

УДК 502.1: 504

Блащинская Оксана Николаевна,
старший преподаватель кафедры «Автоматизация технологических процессов»
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: Lin_oks@mail.ru
Патрушев Константин Юрьевич,
к.т.н., доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Blaschinskaj O.N., Patrushev K.IU.

INTEGRATED ENVIRONMENTAL QUALITY ASSESSMENT

Аннотация. В пределах жилой зоны г. Ангарска исследовали стабильность развития листьев березы повислой. На основе измерения системы морфологических признаков и расчета интегрированного показателя флуктуирующей асимметрии (ИПФА) сделана оценка экологического состояния атмосферы городской среды.

Ключевые слова: стабильность развития, флуктуирующая асимметрия, листовые пластинки, береза повислая, городская среда, оценка экологического состояния.

Abstract. Within the Angarsk residential area investigated the stability of birch leaves. Based on the morphological characteristics measurement and calculation of the fluctuating asymmetry integral index of (ИПФА) made assessment of the ecological state of the urban environment atmosphere.

Keywords: development stability, fluctuating asymmetry, assimilative organs, birch trees, urban environment, the assessment of ecological status.

В работе рассмотрена оценка экологического состояния воздушной среды г. Ангарска по флуктуирующей асимметрии древесных растений (берёза) и проведена сравнительная интегральная оценка полученных результатов с аналогичными оценками на основе санитарно-гигиенического подхода.

Исследование флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth.) проводили в 2002 году и в 2011 – 12 гг. в 22 точках на территории жилой застройки г. Ангарска, расположенного в междуречье р. Ангара и ее притока р. Китой. На территории города произрастают отдельные массивы сосновых лесов с примесью лиственных пород (береза и осина), которые являются условно коренными с численным перевесом в основном ярусе сосны обыкновенной. За время существования города природный каркас территории претерпел структурные и пространственные изменения, приведшие к преобладанию в основном одноярусного древостоя со слабой выраженностью подлеска и обеднением видового состава травостоя.

Для определения флуктуирующей асимметрии измеряли следующие морфологические признаки листьев березы: ширину половины листа (1), длину второй от основания листа жилки второго порядка (2), рас-

стояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка (3), расстояние между концами этих жилок (4), угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка (5) (рисунок 1).

С учётом отдельных морфологических признаков был проведён расчёт интегрированного показателя флуктуирующей асимметрии (ИПФА):

$$\text{ИПФА} = \frac{1}{m \cdot n} \cdot \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{(L_{ij} - R_{ij})}{(L_{ij} + R_{ij})}, \quad (1)$$

где i –ый лист; j –ый признак; n , m – количество признаков и листьев; L , R – величина признаков левой и правой половины листа.

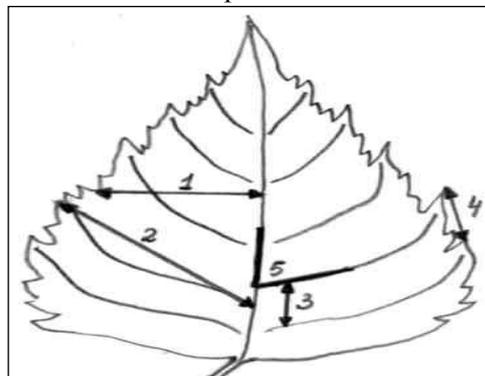


Рисунок 1 – Морфологические признаки флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой

Все измерения были выполнены на фотоснимках с использованием измерительных инструментов (штангенциркуль, транспортир) [4]. Измеряемые показатели вносились в таблицы, составленные в программе Excel.

Общее количество листьев, на которых были измерены морфологические признаки, в 2002 г. составляло 1108 штук (5540 измерений), а в 2011–12 гг. – 1012 штук (5060 измерений). Статистическая обработка материалов выполнялась с использованием программы Statistica v5.5.

При исследовании экологического состояния территории г. Ангарска, загрязнения воздушной среды особое внимание было уделено воздушным потокам.

Установлено, что на территории преобладают воздушные потоки северо-западного и юго-восточного направлений. При этом ветры северо-западного, северо-северо-западного и северного направления характерны для циклонического типа погоды. Повторяемость этих ветров с высокими величинами таких видов скоростей, как средняя годовая (5-6 м/с), максимальная средняя (17 – 19 м/с) и мгновенная (24 – 26 м/с) составляет более 40% годового цикла [1,8].

При северо-западных ветрах загрязненный воздух выносится за пределы промышленной площадки основного градообразующего предприятия города Ангарска – ОАО «АНХК» на расстояния более одного километра [1,8].

Юго-восточные и южные ветры имеют закономерные колебания скорости со снижением ее в дневное время суток. Одновременно со снижением скорости ветра его направление меняется на восточное. Эти ветра отвечают за фронтальное распространение загрязненного воздуха на селитебную зону города главным образом в вечернее и ночное время суток (от 1 до 4 – 5 ч) и обуславливают загрязнение атмосферы ее различных районов.

Юго-восточные ветры не только выносят загрязненный воздух с промышленной площадки ОАО «АНХК», но также «натягивают» загрязнение выбросов ТЭЦ-10 «Иркутскэнерго» на юго-восточную, южную часть жилой застройки города.

Анализ официальных источников [2], оценивающих экологическое состояние атмосферы г. Ангарска на основе санитарно-

гигиенического подхода, свидетельствует о значительном её загрязнении в годы измерения флуктуирующей асимметрии.

При этом по девяти загрязняющим веществам отмечалось превышение ПДК_{мр}, особенно существенное по бенз(а)пирену, формальдегиду, диоксиду азота и оксиду углерода.

На рисунке 2 показаны минимумы и максимумы каждого из пяти измеренных в годы наблюдений признаков ФА листьев березы.

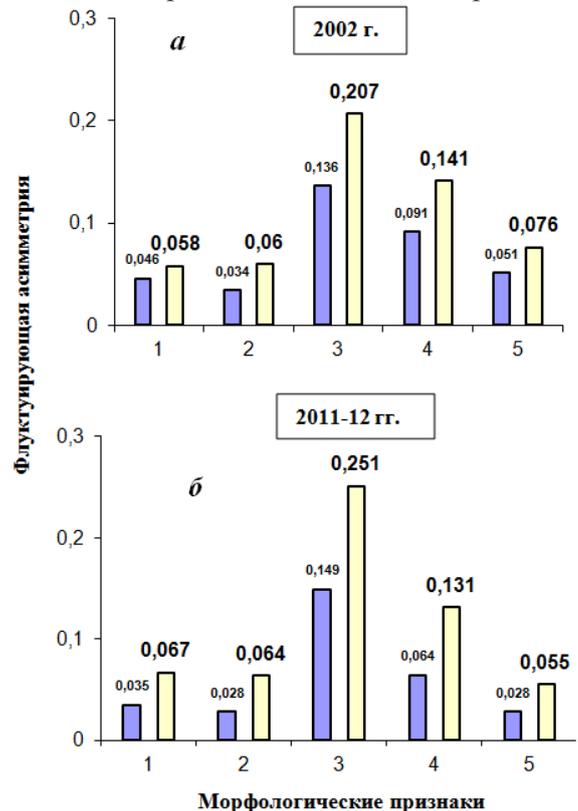


Рисунок 2 – Пределы изменения морфологических признаков, характеризующих флуктуирующую асимметрию листьев березы, растущей на территории г. Ангарска, в 2002 (а) и 2011-12гг (б). Темные столбики – минимум, светлые – максимум морфологического признака

Как видим, в 2002 г. размах колебаний по отдельным морфологическим признакам изменялся в пределах 1,3 – 1,8, а в 2011 – 12 гг. он увеличился до 1,7 – 2,3.

Показатель ФА по каждому из морфологических признаков сравнили с квалитетической шкалой [5], согласно которой значение ФА более 0,054 соответствует категории «сильное, экстремальное загрязнение».

Сравнение показало, что дестабилизация развития листьев березы отмечалась уже в 2002 г., она продолжилась в последующие

годы, а по отдельным признакам даже усилилась, поскольку увеличилась кратность различий минимальных и максимальных величин ФА в 2011 – 12 гг.

Для того чтобы определить, какой из пяти морфологических признаков больше других отклонялся от нормы, принятой в соответствии с квалиметрической шкалой и составляющей менее 0,040, исследовали долю значений ФА, соответствующих этой норме [7]. Интегрированный показатель флуктуирующей асимметрии, рассчитанный в 2002 и 2011 – 2012 гг. (таблица 2), изменялся в пределах 0,071 – 0,104, что существенно превышало его максимум по квалиметрической шкале [5], соответствующий категории «сильное, экстремальное загрязнение».

Величины ИПФА листьев березы повислой, растущей в пределах жилой застройки г. Ангарска [7], отчасти согласуются с результатами, полученными для этого же вида в условиях г. Братска [6]. Однако максимум ИПФА, зафиксированный в г. Братске был меньше, составляя 74,1 и 83,8% от максимальных величин ИПФА, зарегистрированных в зоне жилой застройки г. Ангарска.

Несмотря на то, что при определении описательных статистик в 2002 и 2012 гг. объем выборок был значительным (335 – 465 и 360 – 665 значений соответственно) по сравнению с 2011 г. (90 – 130 значений), в обоих случаях была получена достаточно

сильная изменчивость ИПФА, характеризующая коэффициентом вариации.

По-видимому, значительное варьирование показателей флуктуирующей асимметрии, регистрируемое на больших и малых по объему выборках, свидетельствовало о нестабильности развития ассимилирующих органов березы, обусловленной антропогенными факторами, характерными для экологических условий урбосреды г. Ангарска.

Основным моментом, установленным в результате статистического анализа в годы наблюдений (2002, 2011 – 12 гг.), было то, что точки со средними значениями ИПФА, не имевшими достоверных различий между собой, ограничивали части территории жилой застройки г. Ангарска, располагающиеся к западу или юго-западу относительно точек, средние величины ИПФА которых имели таковые различия [7].

Итак, состояние атмосферы г. Ангарска согласно принятой санитарно-гигиенической системе оценки в основном соответствовало нормативному содержанию загрязняющих веществ. Напротив, в рамках системы, опирающейся на биоиндикацию и метод определения флуктуирующей асимметрии листьев, экологическое состояние атмосферы жилой застройки г. Ангарска может быть оценено различными степенями «сильного, экстремального загрязнения».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Воробьев Е.И., Прусаков В.М., Душутин К.К.** Охрана атмосферы и нефтехимия. Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 231 с.
2. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Иркутской области в 2009 году». – Иркутск, 2010. – 585 с.
3. **Захаров В.М.** Онтогенез и популяция (стабильность развития и популяционная изменчивость) // Экология. 2001. – № 3. С. 177 – 191.
4. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур) / МПР РФ; Введ. 16.10.03. № 460 – Р. М., 2003. 24 с.
5. **Костромина О.А.** Экологическая оценка состояния лиственных древостоев в зонах техногенного воздействия. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. Специальность 03.00.16 – «Экология». – 2009. – 22 с.
6. **Рунова Е.А., Костромина О.А.** Оценка техногенного загрязнения по показателю флуктуирующей асимметрии березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в окрестностях г. Братска // Вестник КрасГу. 2007. № 6 (21). С. 121 – 127.
7. **Btrocka A., Staszewski T.** Asymetria fluktuacyjna igliwia – niespecyficzny wskaźnik stresu sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) // Leś. pr. bad. 2007. N 4. С. 125 – 131.
8. **Блашинская О.Н., Горбунова О.В., Забуга Г.А., Асламова В.С., Сторожева Л.Н.** Влияние пространственного барьера растительности на концентрацию поллютантов // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2012. №4. С.73-82.
9. **Замышляев Б.В.** Влияние начальных размеров выброса (истечения) невесо-