

ЛИШАЙНИКИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ АСТРАХАНСКОГО РЕГИОНА

Работа выполнена на основе оригинальных материалов, собранных за период 1994-2002 годов. За это время маршрутными исследованиями были охвачены все основные районы Астраханского региона.

С 1996 года исследуются лишайники в экологическом мониторинге больших и малых городов дельты Волги. Изучены особенности видового состава лишайников аридной зоны, картографирование их распространения, зонирование индикаторных видов лишайников, использован метод трансплантации талломов.

Ценологические описания группировок эпифитных лишайников проводили на территории г. Астрахани, ближайших окрестностей (Тинаки-1, 2), в заповедниках: Биосферном, Богдинско-Баскунчакском, в заказнике Ильменно-Бугровом, в лесах Орловском и Ступинском.

Согласно методикам лишайноиндикационных исследований (Мартин, 1978; Голубкова, Малышева, 1978; Kiszka, 1984) карта города (1:5000) была разбита на квадраты – пункты. Для выявления особенностей распространения лишайников в качестве картографической основы использовали план г. Астрахани (Атлас, 1998).

При учете покрытия лишайников-эпифитов использовали сеточки-рамки. Метод общепринят в лишайнологии (Инсаров, 1982). Размеры сеточек могут быть различными: редко – 5x10 см (Аблаева, 1978), наиболее часто – 10x10 см (Расыньш и др., 1977) или 20x20 см (Голубкова, Малышева, 1978; Горшков, 1984; Лийв, 1984; Сандер, 1984; Закутнова, 1988, 1996).

На загрязненных территориях покрытие стволов лишайниками мы определяли на высоте 1,5 м с северной, западной, южной, восточной экспозиций на площадке 100 см кв., используя сеточку-рамку 20x20 см. Кроме того, отмечали присутствие видов лишайников, обнаруженных вне сеточки от основания ствола до высоты 2 м. Требующие уточнения виды собирали для последующего определения.

Определение лишайников проводили по традиционной в лишайнологии методике, в основе которой лежат анатомо-морфологический метод и применение реактивов (Определитель..., 1974). При этом использовали определители: Томин, 1956; Определитель..., 1960; Голубкова 1966; Определитель..., 1971-1978 гг.; Moberg, 1977; Poelt, 1969; Poelt, Vezda, 1981. Номенклатура таксонов приведена согласно современным сводкам (Hawksworth, Eriksson, 1986; Santesson, 1993).

Определение образцов осуществлялось на кафедре ботаники Астраханского госуниверситета. Правильность определения проверена в

Гербарии лишайников лаборатории лишайнологии и бриологии Ботанического института им. В.Л. Комарова БИН РАН.

Для определения величины индекса полеотолерантности (I.P.), выделения зон в г. Астрахани на каждом дереве закладывали по четыре учетные площадки размером 20x20 см (две у основания ствола и две на уровне груди) на противоположных по экспозиции сторонах ствола (Трасс, 1984). Среднее значение I.P. вычисляли для каждого обследованного ствола дерева, а затем каждой учетной площадки. По методике Трасса (1968, 1984) величины I.P. на территории г. Астрахани были скоррелированы со среднегодовыми концентрациями диоксида серы в воздухе. Ранее такое исследование было проведено в г. Грозном (Закутнова, 1988). Индекс полеотолерантности вычисляли по формуле:

$$IP = \sum_{i=1}^n a \times c / C_1,$$

где a – степень толерантности вида лишайника к городской среде; c – ранговая величина покрытия вида (в баллах); C – степень общего покрытия всех видов (в баллах); n – число видов.

Встречаемость каждого вида определяли по 5-балльной шкале:

- 1 балл – 0-20%; 2 балла – 21-40%;
- 3 балла – 41-60%; 4 балла – 61-80%;
- 5 баллов – 81-100%.

Покрытия оценивали по следующей 5-балльной шкале (Мартин, 1984):

- 1 балл – 1-5%; 2 балла – 6-20%;
- 3 балла – 21-40%; 4 балла 41-65%;
- 5 баллов – 66-100%.

Индекс полеотолерантности применялся в основном в Эстонии (Мартин, Мартин, 1976; Мартин, 1978; Мартин, 1984; Лийв, 1988), в Мончегорском районе (Аблаева, 1978), в Казани (Голубкова, Малышева, 1978), в Южном Прибайкалье (Трасс и др., 1988); в Грозном (Закутнова, 1988); в Астрахани (Закутнова, Пилипенко, 2003).

Помимо изучения видового состава лишайников, картографирования их распространения, зонирования районов использовали метод трансплантации талломов по методике Pearson (1993). Для трансплантации использовали эпифитные лишайники *Xanthoria parietina*, *Physconia distorta*, которые вместе с субстратом отделяли от деревьев, а затем эти талломы размещали на обследуемой территории. Выбирали безупречные местные виды с неповрежденными талломами с одной породы (*Salix alba*). Лишайники располагали рядом, увлажняли и отбирали насыщенные влагой зеленые крупные экземпляры. Размещение сравнительно однородного материала позволяет обоснованно интерпретировать результаты исследования.

За критерий действия загрязнителя учитывали долю (%) поврежденной части таллома от его общей поверхности за период наблюдения. Отмечали отмершие части лишайника по характерной белой и серой окраске, так как погибшие талломы лишены зеленых и сине-зеленых пигментов (Бязров, 2002). Составляли таблицы наблюдений за состоянием талломов лишайников на разном расстоянии от источника загрязнения атмосферного воздуха.

Учет состояния пересаженных талломов *Xanthoria parietina* на разном расстоянии от «Астраханьгазпрома» до г. Астрахани проводили по методике Pearson (1993): 0 – полностью погиб таллом; 1 – таллом с сильными повреждениями; 2 – таллом с незначительными повреждениями; 3 – здоровый таллом.

Изучение лишенофлоры начали с г. Астрахани и его окрестностей. В Астрахани насчитывается 8 крупных парков, несколько десятков скверов, большое количество садов в частном секторе, озелененные площади некоторых больниц, берега реки Волги и ее протоков. Городские сады, парки и скверы представляют собой искусственные группировки, созданные человеком и отличающиеся своим видовым составом от естественных группировок (фитоценозов) данной области.

Всего площадь зеленых насаждений общего пользования (парки, скверы) составляет в пределах г. Астрахани около 10% от площади города. Кроме того, имеются сады частного сектора.

Самым древним парком является парк курорта «Тинаки», возраст которого более 100 лет. Лесопарковая зона курорта представляет наибольший интерес в лишенологических исследованиях, так как этим местообитаниям свойственно наибольшее разнообразие видов лишайников. Ку-

рорт «Тинаки» находится в области солеозерного района, который лежит ниже уровня океана на 21,6 м. Область озер, являясь по своим признакам типичной предпустыней, обладает континентальным климатом. Однако на самом курорте «Тинаки-2» он несколько отличается от климата окружающих его степных просторов. Наличие на территории курорта значительного количества растительности (22 вида фанерофитов, с большим количеством молодых видов) защищает курорт от ветра, уменьшает суточные колебания температуры приземистого слоя воздуха, повышает влажность воздуха, способствует накоплению и сохранению влаги в почве.

В парке «Тинаки-1» более чем вековой возраст аллеи из тополя Белле (*Populus belle*), который составляет основную часть парка. Многие стволы разрушены, некоторые совсем засохли, нуждаются в санитарной рубке. В этом парке отмечены в большом количестве лишайники: *Buellia disciformis* (Fr.) Mudd, *Caloplaca flavorubescens* (Huds.) J.R. Laundon, *C. cerina* (Ehrh. ex Hewd.) Th. Fr., *C. lobulata* (Florke) Hellb., *C. saxicola* (Hoffm.) Nordin; *Candelaria concolor* (Dicks.) Stein, *C. medialis* Massal., *Candelariella aurella* (Hoffm.) Zahlbr. В обоих парках «Тинаки» на живой коре, гниющей древесине отмечены виды рода: *Collema* Wigg., *Lecanora* Ach., *Flavoparmelia* (L.) Hale, *Phaeophyscia* Mober, *Physcia* (Ach.) Vain., *Physconia* Poelt, *Xanthoria* (Fr.) Th.

Лесопарковая зона является зоной чистого воздуха. На стволах деревьев встречаются виды лишайников естественных ландшафтов, и кроме отдельных видов отмечены синузидальные группировки (*Xanthoria* – *Physcia* – *Parmelia* – *Lecanora*) с доминирующими и фоновыми видами. Сделан вывод, что среди разных элементов господствуют различные эканты (экологические группы), то есть каждый элемент занимает как бы один или два определенных местообитания (Закутнова, 1998, 1999).

В центре города в посадках Кремля отмечено большое количество лишайников: *Tephromelia atra* (Huds.) Hafellner, *Physconia distorta* (With.) J.R. Laundon, *Phaeophyscia orbicularis* (Neek.) Moberg, *Xanthoria parietina* (L.) Belltr.

В парке Аркадия отмечены мелкие розетки в небольшом количестве *X. candelaria*, *Caloplaca decipiens* (Arnold) Blomb. & Forssell. По улице Советской в скверах им. Кирова и Пушкинском – *Xanthoria parietina*, *Tephromelia atra*, *Physconia distorta*. В сквере Михаила Аладьина на акациях лишайники рода *Xanthoria* и *Lecanora*.

Интересным объектом исследования является Покровская роща, которая располагается за христианским кладбищем по Началовскому шоссе. В роще отмечено большое видовое разнообразие лишенофлоры родов: *Buellia* D. Not., *Caloplaca* Th. Fr., *Lecanora* Ach., *Parmelia* Ach., *Phaeophyscia* Moberg, *Physconia* Poelt, *Physcia* (Ach.), *Xanthoria* (Fr.) Fr. Th.

В Советском районе несколько крупных парков. Во всех парках отмечены по стволам мелкие розетки лишайников рода: *Lecanora* Ach., *Xanthoria* (Fr.) Th. Fr., *Physcia* Ach. Vain., *Physconia* Poelt.

По ул. Набережной Приволжского затона небольшой сквер, в нем высажены молодые деревья, на них лишайники не обнаружены. На старых деревьях (тополях, акациях, ивах) отмечены лишайники рода *Xanthoria* – до 10% покрытия стволов.

По улице Адмирала Нахимова, между Домом культуры «Каспийская флотилия» и Стадионом судостроителей – погибает сквер. Деревья одного возраста, засохшие, много погибших. На деревьях в большом количестве отмечены мелкие розетки *Xanthoria parietina* и *Physconia distorta*. На бульваре Энергетиков – Юго-Восток 3 в 1999 году сделаны посадки молодых тополей, ив, вязов, большое количество кустарников. Лишайники на коре деревьев не отмечены, так как на молодых деревьях лишайники поселяются не сразу.

В парке Ленина отмечены клены, тополя и в большом количестве акации. Но все деревья одного возраста, много засохших, погибших, заросших кустарниками. На стволах отмечены мелкие, угнетенные розетки *Xanthoria parietina*, *Physconia distorta*; на тополях – *Tephromelia atra* и лишайники рода *Leprolaria*.

В парках АГТУ и АГУ на коре деревьев повсеместно отмечены мелкие розетки *Xanthoria parietina*, *Physconia distorta*, на тополе черном – *Tephromelia atra*, *Physcia adscendens* (Fr.) H. Olivier.

По улице Яблочкова на лиственных породах в средней части стволов отмечены мелкие розетки лишайников *Xanthoria parietina*, на тополях *Tephromelia atra*, на акациях *Physconia distorta*. Самая зеленая аллея города – ул. Савушкина, где в 1998 году была проведена санитарная рубка кроны старых лиственных пород. При повторном исследовании этой аллеи не обнаружено 4-х видов лишайников: *Lecanora pachychella* Hue., *L. pallida* Rabend., *Physconia grisea* (Lam.) Poelt, *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale. (Закутнова, 1998). От улицы Савушкина начинается бульвар

Победы, который выходит на набережную реки Волги. На коре деревьев лишайники отмечены в основном в средней части стволов: *Xanthoria candelaria*, (L.) Arn., *X. parietina*, *Physconia distorta*, *Tephromelia atra*, *Physcia dubia* (Hoffm) Lettau.

По улице Комарова около предприятия Судоверфь заброшен парк, который погибает. В парке на стволах деревьев в большом количестве обнаружены мелкие талломы лишайников рода *Xanthoria*, *Physcia*, *Physconia*; на коре дуба найден единичный мелкий таллом *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale.

В Труссовском районе в парке Угрюмова на коре лоха серебристого отмечены мелкие розетки *Xanthoria parietina*, *Physconia distorta*, *Tephromelia atra*. В парке им. Кирова на коре деревьев и ветвях кустарников отмечены лишайники *Xanthoria parietina*, *X. candelaria*, *Physcia semipinnata* (J.F. Gmelin) Moberg, *Tephromelia atra*.

Кроме того, в Труссовском районе большое количество садов частного сектора, 70% старых деревянных домов, деревянных заборов, сараев. Отмечено большое количество лишайников *Caloplaca flavorubescens* (Huds.) J.R. Laundon, *Xanthoria candelaria* (L.) Arn, *X. parietina*, *X. substellaris* (Ach.) Wain. На крышах домов, заборах, кирпичных стенах отмечены *Caloplaca lactea* (A.Massal.) Zahlbr, *C.decipiens* (Arnold) Blomb.& Forssell.

В центре города имеется остров **Городской**, который является естественным намывным островом – осередком Волги. Осередки образуются в русле в результате накопления речных наносов, которые делят русло реки на рукава. Процесс накопления происходит интенсивно, появляется луговая, кустарниковая, древесная растительность. Такое происхождение имеет о. Городской, расположенный в черте города Астрахани.

Центральная часть острова представлена коренными ленточными лесами. Целью исследования было определение современного состояния лишенофлоры и выявление чувствительных лишайников к загрязнению атмосферного воздуха. Территория острова Городской исследована: 1. Прирусовая грива, заросшая древесной растительностью. Отмечено до 10% погибающих ив, которым необходимы санитарные обрезки сухих вершин. 2. Лесопосадка. Обращает внимание одновозрастное состояние деревьев и частично погибших кустарников. В местах исследования отмечены на стволах древесной растительности (*Tephromelia atra*, *L. pallida* Rabend, *L. pachycheilla*, *Physconia distorta*, *Xanthoria parietina*, *X. candelaria*).

3. Просмотрены берега с зарослями тростника, рогоза и заболоченные участки почвы. Эпигейные лишайники не отмечены. В районе о. Городской через реку Волгу построен Новый мост для транспортных связей между левобережными и правобережными районами. На бетоне отмечены мелкие розетки *Candelariella reflexa* (Nyl.) Lettau. Кроме того, выгодное географическое положение на стыке р. Волги и

Каспийского моря способствовало превращению города в крупнейший перевалочно-транспортный узел страны. Автомобильными дорогами город связан с Волгоградом, Элистой, Сев. Кавказом. Промышленность города расположена в основном в северной, северо-восточной и восточной части левобережья и на севере, северо-западе и западе правобережья. Новый мост служит для перевозки грузов этих

Таблица 1. Лишайники Астрахани

ЛИШАЙНИКИ	Местообитания								Субстраты							
	Сады частного сектора	Парки	Скверы	Лесопарк Тинаки	Некрополи	Набережные	Жилые кварталы	Промышл. зона	Автомобильные дороги	Кора	Камни	Древесина	Крыши	Заборы	Искусственный субстрат	Почва
<i>Aspicilia esculenta</i> (Pall.) Flageu				+												+
<i>Buellia disciformis</i> /Fr./ Mudd				+						+						
<i>Caloplaca flavorubescens</i> (Huds.) J.R. Laundon				+						+						
<i>C. cerina</i> / Ehrh ex Hewd/ Th. Fr.				+						+						
<i>C. decipiens</i> / Arnold/Blomb. & Forssell				+						+						
<i>C. lactea</i> (A.Massal.) Zahlbr															+	
<i>C. lobulata</i> (Florke) Hellb																
<i>C. saxicola</i> (Hoffm.) Nordin				+						+						
<i>Candelaria concolor</i> / Dicks./ J.Stein	+	+		+						+	+					
<i>C. medialis</i> Massal.	+	+		+						+		+				
<i>C. reflexa</i> (Nyl.) Lettau															+	
<i>Candelariella aurella</i> /Hoffm./ Zahlbr.	+	+		+						+	+				+	
<i>Collema furfuraceum</i> (Arnold.) Dr. Em. Degel.				+												
<i>Lecanora albescens</i> / Hoffm./ Branth. et Rostr.				+						+	+					
<i>L. dispersa</i> /Pers/ Sommerf				+	+	+					+					
<i>L. carpinea</i> /L./ Vain				+							+					
<i>L. epibryon</i> (Ach.) Ach.				+						+						
<i>L. intumescens</i> /Robent./ Rabenh.				+						+						
<i>L. palida</i> /Schreb./ Rabenh.				+												
<i>L. pachycheila</i> Hue		+		+						+						
<i>L. hagenii</i> (Ach.) Ach.								+	+							
<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale.	+			+												
<i>Tephromelia atra</i> (Huds.) Haffellner	+	+	+	+							+					
<i>Physcia dubia</i> (Hoffm.) Lettau				+												
<i>Ph. mereschkowskii</i> Tomin				+						+						
<i>Ph. stellaris</i> /L./ Nyl.	+	+	+	+		+	+	+	+	+						
<i>Ph. semipinnata</i> (J.F. Gmelin) Moberg				+						+						
<i>Physconia distorta</i> (With.) J.R. Laundon	+	+	+	+						+						
<i>Ph. grisea</i> /Lam./ Poelt				+						+						
<i>Phaeophyscia ciliata</i> (Hoffm.) Moberg				+						+						
<i>Ph. orbicularis</i> (Neck.) Moberg				+						+		+				
<i>Xanthoparmelia camtchadalis</i> = (<i>Parmelia vagans</i>)				+												+
<i>Xanthoparmelia conspersa</i> /Ach/ Hale				+								+				
<i>Xanthoria parietina</i> /L./ Beltr.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>X. candelaria</i> / L./ Arn.	+	+	+	+						+	+		+	+	+	
<i>X. substellaris</i> /Ach./ Wain.	+			+						+						
<i>X. elegans</i> (Lind) Th. Fr.				+											+	

предприятий. Одним из источников загрязнения в Астраханской области является автомобильный транспорт.

В результате исследования о. Городского отмечены мелкие, угнетенные розетки лишайников с пролификацией апотециев, в основном *Xanthoria parietina*, *Physconia distorta*. Причем при осмотре ив, растущих около моста, отмечены лишайники только родов *Xanthoria*. При углублении на остров до 500 метров на ивах обнаружены мелкие, единичные талломы лишайников родов *Xanthoria* и *Physconia*. При удалении на 1000 метров от Нового моста наблюдается видовое разнообразие лишайников.

Кроме того, проводились исследования вокруг промышленных предприятий г. Астрахани. Осмотрена зеленая зона на территории предприятий судостроения и судоремонта по берегам р. Волги и ее крупных рукавов – лишайники отсутствуют или отмечались очень мелкие, разрушающиеся из центра талломы.

В южной части города (Ленинский район) расположены производство химического цикла и территория лакокрасочного предприятия. Здесь встречаются редкие экземпляры лишайников рода *Xanthoria*.

В северо-западной части города (Трусовский район) исследована территория вокруг целлюлозно-картонного комбината – лишайники вообще отсутствуют.

К северу от города в районе газоперерабатывающего комплекса отмечены мелкие, угнетенные талломы лишайников, разрушающиеся от центра. На окраине Советского района обследована территория ТЭЦ – найдено большое количество *Caloplaca saxicola* (Hoffm.) Nordin.

Таким образом, в результате проведенных исследований в пределах административной границы Астрахани выявлено 33 вида лишайников (таблица 1). Отмечено, что большая часть лишайников обитает на коре деревьев, крышах домов, заборов и каменистом субстрате (набережные, памятники, фундаменты). Особую группу образуют лишайники, обитающие на искусственных субстратах, созданных человеком, – бетоне, кирпиче, цементе, шифере. Таких видов 5 – это нитрофильные лишайники.

Благодаря лишеноиндикации установлена корреляция между степенью загрязнения воздуха, количеством двуокиси серы и характером флоры лишайников.

Зонирование территории г. Астрахани (рисунок 1).

I зона – «лишайниковая пустыня». Зона сильного загрязнения (концентрация SO_2 превышает 0,3 мг/кв.м) – территория вокруг промышленных предприятий и центральная часть города. Лишайников нет или встречаются угнетенные, определены нами как токситолерантные виды.

II зона – умеренного загрязнения (SO_2 0,05 – 0,2 мг/кв.м) – парки города, аллеи вокруг Кремля. На стволах деревьев растут некоторые выносливые по отношению к загрязнителям лишайники: леканоры, ксантории, фисции, фисконии и др.

III зона – «зона соревнования» (SO_2 0,05 мг/кв.м) – многокилометровый зеленый пояс дачных посадок вокруг города. Большая встречаемость таких видов: леканор, пармелий, фисций, фисконий.

IV зона – зона чистого воздуха (SO_2 менее 0,05 мг/кв.м) – периферийные районы города. На стволах деревьев встречаются виды лишайников естественных ландшафтов, и кроме отдельных видов отмечены синузидальные группировки с доминирующими и фоновыми видами (парк Тинаки 1, 2).

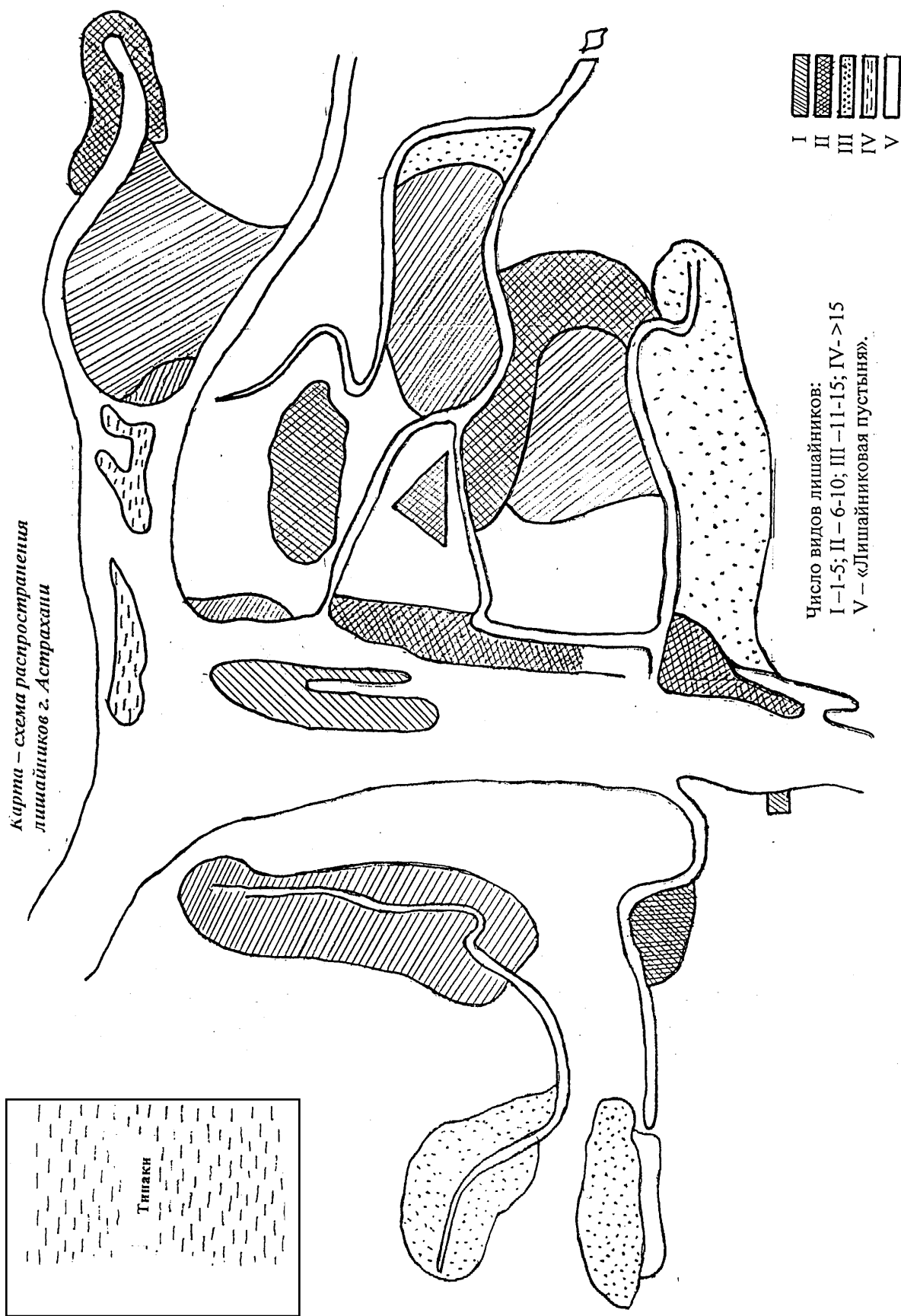
Большое количество лишайников отмечено в посадках Кремля. По-видимому, это более возвышенное и хорошо проветриваемое место. И наоборот, в пределах города наблюдается обеднение лишенофлоры, связанное с атмосферным загрязнением.

По мере удаления от центра города видовое разнообразие лишайников увеличивается. Так, в пределах центра города встречены представители одного вида (*Xanthoria parietina*) на отдельных деревьях, в Братском саду 2+ (*Physconia distorta*), вокруг и на территории Кремля 3+ (*Tephromelia atra*, *Phaeophyscia orbicularis*); через старый мост в Трусовском районе – 7 видов, а в периферийной зоне Тинаки 1,2 отмечено 33 вида.

В то же время на некоторых окраинах города (АЦКК, 3-й микрорайон Юго-Востока) лишайники не обнаружены. Однако наблюдаются отдельные «островки биоразнообразия» даже в промышленных и центральных районах города.

Нами составлена Карта-схема распространения лишайников г. Астрахани (рисунок 2).

В промышленных зонах, на автодорогах отмечены 3 вида лишайников, причем с очень мелкими и угнетенными талломами (*Lecanora hageni*, *Phaeophyscia orbicularis* и *Xanthoria parietina*).



Однако можно выделить отдельные сады частного сектора и даже центральную часть города (территория Кремля), где отмечено скопление видов лишайников из семейства Teloschistaceae.

Уменьшение видового разнообразия эпифитных лишайников, уменьшение числа генеративных возрастных групп, уменьшение численности популяции происходит под влиянием сильного загрязнения воздушного бассейна г. Астрахани и прилегающих территорий. Из всех загрязнителей воздушного бассейна диоксид серы является одним из самых сильных, к которому лишайники наиболее чувствительны.

Несмотря на неоднократно описанную толерантность *Xanthoria parietina* и *Physconia distorta* к загрязнению воздуха, нами отмечено, что под влиянием сильного загрязнения воздушной среды происходит замедление развития и уменьшение талломов, количества и размеров апотециев и ранняя гибель лишайников.

На основе лишеноиндикационного метода районы, относящиеся к зоне сильного загрязнения, выделились в местах скопления промышленных предприятий города. Однако на основе расчета концентраций загрязняющих веществ наиболее загрязненной считается центральная часть города, где проходит центральная автомагистраль. Возможно, при расчетах по загрязняющим веществам не были учтены максимальные нагрузки загрязнения от стационарных источников, на которые чутко реагировали лишайники.

Наиболее пригодными для лишайников в городе являются территории: сохранившиеся остатки Покровской рощи, древний парк Тинаки, которые выделяются относительно большим видовым разнообразием растущих на деревьях лишайников, где еще существуют условия для сохранения в черте города представителей ряда лишайников. В случае улучшения состояния воздушного бассейна в городе лишайники могут продвинуться в районы, расположенные ближе к центру города.

Для изучения экологии и физиологии лишайников лишайниковые трансплантаты начали применять впервые в 60-х годах XX столетия (Hele, 1950, 1954, 1959; Lindahl, 1953; Smith, 1961; Brodo, 1961; Бучельников, Григорьев, 1996, 1997; Бязров, 2002)

Для изучения чувствительности лишайников к загрязнению мы пересадили талломы эпифитных лишайников *Xanthoria parietina*, *Physconia distorta* в Братский сад, парк им. Ленина, частный сектор Трусовского района, чтобы решить задачу индикации загрязнений. Целью исследований являлось фиксирование признаков: повреждение талломов, содержание пигментов, выживаемость.

Все изменения оценивали сравнением талломов перед началом пересадки, через 6 месяцев, через 12 месяцев и через 18 месяцев.

По полученным данным мы выявили, что *Physconia distorta* – наиболее чувствительный вид к загрязнению; *Xanthoria parietina* является наиболее выносливым, полеотолерантным видом.

Чтобы выявить степень воздействия основного загрязнителя воздушной среды – «Астраханьгазпрома» на территории и за пределами его границ, провели наблюдение за пересаженными талломами лишайников. Для этой цели был выбран наиболее устойчивый вид *Xanthoria parietina*. Расположили по пять талломов в следующих пунктах наблюдения: на щите пропускного пункта территории основного источника загрязнения (3 км), поселок Аксарайск (8 км), село Сеитовка (10 км), село Тальниковый (20 км), село Рыча (30 км), микрорайон Бабаевского (частный сектор) – 70 км.

Результаты наблюдений показали негативное воздействие основного загрязнителя. Те образцы лишайников, которые оказались ближе, на расстоянии 3 км, – погибали, на более дальнем расстоянии – 20 км было повреждено до половины наблюдаемых талломов, при удалении от основного источника загрязнителя на 70 км отмечались незначительные повреждения талломов и здоровые талломы. На расстоянии 10 км (Сеитовка) и 30 км (Рыча) результаты наблюдений не зафиксированы из-за разбитых щитов.

Кроме того, по мере удаления от основного загрязнителя видовое разнообразие естественно произрастающих лишайников увеличилось. Но были отмечены изменения внешних признаков. Наблюдение за трансплантированными талломами *Xanthoria parietina* подтверждает проведенное нами зонирование в городе: нет участков с нормальным чистым воздухом, поскольку в местах экспонирования быстро проявлялись признаки повреждения талломов.