

УДК 581.55:581.9(571.15)

Е. Ю. Стась
Т. А. ТерёхинаE. Stas
T. TerekhinaВЛИЯНИЕ ГОРОДА БАРНАУЛА НА СОСТОЯНИЕ
ЭПИФИТНЫХ ЛИШАЙНИКОВЫХ СИНУЗИЙINFLUENCE OF BARNAU-SITY ON CONDITION OF
EPIFITIC LICHEN COMMUNITIES

В настоящее время в связи с развитием мониторинга состояния окружающей среды одним из методов, позволяющих оценить загрязненность воздушной среды, является лишеноиндикация. Флористические и фитоценологические лишеноиндикационные методы основываются на видовом составе лишайникового покрова и на присутствии (отсутствии) отдельных видов; через какие-либо количественные характеристики отдельных видов или группировок можно судить о воздействии загрязнителей на лишайники (Мартин, 1984).

Несмотря на автономность эпифитных лишайниковых группировок в фитоценозах (одна и та же группировка может встречаться в различных растительных сообществах), их следует все-же рассматривать как синузии, и не считать их отдельными ассоциациями (Трасс, 1965). Представители одного и того же вида могут участвовать в формировании разных синузий ценоза (Бязров, 1990), в лишайниковых синузиях происходят сукцессии в силу внутренних и внешних причин. Поэтому определенный интерес представляет динамика эпифитных лишеносинузий в условиях города и прилегающей к нему территории. Изучение лишайниковых группировок Барнаула было

проведено нами ранее и выявлено, что в городских условиях доминируют синузии, образованные листоватыми лишайниками из р. *Physcia* (Терёхина, Стась, Маркова, 1996). Группировка, образованная *Physconia grisea* и *Physcia stellaris* встретила в парках города с частотой от 20% до 100%, причем доминировать в синузии может и тот и другой вид. Эти виды, а также *Physcia aipolia* и *Physcia adscendens* (Fr.) Oliv. em. Bitt. встречаются в различных сочетаниях с *Xanthoria polycarpa*, либо образуют моновидовые синузии, частота встречаемости которых довольно высока – от 20 до 66%. Эти виды являются нитрофиль-

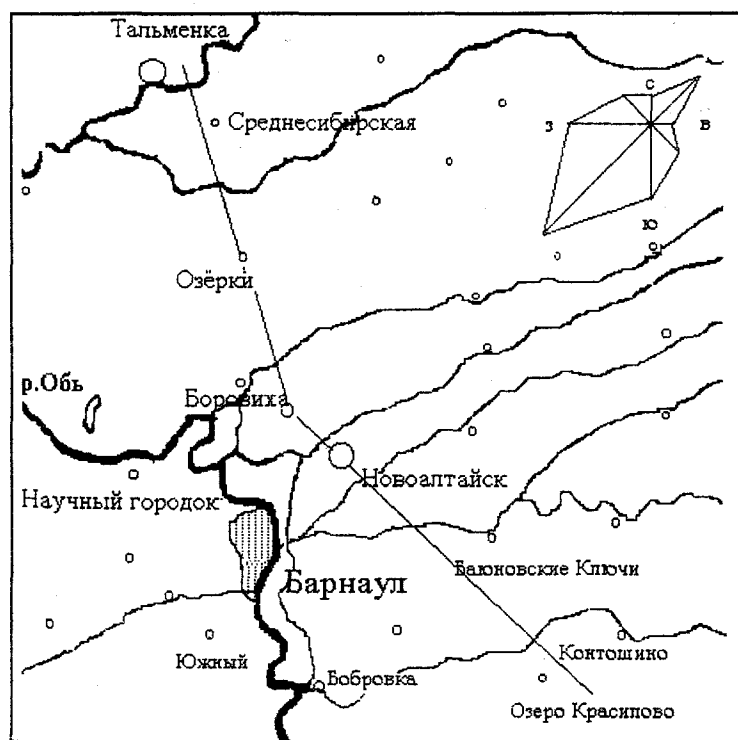


Рис 1. Карта. Места отбора проб лишайников в окрестностях Барнаула

ными и в различной степени токситолерантными (Hawks-worth, Rose, 1970; Мартин, 1982; Трасс, 1982; Малышева, 1995; Wirth, 1995; Бязров, 1996 и др.).

Обобщая полученные результаты и оценивая состояние воздушной среды города Барнаула, по степени загрязнения можно выделить следующие зоны:

1. Зона сильного загрязнения, охватывающая всю городскую территорию, характеризуется бедной лишайнофлорой, угнетенным состоянием лишайников и низким проективным покрытием их группировок (менее 15%). Минимальное проективное покрытие группировок наблюдается в парке Ленина (7%), Целинник (11%), Юбилейный (11.6%), расположенных в местах новых построек Ленинского, Индустриального и Железнодорожного районов города. Эти парки – антропогенно измененные естественные участки растительности – образованы берёзой бородавчатой, берёзой пушистой, клёном ясенелистным, тополем черным, осиной, вязом мелколистным и практически всегда подвержены воздействию: при преобладающем юго-западном направлении ветра – влиянию атмосферных выбросов Силикатного и Власихинского промышленных узлов, а при северных ветрах – выбросов заводов (Моторного, Шинного, “Химволокна”). Также низкое проективное покрытие у группировок Горпарка (14.3%) и парка ВДНХ (10%), расположенных в Центральном районе города – в самой низкой его части, куда стекаются все выбросы и в осенне-весенний период наблюдаются застойные явления воздушных масс. В целом практически вся территория города в той или иной степени подвержена атмосферному загрязнению и о чистых районах говорить не приходится.

2. Зона умеренного загрязнения включает “нагорную” часть с участком соснового бора, примыкающего к городу с южной стороны. Здесь видовое разнообразие повышается, появляются кустистые формы, но угнетенность лишайников ещё наблюдается. Проективное покрытие группировок составляет от 15 до 20%. Они образуют *Flavopunctelia soledica*, *Parmelia sulcata*, *Hypogymnia physodes* с доминированием *Flavopunctelia soledica*; также этот лишайник образует моновидовые синузии, частота встречаемости которых довольно высока (40–80%), т. к. этот вид обычен для сосняков. Первая точка отбора в нагорной части и в районе Лесного пруда (Бульгино) расположены на стыке пониженной части города и высокого берега р. Обь, где существенно влияние застойных явлений воздушных масс, а также выбросов завода АЗА. Здесь талломы лишайников также морфологически отличны от контрольных образцов (в качестве контроля были взяты образцы из окр. с. Красилов и с. Контошино): нередко они имеют бурый оттенок, сморщивание и разрушение центральной части розетки, не превышающей в диаметре

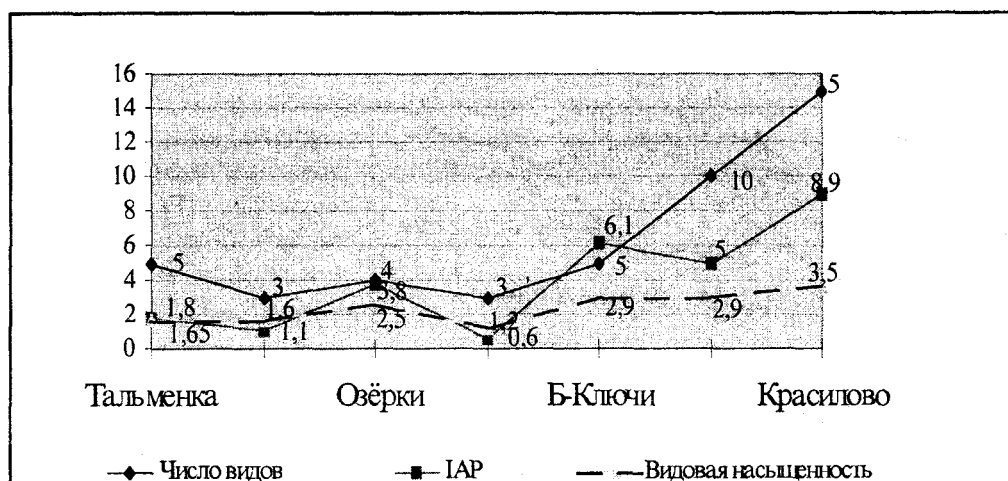


Рис. 2. Динамика показателей по профилю Тальменка–Красилово.

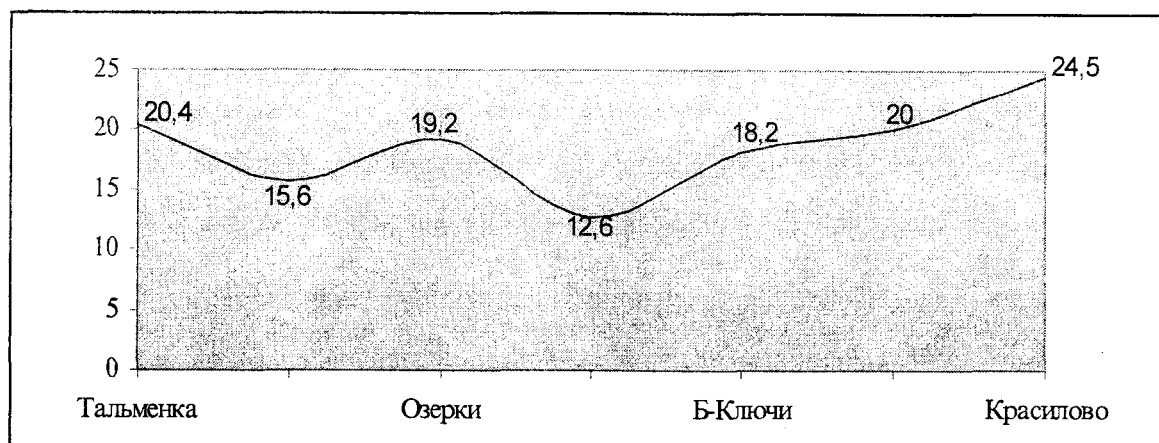


Рис. 3. Динамика среднего проективного покрытия по профилю Тальменка-Красилово.

3–3.5 см (против 4.5–5.5 см у контрольных образцов). Лопасты талломов заметно мельче, на их краях вследствие разрушения хлорофилла водоросли – желтые или буроватые пятна; наблюдается также недоразвитие репродуктивных органов (соралей), или они имеют желтобурый оттенок. В этой зоне на стволах сосен и берез можно встретить так называемые “цветовые пятна”, свидетельствующие о гибели прежде распространенных эпифитов. Талломы *Hypogymnia physodes* и *Parmelia sulcata* не превышают 2–2.5 см (в контроле 4–5 см); апотеции у *Physcia stellaris* развиты в меньшей степени, чем у экземпляров контрольных точек. Здесь начинают встречаться кустистые лишайники – *Evernia mesomorpha*, *Usnea hirta*, *Cladonia chlorophaea* на комле сосны. Проективное покрытие в этих местообитаниях колеблется от 12.3% до 16–17.2%.

3. Зона слабого загрязнения, включающая загородные районы (Научный городок и пос. Южный), характеризуется большим видовым разнообразием лишайниковых группировок и проективным покрытием более 20%. В зеленых массивах Научного городка и пос. Южный, расположенных в 10–15 км северо-западнее и юго-западнее от города (соответственно), преобладают многовидовые синузии. Из кустистых встретилась *Cladonia fimbriata* в группировке с *Physcia stellaris*, *Flavopunctelia soredica* и *Parmelia sulcata* на стволе берёзы в Научном городке. Число видов, образующих одну группировку составляет 5–7, возрастает; среднее проективное покрытие – 20.5–22%.

Чтобы оценить с помощью лишайников состояние воздушной среды прилегающей к городу территории, был заложен профиль общей протяженностью около 95 км, проходящий с севера от пос. Тальменка на юго-восток до с. Красилово вблизи Барнаула (см. карту). Пробы отбирались в удалении от населенных пунктов, автомобильных и железных дорог в сосняках, образованных *Pinus sylvestris*, с 10 деревьев примерно одинакового возраста на высоте 1.5 м от земли. При обработке материала учитывались видовой состав группировки, среднее проективное покрытие, количество и встречаемость видов в каждой точке, ее видовая насыщенность (или среднее число видов). Отмечались морфологические особенности – размеры, окраска талломов, некрозы, представленность репродуктивных органов. Также для каждой точки посчитан индекс чистоты атмосферы (IAP), предложенный Лебланом и Де Слугером, и являющийся суммой произведений показателя обилия-встречаемости f и экологического индекса Q , отражающего чувствительность к загрязнению каждого из составляющих группировку видов (Мартин, 1984):

$$IAP = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i \times f_i}{10} \quad (n - \text{число видов})$$

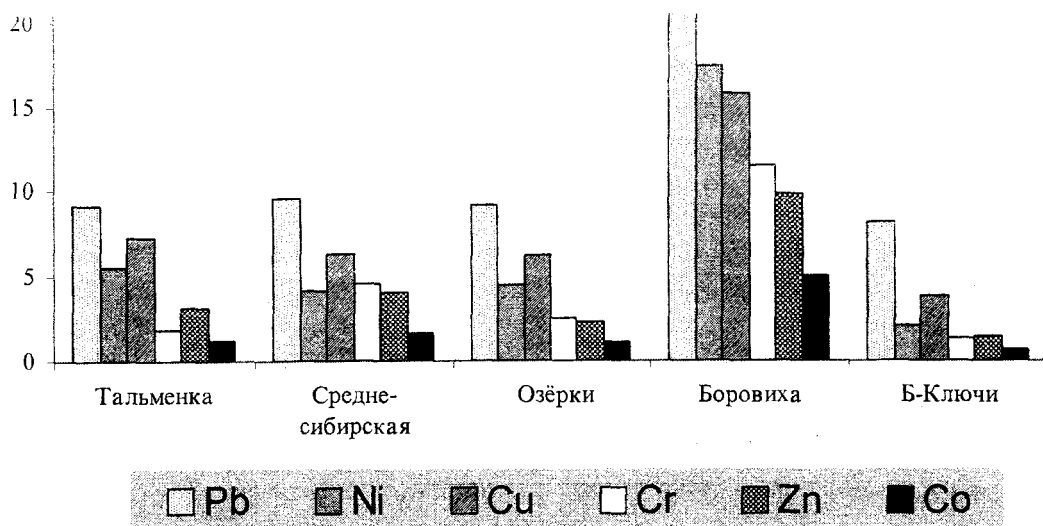


Рис. 4. Содержание некоторых тяжелых металлов в снеговом покрове, март 1992 г. (тв.осадок, мкг/м² сут.)

В окрестностях пос. Тальменка, расположенном в 50 км севернее от города, в сосняках осоковом и землянично-осоковом более 50% лишайниковых группировок являются моновидовыми и образованы листоватым лишайником *Flavopunctelia soledica*, имеющим коэффициент встречаемости 95% (табл.). Этот вид доминирует и в других группировках на сосне – в основном с *Evernia mesomorpha* (30%), а также с *Parmelia sulcata* (30%). Всего в этих точках было отмечено пять видов лишайников. *Hypogymnia physodes* встретила всего лишь в двух пробах на сосне, *Cladonia fimbriata* – в одной пробе на стволе берёзы. Многие экземпляры имеют признаки угнетения – некротические пятна, обесцвечивание соралей, буроватый оттенок, мелкие размеры талломов (1–2 см). Группировку здесь образуют 1–2 вида (редко 3–4), среднее проективное покрытие составляет 20%.

Около ст. Среднесибирская в 40 км севернее от города, в сосняке осоковом также преобладает *Flavopunctelia soledica* (100%), но во всех пробах отмечены признаки угнетения, половина всех группировок являются моновидовыми. В этой точке отмечено три вида: *Evernia mesomorpha* встречается с частотой 30% и не превышает 1 см, *Hypogymnia physodes* f. *labrosa* – 10%. Среднее проективное покрытие составляет 15.4%.

В окрестностях с. Озёрки (25 км севернее от города) в сосняке землянично-осоковом эпифитные лишайники представлены четырьмя видами с доминированием в двух-трёхвидовых синузиях *Flavopunctelia soledica* (коэффициент встречаемости 80%). Также здесь встречаются *Usnea hirta* (70%), *Evernia mesomorpha* (60%) и *Hypogymnia physodes* (40%); многие талломы угнетены и не превышают в размерах 2–2.5 см. Среднее проективное покрытие группировок составляет 19%.

В сосняке осоковом около с. Боровиха (15 км севернее от города) девять из десяти группировок на стволах сосны образованы только одним видом – *Flavopunctelia soledica*. Редко (с коэффициентами встречаемости 10%) встретились *Parmelia sulcata* и *Physconia grisea* на стволе берёзы. Как видно, эпифитная лишайниковая флора здесь очень бедна (видовая насыщенность лишь 1.2), среднее покрытие группировок самое низкое из всех точек и составляет 12.6%. Также отмечено у некоторых экземпляров наличие некрозов и мелкие размеры слоевищ, не превышающих в диаметре 2 см. Боровиха расположена ближе всех к городу и попадает в зону влияния его атмосферных веществ-загрязни-

телей, которая при юго-западных ветрах имеет северо-восточную направленность. Это отрицательное влияние сказывается и на лишайниковой флоре, и присутствующие здесь виды можно считать устойчивыми к загрязнению воздушной среды.

Местообитания, расположенные юго-восточнее от города отличаются более разнообразной эпифитной лишайнофлорой. В Б-Ключах (30 км) в сосняке орляковом встретилось пять видов лишайников, причем роль *Flavopunctelia soledica* уже не так существенна (встречаемость её 20%), а в синузиях велико участие других видов – высока встречаемость *Hypogymnia physodes* (90%), *Evernia mesomorpha* (90%), *Usnea hirta* (80%). В одной группировке на стволе берёзы встретились *Bryoria implexa*, не отмеченная для точек северного направления. Моновидовых синузий нет, группировки образованы 2–4 видами (видовая насыщенность здесь 2.9), а участие видов в их образовании примерно равноценно, с некоторым преобладанием *Evernia mesomorpha* и *Hypogymnia physodes*. Среднее проективное покрытие эпифитных лишайниковых группировок составило 18%.

В сосняке моховом в окр. с. Контошино и в сосняке бруснично-осоковом в окр. с. Красилово (около 50 км от города) встретилось 10 и 15 эпифитных видов соответственно, причем *Usnea glabrescens*, *Pseudevernia furfuracea*, *Hypogymnia tubulosa*, *Catraria pinastri* встретились только здесь из всех точек профиля, что говорит о чувствительности этих видов к воздействию атмосферных загрязнителей. Чаще других встретились *Hypogymnia physodes* (60 и 90%), *Usnea hirta* (50 и 90%), *Evernia mesomorpha* (60 и 90% соответственно). Существенна роль этих видов в образовании эпифитных

Таблица

Встречаемость эпифитных лишайников в местообитаниях профиля Тальменка–Красилово, %

Вид	Тальм. сосняк	Среднесиб. сосняк	Озерки сосняк	Боро- виха сосняк	Б.-Ключи	Конто- шино	Красилово	
							берез- няк	сосняк
<i>Flavopunctelia soledica</i> (Nyl.) Haly	95	100	80	100	20	25	50	10
<i>Evernia mesomorpha</i> Nyl.	30	40	60		90	60	60	90
<i>Parmelia sulcata</i> Tayl.	30	10		10		20	70	
<i>Hypogymnia physodes</i> Nyl.	15	10	40		90	60	30	90
<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) Fr.	10							+
<i>Usnea hirta</i> (L.) Wigg.			70		80	50		90
<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt				10			10	
<i>Bryoria implexa</i> (Hoffm.) Brodo et D. Hawksw.					10		20	
<i>Melanelia olivacea</i> (L.) Essl.						10	30	
<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.						20	10	
<i>Xantoria polycarpa</i> (Ehrh.) Rieber						10		
<i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf.						20		20
<i>Vulpicidia pinastri</i> (Scop.) J.-E. Mattson et La						+		
<i>Hypogymnia tubulosa</i> (Schaer.) Hav.							10	
<i>Phaeophyscia ciliata</i> (Hoffm.) Moberg							10	
<i>Physcia adsensens</i> (Fr.) Oliv. et Bitt.							30	
<i>Usnea glabrescens</i> (Nyl.) Ras.							10	
Всего видов	5	4	4	3	5	10	15	

“+” – присутствие вида на комлевой части ствола

группировок – гипогимния вздутая доминирует в синузиях Красилово с эвернией и уснеей (в семи пробах из десяти). В Контошино преобладают *Usnea hirta* и *Evernia mesomorpha* (в пяти пробах), *Flavopunctelia soledica* (в двух) в сочетании с *Parmelia sulcata*, *Hypogymnia physodes*, *Evernia mesomorpha*, *Melanelia olivacea*.

На рисунке 1 отражено изменение числа видов, видовой насыщенности и индекса чистоты атмосферы для рассматриваемого профиля, заметна общая динамика этих трех показателей. Низкое флористическое разнообразие эпифитных лишайников в северном направлении от города (3–5 видов) и увеличение числа видов (до 15) в юго-восточном направлении. Видовая насыщенность минимальна в пос. Тальменка (1.8), на ст. Среднесибирская (1.6) и в с. Боровиха (1.2) и увеличивается до 3.5 в с. Красилово. Возрастает и индекс чистоты атмосферы: от минимального значения в с. Боровиха (0.6) до 8.9 в с. Красилово. Также можно проследить изменения в проективном покрытии группировок: на рисунке 2 заметно уменьшение его в с. Боровиха и увеличение в юго-восточном направлении.

Проведено сравнение полученных данных с содержанием некоторых тяжелых металлов в снеговом покрове того же профиля 1992 г. Данные были предоставлены НИИ экологического мониторинга, концентрации металлов усреднялись по пяти близлежащим точкам пробоотбора. Обобщающий показатель для меди, цинка, свинца и бария показал превышение фоновых значений в Тальменке и Среднесибирской в 3–5 раз, в Озёрках – в 3 раза, в Боровихе – от 5 до 20 раз, за Б-Ключами он не превышает фоновых значений. Рисунок 3 отражает высокие концентрации тяжелых металлов в Боровихе, некоторое увеличение в сторону Тальменки и снижение в Б-Ключах.

Для территории г. Барнаул и его окрестностей на данном этапе работы отмечено 35 видов эпифитных лишайников. В северном направлении от города техногенный фактор является лимитирующим в развитии лишайниковых группировок в сосновых борах.

Лихеноиндикационная работа на данной территории проводится впервые. Полученные данные послужат основой для дальнейших лихеноценотических исследований и мониторинга окружающей среды.

Работа выполняется при поддержке Федеральной целевой программы “Интеграция” (напр. 2.1, рег. № 119).

ЛИТЕРАТУРА

Бязров Л. Г. Лишайниковые синузии и структура биогеоценоза // Журн. общ. биологии, 1990. – Т. 51, № 5. – С. 632–641.

Бязров Л. Г. Видовое разнообразие лишайников Москвы // Бюлл. МОИП, 1996. – Т. 101. Вып. 3. – С. 68–77.

Голубкова Н. С. Определитель лишайников средней полосы Европейской части СССР. – Л.: Наука, Ленингр. отделение, 1966. – 255 с.

Мальшева Н. В. и др. История создания и современное состояние сестрорецкого парка “Дубки” (на основе лихеноиндикации, фитопатологического и фитоценологического анализов) // Вест. С-Пб. ун-та, сер. Биология. – 1995. – Вып. 2. – № 10. – С. 46–51.

Мальшева Н. В. Биоразнообразие лишайников и оценка экологического состояния парковых ландшафтов с помощью лишайников (на примере парков окр. Санкт-Петербурга) // Новости систематики низших растений. – 1996. – Т. 31.

Мартин Ю. Л. Лихеноиндикация состояния окружающей среды // Взаимодействие лесных экосистем и атмосферных загрязнителей. – Таллин, 1982. – Ч. 1. – С. 27–47.

Мартин Ю. Л. Лихеноиндикационное картирование загрязнения атмосферного воздуха // Международная школа по лихеноиндикации. – Таллин: АН ЭССР, 1984. –

С. 15–33.

Определитель лишайников СССР. Вып. 1–5. – Л.: Наука, 1978.

Определитель лишайников России. Вып. 6. – С-Пб.: Наука, 1996. – 203 с.

Поцене И., Амброзайтене Р. Влияние антропогенного фактора на видовой состав лишайников // Науч. труды высш. учеб. заведений ЛитССР. Биология. – 1985. – Вып. 23. – С. 58–71.

Седельникова Н. В. Лишайники Алтая и Кузнецкого нагорья. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 1990. – 175 с.

Терёхина Т. А., Стась Е. Ю., Маркова Е. Ю. Оценка состояния лишайниковых синузий в условиях города Барнаула // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. Барнаул, 1996. – С. 155–163.

Трасс Х. Х. Лишайниковые синузии как компонент биогеоценозов (экосистем) // Проблемы изучения грибов и лишайников. – Тарту, 1965. – С. 207–211.

Трасс Х. Х. Лихеноиндикация как метод биомониторинга динамики окружающей среды // Экол. мониторинг в биосферных заповедниках соц. стран. – Пущино, 1982. – С. 159–160.

Hawksworth D. L., Rose F. Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. – Nature, 1970, vol. 227, P. 145–148.

Wirth V. Die Flechten Baden-Württembergs. Teil 1, 2. Stuttgart: Ulmer, 1995.

SUMMARY

Special variety of epifitit lichen communities of Barnaul and its vicinities are various. The zone of influence of air pollution of city is distributed in nothern direction.