

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ СТАБИЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ И ЖИЗНЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕРЕВЬЕВ *BETULA PENDULA* ROTH. В УСЛОВИЯХ УФИМСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА

© 2015 О.В. Тагирова¹, А.Ю. Кулагин²

¹Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акумуллы, г.Уфа

²Уфимский институт биологии РАН

Статья поступила в редакцию 20.04.2015

Комплексное использование методов оценки жизненного состояния насаждений и показателей флуктуирующей асимметрии листьев в условиях Уфимского промышленного центра позволяет охарактеризовать состояние насаждений березы повислой (*Betula pendula* Roth.).

Ключевые слова: промышленный центр, береза повислая, относительное жизненное состояние, флуктуирующая асимметрия, стресс-фактор.

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы оценки последствий антропогенных воздействий на окружающую среду и реакции биоты на загрязнение атмосферы, водных и почвенных ресурсов не теряют актуальности более 50 лет. Современные промышленные центры – это крупные города с индивидуальной историей становления, а специфика современного состояния обуславливается комплексом природно-климатических условий и социально-экономической обстановкой.

Одним из показателей комфортности жизни в современном городе выступает наличие естественных и искусственных зеленых насаждений. Для организации практических мероприятий по поддержанию городских лесных насаждений требуется универсальный методический комплекс по оценке состояния отдельных деревьев и насаждений. На сегодняшний день в качестве работоспособных зарекомендовали подходы, основанные на оценке относительного жизненного состояния древесных насаждений [1] и на оценке степени асимметричности организма разработана пятибалльная шкала отклонения от нормы [2, 4-7]. Следует отметить, что сопоставление данных об относительном жизненном состоянии древесных и изменений интегрального показателя стабильности развития растений до сих пор не выполнялись.

Одной из основных проблем промышленных центров являются выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, с чем связана деградация лесных насаждений, снижение продолжительности жизни отдельных деревьев и насаждений.

Тагирова Олеся Васильевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и природопользования.

E-mail: olesyi@mail.ru

Кулагин Алексей Юрьевич, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией лесоведения.

E-mail: coolagin@list.ru

Уфимский промышленный центр (УПЦ) – насыщенный промышленными предприятиями город с населением 1071634 человек, где расположено свыше 700 предприятий. Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в период с 2007 по 2013 годы снижаются (табл. 1).

Основной вклад в выбросы от стационарных источников вносят предприятия нефтеперерабатывающей промышленности (83,6%) и электроэнергетики (7,6%). Структура выбросов основных загрязнителей атмосферы свидетельствует о том, что основными загрязнителями атмосферы являются: бенз(а)пирен, взвешенные вещества, формальдегид, диоксид азота, оксид азота [3].

На территории УПЦ на сети пробных площадей (ПП) был проведен анализ относительного жизненного состояния насаждений и дендрохронологические исследования березы повислой (*Betula pendula* Roth). Установлено, что в условиях выраженного техногенного загрязнения насаждения березы относятся к категории «здоровые», «ослабленные» и «сильно ослабленные» [12-14].

Цель настоящего исследования – охарактеризовать сезонные изменения и соотношение показателей флуктуирующей асимметрии листьев и жизненного состояния деревьев березы в условиях УПЦ. В качестве базовых выбраны два насаждения, произрастающие в контрастных лесорастительных условиях (рис. 1).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

ПП1 расположена вблизи Новоуфимского нефтеперерабатывающего завода на территории Орджоникидзевского района общей площадью 14550,5 га. Площадь лесного фонда составляет 1800 га, озелененная территория района – 12,3%. На территории Орджоникидзевского района сосредоточено самое большое количество промышленных предприятий – 29.

Таблица 1. Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в 2007–2013 гг., тыс.т

Годы	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Всего по городу, в том числе	327,0	395,8	318,8	354,3	379,4	277,9	228,8
От стационарных источников	154,1	151,6	141,6	134,1	132,2	134,4	146,6
От транспортных средств	172,9	244,2	177,2	220,2	247,2	143,5	82,2

ПП11 расположена в микрорайоне Затон в сквере «Волна» на территории Ленинского района общей площадью 7135,02 га. Площадь лесного фонда составляет 2947 га, озелененная территория района – 41,3%. На территории Ленинского района сосредоточено 8 промышленных предприятий.

Работы по характеристике породного состава и состояния древесной растительности проводили с использованием апробированных подходов [1, 5, 8-11].

Статистическая обработка результатов исследований производилась в программах: STATISTICA, GraphPad Prism.

Проведен анализ относительного жизненного состояния насаждений на ПП. В июле – октябре 2013 года был произведен отбор листьев березы на территории Уфимского промышленного центра. Для определения морфологических признаков, используемых для оценки стабильности развития березы повислой на каждой ПП было пронумеровано 10 деревьев и с каждого дерева в течение вегетационного сезона ежемесячно отбирались образцы листьев (по 20-30 шт.). При сборе и обработке исходного материала руководствовались методикой В.М. Захарова с соавторами [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основании представленных данных в таблице 2, относительное жизненное состояние березы повислой ПП1 оценено как «ослабленное». Густота кроны на территории ПП1 составляет 55-65%. Наличие на стволе мертвых сучьев от 20% до 40%. Степень повреждения листьев токсикантами и насекомыми составляет 30-40%. Также имеются энтомопоражения стволов деревьев (кладка яиц, стволовые заселения), фитопатологические повреждения (образование на стволе плодовых тел грибов) и суховершинность. На данном участке древесные породы имеют плохо сформирован-

ную крону, стволы плохо очищаются от мертвых сучьев.

Относительное жизненное состояние березы повислой ПП11 оценено как «здоровое». Густота кроны составляет 85-90%. Наличие на стволе мертвых сучьев от 10% до 15%. Степень повреждения листьев составляет 5-10%. Суховершинность деревьев не выражена.

В соответствии с принятыми методами проводились измерения листьев березы правой и левой половинок листа по 5-и признакам: 1 признак – ширина левой и правой половинок листа (при измерении листовую пластинку складывают пополам, совмещая верхушку с основанием и разгибают лист, по образовавшейся складке измеряется расстояние от границы центральной жилки до края листа); 2-й признак – длина жилки второго порядка от основания листа, 3-й признак – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка, 4-й признак – расстояние между концами этих жилок, 5-й признак – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

Для оценки степени асимметричности организма использована пятибалльная шкала отклонения от нормы [5].

Наибольший интегральный показатель стабильности развития ПП1 (табл. 3) в июле месяце соответствует 5-и баллам (величина асимметрии равна 0,067), что означает критическое значение показателя стабильности развития, деревья находятся в угнетенном состоянии, а относительное жизненное состояние насаждений соответствует категории «ослабленное». Наименьший интегральный показатель стабильности ПП1 в августе месяце соответствует 4 баллам (величина асимметрии равна 0,053), и означает, что происходят существенные отклонения уровня стабильности развития от нормы (табл. 3).

Наибольший интегральный показатель стабильности развития ПП11 (табл. 3) в октябре

Таблица 2. Характеристика диагностических признаков и показатели жизненного состояния насаждений березы повислой Уфимского промышленного центра

№ ПП	Густота кроны, %	Наличие на стволе мертвых сучьев, %	Степень повреждения листьев, %	L _н , %
1	55 - 65	20-40	30 - 40	54,5
11	85 - 90	10-15	5 -10	86,5

месяце соответствует 4-м баллам (величина асимметрии равна 0,053), что происходят существенные отклонения уровня стабильности развития от нормы, а относительное жизненное состояние насаждений соответствует категории «здоровое». Наименьший интегральный показатель стабильности ПП11 в сентябре месяце соответствует 2 баллам (величина асимметрии равна 0,040), и означает, что происходят незначительные отклонения от нормы (табл. 3).

Был проведен факторный дисперсионный анализ для выбора величин флуктуирующей асимметрии отдельных метрических признаков листовых пластин характерных для выбранных пробных площадей (таблицы 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18).

При обнаружении различий по 1 признаку (ширина половинок листа) между средними двух пробных площадей (ПП1 и ПП11) с помощью непарного критерия Стьюдента выяснили, что различия есть в июне и октябре месяцах (табл. 5).

Рассмотренные различия дисперсий сравниваемых групп (ПП1 и ПП11) с помощью F-критерия показали, что различий нет (табл. 6).

При обнаружении различий по 2 признаку (длина второй жилки второго порядка от основания листа) между средними двух пробных площадей (ПП1 и ПП11) с помощью непарного критерия Стьюдента выяснили, что различия есть в июне и сентябре месяцах (табл. 8).

Рассмотренные различия дисперсий сравниваемых групп (ПП1 и ПП11) с помощью

Таблица 3. Морфометрические признаки листовой пластины березы повислой на ПП1 и ПП11. Показатели асимметрии листовых пластин березы повислой за 2013 г.

Месяц	Величина асимметрии ПП1	Значение показателя асимметричности (баллы)	Величина асимметрии ПП11	Значение показателя асимметричности (баллы)
Июнь	0,064	5	0,042	2
Июль	0,067	5	0,047	3
Август	0,053	4	0,045	3
Сентябрь	0,054	4	0,040	2
Октябрь	0,065	5	0,053	4

Таблица 4. Морфометрический признак – ширина половинок листа (различия по 1-му признаку). Однофакторный дисперсионный анализ

Месяц	Среднее значение		Стандартное отклонение		Ошибка		Коэффициент вариации		Сумма	
	ПП 1	ПП 11	ПП 1	ПП 11	ПП 1	ПП 11	ПП 1	ПП 11	ПП 1	ПП 11
Июнь	0,04662	0,03479	0,03364	0,03091	0,003364	0,003091	72,16	88,86	4,662	3,479
Июль	0,044	0,03687	0,03783	0,03827	0,003783	0,003827	85,98	103,79	4,4	3,687
Август	0,04205	0,03922	0,02988	0,03263	0,002988	0,003263	71,07	83,20	4,205	3,922
Сентябрь	0,04	0,03302	0,02977	0,03059	0,002977	0,003059	74,43	92,63	4	3,302
Октябрь	0,05661	0,04008	0,03986	0,03937	0,003986	0,003937	70,42	98,23	5,661	4,008

Таблица 5. Морфометрический признак – ширина половинок листа (различия по 1-му признаку). T – тест

Месяц	P	Досто- верность отлич- ий	T- крите- рий Стью- дента	df	M± m		Различия между значениями	Довери- тельный интервал	Среднеквад- ратичное отклонение
					ПП1	ПП11			
Июнь	0,0103	есть	2,589	198	0,04662 ± 0,003364	0,03479 ± 0,003091	0,01183 ± 0,004569	0,002875 to 0,02079	0,03275
Июль	0,1867	нет	1,325	198	0,04400 ± 0,003783	0,03687 ± 0,003827	0,007130 ± 0,005381	-0,003417 to 0,01768	0,008789
Август	0,5232	нет	0,6396	198	0,04205 ± 0,002988	0,03922 ± 0,003263	0,002830 ± 0,004425	-0,005842 to 0,01150	0,002062
Сентябрь	0,1036	нет	1,635	198	0,04000 ± 0,002977	0,03302 ± 0,003059	0,006980 ± 0,004268	-0,001386 to 0,01535	0,01333
Октябрь	0,0036	есть	2,950	198	0,05661 ± 0,003986	0,04008 ± 0,003937	0,01653 ± 0,005603	0,005548 to 0,02751	0,04211

Таблица 6. Морфометрический признак – ширина половинок листа (различия по 1-му признаку). Параметрический статистический тест (F-критерий Фишера)

Месяц	F	DFn	DFc	P	Дисперсия (достоверность отличий)
Июнь	1,184	99	99	0,2007	нет
Июль	1,023	99	99	0,4549	нет
Август	1,192	99	99	0,1915	нет
Сентябрь	1,055	99	99	0,3944	нет
Октябрь	1,025	99	99	0,4509	нет

Таблица 7. Морфометрический признак - длина второй жилки второго порядка от основания листа (различия по 2-му признаку). Однофакторный дисперсионный анализ

Месяц	Среднее значение		Стандартное отклонение		Ошибка		Коэффициент вариации		Сумма	
	ПП1	ПП11	ПП1	ПП11	ПП1	ПП11	ПП1	ПП11	ПП1	ПП11
Июнь	0,0294	0,02105	0,02323	0,02505	0,002323	0,002505	79,01	119,01	2,94	2,105
Июль	0,03259	0,02557	0,02583	0,03193	0,002583	0,003193	79,26	124,86	3,259	2,557
Август	0,02735	0,02371	0,0216	0,0205	0,00216	0,00205	78,97	86,48	2,735	2,371
Сентябрь	0,02699	0,01825	0,01957	0,01503	0,001957	0,001503	72,53	82,37	2,699	1,825
Октябрь	0,02875	0,02667	0,02107	0,02787	0,002107	0,002787	73,28	104,48	2,875	2,667

Таблица 8. Морфометрический признак - длина второй жилки второго порядка от основания листа (различия по 2-му признаку). Т-тест

Месяц	P	Досто- верность отличий	Т- критерий Стьюдент а	df	M± m		Различия между значе- ниями	Довери- тельный интервал	Средне- квадратич- ное отклоне- ние
					ПП1	ПП11			
Июнь	0,0154	есть	2,444	198	0,0294 ± 0,002323	0,02105 ± 0,002505	0,008350 ± 0,003416	0,001654 to 0,01505	0,02929
Июль	0,0889	нет	1,709	198	0,03259 ± 0,002583	0,02557 ± 0,003193	0,007020 ± 0,004107	-0,001029 to 0,01507	0,01454
Август	0,2231	нет	1,222	198	0,02735 ± 0,002160	0,02371 ± 0,002050	0,003640 ± 0,002978	-0,002197 to 0,009477	0,007488
Сентябрь	0,0005	есть	3,541	198	0,02699 ± 0,001957	0,01825 ± 0,001503	0,008740 ± 0,002468	0,003903 to 0,01358	0,05956
Октябрь	0,5522	нет	0,5954	198	0,02875 ± 0,002107	0,02667 ± 0,002787	0,002080 ± 0,003493	-0,004767 to 0,008927	0,001787

F-критерия показали, что различия явно выражены в следующих месяцах: июле, сентябре и октябре (табл. 9). Соответственно при обнаружении различий по двум критериям (t и F) был выделен один месяц – сентябрь.

При обнаружении различий по 3 признаку (расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка) между средними двух пробных площадей (ПП1 и ПП 11) с помощью непарного критерия Стьюдента выяснили, что различия есть в следующих месяцах: июне, июле, августе, сентябре, октябре (табл. 11).

Рассмотренные различия дисперсий сравниваемых групп (ПП1 и ПП 11) с помощью F-критерия показали, что различия явно выражены в следующих месяцах: июне, июле, октябре (табл. 12).

Соответственно при обнаружении различий по двум критериям (t и F) было выделено три месяца – июнь, июль, октябрь.

При обнаружении различий 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 выяснили, что различия есть в сентябре месяце (табл. 14).

Рассмотренные различия дисперсий сравниваемых групп (ПП1 и ПП11) с помощью F-критерия показали, что различия явно выражены в следующих месяцах: июле, сентябре (табл. 15). Соответственно при обнаружении различий по двум критериям (t и F) был выделен один месяц - сентябрь.

При обнаружении различий по 5 признаку (угол между главной жилкой и второй от основания жил-

Таблица 9. Морфометрический признак - длина второй жилки второго порядка от основания листа (различия по 2-му признаку)
Параметрический статистический тест (F-критерий Фишера)

Месяц	F	DFn	DFc	P	Дисперсия (достоверность отличий)
Июнь	1,163	99	99	0,227	нет
Июль	1,528	99	99	0,0181	есть
Август	1,110	99	99	0,3028	нет
Сентябрь	1,696	99	99	0,0046	есть
Октябрь	1,750	99	99	0,0029	есть

Таблица 10. Морфометрический признак – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка (различия по 3-му признаку). Однофакторный дисперсионный анализ

Месяц	Среднее значение		Стандартное отклонение		Ошибка		Коэффициент вариации		Сумма	
	ПП1	ПП11	ПП1	ПП11	ПП1	ПП11	ПП1	ПП11	ПП1	ПП11
Июнь	0,1316	0,07022	0,09599	0,05333	0,009599	0,005333	77,95	75,94	13,16	7,022
Июль	0,1444	0,08449	0,09187	0,06706	0,009187	0,006706	63,61	79,37	14,44	8,449
Август	0,1051	0,08058	0,07442	0,06685	0,007442	0,006685	70,84	82,96	10,51	8,058
Сентябрь	0,1091	0,08366	0,0829	0,07188	0,00829	0,007188	75,97	85,92	10,91	8,366
Октябрь	0,1351	0,1075	0,07343	0,09439	0,007343	0,009439	54,35	87,77	13,51	10,75

Таблица 11. Морфометрический признак – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка (различия по 3-му признаку). Т-тест

Месяц	P	Досто- верность отличий	Т- крите- рий Стью- дента	df	M ± m		Различия между значе- ниями	Довери- тельный интервал	Среднеквад- ратичное отклонение
					ПП1	ПП11			
Июнь	<0,0001	есть	5,589	198	0,1316 ± 0,009599	0,07022 ± 0,005333	0,06137 ± 0,01098	0,03985 to 0,08289	0,1363
Июль	<0,0001	есть	5,269	198	0,1444 ± 0,009187	0,08449 ± 0,006706	0,05993 ± 0,01137	0,03764 to 0,08222	0,123
Август	0,0153	есть	2,446	198	0,1051 ± 0,007442	0,08058 ± 0,006685	0,02447 ± 0,01000	0,004863 to 0,04408	0,02933
Сентябрь	0,0214	есть	2,319	198	0,1091 ± 0,008290	0,08366 ± 0,007188	0,02545 ± 0,01097	0,003944 to 0,04696	0,02645
Октябрь	0,0221	есть	2,306	198	0,1351 ± 0,007343	0,1075 ± 0,009439	0,02758 ± 0,01196	0,004140 to 0,05102	0,02616

Таблица 12. Морфометрический признак – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка (различия по 3-му признаку).
Параметрический статистический тест (F-критерий Фишера)

Месяц	F	DFn	DFc	P	Дисперсия (достоверность отличий)
Июнь	3,240	99	99	<0,0001	есть
Июль	1,877	99	99	0,001	есть
Август	1,239	99	99	0,1437	нет
Сентябрь	1,330	99	99	0,0789	нет
Октябрь	1,652	99	99	0,0066	есть

кой второго порядка) между средними двух проб-
ных площадей (ПП1 и ПП11) с помощью непарного

критерия Стьюдента выяснили, что различия есть в
следующих месяцах: июне и июле (табл. 17).

Таблица 13. Морфометрический признак – расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка (различия по 4-му признаку). Однофакторный дисперсионный анализ

Месяц	Среднее значение		Стандартное отклонение		Ошибка		Коэффициент вариации		Сумма	
	ПП1	ПП11	ПП1	ПП11	ПП1	ПП11	ПП1	ПП11	ПП1	ПП11
Июнь	0,07041	0,05781	0,05525	0,06183	0,005525	0,006183	78,47	106,95	7,041	5,781
Июль	0,0735	0,05881	0,05291	0,08081	0,005291	0,008081	71,99	137,41	7,35	5,881
Август	0,06061	0,05639	0,04406	0,0457	0,004406	0,00457	72,69	81,05	6,061	5,639
Сентябрь	0,06647	0,04675	0,04812	0,03704	0,004812	0,003704	72,39	79,23	6,647	4,675
Октябрь	0,0723	0,06583	0,05852	0,05673	0,005852	0,005673	80,94	86,17	7,23	6,583

Таблица 14. Морфометрический признак – расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка (различия по 4-му признаку). Т-тест

Месяц	P	Досто- верность отличий	Т- кри- терий Стью- дента	df	M± m		Различия между значениями	Довери- тельный интервал	Среднеквад- ратичное отклонение
					ПП1	ПП11			
Июнь	0,1302	нет	1,520	198	0,07041 ± 0,005525	0,05781 ± 0,006183	0,01260 ± 0,008292	-0,003652 to 0,02885	0,01153
Июль	0,1299	нет	1,521	198	0,0735 ± 0,005291	0,05881 ± 0,008081	0,01469 ± 0,009659	-0,004242 to 0,03362	0,01155
Август	0,507	нет	0,6648	198	0,06061 ± 0,004406	0,05639 ± 0,004570	0,004220 ± 0,006348	-0,008223 to 0,01666	0,002227
Сентябрь	0,0014	есть	3,247	198	0,06647 ± 0,004812	0,04675 ± 0,003704	0,01972 ± 0,006073	0,007818 to 0,03162	0,05057
Октябрь	0,4282	нет	0,7939	198	0,0723 ± 0,005852	0,06583 ± 0,005673	0,006470 ± 0,008150	-0,009504 to 0,02244	0,003173

Таблица 15. Морфометрический признак – расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка (различия по 4-му признаку). Параметрический статистический тест (F-критерий Фишера)

Месяц	F	DFn	DFc	P	Дисперсия (достоверность отличий)
Июнь	1,252	99	99	0,1323	нет
Июль	2,332	99	99	<0,0001	есть
Август	1,076	99	99	0,3579	нет
Сентябрь	1,688	99	99	0,0049	есть
Октябрь	1,064	99	99	0,3789	нет

Рассмотренные различия дисперсий сравниваемых групп (ПП1 и ПП11) с помощью F-критерия показали, что различия явно выражены в следующих месяцах: июне и июле (табл. 18).

Соответственно при обнаружении различий по двум критериям (t и F) было выделено два месяца: t - июнь и F - июль.

При анализе полученных данных с помощью непарного критерия Стьюдента при выявлении различий признаков в течение вегетационного периода наибольшее количество признаков выявлено

в июне месяце. Однако, проявление 4-го признака (расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка) происходит только в сентябре месяце, тогда как другие признаки в течение исследований то появляются, то исчезают (табл. 19).

Рассмотренные различия дисперсий сравниваемых групп (ПП1 и ПП11) с помощью F-критерия показали, что различия явно выражены в июле месяце (по 2-му, 3-му, 4-му, 5-му признакам). Тогда, как первый признак практически не проявляется на протяжении вегетационного периода (табл. 20).

Таблица 16. Морфометрический признак – угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка (различия по 5-му признаку). Однофакторный дисперсионный анализ

Месяц	Среднее значение		Стандартное отклонение		Ошибка		Коэффициент вариации		Сумма	
	ПП1	ПП11	ПП1	ПП11	ПП1	ПП11	ПП1	ПП11	ПП1	ПП11
Июнь	0,03995	0,02751	0,03528	0,0285	0,003528	0,00285	88,32	103,60	3,995	2,751
Июль	0,03965	0,03009	0,02931	0,03488	0,002931	0,003488	73,93	115,93	3,965	3,009
Август	0,03134	0,02558	0,02933	0,02719	0,002933	0,002719	93,59	106,31	3,134	2,558
Сентябрь	0,02696	0,02074	0,0251	0,0244	0,00251	0,00244	93,11	117,66	2,696	2,074
Октябрь	0,0318	0,0255	0,02868	0,02522	0,002868	0,002522	90,17	98,92	3,18	2,55

Таблица 17. Морфометрический признак – угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка (различия по 5-му признаку). Т-тест

Месяц	Р	Досто- верность отличий	Т- критерий Стьюдента	df	M ± m		Различия между значениями	Довери- тельный интервал	Среднеквад- ратичное отклонение
					ПП1	ПП11			
Июнь	0,0067	есть	2,743	198	0,03995 ± 0,003528	0,02751 ± 0,002850	0,01244 ± 0,004536	0,003550 to 0,02133	0,0366
Июль	0,0372	есть	2,098	198	0,03965 ± 0,002931	0,03009 ± 0,003488	0,009560 ± 0,004556	0,0006294 to 0,01849	0,02175
Август	0,1514	нет	1,440	198	0,03134 ± 0,002933	0,02558 ± 0,002719	0,005760 ± 0,004000	-0,002080 to 0,01360	0,01037
Сентябрь	0,0771	нет	1,777	198	0,02696 ± 0,002510	0,02074 ± 0,002440	0,006220 ± 0,003501	-0,0006416 to 0,01308	0,01569
Октябрь	0,1006	нет	1,650	198	0,0318 ± 0,002868	0,0255 ± 0,002522	0,006300 ± 0,003819	-0,001185 to 0,01379	0,01356

Таблица 18. Морфометрический признак – угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка (различия по 5-му признаку). Параметрический статистический тест (F-критерий Фишера)

Месяц	F	DFn	DFc	P	Дисперсия (достоверность отличий)
Июнь	1,533	99	99	0,0174	есть
Июль	1,416	99	99	0,0425	есть
Август	1,163	99	99	0,2264	нет
Сентябрь	1,058	99	99	0,3897	нет
Октябрь	1,292	99	99	0,1019	нет

Таблица 19. Анализ с использованием непарного критерия Стьюдента

Признак	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
1	+	-	-	-	+
2	+	-	-	+	-
3	+	+	+	+	+
4	-	-	-	+	-
5	+	+	-	-	-

Таблица 20. Различия дисперсий сравниваемых групп (ПП1 и ПП11) с помощью F-критерия

Признак	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
1	-	-	-	-	-
2	-	+	-	+	+
3	+	+	-	-	+
4	-	+	-	+	-
5	+	+	-	-	-

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов исследований свидетельствует о том, что сезонная динамика формирования листа березы повислой (*Betula pendula* Roth) нарушена. Лист формируется с отклонениями, что характеризует реакцию растений на стресс-факторы промышленной зоны.

К числу наиболее информативных следует отнести 3 признак листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth.) – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка.

Комплексное использование методов оценки жизненного состояния насаждений (деревьев) и показателей флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth) дает возможность получить адекватную картину сезонных изменений состояния деревьев в условиях Уфимского промышленного центра.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования выполнены при поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологические ресурсы» (2012-2013 гг.); гранта РФФИ №11-04-97025, гранта Академии наук Республики Башкортостан № 40/30-П (2011-2013 гг.), гранта МОН РФ №01201276782 (2012-2013 гг.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев В.А. Некоторые вопросы диагностики и классификации поврежденных загрязнением лесных экосистем // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, 1990. – С.38-54.
2. Беляева Ю.В. Показатели флуктуирующей асимметрии *Betula pendula* Roth в условиях антропогенного воздействия (на примере Г.О. Тольятти) //

- Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15. № 3(7). – С.2196-2200.
3. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2013 году. Уфа: МПР РБ, 2014. – 336 с.
 4. Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход). М.: Наука, 1987. – 161 с.
 5. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кражева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России. 2000. – 68 с.
 6. Захаров В.М., Кларк Д.М. (ред). Биотест: Интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов. Московское отделение Международного фонда «Биотест». М., 1993. – 68 с.
 7. Захаров В.М., Крысанов Е.Ю. (ред.). Последствия Чернобыльской катастрофы: Здоровье среды. М., 1996. – 170 с.
 8. Клейн Р.М., Клейн Д.Т. Методы исследования растений. М.: Колос, 1974. – 527 с.
 9. Методы изучения лесных сообществ / Андреева Е.Н., Баккал, И.Ю., Горшков В.В. и др. СПб.: НИИ-Химии СПбГУ, 2002. 240 с.
 10. Методы фенологических наблюдений при ботанических исследованиях. М.-Л.: Наука, 1966. – 103 с.
 11. Сукачев В.Н. Программа и методика биогеоэкологических исследований. М.: Наука, 1966. – 333 с.
 12. Тагирова О.В., Кулагин А.Ю. Современное состояние и перспективы расширения лесных насаждений зеленой зоны Уфимского промышленного центра // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13. № 5(2). С. 235-238.
 13. Тагирова О.В., Кулагин А.Ю. Эколого-биологическая характеристика и перспективы использования древесных растений в насаждениях г.Уфы // Труды института биоресурсов и прикладной экологии. Выпуск 10. Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2012. – С.102-110.
 14. Кулагин А.Ю., Тагирова О.В. Экологические аспекты природопользования в Уфимском промышленном центре (Республика Башкортостан) // Поволжский экологический журнал. №1. 2014. – С.67-73.

SEASONAL CHANGES OF THE INTEGRATED INDICATOR OF STABILITY OF DEVELOPMENT AND VITAL CONDITION OF TREES OF *BETULA PENDULA* ROTH. IN THE CONDITIONS OF THE UFA INDUSTRIAL CENTRE

© 2015 O.V. Tagirova¹, A.Yu. Kulagin²

¹Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, Ufa

²Ufa Institute of Biology of the Russian Academy of Sciences

Complex use of methods of an assessment of a vital condition of plantings and indicators of the fluctuating asymmetry of leaves in the conditions of the Ufa industrial center allows to characterize a condition of plantings of *Betula pendula* Roth.

Keywords: industrial center, *Betula pendula* Roth., relative vital state, fluctuating asymmetry, stress factor.

Olesya Tagirova, Candidate of Biology, Senior Lecturer at the Ecology and Environmental Sciences Department.
E-mail: oleya@mail.ru

Alexey Kulagin, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head at the Laboratory of Forestry. E-mail: coolagin@list.ru