

### Выводы

В результате проведенных исследований была выполнена оценка биоразнообразия территории Карaulьного лесничества Учебно-опытного лесхоза СибГТУ:

на региональном уровне (выявлены редкие виды флоры и фауны, обитающие на территории Емельяновского района);

на уровне лесничества было установлено, что максимальное варьирование таксационных показателей наблюдалось при использовании типологической классификации территории;

на уровне лесотаксационного выдела была предложена формула оценки потенциального биоразнообразия лесного участка;

выполнен расчет биоразнообразия 59 лесотаксационных выделов (средняя и высокая степень биоразнообразия);

составлена карта-схема оценки биоразнообразия двух кварталов.

### Литература

1. *Ильина О.Н.* Анализ лесохозяйственных нормативно-правовых документов с точки зрения возможностей сохранения биоразнообразия // Нормативно-правовая основа сохранения биоразнообразия при заготовках древесины и рекомендации по ее применению / Всемирный фонд дикой природы (WWF). – М., 2009. – 36 с. – URL: <http://www.wwf.ru> (дата обращения: 12.05.2011).
2. Конвенция о биологическом разнообразии. URL: <http://www.biodat.ru> (дата обращения: 20.05.2011).
3. *Василевич В.И.* Альфа-разнообразие растительных сообществ и факторы его определяющие // Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению [Электронный ресурс]. – СПб.: ЗИН РАН, 1992. – С. 162–170. URL: <http://www.biodat.ru> (дата обращения: 20.05.2011).
4. *Лебедева Н.В., Дроздов Н.Н., Криволицкий Д.А.* Биологическое разнообразие и методы его оценки. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – 94 с.
5. *Лебедева Н.Н.* Измерение и оценка биологического разнообразия. – Ростов-н/Д: УПЛ РГУ, 1999. – 41 с.
6. *Тарасов М.Ф.* Вопросы изменчивости климата и сохранения биоразнообразия в экологических рекомендациях по лесопроизводству и лесопользованию и деятельности концерна «Мясиагитто» // Устойчивое лесопользование. – 2009. – №3 (22). – С. 32–40.



УДК 582.632.1:574(571.61)

С.Е. Низкий, А.С. Сергеева

### ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ ПЛОСКОЛИСТНОЙ В КАЧЕСТВЕ ИНДИКАТОРА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ

Проведено сравнение показателей асимметрии листовых пластин берез, произрастающих в городе и пригородном лесу.

Установлено, что степень варьирования разницы площадей правой и левой половин листьев, оцениваемая по средне квадратическому отклонению, может служить в качестве показателя антропогенной нагрузки.

**Ключевые слова:** береза, лист, листовая пластина, площадь, асимметрия, индикация, город, естественный лес, корреляция.

## FLUCTUATING ASYMMETRY OF THE FLAT-LEAVED BIRCH LEAVES AS AN ENVIRONMENTAL INDICATOR OF A SETTLEMENT TERRITORY

*The asymmetry indicator comparison of the birch lamina which grow in the city and suburb forest is conducted.*

*It is determined that the area difference variation degree of the right and left leaf halves when it is estimated according to the average standard deviation can serve as the anthropogenic load indicator.*

**Key words:** birch, leaf, lamina, area, asymmetry, indication, city, natural forest, correlation.

**Введение.** Одним из перспективных подходов для интегральной характеристики качества среды является оценка состояния живых организмов по стабильности развития, которая характеризуется уровнем флуктуирующей асимметрии (ФА) морфологических структур [1]. В настоящее время установлено, что величина ФА билатерально симметричных структур может рассматриваться как неспецифический индикатор суммарного негативного воздействия на организм различных экологических факторов [1].

Возникновение билатеральной симметрии, как зеркальной, так и симметрии левого и правого, является важным эволюционным достижением, раскрывающим большие возможности для дифференцировки организма [1]. Поскольку в природе строение живых тел не бывает совершенным, естественно, встречаются и самые различные как направленные, так и случайные отклонения от билатеральной симметрии (асимметрия).

В литературе [2] отмечено, что из всего многообразия известных методов биоиндикационных исследований (оценка биоразнообразия, бактериологические, биохимические, биоэнергетические методы и пр.), пожалуй, наиболее полно отвечает необходимым критериям метод анализа флуктуирующей асимметрии.

**Целью исследований** явилось изучение возможности оценки экологического состояния селитебной территории по показателям флуктуирующей асимметрии листьев березы.

**Объект и методы исследований.** Из всех органов растений листья являются самыми чувствительными к действию атмосферных загрязнителей. Такая чувствительность объясняется тем, что большинство важных физиологических процессов осуществляется в листе. Лист растения является высокопластичным органом, характер изменчивости его морфоструктуры служит индикатором загрязнения условий внешней среды. С увеличением степени антропогенной нагрузки форма листовой пластинки резко изменяется. О характере этих изменений можно судить по нарушению стабильности развития и величине показателя асимметрии. Нами была проведена оценка асимметрии листовых пластинок деревьев березы плосколистной (*B. platyphylla* Sukacz), произрастающих в городе Благовещенске и в естественном лесу в пригороде. При этом использовали методику, описанную В.Ю. Солдатовой [3]. На листовой пластине визуально проводили две оси и измеряли их размеры. Определялся коэффициент корреляции большой и малой осей и площади правой и левой половины листа. Площадь определялась как площадь треугольников. Вариабельность значений определяемых площадей оценивали по показателю среднего квадратического отклонения, величина которого позволяет оценить вариации признака в совокупности [4]. Исследования проведены в июле 2010 года. В городе Благовещенске маршруты пролегли по основным магистральным улицам: Ленина, Чайковского, Политехническая, Амурская. С каждого дерева отбиралось по 30 листьев. За городом сбор листьев проводился в районе автомобильной трассы Благовещенск – Аэропорт. Листья отбирались с деревьев, произрастающих в непосредственной близости от трассы и на расстоянии от нее 50 и 100 м.

**Результаты исследований и их обсуждение.** У листьев березы плосколистной наблюдаются правая и левая асимметрии. В первом случае, правая половина листа больше левой, а в другом наоборот. Для деревьев, произрастающих в городе, установлено наличие листьев с обеими видами асимметрий. За городом у всех отобранных листьев наблюдалась только левая асимметрия. По-видимому, это зависит от места произрастания деревьев, и основной фактор, определяющий тип асимметрии у листьев конкретного дерева, – это направление освещенности, создаваемое зданиями. Изучение коррелятивных зависимостей различных показателей размера листьев показали, что коэффициент корреляции между большой и малой осями листа колеблется от 0,9 (сильная корреляция) до 0,3 (слабая коррелятивная связь) без каких-либо закономерных различий и поэтому не может являться индикатором состояния среды (табл.).

Если оценивать разность площадей левой и правой половин листа, то этот показатель нестабилен и не прослеживается никакой закономерности, т.е. также не может служить оценочным критерием условий произрастания берез.

В случае оценки этого показателя в каждом конкретном случае, то для деревьев, произрастающих в городе, наблюдается сильное варьирование – среднее квадратическое отклонение изменяется от 1 до 5.

#### Показатели флуктуирующей асимметрии листа березы плосколистной в городе Благовещенске и в пригородном лесу

Место произрастания	Корреляция большой и малой осей листа	Разность площади левой и правой половин листа, см <sup>2</sup>	Вариабельность разности площадей (ср. кв. откл.)
Ул. Амурская	0,8	4,7	2,5
Ул. Зейская	0,4	2,95	1,1
Ул. Политехническая	0,3	3,7	2,1
Ул. Чайковского	0,6	18,2	5,2
Пригородный лес 0 м от дороги	0,6	3,47	1,4
Пригородный лес 50 м от дороги	0,7	2,40	0,08
Пригородный лес 100 м от дороги	0,2	4,03	0,07

Такое же варьирование этого показателя наблюдается и для берез, произрастающих в непосредственной близости от автомобильной трассы за пределами города (среднее квадратическое отклонение равно 1,4). Тогда как для деревьев, произрастающих в глубине естественного леса, за городом (в 50 и 100 м от дороги), этот показатель не превышает 0,1.

Получается, что в естественных условиях у листьев березы вариабельность показателя флуктуирующей асимметрии (разность площади левой и правой половин) минимальна. А при произрастании березы в условиях города этот показатель начинает сильно изменяться (варьировать). Причем, наиболее высокий уровень варьирования наблюдается для деревьев, произрастающих на улице Чайковского, которая является одной из наиболее загруженных. На этой улице разрешено движение грузового транспорта на всем ее протяжении. Тогда как на других улицах это движение либо запрещено вообще, либо разрешено только на отдельных участках.

#### Выводы

Уровень варьирования разницы площадей правой и левой половин листа березы, оцениваемый по показателю среднего квадратического отклонения, вполне может служить индикатором условий внешней среды. Уровень варьирования является следствием воздействий на деревья внешних воздействий антропогенного характера, в результате чего увеличивается степень разнообразия морфологических признаков (форма листа) дерева.

#### Литература

1. Здоровье среды: методы оценки / В.М. Захаров [и др.]. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
2. Константинов Е.Л. Особенности флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой как биоиндикатора: автореф. ... канд. биол. наук. – Калуга, 2001. – 224 с.
3. Солдатова В.Ю. Биоиндикация качества окружающей среды на территории г. Якутска // Сб. науч. тр. молодых ученых. – Вып. 1. – Якутск, 2005. – 48 с.
4. Васнев С.А. Статистика. URL: <http://www.hi-edu.ru/e-books/xbook096/01/part-005.htm>.

