

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*Betula pendula roth*) В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Внутривидовая и индивидуальная изменчивость древесных растений представляет интерес при оценке устойчивости и адаптивных реакций на экстремальные условия произрастания.

Исследовались листья деревьев березы повислой в течение вегетационного периода в контрастных лесорастительных условиях в 2015 году. Были выявлены различия между средними двух пробных площадей в июле месяце по 1 признаку (ширина половинок листа) с помощью непарного критерия Стьюдента: $P = 0,005$, различия между значениями $0,015 \pm 0,005$, доверительный интервал от $0,005$ до $0,026$. С помощью критерия Фишера были выявлены различия в следующих месяцах: в июле ($F 2,299, P < 0,0001$), августе ($F 6,409, P < 0,0001$), сентябре ($F 1,552, P 0,015$). По 2 признаку (длина второй жилки второго порядка от основания листа) выявлены различия между средними двух пробных площадей с помощью непарного критерия Стьюдента в сентябре месяце: $P 0,016$, различия $-0,011 \pm 0,005$, доверительный интервал от $-0,020$ до $-0,002$. С помощью критерия Фишера выявлены различия: в июне ($F 1,858, P 0,0011$), июле ($F 1,812, P 0,0017$), сентябре ($F 2,904, P < 0,0001$). По 3 признаку (расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка) с помощью критерия Фишера выявлены различия: в июле ($F 3,512, P < 0,0001$), августе ($F 1,742, P 0,0031$), сентябре ($F 1,478, P 0,0266$), октябре ($F 1,799, P 0,0023$). По 4 признаку (расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка) (критерий Стьюдента) различия в сентябре: $P 0,032$, различия $-0,020 \pm 0,009$, доверительный интервал от $-0,038$ до $-0,002$. С помощью критерия Фишера выявлены различия: в августе ($F 1,456, P 0,0315$), сентябре ($F 3,795, P < 0,0001$), октябре ($F 2,634, P < 0,0001$). По 5 признаку (угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка) с помощью критерия Фишера выявлены различия: в июле ($F 8,193, P < 0,0001$), сентябре ($F 1,975, P 0,0004$).

Установлена сезонная динамичность показателей флуктуирующей асимметрии листьев деревьев березы повислой.

Ключевые слова: асимметрия, береза повислая, изменчивость, промышленный центр.

Динамичные изменения условий произрастания растений связаны с абиогенными факторами (температура, свет, влажность и др.) и антропогенными факторами (загрязнение окружающей среды от передвижных и стационарных источников, повышенная рекреационная нагрузка и др.). При этом древесные растения на протяжении десятков лет адаптируются к таким условиям произрастания. Прямая оценка реакций растений на экстремальные условия произрастания затруднена. Следует отметить, что проявление внутривидовой и индивидуальной изменчивости древесных растений представляет интерес при оценке устойчивости и адаптивных реакций. На внутривидовом уровне проявления флуктуирующей асимметрии является определенной характеристикой реакций отдельных деревьев и насаждений на изменения условий произрастания. Для выявления особенностей проявления изменчивости древесных растений необходимо осуществле-

ние комплексных исследований на протяжении продолжительного времени [2]–[15].

Цель исследований – выявление особенностей флуктуирующей асимметрии листьев деревьев березы повислой (*Betula pendula Roth*) в течение вегетационного периода в контрастных лесорастительных условиях.

Для определения морфологических признаков, используемых для оценки стабильности развития насаждений отбирались образцы листьев (по 20–30 шт.) с одного дерева. При сборе и обработке исходного материала руководствовались методикой В.М. Захарова с соавторами, объект исследования – береза повислая, вид с широким ареалом [1].

Различия между средними двух пробных площадей (ПП1 и ПП11) по 1 признаку (ширина половинок листа) с помощью непарного критерия Стьюдента были выявлены в июле 2015 года ($P 0,0046$; критерий Стьюдента 2,863; различия между значениями $0,01526 \pm 0,005328$;

доверительный интервал от 0,004814 до 0,02570). Рассмотренные различия дисперсий сравниваемых групп (ПП1 и ПП11) с помощью критерия Фишера показали, что различия были в июле (F 2,299; P<0,000 и1), августе (F 6,409; P<0,0001), сентябре (F 1,552; P 0,015). Соответственно, различия по двум критериям (t и F) были отмечены только в июле. Различия между средними двух пробных площадей (ПП1 и ПП11) по 2 признаку (длина второй жилки второго порядка от основания листа) с помощью непарного критерия Стьюдента были выявлены в сентябре (P 0,0157; критерий Стьюдента 2,437; различия между значениями $-0,01104 \pm 0,004529$; доверительный интервал от -0,01992 до -0,002162). Рассмотренные различия дисперсий сравниваемых групп (ПП1 и ПП11) с помощью критерия Фишера показали, что различия выражены в следующих месяцах: июне (F 1,858; P 0,0011), июле (F 1,812; P 0,0017), и в сентябре (F 2,904; P<0,0001). Различия между средними двух пробных площадей (ПП1 и ПП11) по 3 признаку (расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка) с помощью критерия Фишера показали, что различия выражены в следующих месяцах: в июле (F 3,512; P<0,0001), августе (F 1,742; P 0,0031), сентябре (F 1,478; P 0,0266), октябре (F 1,799; P 0,0023). Различия по 4 признаку (расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка) между средними двух пробных площадей (ПП1 и ПП11) с помощью непарного критерия Стьюдента установлены в сентябре месяце (P 0,0315; критерий Стьюдента 2,166; различия между значениями

$-0,01991 \pm 0,009196$; доверительный интервал от -0,03794 до -0,001890). Рассмотренные различия дисперсий сравниваемых групп (ПП1 и ПП11) с помощью критерия Фишера показали, что различия выражены в следующих месяцах: в августе (F 1,456; P 0,0315), сентябре (F 3,795; P<0,0001), октябре (F 2,634; P<0,0001). Соответственно, при выявлении различий по двум критериям (t и F) был выделен один месяц – сентябрь. Различия по 5 признаку (угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка) между средними двух пробных площадей (ПП1 и ПП11) с помощью критерия Фишера показали, что различия выражены в июле (F 8,193; P<0,0001) и сентябре (F 1,975; P 0,0004).

При анализе полученных данных с помощью непарного критерия Стьюдента в июле были выявлены различия по первому признаку, в сентябре – по второму и по четвертому признакам. Рассмотренные различия дисперсий сравниваемых групп (ПП1 и ПП11) с помощью критерия Фишера показали, что различия явно выражены в сентябре по всем пяти признакам. Тогда, как остальные признаки то проявляются, то нивелируются на протяжении вегетационного периода. По результатам исследований можно сделать вывод о том, что в 2015 году сентябрь месяц является наиболее информативным. Полученные результаты свидетельствуют о сезонной динамичности показателей флуктуирующей асимметрии листьев деревьев березы повислой, что необходимо учитывать при проведении мониторинга состояния окружающей среды.

19.09.2017

Список литературы:

1. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России. - 2000. – 68 с.
2. Кулагин А.Ю., Тагирова О.В. Лесные насаждения Уфимского промышленного центра: современное состояние в условиях антропогенных воздействий. – Уфа: Гилем, Башк. энцикл. - 2015. – 196 с.
3. Кулагин А.Ю., Тагирова О.В. Экологические аспекты природопользования в Уфимском промышленном центре (Республика Башкортостан) // Поволжский экологический журнал. №1. 2014. – С.67-73.
4. Astauroff B.L. Analyse der erblichen Störungsfälle der bilateralen Symmetrie im Zusammenhang mit der selbstständigen Variabilität ähnlicher Struktur- und Abstamm. und Vererbbl. 1930. Bd. 55, H. 3. S. 183-262.
5. Clarke G.M. Fluctuating asymmetry: A technique for measuring developmental stress of genetic and environmental origin // Acta Zool. Fennica. 1992. V. 191. P. 31-35.
6. Dahlberg G. Genotypic asymmetries // Proc. Roy. Soc. Edinburgh B. 1943. Vol. 62, N1. P. 20—31.
7. Fox S.F. Natural selection on morphological phenotypes of the Lizard *Uta stansburiana* // Evolution. 1975. Vol. 29. P. 95 - 107.
8. Gouind C.K. Development of asymmetry in the neuromuscular system of lobster claws // Biol. Bull. 1984. Vol. 167, N 1. P. 94 - 119.
9. Neville A.C. Animal asymmetry. L.: Arnold, 1976. 60 p.

10. Novak J.M., Rhodes O.E., Smith M.H., Chester R.K. Morphological asymmetry in mammals: genetics and homeostasis reconsidered // Acta Theriol. 1993. V. 38. Suppl. 2. P. 7-18.
11. Palmer A.R., Strobeck C. 1986. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns. // Ann. Rev. Syst. N 17. P. 391-421.
12. Parker L.T., Leamy L. Fluctuating asymmetry of morphometric characters in house mice: the effect of age, sex and phenotypical extremeness in a randombred population // J. Hered. 1991. V. 82. № 2. P. 145-150.
13. Przibram H. Experiments on asymmetrical forms as affording a clue to the problem of bilaterality // J. Exp. Zool. 1911. Vol. 10, N2. P. 255-264.
14. Reeve E. C. R. Some genetic tests on asymmetry of sternopleural chaeta number in Drosophila // Genet. Res. 1960. Vol. 1, N 1. P. 151-172.
15. Van Valen L. A study of fluctuating asymmetry. Evolution. 1962. Vol. 16, №2. P. 125-142.

Сведения об авторах:

Тагирова Олеся Васильевна, доцент кафедры экологии и природопользования
естественно-географического факультета Башкирского государственного
педагогического университета им. М. Акмуллы, кандидат биологических наук
450008, Республики Башкортостан, г. Уфа, ул. Октябрьской революции, 3-а, e-mail: olesyi@mail.ru

Кулагин Алексей Юрьевич, заведующий лабораторией лесоведения
Уфимского Института биологии РАН, доктор биологических наук, профессор
450054, Республика Башкортостан, г. Уфа, пр-т Октября, 69, e-mail: coolagin@list.ru