

**О.А. ПОНОМАРЬОВА, В.П. БЕССОНОВА**

Дніпропетровський державний аграрний університет  
Україна, 49600 м. Дніпропетровськ, вул. Ворошилова, 25

## **ВПЛИВ ОМОЛОДЖУВАЛЬНОГО ОБРІЗАННЯ НА ВОДНИЙ РЕЖИМ ВИДІВ РОДУ TILIA L.**

*Проведено порівняльний аналіз водного обміну в листках омолоджених і необрізаних дерев роду Tilia L. Установлено відмінності у фізіологічних реакціях трьох видів лип на стресові кліматичні умови.*

Види роду Липа (*Tilia L.*) є високодекоративними рослинами і заслуговують на більше широке їх використання в озелененні населених місць. Проте особливості їхнього росту та розвитку, екофізіологічні властивості в умовах промислового міста південно-східного регіону України практично не досліджено. Окремі статті присвячені аналізу їхнього росту у лісових біогеоценозах [2, 5]. Зовсім не досліджено реакцію лип на глибоке омолоджувальне обрізання, яке є одним із заходів догляду за надземною частиною і останнім часом широко застосовується у вуличних насадженнях. Відновлення крони та її морфофункціональні особливості становлять інтерес як з теоретичної точки зору (регенерація, омолодження), так і з практичної для оцінки переваг обрізання перед заміною молодими деревами та розробки агротехнічних рекомендацій щодо догляду за омолодженими деревами в умовах промислового міста степової України.

Метою роботи є порівняння водного обміну в листках омолоджених і необрізаних дерев.

### **Матеріал та методи**

Як об'єкт дослідження використовували 25-річні дерева аборигенного виду — *Tilia cordata* Mill. та види західноукраїнського походження — *Tilia platyphyllos* Scop. та *Tilia tomentosa* Moench. Рослини зростали вздовж автошляху з інтенсивністю руху автотранспорту 30 тис. автомобілів на добу

при однобічному русі на відстані 1 м від дороги. У частини дерев проводили одночасне сильне обрізання скелетних гілок.

Визначали обводненість, фракційний склад, дефіцит води у річних пагонах регенеруючої крони на другий і третій рік після обрізання за Гусевим, транспірацію листків — за Івановим [1]. Як контроль використовували дерева, які не піддавали обрізання. Вимірювали температуру та вологість повітря, вологість ґрунту на глибині 50 см. Результати оброблено методами математичної статистики [7].

### **Результати та обговорення**

Важливим показником, що характеризує водний обмін рослин, є вміст води та її форм у листках. Найбільшу насиченість водою листків неомолоджених рослин досліджуваних видів лип спостерігали у травні 2010 р., тоді як рівень зволоженості листків у 2009 р. був найнижчим (табл. 1). У липні 2009 та 2010 рр. їхня обводненість різко знижувалася у *T. cordata* і *T. platyphyllos*. У *T. tomentosa* відмінності у вмісті води у ці місяці у 2010 р. були невеликими, а у 2009 р. — майже відсутні.

Найнижчу обводненість листків виявлено у серпні, особливо у 2010 р., що можна пояснити найменшою кількістю води у ґрунті в цей період (6%). Проте зменшення вмісту води може бути пов'язане і з фізіологічними віковими змінами листка.

Рівень води у листках *T. cordata* з травня по серпень 2009 р. знижувався на 15,2%, у *T. platyphyllos* — на 11,9%, у *T. tomentosa* —

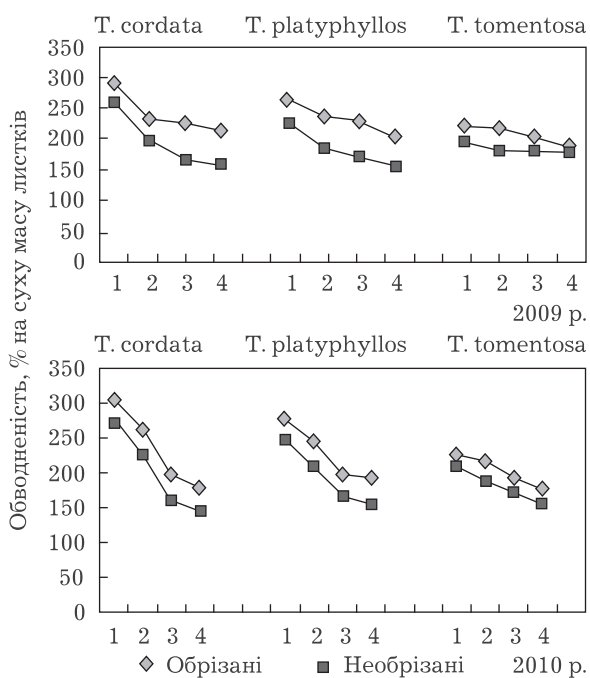


Рис. 1. Обводненість листків дерев роду *Tilia* L. протягом вегетаційного періоду: 1 — травень; 2 — червень; 3 — липень; 4 — серпень

на 6,0%. У більш посушливому 2010 р. — на 19,2; 15,0 і 10,2% відповідно. Найменші коливання вмісту води у листках протягом вегетації відзначено у *T. tomentosa*. Отже, цей вид характеризується більшою стійкістю водного балансу. В цілому, між кількістю води в листках і вологістю ґрунту виявлено прямо пропорційну кореляцію: що більше вологи у ґрунті, то більше води у листках (вміст вологи в ґрунті на глибині 50 см у червні, липні і серпні 2010 р. становив відповідно 38; 15 і 6%, а у 2009 р. — 31; 18 і 10%). На обводненість також могли вплинути надзвичайно висока температура повітря у серпні 2010 р. — вдень вона часто перевищувала 40 °С.

Згідно з отриманими даними обводненість листків омолоджених рослин є вищою, ніж у необрізаних (див. табл. 1). Це наочно видно, якщо кількість води перерахувати на суху речовину (рис. 1). Зміни обводненості листків у обрізаних рослин у процесі вегетації повільніші і менш значні, ніж у рослин, які не зазнали обрізання.

Таблиця 1. Вплив омолодження на вміст води у листках видів роду *Tilia* L.

Місяць	Обводненість, % від сирої маси			
	Неомолоджені	Омолоджені	Неомолоджені	Омолоджені
	2009 р.		2010 р.	
	<i>T. cordata</i>			
Травень	72,3±0,51	74,5±0,41	73,1±0,61	75,3±0,34
Червень	66,5±0,32	70,0±0,51	69,3±0,32	72,3±0,51
Липень	62,5±0,60	69,4±0,46	61,4±0,73	66,4±0,29
Серпень	61,3±0,43	68,3±0,39	59,1±0,32	64,1±0,42
	<i>T. platyphyllos</i>			
Травень	69,4±0,45	72,6±0,71	71,2±0,27	73,4±0,37
Червень	64,9±0,51	70,5±0,62	67,5±0,36	71,1±0,26
Липень	63,3±0,36	69,3±0,33	62,3±0,29	66,3±0,32
Серпень	61,1±0,27	67,2±0,29	60,6±0,51	65,8±0,29
	<i>T. tomentosa</i>			
Травень	66,4±0,61	68,9±0,3	67,6±0,21	69,3±0,62
Червень	64,9±0,32	68,6±0,5	65,2±0,42	68,4±0,27
Липень	64,6±0,44	67,1±0,4	63,1±0,31	65,8±0,37
Серпень	62,4±0,28	65,3±0,2	60,7±0,22	63,9±0,35

У листках *T. tomentosa* у травні містить-ся менший відсоток води, ніж у *T. cordata* і *T. platyphyllos*. Більшу частку сухої речовини у листках цього виду можна пояснити наявністю добре розвинених волосків, які, якщо і містять воду, то у дуже малій кількості. У липні і серпні вміст води у листках різних видів відрізнявся мало.

Найбільшу кількість вільної води в усіх досліджуваних видів неомолоджених рослин виявлено у травні 2009 р., високим цей показник був також у вересні. Відносна кількість зв'язаної води була найвищою у липні, про що свідчить величина відношення вмісту у листках цієї форми води до вмісту вільної води. Високим цей показник був і у серпні. У вересні він суттєво знижувався. Подібну закономірність спостерігали і у 2010 р. Проте липень та серпень цього року були більш спекотними і сухими. Це узгоджується з більшою відносною кількістю зв'язаної води порівняно з попереднім роком.

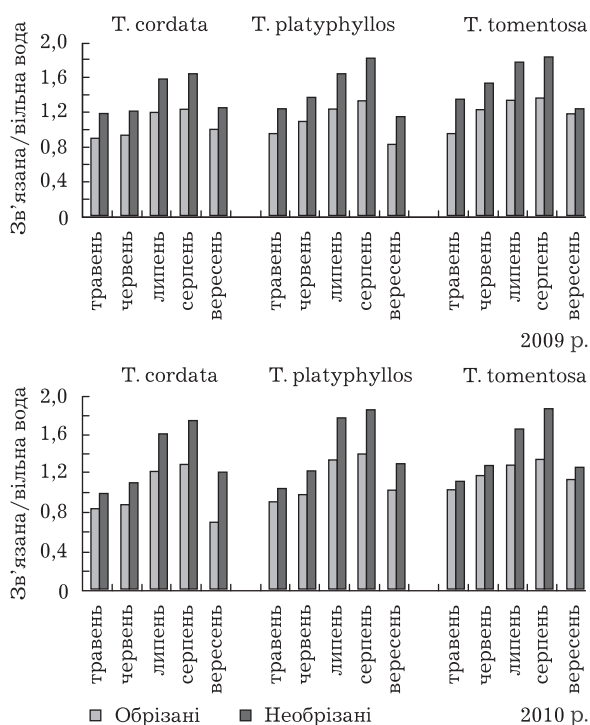


Рис. 2. Вплив омолодження дерев на співвідношення форм води в листках

За рахунок збільшення фракції зв'язаної води в критичні періоди рослина зберігає необхідну для життєдіяльності величину обводненості. Досліджувані види мали певні відмінності у кількісній зміні фракцій води та їх співвідношенні. Найменшою величиною співвідношення зв'язаної і вільної води була у листках *T. cordata*, найбільшою — у *T. tomentosa* (рис. 2). Характерно, що в останнього виду вже на початку вегетації вміст зв'язаної води значно переважає вміст вільної води. Так, у травні 2009 р. співвідношення зв'язана/вільна вода становило 1,33, у *T. cordata* — 1,17, у *T. platyphyllos* — 1,22. У травні 2010 р. у листках *T. cordata* і *T. platyphyllos* співвідношення вільної і зв'язаної води було майже однаковим, а у *T. tomentosa* спостерігали перевищення вмісту фракції зв'язаної води на 11,1%. У найбільш спекотний період в обидва роки дослідження мало місце значне зростання вмісту важкообмінної води порівняно з початком вегета-

ції. У кінці вегетації цей показник знижувався порівняно з літніми місяцями, особливо у *T. cordata*, тобто зростала частка вільної води порівняно з липнем і серпнем. Можливо, це пов'язано зі старінням листків. У листках омолоджених дерев усіх досліджуваних видів вміст вільної води був більшим, ніж у листках дерев, які не зазнали омолодження.

Величина співвідношення зв'язана вода/вільна вода була меншою порівняно з аналогічним показником у листках рослин, які не зазнали омолодження, протягом усього вегетативного періоду. Хоча у найбільш жаркі та посушливі місяці (липень і серпень) відносна кількість зв'язаної води зростала порівняно з травнем та червнем і становила понад половини загального вмісту води в листках дерев.

На думку деяких дослідників, доцільно оцінювати обводненість листків протягом вегетативного періоду за величиною водного дефіциту, оскільки цей показник більше відображує водний баланс у зв'язку із зміною умов. Вологість листків у перерахунок на суху і вологу масу дає уявлення про вікові зміни [6, 9].

Мінімальні значення водного дефіциту у листках неомолоджених рослин спостерігали у травні і червні (табл. 2), коли мала місце висока відносна вологість повітря і було достатньо вологи у ґрунті. Найвищі значення водного дефіциту зафіксовано у липні та особливо у серпні.

Порівняння показників за роками досліджень свідчить про відносно близькі значення у більшість місяців вегетації. Найбільші значення водного дефіциту листків виявлено у серпні 2010 р. У вересні цей показник у листках усіх видів лип зростав. Найменші значення дефіциту води в листках у вересні порівняно з попередніми місяцями відзначено у 2009 р., що зумовлено дощами. Найменший водний дефіцит спостерігали у листках *T. tomentosa*. У *T. cordata* він був дещо більшим, ніж у *T. platyphyllos* у літні місяці 2009 р., тоді як у 2010 р. різниця була статистично недостовірною.

Таблиця 2. Водний дефіцит листків видів роду *Tilia L.*

Вид	Дата	Водний дефіцит, 2009 р.		t <sub>ф</sub>	Водний дефіцит, 2010 р.		t <sub>ф</sub>
		омолоджені	необрізані		омолоджені	необрізані	
T. cordata	20.05	4,3±0,04	6,8±0,07	31,01	7,5±0,20	5,9±0,11	7,01
	19.06	9,8±0,11	14,7±0,08	36,03	11,3 ±0,16	7,1±0,08	23,48
	21.07	8,5±0,06	14,2±0,11	45,50	12,6±0,19	7,7±0,09	23,31
	23.08	9,6±0,08	15,6±0,12	41,59	17,5±0,26	19,9±0,06	8,99
	20.09	7,5±0,05	11,8±0,10	38,46	15,8±0,11	16,9±0,07	8,09
T. platyphyllos	20.05	5,9±0,04	6,4±0,05	7,81	7,7±0,17	5,5±0,12	10,57
	19.06	6,2±0,12	11,6±0,07	38,87	9,6±0,11	6,1±0,07	26,84
	21.07	6,9±0,05	12,7±0,08	61,48	11,9±0,29	6,9±0,10	16,30
	23.08	10,5±0,10	13,8±0,1	23,33	16,5±0,26	18,8±0,12	8,03
	20.09	8,9±0,07	10,2±0,11	9,97	12,9±0,19	11,9±0,09	4,76
T. tomentosa	20.05	7,9±0,06	9,7±0,08	18,00	7,6±0,15	8,1±0,11	2,69
	19.06	8,3±0,12	9,1±0,07	5,76	9,6±0,12	9,3±0,08	2,08*
	21.07	8,7± 0,11	10,8±0,09	14,77	10,5±0,18	6,3±0,07	21,75
	23.08	9,6±0,10	10,9±0,06	14,10	13,8±0,18	16,6±0,14	12,28
	20.09	6,8±0,09	11,7±0,07	37,58	11,7±0,14	9,5±0,09	13,22

Примітка. \* Різниця порівняно з контролем статистично недостовірна, p<0,05.

У 2009 р. листки омолоджених рослин характеризувалися значно меншим водним дефіцитом порівняно з неомолодженими, особливо у літні місяці. У 2010 р. спостерігали подібну закономірність, але у найбільш спекотному і сухому місяці (серпень) дефіцит води у листках омолоджених рослин зменшувався сильніше, ніж у рослин без обрізання. Це узгоджується з показниками водовіддачі у процесі транспірації в цей період. Оскільки, як було показано раніше [8], листки омолоджених рослин характеризуються більш мезоморфною структурою, тобто мають менш розвинену систему пристосувань для обмеження випаровування води, вони втрачають більше вологи у процесі транспірації. Хоча надземна частина омолоджених рослин краще забезпечена водою, ніж неомолоджених, за низького вмісту води у ґрунті вони страждають сильніше, ніж рослини, які не зазнали обрізання. Про це свідчила більш рання втрата листків і всихання крайової їх частини. Такі особливості омолоджених рослин у перші 2–3 роки слід урахувувати при розробці агротехніки догляду за ними у спекотні і сухі роки.

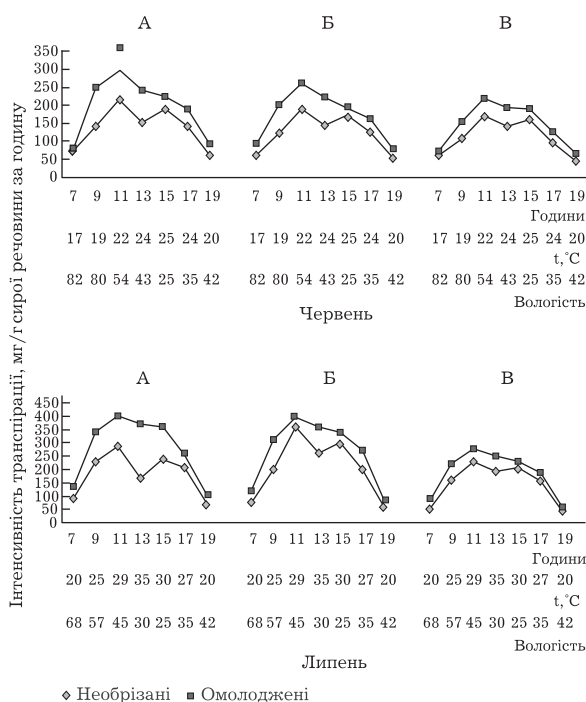


Рис. 3. Додова інтенсивність транспірації у листках пагонів поточного приросту гілок омолоджених і необрізаних дерев роду *Tilia L.* (2010 р.): А — *T. cordata*; Б — *T. platyphyllos*; В — *T. tomentosa*

Транспірація — один з найважливіших показників водного обміну. Характер кривих, які відображують інтенсивність транспірації листків обрізаних і необрізаних дерев роду *Tilia*, відрізняється (рис. 3). У листків усіх досліджуваних видів, які не зазнали омолодження, зміни денної інтенсивності транспірації як у червні, так і у травні мали вигляд двохвершинної кривої. Перший максимум зафіксовано раніше, ніж денний максимум температури. У полуденні години відбувалося зниження інтенсивності транспірації. Найменший спад кривої транспірації спостерігали у *T. tomentosa*, що може бути пов'язано із сильною опушеністю абаксіальної поверхні листка. Б.А. Келлер [4] показав, що інтенсивність випаровування у видів з сильним опушенням листків нижча, ніж у близьких їм видів, але не опушених. Згідно з даними цього дослідника, якщо інтенсивність транспірації чистця прямого (*Stachys recta*) з зеленими листками прийняти за 100 %, то у білоопушеного чистця германського (*Stachys germanica*) вона буде меншою на 30 %. Як видно з рис. 3, листки *T. tomentosa* характеризуються меншою інтенсивністю транспірації, ніж решти досліджуваних видів лип.

Найсуттєвіше зниження інтенсивності транспірації у полуденні години мало місце у листків *T. cordata*. Листки *T. platyphyllos* за цим показником займали проміжне положення. Якщо у *T. cordata* у червні зменшення інтенсивності транспірації становило 29,4% щодо першого максимуму, то у *T. platyphyllos* — 24,7%, у *T. tomentosa* — 16,4 %, у липні — 40,0; 28,0 та 15,7 % відповідно. Отже, незважаючи на різні температурні умови, вологість атмосферного повітря та різницю у показниках транспірації у червні та липні ступінь зниження інтенсивності транспірації у ці місяці як у *T. platyphyllos*, так і у *T. tomentosa* у полуденні години є дуже близьким, тоді як у *T. cordata* цей показник значно більший у липні. Інший пік транспірації спостерігали о 15-й годині, але він був нижчим, ніж попередній у всіх досліджуваних видів. Надалі мало місце

зменшення значень, найсуттєвіше між 17-ю та 19-ю годинами.

У листків рослин, які зазнали глибокого омолоджувального обрізання, динаміка денної інтенсивності транспірації мала вигляд одновершинної кривої. Максимум припадав на 11-ту годину, як і перший пік у неомолоджених дерев. Післяполуденне зниження транспірації було незначним. У липні о 13-й годині порівняно з максимальним значенням випарування води зменшувалося у *T. cordata* на 7,5 %, у *T. platyphyllos* — на 9,6 %, у *T. tomentosa* — на 15,7 %, у червні — на 18,3; 14,6 та 11,9 % відповідно. Отже, такої різниці між максимальним значенням інтенсивності транспірації і післяполуденним показником між видами, як у рослин, які не зазнали процедури омолодження, не виявлено. У подальшому зниження інтенсивності транспірації було найбільшим після 17-ї години. Порівняння інтенсивності транспірації листків цього річного приросту гілок обрізаних і необрізаних дерев свідчить про значно більші величини цього показника у рослин, які зазнали омолодження. Перевищення значень необрізаних дерев у червні варіює у *T. cordata* від 9,30 до 76,06 %, у *T. platyphyllos* — від 10,28 до 64,22 %, у *T. tomentosa* — від 18,00 до 54,00 %; у липні — від 21,4 до 119,4 %, від 9,97 до 56,40 % та від 9,62 до 68,00 % відповідно. Значно більша інтенсивність транспірації і зміна характеру кривих, які відображують цей процес протягом дня, у листків регенеруючих дерев порівняно з неомолодженими рослинами пояснюється значно кращим постачанням водою надземної частини через порівняно малу масу відростаючої крони при незмінному обсязі кореневої системи. В.О. Казарян [3] виявив кращу забезпеченість водою листків регенеруючих гілок обрізаних дерев гледичії трьохколючкової та сумаха ароматного порівняно з необрізаними.

Порівняння денної інтенсивності транспірації листків обрізаних та необрізаних дерев досліджуваних видів у червні та липні свідчить про однакову зміну характеру кривих у ці місяці. Проте у липні інтенсив-

ність транспірації в усіх видів була більшою, ніж у червні. Це пов'язано з відмінністю екологічних чинників. У липні була вищою температура повітря протягом дня і нижчою вологість повітря, тоді як вологозабезпеченість ґрунту практично не змінювалася. Отже, більша інтенсивність транспірації у липні пов'язана переважно з температурою та вологістю повітря. Найменшу різницю між показниками у червні та липні виявлено у листків як обрізаних, так і необрізаних дерев *T. tomentosa*. Це свідчить про більш досконалу систему регуляції водного обміну в цього виду.

### Висновки

1. Листки пагонів відростаючих гілок обрізаних лип (*T. cordata*, *T. platyphyllos*, *T. tomentosa*) мають більшу обводненість, а також більш високий вміст фракції вільної води, ніж листки неомолоджених дерев.

2. Листки як обрізаних, так і не обрізаних дерев *T. tomentosa* характеризуються більшим відсотком зв'язаної води, а також більшою величиною співвідношення зв'язана/вільна вода порівняно з *T. cordata* і *T. platyphyllos*.

3. Листки пагонів омолоджених рослин мають значно менший водний дефіцит, ніж листки необрізаних, але в умовах нестачі ґрунтової вологи цей показник у них зростає більше.

4. Інтенсивність транспірації листків пагонів у омолоджених рослин значно вища, ніж у необрізаних дерев. Найнижчою інтенсивністю транспірації в обох варіантах характеризуються листки *T. tomentosa*.

5. Серед досліджених видів лип найбільш пристосованою до посухи за показниками водного обміну можна вважати *T. tomentosa*.

1. Бессонова В.П. Практикум з фізіології рослин. — Дніпропетровськ: Вид-во ВДДАУ, 2006. — 316 с.

2. Бессонова В.П., Корытова А.И., Михайлов О.Ф. Некоторые особенности водного режима акации белой, произрастающей в разных условиях увлажнения // Вопросы степного лесоведения и

охраны природы. — Днепропетровск: Б. и., 1975. — Вып. 5. — С.136–142.

3. Казарян В.О. Старение высших растений. — М.: Наука, 1969. — 314 с.

4. Келлер Б.А. Испарение у растений // Тр. опытной ботан. станции им. проф. Б.А. Келлера. — 1929. — С. 45–49.

5. Коцюбинская Н.П. Водный обмен дуба и сопутствующих пород в пристепных и пойменных лесных биогеоценозах юго-востока Украины (на примере Присамарья): Автореф. ...канд. биол. наук. — Днепропетровск, 1978. — 21 с.

6. Кушниренко М.Д., Гончарова Э.А., Бондарь Е.М. Методы изучения водного обмена и засухоустойчивости плодовых растений. — Кишинев: Штиинца, 1970. — 78 с.

7. Лакин Г.Ф. Биометрия. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.

8. Пономарьова О.А., Бессонова В.П. Аналіз відновлення крони у рослин *T. cordata* та *T. platyphyllos* після глибокої омолоджуючої обрізки // Вісн. ДНУ. Біологія. Екологія. — 2010. — 2, вип. 18. — С. 76–80.

9. Wheatherley P.E. Studies in the water relations of the cotton plant. Part 1. The field measurement of water deficits in leaves // The New Physiologist. — 1950. — 49, N 1. — P. 25–30

Рекомендував до друку Л.І. Пархоменко

Е.А. Пономарева, В.П. Бессонова  
Днепропетровский государственный  
аграрный университет, Украина,  
г. Днепропетровск

### ВЛИЯНИЕ ОМОЛАЖИВАЮЩЕЙ ОБРЕЗКИ НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ ВИДОВ РОДА *TILIA* L.

Проведен сравнительный анализ водного обмена в листьях омоложденных и необрезанных деревьев рода *Tilia* L. Установлены отличия в физиологических реакциях трех видов лип на стрессовые климатические условия.

О.А. Ponomaryeva, V.P. Bessonova  
Dnipropetrovsk State Agrarian University,  
Ukraine, Dnipropetrovsk

### INFLUENCE OF THE REJUVENATED CUTTING ON WATER EXCHANGE OF GENUS *TILIA* L. SPECIES

The comparative analysis of water exchange on the rejuvenated and not cutted trees of genus *Tilia* L. is given. Differences of physiological reactions of three linden species on stressful climatic conditions are established.