

5. Заметно повышается также КПД топлива при его использовании вместо ТЭС на ТЭЦ. В последнем случае объемы получения энергии приближаются к местам ее потребления, и тем самым уменьшаются потери, связанные с передачей на расстояние. Наряду с электроэнергией на ТЭЦ используется тепло, которое улавливается охлаждающими агентами. При этом заметно сокращается вероятность теплового загрязнения водной среды. Наиболее экономично получение энергии на небольших установках типа ТЭЦ (иогенирование) непосредственно в зданиях. В этом случае потери тепловой и электрической энергии снижаются до минимума. Такие способы в отдельных странах находят все большее применение [1, с.313].

#### **Заключение**

Таким образом, исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что современный уровень знаний, а также имеющиеся и находящиеся в стадии разработок технологии дают основание для оптимистических прогнозов: человечеству не грозит тупиковая ситуация ни в отношении исчерпания энергетических ресурсов, ни в плане порождаемых энергетикой экологических проблем. Есть реальные возможности для перехода на альтернативные источники энергии (неисчерпаемые и экологически чистые). С этих позиций современные методы получения энергии можно рассматривать как своего рода переходные. Вопрос заключается в том, какова продолжительность этого переходного периода и какие имеются возможности для его сокращения.

#### **СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Воронков Н.А. Экология – общая, социальная, прикладная: учебное пособие / Н.А. Воронков. – М.: Агар, 1999. – 424 с.
2. Гарин, В.М. Экология для технических вузов: учебное пособие / В.М. Гарин, И.А. Клёнова, В.И. Колесников; под ред. В. М. Гарина. – 2-е изд., доп. и перераб. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. – 384 с.
3. Кириллин, В.А. Энергетика. Главные проблемы: в вопросах и ответах. / В.А. Кириллин – М.: Знание, 1997. – 128 с.
4. Кормилицын, В.И. Основы экологии: учеб. пособ. / В.И. Кормилицын, М.С. Цицкишвили, Ю.И. Яламов. – М.: Интерстиль, 1997. – 368 с.
5. Юдасин, Л.С. Энергетика: проблемы и надежды. / Л.С. Юдасин. – М.: Просвещение, 1990. – 207 с.

УДК 582.29

*Корогода П.И.*

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Яловая Н.П.*

#### **БИОМОНИТОРИНГ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ МЕТОДОМ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ**

Без пищи человек может прожить 5 недель, без воды – 5 дней, а без воздуха – 5 минут. Поэтому чистый воздух нужен всем. Как известно, чистота воздуха зависит от самого человека. Уровень воздействия человека на окружающую среду зависит в первую очередь от технической вооруженности общества. Она была крайне мала на начальных этапах развития человечества. Однако с развитием общества, ростом его производительных сил ситуация начинает меняться кардинальным образом. XXI век – это век научно-технического прогресса, связанный с качественно новым взаимоотношением науки, техники и технологии. Он колоссально увеличивает возможные и реальные масштабы воздействия общества на природу, ставит перед человечеством целый ряд новых, чрезвычайно острых проблем, в первую очередь – экологическую. Сегодня экологическую ситуацию в мире можно охарактеризовать как близкую к критической. Загрязнение воздуха – главная проблема экологии. Брест не стал исключением. В Бресте основными ис-

точниками загрязнения воздуха являются предприятия теплоэнергетики, лесной промышленности и автотранспорт. В Республике Беларусь принято законодательство, в связи с которым, предприятия, уменьшающие свои вредные выбросы в окружающую среду, государством поддерживаются финансово. Им выдаются льготные кредиты, субсидии на обновление воздухоочистительной аппаратуры. С автотранспортом другая ситуация, там таких «поддержек» государства нет. В Бресте, как и в других областных центрах, главная роль в загрязнении воздуха принадлежит автотранспорту, насыщающему воздух отработанными газами. Одна машина в год производит 750 килограммов вредных веществ, которые попадают в атмосферу. Причём выбросы от автомобилей постоянно растут с ростом автомобильного парка. На многих перекрёстках города загрязнение выхлопными газами превышает порог допустимого почти на сорок процентов. Выбросы промышленных предприятий оказывают меньшее влияние, т.к. их количество примерно в три раза меньше, чем от автотранспорта. По данным Городской инспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды, в среднем на 1 жителя города Бреста приходится по 10,3 кг выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников (промышленные предприятия, котельные, ТЭЦ) и по 73 кг выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников (автотранспорт). Такая обстановка объясняется тем, что большинство автотранспорта Бреста работает на бензине и дизельном топливе.

Антропогенное загрязнение атмосферы негативно сказывается на жизнеспособности организмов – уменьшается видовое разнообразие, увеличивается заболеваемость населения, сокращается продолжительность жизни людей, угнетается протекание физиологических процессов живых организмов. Как известно всем, для нормального протекания основных физиологических процессов жизнедеятельности всех живых организмов необходим чистый атмосферный воздух.

Высокая чувствительность лишайников к ингредиентному изменению состава окружающей воздушной среды позволяет использовать их в биомониторинге. Для определения чистоты воздуха в исследуемых районах (национальный парк «Беловежская пуща»; г.Брест: городской парк культуры и отдыха имени «1 Мая», улица Сикорского, улица Карбышева, улица Советской Конституции) мы использовали метод лишеноиндикации – изучение загрязнения воздуха при помощи лишайников.

На земном шаре известно более 26000 видов лишайников, и ежегодно открывают ранее неизвестные виды. В Беларуси насчитывается 477 видов лишайников, различающихся разнообразием причудливых форм и цветов. Есть лишайники в виде светлых пятен, похожих на накипь; кустистые, напоминающие миниатюрные кустики и деревья, а также листовидных форм. Заселяют они все пригодные для их жизни места, вплоть до витражных стекол и железных крыш, где ни один другой организм существовать не может. Однако внутри человеческого жилья лишайники никогда не живут. Им нужна природная среда. Только там, под воздействием давления диаспор, удивительного явления возникновения жизни из воздуха, появляется этот необычный организм, названный Тимирязевым за свою загадочность растением-сфинксом.

Лишайники представляют собой симбиотическую ассоциацию водоросли (автотрофного фикобионта) и гриба (гетеротрофного микобионта). Любое воздействие, которое изменяет баланс взаимодействия между симбионтами, влияет на их жизнеспособность. Кроме того, лишайники поглощают аэрозоли и газы всей поверхностью талломов, т.к. у них отсутствует непроницаемая кутикула, и газообмен происходит свободно, что повышает их чувствительность к загрязнению. Периодически происходящая дегидратация талломов (иссушение), позволяющая переживать лишайникам периоды засухи, приво-

дит к росту концентрации загрязняющих веществ в талломах до высоких уровней. Также всей поверхностью лишайники впитывают дождевую воду, где концентрируется много токсических газов. Эти организмы сохраняют способность к росту и при температуре ниже 0°C. Но их первый враг – загрязненный атмосферный воздух.

Мы определяли относительную чистоту атмосферы по состоянию лишайников, отмечали, какие виды лишайников нам встретились. Нами было обнаружено три вида лишайников: накипные, листоватые и кустистые.

*Накипные лишайники* были обнаружены во всех исследуемых районах.

Слоевница накипных лишайников имеют вид корочки, плотно сросшейся с субстратом. Толщина корочки очень различна, может быть весьма тонкой и иметь вид еле заметной накипи или порошкообразного налета; может быть толщиной 1-2 мм, а иногда бывает и довольно толстой, достигая в толщину половины сантиметра. Как правило, накипные слоевища небольших размеров. Они плотно срастаются с субстратом сердцевинными гифами. У некоторых прикрепление происходит при помощи подслоевница. Подслоевница чаще всего бывает темной окраски и обычно образовано темноокрашенными толстостенными гифами. Оно никогда не содержит водорослей.

В зависимости от субстрата, на котором произрастают накипные лишайники, среди них различают несколько экологических групп: эпилитные, развивающиеся на поверхности горных пород; эпифлодные – на коре деревьев и кустарников; эпигейные – на поверхности почвы; эпиксильные – на обнаженной гниющей древесине.

У большинства накипных лишайников слоевище развивается на поверхности субстрата. Существует группа лишайников, слоевище которых целиком растет внутри камня или коры дерева. Если такое слоевище развивается внутри камня, его называют эндолитным; если внутри коры дерева – эндофлеодным или гипофлеодным. Эти лишайники можно разделить на три группы. У представителей одной из них слоевище полностью погружено в субстрат и никогда не выступает на его поверхность, изредка выступают лишь плодовые тела лишайника; у лишайников второй группы слоевище на поверхности субстрата развивает коровый слой и зону водорослей, а в субстрате – сердцевину и зону с прикрепляющимися гифами.

*Листоватые лишайники* были обнаружены во всех исследуемых районах.

Слоевище листоватых лишайников имеет вид листовидной пластинки, горизонтально распростертой на субстрате. Наиболее характерна для него распростертая форма. У взрослых растений наблюдается краевой рост гиф. Наиболее простое слоевище листоватых лишайников имеет вид одной крупной округлой листовидной пластинки, достигающей в диаметре 10-20 см. Такая пластинка нередко бывает плотной, кожистой, окрашенной в темно-серый, темно-коричневой или черный цвета.

Характерной особенностью листоватого слоевища лишайников является его дорсо-вентральное строение, при котором верхняя поверхность отличается по строению и окраске от нижней. Верхняя поверхность слоевища листоватых бывает ровной, волнистой, ямчатой, голой, глянцевитой или матовой, нередко шероховатой, неровной, покрытой бугорками, бородавочками. Характерной особенностью нижней поверхности является то, что она почти всегда образует особые органы, с помощью которых листоватый лишайник прикрепляется к субстрату. В отличие от накипных лишайников, слоевище которых целиком плотно срастается с субстратом, листоватые лишайники обычно довольно рыхло с ним связаны и в большинстве случаев могут быть легко от него отделены.

В отличие от накипных лишайников у листоватых форм в слоевищах существует четкая дифференциация анатомических слоев. Как правило, под микроскопом на попереч-

ных срезах таких слоевищ можно различить 4 хорошо дифференцированных слоя: верхний коровый слой, слой водорослей, сердцевину и нижний коровый слой. Особенно большого разнообразия у листоватых лишайников достигает структура коровых слоев, которые выполняют здесь не только защитную, но и укрепляющую роль.

*Кустистые лишайники* были обнаружены на территории Беловежской пуши. В исследуемых районах города Бреста они не были обнаружены.

Слоевище кустистых лишайников имеет вид прямостоячего или повисающего кустика, реже неразветвленных прямостоячих выростов. По организационному уровню кустистые лишайники представляют высший этап развития слоевища. В отличие от накипных и листоватых форм лишайников, для которых характерен горизонтальный рост гиф, у кустистых лишайников наблюдается вертикально направленный рост гиф и верхушечный рост слоевищ. Это позволяет кустистым лишайникам путем изгибов веточек в разные стороны занимать наилучшее положение, при котором водоросли могут максимально использовать свет для осуществления фотосинтеза. Эти лишайники обычно прикрепляются к субстрату только небольшим участком нижней части слоевища.

Слоевище кустистых лишайников может быть разных размеров. Высота самых маленьких составляет всего несколько миллиметров, а наиболее крупных – 30-50 см. Повисающие слоевища кустистых лишайников иногда могут достигать колоссальных размеров (7-8 м). Слоевища кустистых лишайников чрезвычайно разнообразны по форме. Наиболее простые имеют вид отдельных прямостоячих неразветвленных выростов (слоевище тамнолии). Среди кустистых лишайников выделяют слоевища с плоскими и округлыми лопастями. Более примитивным типом строения являются слоевища с плоскими лопастями.

Своеобразной переходной формой между листоватыми и кустистыми лишайниками являются слоевища видов рода кладонии. Эти слоевища считаются радиально-кустистыми. У большинства тело образовано двумя типами слоевищ: горизонтальным – чешуйчатым, реже бородавчатым и вертикальным – различной формы выростами или кустиками, растущими вверх от чешуек. Чешуйки собраны в небольшие дерновинки. По анатомическому строению они обычно трехслойные. В них можно различить верхний коровый слой, слой водорослей и сердцевину. Спустя некоторое время на поверхности или по краям этих чешуек появляются вертикально направленные выросты, которые называют подециями. Форма подециев чрезвычайно разнообразна. Они могут быть простыми, неразветвленными, иметь вид шиловидных или роговидных выростов. Часто они на конце расширены в виде бокалов. Такие кубковидные подеции называют сцифами. Иногда из центра такого бокальчика вырастает еще один, а из него следующий, и таким образом развиваются как бы многоэтажные подеции, образованными сцифами. Нередко подеции бывают сильно разветвленными и имеют вид кустика. Такая форма подециев, например, очень характерна для группы кладоний, которую называют ягелем или оленьим мхом. Сердцевина подециев, примыкающая к зоне водорослей, обычно образована рыхлорасположенными гифами, а далее по направлению к центру имеет аморфное строение и состоит из плотно склеенных гиф. Иногда у крупных кустистых лишайников в условиях тундр и высокогорий развиваются добавочные прикрепительные органы, с помощью которых они прирастают к листьям осок, злаков, к веточкам карликовых берез и другим кустарничка. Эти добавочные органы прикрепления, называемые гаптерами, могут возникнуть из любой части слоевища.

Лишайники – это долгожители Земли. В связи с медленными процессами метаболизма рост их длителен. Накипные виды растут медленнее и дольше других жизненных

форм. В зависимости от условий обитания они прирастают в год от 0,25 до 1 мм. Возраст некоторых накипных видов, обитающих в Антарктиде, достигает 10000 лет. Листоватые формы прибавляют в год 1-3 мм, кустистые 2-7 мм. Рост всех форм лишайников, в зависимости от условий обитания, может колебаться, замедляясь или увеличиваясь.

Под воздействием токсических агентов происходят биохимические изменения. Характерной биохимической реакцией лишайников, происходящей под воздействием поллютантов, является деградация хлорофилла и снижение интенсивности его синтеза.

Нами установлено, что при повышении степени загрязнения атмосферного воздуха первыми исчезают кустистые жизненные формы лишайников, затем листоватые, и в последнюю очередь – накипные. Мы можем сделать вывод, что видовое разнообразие лишайников и частота встречаемости жизненных форм увеличивается при удалении от автомобильных дорог, возрастает и степень их проективного покрытия слоевищами стволов деревьев. Обследовав исследуемые районы, мы установили, что наиболее чистым является национальный парк «Беловежская пуща» – (ОЧА = 0,656), а самый загрязненный – по улице Советской Конституции (ОЧА = 0,164). Метод лишайноиндикации позволил нам установить степень загрязнения придорожных территорий на различном удалении от дорог с разной интенсивностью движения транспорта. Учитывая высокую загрязненность атмосферного воздуха вдоль автомобильных дорог, мы рекомендуем использовать для отдыха и прогулок людей, размещения детских игровых площадок более удаленные территории, а к парковой зоне микрорайона относиться бережно.

Один из способов для уменьшения загрязнения атмосферы – перевод автомобилей на использование природного газа, который полностью сгорает и содержание окиси углерода в выхлопных газах снижается в 5-6 раз, окиси азота – в 1,5 раза, сажи в сотни раз.

УДК 582.29

*Корогода П.И.*

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Яловая Н.П.*

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСТОТЫ ВОЗДУХА МЕТОДОМ ЛИШАЙНОИНДИКАЦИИ**

Вопрос чистоты атмосферы на сегодняшний день является весьма важным. Целью настоящей работы является определение чистоты воздуха в исследуемых районах методом лишайноиндикации, чтобы усилить внимание к проблеме чистоты воздуха.

Хотя в Беларуси за период 2007-2011 гг. прослеживается устойчивая тенденция снижения уровня загрязнения воздуха поллютантами, мы решили провести собственное исследование.

Для определения чистоты воздуха мы использовали метод лишайноиндикации – изучение загрязнения воздуха при помощи лишайников. Лишайники – широко распространенные организмы с достаточно высокой выносливостью к климатическим факторам и чувствительностью к загрязнителям окружающей среды. Рассматривая высокую выносливость к климатическим факторам, можно отметить определённый момент: лишайники способны долгое время пребывать в сухом, почти обезвоженном состоянии, когда их влажность составляет от 2% до 10% сухой массы. При этом они не погибают, а лишь приостанавливают все жизненные процессы до первого увлажнения. Погрузившись в такой «анабиоз», лишайники могут выдерживать сильное солнечное облучение, сильное нагревание и охлаждение. Рассматривая высокую чувствительность к загрязнителям окружающей среды, хочется обратиться к истории: первые сообщения о массовой гибели