

на реке Мухавец в районе набережной, в период, когда этот участок был не скован льдом, что связано с тем, что лебедь-шипун является полудиким видом и подкармливается человеком, наиболее активно люди подкармливают птиц именно на этом участке. Также большое количество особей (от 4 минимально до 10 максимально, в среднем же 5—6 особей) было обнаружено на реке Мухавец в районе ТЭЦ. На реке Западный Буг среднее количество обнаруженных зимой лебедей-шипунцов составляло 3 особи, максимально было зафиксировано 5 особей на одном участке. На других водоёмах были обнаружены одиночные особи, реже — пары, которые наблюдались нерегулярно. Таким образом, средняя плотность населения лебедя-шипуна в зимний период — 0,3 особи на км², однако в отличие от весеннего и летнего периодов обнаруженные особи группировались на участках с более комфортными условиями зимовки.

Также следует отметить, что существенное влияние на видовое разнообразие оказывают не только антропогенный фактор и природные условия, но и сами виды, обитающие на исследуемых участках. Так, в районе Гребного канала на водоёмах наблюдалось небольшое количество особей лебедя-шипуна, максимально — 2 особи за экскурсию, лебедь-шипун обнаруживался на этом участке в среднем во время одной экскурсии из шести. Таким образом, средняя плотность населения лебедя шипуна на этом участке составила 0,1 особи на км². Это объясняется наличием в том же районе колонии чайки озёрной, являющейся фоновым видом и одним из факторов, определяющих условия данного участка.

Заключение. Для условий водных объектов города Бреста как урбанистического ландшафта лебедь-шипун является хорошо адаптированным видом, который успешно приспособился к антропогенному фактору и сформировал достаточно устойчивые годовые биоритмы и модель поведения. Адаптация поведения под влияние деятельности человека прошла настолько успешно, что на данный момент лебедь-шипун считается полудиким видом водно-болотной орнитофауны, поэтому его поведение отражает даже незначительные изменения в воздействии антропогенного фактора. Таким образом, этот вид, в частности отклонения от типичного поведения, может использоваться как идентификатор общего состояния природной среды, а также как возможность выявить нарушения в экосистемах водных объектов урбанистического ландшафта, что делает проведение наблюдений за лебедем-шипунцом значимым и в прикладном аспекте.

Список цитируемых источников

1. *Абрамова, И. В.* Структура и динамика населения птиц экосистем юго-запада Беларуси / И. В. Абрамова. — Брест : Изд-во БрГУ, 2007. — 208 с.
2. *Гайдук, В. Е.* Экология птиц юго-запада Беларуси. Неворобьинообразные / В. Е. Гайдук, И. В. Абрамова. — Брест : Изд-во БрГУ, 2009. — 300 с.
3. *Радкевич, В. А.* Экология / В. А. Радкевич. — Изд. 3-е. — Минск : Высш. шк., 1997. — 160 с.
4. *Сандакова, С. Л.* Экологический анализ синантропных видов птиц Центрально-Тувинской котловины / С. Л. Сандакова, Д. К. Куксина // Сибир. орнитология. — Вып. 5. — 2009. — С. 98—121.
5. *Чельцов-Бебутов, А. М.* Экология птиц / А. М. Чельцов-Бебутов. — М. : Изд-во МГУ, 1982. — 128 с.
6. *Храбрый, В. М.* Пути приспособления птиц к урбанизированному ландшафту / В. М. Храбрый // Птицы и урбанизированный ландшафт. — Каунас, 1984. — С. 4—8.
7. *Гайдук, В. Е.* Сезонная и годовая динамика орнитофауны г. Бреста / В. Е. Гайдук, И. В. Абрамова // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. Матэматыка. Фізіка. Біялогія. — 1999. — № 2. — С. 66—76.
8. *Равкин, Е. С.* Методические рекомендации по комплексному маршрутному учету птиц / Е. С. Равкин, Н. Г. Челинцев. — М. : ВНИИ охраны природы и заповедного дела Госкомприроды СССР, 1990. — 33 с.

УДК 543.42:581.19:668.531:582.475.4

С. А. Ламоткин, Е. В. Гиль, Л. И. Романюк

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», Минск

МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА СОСТАВА ТЕРПЕНОИДОВ ХВОЙНЫХ ПОРОД ДЕРЕВЬЕВ

Введение. Леса — это мощный и ничем не заменимый фактор нормализации биосферы. Широкомасштабное загрязнение окружающей среды и его пагубное воздействие на лесные экосистемы привели к ухудшению санитарного состояния лесов Беларуси, снижению их биологической устойчивости, а также к существенному снижению качества сырьевой базы для производства лесохимической продукции. Основными лесообразующими культурами Республики Беларусь являются *Pinus sylvestris* L. и *Picea abies* K. (в общей площади 60%).

Цель работы — экологический мониторинг лесов, загрязненных промышленными поллютантами, использовали в качестве биохимических индикаторов изменения содержания отдельных терпеновых углеводов в живице и эфирных маслах *Pinus sylvestris* L. и *Picea abies* K.

Основная часть. Отбор образцов древесной зелени и живицы проводили в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси и в окрестностях следующих городов: Минск, Наровля, Речица, Добруш, Лельчицы, Островец. В качестве «чистых» образцов были выбраны районы Национального парка «Браславские озера» и заповедник «Беловежская пуша».

Образцы живицы отбирали в сосняках и ельниках естественного происхождения с деревьев 40-летнего возраста в летние месяцы, в период проведения подсочных работ.

Эфирные масла выделяли методом гидродистилляции, а количественный выход определяли волюмометрически. Качественный и количественный анализ эфирного масла и живицы проводили методом газо-жидкостной хроматографии на хроматографе Кристалл-5000 и спектроскопии ЯМР на спектрометрах BS-587 А, BS-567 А и AVANCE-500.

Запись спектров ЯМР проводилась на спектрометрах BS-587 А, BS-567 А и AVANCE-500 с рабочими частотами для ядер ^1H 80, 100 и 500 МГц соответственно, а для ядер ^{13}C — 20, 25 и 125 МГц соответственно. Для количественного анализа образцов в зависимости от чувствительности спектрометра готовились растворы смоляных кислот и эфирных масел определенной концентрации в CDCl_3 (1 ÷ 10%). Запись спектров проводили с учетом релаксации протонов всех соединений.

В образцах древесной зелени, отобранных с территорий с различным уровнем загрязнения промышленными поллютантами, проведено определение содержания Pb, Cd, Zn, Cu, Co, Ni, Mn, Cr и S в хвое. Степень радиоактивного загрязнения хвои определяли по величине мощности дозы гамма-излучающих радионуклидов, а также по величине удельной активности Cs^{137} и Sr^{90} .

Анализ содержания токсичных элементов показал, что наиболее существенный вклад в загрязнение отобранных образцов вносят Pb (0,03—1,87 мг / кг абс. сух. дрв.), Cs^{137} и Sr^{90} (удельная активность — 10—620 и 18—410 Бк / кг соответственно).

Анализ спектров ЯМР и хроматограмм полученных эфирных масел и живицы позволил идентифицировать и количественно измерить порядка 50 основных компонентов, а также оценить общее содержание моно-, сескви- и кислородсодержащих терпенов.

В образцах хвои с высоким содержанием токсичных элементов или радионуклидов количество эфирного масла на 20—50% ниже, чем в «чистых» образцах, что, возможно, объясняется торможением биосинтеза терпеноидов под воздействием промышленных поллютантов. Величина показателя преломления составляет порядка 1,4980 для загрязненных образцов и 1,4840 — для экологически чистых.

Увеличение содержания свинца в хвое приводит к перераспределению вклада отдельных фракций в состав эфирного масла. В чистых образцах эфирных масел *P. sylvestris* L. и *P. abies* K. монотерпеновая фракция является преобладающей — 60 и 65% соответственно, в то время как для наиболее загрязненных образцов содержание монотерпенов снижается на 30% по сравнению с «чистыми» образцами. Также загрязненные образцы характеризуются увеличением вклада сесквитерпенов и кислородсодержащих соединений. Такую закономерность можно объяснить возрастанием доли окислительных процессов, протекающих с участием монотерпенов, другой возможной причиной является изменение механизмов биосинтеза компонентов эфирных масел.

Заключение. Анализ содержания терпеноидов живицы и эфирных масел может использоваться для экологической оценки состояния лесов Республики Беларусь.

УДК 581.1

П. Н. Лучкина, С. В. Горелова, А. В. Горбунов

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет», Тула, Российская Федерация

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Российской академии наук,
Москва, Российская Федерация

ПОДБОР С-4 РАСТЕНИЙ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВАХ ПО ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ

Введение. В условиях усиливающегося техногенного воздействия на окружающую среду в современных промышленно развитых городах актуальной является проблема подбора растений, отличающихся устойчивостью к токсическому воздействию тяжелых металлов.

С-4 растения характеризуются высокой засухоустойчивостью, что актуально в условиях недостаточного обеспечения влагой при нарушении физико-химических характеристик урбаноземов; высокой продуктивностью и, как следствие, формированием большой биомассы на единицу площади питания, что даже при возможно невысокой аккумулятивной способности приводит к выносу значительных количеств токсических компонентов из почв (Kolbas et al. 2009, 2011), а также возможностью их дальнейшей переработки для нужд сельского хозяйства и на биотопливо.