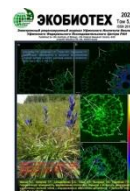




ЭКОБИОТЕХ

ISSN 2618-964X

<http://ecobiotech-journal.ru>


ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ПРИ СЕЗОННОМ РАЗВИТИИ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH)

Тагирова О.В.

Уфимский Институт биологии Уфимского федерального
исследовательского центра РАН, Уфа, Россия

*E-mail: olecyi@mail.ru

В работе представлены результаты изучения изменчивости листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth), которые проводились в течение вегетационного периода 2018 года на постоянных пробных площадях в зоне загрязнения и в селитебной зоне Уфимского промышленного центра (УПЦ). На пробных площадях были выделены и пронумерованы по 10 деревьев. Относительное жизненное состояние исследуемых деревьев характеризуется как «здоровое». С каждого дерева в летне-осенний период (июнь, июль, август, сентябрь, октябрь) с брахибластов проводился отбор 10 листьев. Для каждого листа были выполнены измерения 5 параметров на левой и правой половине и рассчитан интегральный показатель флуктуирующей асимметрии. При сравнении особенностей сезонного развития листьев березы промышленной и селитебной зоны установлены морфологические различия. Согласно критерия Фишера в течение вегетационного периода наиболее информативный проявился 2-ой признак (длина второй жилки второго порядка от основания листа). В июле выявлена наибольшая изменчивость листьев по комплексу признаков (2, 3, 4, 5). Следует отметить, что 1-ый признак (ширина половинок листа) слабо отражает отклонения в формировании асимметричности листьев березы. Полученные данные свидетельствуют о неравномерности сезонного развития листьев березы в УПЦ на фоне температурного режима в течение 2017-2018 гг.

Ключевые слова: береза повислая ♦ промышленный центр ♦ морфометрические признаки ♦ лист

FEATURES OF CHANGES IN SIGNS DURING THE SEASONAL DEVELOPMENT OF THE LEAVES OF THE HANGING BIRCH (*BETULA PENDULA* ROTH)

Tagirova O.V.

Ufa Institute of Biology of the Ufa Federal Research Centre of
the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

*E-mail: olecyi@mail.ru

The paper presents the results of studying the variability of the leaves of the hanging birch (*Betula pendula* Roth), which were carried out during the growing season of 2018 on permanent test areas in the pollution zone and in the residential area of the Ufa industrial Center. 10 trees were identified and numbered on the trial areas. The relative vital condition of the studied trees is characterized as "healthy". From each tree in the summer-autumn period (June, July, August, September, October), 10 leaves were selected from brachiblasts. For each sheet, 5 parameters were measured on the left and right half and an integral indicator of fluctuating asymmetry was calculated. When comparing the features of the seasonal development of birch leaves in the industrial and residential zones, morphological differences were established. According to Fischer's criterion, during the growing season, the 2nd feature was the most informative (the length of the second vein of the second order from the base of the leaf). In July, the greatest variability of leaves was revealed by a set of signs (2, 3, 4, 5). It should be noted that the 1st feature (the width of the leaf halves) weakly reflects deviations in the formation of asymmetry of birch leaves. The data obtained indicate the uneven seasonal development of birch leaves in the Ufa industrial Center against the background of the temperature regime during 2017-2018.

Keywords: hanging birch ♦ industrial center ♦ morphometric features ♦ leaf.

Поступила в редакцию: 05.12.2022

[Цитировать | Cite as](#)

DOI: [10.31163/2618-964X-2022-5-4-196-207](https://doi.org/10.31163/2618-964X-2022-5-4-196-207)

EDN: [YNCAYY](https://www.edn.ru/YNCAYY)



ВВЕДЕНИЕ

Древесные растения, произрастающие на территориях промышленных центров, выполняют средостабилизирующие функции, улучшают экологическое состояние, формируют благоприятную визуальную среду. Обеспечивая комфортные условия обитания сами испытывают негативное воздействие лимитирующих факторов техногенной среды [Кулагин, 1974, 1980]. Структурные особенности древесных растений, произрастающих в экстремальных лесорастительных условиях, связаны с их адаптивными способностями.

Внутривидовая изменчивость определяется характером и особенностями генетической, морфологической и экологической изменчивости [Мамаев, 1973, Шварц, 1963]. Показано, что изучение морфологии листа способствует выявлению закономерностей внутривидовой изменчивости в зависимости от условий произрастания древесных растений [Махнев, 1986, 1987; Данченко, 1990; Мигалина и др., 2010].

Уфимский промышленный центр (УПЦ) представляет полигон для исследования особенностей роста и развития древесных растений в условиях загрязнения окружающей среды.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В течение вегетационного периода в условиях промышленного центра на состояние древесных растений и на формирование листьев влияет ряд факторов (антропогенных, биогенных, абиогенных). В этом отношении влияние промышленного производства, выбросов автотранспорта, повышенные рекреационные нагрузки, климатические особенности (влажность воздуха, температурные аномалии, то есть влияние максимальных и минимальных температур, а также частота их повторяемости и резкие перепады) оказывает прямое и опосредованное воздействие на формирование ассимиляционного аппарата.

Объемы выбросов загрязняющих веществ в УПЦ в атмосферу в 2017 году от стационарных источников составил 143,5 тыс. тонн., от транспортных средств 81,6 тыс. тонн. Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в 2018 году от стационарных источников - 130,2 тыс. тонн., от транспортных средств 81,6 тыс. тонн [Государственный доклад..., 2018].

Погодные характеристики года исследований приведены по метеорологической станции Уфа-Дема (широта – 54°43′, долгота – 55°50′) по данным ВНИИ гидрометеорологической информации – мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД) (Индекс ВМО – 28722) и National Climatic Data Center, National oceanic and atmospheric administration (NCDC NOAA) (GHCND:RSM00028722) (рис.1, рис.2).

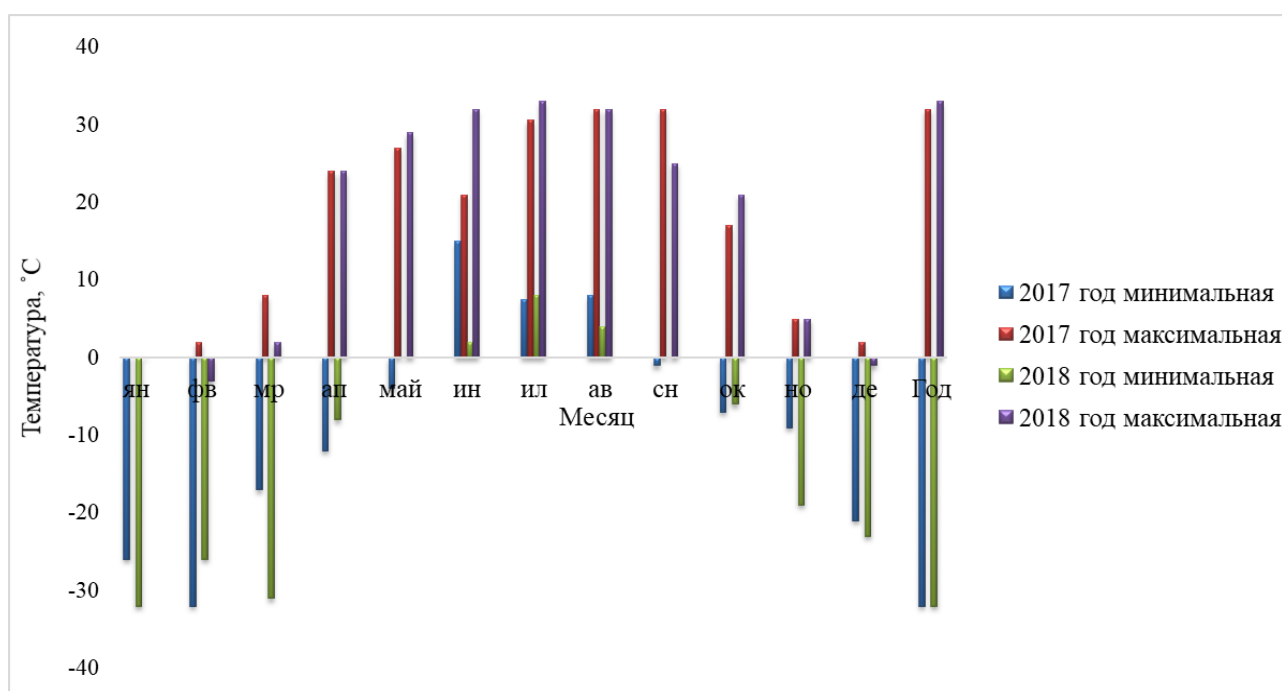


Рис. 1. Динамика изменения температур в период 2017-2018 годы.

В 2018 году в течение вегетационного периода минимальные температуры были ниже, чем в 2017 году, а максимальные температуры в 2018 году были выше, чем в 2017 году

(май, июнь, август) (рис.1). Этот фактор мог повлиять на рост и формирование листа в течение вегетационного периода.

В 2017 году минимальная влажность в вегетационный период выше, чем в вегетационный период 2018 года (рис.2). Данный показатель мог повлиять на формирование почек, заложенных в этот период, что приводит к морфологическим изменениям листьев на фоне воздействия данного фактора [Голышкин, 2014].

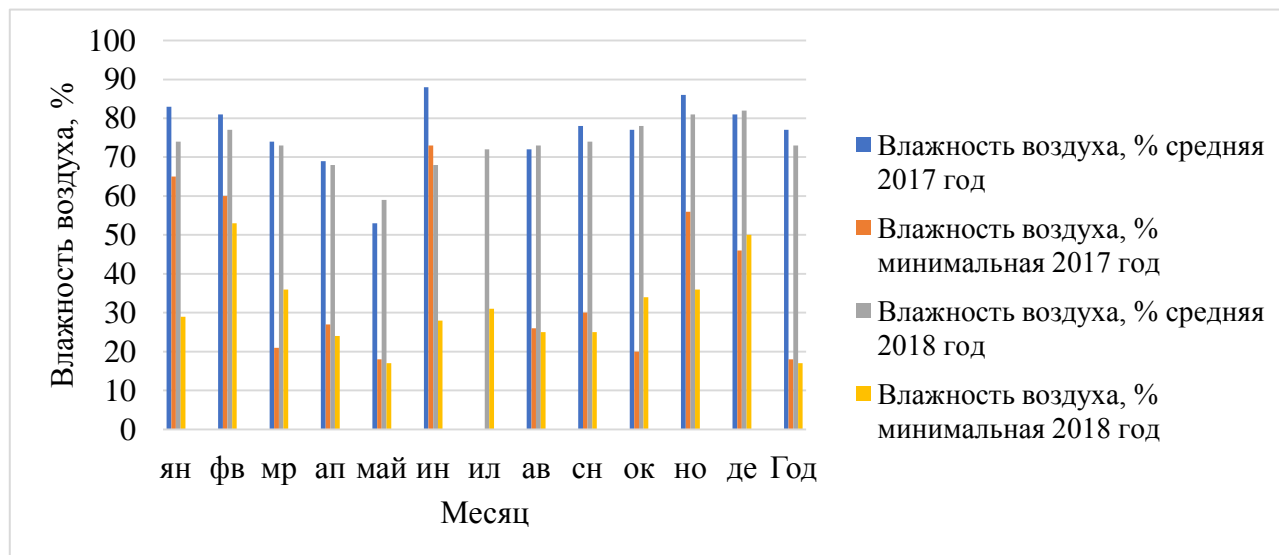


Рис. 2. Динамика изменения влажности воздуха в период 2017-2018 годы.

Цель – изучение сезонной изменчивости листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth) в контрастных лесорастительных условиях на территории Уфимского промышленного центра.

Объект исследования – модельные деревья в насаждениях березы повислой (*Betula pendula* Roth). Выбор объекта исследования связан с широким ареалом распространения данного вида.

В работе представлены результаты изучения изменчивости листьев березы повислой, которые проводились в течение вегетационного периода в 2018 году на постоянных пробных площадях (ПП) в зоне загрязнения (ПП1) и в селитебной зоне (ПП11) (рис. 3). На ПП1 и ПП11 были выделены и пронумерованы по 10 деревьев. Выбирали растения, произрастающие на открытых участках, достигшие генеративного возрастного состояния.

На ПП 1 и ПП 11 с каждого из пронумерованных 10 деревьев в летне-осенний период (в июне, июле, августе, сентябре и октябре) проводился отбор 10 листьев (всего было собрано и обработано 1000 листьев березы) [Кулагин, Тагирова, 2014; Кулагин, Тагирова, 2015; Тагирова и др., 2019; Tagirova, Kulagin, 2021]. Листья были собраны из нижней части кроны на высоте 3 -4 м (ветви срезали штанговым 2-метровым секатором). Использовали листья с укороченных побегов (брахибластов). Листья закладывались в гербарий.

В камеральных условиях каждый лист сканировался (сканер Epson Perfection 1270) и далее выполнялись замеры пяти показателей на каждой половине листа (слева и справа) [Захаров и др., 2000]. Проводилась обработка результатов измерений и рассчитывался интегральный показатель стабильности развития листьев.

Величина асимметрии, как интегральный показатель стабильности развития листа рассчитывается для комплекса признаков проявления асимметричности. При этом учитывается факт асимметрии, т.е. несходства значений признака на левой и правой половинах листа [Захаров и др., 2000]. Особый интерес представляет сезонная динамика

формирования асимметричности листа с учетом условий произрастания [Тагирова и др., 2019].



Рис. 3. Картосхема Уфимского промышленного центра с указанием местоположения пробных площадей.

При выполнении работы были использованы следующие апробированные методы исследований: методы изучения лесных сообществ [Методы изучения..., 2002], методы изучения флуктуирующей асимметрии [Захаров и др., 2000, методы статистической

обработки [Плохинский, 1970; Зайцев, 1984; Mathematics..., 2007] результатов исследований производилась в программах STATISTICA, Excel и GraphPad Prism [Ивантер, Коросов, 2014].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Относительное жизненное состояние березовых насаждений, находящихся в зоне воздействия выбросов нефтеперерабатывающих предприятий (ПП1) (высота 10-15,5 м, диаметр 22-52 см) и в зоне относительного контроля (ПП11) (высота 14,5-16 м, диаметр 32-54 см) характеризуется как «здоровое». Густота кроны составляет 85–95 %. Наличие на стволе мертвых сучьев – от 1 до 10 %. Степень повреждения листьев токсикантами и насекомыми составляет 0–10 %. Суховершинность не выражена, фитопатологические повреждения отсутствуют, повреждения стволов энтомопоражениями (кладка яиц, стволовые заселения) незначительные.

Наибольший интегральный показатель стабильности развития ПП1 в июле месяце соответствует 5-и баллам (величина асимметрии равна 0,059), что означает «критическое» значение показателя стабильности развития насаждений березы повислой, деревья находятся в «сильно угнетенном состоянии», а относительное жизненное состояние насаждений соответствует категории «здоровое». Наименьший интегральный показатель стабильности ПП11 в августе месяце соответствует 3 баллам (величина асимметрии равна 0,048) - «средний уровень отклонения от нормы» - растения испытывают влияние неблагоприятных факторов (табл. 1).

Таблица 1. Морфометрические признаки листовой пластины березы повислой на ПП1 и ПП11. Показатели асимметрии листовых пластин березы повислой за 2018 г.

Месяц	Величина асимметрии ПП1	Значение показателя асимметричности (баллы)	Величина асимметрии ПП11	Значение показателя асимметричности (баллы)
Июнь	0,057	5	0,055	5
Июль	0,059	5	0,056	5
Август	0,055	5	0,048	3
Сентябрь	0,052	4	0,052	4
Октябрь	0,053	4	0,055	5

Проведена статистическая обработка представленных величин флуктуирующей асимметрии отдельных метрических признаков листовых пластин характерных для выбранных пробных площадей (таблицы 2, 5, 8, 11, 14).

Таблица 2. Морфометрический признак - длина второй жилки второго порядка от основания листа (различия по 1-му признаку)

Месяц	Среднее значение		Стандартное отклонение		Ошибка		Коэффициент вариации, %	
	ПП 1	ПП 11	ПП 1	ПП11	ПП1	ПП11	ПП 1	ПП11
Июнь	0,046	0,045	0,049	0,035	0,005	0,004	104,70	77,930
Июль	0,043	0,042	0,033	0,035	0,003	0,004	75,37	83,090
Август	0,038	0,036	0,029	0,031	0,003	0,003	75,73	87,630
Сентябрь	0,035	0,039	0,030	0,038	0,003	0,004	86,70	97,450
Октябрь	0,039	0,039	0,038	0,031	0,004	0,003	97,45	80,260

Таблица 3. Морфометрический признак - длина второй жилки второго порядка от основания листа (различия по 1-му признаку) Т – тест

Месяц	Р	Досто- вер- ность отличий (P < 0,05)	Т- кри- терий Стью- дента	df	Среднее зна- чение		Различия между средними значи- ями	95% до- вери- тельный интер- вал	Кoeffи- циент детер- минации (R2)
					ПП1	ПП11			
Июнь	0,803	нет	0,250	198	0,046	0,045	0,002 ± 0,006	-0,010 0,013	0,0003
Июль	0,861	нет	0,175	197	0,043	0,042	0,001 ± 0,005	-0,009 0,010	0,0002
Август	0,612	нет	0,508	198	0,038	0,036	0,002 ± 0,004	-0,006 0,011	0,0013
Сентябрь	0,437	нет	0,779	198	0,035	0,039	-0,004 ± 0,005	-0,013 0,006	0,0031
Октябрь	0,963	нет	0,047	198	0,039	0,039	0,0002 ± 0,005	-0,009 0,010	0,00001

Таблица 4. Морфометрический признак - длина второй жилки второго порядка от основания листа (различия по 1-му признаку). Параметрический статистический тест (F-критерий Фишера) для сравнения отклонений

Месяц	F	DFn	DFc	P	Достоверность отличий (P < 0,05)
Июнь	1,927	99	99	0,001	Да
Июль	1,168	99	98	0,442	Нет
Август	1,191	99	99	0,387	Нет
Сентябрь	1,551	99	99	0,030	Да
Октябрь	1,492	99	99	0,048	Да

При выявлении различий по 1 признаку (ширина половинок листа) между средними двух пробных площадей (ПП11 и ПП1) с помощью непарного критерия Стьюдента выяснили, что различий нет (табл. 3).

Достоверные отличия сравниваемых групп (ПП1 и ПП11) с помощью F-критерия были выявлены: в июне, сентябре и октябре (табл. 4).

Таблица 5. Морфометрический признак - длина второй жилки второго порядка от основания листа (различия по 2-му признаку)

Месяц	Среднее значение		Стандартное отклонение		Ошибка		Кoeffициент вариации, %	
	ПП 1	ПП 11	ПП 1	ПП 11	ПП 1	ПП11	ПП 1	ПП11
Июнь	0,026	0,024	0,042	0,016	0,004	0,002	164,0	68,86
Июль	0,027	0,024	0,030	0,020	0,003	0,002	112,1	83,64
Август	0,029	0,020	0,048	0,017	0,005	0,002	166,6	82,02
Сентябрь	0,027	0,023	0,028	0,022	0,003	0,002	107,0	92,43
Октябрь	0,023	0,022	0,022	0,016	0,002	0,002	92,43	71,56

При выявлении 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 различий нет (табл. 6).

Таблица 6. Морфометрический признак - длина второй жилки второго порядка от основания листа (различия по 2-му признаку) Т-тест

Месяц	P	Достоверность отличий (P < 0,05)	Т- критерий Стьюдента	df	Среднее значение		Различия между средними значениями	95% доверительный интервал	Коэффициент детерминации (
					ПП1	ПП11			
Июнь	0,605	нет	0,518	196	0,026	0,024	0,002 ± 0,005	-0,007 0,011	0,001
Июль	0,380	нет	0,881	194	0,027	0,024	0,003 ± 0,004	-0,004 0,010	0,004
Август	0,101	нет	1,646	197	0,029	0,020	0,008 ± 0,005	-0,002 0,018	0,014
Сентябрь	0,357	нет	0,924	198	0,027	0,023	0,003 ± 0,004	-0,004 0,010	0,004
Октябрь	0,594	нет	0,534	198	0,023	0,022	0,001 ± 0,003	-0,004 0,007	0,001

Таблица 7. 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	Достоверность отличий (P < 0,05)
Июнь	6,866	97	99	<0,0001	Да
Июль	2,312	95	99	<0,0001	Да
Август	8,201	98	99	<0,0001	Да
Сентябрь	1,746	99	99	0,006	Да
Октябрь	1,892	99	99	0,0017	Да

Достоверные отличия сравниваемых групп (ПП1 и ПП11) с помощью F-критерия были выявлены в следующих месяцах: в июне, июле, августе, сентябре, октябре (табл. 7).

Таблица 8. Морфометрический признак – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка (различия по 3-му признаку)

Месяц	Среднее значение		Стандартное отклонение		Ошибка		Коэффициент вариации, %	
	ПП 1	ПП 11	ПП 1	ПП 11	ПП 1	ПП 11	ПП 1	ПП11
Июнь	0,082	0,088	0,065	0,074	0,007	0,007	79,49	84,69
Июль	0,093	0,089	0,073	0,097	0,007	0,010	78,33	108,1
Август	0,093	0,076	0,088	0,066	0,009	0,007	94,03	86,69
Сентябрь	0,091	0,096	0,061	0,095	0,006	0,010	67,53	99,49
Октябрь	0,096	0,089	0,095	0,083	0,010	0,008	99,49	93,66

Таблица 9. Морфометрический признак – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка (различия по 3-му признаку). Т-тест

Месяц	P	Досто- верность отличий (P < 0,05)	Т- критерий Стъюдента	df	Среднее зна- чение		Различия между средними значениями	95% до- вери- тельный интервал	Коэф- фициент детер- мина- ции (
					ПП1	ПП11			
Июнь	0,579	нет	0,555	197	0,082	0,088	-0,006 ± 0,010	-0,025 0,014	0,002
Июль	0,752	нет	0,316	198	0,093	0,089	0,004 ± 0,012	-0,020 0,028	0,001
Август	0,110	нет	1,605	198	0,093	0,076	0,018 ± 0,011	-0,004 0,039	0,013
Сентябрь	0,668	нет	0,429	198	0,091	0,096	-0,005 ± 0,011	-0,027 0,017	0,001
Октябрь	0,584	нет	0,548	197	0,096	0,089	0,007 ± 0,013	-0,018 0,032	0,002

Таблица 10. 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	Достоверность отличий (P < 0,05)
Июнь	1,292	99	98	0,205	Нет
Июль	1,751	99	99	0,0058	Да
Август	1,787	99	99	0,0042	Да
Сентябрь	2,409	99	99	<0,0001	Да
Октябрь	1,312	99	98	0,18	Нет

При выявлении различий по 3 признаку (расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка) между средними двух пробных площадей (ПП1 и ПП11) с помощью непарного критерия Стъюдента выяснили, что различий нет (табл. 9).

Достоверные отличия сравниваемых групп (ПП1 и ПП11) с помощью F-критерия были выявлены: в июле, августе, сентябре (табл. 10).

При выявлении 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 Стъюдента выяснили, что различий нет (табл. 12).

Таблица 11. Морфометрический признак - расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка (различия по 4-му признаку)

Месяц	Среднее значение		Стандартное отклонение		Ошибка		Коэффициент вариации, %	
	ПП 1	ПП 11	ПП 1	ПП11	ПП 1	ПП11	ПП 1	ПП11
Июнь	0,070	0,055	0,067	0,041	0,007	0,004	94,99	74,47
Июль	0,077	0,059	0,081	0,050	0,008	0,005	105,0	85,37
Август	0,058	0,062	0,048	0,055	0,005	0,005	82,34	88,08
Сентябрь	0,057	0,055	0,043	0,043	0,004	0,004	76,46	78,38
Октябрь	0,055	0,062	0,043	0,049	0,004	0,005	78,38	78,09

Таблица 12. Морфометрический признак – расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка (различия по 4-му признаку). Т-тест

Месяц	P	Досто- верность отличий (P < 0,05)	Т- кри- терий Стью- дента	df	Среднее зна- чение		Различия между средними значи- ями	95% до- вери- тельный интервал	Кoeffици- ент детер- минации (
					ПП1	ПП11			
Июнь	0,065	нет	1,859	194	0,070	0,055	0,015 ± 0,008	-0,001 0,030	0,018
Июль	0,061	нет	1,889	191	0,077	0,059	0,018 ± 0,010	-0,001 0,037	0,018
Август	0,605	нет	0,519	196	0,058	0,062	-0,004 ± 0,007	-0,018 0,011	0,001
Сентябрь	0,791	нет	0,266	198	0,057	0,055	0,002 ± 0,006	-0,010 0,014	0,0003
Октябрь	0,268	нет	1,111	198	0,055	0,062	-0,007 ± 0,007	-0,020 0,006	0,006

Таблица 13. 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	Достоверность отличий (P < 0,05)
Июнь	2,603	96	98	<0,0001	Да
Июль	2,593	92	99	<0,0001	Да
Август	1,298	99	97	0,199	Нет
Сентябрь	1,009	99	99	0,966	Нет
Октябрь	1,270	99	99	0,236	Нет

Достоверные отличия сравниваемых групп (ПП1 и ПП11) с помощью F-критерия были выявлены в июне и июле (табл. 13).

Таблица 14. Морфометрический признак – угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка (различия по 5-му признаку).

Месяц	Среднее значение		Стандартное отклонение		Ошибка		Кoeffициент вариации	
	ПП 1	ПП 11	ПП 1	ПП 11	ПП 1	ПП 11	ПП 1	ПП11
Июнь	0,062	0,063	0,062	0,060	0,006	0,006	0,998	0,953
Июль	0,052	0,064	0,038	0,055	0,004	0,006	0,719	0,863
Август	0,057	0,046	0,050	0,041	0,005	0,004	0,880	0,888
Сентябрь	0,052	0,049	0,039	0,041	0,004	0,004	0,756	0,848
Октябрь	0,049	0,063	0,041	0,046	0,004	0,005	0,848	0,730

Таблица 15. Морфометрический признак – угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка (различия по 5-му признаку). Т-тест

Месяц	P	Досто- верность отличий (P < 0,05)	Т- крите- рий Стью- дента	df	Среднее зна- чение		Различия между средними значени- ями	95% довери- тельный интервал	Кoeffи- циент де- термина- ции (
					ПП1	ПП11			
Июнь	0,903	нет	0,122	198	0,062	0,063	-0,001 ± 0,009	-0,018 0,016	0,0001
Июль	0,084	нет	1,736	198	0,052	0,064	-0,012 ± 0,007	-0,025 0,002	0,015
Август	0,098	нет	1,661	198	0,057	0,046	0,011 ± 0,006	-0,002 0,024	0,014
Сентябрь	0,545	нет	0,606	198	0,052	0,049	0,003 ± 0,006	-0,008 0,015	0,002
Октябрь	0,021	Да *	2,332	198	0,049	0,063	-0,014 ± 0,006	-0,027 -0,002	0,027

При выявлении различий по 5 признаку (угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка) между средними двух пробных площадей (ПП11 и ПП1) с помощью непарного критерия Стьюдента выяснили, что различия выявлены в октябре месяце (табл. 15).

Достоверные отличия сравниваемых групп (ПП1 и ПП11) с помощью F-критерия были выявлены в июле и в августе (табл. 16).

Таблица 16. 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	Достоверность отличий (P < 0,05)
Июнь	1,060	99	99	0,771	Нет
Июль	2,145	99	99	0,0002	Да
Август	1,492	99	99	0,048	Да
Сентябрь	1,096	99	99	0,649	Нет
Октябрь	1,244	99	99	0,280	Нет

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

При анализе полученных данных с помощью непарного критерия Стьюдента в качестве информативного был выявлен для октября только 5-ый признак (угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка) (таблица 17).

Таблица 17. Анализ с использованием непарного критерия Стьюдента

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

Достоверные отличия сравниваемых групп (ПП1 и ПП11) с помощью F-критерия были выявлены в июле месяце по 4-м признакам (таблица 18).

Таблица 18. Различия дисперсий сравниваемых групп (ПП1 и ПП 11) с помощью F-критерия

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

При этом 1-ый признак (ширина половинок листа) проявился в июне месяце, сентябре и октябре; 2-ой признак (длина второй жилки второго порядка от основания листа) проявлялся в июне, июле, августе, сентябре, октябре; 3-ий признак (расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка) был выявлен в июле, августе, сентябре; 4-ый признак (расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка) – в июне и июле; 5-ый признак (угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка) был выявлен в июле и в августе.

На основании проведенного анализа отмечается изменчивость листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth) в течение вегетационного периода 2018 г. Для 2018 г. июль месяц является наиболее информативным. В июле выявлена наибольшая изменчивость листьев по комплексу признаков (2, 3, 4, 5). Согласно критерия Фишера в течение вегетационного периода наиболее информативный проявился 2-ой признак (длина второй жилки второго порядка от основания листа). Следует отметить, что 1-ый признак (ширина половинок листа) слабо отражает отклонения в формировании асимметричности листьев березы. Полученные данные свидетельствуют о неравномерности сезонного развития листьев березы в УПЦ на фоне температурного режима в течение 2017-2018 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голышкин Л.В. Анализ внешней архитектоники листа яблони на основе метода флуктуирующей асимметрии (экологический принцип интегральной оценки стабильности развития растений-индикаторов и фоновый мониторинг окружающей среды) // Сборник научных трудов. Том 1. под общей редакцией Е.Н. Седова. Орёл, 2014. С. 132-161.
2. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2018 году». Уфа, 2018. 276 с.
3. Данченко А.М. Популяционная изменчивость березы. Новосибирск: Наука, Сиб. отделение. 1990. 205 с.
4. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике [Mathematical statistics in experimental botany in Russia]. М., 1984. 424 с.
5. 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.
6. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию: учебное пособие [Introduction to quantitative biology: a textbook in Russia] / Э.В. Ивантер, А.В. Коросов. – 3-е изд., испр. и доп. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2014. 298 с.
7. Кулагин А.Ю., Тагирова О.В. Экологические аспекты природопользования в Уфимском промышленном центре (Республика Башкортостан) // Поволжский экологический журнал. №1. 2014. С.67-73.

8. Кулагин А.Ю., Тагирова О.В. Лесные насаждения Уфимского промышленного центра: современное состояние в условиях антропогенных воздействий. Уфа: Гилем, Башк. энцикл. 2015. 196 с.
9. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда [Woody plants and industrial environment in Russia]. М.: Наука, 1974. 124с.
10. Кулагин Ю.З. Лесообразующие виды, техногенез и прогнозирование [Forest-forming species, technogenesis and forecasting in Russia]. М.: Наука, 1980. 16 с.
11. Мамаев С.А. Внутривидовая изменчивость и проблемы интродукции древесных растений [Intraspecific variability and problems of introduction of woody plants in Russia] // Успехи интродукции растений. М.: Наука, 1973. С. 128-140.
12. Махнев А.К. О внутривидовой изменчивости и популяционной структуре белых берез на Урале // Экология и физиология основных лесообразующих видов Урала / Под ред. Смолоногова Е.П. и Терешина Ю.А. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. С. 3–14.
13. Махнев А.К. Внутривидовая изменчивость и популяционная структура берез секций *Albae* и *Nanae*. М.:Наука, 1987. 128 с.
14. Мигалина С.В., Иванова Л.А., Махнев А.К. Изменение морфологии листа *Betula pendula* Roth и *B. pubescens* Ehrh. вдоль зонально-климатической трансекты Урала и Западной Сибири // ЭКОЛОГИЯ, 2010, № 4, с. 257–265.
15. Методы изучения лесных сообществ [Methods of studying forest communities in Russia] / Андреева Е.Н., Баккал И.Ю., Горшков В.В. и др. СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.
16. Плохинский Н.А. Биометрия [Biometrics in Russia]. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 367с.
17. Тагирова О.В., Кулагин А.Ю., Зайцев Г.А. Сезонная динамика изменения некоторых параметров листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth) в условиях промышленного воздействия (г.Уфа, Республика Башкортостан) // Научный электронный журнал ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ. Т. 8. № 2 (32). Июнь, 2019. Петрозаводск. С. 110-118 <http://ecopri.ru>, <https://elibrary.ru/item.asp?id=41415017>
18. Шварц С.С. Внутривидовая изменчивость млекопитающих и методы ее изучения //Зоол. ж., т. 42, вып. 3, 1963. С.417-433.
19. Mathematics for Ecology and Environmental Sciences / Eds. Y.Takeuchi, Y.Iwasa, K.Sato. – Springer, 2007. 188 p. DOI: 10.1007/978-3-540-34428-5
20. Tagirova O.V., Kulagin A.Yu. Variability of leaves of *Betula pendula* Roth during the growing season in the recreation area in the industrial center // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2021 Том 29 № 2. С. 127-137. DOI: 10.22363/2313-2310-2021-29-2

Цитировать как

Тагирова О.В. Особенности изменения признаков при сезонном развитии листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth) // Экобиотех, 2022, Т. 5 (4). С. 196-207. DOI: 10.31163/2618-964X-2022-5-4-196-207. EDN: YNCAYY

Cited as

Tagirova O.V. Features of changes in signs during the seasonal development of the leaves of the hanging birch (*Betula pendula* Roth). *Ekobioteh*. V. 5 (4). P. 196-207. DOI: 10.31163/2618-964X-2022-5-4-196-207. EDN: YNCAYY (In Rus.)