

<https://bsca.by/ru/registry-certif-management/all> – Дата доступа: 10.11.2020.

5. Постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 26 апреля 2017 г. № 31 «Об утверждении Правил ведения реестра Национальной системы подтверждения соответствия Республики Беларусь».

6. Кодекс Республики Беларусь от 29.12.2009 N 71-3 (ред. от 18.12.2019) «Налоговый кодекс Республики Беларусь (Особенная часть)» (с изм. и доп., вступившими в силу с 29.08.2020)

УДК 502.1:001.895

С.А. Сергейчик

Белорусский государственный экономический университет

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: БИОИНДИКАЦИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ СРЕДСТВАМИ ОЗЕЛЕНЕНИЯ

Аннотация. Представлены актуальные направления и разработки в области обеспечения экологической безопасности, ранней диагностики повреждения лесов, экологического прогнозирования и оптимизации окружающей среды средствами озеленения.

На рубеже XX-XXI веков техногенное загрязнение окружающей среды стало опасным экологическим фактором для устойчивого функционирования лесных экосистем Республики Беларусь. Высокие темпы преобразования природной среды обусловили необходимость разработки принципов оперативной оценки негативных последствий техногенеза и оптимизации взаимоотношений природы и общества. Это послужило стимулом для развития ряда научных направлений, решающих индустриально-экологические проблемы на разных иерархических уровнях, включая глобальные биосферные исследования и изучение отдельных биологических компонентов экосистем.

Сохранение среды обитания в состоянии, пригодном для нормальной жизнедеятельности человека, базируется на концепции охраны окружающей среды на основе экологического мониторинга, важнейшей частью которого является биологический мониторинг.

Актуальными направлениями исследований следует считать:

1 – изучение механизмов дифференцированного и комплексного воздействия приоритетных загрязнителей окружающей среды на

различные виды аборигенных и интродуцированных растений и экосистемы;

2 – установление путей поглощения, транспорта и превращения аэротехногенных поллютантов в растениях;

3 – изучение закономерностей взаимодействия между метаболизмом и биологическим действием загрязнителей в растительных организмах;

4 – разработку теоретических основ газоустойчивости растений;

5 – изучение особенностей адаптациогенеза древесных растений в техногенной среде;

6 – выявление видов растений, способных поглощать и утилизировать токсические газы в сравнительно большом количестве;

7 – разработку научных основ создания «промышленных фильтров» - зеленых насаждений для эффективного поглощения и нейтрализации газообразных токсических отходов промышленности и автотранспорта, и биологической очистки атмосферного воздуха;

8 – подбор ассортиментов газоустойчивых растений местной и мировой флоры для создания санитарно-защитных зон, оптимизации промышленно-городской среды средствами озеленения и фитомелиорации техногенных ландшафтов;

9 – разработку физиолого-биохимических критериев для ранней диагностики повреждения растений и лесных фитоценозов промышленными выбросами;

10 – разработку и совершенствование методов биомониторинга, экологического нормирования, экологического прогнозирования и оценки качества окружающей среды.

В условиях прогрессирующей деградации лесов Европы на обширных пространствах под влиянием техногенных факторов большую актуальность приобретает создание системы мониторинга окружающей среды, которая могла бы обеспечить не только инвентаризацию лесов с признаками визуальных повреждений ассимиляционных органов (хлорозы и некрозы), но и раннюю (предвизуальную) физиолого-биохимическую диагностику повреждений.

В условиях Республики Беларусь нами впервые проведены широкомасштабные исследования по ранней диагностике повреждения ассимиляционного аппарата хвойных лесобразующих пород в техногенной среде. Разработана концепция экологической опасности для функционального состояния и стабильности хвойных лесов Беларуси умеренных доз загрязнения воздуха токсическими газами (SO_2 , NO_2) в диапазоне концентраций предельно-допустимые – фоновые. Дана комплексная эколого-физиологическая оценка

устойчивости ассимиляционного аппарата сосновых и еловых фитоценозов в условиях хронического загрязнения воздуха эмиссиями крупнейших промышленных комплексов Республики Беларусь.

Получены данные об изменениях интенсивности и направленности реакций серного, азотного, фосфорного метаболизма, фотосинтетических процессов, активности ферментных систем, которые представляют ценную количественную и качественную информацию о нарушениях устойчивости ассимиляционного аппарата лесных пород до появления визуально различимых симптомов повреждения, что позволяет разработать систему мероприятий по защите лесных экосистем от негативного влияния техногенных факторов, определять нормы предельно допустимых концентраций поллютантов и объемов выбросов токсических веществ.

Установлено, что фотосинтетический аппарат клеток проявляет высокую чувствительность к действию газообразных токсикантов, которые могут нарушать световую и темновую фазы фотосинтеза, воздействуя на состояние пигментов, активность ферментов, электронно-транспортную цепь и ламеллярную структуру гран хлоропластов. Полученные данные свидетельствуют о том, что хвойные породы на большинстве пунктов мониторинга на загрязненной промышленными выбросами территории характеризуются уменьшением содержания хлорофилла и каротиноидов на протяжении годовых циклов развития. Состояние пигментного аппарата определяет активность первичных реакций фотосинтеза. Энергетическая характеристика процесса фотосинтеза – важнейший показатель работы фотосинтетического аппарата. Интенсивность реакции Хилла дает представление об этом процессе, но более показательным является уровень фотосинтезирующей активности хлоропластов. Результаты исследований позволили заключить, что техногенные эмиссии Новополоцкого НПК отрицательно влияют на первичные световые реакции фотосинтеза хвой сосны и ели, что приводит к подавлению транспорта электронов в электронно-транспортной цепи хлоропластов, ингибированию реакции Хилла, нециклического фотофосфорилирования, депрессии фотосинтеза, что детерминирует снижение общей устойчивости хвойных фитоценозов в техногенной среде.

Токсические газы, проникая в клетки растений, вызывают резкую активизацию свободнорадикальных окислительных процессов и образование органических перекисей. Фермент пероксидаза является важнейшим звеном противooksидлительной системы клеток. Полученные данные показывают достоверное увеличение активности пероксилазы в ассимиляционных органах хвойных пород в условиях

техногенного загрязнения. Как правило, по мере приближения к источникам эмиссии, активность пероксидазы возрастает. Среднегодовые показатели активности пероксидазы в однолетней хвое сосны обыкновенной на расстоянии 30 км от НПЗ составили 124 %, 10 км – 148 %, 5 км – 236 %, 2 км – 200 %, 0,2 км – 205 %, а в двухлетней хвое соответственно 163 %, 177 %, 217 %, 228 %, 316 %. Активность ферментов пероксидазы и полифенолоксидазы в органах ассимиляции хвойных лесобразующих пород Беларуси – информативный показатель техногенного стресса и фитотоксического действия компонентов хронического загрязнения атмосферного воздуха токсическими газами.

Загрязнение атмосферного воздуха диоксидом серы (SO_2) приводит к повышению уровня аккумуляции серы в хвое сосны и ели.

Если в незагрязненной среде хвоя сосны и ели накапливает 0,05-0,07 % серы (S), то в зоне распространения промышленных эмиссий – 0,11 – 0,20 % серы за счет ее поглощения из атмосферного воздуха. Это сопровождается нарушением физиологических функций хвойных пород и снижением устойчивости фитоценозов.

Выявлено, что хроническое загрязнение атмосферного воздуха диоксидом серы и оксидами азота детерминирует нарушение оптимальных соотношений содержания азота, фосфора, серы и металлов (калий, железо, медь, цинк, марганец, кобальт, никель, кадмий, свинец, хром, ванадий) в ассимиляционных органах хвойных лесобразующих пород Беларуси, что сопряжено со снижением их устойчивости.

Газообразные загрязнители атмосферы поглощаются главным образом через устьица, растворяются в пленочной воде оболочек клеток мезофилла и через липопротеидные мембраны проникают вглубь клеток, инициируя реакции свободнорадикального окисления и повреждения клеточных мембран, следствием чего является увеличение электропроводности тканей хвои. Исследования с применением микроэлектродной техники позволили установить, что хроническое загрязнение воздуха промышленными эмиссиями вызывает увеличение электропроводности тканей хвои сосны и ели, выраженное тем в большей мере, чем выше уровень загрязнения воздуха и старше возраст хвои.

Важнейшей составной частью биомониторинга лесов являются методы дистанционного анализа, устанавливающие конкретные причины наблюдаемых изменений лесных фитоценозов. Применение существующих методов дистанционного зондирования в оценке состояния лесов, поврежденных промышленными газами, ограничено их неудовлетворительной чувствительностью.

Негативные изменения в состоянии лесных насаждений обнаруживаются на стадии, когда отклонения от нормы значительны, а ущерб достаточно велик. Развитие системы мониторинга лесов стимулирует разработку методов ранней (предвизуальной) диагностики состояния древостоев. В решении этой проблемы определенные успехи связаны со спектрофотометрией высокого разрешения и поляриметрией. Выполненные нами исследования показали, что загрязнение воздуха изменяет спектральные показатели хвои древесных растений. Влияние загрязнения воздуха наиболее четко проявляется в изменении спектральных коэффициентов яркости хвои (СКЯ) в диапазоне длин волн 480 – 700 нм. При появлении хлорозов (пожелтения) хвои СКЯ уменьшается в области 530 – 600 нм. Первая производная по длине волны от СКЯ наиболее чувствительна к повышению уровня загрязнения в диапазоне длин волн 690 – 760 нм. Вегетационные индексы (нормированная разность и отношение $Y = r(780)/r(680)$) уменьшается с увеличением степени повреждения хвои. При этом наиболее чувствительным является отношение Y .

Результаты наших исследований также показывают, что газоустойчивость и газопоглотительная способность различных видов аборигенных и интродуцированных деревьев и кустарников неодинаковы. В силу анатомо-морфологических и физиолого-биохимических особенностей одни виды могут переносить без заметного ущерба для себя в 5 – 50 раз большую концентрацию вредных газов по сравнению с другими видами. Древесные растения на территории городов и промышленных предприятий проявляют уникальную фильтрующую способность – они поглощают из воздуха и нейтрализуют в тканях значительное количество вредных ингредиентов – углеводов, диоксида серы, сероводорода, фенолов, оксидов азота, хлористого водорода, бенз(а)пирена. Видовые различия в уровнях поглощения и аккумуляции токсических газов велики и их следует учитывать при разработке ассортиментов древесных растений для биологической очистки воздуха, озеленения городов и промышленных объектов.

Состав естественной дендрофлоры Беларуси сравнительно беден – 104 вида, из них в культуре – не более 30. В решении проблемы повышения продуктивности, улучшения и обогащения качественного состава зеленых насаждений важная роль принадлежит древесным интродуцентам (экзотам), растениям разных регионов Земного шара, которые представлены в коллекциях ЦБС НАН Беларуси более чем 1,7 тыс. видами и формами. Наиболее перспективны для зеленого строительства виды растений, сочетающие

высокую устойчивость к загрязнителям атмосферы и природным неблагоприятным факторам с ярко выраженной способностью к накоплению и нейтрализации поллютантов в органах ассимиляции. На основании проведенных исследований разработаны практические рекомендации по использованию широкого спектра растений местной и мировой флоры, включающего более 250 наименований, для озеленения городов и промышленных центров Беларуси, биологической очистки воздуха и улучшения условий труда, быта и отдыха населения.

УДК 631.433.3

И.А. Гафарова, К.Е. Тумурзина, Т. Ю. Гумеров
Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ

ОЦЕНКА ДЫХАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ

Аннотация. Дыхание почв является одним из показателей биологической активности почв и относится к ее метаболизму. Чем быстрее и полнее почва может восстановить запасы веществ, израсходованных во время вегетации растений, тем выше ее биологическая активность.

Биологическая активность почвы - это совокупность биохимических реакций, происходящих в почве, которые приводят к возобновлению запаса использованных или разложившихся составных веществ. Благодаря биологической активности почва как природная система отличается своеобразным гомеостазом. Из этого следует, что биологическая активность почвы оказывает огромное влияние на условия роста и развития культурных растений. Такие агротехнические мероприятия, как вспашка, применение удобрений или севооборот, решающим образом определяют жизнедеятельность микроорганизмов в почве, а тем самым и биологическую активность почвы.

Показатели, характеризующие состояние почвенной биоты и биологическую активность почв, можно использовать для контроля за теми изменениями в почвах, которые возникают при включении в них разного рода посторонних веществ, чаще всего антропогенного происхождения. Различают следующие типы и характер загрязнения почв:

- химическое загрязнение пестицидами, тяжелыми металлами, радионуклидами, нефтяными углеводородами, минеральными удобрениями;