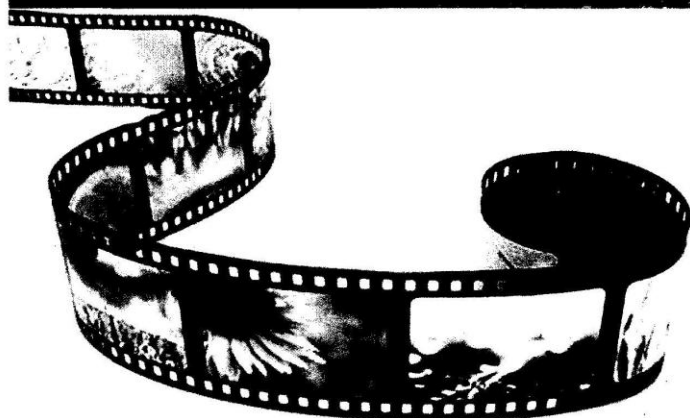


2014



В 2 частях
Часть 2

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ В г. БРЕСТЕ И г. СЛОНИМЕ
ПО СТЕПЕНИ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТЬЕВ ЛИПЫ СЕРДЦЕВИДНОЙ**

Практически все районы Республики Беларусь в той или иной степени подвергаются экологическому давлению, связанному как с переносом загрязнителей из Западной Европы, так и с загрязнением собственными источниками. Степень этого давления на живые системы не всегда можно оценить химическими или физическими методами. Для решения данной задачи наряду с другими методами применяют метод биоиндикации [1]. Он включает достаточно простые методики оценки состояния среды по стабильности развития живых объектов. Для этой цели используют показатели различия морфологических структур, в норме обладающих билатеральной симметрией [2]. Методика оценки здоровья среды по показателям флуктуирующей асимметрии разработана для многих растительных и животных объектов, в том числе для березы повислой [3]. Для нее разработана балльная шкала, позволяющая перевести показатели степени флуктуирующей асимметрии в балл оценки качества среды. Но даже по такому широко используемому объекту нет единой балльной шкалы. Так, шкала, предлагаемая А. Б. Стрельцовым [4], достаточно значительно отличается от более общепринятой [3]. Тем не менее, исследования по этой методике достаточно широко проводятся как в России, так и в Беларуси [5]. Но для комплексной оценки экологического благополучия определенной территории желательно использовать несколько модельных объектов, относящихся к разным царствам. Из животных наиболее удобными представителями являются насекомые, в том числе клоп-солдатик (*Pyrrhocoris apterus* L.). Его изменчивость исследовалась в разных регионах, что позволяет проводить сравнительный анализ [6]. Клоп-солдатик биотопически часто приручен к липе сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.), что и обусловило ее выбор как представителя флоры для комплексной оценки состояния среды с помощью двух объектов.

Цель работы – оценка степени флуктуирующей асимметрии листьев липы мелколистной на ранее не исследованной данным способом территории и оценка экологического состояния в двух городах вначале по липе сердцевидной, а затем по клопу-солдатику. Липа для этой цели используется реже, чем береза, хотя и для нее разработаны методические рекомендации [7]. Но, по исследованиям С. Г. Баранова, по интегрированному показателю стабильности развития различий между разными территориями Московской области не было [8]. Только один признак показал существенные отличия. Поэтому автор сделал вывод о малой пригодности предлагаемых признаков для оценки стабильности развития. Л. И. Аткина использовала аналогичные признаки и балльную шкалу, применяемую для березы, и пришла к выводу о пригодности липы сердцевидной для оценки состояния городской среды по показателю асимметрии ее листовой пластинки [9]. О. П. Мелехова для березы предлагает одну балльную шкалу, а для остальных растений – другую [10]. В. М. Захаров при проведении мониторинга экологической ситуации в Москве только на три признака, и возникла еще одна балльная шкала [11].

Таким образом, анализ литературы выявил, что для липы не разработана однозначная методика для выделения измеряемых признаков и отсутствует общепринятая балльная шкала. Поэтому первоначально было проведено сравнение интегрального показателя флуктуирующей асимметрии у березы повислой и липы сердцевидной, произрастающих в г. Бресте на близком расстоянии. Оно выявило, что при использовании сходных признаков этот показатель для березы и липы не имеет достоверных различий и, следовательно, возможно применения стандартной балльной шкалы и для липы [12]. В дальнейшем для анализа экологической обстановки в г. Бресте и г. Слониме использовалась только липа мелколистная. Сбор материала и его анализ проводился стандартно по унифицированной интегральной системе морфогенетических показателей [3]. Использовались пять признаков: 1 – ширина половинки листа; 2 – длина второй от основания листа жилки второго порядка; 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4 – расстояние от вершины листа до самого выступающего места на противоположном конце листовой пластинки; 5 – угол между главной и второй от основания листа жилками второго порядка.

Результаты показали, что в г. Бресте разные участки имеют достаточно значительные и достоверные различия. Так, в парке интегральный показатель степени флуктуирующей асимметрии составил $0,0419 \pm 0,00015$ (II балл шкалы), а в районе с интенсивным автомобильным движением – $0,0508 \pm 0,00049$ (IV балл).

В г. Слониме вначале анализ проводился по выборке в 100 листьев. Все районы, кроме одного, соответствовали II баллу шкалы (таблица). Различия были достоверными только между 2-ой и 5-ой выборками ($P = 0,05$). При увеличении размера выборки значительно увеличилась достоверность различий (между

выборками 1 и 5, 2 и 3, 2 и 5, 3 и 4, 4 и 5 – с вероятностью $P = 0,001$), а в некоторых выборках повысилась балльная оценка.

Таблица – Интегральный показатель стабильности развития липы сердцевидной в разных районах г. Слонима

Места сбора	Интегральный показатель стабильности развития		Балл по шкале оценки отклонений от условной нормы	
	n = 100	n = 400	n = 100	n = 400
Парк (1)	0,0438±0,00062	0,0451±0,00046	II	III
Ул. Мирошника (2)	0,0477±0,00044	0,0468±0,00044	III	III
Ул. Ершова (3)	0,0428±0,00038	0,0407±0,00031	II	II
Альбертин (4)	0,0441±0,00039	0,0460±0,00037	II	III
Ул. Советская (5)	0,0415±0,00033	0,0397±0,00033	II	II

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Сравнение интегрального показателя степени флуктуирующей асимметрии березы повислой и липы сердцевидной показало, что при анализе пяти предлагаемых признаков листовой пластинки возможно использование пятибалльной шкалы благоприятности среды, разработанной для березы, на обоих объектах.

2. Экологическое состояние территории г. Слонима является сравнительно благополучным по сравнению с г. Брестом и благоприятным, по меньшей мере, для произрастания адаптированной древесной флоры.

3. Размер выборки в 100 листьев является недостаточным, а в 400 – избыточным. Оптимальной может быть выборка в 200 листьев.

Список литературы

- Каплин, В. Г. Биоиндикация состояния экосистем / В. Г. Каплин. – Самара, 2001. – 143 с.
- Здоровье среды: методика оценки / В. М. Захаров [и др.]; под общ. ред. В. М. Захарова. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
- Центр здоровья среды [Электронный ресурс]. – М., 2005. – Режим доступа: <http://www.healthofenvironment.org>. – Дата доступа: 22.04.2013.
- Стрельцов, А. Б. Региональная система биологического мониторинга / А. Б. Стрельцов. – Калуга: Изд-во Калужского ЦНТИ, 2003. – 86 с.
- Крапивина, Н. С. Анализ качества городской среды на основе биотестирования / Н. С. Крапивина, В. Н. Кипень, С. Б. Мельнов // Сахаровские чтения 2010 года: экологические проблемы XXI века: материалы 10-й междунар. науч. конф., г. Минск, 20–21 мая 2010 года. – Минск, 2010. – С. 210–211.
- Хорольская, Е. Н. Экологический анализ флуктуирующей асимметрии в изменчивости элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика (*Pyrrhocoris apterus* L.) в различных экосистемах на примере Белгородской области: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Е. Н. Хорольская. – Белгород, 2006. – 221 с.
- Захаров, В. М. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях / В. М. Захаров, А. Т. Чубинишвили. – М.: Изд-во Центра экол. политики России, 2001. – 78 с.
- Баранов, С. Г. Изучение признаков для оценки флуктуирующей асимметрии листовой пластины липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) южной части Московской области / С. Г. Баранов // Фундаментальные медико-биологические науки и практическое здравоохранение: сб. науч. тр. по материалам 1-й междунар. телеконф., СибГМУ, Томск, 20 янв. – 20 февр. 2010 г. / СибГМУ; редкол.: Н. Н. Ильинских [и др.]. – Томск, 2010. – С. 43–46.
- Аткина, Л. И. Опыт использования липы мелколистной для фитомониторинга в г. Екатеринбурге / Л. И. Аткина, А. Л. Агафонова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2009. – Вып. 189. – С. 22–24.
- Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О. П. Мелехова [и др.]; под общ. ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Сарapultцевой. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 288 с.
- Внедрение нового метода раннего предупреждения в систему мониторинга зеленых насаждений: отчет по договору № 23 от 25.07.2002 г. на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (заключ.) [Электронный ресурс]. – М., 2003. – Режим доступа: <http://www.healthofenvironment.org>. – Дата доступа: 15.05.2011.
- Басалай, Е. Н. Сравнение показателей флуктуирующей асимметрии у листьев березы повислой (*Betula pendula*) и липы сердцевидной (*Tilia cordata*) / Е. Н. Басалай, С. Э. Кароза // Состояние природной среды Полесья и сопредельных территорий: сб. материалов Республ. с междунар. участием науч.-практ. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Брест, 25 мая 2011 г. / Мин-во обр. Респ. Беларусь, БрГУ им. А. С. Пушкина; редкол.: Л. Н. Усачева [и др.]. – Брест: БрГУ им. А. С. Пушкина, 2011. – С. 36–38.

The estimation of environmental condition based on the fluctuating asymmetry has shown that the territory of the town of Brest and Slonim is quite favorable for *Tilia cordata* Mill. growing.

Кароза С. Э., Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина, Брест, Беларусь, e-mail: karoza01@yandex.ru.