

УДК: 581.1

**Динаміка вмісту крохмалю та лігніну в однорічних пагонах видів роду
Acer L. за різних умов зростання в урбанізованому середовищі
Н.Ф. Павлюкова, Л.В. Богуславська**

*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара (Дніпропетровськ, Україна)
milbo@rambler.ru*

Досліджено динаміку вмісту крохмалю і лігніну в однорічних пагонах різних видів кленів за різних умов зростання у м. Дніпропетровськ. Встановлено, що види кленів різняться за динамікою вмісту крохмалю та лігніну. За цими показниками серед досліджених видів можна вважати найбільш пристосованим до сезонних коливань температур та дії антропогенних факторів клен ясенелистий. Отримані результати можуть бути використані для діагностики стійкості інтродукованих видів рослин у мінливих умовах середовища в урбоценозах.

Ключові слова: *види роду *Acer L.*, клен, запасні речовини, крохмаль, лігнін.*

**Динамика содержания крахмала и лигнина в однолетних побегах видов
рода *Acer L.* в разных условиях произрастания в урбанизированной среде
Н.Ф. Павлюкова, Л.В. Богуславская**

Исследована динамика содержания крахмала и лигнина в однолетних побегах разных видов кленов в различных условиях роста в г. Днепропетровск. Установлено, что виды кленов различаются по динамике содержания крахмала и лигнина. По этим показателям среди исследованных видов можно считать наиболее приспособленным к сезонным колебаниям температур и действия антропогенных факторов клен ясенелистный. Полученные результаты могут быть использованы для диагностики устойчивости интродуцированных видов растений в меняющихся условиях среды в урбоценозах.

Ключевые слова: *виды рода *Acer L.*, клен, запасные вещества, крахмал, лигнин.*

**Starch and lignin dynamics in annual shoots of genus *Acer L.* species in
different growth conditions in the urban environment
N.F. Pavlyukova, L.V. Boguslavska**

The dynamics of starch and lignin content in annual shoots of different maple species in different growth conditions in Dnepropetrovsk was studied. It is found that maple species differed in the starch and lignin dynamics. According to these data maple ash is the most adapted to the seasonal temperature fluctuations and anthropogenic factors among the studied species. The results can be used to diagnose the stability of introduced species in the changing environment in urbocenosis.

Key words: *species of the genus *Acer L.*, reserve substance, starch, lignin.*

Вступ

Різноманіття видів і форм рослин, що застосовується в озелененні сучасних міст, нині вимагає активного дослідження з метою його раціонального збереження та збагачення (Кузнецов, 1997; Lichtenthaler, 1996). Вуличні насадження м. Дніпропетровська представлені різними видами деревних рослин, які повільно деградує внаслідок дії комплексу негативних антропогенних чинників та кліматичних умов, які постійно змінюються, тому потрібне наукове обґрунтування прийомів їх утримання, підвищення стійкості в сучасному урбанізованому середовищі та пошуку нових видів та декоративних форм рослин (Левон, 2001; Мелехова, 2007; Бардинська, 2006; Бирюлев, 2009). Серед перспективних деревних інтродуцентів для використання в озелененні, заслуговують на увагу різні види та форми роду *Acer L.*, більшість з яких вирізняються екологічною пластичністю, характеризуються високою стійкістю до техногенного забруднення і мінливих умов середовища та при цьому є високодекоративними. Тому доцільне застосування видів клену в озелененні вулиць у містах і селах, у створенні бульварів та алей, а також в озелененні магістральних автомобільних шляхів. З цією метою можна використовувати всі інтродуковані на Україні види клену (Кохно, 1982).

Останнім часом візуально виявлені помітні пошкодження деревних рослин від хронічної дії промислових викидів і вихлопів автотранспорту (Грицай, 2011; Пономарьова, 2009), що скорочує термін вегетації, впродовж якого ці деревні породи мають високі декоративні якості та естетичний вигляд. Крім того, аерогенне забруднення довкілля може посилювати вплив на деревні рослини інших несприятливих факторів середовища, до яких у степовому Придніпров'ї відносять суворі зими, сильні вітри та посушливі періоди влітку (Бессонова, 2011; Заяцева, 2010). Відомо, що накопичення та перетворення запасних речовин має важливе значення у стійкості рослин до екстремальних умов існування (Косаківська, 2003; Мусієнко, 2006). Формування адаптації до низьких температур деякі автори (Чернікова, 2009) пов'язують, в першу чергу, із перебудовою вуглеводного обміну, оскільки цукри, поряд з білками, виконують кріопротекторні функції в клітинах. Досліджено зміни у вмісті та співвідношенні різних форм вуглеводів у зв'язку з можливістю використання цих показників як тест-параметрів для фітоіндикації промислового забруднення середовища (Більчук, 2005).

Отже, знаючи перебіг фізіолого-біохімічних реакцій, зміни в анатомічній структурі досліджуваних рослин, накопичення запасних речовин під впливом антропогенних факторів та кліматичних умов, можна прогнозувати адаптаційний потенціал цих рослин. На підставі цього можна давати рекомендації щодо використання дерев для озеленення міст.

Зважаючи на це, метою нашої роботи було дослідити динаміку вмісту крохмалю і лігніну в елементах анатомічної структури однорічних пагонів інтродукованих видів роду *Acer* L. за умов аерогенного забруднення в урбоценозі м. Дніпропетровська.

Об'єкти і методи дослідження

Об'єкт дослідження – однорічні пагони видів роду *Acer* L., зібрані із різних моніторингових точок м. Дніпропетровськ. Дослідними ділянками слугували насадження кленів у межах одного міста, яке у наших дослідженнях було: 1) моделлю умовно чистої зони (контроль) – ботанічний сад ДНУ імені Олеся Гончара та умовно забрудненої зони із комплексним антропогенним забрудненням середовища вздовж автомагістралей м. Дніпропетровськ – 2) пр. Героїв та 3) пр. ім. Газети «Правда». На кожній ділянці відбиралися однорічні пагони від трьох-чотирьох дерев одного вікового стану у вересні, листопаді та січні для визначення динаміки досліджуваних процесів. Аномальних коливань температур в період відбору зразків не спостерігали. Нормально розвинені пагони для препарування одночасно відбирали з периферії середнього ярусу добре освітленої ділянки крони. Зразки фіксували в розчині ФОС (формалін, оцтова кислота, спирт) (Гудвин, 1987). Зрізи для дослідження робили із середньої частини пагонів на мікромомі МС-2. Повторність аналізу 4-х кратна. З одного зразка брали по 5-6 зрізів.

Вміст крохмалю визначали методом мікрореакцій з використанням розчину Люголя в різних частинах пагонів – кора, деревина (серцевинні промені, перимедулярна зона), серцевина. Вміст лігніну визначали методом мікрореакцій шляхом забарвлення насиченим розчином флороглюцину в 2% соляній кислоті. В результаті цієї реакції лігнін забарвлюється в червоно-фіолетовий колір (Гудвин, 1987). Вміст крохмалю і лігніну оцінювали за 5-тибальною системою.

Видову приналежність кленів визначали за Шепотьєвим та Кохном (Шепотьєв, 1990; Кохно, 2005). Назви кленів наведені за сучасною ботанічною номенклатурою (Mosyakin, 1992). Для оцінки достовірності отриманих результатів застосовували класичні методи статистичної обробки даних. Істотність різниці за варіантами оцінювали за t -критерієм Ст'юдента при $p \leq 0,05$ (Лакин, 1990).

Результати та обговорення

Для діагностики зимостійкості рослин велике значення має рівень накопичення і перетворення запасних сполук при підготовці до періоду спокою під час перезимівлі. Але в умовах сучасного міста неможливо не враховувати поряд із кліматичними умовами постійно зростаючий антропогенний стрес, адже на рослини впливає комплекс біотичних та абіотичних чинників. Із запасних речовин велике значення має крохмаль, який нами було виявлено в наступних гістологічних елементах річних пагонів досліджуваних рослин – паренхімі, коленхімі первинної кори, флоемній частині вторинної кори, паренхімних серцевинних променях деревини та в перимедулярній зоні серцевини (табл. 1-3). При цьому нашими дослідженнями було встановлено, що найбільше крохмалю відкладається в серцевинних променях деревини та в паренхімних клітинах перимедулярної зони серцевини, дещо менше в корі.

Так, для однорічних пагонів клена гостролистого сумарно по всім гістологічним елементам пік накопичення крохмалю у контролі (ботанічний сад ДНУ імені Олеся Гончара) припадав на вересень та

листопад. Для пагонів з пр. Героїв максимум накопичення запасної речовини встановлено у вересні та січні, а в листопаді – його мінімум (табл. 1). Вміст крохмалю з пр. ім. Газети «Правда» залишався на одному рівні впродовж дослідження. Результати показали, що в однорічних пагонах клена псевдоплатанового в контролі сумарно вміст крохмалю у всіх гістологічних елементах залишався майже на одному рівні, а для пагонів з пр. Герої та пр. ім. Газети «Правда» мінімум накопичення припадав на листопад (табл. 2.)

Таблиця 1.

Вміст крохмалю в однорічних пагонах клену гостролистого (у балах)

Моніторингова точка	Кора	Деревина, серцевинні промені	Серцевина, перимедулярна зона
			вересень
Контроль (бот. сад)	2,00 ± 0,02	5,00 ± 0,13	3,00 ± 0,02
I – пр. Героїв	3,00 ± 0,09	4,00 ± 0,11	3,00 ± 0,06
II – пр. ім. Газети «Правда»	3,00 ± 0,12	3,00 ± 0,09	3,00 ± 0,07
			листопад
Контроль (бот. сад)	2,00 ± 0,03	3,00 ± 0,08	3,00 ± 0,05
I – пр. Героїв	2,00 ± 0,04	3,00 ± 0,06	2,00 ± 0,01
II – пр. ім. Газети «Правда»	3,00 ± 0,13	3,00 ± 0,04	3,00 ± 0,03
			січень
Контроль (бот. сад)	2,00 ± 0,04	3,00 ± 0,05	2,00 ± 0,02
I – пр. Героїв	3,00 ± 0,11	4,00 ± 0,07	3,00 ± 0,04
II – пр. ім. Газети «Правда»	3,00 ± 0,13	3,00 ± 0,03	3,00 ± 0,03

Примітка: відмінності з контролем достовірні при $p \leq 0,05$.

Відомо, що крохмаль накопичується в процесі вегетації рослин і потім гідролізується в період підготовки рослин до спокою, забезпечуючи накопичення інших речовин. При цьому його гідроліз у більш стійких до несприятливих умов середовища порід деревних рослин відбувається раніше та більш інтенсивніше, ніж у менш стійких (Мусієнко, 2005; Малиновський, 2004). У наших дослідженнях, навпаки, найбільш інтенсивне збільшення крохмалю в сумі по всіх гістологічних елементах з моменту його максимального накопичення у вересні до моменту переходу до спокою спостерігали у кленів гостролистого та псевдоплатанового.

Таблиця 2.

Вміст крохмалю в однорічних пагонах клену псевдоплатанового (у балах)

Моніторингова точка	Кора	Деревина, серцевинні промені	Серцевина, перимедулярна зона
			вересень
Контроль (бот. сад)	3,00 ± 0,02	2,00 ± 0,01	3,00 ± 0,03
I – пр. Героїв	4,00 ± 0,05	4,00 ± 0,13	3,00 ± 0,04
II – пр. ім. Газети «Правда»	3,00 ± 0,03	3,00 ± 0,06	4,00 ± 0,07
			листопад
Контроль (бот. сад)	3,00 ± 0,06	3,00 ± 0,07	3,00 ± 0,02
I – пр. Героїв	3,00 ± 0,01	2,00 ± 0,02	2,00 ± 0,01
II – пр. ім. Газети «Правда»	4,00 ± 0,11	4,00 ± 0,11	2,00 ± 0,02
			січень
Контроль (бот. сад)	3,00 ± 0,08	3,00 ± 0,05	4,00 ± 0,13
I – пр. Героїв	3,00 ± 0,06	3,00 ± 0,04	4,00 ± 0,19
II – пр. ім. Газети «Правда»	4,00 ± 0,12	3,00 ± 0,06	2,00 ± 0,02

Примітка: відмінності з контролем достовірні при $p \leq 0,05$.

Аналіз накопичення крохмалю в однорічних пагонах клена ясенелистого показав іншу картину. Можливо, це пов'язано з тим, що у клена ясенелистого з усіх досліджуваних видів кліматичні умови природного місцезростання найбільш близькі до кліматичних умов степової зони України. У контрольній

точці зміни накопичення крохмалю по місяцях у клена ясенелистого наближені до теоретичних («максимум» припадає на листопад, а «мінімум» - на вересень) (табл. 3). Тобто, цей вид максимально пристосований до осінньо-зимових коливань температур в умовах урбоценозу з усіх досліджуваних видів.

Виявлена наступна закономірність: в моніторингових точках з великим антропогенним впливом динаміка накопичення крохмалю у рослин роду *Acer L.* була нетиповою («максимум» припадає на вересень, а «мінімум» – на листопад і січень), що пов'язано з більшою уразливістю рослин до несприятливих умов середовища. Максимум накопичення крохмалю спостерігався у вересені, а у листопаді вміст крохмалю почав знижуватися.

Таблиця 3.

Вміст крохмалю в однорічних пагонах клену ясенелистого (у балах)

Моніторингова точка	Кора	Деревина, серцевинні промені	Серцевина, перимедулярна зона
		вересень	
Контроль (бот. сад)	2,00 ± 0,02	3,00 ± 0,09	3,00 ± 0,05
I – пр. Героїв	4,00 ± 0,09	5,00 ± 0,17	3,00 ± 0,01
II – пр. ім. Газети «Правда»	4,00 ± 0,08	4,00 ± 0,11	4,00 ± 0,14
	листопад		
Контроль (бот. сад)	3,00 ± 0,05	4,00 ± 0,12	4,00 ± 0,12
I – пр. Героїв	3,00 ± 0,06	3,00 ± 0,09	2,00 ± 0,01
II – пр. ім. Газети «Правда»	3,00 ± 0,05	4,00 ± 0,13	2,00 ± 0,02
	січень		
Контроль (бот. сад)	3,00 ± 0,07	4,00 ± 0,09	4,00 ± 0,17
I – пр. Героїв	3,00 ± 0,05	3,00 ± 0,06	3,00 ± 0,09
II – пр. ім. Газети «Правда»	3,00 ± 0,06	3,00 ± 0,08	3,00 ± 0,07

Примітка: відмінності з контролем достовірні при $p \leq 0,05$.

Таким чином, динаміка вмісту крохмалю в пагонах однорічного віку кленів, які аналізувалися, виявилася різною. За цим показником можна вважати, що найбільш пристосованим до несприятливих умов середовища в урбоценозі є клен ясенелистий, у якого гідроліз крохмалю відбувався раніше і повніше, що сприяло накопиченню інших речовин, необхідних для підвищення стійкості рослин.

Одним з показників стійкості інтродуцентів до несприятливих умов середовища є визрівання деревини, яка характеризується, зокрема, її лігніфікацією. В процесі визрівання деревини починається лігніфікація з компоненту F. Компонент лігніну F (флороглюцинова реакція) надає ламкості та крихкості клітинним оболонкам і проникає в товщу оболонки. При підготовці до зими відбуваються зміни не тільки в гістологічних елементах первинної та вторинної кори, але і в деревині (табл. 4).

Таблиця 4.

Вміст лігніну F у однорічних пагонах різних видів роду *Acer L.*

Моніторингова точка	<i>A. platanoides L.</i>	<i>A. pseudoplatanus L.</i>	<i>A. negundo L.</i>
	вересень		
Контроль (бот. сад)	3,00 ± 0,05	2,00 ± 0,02	3,00 ± 0,04
I – пр. Героїв	3,00 ± 0,06	3,00 ± 0,09	5,00 ± 0,18
II – пр. ім. Газети «Правда»	4,00 ± 0,14	3,00 ± 0,08	2,00 ± 0,02
	листопад		
Контроль (бот. сад)	4,00 ± 0,12	4,00 ± 0,12	5,00 ± 0,16
I – пр. Героїв	3,00 ± 0,10	4,00 ± 0,14	5,00 ± 0,13
II – пр. ім. Газети «Правда»	3,00 ± 0,09	3,00 ± 0,07	4,00 ± 0,11
	січень		
Контроль (бот. сад)	3,00 ± 0,07	3,00 ± 0,08	4,00 ± 0,13
I – пр. Героїв	5,00 ± 0,21	3,00 ± 0,05	5,00 ± 0,16
II – пр. ім. Газети «Правда»	5,00 ± 0,19	4,00 ± 0,11	4,00 ± 0,09

Примітка: відмінності з контролем достовірні при $P \leq 0,05$.

У зимостійких видів діяльність камбію припиняється задовго до настання періоду спокою. Види, у яких ступінь диференціювання деревини не встигає завершитись до настання холодів, характеризуються середньою та низькою морозостійкістю. У трьох досліджуваних видів відбувалось диференціювання деревини до настання холодів. Морозостійкість залежить не тільки від закінчення діяльності камбію, повної диференціації клітин деревини та її визрівання, але і від збільшення лігніну F в пагонах.

Таким чином, отримані нами результати показали, що максимум крохмалю припав на вересень і найбільше його відкладалось у паренхімних серцевинних променях деревини та в паренхімних клітинах перимедулярної зони серцевини, дещо менше в гістологічних елементах корової частини. Запасні поживні речовини та їх перетворення в осінньо-зимовий період відіграють значну роль в підвищенні стійкості рослин до мінливих умов середовища. Похолодання в листопаді сприяє гідролізу крохмалю та накопиченню в клітинах цукрів. Найбільш пристосованим до сезонних коливань температур та дії антропогенних факторів виявився клен ясенелистий. Із вересня по січень рівень лігніну F досягав максимуму у листопаді, що свідчить про адаптованість рослин до періоду спокою. Отримані результати можуть бути використані для діагностики стійкості інтродукованих видів рослин у мінливих умовах середовища в урбоценозах.

Список літератури

- Бардинська М.С., Довбиш Н.Ф., Харкота Л.В. Залучення малопоширених декоративних деревних рослин до прискороного розмноження на Донбасі // Інтродукція та захист рослин у ботанічних садах та дендропарках: Матеріали міжнародної наукової конференції. – Донецьк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2006 – с.51. / Bardinska M.S., Dovbish N.F., Harkota L.V. Zaluchennya maloposhirenih dekorativnih derevnykh roslin do priskorenogo rozmnozheniya na Donbasi // Introduktsiya ta zahist roslin u botanichnih sadah ta dendroparkah: Materiali mizhnarodnoyi naukovoyi konferentsiyi. – Donetsk: ООО «Yugo-Vostok, Ltd», 2006 – s.51.
- Бессонова В.П. Рослини та урбанізація // Матеріали II Міжнар. науково-практ. конференції (Дніпропетровськ), 2011. – С. 48-52 / Bessonova V.P. Rosliny ta urbanizatsiya // Materialy II Mizhnar. nauково-prakt. konferentsiyi (Dnipropetrovs'k), 2011. – S. 48-52
- Більчук В.С., Шупранова Л.В. Особливості накопичення неструктурних вуглеводів у пагонах різних видів роду *Acer* в умовах коксохімічного виробництва // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2005. – Вип. 2, Т. 4. – С. 19-24 / Bil'chuk V.S., Shupranova L.V. Osoblyvosti nakopychennya nestrukturnykh vuhlevodiv u pahonakh riznykh vydiv rodu Acer v umovakh koksokhimichnoho vyrobnystva // Visnyk Dnipropetrovs'koho universytetu. Biolohiya. Ekolohiya. – 2005. – Vyp. 2, T. 4. – S. 19-24
- Грицай З.В., Денисенко О.Г. Насіннева продуктивність деревних рослин в умовах забруднення довкілля викидами металургійного підприємства // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, Т. 2. – С. 40-44 / Hrytsay Z.V., Denysenko O.H. Nasinnyeva produktyvnist' derevnykh roslin v umovakh zabrudnennya dovkillya vykydamy metalurhiynoho pidpryyemstva // Visnyk Dnipropetrovs'koho universytetu. Biolohiya. Ekolohiya. – 2011. – Vyp. 19, T. 2. – S. 40-44.
- Гудвин П., Мерсер Э. Основы биохимии растений. – Т. 1. – М.: Мир, 1987. – 392 с. / Gudvin P., Merser E. Osnovy biokhimii rasteniy. – T. 1. – M.: Mir, 1987. – 392 s.
- Зайцева І.О., Долгова Л.Г. Фізіолого-біохімічні основи інтродукції деревних рослин у Степовому Придніпров'ї. – Д.: Вид-во ДНУ, 2010. – 388 с. / Zaytseva I.O., Dolhova L.H. Fiziolohe-biokhimichni osnovy introduktsiyi derevnykh roslin u Stepovomu Prydniprov'yi. – D.: Vyd-vo DNU, 2010. – 388 s.
- Кохно Н.А. Клены Украины. – К.: Наук. думка, 1982. – 184 с./ Kokhno N.A. Kleny Ukrainy. – K.: Nauk.dumka, 1982.– 184s.
- Кохно М.А. Дикорослі культивовані дерева і кущі. Покритонасінні. – К.: Фітосоціоцентр, 2005. – 716 с. / Kokhno M.A. Dykorosli kul'tyovvani dereva i kushchi. Pokrytonasinni. – K.: Fitosotsiotsentr, 2005. – 716 s.
- Кузнецов С.І., Левон Ф.М., Пушкар В.В. Дендрологічний склад зелених насаджень в Україні та перспективи його поліпшення // Проблеми ландшафтної архітектури, урбоєкології та озеленення населених місць: Матеріали Першого міжнародного семінару. – Львів, 1997. – Т. 1. – С. 205–206. / Kuznetsov S.I., Levon F.M., Pushkar V.V. Dendrologichniy sklad zelenih nasadzhen v Ukraini ta perspektivi yogo polipshennya // Problemi landshaftnoyi arhitekturi, urboekologiyi ta ozelenennya naselenih mist: Materiali Pershogo mizhnarodnogo seminaru. – Lviv, 1997. – T. 1. – S. 205–206.
- Косаківська І.В. Фізіолого-біохімічні основи адаптації рослин до стресів. – К.: Сталь, 2003. – 192 с. / Kosakivs'ka I.V. Fiziolohe-biokhimichni osnovy adaptatsiyi roslin do stresiv. – K.: Stal', 2003. – 192 s.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с./Lakin G.F. Biometriya. – M.:Vysshaya shkola, 1990. – 352s.
- Левон Ф.М., Кузнецов С.І. Загальні сьогоденні проблеми озеленення міст в Україні // Наук. вісник УкрДЛТУ: Міські сади і парки : минуле, сучасне і майбутнє. – Львів: УкрДЛТУ. – 2001. – Вип. 11, 5. – С. 226–230. / Levon F.M., Kuznetsov S.I. Zagalni sгодenni problemi ozelenennya mist v Ukraini // Nauk. visnik UkrDLTU: Miski sadi i parki : minule, suchasne i maybutne. – Lviv: UkrDLTU. – 2001. – Vip. 11, 5. – S. 226–230.

Малиновский В.И. Физиология растений. – Владивосток: ДВГУ, 2004. – 106 с. / Malinovskiy V.I. Fiziologiya rasteniy. – Vladivostok: DVGU, 2004. – 106 s.

Мелехова О.П. Биологический контроль окружающей среды : биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. вузов. – М.: Академия, 2007. – 288 с. / Melekhova O.P. Biologicheskiy kontrol' okruzhayushchey sredy : bioindikatsiya i biotestirovanie: ucheb. posobie dlya stud. vuzov. – M.: Akademiya, 2007. – 288 s.

Мусієнко М.М. Екологія рослин: Підручник. – К.: Либідь, 2006. – 432 с. / Musiyenko M.M. Ekolohiya roslyn: Pidruchnyk. – K.: Lybid', 2006. – 432 s.

Мусієнко М.М. Фізіологія рослин: Підручник. – К.: Либідь, 2005. – 808 с. / Musiyenko M.M. Fiziologiya roslyn: Pidruchnyk. – K.: Lybid', 2005. – 808 s.

Понамарьова О.А., Бессонова В.П. Вплив росту лип у лунках у асфальті придорожньої зони на показники асиміляційного апарату // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2009. – Вип. 14, №2. – С.55-62 / Ponamar'ova O.A., Bessonova V.P. Vplyv rostu lyp u lunkakh u asfal'ti prydorozhn'oyi zony na pokaznyky asymilyatsiynoho aparatu // Pytannya bioindykatsiyi ta ekolohiyi. – Zaporizhzhya: ZNU, 2009. – Vyp. 14, №2. – S. 55-62

Чернікова О.В. Еколого-біологічні показники стійкості рослин роду *Spiraea* L. в техногенних умовах Степового Придніпров'я (в межах м. Дніпро-ка): Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.16 / ДНУ. – Д., 2009. – 20 с. / Chernikova O.V. Ekolocho-biologichni pokaznyky stiykosti roslyn rodu Spiraea L. v tekhnohennykh umovakh Stepovoho Prydniprov'ya (v mezhakh m. Dnipropetrovs'ka): Avtoref. dys. ... kand. biol. nauk: 03.00.16 / DNU. – D., 2009. – 20 s.

Шепотьев Ф.Л. Дендрология. – К : Вища школа, 1990. – 287 с. / Shepot'yev F.L. Dendrologiya. – K.: Vishcha shkola, 1990. – 287 s.

Lichtenthaller H.R. Vegetation stress: an introduction to stress concept in plants // J. Plant Physiol, 1996. – Vol. 148, N 1. – P. 183-187.

Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. Vascular Plants of Ukraine (A Nomenclatural Checklist).–Kiev,1992.– 345p.

Представлено: В.М. Ловинська / Presented by: V.M. Lovynska

Рецензент: В.В. Жмурко / Reviewer: V.V. Zhmurko

Подано до редакції / Received: 20.11.2014