

ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH) В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

© 2019 О.В. Тагирова¹, А.Ю. Кулагин²

¹ Башкирский государственный педагогический университет имени М. Акмуллы, г. Уфа

² Уфимский Институт биологии Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук

Статья поступила в редакцию 12.02.2019

Фенотипические реакции растений на изменения условий произрастания имеют адаптивный характер. Данные изменения отмечаются на примере листьев и хвои древесных растений. Представлены результаты исследований, которые были выполнены на территории Уфимского промышленного центра на сети постоянных пробных площадей с участием березы повислой (*Betula pendula* Roth) в августе 2015 года. Выполнены расчеты интегрального показателя стабильности развития насаждений березы как на территориях с воздействием промышленности, так и на территориях с постоянной рекреационной нагрузкой. Установленные фенотипические реакции березы не являются специфическими. В условиях промышленного загрязнения окружающей среды и на фоне рекреационной нагрузки показатели асимметрии выражены в большей степени. Береза характеризуется высоким адаптивным потенциалом и относится к группе устойчивых видов древесных по отношению к действию экстремальных природных и техногенных факторов. Для эффективного анализа и интерпретации фенотипической изменчивости березы целесообразно использовать результаты многолетних исследований в течение всего вегетационного периода

Ключевые слова: береза повислая, фенотипические реакции, асимметрия, промышленная зона, рекреационная зона.

ВВЕДЕНИЕ

Фенотипические реакции древесных растений на изменения условий произрастания носят приспособительный характер. Фенотипические проявления у древесных растений возникают вследствие воздействия какого-либо фактора или комплекса экзогенных или эндогенных процессов. Способность березы повислой (*Betula pendula* Roth) к различным фенотипическим реакциям определяет успешность адаптации к абиогенным, биогенным, антропогенным воздействиям и изменениям в окружающей среде.

Объектом исследования является береза повислая (*Betula pendula* Roth), имеющая достаточно широкий ареал распространения. Представлены результаты исследований, которые были выполнены в Уфимском промышленном центре на сети постоянных пробных площадей (ПП) в августе 2015 года. Насаждения с участием березы произрастают как на территориях промышленной зоны, так и на территориях с выраженной рекреационной нагрузкой [1]. Подробная характеристика условий произрастания и ПП представлена ранее [2].

Тагирова Олеся Васильевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и природопользования.
E-mail: olesyi@mail.ru

Кулагин Алексей Юрьевич, профессор, доктор биологических наук, заведующий лабораторией лесоведения.
E-mail: coolagin@list.ru

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Сбор образцов листьев осуществлялся в одинаковых экологических условиях (уровень освещенности, увлажнения, эдафическая составляющая и др.). Постоянные пробные площади были выделены на открытых участках ввиду того, что береза светолюбивый вид и затененные условия могут выступить в роли стресс-фактора, что повлияло бы на величину интегрального показателя стабильности развития насаждений. Сбор листьев осуществлялся с ветвей нижней трети кроны деревьев с разных сторон и только с брахихластов [3].

Полученные материалы обрабатывались с использованием стандартного пакета статистических методов [4].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ И АНАЛИЗ

Величина асимметрии листьев березы на территориях ПП 1, ПП 2, ПП 4, ПП 5, ПП 7, ПП 14 соответствует 4 баллам и характеризует состояние деревьев березы повислой как «существенные (значительные) отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев на территориях ПП 3, ПП 6, ПП 8, ПП 9, ПП 10, ПП 11, ПП 12, ПП 13 соответствует 5 баллам и характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние».

Интегральный показатель стабильности развития насаждений березы на территории ПП

1 соответствует 4 баллам (соответственно величина асимметрии равна 0,052), это означает, что происходят «существенные отклонения от нормы». При исследовании древостоев установлено, что величина асимметрии листьев отдельных деревьев различается. Величина асимметрии листьев 1-го, 6-го и 8-го деревьев соответствует 2 баллам (соответственно величина асимметрии равна 0,044, 0,044, 0,040). Это означает, что происходят «начальные (незначительные) отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 3-го, 5-го и 9-го деревьев соответствует 4 баллам (величина асимметрии 0,052, 0,051, 0,053) это означает, что происходят «существенные отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 2-го, 4-го, 7-го, 10-го деревьев соответствует 5 баллам (величина асимметрии 0,055, 0,066, 0,061, 0,056) и характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние» (таблица 1, таблица 2).

Интегральный показатель стабильности развития насаждений березы на территории ПП 2 соответствует 4 баллам (соответственно величина асимметрии равна 0,052), это означает, что происходят «существенные отклонения от нормы». При исследовании отдельных древостоев видно, что величина асимметрии листьев для отдельных деревьев неодинакова. Величина асимметрии листьев 6-го, 7-го, 8-го, 9-го деревьев соответствует 2 баллам (соответственно величина асимметрии равна 0,043, 0,042, 0,040, 0,040), это означает, что происходят «начальные (незначительные) отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 4-го дерева соответствует 3-м баллам (соответственно величина асимметрии равна 0,045), что характеризует состояние деревьев березы как «средний уровень отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 1-го, 2-го деревьев соответствует 4 бал-

лам (соответственно величина асимметрии равна 0,050, 0,051) это означает, что происходят «существенные отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 3-го, 5-го, 10-го деревьев соответствует 5-и баллам (соответственно величина асимметрии равна 0,066, 0,070, 0,072) и характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние» (таблица 1, таблица 2).

Интегральный показатель стабильности развития насаждений березы на территории ПП 3 соответствует 5 баллам (соответственно величина асимметрии равна 0,055), что характеризует состояние деревьев березы повислой как «критическое состояние». При исследовании отдельных древостоев видно, что величина асимметрии листьев деревьев в насаждении различается. Величина асимметрии листьев 8-го и 9-го деревьев соответствует 1 баллу (соответственно величина асимметрии равна 0,036, 0,039), что характеризует состояние деревьев березы как «условно нормальное». Величина асимметрии листьев 1-го дерева соответствует 3 баллам (величина асимметрии равна 0,048), что характеризует состояние деревьев березы как «средний уровень отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 3-го дерева соответствует 4 баллам (величина асимметрии равна 0,052) – отмечается «существенное отклонение от нормы». Величина асимметрии листьев 2-го, 4-го, 5-го, 7-го, 8-го, 10-го деревьев соответствует 5 баллам (соответственно величина асимметрии равна 0,054, 0,055, 0,070, 0,059, 0,068, 0,073) и характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние» (таблица 1, таблица 2).

Интегральный показатель стабильности развития насаждений березы на территории ПП 4 соответствует 4 баллам (величина асимметрии 0,053), что характеризует состояние деревьев березы как «существенное отклонение от

Таблица 1. Величина асимметрии листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth) (Уфимский промышленный центр, август 2015 г.)

№ деревя	Постоянные пробные площади													
	Промышленная зона							Рекреационная зона						
	1	4	6	8	10	12	14	2	3	5	7	9	11	13
1	0,044	0,049	0,058	0,040	0,050	0,057	0,050	0,050	0,048	0,074	0,063	0,070	0,057	0,047
2	0,055	0,051	0,055	0,052	0,053	0,051	0,059	0,051	0,054	0,045	0,043	0,048	0,040	0,058
3	0,052	0,071	0,076	0,057	0,043	0,054	0,042	0,066	0,052	0,056	0,051	0,062	0,056	0,048
4	0,066	0,046	0,053	0,047	0,067	0,064	0,046	0,045	0,055	0,036	0,051	0,060	0,070	0,081
5	0,051	0,046	0,055	0,053	0,073	0,064	0,049	0,070	0,070	0,053	0,055	0,054	0,064	0,041
6	0,044	0,067	0,050	0,051	0,059	0,065	0,066	0,043	0,059	0,060	0,049	0,047	0,048	0,041
7	0,061	0,047	0,041	0,064	0,066	0,070	0,043	0,042	0,068	0,042	0,052	0,054	0,071	0,050
8	0,040	0,055	0,057	0,055	0,053	0,060	-	0,040	0,036	0,048	0,038	0,035	0,052	0,063
9	0,053	0,058	0,060	0,071	0,058	0,068	-	0,040	0,039	0,057	-	0,062	0,045	0,062
10	0,056	0,037	0,042	0,066	0,062	0,058	-	0,072	0,073	0,051	-	0,058	0,047	0,049
Среднее значение	0,052	0,053	0,055	0,056	0,058	0,061	0,051	0,052	0,055	0,052	0,050	0,055	0,055	0,054

Таблица 2. Показатели асимметрии листовых пластин березы повислой (баллы)
(Уфимский промышленный центр, август 2015 г.)

№ деревя	Постоянные пробные площади													
	Промышленная зона							Рекреационная зона						
	1	4	6	8	10	12	14	2	3	5	7	9	11	13
1	2	3	5	2	4	5	4	4	3	5	5	5	5	3
2	5	4	5	4	4	4	5	4	5	3	2	3	2	5
3	4	5	5	5	2	5	2	5	4	5	4	5	5	3
4	5	3	4	3	5	5	3	3	5	1	4	5	5	5
5	4	3	5	4	5	5	3	5	5	4	5	5	5	2
6	2	5	4	4	5	5	5	2	5	5	3	3	3	2
7	5	3	2	5	5	5	2	2	5	2	4	5	5	4
8	2	5	5	5	4	5	-	2	1	3	1	1	4	5
9	4	5	5	5	5	5	-	2	1	5	-	5	3	5
10	5	1	2	5	5	5	-	5	5	4	-	5	3	3
Среднее значение	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5

нормы». При исследовании отдельных деревьев установлено, что величина асимметрии листьев неодинакова. Величина асимметрии листьев 10-го дерева соответствует 1 баллу (величина асимметрии 0,037), что характеризует состояние дерева березы как «условно нормальное». Величина асимметрии листьев 1-го, 4-го, 5-го, 7-го деревьев соответствует 3 баллам (соответственно величина асимметрии равна 0,049, 0,046, 0,046, 0,047), что характеризует состояние деревьев березы как «средний уровень отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 2-го дерева соответствует 4 баллам (величина асимметрии 0,051) это означает, что происходят «существенное отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 3-го, 6-го, 8-го, 9-го древостоев соответствует 5 баллам (соответственно величина асимметрии 0,071, 0,067, 0,055, 0,058) и характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние» (таблица 1, таблица 2).

Интегральный показатель стабильности развития насаждений березы на территории ПП 5 соответствует 4 баллам (величина асимметрии 0,052), что характеризует состояние деревьев березы как «существенное отклонение от нормы». Величина асимметрии листьев 4-го дерева соответствует 1 баллу (величина асимметрии 0,036), что характеризует состояние дерева березы как «условно нормальное». Величина асимметрии листьев 7-го дерева соответствует 2 баллам (величина асимметрии 0,042) и это значит, что происходят «начальные (незначительные) отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 2-го, 8-го деревьев соответствует 3 баллам (соответственно величина асимметрии 0,045, 0,048), что характеризует состояние деревьев березы как «средний уровень отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 5-го, 10-го деревьев соответствует 4 баллам (соответ-

ственно величина асимметрии 0,053, 0,051) это означает, что происходят «существенное отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 1-го, 3-го, 6-го, 9-го древостоев соответствует 5 баллам (соответственно величина асимметрии 0,074, 0,056, 0,060, 0,057), что характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние» (таблица 1, таблица 2).

Интегральный показатель стабильности развития насаждений березы на территории ПП 6 соответствует 5 баллам (величина асимметрии 0,055), что характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние». При исследовании отдельных деревьев установлено, что величина асимметрии листьев неодинакова. Величина асимметрии листьев 7-го, 10-го древостоев соответствует 2 баллам (соответственно величина асимметрии 0,041, 0,042), происходят «начальные (незначительные) отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 4-го, 6-го деревьев соответствует 4 баллам (соответственно величина асимметрии 0,053, 0,050), происходят «существенное отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 1-го, 2-го, 3-го, 5-го, 8-го, 9-го древостоев соответствует 5 баллам (соответственно величина асимметрии 0,058, 0,055, 0,076, 0,055, 0,057, 0,060) и характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние» (таблица 1, таблица 2).

Интегральный показатель стабильности развития насаждений березы на территории ПП 7 соответствует 4 баллам (величина асимметрии 0,050), что характеризует состояние деревьев березы повислой как «существенное отклонение от нормы». При исследовании отдельных деревьев выявлено, что величина асимметрии листьев неодинакова. Величина асимметрии листьев 8-го дерева соответствует 1 баллу (величина асимметрии 0,038), что характеризует состояние дере-

ва березы как «условно нормальное». Величина асимметрии листьев 2-го дерева соответствует 2 баллам (величина асимметрии 0,043), происходят «начальные (незначительные) отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 6-го дерева соответствует 3 баллам (величина асимметрии 0,049), что характеризует состояние дерева березы как «средний уровень отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 3-го, 4-го, 7-го древостоев соответствует 4 баллам (соответственно величина асимметрии равна 0,051, 0,051, 0,052), отмечено «существенное отклонение от нормы». Величина асимметрии листьев 1-го, 5-го древостоев соответствует 5 баллам (соответственно величина асимметрии 0,063, 0,055), что характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние» (таблица 1, таблица 2).

Интегральный показатель стабильности развития насаждений березы на территории ПП 8 соответствует 5 баллам (величина асимметрии равна 0,056), что характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние». При исследовании отдельных деревьев установлено, что величина асимметрии листьев различается. Величина асимметрии листьев 1-го дерева соответствует 2 баллам (величина асимметрии 0,040), это означает «начальные (незначительные) отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 4-го дерева соответствует 3 баллам (величина асимметрии 0,047), что характеризует состояние дерева березы как «средний уровень отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 2-го, 5-го, 6-го деревьев соответствует 4 баллам (соответственно величина асимметрии 0,052, 0,053, 0,051) и это означает, что происходит «существенное отклонение от нормы». Величина асимметрии листьев 3-го, 7-го, 8-го, 9-го, 10-го деревьев соответствует 5 баллам (соответственно величина асимметрии 0,057, 0,064, 0,055, 0,071, 0,066), что характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние» (таблица 1, таблица 2).

Интегральный показатель стабильности развития насаждений березы на территории ПП 9 соответствует 5 баллам (величина асимметрии равна 0,055), что характеризует состояние деревьев березы «критическое состояние». При исследовании отдельных деревьев видно, что величина асимметрии листьев отличается. Величина асимметрии листьев 8-го дерева соответствует 1 баллу (величина асимметрии 0,035), что характеризует состояние дерева березы как «условная норма». Величина асимметрии листьев 2-го, 6-го деревьев соответствует 3 баллам (соответственно величина асимметрии равна 0,048, 0,047), что характеризует состояние деревьев березы как «средний уровень отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 1-го, 3-го, 4-го, 5-го, 7-го, 9-го, 10-го древостоев соответствует 5 баллам (соответственно величина асимметрии

0,070, 0,062, 0,060, 0,054, 0,054, 0,062, 0,058), что характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние» (таблица 1, таблица 2).

Интегральный показатель стабильности развития насаждений березы на территории ПП 10 соответствует 5 баллам (величина асимметрии 0,058), что характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние». При исследовании отдельных деревьев в насаждении установлено, что величина асимметрии листьев неодинакова. Величина асимметрии листьев 3-го дерева соответствует 2 баллам (величина асимметрии 0,043), что указывает на «начальные (незначительные) отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 1-го, 2-го, 8-го деревьев соответствует 4 баллам (соответственно величина асимметрии 0,050, 0,053, 0,053) – происходит «существенное отклонение от нормы». Величина асимметрии листьев 4-го, 5-го, 6-го, 7-го, 9-го, 10-го древостоев соответствует 5 баллам (соответственно величина асимметрии 0,067, 0,073, 0,059, 0,066, 0,058, 0,062), что характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние» (таблица 1, таблица 2).

Интегральный показатель стабильности развития насаждений березы на территории ПП 11 соответствует 5 баллам (величина асимметрии 0,055), что характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние». При исследовании отдельных деревьев установлено, что величина асимметрии листьев отличается. Величина асимметрии листьев 2-го дерева соответствует 2 баллам (величина асимметрии 0,040) – отмечены «начальные (незначительные) отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 6-го, 9-го и 10-го деревьев соответствует 3 баллам (соответственно величина асимметрии 0,048, 0,045, 0,047), что характеризует состояние деревьев березы как «средний уровень отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 8-го дерева соответствует 4 баллам (величина асимметрии 0,052) и это означает, что происходит «существенное отклонение от нормы». Величина асимметрии листьев 1-го, 3-го, 4-го, 5-го, 7-го деревьев соответствует 5 баллам (соответственно величина асимметрии 0,057, 0,056, 0,070, 0,064, 0,071), что характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние» (таблица 1, таблица 2).

Интегральный показатель стабильности развития насаждений березы на территории ПП 12 соответствует 5 баллам (величина асимметрии 0,061), что характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние». При исследовании отдельных деревьев показано, что величина асимметрии листьев различается. Величина асимметрии листьев 2-го дерева соответствует 4 баллам (величина асимметрии 0,051) это означает «существенное отклонение от нормы». Величина асимметрии листьев 1-го,

3-го, 4-го, 5-го, 6-го, 7-го и 8-го, 9-го, 10-го деревьев соответствует 5 баллам (соответственно величина асимметрии 0,057, 0,054, 0,064, 0,064, 0,065, 0,070, 0,060, 0,068, 0,058) и это характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние» (таблица 1, таблица 2).

Интегральный показатель стабильности развития насаждений березы на территории ПП 13 соответствует 5 баллам (величина асимметрии 0,054), что характеризует состояние деревьев березы как «критическое состояние». При оценке отдельных деревьев установлено, что величина асимметрии листьев различается. Величина асимметрии листьев 5-го, 6-го деревьев соответствует 2 баллам (соответственно величина асимметрии 0,041, 0,041) – происходят «начальные (незначительные) отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 1-го, 3-го, 10-го деревьев соответствует 3-м баллам (соответственно величина асимметрии 0,047, 0,048, 0,049), что характеризует состояние дерева березы как «средний уровень отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 7-го дерева соответствует 4 баллам (величина асимметрии 0,050), что означает «существенное отклонение от нормы». Величина асимметрии листьев 2-го, 4-го, 8-го, 9-го древостоев соответствует 5 баллам (соответственно величина асимметрии 0,058, 0,081, 0,063, 0,062) – состояние деревьев березы оценивается как «критическое состояние» (таблица 1, таблица 2).

Интегральный показатель стабильности развития насаждений березы повислой на территории ПП 14 соответствует 4 баллам (величина асимметрии 0,051), что характеризует состояние

деревьев березы как «существенное отклонение от нормы». При исследовании отдельных древостоев показано, что величина асимметрии листьев отличается. Величина асимметрии листьев 3-го, 7-го древостоев соответствует 2 баллам (соответственно величина асимметрии 0,042, 0,043), это соответствует статусу «начальные (незначительные) отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 4-го, 5-го деревьев соответствует 3 баллам (соответственно величина асимметрии 0,046, 0,049), что характеризует состояние деревьев березы как «средний уровень отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 1-го дерева соответствует 4 баллам (величина асимметрии 0,050) и это означает, что выявлены «существенные отклонения от нормы». Величина асимметрии листьев 2-го, 6-го древостоев соответствует 5-и баллам (соответственно величина асимметрии равна 0,059, 0,066) и состояние деревьев березы оценивается как «критическое состояние» (таблица 1, таблица 2).

ОБОБЩЕНИЕ И РАЗЪЯСНЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

Интегральный показатель стабильности развития насаждений березы на территории Уфимского промышленного центра (таблица 3) соответствует 5 баллам. На территории с промышленным загрязнением – 5 баллов (соответственно величина асимметрии равна 0,055) – характеризует состояние деревьев березы повислой как «критическое состояние», а на территории с повышенной рекреационной нагрузкой

Таблица 3. Показатели асимметрии листовых пластин березы повислой (*Betula pendula* Roth) (Уфимский промышленный центр, август 2015 г.)

Зона	№ ПП	Величина интегрального показателя стабильности развития	Стабильность развития в баллах	Среднее значение величины интегрального показателя стабильности развития	Среднее значение стабильности развития в баллах
Промышленная	1	0,052	4	0,055	5
	4	0,053	4		
	6	0,055	5		
	8	0,056	5		
	10	0,058	5		
	12	0,061	5		
	14	0,051	4		
Рекреационная	2	0,052	4	0,053	4
	3	0,055	5		
	5	0,052	4		
	7	0,050	4		
	9	0,055	5		
	11	0,055	5		
	13	0,054	5		

– 4 балла (соответственно величина асимметрии равна 0,053). Характеризует состояние деревьев березы повислой как «критическое состояние».

ВЫВОДЫ

На основании анализа фактического материала, полученного в 2015 году, можно сделать вывод о том, что частота встречаемости показателей асимметрии, которые характеризуют состояние деревьев березы повислой как «критическое состояние» и «существенные (значительные) отклонения от нормы» чаще проявляются в условиях выраженного промышленного загрязнения. Что касается такого показателя стабильности развития как «средний уровень отклонения от нормы», то это чаще проявляется на территориях с рекреационной нагрузкой. Показатель «незначительные отклонения от нормы» в равной степени проявляется как на территории с промышленным загрязнением, так и на территории с рекреационной нагрузкой. Частота встречаемости показателя асимметрии, характеризующее состояние деревьев березы повислой как «условно нормальное», в основном проявляется на территории с рекреационной нагрузкой.

Представленные фенотипические реакции насаждений березы повислой не являются специфическими. Однако, на территории Уфимского промышленного центра в условиях промышленного загрязнения окружающей среды и на фоне выраженной рекреационной нагрузки показатели асимметрии выражены в большей степени.

Следует отметить, что береза характеризуется высоким адаптивным потенциалом и относится к группе устойчивых видов древесных по отношению к действию экстремальных природных и техногенных факторов. В насаждениях березы отмечается дифференциация деревьев по показателям стабильности развития. Для эффективного анализа и интерпретации фенотипической изменчивости березы целесообразно использовать результаты многолетних исследований в течение всего периода вегетации растений [5].

Исследования выполнены с использованием оборудования ЦКП «Агидель».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кулагин А.Ю., Тагирова О.В. Экологические аспекты природопользования в Уфимском промышленном центре (Республика Башкортостан) // Поволжский экологический журнал. №1. 2014. – С.67-73.
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. 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.
4. Компьютерная обработка биологических данных: метод. пособие / Коросов А.В., Горбач В.В. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. – 84 с.
5. Кулагин А.Ю., Тагирова О.В. Мониторинг состояния древесных насаждений березы повислой (*Betula pendula* Roth) в условиях Уфимского промышленного центра // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 10 (185). С. 27-29.

PHENOTYPIC RESPOSES OF THE SILVER BIRCH (*BETULA PENDULA* ROTH) IN THE CONDITIONS OF ANTHROPOGENIC INFLUENCE

© 2019 O.V. Tagirova¹, A.Yu. Kulagin²

¹Bashkirsky State Pedagogical University named after M.Akmully, Ufa

²Institute of Biology of the Ufa Science Center of the Russian Academy of Sciences

Phenotypic reaction of plants to changing growing conditions are accommodative. These changes are marked by the example of the leaves and needles of woody plants. The results of studies that have been carried out on the territory of the Ufa industrial center in the network of permanent sample plots with birch (*Betula pendula* Roth) in August 2015. The calculations of the integral index of the stability of birch stands as the impact of industrial areas, as well as on a constant load of recreation areas. Phenotypic birch reactions are not specific. In terms of industrial pollution of the environment and against the background of a pronounced recreation load asymmetry indices are expressed to a greater extent. Birch has a high adaptive capacity and refers to a group of resistant species of wood in relation to the action of extreme natural and man-made factors. To effectively analyze and interpret the phenotypic variability of birch it is advisable to use a long-term research results throughout the growing season.

Keywords: birch, phenotypic reactions, asymmetry, industrial zone, recreation zone.

Olesya Tagirova, Candidate of Biology, Associate Professor of Ecology and Environmental Management.

E-mail: olecyi@mail.ru

Alexey Kulagin, professor, Doctor of Biology, Head of the Laboratory of a Forestry. E-mail: coolagin@list.ru