
БИОЛОГИЯ

УДК 581.524+470.55

ИЛЬМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗАПОВЕДНИК — СТАНЦИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ФИТОМОНИТОРИНГА

Е.В. КОРОТЕЕВА, Е.И. ВЕЙСБЕРГ, Н.Б. КУЯНЦЕВА
e-mail: elka@ilmeny.ac.ru, lagunov@ilmeny.ac.ru, borisovna@ilmeny.ac.ru.

Ильменский государственный заповедник УрО РАН, г. Миасс, Россия

.Статья поступила 1 июня 2005 г.

Введение

Фитомониторинг, или отслеживание изменений окружающей среды по состоянию растительного покрова — важнейшая составная часть системы биологического мониторинга. Челябинская область, в силу своего зонального расположения, сложного рельефа и особенностей исторического развития, характеризуется повышенным разнообразием растительного покрова — от горных тундр и лесов в северо-западной части до степей на юге. С другой стороны, это населенный регион с интенсивной хозяйственной деятельностью. Данная территория является удобным полигоном для фитомониторинга, так как здесь в полной мере можно реализовать основные принципы и подходы, сформулированные П.Л. Горчаковским [1]. Они заключаются в следующем: репрезентативность эталонных участков, их флористическое и фитоценотическое разнообразие, достаточные размеры, а также сопоставление актуального состояния растительности и потенциального ее состояния (или близкого к нему), представленного сетью особо охраняемых природных территорий.

В Челябинской области одним из наименее нарушенных участков является Ильменский заповедник. Его территория в геоботаническом отношении относится к подзоне смешанных сосново-березовых лесов лесной зоны, промежуточной между подзоной южно-таежных темнохвойно-широколиственных лесов и лесостепной зоной. Растительность представлена различными типами лесов, а также луговыми, горно-степными, болотными, прибрежно-водными и водными сообществами. За пределами заповедника находятся аналоги этих сообществ, подвергающиеся тем или иным антропогенным воздействиям. С 1994 года сотрудниками лаборатории фитомониторинга ведутся работы по созданию региональной системы наблюдения за состоянием растительного покрова. В 2003 году исследования поддержаны Программой фундаментальных исследований Президиума РАН № 13 «Изменение окружающей среды и климата: природные катастрофы», проект «Изменения комплекса растительности горной части Южного Урала в результате антропогенных воздействий в связи с высоким уровнем индустриализации, урбанизации и интенсивным развитием сельского хозяйства: системный фитомониторинг».

Результаты

С целью выявления изменения растительности под воздействием природных и антропогенных факторов заложена локальная сеть, включающая 43 постоянные пробные площади — эталонные участки растительности на территории Ильменского заповедника и временные точечные пикеты на сопредельных территориях (окрестности озер Малое Миассово, Большой Кисегач, Ильменское, Тургойак, окрестности г. Карабаша). В процессе мониторинговых исследований охарактеризовано разнообразие сообществ горной части Южного Урала в пределах подзоны

сосново–березовых лесов. Выбранные участки в основном отражают разнообразие лесных, луговых, остепненных сообществ, а также сообществ водных и переувлажненных местообитаний. Для эталонных участков созданы паспорта, основу которых составляют картосхемы, профили распределения растительных сообществ, их флористические описания, где указан полный видовой состав, обилие видов растений, дана их эколого–морфологическая характеристика. Трансформация под действием хозяйственной и рекреационной деятельности человека оценивалась на пикетах.

В результате сравнительного анализа выявлены изменения на уровне вида, популяции и сообщества. Проявления этого процесса весьма разнообразны. Основные тенденции — обеднение флоры, постепенное стирание ее региональных особенностей, изменения структуры популяций отдельных видов, снижение продуктивности и стабильности растительных сообществ, замена коренных растительных сообществ производными и синантропными.

В ходе исследований разработаны конкретные методики оценки состояния растительных комплексов в зависимости от силы антропогенных нарушений. Известно, что травяно–кустарничковый ярус является одним из самых чутких индикаторов процессов, связанных с негативной человеческой деятельностью. Основным показателем степени нарушенности растительных сообществ в результате деятельности человека может служить индекс синантропизации — доля синантропных видов (как апофитов, так и антропофитов) в процентах от общего числа видов, известных для данной территории. Следующим по значимости показателем является процентное соотношение площади, занятой нарушенными антропогенными растительными сообществами и общей площади растительного покрова.

Очевидно, что индексы синантропизации и апофитизации флоры и растительных сообществ могут быть использованы в качестве индикаторов состояния растительного покрова любых ландшафтов. Проведенные исследования позволяют оценить обстановку как на условно ненарушенных территориях, так и на территориях, подверженных в разной степени антропогенному стрессу. Примененные методы могут также экстраполироваться на другие природные зоны Челябинской области, на Южный Урал в целом, т.е. являются универсальными. [2].

Несмотря на всеобъемлющий характер процесса синантропизации, можно ослабить его интенсивность и предотвратить некоторые его негативные последствия. К числу таких мер относятся: формирование системы природных резерватов, функциональное зонирование их территории с выделением особо охраняемых частей, включающих наиболее ценные эталонные участки растительности, представляющих собой хранилища гено– и ценофонда растительного мира. Однако, даже заповедный режим порой не может полностью решить проблемы сохранения растительных сообществ. Негативные последствия синантропизации прослеживаются и на некоторых участках территории заповедника. Поэтому, одно из важнейших направлений мониторинговых исследований — изучение синантропизации растительных сообществ в условиях заповедного режима под влиянием хозяйственной деятельности на кордонах, дорожно–тропиночной сети, костровищ.

В связи с этим был проведен анализ структуры растительных сообществ на модельных участках, созданы серии карт, отражающих закономерность антропогенной трансформации растительности и ее комплексов. Так, для костровищ и стоянок выявлено три типа изменения состава и обилия видов растений и площади, занятой антропогенно измененными сообществами:

- 1) незначительные нарушения — занимаемая измененной растительностью — до 30 кв. м, сообщества насчитывают более 10 видов, из них синантропных — до 75%;
- 2) умеренные нарушения — занимаемая измененной растительностью площадь составляет 30—100 кв. м, сообщества насчитывают около 10 видов, из них синантропных — около 75 %;
- 3) значительные нарушения — занимаемая измененной растительностью площадь составляет более 100 кв. м, сообщества насчитывают около 10 растений, из них синантропных видов — более 75%.

Значительное участие в составе растительного покрова Челябинской области и, в частности, исследуемого на данном этапе района, принимают сообщества водных и переувлажненных местообитаний. Облик растительного покрова водоема во многом определяется его морфометрическими, гидрологическими, гидрохимическими, гидробиологическими характеристиками и может служить показателем воздействия тех или иных природных и антропогенных факторов (наличие тех или иных загрязнителей, эвтрофирование, радиационное воздействие). Поэтому,

большое внимание в мониторинговых исследованиях уделяется макрофитной растительности водоемов. В качестве объектов мониторинга были выбраны разнотипные озера на территории Ильменского государственного заповедника, а за его пределами — их аналоги, подверженные воздействию разнообразных антропогенных факторов (в общей сложности 10 озер). Отслеживание параметров растительности проводится на системе постоянных экологических профилей, отражающей разнообразие водных и прибрежно-водных биотопов (всего 50 профилей). В результате исследований выявлены флористический состав и синтаксономическое разнообразие макрофитной растительности [3]. Изучение структуры и динамики растительного покрова по каждому из озер (или по отдельным участкам) проводилось по таким параметрам, как таксономическая структура (состав и соотношение представителей таксонов различного ранга), синтаксономическая структура (состав и доля участия растительных сообществ), видовая структура фитоценозов (состав и соотношение видов), экологическая, или экобиоморфологическая структура (состав и соотношение экологических групп или жизненных форм), пространственная структура (горизонтальное и ярусное распределение растений).

Сравнение «заповедных» и «незаповедных» водоемов показало следующее. Заповедные эвтрофные озера могут характеризоваться большей степенью развития растительности, которая занимает относительно большую площадь акватории по сравнению с мезотрофными. Однако, последние отличаются высоким флористическим и синтаксономическим и экобиоморфологическим разнообразием. Антропогенно нарушенные озера отличаются обедненным флористическим составом и однообразием сообществ, в доминанты выходит ограниченное количество видов, что связано с различной толерантностью видов к действию поллютантов. Структура сообществ упрощена. Для разграничения воздействий природных и антропогенных факторов необходим сравнительный анализ динамики эталонных и нарушенных сообществ в комплексе с отслеживанием изменений параметров среды, прежде всего, гидрохимических.

В частности, для оценки состояния водных экосистем использовались структурно-флористические признаки водных и прибрежно-водных местообитаний [4]. Были исследованы сообщества ветландов, расположенные на территории проектируемого природного парка «Тургояк». Гигрофильные фитоценозы формируются на заболачивающихся берегах водоемов, подверженных туризму, выпасу скота, рыбному промыслу, имеющих развитую дорожно-тропиночную систему.

Прибрежно-водная флора природного парка «Тургояк» насчитывает 57 видов сосудистых растений, относящихся к 28 семействам (тогда как в Ильменском заповеднике — 148 видов, относящихся к 46 семействам). Анализ биоморфологической, экологической и ценотической структур исследованных сообществ выявил их биотопическое своеобразие. Флора переувлажненных местообитаний образована, в основном, травянистыми растениями. Многолетние виды составляют около 90%. Среди них самые многочисленные (до 50%) — вегетативно подвижные (длиннокорневищные и надземностолонные) растения. В экологическом спектре флоры переувлажненных местообитаний, как парка, так и Ильменского заповедника, преобладают гигромезофиты; мезофиты, гигрофиты и гидрогигрофиты представлены примерно в одинаковом соотношении; число гидрофитов незначительно. Большая часть видов относится к болотной и прибрежной группам, на долю которых приходится от 41 до 71%.

Распределение видов по грациям ландшафтной активности выявило преобладание во флоре парка низкоактивных видов (69% от общего числа), являющихся стенотопами.

В сообществах ветландов природного парка отмечено 14 синантропных видов, среди которых археофитов — 2 (*Persicaria lapathifolium* (L.) S.F.Gray, *Lactuca serriola* L.); неофитов — 2 (*Chenopodium glaucum* L., *Lepidotheca suaveolens* (Pursh.) Nutt.); естественных синантропных видов — 10 (*Poa annua* L., *Potentilla anserina* L., *Tussilago farfara* L., и др.). В фитоценозах переувлажненных местообитаний доминируют только естественные синантропные виды (*Bidens tripartita* L., *Urtica dioica* L., *Agrostis stolonifera* L.). По классификации И. Хэнски все они относятся к «горожанам» — массовым видам в большинстве случаев с ограниченным диапазоном распространения. В целом, преобладают «спутники» (8) — малообильные виды с узкой эколого-фитоценотической амплитудой, например *Polygonum aviculare* L., *Taraxacum officinale* Wigg., и др. Среди «сельских» встречено 3 вида, т.к. *Potentilla anserina* L., *Persicaria lapathifolium* (L.) S.F.Gray и *Plantago major* L. Биоморфологический анализ синантропных видов показал, что среди них доминируют монокарпики (во всех группах по времени иммиграции), длиннокорне-

вищных и надземностолонных форм на порядок меньше. Особенности экотопа нивелируют происхождение как аборигенных, так и адвентивных видов и влияют на отбор их близких жизненных форм.

Исследуемый гигрофильный флористический комплекс в целом представляет собой достаточно стабильное образование. В большинстве своем, синантропные виды относятся к гигромезофитам и мезофитам, доказывающим их факультативность по отношению к изученным растительным группировкам. Индекс синантропизации флоры ветландов парка равен 24%, в то время как индекс синантропизации флоры ИГЗ, в целом, составляет 21,7%, а для флоры переувлажненных местообитаний ИГЗ — 4%.

Для наиболее точного выявления влияния тех или иных факторов необходимо сравнение растительности, находящейся в «крайних» условиях, т. е. наименее нарушенных сообществ, и сообществ, испытывающих экстремальные внешние воздействия. В нашей области источником запредельного антропогенного прессинга на природные сообщества, несомненно, является Карабашский медеплавильный комбинат. В 2004 году начаты геоботанические работы в районе г. Карабаш с целью сравнения состояния растительных сообществ с менее нарушенными аналогами, например, в Ильменском заповеднике.

Влияние Карабашского медеплавильного комбината в течение почти столетнего периода привело к угрожающей и порой необратимой деградации природных сообществ, включая растительность (вплоть до полного исчезновения) и почвенный покров и представляет серьезную опасность для населения. Многоликий характер загрязнений описан во многих работах [5], однако, изучение их влияния на биоту ведется лишь по отдельным группам и не носит системного характера. Динамика растительного покрова этого района слабо изучена.

В результате экспедиционных работ была заложена серия пикетов в разнотипных растительных сообществах различной степени деградации, подверженных тем или иным воздействиям, связанным с медеплавильным производством.

Обследованы следующие участки:

- 1) остаточная растительность на склонах горы Карабаш, находящейся под прямым воздействием дымов, распространяющихся по направлению розы ветров;
- 2) лесные сообщества, подверженные в меньшей степени воздействию воздушных загрязнений, расположенные в некотором удалении от комбината;
- 3) деградированные сообщества в долине реки Сак–Елга, находящиеся под воздействием размывов хвостохранилищ;
- 4) водная и прибрежно–водная растительность реки Сак–Елга в нескольких точках разной степени загрязнения.

Определялись синтаксономический состав растительности, видовой состав сообществ, обилие видов, пространственная структура фитоценозов, характеризовалась жизненность растений, отмечались аномалии развития. Получены следующие предварительные результаты.

На склонах горы Карабаш древесная растительность полностью уничтожена. Свидетельством существования здесь лесных сообществ являются остатки пней. Травянистая растительность развита фрагментарно в виде отдельных куртин. Ценотический состав флоры представлен единичными степными и лесными видами, зачастую с аномалиями развития.

Сохранившиеся с наветренной стороны лесные сосновые и сосново–березовые леса характеризуются угнетенным состоянием древостоя (с признаками усыхания). Травяно–кустарничковый ярус значительно обеднен, в сравнении с подобными фитоценозами на территории заповедника. Нарушенные сообщества включают не более 15 видов, когда аналогичные условно ненарушенные — около 50 видов.

Деградированная под воздействием хвостохранилища долина вдоль русла представляет собой техногенную пустыню, а прилегающие к ней лесные сообщества слагаются крайне угнетенными соснами и березами, травянистый покров практически отсутствует.

На пробных площадях, характеризующих состояние водной и прибрежно–водной зон, подверженных воздействию выбросов медеплавильного производства, выявлено 19 видов, что составляет только 10 % таксономического состава водной и прибрежно–водной флоры района исследования. В экологическом спектре преобладают гидрофиты и гидрогигрофиты (по 37%) и гигрофиты (11%), гигромезофиты и мезофиты представлены в равных отношениях (по 5 %, соответственно). Биоморфологический анализ показал господство длиннокорневищных травянистых

многолетников (61 %), являющихся основными доминантами сообществ. Всего выявлено 4 биоморфы. В ценотическом спектре преобладают прибрежно–болотные ценотипы (54%), водные растения менее представлены.

Большинство сообществ (80%) относятся к типу водной растительности, остальные 20% — к типу болотной растительности. Количество видов в сообществах составляет от 1 до 7. Выявлены растительные группировки с доминированием *Elodea canadensis* Michx., *Calla palustris* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *Sparganium*, *Carex*, *Eriophorum*, *Equisetum*, *Fontinalis*. Отметим, что на территории Ильменского заповедника водные и прибрежно–водные сообщества образованы более 30 видами макрофитов, в конкретных сообществах присутствует до 20 видов и более. Фитоценозы с господством пушицы *Eriophorum vaginatum* L. описаны в заповеднике только на мезотрофных сфагновых болотах, с толщиной торфа не менее 1,5—2,5 м.

На исследованной территории макрофитная растительность формируется зачастую в условиях сильнейшего закисления. Пробы, взятые в непосредственной близости от заложённых площадок на р. Сак–Елга, имеют pH около 3,60. Однако, отмеченные выше различия могут быть обусловленными и другими факторами, например, различием спектра местообитаний. На наиболее закисленных участках Сак–Елги, где pH составляет 2,88 (ультракислая реакция), произрастают только куртины *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. Он формирует монодоминантные фитоценозы с показателями проективного покрытия от 20 до 60%.

Заключение

На территории Ильменского государственного заповедника и на сопредельных территориях впервые на Южном Урале сформирована локальная сеть фитомониторинга в отдельно взятой природной подзоне сосново–березовых лесов. Заповедник, как одна из охраняемых природных территорий, представляющая условно эталонные растительные сообщества региона, является удобным полигоном для мониторинговых исследований. Здесь реализованы и апробированы основные принципы фитомониторинга, внедрены методы системного экологического мониторинга, оценки влияния природных и антропогенных факторов на растительный покров по комплексным показателям растительного покрова наряду с методами фитоиндикации на видовом и популяционном уровнях.

Проводимые работы являются важным этапом в развертывании сети фитомониторинга в области и на Южном Урале. В перспективе необходимо вовлечение в исследования и другие объекты растительного покрова, в частности, на особо охраняемых природных территориях, прежде всего, самого высокого статуса (заповедники и национальные парки), а также на антропогенно нарушенных территориях.

Список литературы

1. Горчаковский П. Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка, прогнозирование // Бот. журнал. 1984. № 5. С 5—16.
2. Горчаковский П. Л., Коротеева Е. В. Синантропизация растительного покрова в условиях заповедного режима // Экология. № 1998. № 3. С. 171—177.
3. Вейсберг Е. И. Структура и динамика сообществ макрофитов Ильменского заповедника. Миасс, 1999. 122 с.
4. Куянцева Н. Б. Использование методов сравнительной флористики для мониторинга процессов заболачивания водоемов // Мониторинг и оценка состояния растительного покрова. Материалы международной конференции. Минск, 2003. С. 200—202.
5. Белогуб Е. В., Удачин В. Н., Кораблев Г. Г. Карабашский рудный район (Южный Урал). Материалы к путеводителю геолого–экологической экскурсии. Миасс: ИМин УрО РАН, 2003. 40 с.