

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕЕ СОСТОЯНИЯ

Залесов С.В.¹, Азбаев Б.О.^{2,1}, Белов Л.А.¹, Суюндиков Ж.О.^{3,1}, Залесова Е.С.¹, Оплетев А.С.¹

¹ ФГБОУ ВПО «УГЛТУ» (620100 Екатеринбург, Сибирский тракт, 37), e-mail: zalesov@usfeu.ru;

² ГУ «Комитет лесного и охотничьего хозяйства» МОС и ВР Республики Казахстан;

³ РГП «Жасыл Аймак», e-mail: zhasy_l_aimak@mail.ru.

Изучен характер флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой в искусственных насаждениях санитарно-защитной зоны г. Астаны. Установлено существенное различие показателей флуктуирующей асимметрии у деревьев в искусственных насаждениях, выращенных из семян, и в насаждениях, созданных крупномерным посадочным материалом.

В полосных искусственных насаждениях березы повислой значения показателей флуктуирующей асимметрии повышаются от опушки к центру полосы, но не превышают максимального значения условной нормы.

Определено, что у деревьев березы повислой, пересаженных из искусственных насаждений в 13-летнем возрасте при создании лесных культур второй очереди, среднее значение показателя флуктуирующей асимметрии существенно превышает условную норму, а, следовательно, для лучшей приживаемости лесных культур второй очереди из березы повислой следует создавать молодым посадочным материалом.

Экспериментально доказана возможность использования показателя флуктуирующей асимметрии в качестве показателя состояния березовых насаждений. Для повышения точности установления состояния насаждений необходимо продолжать исследования с целью разработки региональной шкалы оценки отклонений состояния от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для березы повислой.

Ключевые слова: флуктуирующая асимметрия, береза повислая, санитарно-защитная зона, интегральный показатель, стабильности развития, фитомониторинг, искусственные насаждения.

APPLICATION OF BIRD FLUCTUATIVE ASYMMETRY INDEX FOR ITS CONDITION ESTIMATION

Zalesov S.V.¹, Azbaev B.O.^{2,1}, Belov L.A.¹, Sujndukov Zh.O.^{3,1}, Zalesova E.S.¹, Opletaev A.S.¹

¹ Ural state forestry engineering university (620100 Ekaterinburg, Sibirskytrakt, 37), e-mail: zalesov@usfeu.ru;

² Committee of forestry and hunting of the Republic of Kazakhstan;

³ Zhasy_l_Aimake-mail: zhasy_l_aimak@mail.ru

The character of birch leaves fluctuating asymmetry in artificial stands of Astana sanitary protective zone has been studied. The essential difference indicators of fluctuating asymmetry of trees in artificial plantations grown from seedlings, and in plantations created large planting material.

In the way of artificial stands of *Betula pendula* values fluctuating asymmetry increases from the edge to the center of the strip, but does not exceed the maximum value of a conditional rules. It has been determined that the mean value of birch trees fluctuating asymmetry replanted from artificial stand at the age of 13 when forming forest species of the second turn has significantly exceeded the agreed norm and hence for better survival ability of the second turn from birch it is recommended to form it with young planting material. The possibility to apply fluctuating asymmetry index as an index of birch stands condition has been proved experimentally. To increase the accuracy of the establishment of the state of plantings need for further research to develop a regional scale assessment of deviations state from conventional norms largest integral indicator of stability of development of silver birch.

Key words: fluctuating asymmetry, *Betula pendula* Roth., sanitary protective zone, integral index, development stability, phytomonitor, artificial stands.

Введение

Широкомасштабные работы по созданию искусственных насаждений в санитарно-защитной зоне г. Астаны вызвали необходимость использования посадочного материала

различных древесных пород. Основной древесной породой при искусственном лесоразведении является береза повислая (*Betula pendula* Roth.). Создание лесных культур данной породы производится с использованием семян, саженцев и крупномерного посадочного материала, полученного при разреживании ранее созданных лесных культур.

Территория зеленой зоны г. Астаны расположена в степной зоне, подзоне сухих типчаково-ковыльных степей с резко континентальным климатом, отличающимся значительным дефицитом влажности, суровыми малоснежными и продолжительными зимами, сильными ветрами и резкими сменами температур в пределах суток. Анализ многолетних метеорологических данных свидетельствует, что климат района исследований для произрастания древесной растительности является жестким. В летний период испаряемость намного превосходит количество выпадающих осадков, что определяется засушливыми условиями. В данных условиях возможность использования крупномерного посадочного материала вызывает сомнение, поскольку в процессе пересадки деревьев нарушается соотношение надземной и подземной частей растений. Последнее обстоятельство обусловило необходимость более детального изучения состояния деревьев березы повислой, пересаженной из загущенных 11-летних лесных культур на новую лесокультурную площадь.

Методика исследований

Исследования проводились спустя три года после пересадки. В качестве показателя состояния была использована наиболее доступная и широко применяемая морфогенетическая мера нарушения стабильности развития – флуктуирующая асимметрия (ФА) как результат неспособности организма развиваться точно определенным путем. ФА называют небольшое ненаправленное различие между правой и левой сторонами различных морфологических структур, в норме обладающих билатеральной симметрией [1]. Многие авторы предлагают считать определение ФА одним из морфологических методов оценки состояния и динамики биосистем, а сам показатель ФА – индексом стабильности развития организма [3-6].

Нами в ходе исследований использован относительно новый метод оценки асимметрии листовых пластинок или метод геометрической морфометрии, основанной на использовании парных ключевых точек (меток) с правой и левой сторон листовой пластинки [2].

Исследования проводились по двум вариантам. В качестве первого варианта использованы деревья березы повислой в 15-летних лесных культурах. Вторым вариантом служили деревья березы, пересаженные 3 года назад на новую лесокультурную площадь.

Для анализа было отобрано по 10 листьев с 10 деревьев по каждому варианту опыта. Листья собирались с деревьев, растущих в одинаковых экологических условиях, занимающие равное положение в кроне, неповрежденные, среднего размера для особи и с укороченных побегов. Измерения проводились сразу после сбора. В процессе исследований для оценки показателя ФА устанавливались следующие пластические признаки листовых пластинок березы повислой:

1. Ширина половины листа.
2. Длина второй от основания листа жилки второго порядка.
3. Расстояние между основанием первой и второй жилок второго порядка.
4. Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка.
5. Расстояние между концом второй жилки второго порядка и вершиной листа.
6. Угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

Схема замеров приведена на рисунке 1. Для проведения морфометрических измерений использовались штангенциркуль и транспортир. Расстояния между жилками, длина жилок и т.п. измерялись с точностью до 0,5 мм. Углы между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка измерялись с точностью до одного градуса. Для каждого обмеренного листа вычислялись относительные величины асимметрии каждого признака. Для этого разность между параметрами слева (L) и справа (R) делили на сумму этих же параметров: $J-R/J+R$. Величину ФА оценивали с помощью интегрального показателя – величины среднего относительного различия между сторонами на признак (средняя арифметическая отношения разности к сумме параметров листа слева и справа, отнесенная к числу признаков). Для оценки отклонений состояния организма использовалась шкала, разработанная для березы повислой (*Betula pendula* Roth) в европейской части России [2] (табл. 1).

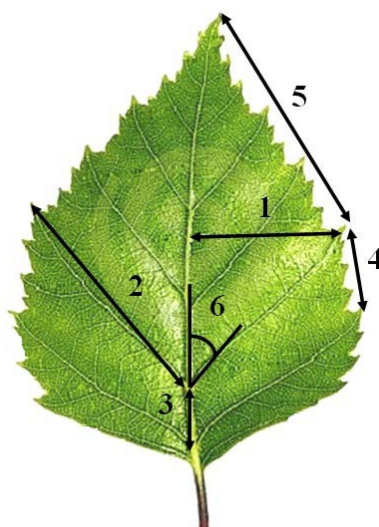


Рис. 1. Схема замеров листовой пластинки березы повислой для определения показателя флуктуирующей асимметрии

Таблица 1. Шкала оценки отклонений состояния организма от условий нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для березы повислой [1]

Балл	Величина показателя стабильности развития
I	< 0,040 (условная норма)
II	0,040 – 0,044
III	0,045 – 0,049
IV	0,050 – 0,054
V	> 0,054 (сильное, экстремальное отклонение)

Каждому баллу, указанному в таблице 1, соответствует определенное значение стабильности развития. Балл I характеризует стабильность условной нормы. Балл II – характеризует незначительное отклонение от нормы, балл III – средний уровень отклонения от нормы, балл IV – значительное отклонение от нормы и балл V – критическое состояние.

Результаты и их обсуждение

Нами исследовались показатели ФА у березы повислой в искусственных 15-летних насаждениях, а также в искусственных насаждениях, созданных три года назад крупномерным посадочным материалом, полученным путем выкопки его из ранее созданных 12-летних искусственных насаждений березы повислой. Выкопка производилась с комом земли и максимальным сохранением корневых систем.

Данные о таксационных показателях древостоев ППП приведены в таблице 2.

Таблица 2. Таксационная характеристика древостоев пробных площадей

№ ППП	Состав	Средние			Густота, тыс. шт./га	Сумма площадей сечений, м ² /га	Запас, м ³ /га
		возраст, лет	высота, м	диаметр, см			
9	10Б	15	5,9	5,8	3667	9,83	38,0
13	10Б	15	5,9	3,3	1358	1,17	5,3

Материалы таблицы 2 свидетельствуют, что средние таксационные показатели на ППП-13 существенно уступают таковым в насаждениях на ППП-9 при одинаковом возрасте и составе. Причина объясняется тем, что при создании искусственных насаждений на ППП-13 использовался посадочный материал из насаждений аналогичных таковым на ППП-9, а отбор деревьев для пересадки производился по низовому методу. Кроме того, густота посадки на ППП-13 значительно ниже таковой на ППП-9.

Особо следует отметить, что исследуемые искусственные насаждения создавались посадкой семян по схеме 4 * 0,7 м. Посадка производилась рядами. Полоса из рядов лесных культур березы повислой ограничивалась рядами из ягодниковых кустарников и чередовалась с полосой шириной 20 м, на которой лесные культуры на первом этапе не создавались. Оставленные не засаженными полосы служили накопителями влаги, а после смыкания крон деревьев в рядах лесных культур первого этапа (очереди) на них создавались лесные культуры второй очереди. При этом, как было отмечено ранее, в качестве

посадочного материала использовались 12-летние экземпляры, оставшие в росте из лесных культур березы повислой первой очереди посадки.

Исследования проводились в рядах искусственных насаждений, созданных при первом этапе посадки, и в насаждениях, формирующихся из пересаженных 3 года назад деревьев березы повислой, то есть в насаждениях второго этапа посадки. Представление о внешнем виде изучаемых насаждений позволяют получить данные, приведенные на рис.2.



Рис. 2. Внешний вид 15-летних искусственных березовых насаждений

Логично предположить, что на состояние деревьев березы повислой будет оказывать влияние положение дерева в насаждении, поскольку в загущенных искусственных насаждениях уровень освещенности в крайних (опушечных) рядах будет существенно отличаться от такового в рядах березы, произрастающих внутри полосы. Кроме того, мы полагаем, что ФА как показатель состояния деревьев в искусственных насаждениях второго этапа создания должна существенно отличаться от таковой в искусственных насаждениях 1-й очереди, поскольку обрезанная в процессе пересадки корневая система деревьев за 3 года после пересадки еще не успела восстановиться, а, следовательно, в условиях жаркого климата пересаженные деревья испытывают сложности с обеспечением водой, в частности, на транспирацию.

Выполненные исследования показали, что значения ФА существенно различаются как по вариантам опыта, так и по каждому из изучаемых показателей (табл. 3).

Таблица 3. Значения показателей ФА по вариантам опыта и пластическим признакам листовых пластинок

Показатели	Номер пластического признака листовой пластинки						
	1	2	3	4	5	6	Среднее
Первый ряд (опушечный) искусственных насаждений первой очереди							
Значение ФА	0,0034	0,0078	0,0666	0,0257	0,0108	0,0214	0,0226
Балл стабильности	I	I	V	I	I	I	I
Второй ряд искусственных насаждений первой очереди							
Значение ФА	0,0312	0,0201	0,0317	0,0597	0,0295	0,0308	0,0338
Балл стабильности	I	I	I	V	I	I	I
Третий ряд (средний) искусственных насаждений первой очереди							
Значение ФА	0,0201	0,0144	0,0561	0,0644	0,0214	0,0272	0,0339
Балл стабильности	I	I	V	V	I	I	I
Искусственные насаждения второй очереди через 3 года после пересадки							
Значение ФА	0,0353	0,0192	0,1384	0,0566	0,0254	0,0345	0,0516
Балл стабильности	I	I	V	V	I	I	IV

Материалы таблицы 3 свидетельствуют, что показатель ФА может служить диагностическим показателем состояния деревьев в лесных культурах березы повислой в санитарно-защитной зоне г. Астаны. Так, среднее значение ФА у деревьев, произрастающих в опушечном ряду полосных лесных культур, составляет 0,0226, в то время как с ухудшением условий освещенности во внутренних рядах оно увеличивается до 0,0338 – 0,0339. Однако если придерживаться шкалы оценки отклонений состава организма от установленной нормы [1], средние значения ФА как в опушечных, так и внутренних рядах искусственных насаждений характеризуются I баллом, то есть величина показателя стабильности развития соответствует установленной норме.

Искусственные насаждения второй очереди, созданные 3 года назад 12-летними экземплярами березы повислой, выкопанными при изреживании лесных культур первой очереди, характеризуются средним значением ФА – 0,0516. Последнее свидетельствует, что деревья в данном насаждении характеризуются IV баллом состояния, то есть характеризуются сильным отклонением.

Из пластических признаков листовых пластинок наиболее чувствительными оказались расстояние между основанием первой и второй жилок второго порядка. Однако, на наш взгляд, для района исследований должна быть разработана региональная шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для березы повислой.

Выводы

1. Показатель ФА березы повислой может быть использован для оценки состояния деревьев данной породы.
2. Средние значения показателей ФА в полосных искусственных насаждениях увеличиваются от опушки внутрь полосы, но остаются ниже условной нормы.
3. Средние значения ФА в искусственных насаждениях второй очереди характеризуются высокими показателями, что свидетельствует о сильном отклонении от нормы.

4. Возраст пересаживаемых деревьев при создании искусственных насаждений второй очереди должен быть уменьшен, поскольку при пересадке 12-летних растений даже через 3 года после пересадки они характеризуются ослабленным состоянием.

5. В целях повышения точности оценки состояния деревьев в искусственных насаждениях березы повислой санитарно-защитной зоны г. Астаны необходимо продолжение исследований с целью разработки региональной шкалы оценки отклонений состояния организма от установленной нормы.

Список литературы

1. Захаров В.М. Асимметрия животных. / В.М. Захаров. – М.: Наука, 1987. – 216 с.
2. Захаров В.М. Здоровье среды: методы оценки. / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов и др. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
3. Кожара А.В. Структура показателя флуктуирующей асимметрии и его пригодность для популяционных исследований. / А.В. Кожара // Биологические науки. – 1985. – № 6. – С. 100-103.
4. Кряжева Н.Г. Анализ стабильности развития березы повислой в условиях химического загрязнения / Н.Г. Кряжева, Е.К. Чистякова, В.М. Захаров // Экология. – 1996. – № 6. – С.441-444.
5. Хузина Г.Р. Характеристика флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков листа липы мелколистной (*Tiliacordata*L.). / Г.Р. Хузина // Вестник Удмуртского университета. Биология. Наукоземле. – 2011. – Вып. 3. – С. 47-52.
6. Gowart N.M. Within – and among – individual variation in fluctuating asymmetry of leaves in the fig (*Ficus carica* L.). / N.M.Gowart, J.H. Graham// Int J Plant Sci, 1999. № 160. PP. 116-121.

Рецензенты:

Нагимов З.Я., д.с.-х.н., профессор, директор института леса и природопользования, г.

Екатеринбург;

Кожевников А.П., д.с.-х.н., профессор, ведущий научный сотрудник ФБУ науки

«Ботанический сад» УрО РАН, г. Екатеринбург.