DOI: 10.17117/na.2016.07.02.043

<http://ucom.ru/doc/na.2016.07.02.043.pdf>

Поступила (Received): 24.07.2016

Блащинская О.Н., Забуга Г.А. Исследование флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой урботерритории г. Ангарска

Blashchinskaya O.N., Zabuga G.A.
The study of the birch leaves fluctuating
asymmetry of the Angarsk urban territory

Показано изменение и отклонение от нормы интегрального показателя флуктуирующей асимметрии (ИПФА) листьев березы повислой в вегетации 2002 г. и 2011-12 гг. Оказалось, что ИПФА превышал максимум по шкале балльной оценки и свидетельствовал о «сильном, экстремальном загрязнении» воздушной среды исследуемой урботерритории г. Ангарска
Ключевые слова: *Betula pendula* Roth., листья березы, флуктуирующая асимметрия, окружающая среда, экологическое состояние

The change and deviation from the norm of integral index of fluctuating asymmetry (IIFA) birch leaves were investigated in the vegetations of 2002 and 2011-12. As appeared IIFA exceeded the maximum of the number scale, and testified about the "strong, extreme dirty" the air quality of the Angarsk urban territory

Key words: *Betula pendula* Roth., birch leaves, fluctuating asymmetry, ecological state of the environment

Блащинская Оксана Николаевна
Соискатель, зав. лабораторией
Ангарский государственный технический университет
г. Ангарск, ул. Чайковского, 60

Blashchinskaya Oksana Nikolaevna
Applicant, Head of Department
Angarsk state technical university
Angarsk, Tchaikovsky st., 60

Забуга Галина Алексеевна
Доктор биологических наук, профессор
Иркутский государственный университет путей сообщения
г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15

Zabuga Galina Alekseevna
Doctor of Biological Sciences, Professor
Irkutsk state university of railway
Irkutsk, Chernyshevsky st., 15

Растительный покров образует барьер на пути загрязняющих веществ, падающих с выбросами предприятий в пространство урботерриторий. Барьерные свойства растений обусловлены, прежде всего, их листовой поверхностью, которая достигает значительных размеров у древесной жизненной формы. Цель работы – с помощью интегрального показателя флуктуирующей асимметрии (ИПФА) исследовать экологическое состояние листового барьера березы повислой (*Betula pendula* Roth.) и воздушной среды г. Ангарска.

Флуктуирующая асимметрия (ФА) является морфологическим показателем, характеризующим стабильность развития ассимилирующих органов рас-

тений. Для ее определения брали побеги по периметру средней части кроны березы с помощью специально приспособленного для этого сучкореза с телескопической ручкой. Выбор мест взятия побегов определялся в соответствии с планшеткой [1].

ФА листьев березы сначала оценивали по пяти признакам, измеряя ширину половины листа (1), длину второй от основания листа жилки второго порядка (2), расстояния между основаниями первой и второй жилок второго порядка (3) и между их концами (4), а также угол между главной и второй от основания листа жилкой второго порядка (5). Затем по каждому листу разность между промерами слева и справа делили на их сумму. ИПФА рассчитывали как среднее арифметическое отношений разности к сумме промеров листа слева и справа, отнесенное к числу признаков, или по алгоритму нормированной разности [2].

Таблица 1. Интегральный показатель флуктуирующей асимметрии листьев берёзы, растущей в пределах урботерритории г. Ангарска

№ точки отбора листьев	ИПФА (2002 г.)	№ точки отбора листьев	ИПФА (2011 г.)	№ точки отбора листьев	ИПФА (2012 г.)
1a	0,083±0,0039	2	0,081±0,0082	14	0,078±0,0033
2b	0,078±0,0035	3	0,071±0,0076	15	0,080±0,0073
3c	0,091±0,0038	4	0,104±0,0126	16	0,092±0,0076
4d	0,087±0,0038	5	0,093±0,0097	18	0,081±0,0058
5e	0,091±0,0032	7	0,082±0,0091	19	0,082±0,0063
6f	0,083±0,0033	8	0,083±0,0056	20	0,081±0,0047
7g	0,081±0,0034	9	0,076±0,0080	21	0,076±0,0063
8h	0,082±0,0033	10	0,097±0,0095	22	0,079±0,0052
9i	0,092±0,0043	11	0,073±0,0067		
10j	0,075±0,0041	12	0,090±0,0080		
11k	0,092±0,0045	13	0,085±0,0089		
12l	0,084±0,0041				
13m	0,086±0,0035				

Согласно данным таблицы 1, в вегетацию 2002 г. ИПФА во всех точках отбора листьев существенно превышал величину 0,054, соответствующую по шкале балльной оценки максимальному баллу «V» («сильное, экстремальное загрязнение» воздушной среды) [4]. В вегетации 2011-2012 гг. ИПФА также характеризовался максимальным баллом и, следовательно, сходным с 2002 г. состоянием воздушной среды. Эти результаты согласуются с данными, полученными для этого же вида по г. Братску [3], хотя максимум ИПФА в последнем случае был меньше, составляя 74,1 и 83,8 % от максимума ИПФА, зарегистрированного в г. Ангарске.

Поскольку ИПФА включает в себя результаты определения пяти морфологических признаков, исследовали, какой из них больше других отличался от нормы, величина которой определена как <0,040 [4]. Так, по результатам 2002 г. получили, что третий и четвертый признаки соответствовали норме не более

чем в 7%, тогда как по другим признакам норма асимметрии отмечалась в 30-72% измерений (табл. 2). В 2011 г. норма асимметрии по третьему признаку была невысокой, как и в 2002 г., а по четвертому признаку – максимум нормы составлял 35%. По первому, второму и пятому признакам в 2011-2012 гг. максимум нормы асимметрии был выше, чем в 2002 г., показывая более 80% (табл. 2).

Таблица 2. Доля соответствующих норме значений морфологических признаков асимметрии листьев березы

№ точки отбора листьев	Доля значений признака асимметрии, %				
	1	2	3	4	5
2002 г.					
1a	57,5	66,7	1,1	6,9	49,4
2b	44,7	72,4	1,3	1,3	55,3
3c	41,2	52,9	4,7	2,4	34,1
4d	45,7	46,7	3,3	2,2	50,0
5e	50,0	54,3	0	4,3	40,2
6f	43,3	55,2	0	0	34,3
7g	52,8	51,7	0	6,7	41,6
8h	60,7	53,6	1,2	4,8	41,7
9i	39,4	53,2	1,1	4,3	50,0
10j	30,2	41,9	0	3,5	43,0
11k	56,8	61,7	1,2	4,9	49,4
12l	50,6	56,5	0	0	48,2
13m	53,8	61,5	0	0	33,0
2011 - 2012 гг.					
2	78,9	47,4	5,3	10,5	61,2
3	44,4	83,3	0	11,1	66,7
4	61,1	66,7	0	5,6	61,1
5	40,0	55,0	0	0	50,0
7	41,2	64,7	0	35,3	47,1
8	40,9	31,8	0	9,1	40,9
9	45,5	77,3	0	27,3	68,2
10	15,8	42,1	0	0	63,2
11	55,5	22,2	5,6	0	55,5
12	46,2	50,0	3,6	11,4	61,5
13	50,0	70,0	0	0	80,0
14	50,0	64,5	0,9	14,5	52,7
15	53,9	67,6	3,9	8,8	55,9
16	47,3	68,8	0	4,3	48,4
18	48,6	66,7	5,6	31,9	51,4
19	47,2	66,7	2,8	31,9	52,8
20	64,4	75,3	1,0	1,0	49,3
21	52,5	71,3	0,0	15,0	56,3
22	48,1	62,4	2,3	5,3	44,4

Анализируя полученные данные, установили, что признаки 1, 2 и 5 имели наибольшую долю соответствия норме экологических условий, поэтому оценку ИПФА листьев березы провели на их основе. Оказалось, что в этом случае ИПФА соответствовал баллу «IV» (0,050–0,054) и «III» (0,045–0,049) в 2002 г. и в 2011-2012 гг. соответственно. Оценка ИПФА, выполненная только по 3-ому и 4-ому признакам, показала соответствие баллу «V» по всем годам наблюдений.

Отклонение от нормы стабильности развития листьев березы по двум признакам флуктуирующей асимметрии (3-ому и 4-ому), показанное для урбанизированной территории г. Ангарска, по-видимому, не было случайным, и отражало взаимосвязь этих признаков на уровне структуры листа. Возможно, изменение расстояния между основаниями первой и второй жилок второго порядка (3-ий признак) в антропогенных условиях исследуемой городской среды было настолько значительным, что приводило и к изменению расстояния между их концами (4-ый признак).

Таким образом, экологическое состояние барьера, формируемого листьями растущей в пределах урботерритории г. Ангарска березы, характеризовалось отсутствием стабильности развития ассимилирующих органов, поскольку ИПФА во все годы наблюдений был выше 0,054, и квалифицировать состояние воздушной среды города как соответствующее «сильному и экстремальному загрязнению».

Список используемых источников:

1. Блащинская О.Н., Забуга Г.А., Горбунова О.В. Оценка повреждений хвои сосны обыкновенной, растущей на урбанизированной территории г. Ангарска // Проблемы региональной экологии. 2014. №4. С.48-53.
2. Захаров В.М. Онтогенез и популяция (стабильность развития и популяционная изменчивость) // Экология. 2001. № 3. С. 177-191.
3. Рунова Е.М. Оценка техногенного загрязнения по показателю флуктуирующей асимметрии березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в окрестностях г. Братска // Вестник КрасГАУ. 2007. № 6 (21). С. 121-127.
4. Костромина О.А. Экологическая оценка состояния лиственных древостоев в зонах техногенного воздействия. Автореферат диссертации. Братск. 2009. 22 с.

© 2016, Блащинская О.Н., Забуга Г.А.

Исследование флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой урботерритории г. Ангарска

© 2016, Blashchinskaya O.N., Zabuga G.A.

The study of the birch leaves fluctuating asymmetry of the Angarsk urban territory