

УДК: 574.4+5841.4:574.21+(477.63)

МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЛИСТКІВ БЕРЕЗИ ПОВИСЛОЇ КУЛЬТУРДЕНДРОЦЕНОЗІВ СТЕПУ В УМОВАХ ПРОМИСЛОВОГО МІСТА

В.М. Савосько¹, К.М. Домшина², В.В. Савосько³

¹*Криворізький національний університет*

²*Станція юних натуралістів Жовтневого району
м. Кривий Ріг*

³*Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара*

Листья березы повислой культурдендроценозов Криворожья, по сравнению с природными популяциями, характеризуются: увеличением длины черешка (на 10–25 %), уменьшением длины и ширины листовой пластинки (на 15–30 %) и ее площади (на 20–45 %). Режимы ухода за насаждениями не компенсируют негативное влияние экологических факторов. По показателям флуктуирующей асимметрии листовой пластинки культурдендроценозы березы повислой в условиях Криворожья находятся в очень угнетенном и критическом состоянии.

Морфологические показатели, береза повислая, флуктуирующая асимметрия, насаждения Криворожья

ВСТУП

Штучно створені деревні насадження (культурдендроценози) є повноцінними конструктивним містобудівним елементом, що бере участь в організації території міста та створенні найкращих умов життя населення [2, 11]. При цьому важливою запорукою успішного функціонування культурдендроценозів є активне використання інтродуцентів. Однак застосування в озелененні міст таких видів може зіткнутися з певними проблемами (екологічного характеру та зумовленими станом довкілля). Тому так актуально проведення ранньої діагностики реального життєвого стану деревних видів [1, 7].

Серед біоіндикаційних ознак, на думку вчених, дуже перспективним є використання морфологічних особливостей листків. Така увага до листка обумовлюється тим, що він найбільш пластичний орган рослини, та є одним з головних органів, пов'язаних з функціонуванням рослин та достатньо зручний для дослідження [1, 9].

Деревні рослини в зелених насадженнях Криворіжжя неодноразово були темою досліджень та наукових публікацій. Останнім часом проаналізовано: флористичний склад спонтанної дендрофлори [5], дендрофлора зелених насаджень (сучасний стан та перспективи її збереження та використання) [8]. Проте вивчення морфологічних особливостей листків берези повислої в умовах Криворіжжя не проводилося.

Мета роботи – проаналізувати морфологічні особливості листків берези повислої в умовах степового клімату та промислового міста Кривий Ріг.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Морфологічні особливості листків берези повислої (*Betula pendula* Roth) досліджувалися на двох моніторингових ділянках, що розміщені в центральній частині м. Кривий Ріг (Дніпропетровська обл.). Ділянка № 1 знаходилася в межах скверу по вул. Кремлівська, що характеризується типовими для міста умовами зростання (посушливість степового клімату та середній рівень атмосферного забруднення), режимом догляду й рекреаційного навантаження. Ділянка № 2 розташована в межах скверу по вул. Рязанкіна, для нього характерний високій рівень догляду та застосування в 70–80-их роках ХХ ст. зрошення. Для порівняння нами використана територія Міського парку м. Маладзечна (Мінська обл., Білорусь). Ця ділянка знаходиться в межах природного ареалу берези повислої та характеризується типовим режимом догляду, середнім рівнем рекреаційного навантаження та незначним забрудненням довкілля.

На кожній моніторинговій ділянці впродовж вегетаційних сезонів 2006–2009 років відбирали неушкоджені максимально розвинуті листки в середній частині вегетативних пагонів, що припинили ріст, із середини південного боку крони п'яти нормально розвинених дерев берези повислої. Відібрані листочки висушували до постійної температури [7].

В камеральних умовах проводили виміри морфометричних показників: довжини та ширини листової пластинки, ширини правої та лівої частини листової пластинки, довжини черешка [7]. Отримані результати вимірів і проміжних розрахунків оброблялися методами варіаційної статистики на рівні значущості $P < 0,95$ [4].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз отриманих результатів показав, що морфометричні показники листків берези повислої контрольної ділянки знаходяться в межах значень, що є типовими для представників цього виду, які зростають в умовах природного ареалу [2, 3, 10]. Так, довжина черешка в середньому за чотири роки становить $18,37 \pm 0,42$ мм, довжина листової пластинки – $58,11 \pm 1,21$ мм, а її ширина – $39,40 \pm 0,89$ мм (табл.). Слід зазначити, що впродовж років спостереження не виявлена статистична достовірна зміна морфометричних показників листків берези повислої. Цей факт є типовим для дерев, що зростають у межах природного ареалу.

За нашими розрахунками, співвідношення довжини черешка до довжини листової пластинки берези повислої контрольної ділянки коливається в межах 0,29–0,36, при середньому значенні 0,32. Впродовж чотирьох років спостереження виявлена тенденція до зменшення числових значень цього показника. Співвідношення довжини листової пластинки до її ширини у рослин в межах природного ареалу становить 1,32–1,59 (в середньому 1,48). При цьому, за роки спостереження мало місце збільшення цього коефіцієнту.

Несприятливі для берези повислої природно-кліматичні умови Криворіжжя, а також забруднення довкілля та рекреаційне навантаження негативним чином вплинули на морфологічні особливості листків (рис. 1). При цьому, в більшості випадків спостерігалось зменшення числових значень морфологічних показників. Проте додатково впливає режим використання та догляду дослідних ділянок.

Таблиця – Провідні морфологічні характеристики листків берези повислої в межах природного ареалу (м. Маладзечна, Білорусь)

№	Показник	Рік	Статистичні показники						
			n	min	max	M	m	V%	P%
1	Довжина черешка, мм	2006	185	11,00	28,00	19,55	0,27	18,47	1,36
		2007	60	10,00	28,00	18,28	0,59	24,85	3,21
		2008	60	7,00	38,00	17,57	0,81	35,92	4,64
		2009	98	4,00	35,00	18,07	0,58	31,63	3,19
2	Довжина листової пластинки, мм	2006	185	24,00	82,00	54,15	0,51	16,56	1,22
		2007	60	35,00	75,00	56,72	1,03	14,03	1,81
		2008	60	35,00	78,00	59,22	1,38	18,06	2,33
		2009	98	44,00	90,00	62,36	1,10	17,52	1,77
3	Ширина листової пластинки, мм	2006	185	23,00	63,00	40,90	0,51	17,06	1,25
		2007	60	21,00	53,00	39,88	0,97	18,93	2,44
		2008	60	20,00	60,00	37,67	1,22	25,02	3,23
		2009	98	22,00	60,00	39,15	0,82	20,80	2,10
4	Ширина лівої частини листової пластинки, мм	2006	185	11,00	31,00	20,47	0,25	16,82	1,24
		2007	60	10,00	26,00	19,78	0,51	20,11	2,60
		2008	60	10,00	31,00	18,95	0,63	26,32	3,40
		2009	98	12,00	31,00	19,56	0,42	21,30	2,15
5	Ширина правої частини листової пластинки, мм	2006	185	2,00	32,00	20,43	0,30	19,69	1,45
		2007	60	11,00	28,00	20,10	0,51	19,68	2,54
		2008	60	9,00	29,00	19,12	0,61	24,89	3,21
		2009	98	4,00	29,00	19,59	0,46	23,14	2,34

Примітка: M – середнє арифметичне, m – абсолютна похибка середнього значення, V% – коефіцієнт варіації, P% – відносна похибка середнього значення

Нами встановлено, що довжина черешка листків берези повислої в умовах Криворіжжя характеризується різноманітними тенденціями. Так, на першій ділянці (сквер по вул. Кремлівська) цей показник становить 86–98 % від контролю (в середньому 91,5 %). В той час як на другій дослідній ділянці (сквер по вул. Рязанкіна), навпаки, виявлено його збільшення до значень 105–126 % показників у м. Маладзечна (в середньому 105 %). Цей факт, на нашу думку, можна пояснити наявністю системи штучного зрошення, що до недавнього часу функціонувала на другій ділянці. Виявлена чітка динаміка зміни значень довжини черешка листової пластинки берези повислої впродовж років спостереження (рис. 1). Так, більш вологі 2006 та 2008 роки зумовили максимальні числові значення цього показника. В той час як більш посушливі 2007 та 2009 роки, навпаки, обумовили мінімальні значення.

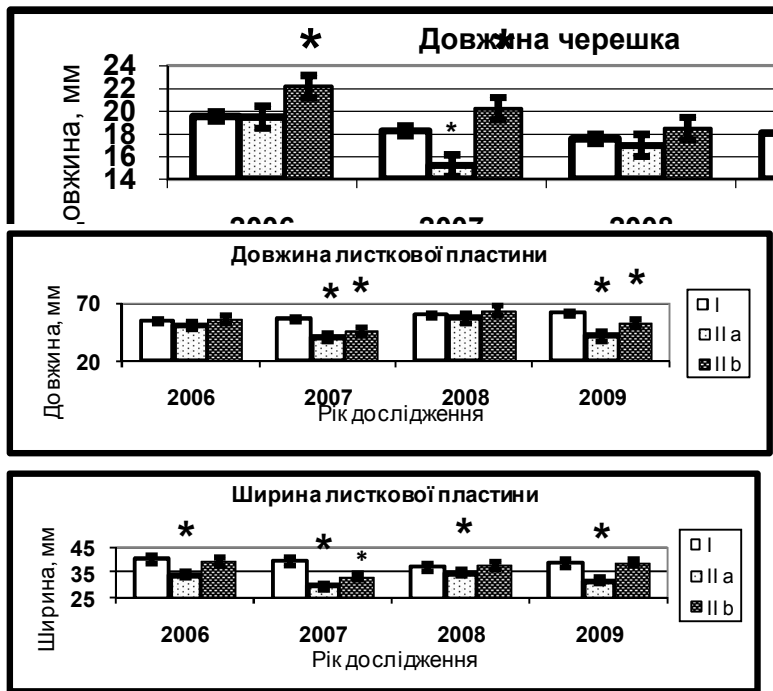


Рисунок 1 – Провідні морфологічні характеристики листків берези повислої культурдендроценозів степу в умовах промислового міста

* – відмінність з даними за умов природного ареалу зростання істотна ($P < 0,05$), I – ділянка м. Маладзечна, Білорусь, II a – ділянка «Сквер по вул. Кремлівська» (м. Кривий Ріг, Україна), II b – ділянка «Сквер по вул. Рзянкіна» (м. Кривий Ріг, Україна).

Довжина листкової пластинки берези повислої в умовах Криворіжжя характеризується зменшенням числових значень – максимально до 67–72 % від контролю (рис. 1). В загальному вигляді тенденції зміни довжини листкової пластинки повторюють раніш зазначені закономірності довжини черешка – як за дослідними ділянками, так і за роками спостереження. Ширина листкової пластинки також зменшується. Так, в межах першої дослідної ділянки цей показник знаходиться на рівні 75–95 % від контрольних значень (в середньому 85 %). У межах другої дослідної ділянки лише в 2007 році ширина листкової пластинки була меншою від контролю. В інші роки знаходився на рівні значень у природному ареалі.

Під впливом умов Криворіжжя істотним чином змінюються загальна будова листків берези повислої. Нами виявлена тенденція до збільшення співвідношень довжини черешка до довжини листкової пластинки – до значень 0,35 (перша ділянка) – 0,39 (друга ділянка), проти 0,32 у природному ареалі зростання. При цьому в більш посушливі роки (2007 та 2009 рр.) числові значення цього співвідношення максимальні.

Водночас встановлено, що співвідношення довжини листкової пластинки до її ширини зменшуються в середньому до значень 1,45–1,46 (проти 1,48 в контролі). Однак цей показник має різноманітну тенденцію протягом років спостереження. В 2006 та 2008 (відносно вологі роки) співвідношення довжини листкової пластинки до її ширини становить 1,43–1,68. В той час як у 2007 та 2009 роках (посушливі роки) це співвідношення зменшується до значень 1,31–1,37.

Як відомо, для листків берези повислої характерна певна асиметрія морфологічних характеристик (рис. 2).

Аналіз отриманих результатів показав, що несприятливі умови Криворіжжя зумовлюють зменшення ширини лівої та правої частин листкової пластинки (рис. 2). При цьому слід зазначити, що найбільші рівні зменшення числових значень цих показників були виявлені на першій ділянці та впродовж посушливих 2007 та 2008 років. У цей час ширина лівої та правої частин листкової пластинки становила лише 75–82 % від значень у рослин м. Маладзечна.

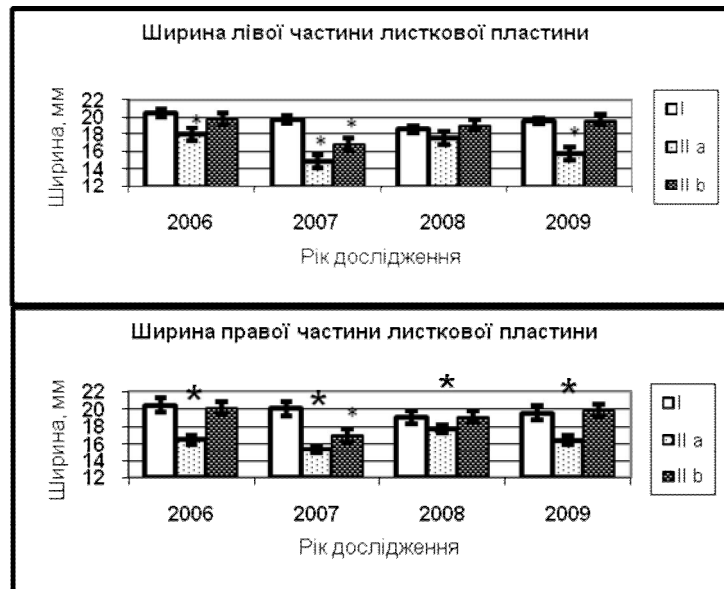


Рисунок 2 – Ширина правої та лівої частин листкової пластинки берези повислої культурдендроценозів степу в умовах промислового міста. Умовні позначення як на рис. 1.

Встановлено, що на ділянці, яка знаходиться в межах природного ареалу берези повислої, домінує права асиметрія листкової пластинки (рис. 3). За нашими дослідженнями, кількість листків з такою асиметрією в середньому за роки досліджень становить 45 % (межі коливань 43–47 %). Кількість листків з лівою асиметрією значно менша 33 % (межі коливань 30–37 %). Найменша кількість була виявлена для симетричних листків лише 22 % (межі коливань 20–24 %). Такий розподіл листків берези повислої за симетрією листової пластинки є типовим для природної популяції цього виду.

Умови Криворіжжя істотним чином змінюють розподіл симетрії-асиметрії листків берези повислої. Так, в межах першої ділянки (сквер по вул. Кремлівській – найбільш несприятливі умови зростання) виявлено збільшення кількості листків з правою асиметрією до 46 %, та з лівою асиметрією до 37 %. Водночас встановлено зменшення кількості симетричних листків до 17 %. В межах другої ділянки (сквер по вул. Рзянкіна – відносно сприятливі умови зростання) права асиметрія листової пластинки має більш яскравий прояв у 52 % листків. Кількість листків з лівою асиметрією та симетричних зменшується до 29 та 19 % відповідно.

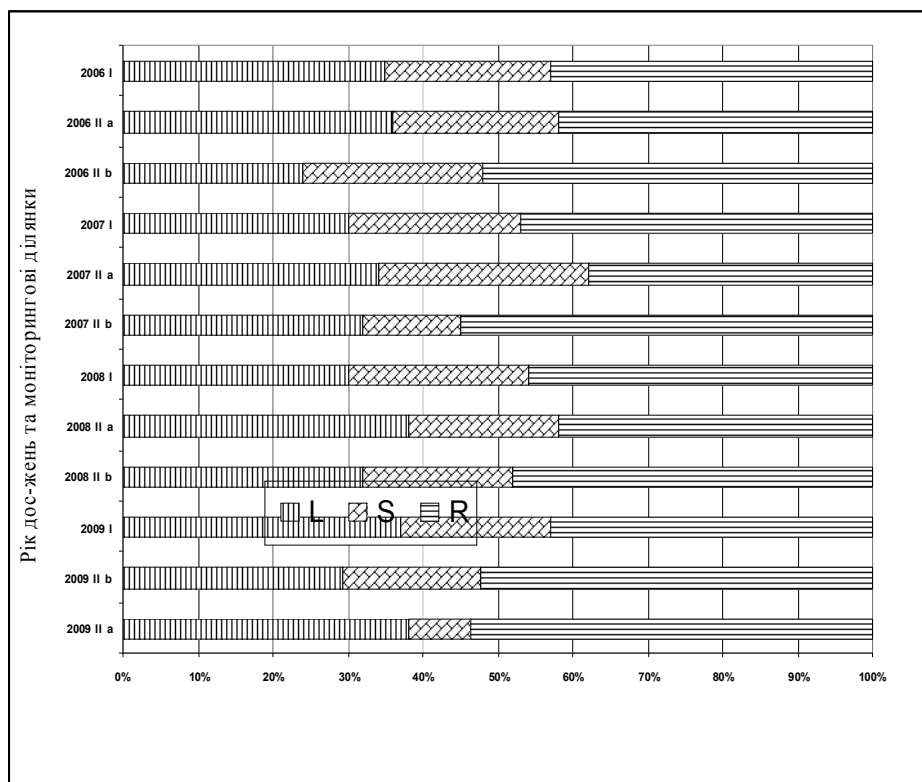


Рисунок 3 – Симетрія листкової пластинки берези повислої культурдендроценозів І – ділянка м. Маладзечна, Білорусь, ІІ а – ділянка «Сквер по вул. Кремлівська» (м. Кривий Ріг, Україна), ІІ б – ділянка «Сквер по вул. Рзянкіна» (м. Кривий Ріг, Україна); L – ліва асиметрія, S – симетрія, R – права асиметрія

Кліматичні умови окремих вегетаційних сезонів істотним чином впливають на симетрію-асиметрію листків берези повислої. Так, в найбільш посушливих 2007 та 2009 роках зазначені вище тенденції зміни мають максимальні числові значення.

Як відомо, явище флуктуючої асиметрії (незалежна мінливість білатеральних ознак) спостерігається при порушенні стабільності розвитку організму і проявляється тим виразніше, чим сильніше зовнішні впливи, в першу чергу несприятливі умови промислового міста та степового клімату [3, 6, 9, 10]. За нашими розрахунками флуктуюча асиметрія листкової пластинки берези повислої становитиме 0,0036 для контрольної ділянки, що вказує за чинними рекомендаціями на цілком логічну умовну норму стану популяції. В межах Криворіжжя флуктуюча асиметрія мала значення 0,0216 на першій ділянці – критичний стан, та 0,0050 на другій – істотне відхилення від норми.

Площа листкової пластинки є важливим опосередкованим показником продуктивності фотосинтезу та успішності росту і стабільності розвитку дерев у конкретних умовах [1, 7, 11]. За нашими дослідженнями, площа листкової пластинки берези повислої у межах контрольної ділянки становила 1400–1600 мм², при середньому значенні 1430±95 мм² (рис. 4). Такі значення є типовими для цього виду природних популяцій [3, 6, 9].

Умови Криворіжжя зумовлюють зменшення площі листкової пластинки берези повислої (рис. 4). При цьому найменші значення цього показника нами були виявлені на першій ділянці (сквер по вул. Кремлівська). Вкрай несприятливі роки спостережень (2007 та 2009 рр.) площа листової пластинки на даній ділянці становила 52–61 % від контрольних значень. В інші роки (2006 та 2008 рр.) цей показник дещо збільшувався та становив 77–86 % від значень у рослин м. Маладзечна. На другій ділянці (сквер по вул. Рзянкіна) були виявлені дещо інші тенденції. В 2007 та 2009 роках площа листкової пластинки берези повислої становила 77–82 % від значень рослин у природному ареалі. В той час як у 2006 та 2008 роках цей показник статистично достовірно не відрізнявся від значень, виявлених нами в межах природного ареалу поширення берези повислої.

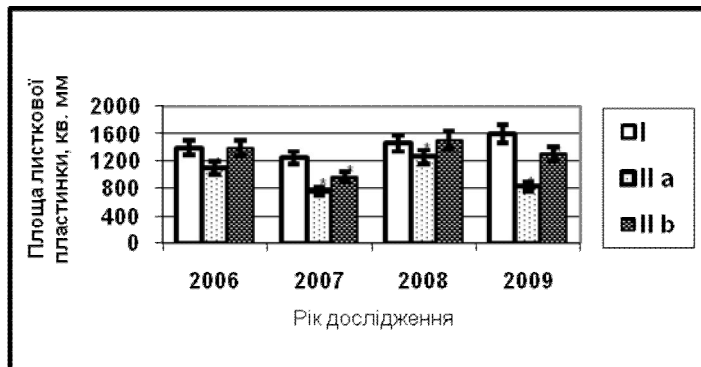


Рисунок 4 – Площа листової пластинки берези повислої культурдендроценозів степу в умовах промислового міста. Умовні позначення як на рис. 1.

Таким чином, листки берези повислої культурдендроценозів Криворіжжя, в порівнянні з природними популяціями, характеризуються: збільшенням довжини черешка та зменшенням довжини та ширини листової пластинки. Також слід відзначити, що посушливість окремих сезонів значно збільшує негативний ефект. Культурдендроценози берези повислої в умовах Криворіжжя знаходяться в дуже пригніченому та критичному станах.

ВИСНОВКИ

1. Листки берези повислої культурдендроценозів, створених в умовах степового клімату на фоні промислового міста, мають певні морфологічні особливості. В порівнянні з вимірами, проведеними в межах території природного ареалу цього виду, встановлено збільшення на 10–25 % довжини черешка та зменшення на 15–30 % довжини та ширини листової пластинки. Як наслідок, виявлено зменшення на 20–45 % площі листової пластинки. Посушливість окремих сезонів збільшує в 1,3–1,6 разів негативний ефект.

2. Застосування показників флуктуючої асиметрії листової пластинки берези повислої показало, що її культурдендроценози в умовах Криворіжжя знаходяться в дуже пригніченому та критичному станах.

В подальших дослідженнях є сенс з'ясувати кореляційно-регресійні залежності між забрудненням об'єктів довкілля (в першу чергу атмосферного повітря) та показниками морфологічних характеристик листків берези повислої (перспективно використовувати показники флуктуючої асиметрії листової пластинки). Отримані результати можливо використовувати при організації та проведенні екологічного моніторингу стану дерев в культурдендроценозах в умовах промислових регіонів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бессонова В.П. Методи біоіндикації в оцінці екологічного стану довкілля / В.П. Бессонова. – Запоріжжя: ЗДУ, 2001. – 196 с.
2. Захаров В.М. Здоровье среды: практика оценки. Оценка природных популяций по стабильности развития: методологическое руководство для заповедников / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов и др. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 67 с.
3. Калаев В.Н. Биоиндикация загрязнения районов г. Воронежа по величине флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой / В.Н. Калаев, И.В. Игнатова, В.В. Третьякова и др. // Вестник ВГУ. – Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2011. – № 2. – С. 168–175.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
5. Савосько В.Н. Систематический анализ спонтанной дендрофлоры Жовтневого района г. Кривого Рога / В.Н. Савосько, К.М. Алексеева // Питання біоіндикації та екології. – 2007. – Випуск 12. – № 2. – С. 16–23.
6. Собчак Р.О. Оценка экологического состояния рекреационных зон методом флуктуирующей асимметрии листьев *Betula pendula* Roth. / Р.О. Собчак, Т.Г. Афанасьева, М.А. Копылов // Вестник Томского государственного университета. – 2013. – № 368. – С. 195–199.
7. Строение листа древесных растений различных климатических зон / Под ред. В.М. Шмидта. – Л.: Издательство Ленинградского университета, 1988. – 208 с.
8. Федоровський В.Д. Дендрофлора зелених насаджень м. Кривий Ріг і перспективи її

збереження та збагачення / В.Д. Федоровський, Ю.С. Юхименко, О.В. Данильчук та ін. // Вісті Біосферного заповідника "Асканія-Нова". 2012. – Том 14. – С. 405–408.

9. Aparicio J.M. Patterns of growth and fluctuating asymmetry: the effects of asymmetrical investment in traits with determinate growth / J.M. Aparicio / *Behav.Ecol. Sociobiol.* – 2001. – Vol. 49. – P. 273–282.

10. Palmer A.R. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns / A.R. Palmer., C. Strobeck // *Ann. Rev. Ecol. Syst.* – 1986. – V. 17. – P. 391–421.

11. Valkama J. Impact of climatic factors on the developmental stability of mountain birch growing in a contaminated area / J. Valkama, M. Kozlov // *Journal of Applied Ecology.* 2001. № 3. – P. 665–673.

MORPHOLOGICAL TRAITS OF WEEPING BIRCH LEAVES OF CULTURAL DENDROCENOSSES OF STEPPE IN CONDITIONS OF INDUSTRIAL CITY

Savosko V.M., Domshyna K.M., Savosko V.V.

The aim of this article is to analyze the morphology of weeping birch leaves in the climate of steppe and industrial city.

The objects of our study were the selected leaves of weeping birch (*Betula pendula Roth*). Our study was conducted on two monitoring plots located in the center of Kryvyi Rih (Dnipropetrovsk region, Ukraine). Plot no. 1 is in the park at Kremivska street which is characterized by typical conditions of tree growth. Plot no. 2 is in the park at Rziankina street, where irrigation was used in 70–80s. The city park in Maladzechna (Minsk region, Belarus) was used for the control of the territory. This plot is located in the natural range of weeping birch and is characterized by typical growth conditions of trees, typical mode of urban land use, and low pollution.

The study was conducted during the growing seasons 2006–2009. Five apparently normal weeping birch trees have been choosing during the field research in each plot of the monitoring. The leaves were collected from the center of vegetative shoots that have stopped growing from the middle of the southern side of the crown. All the leaves were developed and undamaged. Selected leaves were dried in at constant temperature. In laboratory conditions the measurement was carried out following the morphometric parameters: the length and width of the leaf blade, the width of the right and left side of the leaf blade, the length of the cutting. The results of measurements were processed using the methods of variation statistics at a significance point $P < 0.95$.

The analysis of the results showed that the weeping birch leaves at culturdendrocenoses of Kryvyi Rih are characterized by depressed state, compared to natural populations. Morphological parameters of birch leaves in Kryvyi Rih in comparison to the control parameters are characterized by the increasing of cutting length on 10–25 % and the reducing of the length and width of the leaf blade on 15–30 %. As a consequence, the reducing of the leaf blade on 20–45 % is revealed. The drought of certain seasons increases a negative effect in 1,3–1,6 times. The use of indicators of fluctuating asymmetry of birch leaf blades showed that they are in a very depressed and critical states.

In further studies, it makes sense to find out the correlation and regression relationship between the environment pollution and the performance of the morphological characteristics of the weeping birch leaves. The first step is to relate the air pollution with the indicators of fluctuating asymmetry of the leaf blade.

УДК: 574,4+5841,4:574,21+(477,63)

Савосько В.М. Морфологічні особливості листків берези повислої культурдendроценозів степу в умовах промислового міста / Савосько В.М., Домшина К.М., Савосько В.В. // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2013. – Вип. 18, № 2. – С. 121–133.

Встановлено, що листки берези повислої культурдendроценозів Криворіжжя, у порівнянні з природними популяціями, характеризуються: збільшенням довжини черешка (на 10–25 %) та зменшенням довжини та ширини листової пластинки (на 15–30 %) і на 20–45 % її площі. Режими догляду за культурдendроценозами не компенсують негативний вплив екологічних факторів. Посушливість окремих сезонів збільшує в 1,3–1,6 разів негативний ефект. За показниками флуктуючої асиметрії листової пластинки культурдendроценози берези повислої в умовах Криворіжжя знаходяться в дуже пригніченому та критичному станах.

Бібл. 11. Рис. 4. Табл. 1.