуляции тяжелых металлов эпифитными лишайниками и коркой деревьев относительно почвы**

Соотношения концентраций этих же тяжелых металлов в эпифитных лишайниках и корке деревьев иллюстрируют аккумуляционные свойства лишайниковых слоевищ (рисунок 43).



**Рисунок 43 – Индекс аккумуляции микроэлементов эпифитными лишайниками относительно корки деревьев**

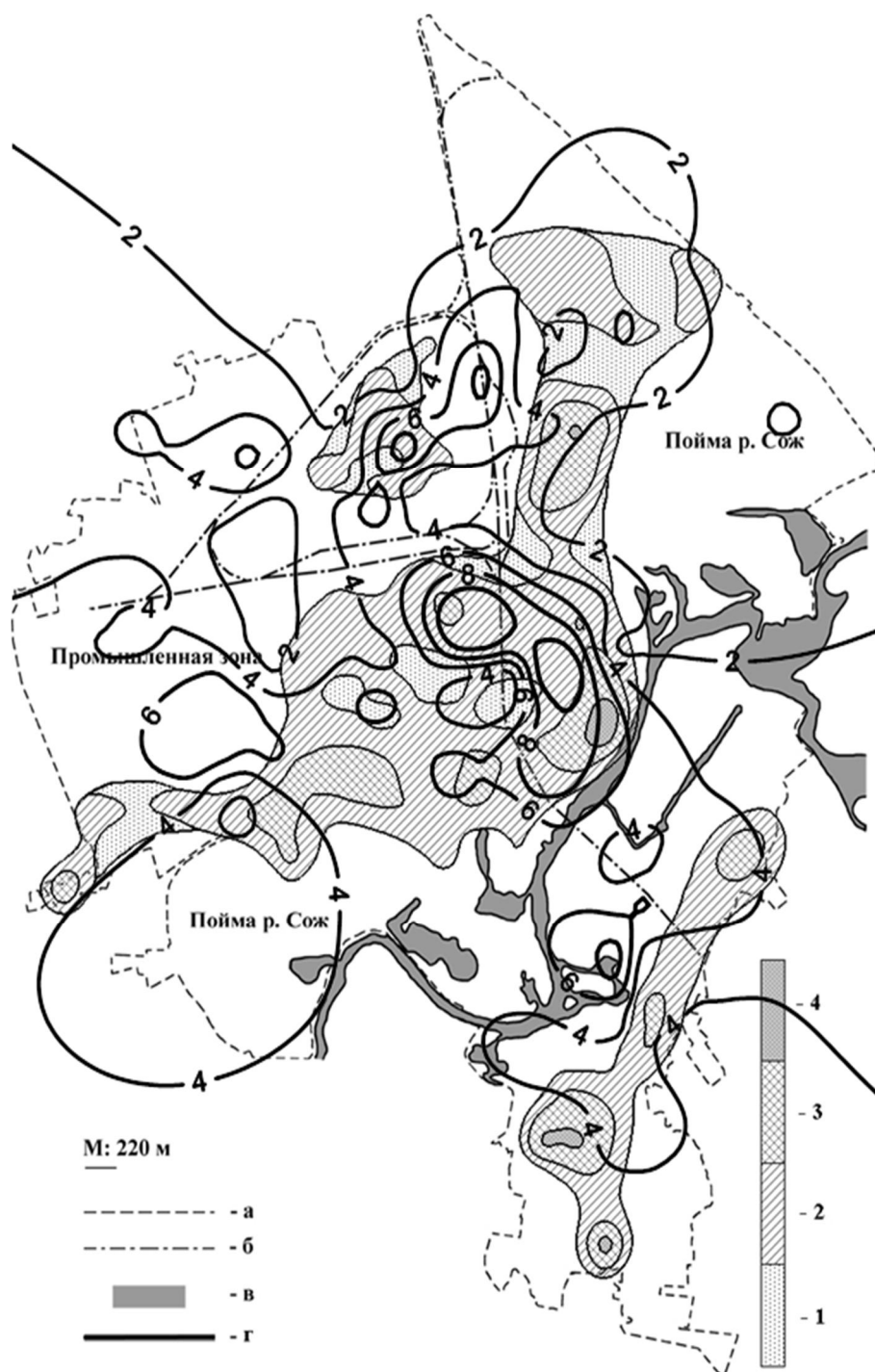
Из представленных данных видно, что Cu, Pb, Mo, V, Cr, Sn и Co, а также As, W и Sb, не обнаруженные в городских почвах, в больших концентрациях содержатся в лишайниках, чем в корке деревьев.

Приведенные данные отражают ныне существующее распределение тяжелых металлов в средах накопления. С течением времени эти отношения могут измениться, поскольку содержание металлов в почве отражает их поступление за длительный период времени, а содержание в лишайнике является накопленной долей содержания тяжелых металлов в атмосфере за время жизни лишайникового слоевища и отражает не объемы поступления элементов, а соотношение концентраций.

Поступление сравнительно малых количеств тяжелых металлов из почвы в лишайник возможно при смачивании осадками пылевых частиц на поверхности слоевищ. В таких условиях возможно извлечение только некоторой части водорастворимых форм элементов. Более активное по сравнению с другими элементами накопление в лишайниковых слоевищах Zn, Cu, Mn, Mo и некоторых других объяснимо исходя из их роли в жизнедеятельности лишайников. Так, Zn, Cu и Mn являются активаторами многих ферментов, входят в состав мультиэнзимных комплексов фотосинтеза, дыхания, Mo является компонентом нитрогеназного комплекса цианофитных фотобионтов лишайника.

При сопоставлении распределения анализируемых элементов в почвах г. Гомеля и развитости эпифитных лишайников на территории города обнаружена тенденция прямой связи видового разнообразия лишайников в локусах с максимальным суммарным содержанием Zn, Cu, Co и Mo в почве (рисунок 44). Это может свидетельствовать о положительном влиянии этих элементов на лишайники.

Для Mn, Ba, Cr, Pb, V, Ni, и Sn значения индекса аккумуляции в звене лишайник-почва составили 0,10–0,35. Отсутствие четкой связи между валовым содержанием этих элементов в почвах и видовым разнообразием эпифитных лишайников на территории города связано с особенностями почвенной химии перечисленных тяжелых металлов.



**Рисунок 44 – Карта-схема распространения листоватых и кустистых эпифитных лишайников и изолинии суммарного показателя загрязнения (относительно региональных кларков) Mn, Zn, Cu, Co и Mo почв на территории г. Гомеля (а – административная граница города, б – железная дорога, в – река Сож, г – изолинии суммарного показателя загрязнения Mn, Zn, Cu, Co и Mo почв; на шкале показано количество видов листоватых и кустистых лишайников: 1 – 11–14, 2 – 15–17, 3 – 18–20, 4 – >21)**

С учетом ранее установленных особенностей накопления тяжелых металлов различными видами лишайников *Physcia tenella*, *Phaeophyscia orbicularis* и *Physconia distorta* могут быть рекомендованы в качестве тест-объектов для оценки содержания тяжелых металлов в почвах г. Гомеля с использованием вышеприведенных индексов аккумуляции.

Среди предложенных в качестве тест-объектов видов лишайников *Phaeophyscia orbicularis* является наиболее легко определяемым и широко распространенным. Этот вид можно рекомендовать к использованию как для качественной оценки загрязненности атмосферного воздуха тяжелыми металлами за период формирования лишайниковых слоевищ, так и для количественной оценки содержания V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Mo, Sn, Sb, Ba, W, Pb в почвах г. Гомеля.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лихенобиота Гомельской области представлена 315 видами и 2 подвидами лишайников и лихенофильных грибов. Основу лихенобиоты Гомельской области (278 видов; 88,3 %) составляют представители класса *Lecanoromycetes*. К классу *Arthoniomycetes* относятся 13 видов (4,1 %), к *Eurotiomycetes* – 9 (2,9 %), к *Dothideomycetes* – 3 (0,9 %). Классы *Leotiomycetes*, *Basidiomycetes* и *Tremellomycetes* представлены 1 видом (по 0,3 %). Систематическое положение 9 видов (2,9 %), относящихся к семейству *Conioscybaeae*, не определено.

Лихенобиота Гомельской области представлена биоморфами 2 отделов, 4 типов, 6 классов и 13 групп. Наиболее представлены лишайники эпигенной плагиотропной жизненной формы (71,7 %). Соотношение между классами накипных, листоватых и кустистых лишайников примерно соответствует пропорции 2:1:1. Среди биоморф лишайников Гомельской области преобладают эвритопные виды (182 вида, или 57,8 %). Мезофитных таксонов насчитывается 122 вида (38,7 %). Меньше всего в лихенобиоте представлены ксерофитные жизненные формы (11 видов, 3,5 %).

В лихенобиоте Гомельской области выделено 8 географических элементов: арктовысокогорный, гипоарктомонтанный, бореальный, неморальный, аридный, монтанный, субокеанический и мультizonальный. Установлено, что преобладают виды лишайников, относящиеся к бореальному (136 видов; 43,2 %) и неморальному (89 видов; 28,2 %) элементам. Вместе с лишайниками мультizonального элемента (57 видов; 18,1 %) они составляют основное ядро лихенобиоты.

В пределах пригорода г. Гомеля выявлено 120 видов и 2 подвида лишайников, относящихся к 49 родам, 22 семействам, 9 порядкам, 4 классам отдела *Ascomycota*, что составляет 38,1 % от числа видов Гомельской области.

Список лишайников и лихенофильных грибов г. Гомеля включает 86 видов, относящихся к 38 родам, 18 семействам, 11 порядкам, 4 классам, 2 отделам, что составляет 71,6 % от числа видов лишайников пригорода г. Гомеля.

Лихенобиота г. Гомеля сходна с биотой лишайников ближайшего пригорода по видовому составу, основным флористиче-

ским спектрам, что дает основание рассматривать ее как антропогенно измененный вариант естественной лишенобиоты, сохраняющий основные ее черты в систематическом, ареалогическом составе и в спектре жизненных форм.

На территории г. Гомеля 9 видов листоватых и кустистых эпифитных лишайников г. Гомеля являются единично встречающимися, 20 – редкими, 4 – обычными и 14 – часто встречающимися видами. *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia nigricans*, *P. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. dubia*, *P. stellaris*, *P. tenella*, *Xanthoria parietina* и *X. polycarpa* встречаются повсеместно.

Среднегодовые концентрации основных неорганических загрязнителей атмосферного воздуха (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO, NH<sub>3</sub>, CO, HF, пылевых частиц) в г. Гомеле за последние 25 лет были ниже ПДК и не достигали токсических для лишайников значений. Показано, что распределение поллютантов неорганической природы в атмосфере г. Гомеля относительно равномерно, распространение листоватых и кустистых эпифитных лишайников по территории города не связано с концентрациями перечисленных веществ.

Среднесуточные концентрации формальдегида в атмосфере г. Гомеля за период исследования были высоки и достигали 16 мкг/м<sup>3</sup> (5 ПДК). Концентрации фенола в атмосфере г. Гомеля на протяжении многих лет составляли 2–3 мкг/м<sup>3</sup> (около 1 ПДК). Связи распространения листоватых и кустистых эпифитных лишайников по территории города и концентрациями формальдегида и фенола не обнаружено.

Среднее число видов лишайников на стволе деревьев разных видов составляло: для *Acer negundo* – 6,43 вида, *Populus balsamifera* – 7,50; *P. nigra* – 7,60; *Aesculus hippocastanum* – 8,86; *Betula pendula* – 8,94; *B. pubescens* – 8,97; *Fraxinus excelsior* – 9,00; *Sorbus aucuparia* – 9,26; *Quercus robur* – 9,53; *Acer platano-ides* – 9,67; *Prunus domestica* – 10,00; *Tilia cordata* – 10,11; *Acer saccharinum* – 10,75. Не обнаружено корреляции между количеством видов лишайников на стволе дерева и его возрастом.

Установлена субстратная приуроченность эпифитных лишайников, обусловленная величиной pH корки деревьев определенных видов. Наличие *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes* и *Melanohalea exasperatula* на *Acer saccharinum*, *Betula pendula*, *B. pubescens* и *Quercus robur* является показателем pH корки 4,7–4,9.

Для *Acer platanoides*, *Aesculus hippocastanum*, *Fraxinus excelsior* и *Tilia cordata*, характерны *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Melanelixia subaurifera*, *Melanohalea exasperatula*, *Physcia caesia*, *Physconia distorta* и *Physconia enteroxantha* и pH корки 5,0–6,1. Присутствие на *Acer negundo*, *Populus balsamifera* и *P. nigra* *Physconia distorta* и *Physconia enteroxantha* свидетельствует о pH корки 6,6–7,2. Перечисленные виды лишайников предложены в качестве тест-объектов для мониторинга городской среды по показателю кислотности.

По величине зольности корки выделено 2 группы деревьев: *Acer negundo*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Aesculus hippocastanum*, *Populus balsamifera* (0,11–0,08) и *Acer saccharinum* и *Betula pendula* (0,03–0,04).

По содержанию в корке деревьев построен ряд убывания: Ca > K > Mg > Fe > Al > Na > Mn > Sr > Zn > Ba > Ti > B > Cu > Pb > Cr > Rb > Ni > Zr > V > Li. Для Rb, Ca, B, K, Mg, Li, Ti и Sr отмечены положительные корреляции между их содержанием в корке различных видов форофитов и встречаемостью на них лишайников.

Содержание зольных веществ в слоевищах эпифитных лишайников в 1,5–2 раза выше, чем в корке деревьев, зольность городских лишайников в 2–3 раза выше, чем пригородных; основную часть золы лишайника образуют Ca, K, Fe, Al, Mg и Na (97,64 % массы золы).

Установлено, что содержание большинства элементов в талломах различных видов лишайников статистически отличается. Соотношение элементов в талломах *Physcia tenella*, *Phaeophyscia orbicularis* и *Physconia distorta* в наибольшей степени коррелирует с таковым в слоевищах других видов эпифитных лишайников.

Обнаружено высокое сходство рядов убывания концентраций V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Sn, Ba, Pb для почвы и корки деревьев ( $r = 0,80$ ;  $p < 0,01$ ), а также для почвы и эпифитных лишайников ( $r = 0,90$ ;  $p < 0,01$ ). Индексы аккумуляции тяжелых металлов в слоевищах лишайников относительно почвы образуют ряд: Zn > Cu > Mo > Mn > Pb > Ni > V > Sn > Ba > Cr > Co.

Для оценки содержания тяжелых металлов в почвах г. Гомеля предложено использовать вычисленные значения индексов ак-



кумуляции: для Zn и Cu – 1,0; Mo – 0,7; Mn – 0,35; для Ni, Pb, V и Sn – 0,25; для Ba, Cr и Co – 0,1.

*Physcia tenella*, *Phaeophyscia orbicularis* и *Physconia distorta* предложены в качестве тест-объектов для лишеномониторинга городской среды по показателям загрязненности атмосферного воздуха тяжелыми металлами за период формирования лишайниковых слоевищ, а также для количественной оценки содержания V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Mo, Sn, Sb, Ba, W, Pb в почвах г. Гомеля.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипов, В. Г. Определитель древесных растений: справочное пособие / В. Г. Антипов, И. В. Гуняженко. – Минск: Вышэйшая школа, 1994. – 486 с.

2. Антонова, И. М. Распространение эпилитных лишайников в зависимости от петрографии и химизма горных пород Хибинского горного массива / И. М. Антонова, О. Е. Шимановская // Ботанические исследования за Полярным кругом / Кольское отделение Всес. ботан. о-ва, Поляр.-апы. ботан. сад-ин-т; отв. ред. Л. М. Лукьянова. – Кировск, 1990. – С. 98–106.

3. Байбаков, Э. И. Лихеноиндикационное картографирование атмосферы загрязнений городов Волжско-Камского края / Э. И. Байбаков // Современные проблемы микологии, альгологии и фитопатологии: сборник трудов международной конференции, посвященной 80-летию кафедры микологии и альгологии Московского государственного университета и 90-летию со дня рождения М. В. Горленко, Москва, апрель 1998 г. / МГУ им. М. В. Ломоносова; сост. Ю. Т. Дьяков, С. Н. Лекомцева. – М., 1998. – С. 366–367.

4. Байрак, О. М. Антропогенні зміни ліхенофлори на околицях м. Харкова / О. М. Байрак // Укр. ботан. журн. – 1988. – Т. 45, № 4. – С. 54–58.

5. Баумгертнер, М. В. Лишайники Кузедеевского липового острова как индикаторы экологической ситуации / М. В. Баумгертнер // День Земли – научные и педагогические проблемы: тез. докл. 1 Междунар. науч.-практ. конф., Бийск, 1995 г.: в 2 ч. / Бийс. гос. пед. ин-т, НИИ прикладных проблем образования РАО; редкол.: Н. К. Гайнанова [и др.]. – Бийск, 1995. – Ч. 1. – С. 78–79.

6. Баумгертнер, М. В. Лишайники – биоиндикаторы загрязнения окружающей среды юга Кемеровской области / М. В. Баумгертнер // Сибирский экологический журнал. – 1998. – Т. 5, № 2. – С. 191–196.

7. Безуглая, Э. Ю. Чем дышит промышленный город / Э. Ю. Безуглая, Г. П. Расторгуева, И. В. Смирнова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – 255 с.

8. Белорусское Полесье / А. С. Паламарчук [и др.]; под общ. ред. А. С. Паламарчука. – Минск: Ураджай, 1973. – 119 с.

9. Белый, П. Н. Аннотированный список лишайников и лишенофильных грибов еловых экосистем Беларуси / П. Н. Белый // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования: сб. ст. / Управление делами Президента Республики Беларусь, Березинский биосферный заповедник; под ред. В. С. Ивковича [и др.]. – Минск: 2011. – Вып. 6. – С. 146–178.

10. Блюм, О. Б. Исторический аспект регионального мониторинга тяжелых металлов в атмосфере, осуществляемый методом лишеноиндикации (на примере Украинской ССР) / О. Б. Блюм, Ю. Г. Тютюнник // Сб. науч. тр. / АН СССР, Ин-т глобал. климата и экологии. – Ленинград, 1989. – Т. 12: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – С. 73–87.

11. Бучельников, М. А. Применение замедленной флуоресценции хлорофилла при проведении активной лишеноиндикации воздушной среды города (на примере г. Красноярска) / М. А. Бучельников, Ю. С. Григорьев // Ботан. исслед. в Сибири. – 1996. – № 5. – С. 11–14, 99.

12. Бязров, Л. Г. Видовое разнообразие лишайников Москвы / Л. Г. Бязров // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. биол. – 1996. – Т. 101, № 3. – С. 68–77.

13. Бязров, Л. Г. Изучение реакции эпифитных макролишайников на многолетнее экспериментальное внесение сульфата аммония в лесную экосистему / Л. Г. Бязров // Лесоведение. – 1998. – № 2. – С. 22–29.

14. Бязров, Л. Г. Лишенофлора – индикатор чистоты воздуха / Л. Г. Бязров // Энергия: Экон., техн. экол. – 1999. – № 11. – С. 66–68.

15. Бязров, Л. Г. Лишайники – индикаторы радиоактивного загрязнения / Л. Г. Бязров. – М.: изд-во КМК, 2005. – 476 с.

16. Бязров, Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге / Л. Г. Бязров. – М.: Научный мир, 2002. – 336 с.

17. Бязров, Л. Г. Об использовании лишайников в биомониторинге загрязнения воздушного бассейна / Л. Г. Бязров // Научные исследования в заповедниках и принципы разработки региональных программ для заповедников лесной зоны европейской части СССР: тез. докл. регион. семин., Рахов, 23–25 августа

1990 г. / Комис. АН СССР по координации науч. исслед. в гос. заповедниках СССР, Карпат. гос. заповедник; ред.-сост. Я. Е. Довганич, Т. М. Корнеева. – Ужгород, 1990. – С. 29–32.

18. Бязров, Л. Г. Оценка изменения качества воздушного бассейна Подмосковья с помощью эпифитных лесных лишайников / Л. Г. Бязров // Лес. х-во. – 1992. – № 10. – С. 13.

19. Бязров, Л. Г. Оценка качества воздуха г. Москвы по распространению лишайников / Л. Г. Бязров // Современные проблемы микологии, альгологии и фитопатологии: сборник трудов международной конференции, посвященной 80-летию кафедры микологии и альгологии Московского государственного университета и 90-летию со дня рождения М. В. Горленко, Москва, апрель 1998 г. / МГУ им. М. В. Ломоносова; сост. Ю. Т. Дьяков, С. Н. Лекомцева. – М., 1998. – С. 368–369.

20. Бязров, Л. Г. Синузии эпифитных лишайников в еловых лесах Рудных гор (Германия) / Бязров Л. Г. // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. биол. – 2001. – Т. 106, № 5. – С. 91–95.

21. Валеева, Э. И. Микроэлементный состав лишайников как индикатор загрязнения атмосферы на севере Западной Сибири / Э. И. Валеева, Д. В. Московченко // Исследование эколого-географических проблем природопользования для обеспечения территориальной организации и устойчивости развития нефтегазовых регионов России: Теория, методы и практика: материалы докладов 1 Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию Ханты-Мансийского автономного округа, Нижневартовск, 14–16 ноября, 2000 г. / Администрация Ханты-Манс. авт. окр.; отв. ред.: Ф. Н. Рянский, С. Н. Соколов. – Нижневартовск, 2000. – С. 128–130.

22. Воропаева, О. Г. Лишайники города Ярославля из районов различной степени загазованности / О. Г. Воропаева, О. А. Кушникова // Флора и растительность Средней России: матер. науч. конф., Орел, 3–5 октября 1997 г. / Орлов. гос. ун-т, Ком. экологии природ. ресурсов Орлов. обл.; под ред. А. Г. Еленевского. – Орел, 1997. – С. 148.

23. Высоцкий, Г. Н. По Южной Белоруссии. Наблюдения при ботанической экскурсии / Г. Н. Высоцкий, Л. И. Савич, В. П. Савич // Записки Белорусского государственного института сельского и лесного хозяйства. – 1925. – № 4. – С. 160–209.

24. Галанин, А. В. Структура покрова лишайников г. Благовещенска и его окрестностей в связи с загрязнением среды обитания / А. В. Галанин, В. В. Щекина // Комаров. чтения. – 2004. – № 50. – С. 60–121, 172–173, 175–176.

25. Гельтман, В. С. Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии / В. С. Гельтман. – Минск: Наука и техника, 1982. – 326 с.

26. Генкель, П. А. Влияние окружающих условий на лишайниковый симбиоморфоз / П. А. Генкель, И. Д. Пронина // Журн. общ. биол. – 1983. – Т. 44, № 3. – С. 332–338.

27. Гесь, Д. К. Да вывучэння лішайнікаў Палесся / Д. К. Гесь // Весці АН БССР. Сер. біял. навук. – 1960. – № 4. – С. 54–59.

28. Голубков, В. В. Биоразнообразие и особенности произрастания лишенизированных грибов ландшафтного заказника «Мозырские овраги» и его окрестностей / В. В. Голубков, В. В. Валетов, П. Н. Белый // Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура: материалы III Международ. науч.-практ. конф., Мозырь, 2007 г.: в 3 ч. / редкол.: В. В. Валетов (гл. ред) [и др.]. – Мозырь, 2007. – Ч. I. – С. 73–76.

29. Голубков, В. В. Лихенобиота Национального парка «Припятский» / В. В. Голубков. – Минск: Белорусский Дом печати, 2011. – 192 с.

30. Голубков, В. В. Лишайники охраняемых природных территорий Беларуси (флористическая и эколого-географическая характеристика): дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05; 03.00.24 / В. В. Голубков; БИН РАН, Ин-т экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Б. – Минск, 1992. – 187 с.

31. Голубков, В. В. Список лишенизированных грибов мозырской гряды / В. В. Голубков // Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура: материалы III Международ. науч.-практ. конф., Мозырь, 2007 г.: в 3 ч. / редкол.: В. В. Валетов (гл. ред) [и др.]. – Мозырь, 2007. – Ч. I. – С. 69–73.

32. Голубков, В. В. Аннотированный список лишенофильных грибов Беларуси / В. В. Голубков // Ботаника. Исслед.: сб. науч. тр. / Отд-ние биол. наук НАН Беларуси, Ин-т эксперим. бо-

таники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси, Белорус. ботан. о-во; редкол.: В. И. Парфенов. – Минск: 2011. – Вып. 40. – С. 295–306.

33. Голубкова, Н. С. Анализ флоры лишайников Монголии / Н. С. Голубкова. – Л.: Наука, 1983. – 248 с.

34. Горбач, Н. В. Изменения в составе лишенофлоры Белоруссии и в состоянии лишайников под воздействием антропогенного фактора / Н. В. Горбач // Брио-лихенологические исследования высокогорных районов севера СССР: сб. науч. ст. / АН СССР, ордена Ленина Кольский филиал им. С. М. Кирова, Поляр.-апыл. ботан. сад-ин-т; отв. ред. Р. Н. Шляков. – Апатиты, 1981. – С. 85–86.

35. Горбач, Н. В. Возможности использования *Hypogymnia physodes* (L.) Ach. в качестве индикатора загрязнения атмосферного воздуха SO<sub>2</sub> / Н. В. Горбач, Н. Н. Кобзарь // Экология и биология низших растений: тез. докл. Всесоюз. симпоз. микологов и лишенологов (IX симпоз. микологов и лишенологов Прибалт. сов. респ. и БССР), Минск, 17–19 ноября 1982 г. / редкол.: Н. А. Дорожкин [и др.]. – Минск, 1982. – С. 224–225.

36. Горбач, Н. В. Лишайники Белоруссии. Определитель / Н. В. Горбач. – Минск: Наука и техника, 1973. – 368 с.

37. Горбач, Н. В. Определитель листоватых и кустистых лишайников БССР / Н. В. Горбач. – Минск: Наука и техника, 1965. – 180 с.

38. Горбач, Н. В. Состав и развитие лишенофлоры Белоруссии / Н. В. Горбач // Ботаника. Исследования: сб. науч. тр. / Отделение биол. наук АН БССР, Белорус. респ. ботан. о-во; редкол.: И. Д. Юркевич [и др.]. – Минск: 1980. – Вып. 22. – С. 95 – 107.

39. Горшков, В. В. Влияние лесных пожаров на состав эпифитных лишайников сосновых лесов Южной Карелии / В. В. Горшков, В. Н. Тарасова // Растит. ресурсы. – 2000. – Т. 36, № 1. – С. 18–28.

40. Горшков, В. В. Сравнительный анализ эпифитного лишайникового покрова сосновых лесов заповедника «Кивач» и национального парка «Водлозерский» / В. В. Горшков, В. Н. Тарасова // Биологические основы изучения, освоения и охраны животного и растительного мира, почвенного покрова Восточной Фенноскандии: тез. докл. Междунар. конф. и выезд. науч. сес. Отделения общей биологии РАН, Петрозаводск, 6–10 сентября

1999 г. / М-во науки и технологии РФ, Отд-ние общ. биологии РАН, РФФИ; редкол.: П. И. Данилов [и др.]. – Петрозаводск, 1999. – С. 17, 246.

41. Григорьев, Ю. С. Трансплантационная лишеноиндикация загрязнения воздушной среды на основе замедленной флуоресценции хлорофилла / Ю. С. Григорьев, М. А. Бучельников // Экология. – 1997. – № 6. – С. 465–467.

42. Дмитриева, Н. С. Воздействие *Pinus sylvestris* L. на видовое разнообразие и пространственное распределение лишайников / Н. С. Дмитриева // Биология – наука XXI века: сб. тезисов 7 Пущинской школы-конференции молодых ученых, Пущино, 14–18 апреля 2003 г. / Пущин. науч. центр РАН. – Пущино, 2003. – С. 165–166.

43. До вивчення лишайників Карпатського біосферного заповідника / Г. О. Брунь [та інш.] // Міжнародні аспекти вивчення та охорони біорізноманіття Карпат: матер. міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 550-річчю м. Рахова, Рахов, 25–27 вересня 1997 р. / Карпатський біосферний заповідник; Карпатське агентство регіонального розвитку; Карпатська асоціація національних парків і заповідників. – Рахів, 1997. – С. 11–13.

44. Домбровская, А. В. Некоторые соображения о виде у лишайников / А. В. Домбровская // Экология и биология низших растений: тез. докл. Всесоюз. симпоз. микологов и лишенологов (IX симпоз. микологов и лишенологов Прибалт. сов. респ. и БССР), Минск, 17–19 ноября 1982 г. / редкол.: Н. А. Дорожкин [и др.]. – Минск, 1982. – С. 227–228.

45. Домнина, Е. А. Изменения в азотном метаболизме лишайников под влиянием выбросов Кирово-Чепецкого химического комбината / Е. А. Домнина // Ботан. журн. – 2004. – Т. 89, № 12. – С. 1853–1860.

46. Дудорева, Т. А. Лишенологические исследования антропогенных местообитаний заказника Кутса (Мурманская область) / Т. А. Дудорева // Биологические основы изучения, освоения и охраны животного и растительного мира, почвенного покрова Восточной Фенноскандии: тез. докл. Междунар. конф. и выезд. науч. сес. Отделения общей биологии РАН, Петрозаводск, 6–10 сентября 1999 г. / М-во науки и технологии РФ, Отд-ние общ.

биологии РАН, РФФИ; редкол.: П. И. Данилов [и др.]. – Петрозаводск, 1999. – С. 20, 244.

47. Жадько, С. В. Оценка содержания техногенных минеральных элементов в городской растительности (на примере г. Гомеля) / С. В. Жадько // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2009. – Вып. 69: Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 542–550.

48. Жидков, А. Н. Использование эпифитных лишайников для оценки воздушной среды и состояния сосновых насаждений / А. Н. Жидков, А. А. Мартынюк // Лесохоз. инф. – 1995. – № 11. – С. 28–34.

49. Жидков, А. Н. Распространение некоторых видов эпифитных макролишайников в сосновых фитоценозах, подверженных воздействию промышленных выбросов / А. Н. Жидков // Экол. человека и природы: матер. 1 Междунар. науч.-техн. конф., Иваново, 26–30 мая 1997 г. / М-во общ. и проф. образования РФ, Администрация Иван. обл., Администрация г. Иванова, Гос. ком. по охране окружающей среды Иван. обл., Иван. гос. ун-т, Иван. гос. хим.-технол. акад.; редкол.: В. В. Зайцев [и др.]. – Иваново, 1997. – С. 70–71.

50. Жидков, А. Н. Эпифитные лишайники и состояние сосновых фитоценозов в условиях воздействия атмосферного загрязнения Дзержинского промкомплеса / А. Н. Жидков // Лес. х-во Поволжья. – 1995. – № 1. – С. 177–180.

51. Жидков, А. Н. Эпифитные лишайники сосновых фитоценозов в условиях промышленного загрязнения / А. Н. Жидков // Лес. х-во. – 1996. – № 2. – С. 30–31.

52. Жидков, А. Н. Эпифитные лишайники и состояние сосновых насаждений в условиях атмосферного загрязнения Нижегородской области / А. Н. Жидков // Влияние атмосферного загрязнения и других антропогенных и природных факторов на дестабилизацию состояния лесов Центральной и Восточной Европы: тез. докл. Междунар. науч. конф., Москва, 1996 г.: в 2 т. / Гос. ком. РФ по высш. образованию, Моск. гос. ун-т леса, Ин-т систем. исслед. леса. – М, 1996. – Т. 1. – С. 81–83.

53. Журавлева, С. Е. К изучению лишайнофлоры города Уфы / С. Е. Журавлева // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ: материалы научной конфе-



рениции, Тула, 15–17 мая 2003 г. / Тульский гос. пед. ун-т им. Л. Н. Толстого, МГУ им. М. В. Ломоносова, Ботанический сад МГУ им. М. В. Ломоносова; под. ред. А. В. Щербакова. – М.–Тула, 2003. – С. 43.

54. Закутнова, В. И. Лишайники Астрахани / В. И. Закутнова, Е. Зайсунова // Тез. докл. итог. науч. конф. Астрах. гос. пед. ун-та (АГПУ), Астрахань, 29 апреля 1997 г. / М-во общ. и проф. образования РФ. Астрах. гос. пед. ун-т. – Астрахань, 1997. – С. 10.

55. Засоба, В. В. Эпифитные лишайники – индикаторы загрязнения воздуха в г. Новочеркасске / В. В. Засоба, Е. Ю. Меденец // Лесное образование и лесная наука в XXI веке: материалы Региональной научно-практической юбилейной конференции, Воронеж, 12–13 февраля 2004 г. / ВГЛТА; Науч. ред. М. П. Чернышов. – Воронеж, 2004. – С. 109–110.

56. Звонкова, А. А. Изменение видового состава к запаса мохово-лишайникового покрова в связи с пожарами в сосняках Севера / А. А. Звонкова // Изучение и охрана растительности Севера: сб. ст. / АН СССР, Коми фил., Арханг. фил. геогр. о-ва СССР; редкол.: В. Г. Чертовской [и др.]. – Сыктывкар, 1984. – С. 96–101.

57. Изменение количественных характеристик фонда хлорофиллов в лишайниках под воздействием загрязнения атмосферного воздуха  $SO_2$  / Н. В. Горбач [и др.] // Докл. АН БССР. – 1982. – Т. 26, № 9. – С. 850–852.

58. Инсарова, И. Д. Сравнительные оценки чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха / И. Д. Инсарова, Г. Э. Инсаров // Пробл. экол. мониторинга и моделирования экосистем. – 1989. – Т. 12. – С. 113–175.

59. Истомина, Н. Б. Применение лишеноиндикации в экологическом мониторинге на примере Центрально-Лесного биосферного заповедника / Н. Б. Истомина // Заповедники СССР – их настоящее и будущее: тез. докл. всес. конф., Новгород, 1990 г.: в 3 ч. / Комис. АН СССР по координации науч. исслед. в гос. заповедниках СССР, Гос. ком. СССР по охране природы, Новгород. гос. пед. ин-т.; редкол.: В. Н. Тихомиров [и др.]. – Новгород, 1990. – Ч. 2: Ботаника, лесоведение, почвенные исследования. – С. 86–88.

60. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
61. Климат Беларуси / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Ин-т геологических наук АН Беларуси, 1996. – 235 с.
62. Климат Гомеля / под ред. И. А. Савиковского, Ц. А. Швер. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 150 с.
63. Кокова, З. Б. Содержание тяжелых металлов в талломах лишайников / З. Б. Кокова, Л. Х. Слонов, Т. Л. Слонов // Биологическое разнообразие Кавказа: тезисы докладов 3 Международной конференции, Нальчик, 2001 г. / Кабардино-Балк. гос. ун-т им. Х. М. Бербекова, Ком. природ. ресурсов по КБР; редкол.: С. Б. Шхагапсоев [и др.]. – Нальчик, 2001. – С. 146–147.
64. Кондратюк, С. Я. Індикація стану навколишнього середовища України за допомогою лишайників / С. Я. Кондратюк. – Київ: Наукова думка, 2008. – 335 с.
65. Коротков, К. О. О приуроченности *Hypogymnia physodes* к древесным породам и о ее фитомассе в разных типах леса / К. О. Коротков, Ю. П. Солдатенкова, Ю. А. Шахов // Вестн. Моск. ун-та. Биол., почвовед. – 1973. – № 1. – С. 55–60.
66. Котлов, Ю. В. Флористическая и ландшафтно-экологическая структура лишайникового покрова стационара «Контакт» / Ю. В. Котлов // Комплекс экол. исслед. на стационаре «Контакт»: сб. науч. тр. / ДВО РАН, Ин-т биол. пробл. Севера; отв. ред. С. П. Бухкало. – Владивосток, 1993. – С. 63–95.
67. Котлова, Е. Р. Антиокислительные системы лишайников: автореф. дис. ...канд. биол. наук: 03.00.12; 03.00.24 / Е. Р. Котлова; Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова РАН, Ин-т экологии Волж. бассейна РАН, Биол. НИИ С.-Петербур. гос. ун-та. – СПб., 2000. – 35 с.
68. Котлова, Е. Р. Жирные кислоты фосфолипидов лишайниковых симбионтов в норме и в условиях действия стресса / Е. Р. Котлова, И. А. Бычек-Гущина // Пробл. ботан. на рубеже 20–21 вв.: тез. докл., представл. 2 (10) Съезду Рус. ботан. о-ва, Санкт-Петербург, 26–29 мая 1998 г.: в 2 т. / БИН РАН; под ред. Д. В. Гельтмана [и др.]. – СПб, 1998. – Т. 2. – С. 68–69.
69. Кравчук, Л. А. Лихеноиндикация загрязнения атмосферного воздуха городов Беларуси: автореф. дис. ...канд. геогр. наук:

25.00.36 / Л. А. Кравчук; Ин-т проблем использования природных ресурсов и экологии. – Минск, 2001. – 20 с.

70. Кравчук, С. В. Лишайники-индикаторы в Красноярске / С. В. Кравчук // Флора и растит. Сибири и Дал. Вост. Чтения памяти Л. М. Черепнина: тез. докл. 2 Рос. конф., Красноярск, 1996 г.: в 2 ч. / Краснояр. гос. пед. ун-т; отв. ред.: Е. М. Антипова. – Красноярск, 1996. – Ч. 2. – С. 327–328.

71. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды, НАН Беларуси; редкол.: Л. И. Хоружик [и др.]. – Минск: БелЭн, 2005 – 456 с.

72. Красногорская, Н. Н. Лихеноиндикационные шкалы оценки качества атмосферного воздуха / Н. Н. Красногорская, С. Е. Журавлева, Г. Р. Миннуллина // Фундам. исслед. – 2004. – № 5. – С. 38–42.

73. Криворотов, С. Б. Изменение численности охраняемого лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. при антропогенном загрязнении в горных лесах Северо-Западного Кавказа / С. Б. Криворотов // Экол. и охрана окруж. среды: тез. докл. 4-й Междунар. (7-й Всерос.) науч.-практ. конф., Рязань, 28–30 сентября, 1998 г. – Рязань, 1998. – С. 161–162.

74. Криворотов, С. Б. Индикация экологического состояния окружающей среды с помощью споровых растений / С. Б. Криворотов // Биосфера и человек: матер. регион, науч.-практ. конф., Майкоп, 1997 г. / Адыг. гос. ун-т, Ин-т экологии горной территории РАН. – Майкоп, 1997 – С. 23–26.

75. Криворотов, С. Б. Использование эпифитных лишайников в качестве объектов мониторинга загрязнения тяжелыми металлами и радионуклидами / С. Б. Криворотов // Пробл. ботан. на рубеже 20–21 вв.: тез. докл., представл. 2 (10) Съезду Рус. ботан. о-ва, Санкт-Петербург, 26–29 мая 1998 г.: в 2 т. / БИН РАН; под ред. Д. В. Гельтмана [и др.]. – СПб., 1998. – Т. 2. – С. 69–70.

76. Криворотов, С. Б. К изучению экологии отдельных лишайников и образуемых ими синузий в фитоценозах верхней части горно-лесного пояса Северо-Западного Кавказа / С. Б. Криворотов // Экол.-флорист. исслед. Сев. Кавказа: межвед. темат. сб.

науч. тр. / Кабард.-Балкар. гос. ун-т; редкол.: Л. Х. Слонов [и др.]. – Нальчик, 1987. – С. 143–151.

77. Криворотов, С. Б. Лишайники как биологические объекты мониторинга загрязнения тяжелыми металлами и радионуклидами / С. Б. Криворотов, Н. Н. Чумаковский // Экол. и охрана окруж. среды: тез. докл. 4-й Междунар. (7-й Всерос.) науч.-практ. конф., Рязань, 28–30 сентября, 1998 г. – Рязань, 1998. – С. 162–163.

78. Криворотов, С. Б. О приуроченности некоторых видов лишайников к форофиту в зависимости от типа растительного сообщества / С. Б. Криворотов; Кубан. гос. ун-т. – Краснодар, 1981. – 8 с. – Деп. в ВИНТИ 26.05.1981, №2457–81 // РЖ: 04. Биология. – 1981. – № 9. – 81.09-B253 ДЕП. – С. 38.

79. Криворотов, С. Б. Флора лишайников пойменных лесов нижнего течения реки Кубань / С. Б. Криворотов // Актуал. вопр. экол. и охраны природы Азов. моря и Вост. Приазовья: сб. ст.: в 2 ч. / Кубан. гос. ун-т, Краев. ком. по охране природы, Краснодар. краев. правл. Союза НИО СССР, Краев. совет Всерос. о-ва охраны природы, Ред. газ. «Сов. Кубань»; редкол.: В. Я. Нагалеvский [и др.]. – Краснодар, 1990. – Ч. 1. – С. 72–74.

80. Крючков, В. В. Деградация лишайников и мхов в зонах аэротехногенного воздействия / В. В. Крючков // Бриолихенологические исследования высокогорных районов севера СССР: сб. науч. ст. / АН СССР, ордена Ленина Кольский филиал им. С. М. Кирова, Полярно-альпийский ботанический сад-институт; отв. ред. Р. Н. Шляков. – Апатиты, 1981. – С. 92–94.

81. Крючкова, О. Е. Видовая специфичность в реакции лишайниковых трансплантатов на загрязнение атмосферы / О. Е. Крючкова, Ю. С. Григорьев // Мониторинг состояния лесных и урбо-экосистем: тез. докл. Междунар. науч. конф., Москва, 19–20 ноября 2002 г. / М-во образования РФ, Науч.-образоват. асоц. лес. комплекса РФ, Моск. гос. ун-т леса, С.-Петербур. лесотехн. акад. – М., 2002. – С. 53–54.

82. Кудрявцева, Е. П. О влиянии пирогенного фактора на флору эпифитных лишайников дубовых лесов Сихотэ-Алинского биосферного района / Е. П. Кудрявцева, И. Ф. Скирина // Геогр. и природ. ресурсы. – 1988. – № 2. – С. 176–178.

83. Лавриненко, О. В. Структура биологического разнообразия лишайников большеземельской тундры на территории нефте- и газодобывающих месторождений / О. В. Лавриненко, Т. Н. Пыстина // Антропогенное воздействие на природу Севера и его экологические последствия: тез. докл. Всерос. совещ. и выезд. науч. сес., Апатиты, 22–25 июня 1998 г. / РАН, Отд-ние океанологии, физики атмосферы и географии. Кол. науч. центр, Ин-т проблем пром. экологии Севера; редкол.: Ю. А. Израэль [и др.]. – Апатиты, 1998. – С. 174.–175.

84. Лазаренко, А. С. Основні засади класифікації ареалів листяних мохів Радянського Далекого Сходу / А. С. Лазаренко // Укр. ботан. журн. – 1956. – Т. 13, № 1. – С. 31–40.

85. Лихачёва, О. В. Материалы к изучению лишайников усадебных парков музея-заповедника Н. А. Римского-Корсакова (Псковская область) / О. В. Лихачёва // Молодые исследователи – ботанической науке 2006: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 21–22 сентября 2006 г. / Гомел. гос. ун-т; редкол.: Н. М. Дайнеко [и др.]. – Гомель, 2006. – С. 35–39.

86. Лишайники в лесах Северного Зауралья / М. А. Магомедова [и др.] // Структура, продуктив. и динам. растит. покрова / АН СССР, УрО; отв. ред. П. Л. Горчаковский. – Свердловск, 1990 – С. 74–81.

87. Любичкая, Л. И. К флоре лишайников Полесья / Л. И. Любичкая // Труды Петроградского общества естествоиспытателей. – 1914. – Т. 44 – 45. – С. 187–195.

88. Магомедова, М. А. Послепожарное восстановление лишайникового покрова на севере Тюменской области / М. А. Магомедова // Биологические проблемы Севера: тез. докл IX симпоз, Сыктывкар, 1981: в 2 ч. / АН СССР, Коми фил., Ин-т биологии; редкол.: Ю. Н. Минеев [и др.]. – Сыктывкар, 1981. – Ч. 2. Экол. животных, физиол. и биохимии человека и животных, адаптация человека к Северу, охрана природы. – С. 194.

89. Макаревич, М. Ф. Аналіз ліхенофлори Українських Карпат / М. Ф. Макаревич – Київ: Вид-во АН УРСР, 1963. – 265 с.

90. Малышева, Н. В. Лихенофлора музея-заповедника «Парк Монрепо» / Н. В. Малышева // Ботан. журн. – 1995. – Т. 80, № 3. – С. 17–25.

91. Малышева, Н. В. Лишайники арборетумов Санкт-Петербурга и его окрестностей / Н. В. Малышева // Ботан. журн. – 1995. – Т. 80, № 8. – С. 54–64.

92. Малышева, Н. В. Лишайники города Пскова. 3. Особенности распределения лишайников на городской территории / Н. В. Малышева // Ботан. журн. – 2004. – Т. 89, № 10. – С. 1606–1611.

93. Малышева, Н. В. Лишайники Дендрологического парка «Отрадное» Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (Карельский перешеек, Ленинградская область) / Н. В. Малышева, Ю. А. Луке, Т. М. Латманизова // Новости сист. низш. раст. – 2002. – Т. 36. – С. 169–181.

94. Малышева, Н. В. Лишайники исторических некрополей Санкт-Петербурга / Н. В. Малышева // Ботан. журн. – 1995. – Т. 80, № 10. – С. 74–78.

95. Малышева, Н. В. Лишайники Летнего сада в Санкт-Петербурге и особенности их распространения на территории сада / Н. В. Малышева // Новости сист. низш. раст. – 2001. – Т. 34. – С. 154–162.

96. Малышева, Н. В. Лишайники набережных Санкт-Петербурга / Н. В. Малышева // Ботан. журн. – 1998. – Т. 83, № 2. – С. 40–47.

97. Малышева, Н. В. Лишайники научного городка Пулковской обсерватории (Санкт-Петербург) / Н. В. Малышева // Новости сист. низш. раст. – 2002. – Т. 36. – С. 16–168.

98. Малышева, Н. В. Лишайники окрестностей Ленинграда. I. Изменение видового состава лишайников в окрестностях станции Ольгино (Ленинградская область) за 72 года / Н. В. Малышева // Новости сист. низш. раст. – 1993. – Т. 29. – С. 119–124.

99. Малышева, Н. В. Лишайники окрестностей Санкт-Петербурга. 4. Современное состояние и изменение видового состава лишайников за 90 лет в пос. Репино (Б. Куоккала) и его окрестностях / Н. В. Малышева // Новости сист. низш. раст. – 1999. – Т. 33. – С. 142–153.

100. Малышева, Н. В. Лишайники окрестностей Санкт-Петербурга. 5. Изменение видового состава лишайников парка «Осиновая Роща» за 200 лет / Н. В. Малышева // Новости сист. низш. раст. – 2001. – Т. 34. – С. 162–166.

101. Малышева, Н. В. Лишайники парка ботанического института им. В. Л. Комарова Российской Академии наук (Санкт-Петербург) / Н. В. Малышева, О. А. Связева // Ботан. журн. – 1995. – Т. 80, № 1. – С. 108–118.
102. Малышева, Н. В. Лишайники парка Елагина острова (Санкт-Петербург) / Н. В. Малышева // Новости сист. низш. раст. – 1998. – Т. 32. – С. 55–58.
103. Малышева, Н. В. Лишайники Санкт-Петербурга / Н. В. Малышева. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2003. – 100 с.
104. Малышева, Н. В. Лишайники Санкт-Петербурга. 1. Современная лишенофлора и ее анализ / Н. В. Малышева // Ботан. журн. – 1996. – Т. 81, № 6. – С. 25–30.
105. Малышева, Н. В. Лишайники Санкт-Петербурга. 3. Влияние городских условий и лишеноиндикация атмосферного загрязнения / Н. В. Малышева // Ботан. журн. – 1998 – Т. 83 № 9. – С. 39–45.
106. Малышева, Н. В. Морфолого-анатомическое строение накипных лишайников в условиях загрязнения окружающей среды / Н. В. Малышева // Новости сист. низш. раст. – 1996. – Т. 31. – С. 130–134.
107. Малышева, Н. В. О видовом составе лишайников, растущих у метро / Н. В. Малышева // Новости сист. низш. раст. – 2001. – Т. 35. – С. 178–182.
108. Малышева, Н. В. О распределении лишайников на территории малых городов на примере Себежа (Псковская область) / Н. В. Малышева // Ботан. журн. – 2004. – Т. 89, № 11. – С. 1782–1787.
109. Малышева, Н. В. Об экологической патоморфологии лишайников в окрестностях Санкт-Петербурга / Н. В. Малышева // Новости сист. низш. раст. – 1995. – Т. 30. – С. 78–85.
110. Малышева, Н. В. Эпифитные лишайники арборетума С.-Петербургской лесотехнической академии и выяснение их индикаторной роли / Н. В. Малышева, Н. Е. Булыгин // Изв. вузов. Лес. журн. – 1996. – № 6. – С. 13–18.
111. Мартин, Л. Н. Флористический состав и распространение эпифитных лишайников в различных условиях загрязнения воздуха / Л. Н. Мартин // Экология и биология низших растений: тез. докл. Всесоюз. симпоз. микологов и лишенологов (IX симпоз.

микологов и лишенологов Прибалт. сов. респ. и БССР), Минск, 17–19 ноября 1982 г. / редкол.: Н. А. Дорожкин [и др.]. – Минск, 1982. – С. 235–237.

112. Мартин, Ю. Л. Лишеноиндикация – метод оценки загрязнения / Ю. Л. Мартин // Влияние пром. загрязнения на лес. экосистемы и мероприятия по повыш. их устойчивости: тез. докл. к Всес. науч.-практ. совещ., Каунас, 26–27 июня 1984 г. / Лит-НИИЛХ; редкол.: М. В. Вайчис [и др.]. – Каунас, 1984. – С. 26–27.

113. Мартин, Ю. Л. Лишайники в экстремальных условиях среды и их индикаторное значение / Ю. Л. Мартин // Экология и биология низших растений: тез. докл. Всесоюз. симпоз. микологов и лишенологов (IX симпоз. микологов и лишенологов Прибалт. сов. респ. и БССР), Минск, 17–19 ноября 1982 г. / редкол.: Н. А. Дорожкин [и др.]. – Минск, 1982. – С. 232–233.

114. Мартынюк, А. А. Особенности распространения некоторые видов эпифитной лишенофлоры в сосновых фитоценозах, подверженных воздействию промышленных выбросов / А. А. Мартынюк, А. Н. Жидков // Биол. разнообразие лес. экосистем: матер. Всерос. совещ., Москва, ноябрь, 1995 г. / Междунар. ин-т леса, Науч. совет РАН по проблемам леса, Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН; отв. ред. А. С. Исаев. – М., 1995. – С. 274–276.

115. Маслова, В. Р. Епілітні угруповання лишайників у Західному Поліссі / В. Р. Маслова // Укр. ботан. журн. – 1975. – Т. 32, № 1. – С. 102–105.

116. Михайлова, И. Н. Воспроизводство в популяциях *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. в условиях химического загрязнения / И. Н. Михайлова // Пробл. ботан. на рубеже 20–21 вв.: тез. докл., представл. 2 (10) Съезду Рус. ботан. о-ва, Санкт-Петербург, 26–29 мая 1998 г.: в 2 т. / БИН РАН; под ред. Д. В. Гельтмана [и др.]. – СПб, 1998. – Т. 2. – С. 72–73.

117. Михайлова, И. Н. Динамика химического состава субстрата эпифитных лишайников в условиях аэротехногенного загрязнения / И. Н. Михайлова // Механизмы поддержания биологического разнообразия: матер. конф., Екатеринбург, 1995 г. / Науч. совет ГНТП «Биол. разнообразие», УрО РАН, Ин-т эколо-



гии растений и животных; редкол.: Е. Л. Воробейчик [и др.]. – Екатеринбург, 1995. – С. 103–105.

118. Михайлова, И. Н. О выборе показателей для лишеноиндикации промышленного загрязнения в условиях среднего Урала / И. Н. Михайлова // Проблемы устойчивости биологических систем: тез. докл. Всес. шк., Севастополь, 15–20 октября 1990 г. / АН СССР, Науч. совет ООБ АН СССР «Пробл. экологии и антропоген. динамики биол. систем», Ин-т эволюц. морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцова АН СССР, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского АН УССР. – Харьков, 1990. – С. 317–319.

119. Михайлова, И. Н. Размерная и возрастная структура популяций эпифитного лишайника *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. в условиях атмосферного загрязнения / И. Н. Михайлова, Е. Л. Воробейчик // Экология. – 1999. – № 2. – С. 130–137.

120. Николаевский, В. С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации / В. С. Николаевский. – М.: МГУЛ, 1999. – 193 с.

121. Нильсон, Э. М. Кислотность субстрата как важный фактор распространения эпифитных лишайников / Э. М. Нильсон // Экология и биология низших растений: тез. докл. Всесоюз. симпоз. микологов и лишенологов (IX симпоз. микологов и лишенологов Прибалт. сов. респ. и БССР), Минск, 17–19 ноября 1982 г. / редкол.: Н. А. Дорожкин [и др.]. – Минск, 1982. – С. 237–238.

122. Нильсон, Э. М. Эпифитные лишайники в условиях кислого и щелочного загрязнения / Э. М. Нильсон, Л. Н. Мартин // Взаимодействие лес. экосистем и атмосфер. загрязнителей: сб. науч. ст. / АН Эстонской ССР, Таллинский бот. сад АН ЭССР, Бот. институт АН СССР; отв. ред. В. А. Алексеев, Ю. Л. Мартин. – Таллин, 1982. – Ч. 2. – С. 88–100.

123. Носкова, Т. С. К изучению лишайниковых синузий Медведского бора / Т. С. Носкова, С. А. Сенникова // Проблемы изучения, использования и охраны природы Кировской области: матер. 1 Естеств.-науч. краевед. чтений памяти А. Д. Фокина / М-во культуры и туризма РФ, Департамент культуры и искусства Администрации Киров. обл., Киров. гос. объедин. ист.-архит. и лит. музей; отв. ред. А. Н. Соловьев – Киров, 1992. – С. 37–40.

124. Окснер, А. Н. Анализ и история происхождения лишайнофлоры Советской Арктики: дисс. ... докт. биол. наук: 03.00.05 / А. Н. Окснер. – Киев-Киров, 1940–42. – 319 с.

125. Определитель лишайников России. Вып. 6. Алекториевые, Пармелиевые, Стереокаулоновые / Н. С. Голубкова [и др.]; под. ред. Н. С. Голубковой. – СПб.: Наука, 1996. – 203 с.

126. Определитель лишайников России. Вып. 7. Лецидеевые, Микареевы, Порпидиевые / М. П. Андреев [и др.]; под. ред. Н. С. Голубковой. – СПб.: Наука, 1998. – 166 с.

127. Определитель лишайников России. Вып. 8. Бацидиевые, Катилляриевые, Леканоровые, Мегалариевые, Микобилимбиевые, Ризокарповые, Трапелиевые / М. П. Андреев [и др.]; под. ред. Н. С. Голубковой. – СПб.: Наука, 2003. – 277 с.

128. Определитель лишайников России. Вып. 9. Фусцидеевые, Телосхистовые / С. Я. Кондратюк [и др.]; под. ред. Н. С. Голубковой. – СПб.: Наука, 2004. – 339 с.

129. Определитель лишайников России. Вып. 10. *Agryriaceae*, *Anamylopsoraceae*, *Aphanopsidaceae*, *Arthrorhaphidaceae*, *Brigantiaaceae*, *Chrysotrichaceae*, *Clavariaceae*, *Ectolechiaceae*, *Gomphillaceae*, *Gypsoplacaceae*, *Lecanoraceae*, *Lecideaceae*, *Mycoblastaceae*, *Phlyctidaceae*, *Physciaceae*, *Pilocarpaceae*, *Psoraceae*, *Ramalinaceae*, *Stereocaulaceae*, *Vezdaeaceae*, *Tricholomataceae* / М. П. Андреев [и др.]; под. ред. Н. С. Голубковой. – СПб.: Наука, 2008. – 515 с.

130. Определитель лишайников СССР. Вып. 1. Пертузариевые, Леканоровые, Пармелиевые / Е. Г. Копачевская [и др.]; под. ред. И. И. Абрамова. – Л.: Наука, 1971. – 412 с.

131. Определитель лишайников СССР. Вып. 3. Калициевые – Гиалектовы / О. Б. Блюм [и др.]; под. ред. И. И. Абрамова. – Л.: Наука, 1975. – 275 с.

132. Определитель лишайников СССР. Вып. 4. Веррукариевые – Пилокарповые / Е. Г. Копачевская [и др.]; под. ред. И. И. Абрамова. – Л.: Наука, 1977. – 344 с.

133. Определитель лишайников СССР. Вып. 5. Кладониевые – Акароспоровые / Н. С. Голубкова [и др.]; под. ред. И. И. Абрамова. – Л.: Наука, 1978. – 304 с.

134. Отнюкова, Т. Н. Диагностика загрязнения атмосферы по состоянию ягельного лишайника / Т. Н. Отнюкова // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 1997. – № 3. – С. 21–22.

135. Отнюкова, Т. Н. Лишайники на ветвях пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) как индикаторы атмосферного загрязнения в лесах / Т. Н. Отнюкова, О. П. Секретенко // Известия РАН. Серия биологическая. – 2008. – № 4. – С. 479–490.

136. Отнюкова, Т. Н. Морфологическая трансформация лишайников в условиях атмосферного загрязнения / Т. Н. Отнюкова // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: материалы Международной конференции, Апатиты, 31 августа – 3 сентября 2004 г.: в 2 ч. / Российская акад. наук, Кольский науч. центр, Ин-т проблем пром. экологии Севера. – Апатиты, 2004. – Ч. 2. – С. 120–122.

137. Отнюкова, Т. Н. Морфологическое состояние *Cladina stellaris* (*Cladoniaceae*, Lichenes) как показатель атмосферного загрязнения / Т. Н. Отнюкова // Ботан. журн. – 1997. – Т. 82, № 3. – С. 57–66.

138. Отнюкова, Т. Н. Тератология ягельных лишайников / Т. Н. Отнюкова // Реконструкция гомеостаза: матер. 9-ого Междунар. симп., Красноярск, 16–20 марта 1998 г.: в 4 т. / СО РАН, Краснояр. науч. центр; под общ. ред. В. П. Нефедова. – Красноярск, 1998. – Т. 2. – С. 152–157.

139. Отнюкова, Т. Н. Трансформация разнообразия эпифитной лишайнофлоры в условиях антропогенного пресса / Т. Н. Отнюкова, О. Е. Крючкова // Проблемы сохранения разнообразия растительного покрова Внутренней Азии: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, Улан-Удэ, 7–10 сентября 2004 г.: в 2 ч. / Бурят. науч. центра СО РАН; редкол.: В. М. Корсунов [и др.]. – Улан-Удэ, 2004. – Ч. 1. – С. 165–167.

140. Паламарчук, А. С. Лишайники / А. С. Паламарчук, О. П. Шахрай, Л. Н. Парукова // Сельск. хоз-во Белоруссии. – 1975. – № 1. – С. 43.

141. Пауков, А. Г. Закономерности стациального распределения лишайников в условиях антропогенной нагрузки / А. Г. Пауков // Механизмы поддержания биологического разнообразия: матер. конф., Екатеринбург, 1995 г. / Науч. совет ГНТП «Биол.

разнообразии», УрО РАН, Ин-т экологии растений и животных; редкол.: Е. Л. Воробейчик [и др.]. – Екатеринбург, 1995. – С. 116–118.

142. Пауков, А. Г. Соредиеобразование у лишайников в условиях антропогенного стресса / А. Г. Пауков // Современные проблемы популяционной, исторической и прикладной экологии: матер. конф. мол. ученых-экологов Урал. региона, Екатеринбург, 21–24 апреля 1998 г. / УрО РАН, Ин-т экологии растений и животных, Науч. совет ГНТП «Биол. разнообразии», Федер. целевая прогр. «Интеграция»; редкол.: И. Н. Михайлова, И. Б. Головачев. – Екатеринбург, 1998. – С. 116–124.

143. Пауков, А. Г. Устойчивость лишайников к антропогенному стрессу / А. Г. Пауков // Пробл. ботан. на рубеже 20–21 вв.: тез. докл., представл. 2 (10) Съезду Рус. ботан. о-ва, Санкт-Петербург, 26–29 мая 1998 г.: в 2 т. / БИН РАН; под ред. Д. В. Гельтмана [и др.]. – СПб, 1998. – Т. 2. – С. 75.

144. Пауков, А. Г. Флора лишайников г. Екатеринбурга / А. Г. Пауков // Труды 1 Российской лишенологической школы, Апатиты, 6–12 августа 2000 г. / ПАБСИ КНЦ РАН, Санкт-Петербургское общество естествоиспытателей, СПбГУ, ПетрГУ, РБО; редкол.: А. А. Заварзин [и др.]. – Петрозаводск, 2001. – С. 113–133.

145. Пауков, А. Г. Эпилитные лишайники как индикаторы техногенного загрязнения / А. Г. Пауков, С. Н. Трапезникова // Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий: матер. 2 междунар. конф., Оренбург, 17–18 декабря 2002 г. / Оренбург. гос. пед. ун-т, Ин-т биоресурсов и приклад. экологии; отв. ред. З. Н. Рябина. – Оренбург, 2002. – С. 27–28.

146. Пахомов, В. В. Лишенологические и лишеноиндикационные исследования в районе объекта по уничтожению люизита в г. Камбарке / В. В. Пахомов // Актуальные проблемы биологии: тез. IV молодеж. науч. конф. Ин-та биологии, Сыктывкар, 11–12 апреля 1996 г. / УрО РАН, Коми науч. центр; отв. ред.: Т. К. Головки, В. М. Тарбаева. – Сыктывкар, 1996. – С. 92.

147. Питеранс, А. Распределение лишайников в зависимости от кислотности почвы / А. Питеранс // Zinatn. raksti. Latv. univ. – 1966. – № 74. – С. 97–100.

148. Питеранс, А. В. Влияния суперфосфатного завода на развитие лишайников / А. В. Питеранс // III Закавказская конференция по споровым растениям, посвященная 50-летию Великой Октябрьской социалистической революции, Тбилиси, 1968 г.: тез. докл. / Ин-т ботаники АН ГССР; под ред. И. Г. Нахуцришвили. – Тбилиси, 1968. – С. 251–253.

149. Подзолистые почвы запада европейской части СССР / под ред. Н. А. Ногина, А. А. Роде. – М.: Колос, 1977. – 288 с.

150. Попина, Ю. Н. Лихеноиндикация экологического состояния сосновых лесов Валдайского национального парка / Ю. Н. Попина, Э. А. Юрова // Роль девственной наземной биоты в современных условиях глобальных изменений окружающей среды: биотическая регуляция окружающей среды: докл. междунар. семинара, Петрозаводск, 12–16 октября 1998 г. / Петрозав. гос. ун-т; под ред. В. Г. Горшкова [и др.]. – Гатчина, 1998. – С. 215–219.

151. Поташева, М. А. Влияние аэротехногенных выбросов Костомукшского горно-обогатительного комбината на эпифитный лишайниковый покров сосны / М. А. Поташева // Новости сист. низш. раст. – 1995. – Т. 30. – С. 85–89.

152. Поташева, М. А. Эпифитные лишайники в зоне воздействия выбросов Костомукшского ГОКА / М. А. Поташева // Растительный мир Карелии и проблемы его охраны: науч. тр. / Ин-т леса КарНЦ РАН, Ин-т биол. КарНЦ РАН; редкол.: Г. А. Елина [и др.]. – Петрозаводск, 1993. – С. 169–177, 197.

153. Почвы БССР / под ред. П. П. Рогового. – Минск: Изд-во АН БССР, 1952. – 156 с.

154. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / Г. И. Кузнецов [и др.]; под ред. Г. И. Кузнецова, Н. И. Смеяна. – Минск: Оргстрой, 2001. – 432 с.

155. Пчелкин, А. В. Лихеноиндикационное картирование территории парка «Сокольники» / А. В. Пчелкин // Современные проблемы микологии, альгологии и фитопатологии: сборник трудов международной конференции, посвященной 80-летию кафедры микологии и альгологии Московского государственного университета и 90-летию со дня рождения М. В. Горленко, Москва, апрель 1998 г. / МГУ им. М. В. Ломоносова. Биол. фак. Каф. ми-

кологии и альгологии; сост. Ю. Т. Дьяков, С. Н. Лекомцева. – М., 1998. – С. 379–380.

156. Пчелкин, А. В. Распространение лишайников в Москве / А. В. Пчелкин; Гос. комитет РФ по охране окр. среды, Всерос. НИИ охраны природы. – М., 1998. – 21 с. – Деп. в ВИНТИ 05.10.1998, № 2910-B98.

157. Пыстина, Т. Н. Применение лишайников как индикаторов старых лесов / Т. Н. Пыстина // Актуальные проблемы биологии: тез. IV молодеж. науч. конф. Ин-та биологии, Сыктывкар, 11–12 апреля 1996 г. / УрО РАН, Коми науч. центр; отв. ред.: Т. К. Головкин, В. М. Тарбаева. – Сыктывкар, 1996. – С. 101–102.

158. Пярн, А. Й. Индикационная способность лишайника *Mycoblastus sanguinarius* (L.) Norm. / А. Й. Пярн // Экология и биология низших растений: тез. докл. Всесоюз. симпоз. микологов и лишайников (IX симпоз. микологов и лишайников Прибалт. сов. респ. и БССР), Минск, 17–19 ноября 1982 г. / редкол.: Н. А. Дорожкин [и др.]. – Минск, 1982. – С. 243–244.

159. Романова, Е. В. Лишайники – биоиндикаторы атмосферного загрязнения Новосибирской городской агломерации / Е. В. Романова, Н. В. Седельникова. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2010. – 99 с.

160. Савич, В. П. Материалы к флоре Полесья. Список лишайников, собранных в Минской губернии в 1907 г. / В. П. Савич // Труды студенческих научных кружков физико-математического факультета С.-Петербургского университета. – 1909. – Т. 1, Вып. 1. – С. 43–46.

161. Савич, В. П. Материалы к флоре Полесья. Список лишайников, собранных в Минской губернии в 1909 г. Л. И. Любичкой // В. П. Савич // Труды студенческих научных кружков физико-математического факультета С.-Петербургского университета. – 1910. – Вып. 2. – С. 17–20.

162. Савич В. П. Материалы к флоре Полесья. Список лишайников, собранных в Минской губернии в 1910 г. Л. И. Любичкой / В. П. Савич // Труды студенческих научных кружков физико-математического факультета С.-Петербургского университета. – 1911. – Т. 1, Вып. 3. – С. 57–66.

163. Сгась, Е. Ю. Влияние города Барнаула на состояние эпифитных лишайниковых синузий / Е. Ю. Сгась, Т. А. Терехина // Тр. Юж.-Сиб. ботан. сада. – 1999. – Т. 4, № 1. – С. 11–17.

164. Селиванов, А. Е. Лишайники заповедников «Басеги» и «Вишерский»: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05 / А. Е. Селиванов; Пермский гос. пед. университет. – Пермь, 2005. – 140 с.

165. Сионова, Н. А. Эпифитная лишенофлора города Краснодара / Н. А. Сионова, С. Б. Криворотов // Биологическое разнообразие Кавказа: матер. 6 Междунар. конф., Нальчик, 2004 г. / Кабардино-Балк. гос. ун-т; редкол.: С. Х. Шхагапсоев [и др.]. – Нальчик, 2004. – С. 221–222.

166. Скирина, И. Ф. Лишайники остовов залива Петра Великого (Японское море) / И. Ф. Скирина // Ботан. журн. – 1996. – Т. 81, № 11. – С. 41–45.

167. Смирнов, А. В. Изменения в составе и обилии лишайников-эпифитов в лесах юга Средней Сибири под воздействием антропогенных и стихийных факторов / А. В. Смирнов, В. М. Буркова // Изв. Сиб. отд. АН СССР. Сер. биол. н. – 1969. – Т. 3, № 15. – С. 21–25.

168. Содержание микроэлементов в лишайниках Припятского заповедника (БССР) / С. К. Лапицкая [и др.] // Растительн. ресурсы. – 1979. – Т. 15, № 4. – С. 584–587.

169. Сони́на, А. В. Роль факторов среды в формировании прибрежных эпилитных лишайниковых сообществ / А. В. Сони́на, М. А. Фадеева // Роль девственной наземной биоты в современных условиях глобальных изменений окружающей среды: биотическая регуляция окружающей среды: докл. междунар. семинара, Петрозаводск, 12–16 октября 1998 г. / Петрозав. гос. ун-т; под ред. В. Г. Горшкова [и др.]. – Гатчина, 1998. – С. 110–111.

170. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 1991 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: ИПП Госэкономплана РБ, 1993. – 124 с.

171. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 1992 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: НИЭИ Минэкономки РБ, 1994. – 169 с.

172. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 1993–1994 гг. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Бел-электроприбор, 1995. – 152 с.

173. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 1995 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Белэлектроприбор, 1996. – 148 с.

174. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 1996 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Изд. Н. А. Королев, 1997. – 256 с.

175. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 1997 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Минсктип-проект, 1998. – 172 с.

176. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 1998 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Минсктип-проект, 1999. – 203 с.

177. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 1999 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Минсктип-проект, 2000. – 193 с.

178. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 2000 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Минсктип-проект, 2001. – 230 с.

179. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 2001 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Минсктип-проект, 2002. – 232 с.

180. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 2002 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Минсктип-проект, 2003. – 248 с.

181. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 2003 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Минсктип-проект, 2004. – 264 с.

182. Степанова, В. И. Значение характеристик местообитания для формирования эпифитного лишайникового покрова / В. И. Степанова, В. Н. Тарасова, В. В. Горшков // Актуальные проблемы геоботаники. Современные направления исследований в России: методологии, методы и способы обработки материалов: тезисы докладов школы-конференции, Петрозаводск, 22–26 октября 2001 г. / М-во высш. образования РФ, Петрозавод. гос. ун-т, РАН, Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова РАН; под ред. И. Ю. Баккал. – Петрозаводск, 2001. – С. 174–176.

183. Степанова, В. И. Кислотность корки *Picea abies* (L.) Karst. как показатель степени увлажнения субстрата эпифитных



лишайников в еловых лесах Южной Карелии / В. И. Степанова, В. Н. Тарасова, В. В. Горшков // Труды 1 Российской лихенологической школы, Апатиты, 6–12 августа 2000 г. / ПАБСИ КНЦ РАН, Санкт-Петербургское общество естествоиспытателей, СПбГУ, ПетрГУ, РБО; редкол.: А. А. Заварзин [и др.]. – Петрозаводск, 2001. – С. 192–207.

184. Суетина, Ю. Г. Изменчивость морфометрических признаков лишайников *Physcia stellaris* (L.) Nyl и *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. в условиях города / Ю. Г. Суетина, Н. В. Глотов // Методы популяционной биологии: матер. докл. 7 Всерос. популяц. семинара, Сыктывкар, 16–21 февраля 2004 г.: в 2 ч. / Коми науч. центр УрО РАН; редкол.: А. И. Таскаев [и др.]. – Сыктывкар, 2004. – Ч. 1. – С. 203–204.

185. Суетина, Ю. Г. Онтогенез *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. в различных экологических условиях / Ю. Г. Суетина // Жизнь популяций в гетерог. среде: матер. 2-го Всерос. популяц. семинара, Йошкар-Ола, 16–20 февраля 1998 г.: в 2 ч. / Мар. гос. ун-т., Каф. ботаники, экологии и физиологии растений и др.; редкол.: Л. А. Жукова [и др.]. – Йошкар-Ола, 1999. – Ч. 1. – С. 119–130.

186. Суетина, Ю. Г. Онтогенез и структура популяции *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. в различных экологических условиях / Ю. Г. Суетина // Экология. – 2001. – № 3. – С. 203–208.

187. Суетина, Ю. Г. Пути онтогенеза и рост особей *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. в условиях г. Йошкар-Олы / Ю. Г. Суетина, Н. В. Глотов, Н. С. Упольникова // Популяция, сообщество, эволюция: V Всероссийский популяционный семинар, Казань, 26–30 ноября 2001 г.: в 2 ч. / Акад. наук Респ. Татарстан, Ин-т экологии природ. систем, Казан. гос. ун-т, Мар. гос. ун-т, Ком. природ. ресурсов по Респ. Татарстан; редкол.: Н. В. Глотов [и др.]. – Казань, 2001. – Ч. 1. – С. 88–90.

188. Сюрин, С. И. Влияние атмосферного загрязнения на состояние лишайниковой флоры сосняков черничных / С. И. Сюрин, Е. В. Прыгов // Краеведение и краеведы: материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 105-летию со дня рождения К. П. Гемп, проведенной в рамках XI съезда Русского географического общества, Архангельск, 28 августа – 2 сентября 2000 г. / Русское географическое о-во (Санкт-Петербург). – СПб; Архангельск, 2000. – Т. 7. – С. 89–91.

189. Тарасова, В. Н. Эпифитный лишайниковый покров и рН коры сосен в основных типах сосновых лесов Средней Карелии / В. Н. Тарасова, В. И. Степанова, В. В. Горшков // Пробл. ботан. на рубеже 20–21 вв.: тез. докл., представл. 2 (10) Съезду Рус. ботан. о-ва, Санкт-Петербург, 26–29 мая 1998 г.: в 2 т. / БИН РАН; под ред. Д. В. Гельтмана [и др.]. – СПб, 1998. – Т. 2. – С. 80–81.

190. Терещук, Н. А. Внешние морфологические изменения талломов эпифитных лишайников в зоне влияния лесопромышленного комплекса / Н. А. Терещук // 13 Коми республиканская молодежная научная конференция, Сыктывкар, 1997 г.: тез. докл. / УрО РАН, Коми науч. центр; редкол.: В. М. Ануфриев [и др.]. – Сыктывкар, 1997. – С. 156.

191. Терещук, Н. А. Трансформация эпифитных лишайносузидий в зоне действия Сыктывкарского лесопромышленного комплекса / Н. А. Терещук // Актуальные проблемы биологии: тез. IV молодеж. науч. конф. Ин-та биологии, Сыктывкар, 11–12 апреля 1996 г. / УрО РАН, Коми науч. центр; отв. ред.: Т. К. Головкин, В. М. Тарбаева. – Сыктывкар, 1996. – С. 120.

192. Толпышева, Т. Ю. Изменение лишайнофлоры окрестностей Чашниково (1951–1988 гг.) / Т. Ю. Толпышева // Пробл. экол. мониторинга и моделир. экосистем. – 1993. – Т. 15. – С. 180–192.

193. Толпышева, Т. Ю. Некоторые факторы, определяющие распространение эпифитных лишайников на Кольском полуострове / Т. Ю. Толпышева // Вестн. МГУ. Сер. 16. – 1998. – № 3. – С. 43–48.

194. Толпышева, Т. Ю. О сукцессии лишайников на железе / Т. Ю. Толпышева // Вестн. МГУ. Сер. 16. – 1991. – № 3 – С. 66–69.

195. Толпышева, Т. Ю. Связь эпифитных лишайников с древесными породами в условиях Мурманской области / Т. Ю. Толпышева // Освоение Севера и проблемы рекультивации: тез. докл. 3 Междунар. конф., Санкт-Петербург, 28–31 мая 1996 г. / УрО РАН, Коми науч. центр, Ин-т биологии, НТЦентр экол. безопасности, Сыктывк. гос. ун-т, М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Коми; редкол.: Е. Г. Кузнецова [и др.]. – Сыктывкар, 1996. – С. 204–206.

196. Трасс, Х. Х. Лихеноиндикационная оценка степени загрязненности атмосферной среды южного Прибайкалья / Х. Х. Трасс, А. Й. Пярн, К. Р. Цобель // Ученые записки Тартуского университета. – 1988. – № 812. – С. 32–46.

197. Трасс, Х. Х. Современная литература по лишайникам в СССР (1980 – 1981) / Х. Х. Трасс // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. биол. – 1983. – Т. 88, № 6. – С. 107–112.

198. Уразбахтина, А. Ф. Данные Фурье-ИК спектроскопии эпифитных лишайников и проблема мониторинга атмосферы в промышленных городах / А. Ф. Уразбахтина, С. М. Дементьева, П. М. Пахомов // Биология – наука XXI века: сб. тезисов 7 Пушкинской школы-конференции молодых ученых, Пушкино, 14–18 апреля 2003 г. / Пушкин. науч. центр РАН. – Пушкино, 2003. – С. 230.

199. Уразбахтина, А. Ф. Некоторые итоги лихеноиндикационного анализа рекреационных зон г. Твери / А. Ф. Уразбахтина, Л. А. Катаускайте // Ботанические исследования в Тверском регионе: сб. науч. тр. / Твер. гос. ун-т, Ботанический сад; под. ред. А. А. Нотова, Ю. В. Наумцева, Л. В. Петуховой. – Тверь, 2003. – Вып. 1. – С. 130–136.

200. Урбанавичюс, Г. П. *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. в Волжско-Камском заповеднике (Республика Татарстан) / Г. П. Урбанавичюс, И. Н. Урбанавичене // Охрана растительного и животного мира Поволжья и сопредельных территорий: материалы Всерос. науч. конф., посвящ. 130-летию со дня рождения И. И. Спрыгина, Пенза, 20–21 мая 2003 г. / ПГПУ им. В. Г. Беллинского; редкол.: В. Н. Хрянин [и др.]. – Пенза, 2003. – С. 134–136.

201. Устойчивость эпифитных лишайников в условиях города Йошкар-Олы / Суетина Ю. Г. // Экол. и охрана окруж. среды: тез. докл. 4-й Междунар. (7-й Всерос.) науч.-практ. конф., Рязань, 28–30 сентября 1998 г. – Рязань, 1998. – С. 205–206.

202. Филипова, Л. Отношение к влиянию на экологические условия в град София върху развитието и разпространението на лишейте / Л. Филипова // Годишник Софийск. ун-т. Биол.-геол.-геогр. фак. – 1961–1962. – Т. 56, № 1. – С. 83–96.

203. Храмченкова О. М. Кислотность и анионный состав атмосферных осадков в г. Гомеле / О. М. Храмченкова, А. М. Бу-

дов // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2002. – № 4. – С. 3–11.

204. Храмченкова, О. М. Накопление лишайником ионов атмосферного происхождения / О. М. Храмченкова, А. Г. Цуриков // Наука и инновации. – 2006. – № 11. – С. 31–34.

205. Храмченкова, О. М. Содержание анионов в снежном покрове Гомельской городской агломерации в 2001–2003 гг. / О. М. Храмченкова, А. М. Будов // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2003. – № 5. – С. 67–76.

206. Храмченкова, О. М. Химический состав снежного покрова Гомельского района в 2001–2003 гг. / О. М. Храмченкова, А. М. Будов, А. А. Горнасталев // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2004. – № 3. – С. 93–102.

207. Цуриков, А. Г. Анализ видового состава лишайников Гомельской области / А. Г. Цуриков, О. М. Храмченкова // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2007. – № 6 (45). – С. 48–54.

208. Цуриков, А. Г. Дополнение к видовому составу лишайников Гомельского региона / А. Г. Цуриков, О. М. Храмченкова // Молодые исследователи – ботанической науке 2009: материалы Международной научно-практической конференции, Гомель, 24–25 сентября 2009 г. / УО Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины; отв. ред. Н. М. Дайнеко. – Гомель, 2009. – С. 45–50.

209. Цуриков, А. Г. Новые виды лишайников в лишайнофлоре г. Гомеля / А. Г. Цуриков, О. М. Храмченкова // Природные ресурсы. – 2009. – № 1. – С. 76–80.

210. Цуриков, А. Г. Новые для Беларуси виды лишайников семейства *Teloschistaceae* / А. Г. Цуриков, С. Я. Кондратюк // Наука и инновации. – 2011. – № 6. – С. 72.

211. Цуриков, А. Г. Особенности распределения катионов и анионов атмосферного происхождения в системе лишайник-субстрат / А. Г. Цуриков, О. М. Храмченкова // Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. – 2007. – № 1. – С. 30–133.

212. Чуданов, Н. В. Некоторые результаты лишеноиндикации промышленных загрязнений в районе города Стерлитамака / Н. В. Чуданов // Ботан. исслед. на Урале: сб. ст. / АН СССР, УрО, Ин-т экологии растений и животных; отв. ред. П. Л. Горчаковский. – Свердловск, 1990. – С. 121.

213. Шавнин, С. А. Влияние атмосферных поллютантов на флуоресценцию хлорофилла талломов *Hypogymnia physodes* / С. А. Шавнин, П. А. Мартюшев // 1 Всероссийская конференция фотобиологов, Пущино, 28–30 мая 1996 г.: тез. докл. / Рос. акад. наук, Рос. о-во фотобиологов, Пущин. науч. центр, Ин-т почвоведения и фотосинтеза. – Пущино, 1996. – С. 5–8.

214. Шапиро, И. А. Влияние атмосферного загрязнения в Воркутинском промышленном районе на дыхание и клеточную проницаемость у лишайников / И. А. Шапиро, А. П. Равинская // Тр. Коми науч. центра УрО РАН. – 1996. – № 143. – С. 115–120, 137–138.

215. Шапиро, И. А. Влияние сернистого ангидрида на содержание азота и пероксидазную активность у лишайников / И. А. Шапиро // Ботан. журн. – 1993. – Т. 78, № 6. – С. 66–72.

216. Шапиро, И. А. Влияние сернистого ангидрида на окислительные ферменты и дыхание у циано- и хлоробионтного лишайника / И. А. Шапиро, Е. Р. Котлова // 9 Баховский коллоквиум по азотфиксации, посвящ. памяти чл.-кор. РАН В. Л. Кретовича, Москва, 24–26 января 1995 г.: тез. докл. / Ин-т биохимии им. А. Н. Баха РАН, Междунар. проект «Интербиоазот-2000»; редкол.: В. Р. Шатилов, В. И. Романов. – Пущино, 1995. – С. 114.

217. Шапиро, И. А. Устойчивость нитратредуктазы лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. к действию двух поллютантов / И. А. Шапиро // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. – 1991. – № 1. – С. 89–93, 101, 102.

218. Шапиро, И. А. Физиолого-биохимические изменения у лишайников под влиянием атмосферного загрязнения / И. А. Шапиро // Успехи соврем. биол. – 1996. – Т. 116, № 2. – С. 158–171.

219. Шустов, М. В. Лишайники Приволжской возвышенности / М. В. Шустов. – М.: Наука, 2006. – 237 с.

220. Щекина, В. В. Таксономическое и эколого-ценотическое разнообразие населения лишайников в ландшафте города Благовещенска и его окрестностей: автореф. дис. ...канд. биол.

наук: 03.00.05 / В. В. Щекина; Биол.-почв. ин-т ДВО РАН. – Владивосток, 2002. – 24 с.

221. Щербина, Ю. Г. Лихеноиндикация антропогенно трансформированных сообществ / Ю. Г. Щербина, С. Б. Криворотов, В. Г. Щербина; Соч. фил., Рос. гос. мед. ун-т им. А.И. Герцена. – Сочи, 1996. – 10 с. – Деп. в ВИНТИ 25.01.96, № 311-В96 // РЖ: 04. Биология. – 1996. – № 7. – 96.07-04В2.391ДЕП. – С. 92.

222. Экология города / редкол.: Н. С. Касимов, А. С. Курбатова, В. Н. Башкин. – М.: Научный мир, 2004. – 624 с.

223. Энциклапедыя прыроды Беларусі: у 5 т. – Минск: БелСЭ, 1985. – Т.4. Недаляка – Стараўліт. – 599 с.

224. Юркевич, И. Д. Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование / И. Д. Юркевич, Д. С. Голод, В. С. Адериho. – Минск: Наука и техника, 1979. – 248 с.

225. Accumulation of aluminum in *Hypogymnia physodes* in the surroundings of a Finish sulphite-cellulose factory / A. Kytömaa [et al.] // Water, Air, and Soil Pollut. – 1995. – Vol. 81, № 3–4. – P. 401–409.

226. Addison, P. A. Deposition of atmospheric pollutants as measured by lichen element content in the Athabasca oil sands area / P. A. Addison, K. J. Pucket // Can. J. Bot. – 1980. – Vol. 58, № 22. – P. 2323–2334.

227. Albrecht, N. J. Temporal variation in the elements of three lichen species of Voyageurs National Park, Minnesota / N. J. Albrecht // Amer. J. Bot. – 1989. – Vol. 76, № 6. – P. 3.

228. Alstrup, V. Three species of lichens tolerant of high concentrations of copper / V. Alstrup, E.S. Hansen // Oikos. – 1977. – Vol. 29, № 2. – P. 290–293.

229. Arup, U. A taxonomic study of *Melanelixia fuliginosa* in Europe / U. Arup, E. Sandler Berlin // The Lichenologist. – 2011. – Vol. 43, № 2. – P. 89–97.

230. Arup, U. The *Caloplaca holocarpa* group in the Nordic countries, except Iceland / U. Arup // The Lichenologist. – 2009. – № 42, Vol. 2. – P. 111–130.

231. Arvidsson, L. Förändringar i lavfloran i Botaniska trädgården i Göteborg / L. Arvidsson, M. Lindström // Sven. bot. tidskr. – 1980. – Vol. 74, № 2. – P. 133–143.

232. Asta, J. Etude de l'accumulation du fluor dans les lichens d'une vallee Alpine polluee / J. Asta, J. P. Garrec // Environ. Pollut. – 1980. – Vol. A21, № 4. – P. 269–286.

233. Atlas, R. M. Responses of the lichens *Peltigera aphthosa* and *Cetraria nivalis* and the alga *Nostoc commune* to sulfur dioxide, natural gas, and crude oil in Arctic Alaska / R.M. Atlas, E. Schofield // Astarte. – 1975. – Vol. 8, № 2. – P. 53–60.

234. Atmospheric dioxin and furan deposition in relation to land-use and other pollutants: A survey with lichens / S. Augusto [et al.] // J. Atmos. Chem. – 2004. – Vol. 49, № 1–3. – P. 53–65.

235. Balaguer, L. Interaction between sulfur dioxide and nitrate in some lichens / L. Balaguer, E. Manrique // Environ. and Exp. Bot. – 1991. – Vol. 31, № 2. – P. 223–227.

236. Balič, F. Vpliv onesnaženega zraka na propadanje klorofila v nekaterih vrstah presajenih lišajev / F. Balič, A. Martinčič // Biol. vestn. – 1982. – Vol. 29, № 2. – P. 1–22.

237. Bartók, K. Heavy metal distribution in several lichen species in a polluted area / K. Bartók // Rev. roum. biol. S'er. boil. vég. – 1988. – Vol. 33, № 2. – P. 127–134.

238. Batič, F. Bioindication of air pollution by epiphytic lichens in forest decline studies in Slovenia / F. Batič, H. Mayrhofer // Proc. of the International Colloquium on Bioindication of Forest Site Pollution: Development of Methodology and Training (BIOFOSP), Ljubljana, August 22–31 1995 / Slovenian Forestry Institute and Agronomy Department, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana; eds.: H. Kraigher [et al.]. – Ljubljana, 1995. – P. 139–145.

239. Batič, F. Bioindikacija onesnaženosti ozračja v gozdovih z epifitskimi lišaji / F. Batič, A. Kralj // Zb. gozd. in les. – 1995. – № 47. – P. 5–56.

240. Batty, K. A transplant experiment on the factors preventing lichen colonization of oak bark in southeast England under declining SO<sub>2</sub> pollution / K. Batty, J. W. Bates, J. N. B. Bell // Can. J. Bot. – 2003. – Vol. 81, № 5. – P. 439–451.

241. Bauer, E. Flechtenkartierung im Stadtgebiet von Esslingen unter besonderer Berücksichtigung einer Enzymkarte / E. Bauer // Hohenheim. Arb. Schriftenr. Univ. Hohenheim. – 1973. – № 74. – S. 31–43.

242. Beckett, R. P. Natural and experimentally-induced zinc and copper resistance in the lichen genus *Peltigera* / R. P. Beckett, D. H. Brown // Ann. Bot. – 1983. – Vol. 52, № 1. – P. 43–50.

243. Bedeneau, M. Evolution de la flore lichénique dans un massif forestier soumis a pollution. – Modifications morphologiques / M. Bedeneau // Cryptogamie. Bryol., lichénol. – 1982. – Vol. 3, № 3. – P. 249–263.

244. Bedeutung verschiedener Baumarten für epiphytische Flechten / K. Engel [et al.] // Naturschutz und Landschaftsplan. – 2003. – Bd. 35, № 10. – S. 311–314.

245. Beekley, P. K. Effects of sulfur dioxide fumigation on photosynthesis, respiration, and chlorophyll content of selected lichens / P. K. Beekley, G. R. Hoffman // The Bryologist. – 1981. – Vol. 84, № 3. – P. 379–390.

246. Beguinot, J. Hysteresis de reponse de la vegetation lichenique a l'evolution de la pollution: analyse en terme de dynamique des populations / J. Beguinot // Bull. inf. Assoc. fr. lichénol. – 1988. – Vol. 13, № 1. – P. 30–43.

247. Bellemere, A. Informations lichenologiques générales. Événements lichenologiques récents / A. Bellemere // Bull. inf Assoc. fr. lichenol. – 1990. – Vol. 15, № 2. – P. 13–14.

248. Berner, L. Combien faut-il de temps aux lichens et aux mousses corticoles pour peupler une surface neuve? / L. Berner // Rev. bryol. et lichénol. – 1973. – Vol. 39, № 3. – P. 473–477.

249. Bielecki, K. Zastosowanie porostów w ocenie skazenia atmosfery wokół huty miedzi oraz fizjologiczne zmiany w porostach poddanych działaniu metal cieżkich i dwutlenku siark / K. Bielecki // Zesz. nauk. AR Wroclawiu. Rol. – 1990. – № 52. – P. 7–30.

250. Biological responses in the lichen *Xanthoria parietina* transplanted in biomonitoring stations / K. Bartók [et al.] // Rev. roum. biol. Ser. biol. veg. – 1992. – Vol. 37, № 2. – P. 135–142.

251. Biomonitoring of geothermal air pollution by epiphytic lichens and forest trees / S. Loppi [et al.] // Chemosphere. – 1998. – Vol. 36, № 4–5. – P. 1079–1082.

252. Boonpragob, K. Seasonal variation of elemental status in the lichen *Ramalina menziensis* Tayl. from two sites in southern California: evidence for dry deposition accumulation / K. Boonpra-



gob, T.H. Nash // Environ. Exp. Bot. – 1990. – Vol. 30, № 4. – P. 415–428.

253. Bortenschlager, S. Flechtenverarbeitung und Luftverunreinigung in Wels / S. Bortenschlager // Naturkundl. Jahrb. Stadt Linz. – 1969. – Bd. 15. – S. 207–212.

254. Bortenschlager, S. Luftverunreinigung und Flechtenverbreitung in Linz / S. Bortenschlager, H. Schmidt // Ber. Naturwiss.-med. Vereins Innsbruck. – 1963. – Bd. 53. – S. 23–27.

255. Börtitz, S. Zur SO<sub>2</sub>- und HF-Empfindlichkeit von Flechten und Moosen / S. Börtitz, H. Ranft // Biol. Zbl. – 1972. – Bd. 91, № 5. – S. 613–623.

256. Braun-Blanquet, J. Pflanzensociologie / J. Braun-Blanquet. – Wien, New-York, 1964. – 865 S.

257. Brightman, F. H. The distribution of the lichen *Lecanora conizaeoides* Cromb. in North Ireland / F.H. Brightman // Irish Naturalists' J. – 1964. – Vol. 14, № 11. – P. 258–262.

258. Brodo, I. M. A study of lichen ecology in central Long Island, New York / I. M. Brodo // Amer. Midland Naturalist. – 1961. – Vol. 65, № 2. – P. 290–310.

259. Brodo, I. M. Lichen growth and cities: a study on Long Island, New York / I. M. Brodo // The Bryologist. – 1966. – Vol. 69, № 4. – P. 427–449.

260. Brodo, I. M. The lichens of Long Island, New York: a vegetational and floristic analysis / I. M. Brodo // Bull. N. Y. State Museum and Sci. Serv. – 1968. – № 410, Vol. X. – P. 1–330.

261. Brodo, I. M. Transplant experiments with corticolous lichens using a new technique / I. M. Brodo // Ecology – 1961. – Vol. 42, № 4. – P. 838–841.

262. Brown, D. H. Differential sensitivity of lichens to heavy metals / D. H. Brown, R. P. Beckett // Ann. Bot. – 1983. – Vol. 52, № 1. – P. 51–57.

263. Bruteig, I. E. Large-scale survey of the distribution and ecology of common epiphytic lichens of *Pinus sylvestris* in Norway / I. E. Bruteig // Ann. bot. fenn. – 1993. – Vol. 30, № 3. – P. 161–179.

264. Burkhardt, F.-W. Lufthygienische Schwellenwerte und Bioindikation durch Flechten / F.-W. Burkhardt // VDI-Ber. – 1987. – № 609. – S. 715–728.

265. Bystrek, J. Wrazliwość porostów na zanieczyszczenia atmosferyczne / J. Bystrek // Ann. UMCS. – 1974. – C29. – P. 413–419.

266. Bystrek, J. Wykorzystanie porostów (Lichenes) jako wskaźników zanieczyszczeń atmosfery na przykładzie lasów graniczących z zakładami azotowymi w Puławach / J. Bystrek, U. Pomian // Biul. LTN. Geogr. – 1981. – Vol. 23, № 1–2. – P. 3–12.

267. Bystrek, J. Zmiany we florze porostów i mszaków nadrzewnych w rezerwacie leśnym na Bukowej Górze w Roztoczańskim Parku Narodowym / J. Bystrek, K. Karczmarz // Parki Nar. i reserw. przyr. – 1988. – Vol. 8, № 2. – P. 5–14.

268. Cameron, R. P. Habitat associations of epiphytic lichens in Managed and unmanaged forest stands in Nova Scotia / R. P. Cameron // Northeast. Natur. – 2002. – Vol. 9, № 1. – P. 27–46.

269. Campbell, J. *Lobaria pulmonaria* abundance as an indicator of macrolichen diversity in Interior Cedar-Hemlock forests of east-central British Columbia / J. Campbell, A. L. Fredeen // Can. J. Bot. – 2004. – Vol. 82, № 7 – P. 970–982.

270. Cañaz, M. S. Chemical response of the lichens *Parmotrema austrosinense* and *P. conferendum* transplanted to urban and non-polluted environments / M. S. Cañaz, L. Orellana, M. L. Pignata // Ann. bot. fenn. – 1997. – Vol. 34, № 1. – P. 27–34.

271. Case, J. W. Lichen biomonitoring networks in Alberta / J. W. Case // Environ. Monit. Assess. – 1984. – Vol. 4, № 3. – P. 303–313.

272. Chatenet, P. Utilisation des lichens dans la mise en évidence des éléments traces présents dans les cours d'eau / P. Chatenet, M. Botineau // Cryptogamie. Mycol. – 2001. – Vol. 22, № 3. – P. 225–237.

273. Cieślinski, S. Problemy zagrożenia porostów w Polsce / S. Cieślinski, K. Czyżewska // Wiad. bot. – 1992. – Vol. 36, № 1–2. – P. 5–17.

274. Cieślinski, S. Resources of lichens at the Białowieża National Park (N. E. Poland) and their changes / S. Cieślinski, K. Czyżewska, K. Glanc // Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich. – 1992. – № 107. – P. 392–401.

275. Cieślinski, S. Stan aktualny oraz zmiany w florze porostów naskalnych i naziemnych w Świętokrzyskim Parku Narodowym /

S. Cieśliński // Parki Nar. i rezerw. przyr. – 1991 – 1992. – Vol. 10, № 3–4. – P. 125–136.

276. Cieśliński, S. Threatened lichens in Poland and their conservation / S. Cieśliński, K. Czyżewska // Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rubel Zürich. – 1991. – № 106. – P. 133–149.

277. Cieśliński, S. Zmiany we florze porostów sosny (*Pinus sylvestris* L.) pod wpływem emisji zakładów przemysłu cementowo-wapienniczego i wydobywczego / S. Cieśliński, E. Jaworska // Acta mycol. – 1986. – Vol. 22, № 1. – P. 3–13.

278. Clair, L. L. St. The influence of microhabitat on diversity, distribution and abundance of corticolous lichens in Zion National Park, Utah and Navajo National Monument, Arizona / L. L. St. Clair, S. R. Rushforth, J. D. Brotherson // Mycotaxon. – 1986. – Vol. 26. – P. 253–262.

279. Clerc, P. Les lichens, indicateurs biologiques de la pollution atmosphérique, autour de la fabrique d'aluminium de Martigny (Valais, Suisse) / P. Clerc, P.-D. Roh // Saussurea. – 1980. – № 11. – P. 107–139.

280. Comeau, G. Influence du fluor sur le *Funaria hygrometrica* et *Hypogymnia physodes* / G. Comeau, F. LeBlanc // Can. J. Bot. – 1972. – Vol. 50, № 4. – P. 847–856.

281. Coxson, D. S. Recovery of net photosynthesis and dark respiration on rehydration of the lichen, *Cladonia mitis*, and the influence of prior exposure to sulphur dioxide while desiccated / D. S. Coxson // New Phytol. – 1988. – Vol. 108, № 4. – P. 483–487.

282. Czyżewska, K. Changes in the lichen flora influenced by Bełchatów Industrial region / K. Czyżewska // Acta mycol. – 1988. – Vol. 24, № 1. – P. 93–100.

283. Daillant, O. Metabolised tritium and radiocarbon in lichens and their use as biomonitors / O. Daillant [et al.] // J. Atmos. Chem. – 2004. – Vol. 49, № 1–3. – P. 329–341.

284. Dässler, H. G. Das Verhalten von Flechten und Moosen unter dem Einfluß einer Schwefel-dioxidbegasung / H. G. Dässler, H. Ranft // Flora. – 1969. – Bd. 158, № 4–5. – S. 454–461.

285. David, B. A. The Effect of Host Specificity on the Interspecific Associations of Bark Lichens / B. A. David, G. R. Raul // The Bryologist. – 1971. – Vol. 74, № 4. – P. 451–457.

286. De Bakker, A. J. Effects of ammonia emission on epiphytic lichen vegetation / A. J. De Bakker // Acta bot. nederl. – 1989. – Vol. 38, № 3. – P. 337–342.

287. de Bruin, M. Epiphytic lichens as indicators for heavy metal air pollution. What do they reflect? / M. de Bruin // Heavy Metals in the Environment: abstr. Int. Conf., Athens, September 1985: in 2 vol. / Commission of the European Communities [et al.]; ed.: T. D. Lekkas. – Edinburgh, 1985. – Vol. 1. – P. 359–361.

288. Deruelle, S. Analyse d'un mémoire: les lichens bioindicateurs de la pollution atmosphérique acide – application en région caennaise (mémoire de Marie-France Pouet) / S. Deruelle // Bull. inf. Assoc. fr. lichenol. – 1989. – Vol. 14, № 1. – P. 9–10.

289. Deruelle, S. Les lichens bioindicateurs de la pollution atmosphérique dans la région parisienne / S. Deruelle, F. Garcia-Schaeffer // Cryptogamie. Bryol., lichénol. – 1983. – Vol. 4, № 1. – P. 47–64.

290. Deruelle, S. Les lichens et la pollution atmosphérique / S. Deruelle // Bull. écol. – 1978. – Vol. 9, № 2. – P. 87–128.

291. Deruelle, S. Preliminary studies on the net photosynthesis and respiration responses of some lichens to automobile pollution / S. Deruelle, P. J. X. Petit // Cryptogamie. Bryol., lichénol. – 1983. – Vol. 4, № 3. – P. 269–278.

292. Dimović, D. Lichens as biological indicators of environmental conditions of Mt. Kopaonik / D. Dimović, R. Novčić, D. Iles // Buig. J. Plant Physiol. – 1998. – Spec. issue. – P. 329.

293. Djalali, B. Flechtenkartierung und Transplantatuntersuchungen im Stadtgebiet von Stuttgart / B. Djalali // Hohenheim. Arb. Schriftenr. Univ. Hohenheim. – 1973. – № 74. – S. 15–30.

294. Doll, R. Flechten als lufthygienische Bioindikatoren / R. Doll, A. Ziebold // Biol. Rdsch. – 1976. – Bd. 14, № 2. – S. 78–94.

295. Dolnik, C. Distinction of *Cladonia rei* and *C. subulata* based on molecular, chemical and morphological characteristics // C. Dolnik, A. Beck, D. Zarabska // The Lichenologist. – 2010. – Vol. 42, № 4. – P. 373–386.

296. Donaubaue, E. Flechtenflora und Immissionsbelastung im Pölsertal / E. Donaubaue, N. Khorasani // Mitt. Forstl. Bundesversuchsanst. Wien. – 1980. – № 131. – S. 207–213.

297. Edge effects on epiphytic lichens in managed black spruce forests of eastern North America / H. Rheault [et al.] // Can. J. Forest Res. – 2003. – Vol. 33, № 1. – P. 23–32.

298. EDXRS study of lichens as biomonitors and effect of washing procedure on element concentrations / I. Calliari [et al.] // X-Ray Spectrom. – 1995. – Vol. 24, № 3. – P. 143–146.

299. Effect of industrial emissions on membrane permeability of epiphytic lichens in northern Finland and the Kola Peninsula industrial areas / S. Tarhanen [et al.] // Water, Air, and Soil Pollut. – 1996. – Vol. 88, № 1–2. – P. 189–201.

300. Effects of sulphur dioxide on the relationship between symbionts in lichen / F. Kong [et al.] // Chin. J. Appl. Ecol. – 2002. – Vol. 13, № 2. – P. 151–155.

301. Ehmke, W. Flechtenzonlerung und Luftverunreinigung in Waiblingen / W. Ehmke // Hohenheim. Arb. Schriftenr. Univ. Hohenheim. – 1973. – № 74. – S. 45–58.

302. Esslinger, T.L. A cumulative checklist for the lichen-forming, lichenicolous and allied fungi of the continental United States and Canada / T.L. Esslinger. – Fargo, North Dakota: North Dakota State University, 2011. – <http://www.ndsu.edu/pubweb/~esslinge/chcklst/chcklst7.htm> (08.10.2011).

303. Eversman, S. Effects of low-level SO<sub>2</sub> on *Usnea hirta* and *Parmelia chlorochroa* / S. Eversman // The Bryologist. – 1978. – Vol. 81, № 3. – P. 368–377.

304. Fałtynowicz, W. *Cetraria nivalis* (L.) Ach. w Borach Tucholskich (Pomorze Zachodnie) / W. Fałtynowicz, Z. Tobolewski // Fragm. florist. et geobot. – 1980. – Vol. 26, № 2–4. – P. 341–347.

305. Fałtynowicz, W. Porosty Bielawskiego Blota – stan aktualny i zmiany po trzydziestu latach dewastacji torfowiska / W. Fałtynowicz // Fragm. florist. et geobot. – 1983. – Vol. 29, № 3–4. – P. 415–434.

306. Fałtynowicz, W. The lichens of Western Pomerania (NW Poland) an ecogeographical study / W. Fałtynowicz // Pol. Bot. Stud. – 1992. – Vol. 4. – P. 1–182.

307. Farkas, E. Lichen mapping in the Budapest agglomeration area (Hungary) / E. Farkas // Stuttgart. Beitr. Naturk. A. – 1990. – № 456. – P. 59–65.

308. Farkas, E. Lichens as indicators of air pollution in the Budapest agglomeration. II. Energy dispersive X-ray microanalysis of *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. thalli / E. Farkas, T. Patkai // Acta Bot. Hung. – 1989. – Vol. 35, № 1–4. – P. 55–71.

309. Farmer, A. M. The transplantation of four species of *Lobaria* lichens to demonstrate a field acid rain effect / A. M. Farmer, J. W. Bates, J. N. B. Bell // Acidification Research: Evaluation and Policy Applications. – 1992. – Vol. 50. – P. 295–300.

310. Fenton, A. F. Atmospheric pollution of Belfast and its relationship to the lichen flora / A. F. Fenton // Irish Naturalists' J. – 1964. – Vol. 14, № 10. – P. 237–245.

311. Fenton, A. F. Lichens as indicators of atmospheric pollution / A. F. Fenton // Irish Naturalists' J. – 1960. – Vol. 13, № 7. – P. 153–159.

312. Fields, R. D. A comparison of methods for evaluating SO<sub>2</sub> impact on selected lichen species: *Parmelia chlorochroa*, *Collema polycarpon* and *Lecanora muralis* / R. D. Fields, L. L. Clair // The Bryologist. – 1984. – Vol. 87, № 4. – P. 297–301.

313. Frahm, J.-P. Climatic habitat differences of epiphytic lichens and bryophytes / J.-P. Frahm // Cryptogamie. Bryol. – 2003. – Vol. 24, № 1. – P. 3–14.

314. Fritz-Sheridan, R. P. Impact of simulated acid rains on nitrogenase activity in *Peltigera aphthosa* and *P. polydactyla* / R. P. Fritz-Sheridan // The Lichenologist. – 1985. – Vol. 17, № 1. – P. 27–31.

315. Gallé, L. Wirkung der Luftverunreinigung auf die Verarmung der Flechtenvegetation der Stadt Szeged und ihrer Umgebung / L. Gallé // Acta biol. szeged. – 1979. – Bd. 25, № 1–2. – S. 3–15.

316. Galun, M. Lichens as bioindicators of air pollution / M. Galun, J. Garty, R. Ronen // Webbia. – 1984. – Vol. 38. – P. 371–383.

317. Garty, J. Accumulation of polychlorinated biphenyls (PCBs) in the transplanted lichen *Ramalina duriaei* in air quality biomonitoring experiments / J. Garty, A. S. Perry, J. Mozel // Nord. J. Bot. – 1983. – Vol. 2, № 6. – P. 583–586.

318. Garty, J. Correlation between chlorophyll degradation and the amount of some elements in the lichen *Ramalina duriaei* (De Not.)

Jatta / J. Garty, R. Ronen, M. Galun // Environ. and Exp. Bot. – 1985. – Vol. 25, № 1. – P. 67–74.

319. Garty, J. Integrity of lichen cell membranes in relation to concentration of airborne elements / J. Garty, N. Kloog, Y. Cohen // Arch. Environ. Contam. and Toxicol. – 1998. – Vol. 34, № 2. – P. 136–144.

320. Garty, J. Selectivity in lichen-substrate relationships / J. Garty, M. Galun // Flora. – 1974. – Vol. 163, № 6. – P. 530–534.

321. Gaudon, J.-Y. Facteurs influant sur la répartition des lichens à Toulouse / J.-Y. Gaudon // Bull. trim. Assoc. prof. biol. et. géol. enseign. public. – 1971. – Vol. 58, № 200. – P. 239–242.

322. Gausla, Y. Fine-scale distribution of the epiphytic lichen *Usnea longissima* on two even-aged neighbouring *Picea abies* trees / Y. Gausla, M. Ohlson, J. Rostad // J. Veget. Sci. – 1998. – Vol. 9, № 1. – P. 95–102.

323. Geppert, H. Ein Beitrag zur Kenntnis der Flechtenflora des Erzgebirges 1. Mitteilung / H. Geppert, R. Stordeur // Wiss. Beitr. M.-Luther-Univ., Halle-Wittenberg. P. – 1991. – Bd. 40, № 6. – S. 69–92.

324. Gilbert, O. L. Lichens as indicators of air pollution in the Tyne valley / O. L. Gilbert // Ecology and the Industrial Society: proc. of the 5th Symposium of the British Ecological Society, Swansea, 13–16 April 1964 / British Ecological Society, University College of Wales; ed.: G. T. Goodman [et al.]. – Oxford, 1965. – P. 35–47.

325. Gilbert, O. L. Studies along the edge of a lichen desert / O. L. Gilbert // The Lichenologist. – 1971. – Vol. 5, № 1–2. – P. 11–17.

326. Gilbert, O. L. The effect of airborne fluorides on lichens / O. L. Gilbert // The Lichenologist. – 1971. – Vol. 5, № 1–2. – P. 26–32.

327. Giralt, M. Estudi de la contaminació atmosfèrica de la plane del Camp de Tarragona (Catalunya) prenent els líquens com a bioindicadors / M. Giralt // Collect. bot. – 1997. – Vol. 23. – P. 53–71.

328. Goldberger, C. Kartierung epiphytischer Flechten im Raum Söllland (Tirol, Österreich) in Beziehung zur Luftgüte / C. Goldberger, R. Türk // Ber. Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck. – 1982. – Bd. 69. – S. 7–18.

329. Gombert, S. The effect of refuse incinerator fumes on the lead and cadmium content of experimentally exposed corticolous

lichens / S. Gombert, J. Asta // Water, Air, and Soil Pollut. – 1998. – Vol. 104, № 1–2. – P. 29–40.

330. Gombert, S. Utilisation de la bioindication lichénique dans l'estimation de la qualité de l'air de l'agglomération grenobloise: Etude à différents niveaux d'organisation biologique / S. Gombert // Bull. inf. Assoc. fr. lichénol. – 2000. – Vol. 25, № 1. – P. 43–52.

331. González, C. M. Chemical response of transplanted lichen *Canomaculina pilosa* to different emission sources of air pollutants / C. M. González, M. L. Pignata // Environ. Pollut. – 2000. – Vol. 110, № 2. – P. 235–242.

332. Gough, L. P. Influence of a coal-fired powerplant on the element content of *Parmelia clorochroa* / L. P. Gough, J. A. Erdman // The Bryologist. – 1977. – Vol. 80, № 3. – P. 492–501.

333. Grace, B. Uptake of gaseous sulphur dioxide by the lichen *Cladina rangiferina* / B. Grace, T. J. Gillespie, K. J. Puckett // Can. J. Bot. – 1985. – Vol. 63, № 4. – P. 797–805.

334. Grodzińska, K. Heavy metals and sulphur in lichens from southern Spitsbergen / K. Grodzińska, B. Godzik, G. Szarek // Fragm. florist. et geobot. – 1993. – Suppl. 2/2. – P. 699–708.

335. Grumann, V. J. Das Naturschutzgebiet Pfaueninsel in Berlin – Wannsee. V. Die Flechtenflora / V. J. Grumann, J. Poelt // Sitzungsber. Ges. Naturforsch. Freunde Berlin. – 1972. – Bd. 12, № 1–2. – S. 85–105.

336. Gurholt, G. Epifyttiske makrolav i relasjon til luftforurensninger fra industrisentra i Brevik, Pongrunn og Skien / G. Gurholt // Blyttia. – 1968. – Vol. 26, № 4. – P. 161–204.

337. Gutte, P. Untersuchungen über die Verbreitung epixyler Flechten zur Feststellung des Umfanges der Luftverunreinigung im Leipziger Raum / P. Gutte, M. Hallebach, H. Köhler // Hercynia. – 1976. – Bd. 13, № 4. – S. 446–458.

338. Hafallner, J. Die Wiedereinwanderung von epiphytischen Flechten in den Raum Leoben – Hinterberg nach Stilllegung des Hauptemittenten / J. Hafallner, D. Grill // Mitt. Forstl. Bundesversuchsanst. Wien. – 1980. – № 131. – S. 83–87.

339. Hale, M. E. A monograph of the lichen genus *Parmelia* Acharius sensu stricto (*Ascomycotina: Parmeliaceae*) / M. E. Hale // Smithsonian contributions to botany. – Washington: Smithsonian institution press, 1987. – № 66. – 55 p.



340. Hallingbäck, T. Lunglavarna, *Lobaria*, på reträtt i Sverige / T. Hallingbäck // Sven. bot. tidskr. – 1986. – Vol. 80, № 6. – P. 373–381.

341. Halonen, P. Emission related and repeated monitoring of element concentrations in the epiphytic lichen *Hypogymnia physodes* in a coastal area, W. Finland / P. Halonen, M. Hyvärinen, M. Kauppi // Ann. bot. fenn. – 1993. – Vol. 30, № 4. – P. 251–261.

342. Hawksworth, D. L. Changes in the British lichen flora / D. L. Hawksworth, B. J. Coppins, F. Rose // The changing flora and fauna of Britain / ed.: D. L. Hawksworth. – London-New York, 1974. – P. 47–78.

343. Hawksworth, D. L. Lichen recolonization in London under conditions of rapidly falling sulfur dioxide levels, and the concept of zone skipping / D. L. Hawksworth // Bot. J. Linnean Soc. – 1989. – Vol. 100, № 2. – P. 99–109.

344. Hawksworth, D. L. *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. transplanted into Dovedale, Derbyshire / D. L. Hawksworth // Naturalist. – 1971. – № 919. – P. 127–128.

345. Hawksworth, D. L. Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens / D. L. Hawksworth, F. Rose // Nature. – 1970. – Vol. 227. – P. 145–148.

346. Heavy metal content of lichens in relation to distance from a nickel smelter in Sudbury, Ontario / Nieboer E. [et al.] // The Lichenologist. – 1972. – Vol. 5, № 3–4. – P. 292–304.

347. Heavy metals in the lichen *Caloplaca aurantia* from urban, suburban and rural regions in Israel (a comparative study) / J. Garty [et al.] // Water, Air, and Soil Pollut. – 1977. – Vol. 8, № 2. – P. 171–188.

348. Hedenås, H. Lichen species composition in *Populus tremula* stands of different age / H. Hedenås // Skog Forsk. – 1998. – № 1. – P. 96.

349. Heidt, V. Kartierung der epiphytischen Flechtenvegetation in Kassel und Umgebung im Jahre 1990 / V. Heidt, W. Strack // Umweltplan., Arbeits- und Umweltschutz. – 1991. – № 125. – S. 1–68.

350. Hellwig, U. Veränderungen der epiphytischen Flechtenflora durch intensive Landwirtschaft / U. Hellwig, L. Krüger-

Hellwig // Wiss. Beitr. M.-Luther-Univ., Halle-Wittenberg. – 1991. – № 46. – S. 377–379.

351. Henderson-Sellers, A. Monitoring lichen reinvasion of ameliorating environments / A. Henderson-Sellers, M.R.D. Seaward // Environ. Pollut. – 1979. – Vol. 19, № 3. – P. 207–213.

352. Henriksson, E. Nitrogen fixation rate and chlorophyll content of the lichen *Peltigera canina* exposed to sulfur dioxide / E. Henriksson, L. C. Pearson // Amer. J. Bot. – 1981. – Vol. 68, № 5. – P. 680–684.

353. Hermansson, J. Distribution and abundance of threatened lichens and polypores in natural and managed forests / J. Hermansson, P. Angelstam, P. Majewski // Dep. Wildlife Ecol. Swed. Univ. Agr. Sci. – 1995. – № 28. – P. 34–35, 91–92.

354. Hocke, B. Über die epilithische Flechtenflora und -vegetation im Stadtgebiet von Münster / B. Hocke, F. Daniels // Natur und Heimat. – 1993. – Bd. 53, № 2. – S. 41–54.

355. Hodnocení bioklimatu města Plzně pomocí výskytu lišejníků / J. Smola [et al.] // Českosl. hyg. – 1967. – Vol. 12, № 3. – P. 167–169.

356. Holopainen, T. Alterations in the ultrastructure of epiphytic lichens *Hypogymnia physodes* and *Alectoria capillaris* caused by air pollution / T. Holopainen // Silva fenn. – 1981. – Vol. 15, № 4. – P. 469–474.

357. Holopainen, T. Injuries to lichen ultrastructure caused by sulphur dioxide fumigations / T. Holopainen, L. Kärenlampi // New Phytol. – 1984. – Vol. 98, № 2. – P. 285–294.

358. Holopainen, T. H. Cellular injuries in epiphytic lichens transplanted to air polluted areas / T. H. Holopainen // Nord. J. Bot. – 1984. – Vol. 4, № 3. – P. 393–408.

359. Holopainen, T. H. Types and distribution of ultrastructural symptoms in epiphytic lichens in several urban and industrial environments in Finland / T. H. Holopainen // Ann. bot. fenn. – 1984. – Vol. 21, № 3. – P. 213–229.

360. Hopp, U. Einige Aspekte zur immissionsbedingten Verbreitung von Flechten im Stadtgebiet von Würzburg / U. Hopp, L. Kappen // Ber. Bayer, bot. Ges. – 1981. – Bd. 52. – S. 15–24.

361. Horntvedt, R. Epiphytic macrolichens on Scots pine related to air pollution from industry in Odda, Western Norway / R. Hornt-

vedt // Medd. Norsk inst. skogforsk. – 1975. – Vol. 31, № 12. – P. 584–604.

362. Huebert, D. B. The effects of sulphur dioxide on net CO<sub>2</sub> assimilation in the lichen *Evernia mesomorpha* Nyl. / D. B. Huebert, S. J. L'hirondelle, P. A. Addison // New Phytol. – 1985. – Vol. 100, № 4. – P. 643–651.

363. Hultengren, S. Recovery of the epiphytic lichen flora following air quality improvement in south-west Sweden / S. Hultengren, H. Gralén, H. Pleijel // Water, Air, and Soil Pollut. – 2004. – Vol. 154, № 1–4. – P. 203–211.

364. Hurka, H. Statistische Analyse der rindenbewohnenden Flechtenvegetation einer Alice Tübingens / H. Hurka, S. Winkler // Flora. – 1973. – Vol. 162, № 1–2. – P. 61–30.

365. Ikingura, J. R. Lichens as a good bioindicator of air pollution by mercury in small-scale gold mining areas, Tanzania / J. R. Ikingura, H. Akagi // Bull. Environ. Contam. and Toxicol. – 2002. – Vol. 68, № 5. – P. 699–704.

366. Insarova, I. D. Epiphytic lichenes and climatic factors / I. D. Insarova // Global Change and Arctic Terrestrial Ecosystems: Abstr. Int. Conf., Oppdal, 21–26 August 1993 / Norwegian Institute for Nature Research. – Trondheim, 1993. – P. 98.

367. Interactive effects of UV-B radiation and chemical contamination on physiological parameters in the lichen *Ramalina lacera* / J. Garty [et al.] // J. Atmos. Chem. – 2004. – Vol. 49, № 1–3. – P. 267–289.

368. Jacobsen, P. Flechten in Schleswig-Holstein: Bestand, Gefährdung und Bedeutung als Bioindikatoren / P. Jacobsen // Mitt. Arbeitsgemeinschaft. Geobot. Schleswig-Holstein und Hamburg. – 1992. – № 42. – S. 1–234.

369. Jahns, H. M. Flechtenwachstum im Frankfurter Raum / H. M. Jahns, K. Neumann // Natur. und Mus. – 1981. – Bd. 111, № 10. – S. 333–338.

370. John, E. A. An assessment of the role biotic interactions and dynamic processes in the organization of species in a saxicolous lichen community / E. A. John // Can. J. Bot. – 1989. – Vol. 67, № 7. – P. 2025–2037.

371. Johnsen, I. Influence of air pollution on the epiphytic lichen vegetation and bark properties of deciduous trees in the

Copenhagen area / I. Johnsen, U. Søchting // *Oikos*. – 1973. – Vol. 24, № 3. – P. 344–351.

372. Kallio, S. On the effect of air pollution on nitrogen fixation in lichens / S. Kallio, T. Varhaenmaa // *Turun yliopiston julk.* – 1974. – Sar. A II, № 55. – P. 42–46.

373. Kandler, O. Lichen and conifer recolonization in Munich's cleaner air / O. Kandler // *Air pollution and ecosystems: Proc. Int. Symp., Grenoble, 18–22 May 1987 / European Communities Commission; ed.: P. Mathy.* – Dordrecht, 1988. – P. 784–790.

374. Kauppi, M. Lichens as indicators of air pollution in Oulu, northern Finland / M. Kauppi, P. Halonen // *Ann. bot. fenn.* – 1992. – Vol. 29, № 1. – P. 1–9.

375. Kauppi, M. The influence of nitrogen-rich pollution components on lichens / M. Kauppi // *Acta univ. ouluen. A.* – 1980. – № 101–25 p.

376. Kirschbaum, U. Immissionsbezogene Flechtenkartierungen in hessischen Dauerbeobachtungsflächen / U. Kirschbaum, K. Hanewald // *J. Appl. Bot.* – 1998. – Bd. 72, № 5–6. – S. 212–227.

377. Kirschbaum, U. Veränderungen des Flechtenbewuchsen in den hessischen Dauerbeobachtungsflächen Melsungen und Limburg zwischen 1997 und 1999 / U. Kirschbaum, K. Hanewald // *J. Appl. Bot.* – 2001. – Bd. 75, № 1–2. – S. 20–30.

378. Kiss, T. Aspects and types of competition between lichen species in epiphytic communities / T. Kiss // *Acta bot. Acad. sci. hung.* – 1982. – Vol. 28, № 1–2. – P. 113–126.

379. Kiss, T. Dispersal and growth-forms: an approach towards an understanding of the life-strategy concept in lichenology / T. Kiss // *Acta bot. hung.* – 1988. – Vol. 34, № 1–2. – P. 175–191.

380. Kiss, T. The reproductive biology and the degeneration patterns of two lichen populations: *Lecanora carpinea* and *Lecidella elaeochroma* / T. Kiss // *Acta bot. hung.* – 1991. – Vol. 36, № 1/4. – P. 187 – 202.

381. Kiszka, J. Lichen flora and air pollution in the Niepołomice forest (S. Poland) in 1960 – 2000 / J. Kiszka, K. Grodzińska // *Biol. Sec. Bot.* – 2004. – Vol. 59, № 1. – P. 25–37.

382. Kiszka, J. Lichen indication in the Przemyśl District (S.-E. Poland) / J. Kiszka // *Veroff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rubel Zurich.* – 1992. – № 107. – P. 287–291.

383. Kiszka, J. Rozmieszczenie i degeneracja plech gatunków porostów (Lichenes) z rodzaju *Usnea* w północnej części Puszczy Sandomierskiej jako obraz degradacji zbiorowisk leśnych / J. Kiszka, R. Kozik // Roczn. przem. – 1986. – № 24–25. – P. 449–456.

384. Klee, R. Wissenschaftliche und schulpraktische Verwendung von Flechten als Bioindikatoren für Luftverunreinigungen / R. Klee, U. Kirschbaum // Math. und naturwiss. Unterr. – 1978. – Bd. 31, № 4. – S. 230 – 241.

385. Kofler, L. Influence des fumées d'usines sur la germination des spores de certains lichens / L. Kofler, F. Jacquard, J. F. Martin // Mém. Soc. bot. France. – 1969. – P. 219–230.

386. Kreeb, K. Projektzusammenfassende Wertung / K. Kreeb // Hohenheim. Arb. Schriftenr. Univ. Hohenheim. – 1973. – № 74. – S. 59–62.

387. Kubin, E. Sulphur content of the epiphytic lichen *Hypogymnia physodes* as an indicator of atmospheric deposition in Finland / E. Kubin // Medd. Nor. inst. skogforsk. – 1989. – № 42. – P. 109–120.

388. Kuhn, U. Environmental variables controlling the uptake of carbonyl sulfide by lichens / U. Kuhn, J. Kesselmeier // J. Geophys. Res. D. – 2000. – Vol. 105, № 22. – P. 783–792.

389. Kunkel, G. Microhabitat and structural variation in the *Aspicilia desertorum* group (Lichenized ascomycetes) / G. Kunkel // Amer. J. Bot. – 1980. – Vol. 67, № 8. – P. 1137–1144.

390. Kuusinen, M. Epiphyte diversity on old deciduous trees in old-growth forests of Finland / M. Kuusinen // Proceedings of the 5th International Mycological Congress, Vancouver, August 14–21, 1994 / University of British Columbia; Ed.: I. B. Heath. – Vancouver, 1994. – P. 117.

391. Kuusinen, M. Epiphytic lichen flora and diversity on *Populus tremula* in old-growth and managed forests of southern and middle boreal Finland / M. Kuusinen // Ann. bot. fenn. – 1994. – Vol. 31, № 4. – P. 245–260.

392. Kuziel, S. Influence of sulphur dioxide on chlorophyll content and catalase activity in some chosen lichen species / S. Kuziel // Acta Soc. bot. pol. – 1974. – Vol. 43, № 4. – P. 453–457.

393. Kuziel, S. Wpływ forofitu na budowę anatomiczną i zawartość chlorofilu w plechach *Parmelia physodes* var. *subcrustacea*

(Flot. ex Koerb.) Hillm. / S. Kuziel // Zesz. nauk. UŁ. – 1972. – Vol. 2, № 47. – P. 137–147.

394. Laaksovirta, K. Effect of air pollution on epiphytic lichen vegetation and element contents of a lichen and pine needles at Valkeakoski, S. Finland / K. Laaksovirta, H. Olkkonen // Ann. bot. fenn. – 1979. – Vol. 16, № 4. – P. 285–296.

395. Lang, G. E. Potential alteration of precipitation chemistry by epiphytic lichens / G. E. Lang, W. A. Reiners, R. K. Heier // Oecologia. – 1976. – Vol. 25, № 3. – P. 229–241.

396. Laundon, J.R. Changes in the lichen flora of Bookham Commons with increased air pollution and other factors / J. R. Laundon // London Natur. – 1973. – № 52. – P. 82–92.

397. Lawrey, J. D. Lichen accumulation of some heavy metals from acidic surface substrates of coal mine ecosystems in southeastern Ohio / J. D. Lawrey, E. D. Rudolph // Ohio J. Sci. – 1975. – Vol. 75, № 3. – P. 113–117.

398. Lawrey, J. D. Lichens as monitors of pollutant elements at Permanent sites in Maryland and Virginia / J. D. Lawrey // The Bryologist. – 1993. – Vol. 96, № 3. – P. 339–341.

399. Lawrey, J. D. Lichen evidence for changes in atmospheric pollution in Shenandoah National Park, Virginia / J. D. Lawrey, M. E. Hale Jr. // The Bryologist. – 1988. – Vol. 91, № 1. – P. 21–23.

400. Lazzarin, G. Biomonitoraggio della qualità dell'aria nel Comune di Schio (Vicenza) mediante l'uso di licheni epifiti / G. Lazzarin // Boll. Mus. civ. stor. natur. Verona. Bot. e zool. – 2000. – Vol. 24. – P. 5–44.

401. LeBlanc, F. Effects of sulphur dioxide on lichen and moss transplants / F. LeBlanc, D. N. Rao // Ecology. – 1973. – Vol. 54, № 3. – P. 612–617.

402. LeBlanc, F. Possibilities and methods for mapping air pollution on the basis of lichen sensitivity / F. LeBlanc // Mitt. Forstlich. Bundes-Veruchsanalt Wein. – 1971. – Bd. 92. – S. 103–126.

403. Lechowicz, M. J. Resistance of the caribou lichen *Cladina stellaris* (Opiz.) Brodo to growth reduction by simulated acidic rain / M. J. Lechowicz // Water, Air, and Soil Pollut. – 1987. – Vol. 34, № 1. – P. 71–77.

404. Legrand, I. Lichens épiphytes et caractéristiques physico-chimiques des écorces: relations avec le déperissement des forêts dans

les Alpes du Nord / I. Legrand // Bull. inf. Assoc. fr. lichenol. – 1991. – Vol. 16, № 2. – P. 37–47.

405. Lerond, M. Les indicateurs biologiques et le développement: les lichens / M. Lerond, C. Van Haluwyn // Les connaissances scientifiques écologiques et le développement et la gestion des ressources et de l'espace: Journées scientifiques «Ecologie et Développement», Paris, 19–20 septembre 1979 / CNRS, l'INRA; voir J. Barrau. – Paris, 1981. – P. 121–126.

406. Lerond, M. Les lichens épiphytes du Parc naturel régional de Brotonne. Intérêt pratique pour la mise en évidence des zones de pollution atmosphérique / M. Lerond // Rev. Soc. savantes Haute Normandie. – 1975. – № 78. – P. 5–32.

407. Lerond, M. Les lichens. Utilisation et protection / M. Lerond // Courr. nature. – 1976. – № 46. – P. 291–300.

408. Lerond, M. Lichens et pollution: suivi de placettes de recolonisation / M. Lerond, C. Van Haluwyn // Bull. inf. Assoc. fr. lichénol. – 1988. – Vol. 13, № 2. – P. 12–17.

409. Letrouit-Galinou, M.-A. A propos du retour des lichens épiphytes dans le Jardin du Luxembourg (Paris) / M.-A. Letrouit-Galinou, M.R.D. Seaward, S. Deruelle // Bull. Soc. bot. Fr. Lett. bot. – 1992. – Vol. 139, № 2 – C. 115–126.

410. Letrouit-Galinou, M.-A. Retour des lichens sur les arbres de Paris et espèces reconquérantes: un commentaire / M.-A. Letrouit-Galinou // Bull inf. Assoc. fr. lichenol. – 1994. – Vol. 19, № 2. – P. 3–7.

411. Levin, A. G. *Ramalina ecklonii* as a bioindicator of atmospheric pollution in Argentina / A. G. Levin, M. L. Pignata // Can. J. Bot. – 1995. – Vol. 73, № 8. – P. 1196–1202.

412. Lichen recolonization of *Tilia* trees in Arezzo (Tuscany, central Italy) under conditions of decreasing air pollution / S. Loppi [et al.] // Cryptogamie. Mycol. – 2003. – Vol. 24, № 2. – P. 175–185.

413. Lichens como bioindicadores da qualidade do ar no Parque zoobotânico do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Belém-PA / R. S. M. de Almeida [et al.] // Bol. Mus. paraen. E. Goeldi. Bot. – 2000. – Vol. 16, № 2. – P. 131–150.

414. Lisická, E. Epiphytic lichens in the vicinity of a nitrogen fertilizer factory in South-West Slovakia / E. Lisická // Международная школа по лишеноиндикации, Таллин, 22–25

июня, 1982 г.: тез. докл. / АН ЭССР, Таллин. ботан. сад, Эст. респ. ком. Междунар. прогр. ЮНЕСКО «Человек и биосфера», Тарт. гос. ун-т. – Таллин, 1984. – С. 52–57.

415. Lisická, E. Poznámky k vplyvu niektorých typov exhalačných splodín na epifytické lišajníky / E. Lisická // Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae: Formatio et Protectio Naturae. – 1976. – Vol. 1. – P. 83–87.

416. Liška, J. Bioindikační využití sitového mapování epifytických lišejníků na příkladu Černokostečka / J. Liška // Sb. Ust. apl. ekol. a ekotechn. VŠZ Praha. – 1988. – № 6. – P. 65–85.

417. Liška, J. Verbreitung der flechte *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. in der Tschechoslowakei / J. Liška, I. Pišút // Biológia. – 1990. – Bd. 45, № 1. – S. 23–30.

418. Lodenius, M. Mercury content of *Hypogymnia physodes* and pine needles affected by a chlor-alkali works at Kuusankoski, SE Finland / M. Lodenius, K. Laaksovirta // Ann. bot. fenn. – 1979. – Vol. 16, № 1. – P. 7–10.

419. Long-term effects of clear-cutting on boreal macrolichens liverworts and vascular plants / M. Dynesius [et al.] // Skog Forsk. – 1998. – № 1. – P. 88.

420. Loppi, S. Biodiversity of epiphytic lichens and air pollution in the town of Siena (Central Italy) / S. Loppi, D. Ivanov, R. Boccardi // Environ. Pollut. – 2002. – Vol. 116, № 1. – P. 123–128.

421. Loppi, S. Soil contribution to the elemental composition of epiphytic lichens (Tuscany, Central Italy) / S. Loppi, S. A. Pirintsos, V. De Dominicis // Environ. Monit. and Assess. – 1999. – Vol. 58, № 2. – P. 121–131.

422. Lundström, H. Luftföroreningars inverkan på epifytfloran hos barrträd i Stockholmsområdet / H. Lundström // Studia forest. suec. – 1968. – № 66. – S. 1–55.

423. Łysko, A. Rozkład stref lichenoindykacyjnych w okolicach Czaplinka / A. Łysko, E. Fudali // Folia Univ. agr. Stetin. Agr. – 1999. – № 78. – P. 147–180.

424. Macher, M. Flechtenwuchszonen und die Veränderung der Luftqualität in München seit 1890 / M. Macher // VDI-Ber. – 1987. – № 609. – S. 641–652.



425. Mahu, M. Pollution atmospherique at Lichens dans la ville de Santiago du Chili / M. Mahu // Mycotaxon – 1989. – Vol. 34, № 2. – P. 407–428.

426. Majerikova-Hlavačková, J. Vorkommen von Flechten in Prag im Bezug auf die Verunreinigung / J. Majerikova-Hlavačková // Acta Univ. carol. Biol. – 1974. – № 6. – S. 425–448.

427. Makhholm, M. M. Mercury accumulation in transplanted *Hypogymnia physodes* lichens downwind of Wisconsin chlor-alkali plant / M. M. Makhholm, J. P. Bennett // Water, Air, and Soil Pollut. – 1998. – Vol. 102, № 3–4. – P. 427–436.

428. Manninen, S. Needle and lichen sulphur analyses on two industrial gradients / S. Manninen, S. Huttunen, H. Torvela // Water, Air, and Soil Pollut. – 1991. – Vol. 59, № 1–2. – P. 153–163.

429. Marska, B. Wpływ wieloletniego oddziaływania emisji przemysłowych na flore porostów zagrożonych obszarów leśnych województwa Szczecińskiego / B. Marska // Rozpr. Akad. rol. Szczecinie. – 1988. – № 117. – P. 1–123.

430. Marti, J. Sensitivity of lichen phycobionts to dissolved air pollutants / J. Marti // Can. J. Bot. – 1983. – Vol. 61, № 6. – P. 1647–1653.

431. Martin, J.-F. Influence des fumées d'usines sur la distribution des lichens dans la vallée de la Romanche (Isère) / J.-F. Martin, F. Jacquard // Pollut. atmosph. – 1968. – Vol. 10, № 38. – P. 95–99.

432. Martin, L. N. Air pollution impacts on lichens: acidic and alkaline pollutants / L. N. Martin, E. Nilson // Взаимодействие между лесными экосистемами и загрязнителями: тез. докл. первого сов.-амер. симпоз. по проекту 02.03-21, Ленинград-Таллин-Пушино, 11–20 октября 1982 г. / АН СССР; отв. ред. Ю. Л. Мартин, В. А. Алексеев. – Таллин, 1982. – С. 53–54.

433. Martin, Y. L. Air pollution impacts on lichens: an overview. / Y. L. Martin // Взаимодействие между лесными экосистемами и загрязнителями: тез. докл. первого сов.-амер. симпоз. по проекту 02.03-21, Ленинград-Таллин-Пушино, 11–20 октября 1982 г. / АН СССР; отв. ред. Ю. Л. Мартин, В. А. Алексеев. – Таллин, 1982. – С. 50–52.

434. McCune, B. Lichen communities along O<sub>3</sub> and SO<sub>2</sub> gradients in Indianapolis / B. McCune // *The Bryologist*. – 1988. – Vol. 91, № 3. – P. 223–228.

435. Mielke, U. Epixyle Flechten in der Stadt Magdeburg / U. Mielke // *Hercynia*. – 1971. – Vol. 8, № 2. – S. 172–177.

436. Mistry, J. A preliminary Lichen Fire History (LFH) Key for the cerrado of the Distrito Federal, central Brazil / J. Mistry // *J. Biogeogr.* – 1998. – Vol. 25, № 3. – C. 443–452.

437. Mistry, J. Population dynamics of the lichen genus *Bulbothrix* Hale as potential bioindicators of «time-since-last-fire» in the cerrado of the Distrito Federal, central Brazil / J. Mistry // *Div. and Distrib.* – 1998. – Vol. 4, № 4. – C. 155–165.

438. Moberg, R. Lavar. En fälthandbok / R. Moberg, I. Holåsen. – Stockholm, Interpublishing, 1982. – 240 s.

439. Moberg, R. Luftföroreningars inverkan på epifytiska lavar i Köpmanholmen / R. Moberg // *Svensk. bot. tidskr.* – 1968. – Vol. 62, № 1. – P. 169–196.

440. Möller, H. Untersuchungen zur epiphytischen Flechtenflora ausgewählter Stadtbiootope der Stadt Münster, Westfalen / H. Möller, F. J. A. Daniels // *Natur und Heimat*. – 2000. – Bd. 60, № 3. – S. 65–78.

441. Moore, C. C. Factors affecting the distribution of saxicolous lichens within a four kilometer distance of Dublin City centre / C.C. Moore // *Proc. Roy. Irish Acad. Sect. B*. – 1976. – Vol. 76, № 18. – P. 263–283.

442. Moose und Flechten kehren ins Ruhrgebiet zurück / N. J. Stapper [et al.] // *LOBF-Mitt.* – 2000. – Bd. 25, № 2. – S. 12–21.

443. Moser, T. J. Effects of a long-term field sulfur dioxide fumigation on Arctic caribou forage lichens / T. J. Moser, T. H. Nash, C. W. Dennis // *Can. J. Bot.* – 1980. – Vol. 58, № 21. – P. 2235–2240.

444. Moser, T. J. Photosynthetic recovery in arctic caribou forage lichens following a long-term field sulfur dioxide fumigation / T. J. Moser, T. H. Nash, A. G. Olafsen // *Can. J. Bot.* – 1983. – Vol. 61, № 1. – P. 367–370.

445. Motiejūnate, J. Lichens – indicators of old-growth forests in biocentres of Lithuania and North-East Poland / J. Motiejūnate, K. Czyżewska, S. Cieśliński // *Bot. Lith.* – 2004. – Vol. 10, № 1. – P. 59–74.

446. Müller, J. Zur ökologischen Analyse des Flechten-vorkommens: Die Bedeutung von synergistischen Wirkungen / J. Müller, K. Schneider, K. H. Kreeb // *Angew. Bot.* – 1981. – Bd. 55, № 3–4. – S. 227–236.

447. Nakagawa, Y. Separate and combined influence of NO, NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> on physiological activity of *Parmelia tinctorum* / Y. Nakagawa, H. Mitsugi, H. Watanabe // *J. Jap. Soc. Air. Pollut.* – 1985. – Vol. 20, № 1. – P. 40–45.

448. Nascimbene, J. Licheni, indicatori della qualità ambientale degli ecosistemi forestali nei Parchi naturali di Paneveggio – Pale di San Martino (Trento) e delle Dolomiti d'Ampezzo (Belluno) / J. Nascimbene, G. Cniglia // *Studi tren. sci. natur. Acta biol.* – 1997. – Vol. 74. – P. 133–141.

449. Nash, T. H. Gross photosynthetic response of lichens to short-term ozone fumigations / T. H. Nash, L. L. Sigal // *The Bryologist.* – 1979. – Vol. 82, № 2. – P. 280–285.

450. Nash, T. H. Influence of effluence from a zinc factory on lichens / T. H. Nash // *Ecol. Monogr.* – 1975. – Vol. 45, № 2. – P. 183–198.

451. Nash, T. H. Simplification of the Blue Mountain lichen communities near a zinc factory / T. H. Nash // *The Bryologist.* – 1972. – Vol. 75, № 3. – P. 315–324.

452. Nash, T. H. The response of lichens to atmospheric deposition with an emphasis on the Arctic / T. H. Nash, C. Gries // *Sci. Total Environ.* – 1995. – № 160 – 161. – P. 737–747.

453. Nash, T. H. The use of lichens in atmospheric deposition studies with an emphasis on the Arctic / T. H. Nash, C. Gries // *Sci. Total Environ.* – 1995. – Vol. 160 – 161. – P. 729–736.

454. Nash, T. H. Sensitivity of lichens to sulfur dioxide / T. H. Nash // *The Bryologist.* – 1973. – Vol. 76, № 3. – P. 333–339.

455. Nash, T. H. Sensitivity of lichens to nitrogen dioxide fumigations / T. H. Nash // *The Bryologist.* – 1976. – Vol. 79, № 1. – P. 103–100.

456. Neuerliche Erhebung der epiphytischen Flechtenvegetation in Graz / D. Grill [et al.] // *Mett. Naturwiss. Ver. Steiermark.* – 1988. – Bd. 118. – S. 145–155.

457. Neumann, R. Auswertung der Flechtenerhebungen im Rahmen der immussions-ökologischen Waldzustandserfassung in

Nordrhein-Westfalen / R. Neumann, W. Knabe // VDI-Ber. – 1987. – № 609. – S. 653–670.

458. Newberry, G. The influence of a sulfateprocess paper mill on corticolous lichens / G. Newberry // *The Bryologist*. – 1974. – Vol. 77, № 4. – P. 561–576.

459. Nylander, W. Les lichens du jardin du Luxembourg / W. Nylander // *Bull. de la Soc. Bot. France*. – 1866. – Vol. 13, № 1. – P. 1–19.

460. Olech, M. Epiphytic lichens of Skawina (Southern Poland) / M. Olech, K. Dudek // *Zesz nauk. UJ. Pr. bot.* – 1981. – № 8. – P. 173–189.

461. Olkkonen, H. Total sulphur content of an epiphytic lichen as an index of air pollution and the usefulness of the X-ray fluorescence method in sulphur determinations / H. Olkkonen, K. Takala // *Ann. bot. fenn.* – 1975. – Vol. 12, № 4. – P. 131–134.

462. Otnyukova, T. Epiphytic lichen growth abnormalities and element concentrations as early indicators of forest decline / T. Otnyukova // *Environmental pollution*. – 2007. – Vol. 146. – P. 359–365.

463. Otnyukova, T. N. Lichenochronology of the atmospheric pollution in the northern boreal ecosystems / T. N. Otnyukova // *Abstr. Workshop Spatial-Temporal Diment. High-Latitude Ecosystem Change (The Siber. IGBP Transect)*, Krasnoyarsk, 1–7 September 1997 / V. N. Sukachev Inst. of Forest, Russian Acad. of Sci., Siberian Branch. – Krasnoyarsk, 1997. – P. 51.

464. Otnyukova, T. N. Spatial distribution of lichens on twigs in remote Siberian silver fir forests indicates changing atmospheric conditions / T. N. Otnyukova, O. P. Sekretenko // *The Lichenologist*. – 2008. – Vol. 40. – P. 243–256.

465. Lumbsch, H. T. Myconet. Volume 14. Part One. Outline of ascomycota – 2009. Part Two. Notes on Ascomycete Systematics / H. T. Lumbsch, S. M. Huhndorf // *Fieldiana: Life and Earth Sciences*. – 2010 – № 1. – 64 p.

466. Palomäki, V. Lichen transplantation in monitoring fluoride and sulfur deposition in the surroundings of a fertilizerr plant and strip mine at Siilinjarvi / V. Palomäki, S. Tynnyrinen, T. Holopainen // *Ann. bot. fenn.* – 1992. – Vol. 29, № 1. – P. 25–34.

467. Passives Monitoring mit Flechten im Waldschadensgebiet Schwäbisch-Fränkischer Wald / H. Bartholomeß [et al.] // VDI – Ber. – 1987. – № 609. – S. 597–618.

468. Pavletić, Z. The effect of air pollution on the lichens growth in the area of the town Skopje / Z. Pavletić, M. Murati // Acta biol. et med. exp. – 1980. – Vol. 5, № 1. – P. 33–36.

469. Pearson, L. Air pollution affects pattern of photosynthesis in *Parmelia sulcata*, a corticolous lichen / L. Pearson, E. Skye // Science. – 1965. – Vol. 148, № 3677. – P. 1600–1602.

470. Perkins, D. F. Effects of airborne fluoride emissions near an aluminium works in Wales: Part 1: Corticolous lichens growing on broadleaved trees / D. F. Perkins, R. O. Millar // Environ. Pollut. – 1987. – Vol. 47, № 1. – P. 63–78.

471. Perkins, D. F. Effects of airborne fluoride emissions near an aluminium works in Wales. Part 2: Saxicolous lichens growing on rocks and walls / D. F. Perkins, R. O. Millar // Environ. Pollut. – 1987. – Vol. 48, № 3. – P. 185–196.

472. Photosynthetic <sup>14</sup>C fixation by the lichen *Umbilicaria muhlenbergii* (Ach.) Tuck. following short exposures to aqueous sulphur dioxide / K. J. Puckett [et al.] // New Phytol. – 1974. – Vol. 73, № 6. – P. 1183–1192.

473. Physiological responses of the lichen *Xanthoparmelia mexicana* to oxidative stress of SO<sub>2</sub> / F. X. Kong [et al.] // Environ. and Exp. Bot. – 1999. – Vol. 42, № 3. – P. 201–209.

474. Piccoli, F. Licheni e inquinamento atmosferico a Ferrara / F. Piccoli, E. Kumer, L. Bonalberti // Arch. bot. Ital. – 1989. – Vol. 65, № 1–2. – P. 73–80.

475. Piervittori, R. The importance of indicator species in the biomonitoring of atmospheric pollution. A case study in the city of Aosta, NW Italy / R. Piervittori, S. Maffei // Cryptogamie. Mycol. – 2001. – Vol. 22, № 4. – P. 297–310.

476. Pišút, I. Anmerkungen über die Immissionseinflüsse auf die Variabilität der flechte *Lecanora varia* (Ehrh.) Ach. im gebiet von Bratislava / I. Pišút, E. Jelínková // Biológia. – 1973. – Vol. 28, № 4. – P. 270–287.

477. Pišút, I. Die epiphytische Flechtenflora in der Umgebung der Ortschaft Rudňany (Nordostslowakei) / I. Pišút // Acta. rerum natur. Mus. nat. slov. Bratislava. – 1984. – Bd. 30. – S. 27–37.

478. Pišút, I. Einflüsse der Magnesiumimmissionen im Bereich zweier Magnesitwerke (Süd-ostslowakei) auf die epiphytische Flechtenflora / I. Pišút // *Preslia*. – 1974. – Bd. 46, № 3. – S. 259–263.

479. Pluntke, M. Dokumentation der Luftqualität von Altenburg mit Hilfe der Verbreitung der Flechte *Lecanora conizaeoides* / M. Pluntke // *Mauritiana*. – 1995. – Bd. 15, № 3. – S. 257–275.

480. Priteo Lamas, B. Colonization by lichens of granite churches in Galicia (northwest Spain) / B. Priteo Lamas, M. T. Rivas Brea, B. M. Silva Hermo // *Sci. Total Environ.* – 1995. – Vol. 167. – P. 343–351.

481. Pueyo, G. Circonstances environnantes dans la vie des lichens du Pays basque français / G. Pueyo // *Rev. bryol. et lichenol.* – 1971–1972. – Vol. 38, № 3/4. – P. 595–603.

482. Pueyo, G. Le milieu ambiant chez les lichens en fonction des conditions extérieures atmosphériques existant dans la localité / G. Pueyo // *Rev. bryol. et Lichénol.* – 1970. – Vol. 37, № 2. – P. 367–371.

483. Punz, W. Kombinierte Schädigung an epiphytischen Flechten (Schwefeldioxid, Blei, Kochsalz) / W. Punz // *Acta. bot. sl.* – 1978. – A3. – S. 177–180.

484. Punz, W. The effect of single and combined pollutants on lichen water content / W. Punz // *Biol. plant.* – 1979. – Vol. 21, № 6. – P. 472–474.

485. Pustelniak, L. Application of the transplantation method in studies on the influence of the urban environment upon the vitality of *Hypogymnia physodes* (L) Nyl. thalli / L. Pustelniak // *Zesz. nauk. UJ. Pr. bot.* – 1991. – № 22. – P. 193–201.

486. Pustelniak, L. Epiphytic lichens of the city Rzeszow (South-Eastern Poland) / L. Pustelniak // *Zesz. nauk. UJ. Pr. bot.* – 1991. – № 22. – P. 171–191.

487. Pyatt, F. B. Lichen ecology of metal spoil tips: effects of metal ions on ascospore viability / F. B. Pyatt // *The Bryologist.* – 1976. – Vol. 79, № 2. – P. 172–179.

488. Raas, S. Pedersen Ingelise. Epiphytic lichen vegetation in an old oak wood Kaas Skov / S. Raas // *Bot. tidsskr.* – 1980. – Vol. 75, № 2/3. – P. 105–120.

489. Rabe, R. Zusammenhänge zwischen der durch Flechten angezeigten Gesamtverunreinigung der Luft und Gesundheitsbeein-

trächtigkeit beim Menschen / R. Rabe, U. Beckelmann // VDI-Ber. – 1987. – № 609. – S. 729–753.

490. Ranft, H. Zur Rauchempfindlichkeit von Flechten und Moosen und ihrer Verwendung als Testpflanzen / H. Ranft, H.-G. Dässler // Arch. Naturschutz und Landschaftsforsch. – 1972. – Bd. 12, № 3. – S. 189–202.

491. Ranta, P. Changes in urban lichen diversity after a fall in sulphur dioxide levels in the city Tampere, SW Finland / P. Ranta // Ann. bot. fenn. – 2001. – Vol. 38, № 4. – P. 295–304.

492. Rao, D. N. Effects of sulfur dioxide on the lichen alga, with special reference to chlorophyll / D. N. Rao, F. LeBlanc // The Bryologist. – 1966. – Vol. 69, № 1. – P. 69–75.

493. Rao, D. N. Influence of an iron-sintering plant on corticolous epiphytes in Wawa, Ontario / D. N. Rao, F. LeBlanc // The Bryologist. – 1967. – Vol. 70, № 2. – P. 141–157.

494. Recchia, F. Osservazioni sui liceni nelle vicinanze di un cementificio / F. Recchia, F. Polidoro // Arch. bot. ital. – 1988. – Vol. 64, № 1–2. – P. 8–18.

495. Richardson, D. H. S. Cyanolichens: their response to pollution and possible management strategies for their conservation in northeastern North America / D. H. S. Richardson, R. P. Cameron // Northeast. Natur. – 2004. – Vol. 11, № 1. – P. 1–22.

496. Richardson, D. H. S. Lichens – nature's guide to pollution levels / D. H. S. Richardson, E. Nieboer // Technol. Irel. – 1981. – Vol. 13, № 1. – P. 88–92.

497. Riget, F. The use of lichen (*Cetraria nivalis*) and moss (*Rhacomitrium lanuginosum*) as monitors for atmospheric deposition in Greenland / F. Riget, G. Asmund, P. Aastrup // Sci. Total Environ. – 2000. – Vol. 245, № 1–3. – P. 137–148.

498. Roberts, B. A. Lichens as indicators of fluoride emission from a phosphorus plant, Long Harbor, Newfoundland, Canada / B. A. Roberts, L. K. Thompson // Can. J. Bot. – 1980. – Vol. 58, № 20. – P. 2218–2228.

499. Rogers, R. W. The «city-effect» on lichens in the Brisbane area / R. W. Rogers // Search. – 1977. – Vol. 8, № 3. – P. 75–77.

500. Romagni, J. G. Sulfite reductase activity in six lichen species as a response to fumigations with sulfur dioxide / J. G. Ro-

magni, M. A. Thomas, T. H. Nash // *Plant Physiol.* – 1997. – Vol. 114, № 3 – P. 58.

501. Rose, F. A lichenological excursion through the north of England / F. Rose, D. L. Hawksworth, B. J. Coppins // *Naturalist.* – 1970. – № 913. – P. 49–55.

502. Rose, C. I. Lichen recolonization in London's cleaner air / C. I. Rose, D. L. Hawksworth // *Nature.* – 1981. – Vol. 289. – P. 289–292.

503. Rosentreter, R. Effect of ozone on the lichen *Cladonia arbuscula* and the *Trebouxia* phycobiont of *Cladonia stellaris* / R. Rosentreter, V. Ahmadjian // *The Bryologist.* – 1977. – Vol. 80, № 4. – P. 600–605.

504. Ross, L. J. Effect of ozone on gross photosynthesis of lichens / L. J. Ross, T. H. Nash // *Environ. and Exp. Bot.* – 1983. – Vol. 23, № 1. – P. 71–77.

505. Rossion, P. Le retour des lichens / P. Rossion // *Sci. et vie.* – 1990. – № 878. – P. 60–62, 76.

506. Runge, F. Flechtenverbreitung und Luftvenunreinigung in der Umgebung Münsters / F. Runge // *Natur und Heimat.* – 1979. – Bd. 39, № 2. – S. 53–57.

507. Rydzak, J. Badania nad stanem flory porostów w krejonie przemysłu azotowego w Puławach / J. Rydzak, H. Stasiak // *Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska. Sect. C.* – 1971. – № 26. – P. 329–342.

508. Rydzak, J. Lichen flora of Tomaszów Mazowiecki / J. Rydzak, K. Krysiak // *Vegetatic.* – 1970. – Vol. 21, № 4–6. – P. 375–397.

509. Rydzak, J. Lichens as indicators of the ecological conditions of the habitat / J. Rydzak // *Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska.* – 1968. – № 23. – P. 131–164.

510. Rydzak, J. Rozmieszczenie i ekologia porostów miasta Lublina / J. Rydzak // *Ann. Univer. M. Curie-Skłodowska (Lublin). Sect. C.* – 1953. – Vol. 8/9. – P. 233–356.

511. Rydzak, J. Stan flory porostów w okolicach tarnobrzieskiego zagłębia siarkowego / J. Rydzak, J. Piórecki // *Ann. UMCS.* – 1971. № 26. – P. 343–352.

512. Rydzak, J. Wpływ małych miast na florę porostów. Część 1. Dolny Śląsk – Kluczbork, Wołczyn, Opole, Cieszyn / J. Rydzak // *Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska. Sect. C.* – 1956. – № 10. – P. 1–32.



513. Rydzak, J. Wpływ małych miast na florę porostów. Część II. Beskidy Zachodnie / J. Rydzak // Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska. Sect. C. – 1955. – Vol. 10, № 2. – P. 33–66.

514. Rydzak, J. Wpływ małych miast na florę porostów. Część III. Tatry. Zakopane / J. Rydzak // Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska. Sect. C. – 1957. Vol. 10, № 7. – P. 157–175.

515. Rydzak, J. Wpływ małych miast na florę porostów. Część IV. Lubelszczyzna – Kieleckie – Podlasie, Puławy – Zamość – Busko – Siedlce – Białowieża / J. Rydzak // Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska. Sect. C. – 1957. – Vol. 10, № 14. – P. 321–398.

516. Rydzak, J. Wpływ małych miast na florę porostów. Część V. Kotlina Kłodzka – Kłodzko, Kudowa Zdrój, Duszniki Zdrój, Polanica Zdrój, Łądek Zdrój, Stronie Śląskie / J. Rydzak // Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska. Sect. C. – 1956. – Vol. 11. – P. 25–50.

517. Rydzak, J. Wpływ małych miast na florę porostów. Część VI. Region bałtycki – Międzyzdroje, Ustka, Łeba. / J. Rydzak // Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska. Sect. C. – 1956. – Vol. 11. – P. 51–72.

518. Rydzak, J. Wpływ małych miast na florę porostów. Part VII. Discussion and general conclusions / J. Rydzak // Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska. Sect. C. – 1958. – Vol. 13. – P. 275–324.

519. Sahrakorpi, S. Tampereen kaarnajäkälävyöhykkeet / S. Sahrakorpi // Luonnon Tutkija. – 1973. – Vol. 77, № 2. – P. 25–31.

520. Saxen, W. Zur Verbreitung der Lungen-Flechte im Lande Schleswig / W. Saxen // Schr. Naturwiss. Vereins Schleswig-Holstein. – 1963. – № 34. – S. 84–88.

521. Schneider, K. Kartierung der epiphytischen Flechtenvegetation im Raum Bremen-Lüneburger Heide. Untersuchungen zur Frage der ökologischen Gruppenbildung / K. Schneider // Veröff. Übersee-Mus. Bremen. – 1985. – A7. – S. 1–129.

522. Schofield, E. Probable damage to tundra biota through sulphur dioxide destruction of lichens / E. Schofield, W.L. Hamilton // Biol. Conserv. – 1970. – Vol. 2, № 4. – P. 278–280.

523. Schöller, H. Flechten (lichenes) als Indikatoren zur Bewertung von Ökosystemen und ihre Bedeutung für den Naturschutz / H. Schöller, H. Thüs, M. Bottner // Kleine Senckenberg-R. – 1999. – № 32. – S. 121–134.

524. Schönbeck, H. Einfluss von Luftverunreinigungen (SO<sub>2</sub>) auf transplantierte Flechten / H. Schönbeck // Naturwissenschaften. – 1968. – Bd. 5, № 9. – S. 451–452.

525. Schubert, R. Beitrag zur Einwirkung von Luftverunreinigungen auf xerische Flechten / R. Schubert, W. Fritsche // Arch. Naturschutz und Landschaftsforsch – 1965. – Bd. 5, № 2. – S. 107–110.

526. Schubert, R. Lichens as bioindicators for SO<sub>2</sub> atmospheric pollution in cities and industrial areas / R. Schubert // Vegetation Science and Environmental Protection: Proceedings of the International Symposium in Tokyo on Protection of the Environment and Excursion on Vegetation Science through Japan, Tokyo, June 5–7 1974 / International Society for Vegetation Science; eds.: A. Miya-waki, R. Tuxen. – Tokyo, 1977. – P. 225–234.

527. Schultz, E. Wirksamkeit von Immissionen über den Flechtenabsterbergrad / E. Schultz, R. Rabe // VDI-Ber. – 1987. – № 609. – S. 679–700.

528. Schumm, F. Die Nettphotosynthese von Flechten-transplantaten als Maß für die Immissionsbelastung der Luft / F. Schumm, K. H. Kreeb // Angew. Bot. – 1979. – Bd. 53, № 1–2. – S. 31–39.

529. Schuster, G. Artificial cultures of lichens in the natural environment / G. Schuster, S. Ott, H. M. Jahns // The Lichenologist. – 1985. – Vol. 17, № 3. – P. 247–253.

530. Scott, M. G. A comparison of the effects on Canadian boreal forest lichens of nitric and sulphuric acids as sources of rain acidity / M. G. Scott, T. C. Hutchings, M. J. Feth // New Phytol. – 1989. – Vol. 111, № 4. – P. 663–671.

531. Scott, M. G. Contrasting responses of lichens and *Vaccinium angustifolium* to long-term acidification of boreal forest ecosystem / M. G. Scott, T. C. Hutchinson, M. J. Feth // Can. J. Bot. – 1989. – Vol. 67 № 2. – P. 579–588.

532. Scott, M. G. Effects of a simulated acid rain episode on photosynthesis and recovery in the caribou-forage lichens, *Cladina stellaris* (Opiz) Brodo and *Cladina rangiferina* (L.) Wigg. / M. G. Scott, T. C. Hutchinson // New Phytol. – 1987. – Vol. 107, № 3. – P. 567–575.

533. Scott, M. G. Morphological and chemical studies of epiphytic lichens from high elevation cloud forests as indicators of atmospheric pollution / M. G. Scott, T. C. Hutchinson // Amer. J. Bot. – 1989. – Vol. 76, № 6. – P. 13–14.

534. Scutari, N. C. Identification of urban lichens in the field: A case study for Buenos Aires city (Argentina) / N. C. Scutari, N. I. Theinhardt // Mycotaxon. – 2001. – Vol. 80. – P. 427–445.

535. Seaward, M. R. D. Lichen flora of the West Yorkshire conurbation – supplement II (1978 – 1980) / M. R. D. Seaward // Naturalist. – 1981. – Vol. 106, № 958. – P. 89–95.

536. Seaward, M. R. D. Lichens as monitors of recent changes in air pollution / M. R. D. Seaward // Plants Today. – 1989. – Vol. 2, № 2. – P. 64–69.

537. Seaward, M. R. D. Some observations on the status of the lichen genus *Lobaria* in South-East Ireland / M. R. D. Seaward // Irish Natur. J. – 1975. – Vol. 18, № 8. – P. 248–250.

538. Seitz, W. Flechtenwuchs und Luftverunreinigung im Grossraum von Saarbrücken / W. Seitz // Ber. Dtsch. bot. Ges. – 1972. – Bd. 85, № 5–6. – S. 239–247.

539. Seitz, W. Studien an Rindenflechten und ihrer ökologischen Korrelation zur Luftverunreinigung in einigen Städten Süd (west) Deutschlands und Ostfrankreichs / W. Seitz // Beitr. Biol. Pflanz. – 1983. – Bd. 58, № 1. – S. 1–45.

540. Sheridan, R. P. Effects of pulp mill emissions on lichens in the Missoula Valley, Montana / R. P. Sheridan, C. Sanderson, R. Kerr // The Bryologist. – 1976. – Vol. 79, № 2. – P. 248–252.

541. Showman, R. E. Lichen recolonization following air quality improvement / R. E. Showman // The Bryologist. – 1981. – Vol. 84, № 4. – P. 429–497.

542. Showman, R. E. Lichens as indicators of air quality around a coal-fired power generating plant / R. E. Showman // The Bryologist. – 1975. – Vol. 78, № 1. – P. 1–6.

543. Showman, R. E. Residual effects of sulfur dioxide on the net photosynthetic and respiratory rates of lichen thalli and cultured lichen symbionts / R. E. Showman // The Bryologist. – 1972. – Vol. 75, № 3. – P. 335–341.

544. Sigal, L. L. Effects of acidic rain and ozone on nitrogen fixation and photosynthesis in the lichen *Lobaria pulmonaria* (L.)

Hoffm. / L. L. Sigal, W. J. Johnston // Environ. and Exp. Bot. – 1986. – Vol. 26, № 1. – P. 59–64.

545. Silva-Pando, F. J. Modificaciones ultraestructurales de líquenes epifitos transplantados a zonas urbanas de Madrid / F. J. Silva-Pando, C. Ascaso // Collect. bot. – 1982. – Vol. 13, № 1. – P. 351–374.

546. Síntomas de daños por contaminantes atmosféricos en *Parmelia sulcata* Tayl. en la zona de La Robla (León, España) / A. Belén Fernández-Salegui [et al.] // Lazaroa. – 2002. – Vol. 23. – P. 7–16.

547. Sipman, H. Lichens in the gardens: Uninvited but welcome guests / H. Sipman // Gardenwise. – 2001. – Vol. 15. – P. 9–11.

548. Site factors determining epiphytic lichen distribution in a dieback-affected spruce-fir forest on Whiteface Mountain. New York: Stemflow chemistry / M. Schmall [et al.] // Can. J. Bot. – 2002. – Vol. 80, № 11. – P. 1131–1140.

549. Skye, E. Changes in the lichen flora following air pollution / E. Skye, I. Hallberg // Oikos. – 1969. – Vol. 20, № 2. – P. 547–552.

550. Skye, E. Continued investigations of epiphytic lichen flora around Kvarntorp in Närke / E. Skye // Acta Phytogeogr. Suecica. – 1980. – № 68. – P. 141–152.

551. Skye, E. Lichens and air pollution. A study of cryptogamic epiphytes and environment in the Stockholm region / E. Skye // Acta Phytogeogr. Suecica. – 1968. – Vol. 52. – P. 1–123.

552. Søchting, U. Change in the distribution of epiphytic lichens in the Copenhagen area from 1936 to 1972 / U. Søchting, I. Johnsen // Bot. tidsskr. – 1974. – Vol. 69, № 1. – P. 60–63.

553. Søchting, U. The epiphytic lichen zones in rural Denmark and Schleswig-Holstein / U. Søchting, K. Ramker // Nord. J. Bot. – 1982. – Vol. 2, № 2. – P. 171–181.

554. Spatial impact of atmospheric dust from a cement mill in Serra da Arrábida, using lichens as biomonitors / G. Gaio-Oliveira [et al.] // Rev. boil. – 1999. – 17, № 1–4. – P. 33–41.

555. Spier, L. *Cladonia rei* is a chemotype and synonym of *Cladonia subulata* / L. Spier, A. Aptroot // The Lichenologist. – 2007. – Vol. 39, № 1. – P. 57–60.

556. Steubing, L. The value of lichens as indicators of immission load / L. Steubing // Vegetation Science and Environmental Protection: proceedings of the International Symposium in Tokyo on Protection of the Environment and Excursion on Vegetation Science through Japan, Tokyo, June 5–7 1974 / International Society for Vegetation Science; editors: A. Miyawaki, R. Tuxen. – Tokyo, 1977. – P. 235–245.

557. Storm, C. Beziehungen zwischen epiphytischen Flechten und Umweltfaktoren (unter besonderer Berücksichtigung von Immissionen) im Mittleren Schwarzwald / C. Storm // Jahresh. Ges. Naturk. Württemberg. – 1996. – Bd. 152. – S. 133–165.

558. Stringer, P. W. Air pollution and the distribution of epiphytic lichens and bryophytes in Winnipeg, Manitoba / P. W. Stringer, M. H. L. Muriel // Bryologist. – 1974. – Vol. 77, № 3. – P. 405–426.

559. Stubbs, C. Not rare. But, endangered? Elemental profiles of three corticolous lichen species on red spruce in Maine / C. Stubbs, R. H. Homola // Amer. J. Bot. – 1990. – Vol. 77, № 6. – P. 4.

560. Studies on the plant responses to air pollution. I. Occurrence of lichens in relation to traffic load of Calcutta city / T. M. Das [et al.] // Indian Biol. – 1986. – Vol. 18, № 2. – P. 26–29.

561. Sundström, E. W. Lavtäthet på asp bark i mellersta Gästrikland / E. W. Sundström // Sven. bot. tidskr. – 1973. – Vol. 67, № 4. – P. 459–461.

562. Swieboda, M. Porosty biologicznym wskaźnikiem zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego / M. Swieboda, A. Kalemba // Wiad. ekol. – 1978. – Vol. 24, № 3. – P. 209–224.

563. Swieboda, M. The lichen *Parmelia physodes* (L.) Ach. as indicator for determination of the degree of atmospheric air pollution in the area contaminated by fluorine and sulphur dioxide emission / M. Swieboda, A. Kalemba // Acta Soc. bot. pol. – 1978. – Vol. 47, № 1–2. – P. 25–40.

564. Swieboda, M. The thallus of the lichen *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. as a biotest / M. Swieboda, A. Kalemba // Международная школа по лишеноиндикации, Таллин, 22–25 июня 1982 г.: тез. докл. / АН ЭССР, Таллин. ботан. сад, Эст. респ. ком. Междунар. прогр. ЮНЕСКО «Человек и биосфера», Тарт. гос. ун-т. – Таллин, 1984. – С. 65–74.

565. Takala, K. Fluorine content of terricolous lichens and bryophytes on exposed rapakivi bedrock / K. Takala, P. Kauranen, R. Fagerstén // Ann. bot. fenn. – 1979. – Vol. 16, № 1. – P. 90–92.

566. Takala, K. Fluorine content of two lichen species in the vicinity of a fertilizer factory / K. Takala, P. Kauranen, H. Olkkonen // Ann. bot. fenn. – 1978. – Vol. 15, № 3. – P. 158–166.

567. Takala, K. Lead content of an epiphytic lichen in the urban area of Kuopio, east central Finland / K. Takala, H. Olkkonen // Ann. bot. fenn. – 1981. – Vol. 18, № 2. – P. 85–89.

568. Tarhanen, S. Ultrastructural responses of the lichen *Bryoria fuscescens* to stimulated acid rain and heavy metal deposition / S. Tarhanen // Ann. Bot. – 1998. – Vol. 82, № 6. – P. 735–746.

569. The effect of Cu, Zn and Pb on the chlorophyll content of the lichens *Cladonia convoluta* and *Cladonia rangiformis* / M. K. Chettri [et al.] // Environ. and Exp. Bot. – 1998. – Vol. 39, № 1. – P. 1–10.

570. The effects of sulfur dioxide exposure on glutathione reductase activity in the cyanolichen *Peltigera canina* / M. A. Thomas [et al.] // Plant Physiol. – 1997. – Vol. 114, № 3. – P. 57.

571. The physiology and ecophysiology of the green algal lichens *Lobaria pulmonaria* and *Platismatia glauca* / B. Sundberg [et al.] // Biol. plant. – 1994. – Vol. 36, Suppl. – P. 165.

572. The uptake of metal ions by lichens: a modified ion-exchange process / K. J. Puckett [et al.] // New Phytol. – 1973. – Vol. 72, № 2. – P. 329–342.

573. The use of lichen fumigation studies to evaluate the effects of new emission sources on class I areas / R. Hart [et al.] // J. Air Pollut. Contr. Assoc. – 1988. – Vol. 38, № 2. – P. 144–147.

574. Tsurukau, A. Lichens from Gomel region: a provisional checklist / A. Tsurukau, V. Khramchankova // Bot. Lith. – 2011. – Vol. 17, № 4. – P. 157–163.

575. Turian, G. Cartographic de quelques lichens indicateurs de la pollution atmosphérique à Genève / G. Turian, P. Desbaumes // Saussurea. – 1976. – № 6. – P. 317–324.

576. Türk, R. Atlas der aktuellen Verbreitung von Flechlen in Oberösterreich / R. Türk, H. Wittmann // Stapfia. – 1984. – № 11. – S. 1–97.

577. Türk, R. CO<sub>2</sub>-Gaswechsel-Untersuchungen zur SO<sub>2</sub>-Resistenz von Flechten / R. Türk, V. Wirth, O.L. Lange // *Oecologia*. – 1974. – Vol. 15, № 1. – P. 33–64.

578. Türk, R. Ergebnisse der floristischen Flechtenkartierung in Oberösterreich / R. Türk // *Linz. biol. Beitr.* – 1981. – Bd. 13, № 1. – S. 88.

579. Türk, R. The pH dependence of SO<sub>2</sub> damage to lichens / R. Türk, V. Wirth // *Oecologia*. – 1975. – Vol. 19, № 4. – P. 285–291.

580. Türk, R. Wenn Bäume Bärte tragen / R. Türk // *Natur und Land*. – 1999. – Bd. 85, № 4–5. – S. 20–23.

581. Untersuchungen zur Indikation von Veränderungen der Luftgüteverhältnisse in Leipzig durch Wiederholte Kartierung von *Lecanora varia* (Ehrh.) Ach. s. 1. / T. Gutte [et al.] // *Hercynia*. – 1983. – Bd. 20, № 4. – S. 339–347.

582. Urech, M. Effects of microwave and radio frequency electromagnetic fields on lichens / M. Urech, B. Eicher, J. Siegenthaler // *Bioelectromagnetics*. – 1996. – Vol. 17, № 4. – P. 327–334.

583. van der Gucht, K. The impact of air pollution on the occurrence of corticolous and saxicolous lichens in the industrial area North of Ghent (Belgium) / K. Van der Gucht, M. Hoffmann // *Mem. Soc. Roy. Bot. Belg.* – 1990. – № 12. – P. 111–126.

584. van Herk, C. M. Epiphytes on wayside trees as an indicator of eutrophication in the Netherlands / C. M. van Herk // *Monitoring with lichens – monitoring lichens (NATO Science Series: IV: Earth and Environmental)* / eds.: P. L. Nimis [et al.]. – Dordrecht, Boston, London, 2002. – P. 285–290.

585. Vězda, A. Lesní, mechorosty a lišejníky jako indikatory kyselosti svrchních vrstev lesních půd / A. Vězda // *Sborník Vysoké školy Zemědělské a Lesnické fakulty v Brně*. – 1955. – Vol. 4C. – P. 187–190.

586. Vokou, D. Lichens as bioindicators of temporal variations in air quality around Thessaloniki, northern Greece / D. Vokou, S. A. Pirintsos, S. Loppi // *Ecol. Res.* – 1999. – Vol. 14, № 2. – P. 89–96.

587. von Feuerer, T. Flechtenkartierung in Hamburg / T. von Feuerer // *Stuttgart. Beitr. Naturk. A.* – 1990. – № 456. – S. 161–166.

588. Walter, H. Die Zonierung der epiphytischen Flechten im Stuttgarter Talkessel / H. Walter, S. Seybold // Stuttgart. Beitr. Naturk. – 1975. – № 278. – S. 1–11.

589. Welche Faktoren beeinflussen die Artenvielfalt baumbewohnender Flechten in Laubwäldern? / M. Eckhardt [et al.] // AFZ Der Wald. – 2003. – Bd. 58, № 21. – S. 1083–1085.

590. Wetmore, C. M. Lichens and air quality in Cuyahoga valley National Recreation Area, Ohio / C. M. Wetmore // The Bryologist. – 1989. – Vol. 92, № 3. – P. 273–281.

591. Wetmore, C. M. Lichens and air quality in Indiana Dunes National Lakeshore / C. M. Wetmore // Mycotaxon. – 1988. – № 33. – P. 25–39.

592. Wietschorke, G. Erfassung Kleinäaumiger immissionsbelastung durch transplantierte Flechten / G. Wietschorke, H.-J. Lüthmann, K.H. Kreeb // Verh. Ges. Ökol. – 1985. – Bd. 13. – S. 653–656.

593. Wilkon-Michalska, J. Porosty miasta Torunia / J. Wilkon-Michalska, N. Glazik, A. Kalinska // Acta Univ. N. Copernici. Biol. – 1988. – № 29. – P. 209–253.

594. Wilkon-Michalska, J. Porosty rezerwatu lesnego «Las Piwnicki» kolo Torunia / J. Wilkon-Michalska, N. Glazik // Acta Univ. N. Copernici: Biol. – 1983. – № 25. – P. 57–67.

595. Will-Wolf, S. Effects of a «Clean» coal-fired power generating station on four common Wisconsin lichen species / S. Will-Wolf // The Bryologist. – 1980. – Vol. 83, № 3. – P. 296–300.

596. Will-Wolf, S. Structure of corticolous lichen communities before and after exposure to emissions from a «Clean» coal-fired generating station / S. Will-Wolf // The Bryologist. – 1980. – Vol. 83, № 3. – P. 281–295.

597. Wirth, V. Beitrag zur Kenntnis der Dynamik epiphytischer Flechtenbestände / V. Wirth, R. Cezanne, M. Eichler // Stuttgart. Beitr. Naturk. A. – 1999. – № 595. – S. 1–17.

598. Wirth, V. Statistical analysis of the lichen vegetation of an avenue in Freiburg (South-West Germany), with regard to injurious, anthropogenic influences / V. Wirth, B. Brinckmann // Oecologia. – 1977. – Vol. 28, № 1. – P. 87–101.

599. Wirth, V. Über den Einfluss des SO<sub>2</sub> auf die Flechtenvegetation in urbanen Räumen und die Indikation der SO<sub>2</sub>-



Belastung durch Flechten / V. Wirth // Schriftenr. Vegetationsk. – 1976. – № 10. – S. 203–213.

600. Wirth, V. Veränderungen der Flechtenflora und Flechtenvegetation in der Bundesrepublik Deutschland / V. Wirth // Schriftenr. Vegetationsk. – 1976. – № 10. – S. 177–202.

601. Wirth, V. Zur SO<sub>2</sub>-Resistenz von Flechten verschiedener Wuchsform / V. Wirth, R. Türk // Flora. – 1975. – Bd. 164, № 2–3. – S. 133–143.

602. Wiseman, R. D. Lichen response to changes in atmospheric sulphur Isotopic evidence / R. D. Wiseman, M. A. Wadleigh // Environ. Pollut. – 2002. – Vol. 116, № 2. – P. 235–241.

603. Wit, T. Flechtenverbreitung in den Niederlanden und ihre Abhängigkeit von der Luftverunreinigung / T. Wit // Schriftenr. Vegetationsk. – 1976. – № 10. – S. 169–170.

604. Wittmann, H. Immissionsökologische Untersuchungen über den epiphytischen Flechtenbewuchs in der Umgebung des Magnesitwerkes in Hochfilzen (Tirol/Osterreich) / H. Wittmann, R. Türk // Centralbl. gesamte Forstw. – 1988. – Bd. 105, № 1. – S. 35–45.

605. Wolseley, P. Factors affecting changes in species of *Lobaria* in sites across Britain 1986–1998 / P. Wolseley, P. James // Forest Snow and Landscape Res. – 2000. – Vol. 75, № 3. – P. 319–338.

606. Wolseley, P. A. Lichens as indicators of environmental stability and change in the tropical forests of Thailand / P. A. Wolseley, C. Moncrieff, B. Aguirre-Hudson // Glob. Ecol. and Biogeogr. Lett. – 1994. – Vol. 4, № 4. – P. 116–123.

607. Yurchenko, E. O. The morphology, biology and geography of a necrotrophic basidiomycete *Athelia arachnoidea* in Belarus / E. O. Yurchenko, V. V. Golubkov // Mycological progress. – 2003. – 2/4. – P. 275–284.

608. Zambrano, A. Lichen responses to short-term transplantation in Desierto de los Leones, Mexico City / A. Zambrano, T. H. Nash // Environ. Pollut. – 2000. – Vol. 107, № 3. – P. 407–412.

609. Zambrano, A. Physiological effects of the Mexico City atmosphere on lichen transplants on oaks / A. Zambrano, T. H. Nash, C. Gries // J. Environ. Qual. – 1999. – Vol. 28, № 5. – P. 1548–1555.

## РЭЗЮМЭ

У манаграфіі абагульнены вынікі шматгадовых даследаванняў, праведзеных на тэрыторыі г. Гомеля і Гомельскай вобласці. Складзены анатаваны спіс лішайнікаў і ліхенафільных грыбоў Гомельскай вобласці, які ўключае 315 відаў.

У межах прыгарада г. Гомеля выяўлена 120 відаў і 2 падвіды лішайнікаў. Спіс лішайнікаў і ліхенафільных грыбоў г. Гомеля ўключае 86 відаў. Праведзены сістэматычны, біямарфалагічны і геаграфічны аналізы ліхенабіёты.

Складзена карта распаўсюджвання ліставатых і кусцістых эпифітных лішайнікаў па тэрыторыі г. Гомеля. Распаўсюджванне лішайнікаў адлюстроўвае наяўнасць падыходных субстратаў росту. Найбольшая відавая разнастайнасць лішайнікаў адзначана ў парках, скверах і на пляцоўках у межах горада.

Устаноўлена, што сустракаемасць лішайнікаў звязана з узроўнямі кіслотнасці субстрату росту. *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Melanelixia subaurifera*, *Melanohalea exasperatula*, *Physcia caesia*, *Physconia distorta* і *Physconia enteroxantha* былі прапанаваны ў якасці тэст-аб'ектаў для маніторынгу гарадскога асяроддзя па паказчыку кіслотнасці.

Адзначаны станоўчыя карэляцыі паміж сустракаемасцю відаў лішайнікаў і колькасцю Rb, Ca, V, K, Mg, Li, Ti і Sr. З'яўляючыся пераважна элементамі I і II групы Перыядычнай сістэмы Д. І. Мендзялеева, яны, верагодна, апасродкавана вызначаюць сустракаемасць лішайнікаў, змяняючы кіслотна-шчолачныя ўласцівасці кары дрэў.

Утрыманне зольных рэчываў у таломах эпифітных лішайнікаў у 1,5–2 разы вышэйшае, чым у кары дрэў, зольнасць гарадскіх лішайнікаў у 2–3 разы вышэйшая, чым прыгарадных. Устаноўлена, што ўтрыманне большасці элементаў у таломах розных відаў лішайнікаў статыстычна адрозніваецца. Суадносіны элементаў у таломах *Physcia tenella*, *Phaeophyscia orbicularis* і *Physconia distorta* ў найбольшай ступені карэлююць з такімі у таломах іншых відаў эпифітных лішайнікаў. Гэтыя віды прапанаваны ў якасці тэст-аб'ектаў для ліхенаманіторынгу гарадскога асяроддзя па паказчыках забруджанасці атмасфернага паветра цяжкімі металамі.

## РЕЗЮМЕ

В монографии обобщены результаты многолетних исследований, проведенных на территории г. Гомеля и Гомельской области. Составлен аннотированный список лишайников и лишенофильных грибов Гомельской области, включающий 315 видов.

В пределах пригорода г. Гомеля выявлено 120 видов и 2 подвида лишайников. Список лишайников и лишенофильных грибов г. Гомеля включает 86 видов. Проведен систематический, биоморфологический и географический анализ лишенобиоты.

Составлена карта распространения листоватых и кустистых эпифитных лишайников по территории г. Гомеля. Распространение лишайников отражает наличие подходящих субстратов произрастания. Наибольшее видовое разнообразие лишайников отмечено в парках, скверах и на площадках у границ города.

Установлено, что встречаемость лишайников связана с уровнями кислотности субстрата произрастания. *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Melanelixia subaurifera*, *Melanohalea exasperatula*, *Physcia caesia*, *Physconia distorta* и *Physconia enteroxantha* предложены в качестве тест-объектов для мониторинга городской среды по показателю кислотности.

Отмечены положительные корреляции между встречаемостью видов лишайников и содержанием Rb, Ca, B, K, Mg, Li, Ti и Sr. Являясь преимущественно элементами I и II группы Периодической системы Д. И. Менделеева, они, вероятно, опосредованно определяют встречаемость лишайников, изменяя кислотно-щелочные свойства корки деревьев.

Содержание зольных веществ в слоевищах эпифитных лишайников в 1,5–2 раза выше, чем в корке деревьев, зольность городских лишайников в 2–3 раза выше, чем пригородных. Установлено, что содержание большинства элементов в талломах различных видов лишайников статистически отличается. Соотношение элементов в талломах *Physcia tenella*, *Phaeophyscia orbicularis* и *Physconia distorta* в наибольшей степени коррелирует с таковым в слоевищах других видов эпифитных лишайников. Эти виды предложены в качестве тест-объектов для лишеномониторинга городской среды по показателям загрязненности атмосферного воздуха тяжелыми металлами.

## SUMMARY

The book summarizes the results of the research carried out in Gomel region. As a result the annotated check-list of lichens and lichenicolous fungi for Gomel region has been compiled. 315 species and 2 subspecies have become known so far. The lichens were analyzed systematically, morphologically and geographically.

120 species and 2 subspecies of lichens were found within the suburban area around Gomel. The check-list of lichens and lichenicolous fungi of the city of Gomel includes 86 species.

The field studies resulted in the mapping of lichens distribution. Foliose and fruticose epiphyte lichens were chosen as more applicable for this purpose. The map shows that the lichen distribution on the territory of the city is not related to the concentrations of organic and inorganic pollutants. The greatest number of lichen species was found in parks and on certain plots directly adjacent to the border lines of the city – in localities with many trees served as substratum.

It was found out that the distribution of lichens depends on pH level of tree bark. This dependence was found for 7 lichen species whose occurrence was between 10 and 70 % per tree in study. They are *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Melanelixia subaurifera*, *Melanohalea exasperatula*, *Physcia caesia*, *Physconia distorta* and *Physconia enteroxantha*. Thus, lichens can be applied for bark acidity identification which depends on the acidity of atmospheric precipitation. Environmental acidity levels can be estimated by the presence or absence of these 7 lichen species.

Concentrations of Rb, Ca, B, K, Mg, Li, Ti and Sr in substratum showed direct correlation with lichens occurrence. These elements are alkali and alkaline earth metals. They indirectly affect lichen occurrence by changing acidic-alkaline bark properties.

The contents of mineral elements in the thalli of epiphytic urban lichens were 2 – 3 times higher than in the suburban ones and they were 1.5 – 2 times higher than in the bark of trees. Despite the differences in the contents of the elements in different lichen species, the ratio of elements in the thalli of *Physcia tenella*, *Phaeophyscia orbicularis* and *Physconia distorta* correlated with those in other lichen species. These are proposed as test objects for monitoring of the urban environment.

Научное издание

**Цуриков** Андрей Геннадьевич

**ЛИШАЙНИКИ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ  
(опыт лишеномониторинга)**

Подписано в печать 01.04.2013. Формат 60×84 1/16  
Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 16,0.  
Уч.-изд. л. 17,5. Тираж 100 экз. Заказ 199.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»  
Лицензия № 02330/0549481 от 14.05.2009.  
Ул. Советская, 104, 246019, г. Гомель.

