

УДК 581.522.4:625.712.4:632.112

І. П. Григорюк, В. І. Ткачов, П. П. Яворівський

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України
Київське комунальне об'єднання зеленого будівництва та експлуатації
зелених насаджень міста «Київзеленбуд»*

АНАТОМІЧНА АДАПТАЦІЯ СІЯНЦІВ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН ДО РІЗНОГО ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ҐРУНТУ

Досліджено адаптивні зміни анатомічних характеристик сіянців деревних рослин в умовах різного водозабезпечення ґрунту. Установлено відміни між кількістю та формою продихів, довжиною жилок для листяних порід і площею центрального циліндра для хвойних сіянців деревних рослин.

Tree seedlings anatomical parameters adaptation to different soil water supply levels were studied. Differences in stomata number and shape and fiber length for leaf-bearing species and central cylinder area for coniferous species have been determined.

Вступ

Адаптація сіянців деревних рослин до недостатнього водозабезпечення – полігенна ознака, яка включає значну кількість різноспрямованих процесів, у тому числі й анатомічне пристосування листків, стовбура, кореневої системи тощо. Функціонування механізмів адаптації, зокрема осмотичної, колоїдної та продихової регуляції, обмінних і енергетичних реакцій, прямо визначається будовою й опушеністю листків, товщиною кутикули, кількістю та формою продихів листків деревних рослин [5; 6]. Тому дослідження анатомічної адаптації сіянців деревних рослин до нестачі вологи в ґрунті є актуальним завданням, яке спрямоване на з'ясування загальних механізмів формування та регуляції стійкості рослин до несприятливих умов середовища [7; 9].

Особливої нагальності дана проблема набуває при догляді за деревними рослинами в умовах антропогенно зміненого середовища, коли на дію недостатнього водозабезпечення накладається стресова дія дефіциту або надлишку елементів мінерального живлення, забруднення шкідливими речовинами, перебіг температурного та газового режимів [1; 6].

Виходячи з цього, наші експерименти були спрямовані на вивчення адаптивних змін анатомічних характеристик сіянців деревних рослин за умов різного водозабезпечення. Водночас важливим було також встановити відміни за кількістю та формою продихів, ростовою реакцією, довжиною жилок для листяних і площі центрального циліндра для хвойних видів сіянців деревних рослин із метою складання шкали

© Григорюк І. П., Ткачов В. І., Яворівський П. П., 2005

відносної їх стійкості до посухи та подальшого використання в практиці зеленого будівництва.

Матеріал і методи досліджень

Об'єктами дослідження слугували шестимісячні сіянці наступних деревних рослин: бархат амурський (*Phellodendron amurense* Rupr.), береза бородавчаста (*Betula verrucosa* Ehrh.), в'яз гладенький (*Ulmus laevis* Pall.), горіх маньчжурський (*Juglans mandshurica* Maxim.), горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.), граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), дуб червоний (*Quercus rubra* L.), дуб черешчатий (звичайний) (*Q. robur* L. Scop.), клен гостролистий (платановидний) (*Acer platanoides* L.), липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.), липа широколиста (*T. platyphyllos* Scop.), сосна звичайна (*Pinus silvestris* L.), тополя дельтолиста (канадська) (*Populus excelsior* L.), черемха звичайна (*Padus racemosa* Lam.), ялина звичайна (*Picea excelsa* (Lam.) Link.), ялиця біла (*Abies alba* Mill.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.).

У проведених нами вегетаційних дослідках вологість ґрунту в посудинах Вагнера, які вмщали 16 кг абсолютно сухого піщаного ґрунту, підтримували на рівні 20, 40, 60 і 80 % ПВ. Посадковим матеріалом слугували сіянці деревних рослин, вирощені з насіння, спостереження за ростом і розвитком яких проводили протягом вегетаційного періоду. Зразки для аналізу відбирали з частин листка, що розміщуються між краєм і середньою жилкою. З них готували поперечні зрізи, які розглядали під мікроскопом і за допомогою окуляр-мікрометра здійснювали вимірювання. При визначенні довжини сітки жилок ділянку листкової пластинки просвітлювали спиртом і видиму сітку прокреслювали, після чого вимірювали їх довжину за допомогою курвіметра. При визначенні кількості продихів на одиницю площі листка користувалися методикою [5; 10]. У полі зору мікроскопа визначали кількість продихів, вимірювали їх довжину окуляр-мікрометром і обраховували кількість продихів на 1 мм² поверхні листка рослини.

Результати та їх обговорення

Результати вегетаційного дослідку (табл. 1) показали, що сіянці рослин, вирощені за різної вологості ґрунту (20, 40, 60, 80 % ПВ), відзначались неоднаковими показниками росту.

Таблиця 1

Висота сіянців деревних рослин, вирощених за різного водозабезпечення ґрунту, см

Види деревних рослин	Вологість ґрунту, % ПВ			
	20	40	60	80
Сосна звичайна	2,8 ± 0,3	3,0 ± 0,2	3,6 ± 0,4	4,0 ± 0,3
Бархат амурський	–	5,0 ± 0,4	7,9 ± 0,8	8,9 ± 1,0
Береза бородавчаста	11,4 ± 0,2	15,3 ± 0,6	18,8 ± 1,5	18,6 ± 1,1
Граб звичайний	–	4,6 ± 0,4	6,1 ± 1,1	8,5 ± 0,8
Дуб червоний	5,0 ± 0,1	5,8 ± 0,7	6,6 ± 0,7	6,7 ± 0,5
Дуб черешчатий (звичайний)	6,7 ± 0,2	7,0 ± 0,9	7,3 ± 0,4	9,5 ± 1,1
Клен гостролистий	6,6 ± 0,5	7,4 ± 0,9	8,4 ± 0,6	7,6 ± 0,6
Липа широколиста	–	4,5 ± 0,3	6,4 ± 0,3	6,9 ± 0,8
Липа дрібнолиста	3,4 ± 0,4	4,0 ± 0,5	4,4 ± 0,3	5,5 ± 0,2
Горіх маньчжурський	8,7 ± 0,7	12,7 ± 1,3	26,1 ± 1,8	28,5 ± 2,3
Горобина звичайна	–	14,2 ± 1,6	14,9 ± 2,2	18,4 ± 1,9
Тополя дельтолиста (канадська)	–	5,1 ± 1,1	6,0 ± 0,4	7,2 ± 0,6
Черемха звичайна	–	12,7 ± 1,3	22,5 ± 0,9	25,1 ± 0,9
Ялина звичайна	2,8 ± 0,2	3,1 ± 0,1	3,8 ± 0,1	5,9 ± 0,5
Ясен звичайний	5,8 ± 0,4	7,2 ± 0,4	9,4 ± 0,8	10,6 ± 1,3
В'яз гладенький	12,5 ± 1,1	13,2 ± 0,8	15,0 ± 2,0	20,0 ± 2,4

Із збільшенням вологості ґрунту зростала висота стовбура, а також маса листків; найвищі показники росту спостерігались при вологості ґрунту 60 і 80 % ПВ. Сіянци бархата амурського, граба звичайного, липи широколистої, горобини звичайної, тополі дельтолистої та черемхи звичайної за умов низької вологості ґрунту (20 % ПВ) усихали та гинули.

Для аналізу зв'язку між біологічною продуктивністю та водним статусом нами досліджено продуктивність транспірації (кількість грамів сухої речовини, яка утворюється при витрачанні 1000 г води) і транспіраційний коефіцієнт (кількість води, яку використовує рослина на утворення одиниці сухої речовини) сіянців деревних рослин за різного рівня ґрунту. Для цієї мети з посудин вилучали кореневі системи, які відмивали водою і висушували в термостаті до повітряно-сухого стану. Водночас розраховували середню масу сіянців деревних рослин і кількість води, яку вони витратили, продуктивність і коефіцієнт транспірації (табл. 2).

Таблиця 2

Суха маса, продуктивність і коефіцієнт транспірації сіянців деревних рослин, вирощених за різного водозабезпечення ґрунту

Види деревних рослин	Вологість ґрунту, % ПВ	Суха маса однієї рослини, г	Продуктивність транспірації	Коефіцієнт транспірації
1	2	3	4	5
Сосна звичайна	20	0,020	2,41	415
	40	0,012	2,79	358
	60	0,040	2,15	465
	80	0,021	2,39	419
Ялина звичайна	20	0,018	3,46	289
	40	0,033	3,37	297
	60	0,054	3,07	326
	80	0,106	2,94	339
Береза бородавчаста	20	3,310	3,95	253
	40	3,395	3,60	277
	60	3,580	3,35	298
	80	4,305	3,47	288
В'яз гладенький	20	1,160	3,95	252
	40	1,510	4,55	219
	60	1,725	4,10	248
	80	2,090	3,45	289
Граб звичайний	20	–	–	–
	40	0,266	1,71	583
	60	0,244	1,71	562
	80	0,386	1,66	603
Клен гостролистий	20	0,350	2,92	342
	40	0,422	2,53	395
	60	0,973	2,34	427
	80	0,637	2,08	479
Липа широколиста	20	–	–	–
	40	0,233	2,21	452
	60	0,496	1,54	649
	80	0,480	1,58	632
Липа дрібнолиста	20	0,145	3,22	310
	40	0,194	2,98	335
	60	0,197	2,75	363
	80	0,462	2,62	381

1	2	3	4	5
Горобина звичайна	20	–	–	–
	40	4,650	3,95	252
	60	4,940	3,75	266
	80	6,350	3,49	286
Горіх маньчжурський	20	0,995	2,44	410
	40	5,793	3,81	262
	60	6,723	3,95	252
	80	8,346	4,31	229
Черемха звичайна	20	–	–	–
	40	3,570	3,19	313
	60	5,210	2,98	335
	80	6,320	2,82	355
Ясен звичайний	20	0,886	4,38	228
	40	1,295	4,21	237
	60	1,350	3,99	250
	80	2,420	3,69	270
Тополя дельтолиста (канадська)	20	–	–	–
	40	0,074	3,77	265
	60	0,086	3,57	280
	80	0,131	3,07	325
НІР ₀₅	–	0,048	0,23	39

Збільшення вологості ґрунту викликало зростання коефіцієнта і зменшення продуктивності транспірації листків сіянців деревних рослин, які випаровували різну кількість води. Однак сіянці хвойних порід витрачали менше води, ніж листяних, тобто інтенсивність транспірації їх у 2–3 рази була нижчою.

Зміна ростової активності, продуктивності та коефіцієнта транспірації залежить від вологості ґрунту і розглядається як адаптивна реакція рослин на погіршення водозабезпечення [3; 4; 6]. Характерними адаптаційними ознаками є також зміни анатомо-морфологічних структур листків, які відрізняються високою пластичністю [4; 8]. Із цією метою нами досліджена дія різного водозабезпечення на формування сітки жилок і продихового апарату листової пластинки (табл. 3). Результати свідчать, що зниження вологості ґрунту з 80 до 20 % ПВ викликає збільшення довжини сітки жилок на одиницю площі листка, кількості за деяке зменшення довжини продихів сіянців різних видів деревних рослин.

Показано, що сумарна довжина жилок тісно пов'язана з комплексом ознак посухостійкості [2; 4; 11], збільшення яких за умов наростання водного дефіциту в ґрунті слугує показником прояву адаптивних можливостей деревних рослин протистояти посусі. Довжина жилок на одиницю площі листка обумовлена як генетичними особливостями, так і поєднаннями факторів зовнішнього середовища (температура, вологість, мінеральне живлення) і є однією з постійних ознак для порівняльної оцінки посухостійкості сіянців деревних рослин.

Для сіянців хвойних рослин, у зв'язку з відсутністю жилок, нами визначено площу центрального циліндра і поперечного перетину хвої рослин залежно від вологості ґрунту [4]. Проведено поперечні зрізи із середньої частини та мікроскопічні вимірювання відношення площі центрального циліндра до площі поперечного зрізу хвої деревних рослин (табл. 4). При підвищенні вологості ґрунту для хвої сіянців спостерігалось зниження відношення площі циліндра та поперечного зрізу, при цьому водний дефіцит викликав відносно збільшення площі центрального циліндра.

Анатомічна структура листків і хвої залежить від вологості ґрунту та віку деревних рослин [2; 5; 7]. У ранньому віці їх фотосинтезуючі органи мають тіньову анатомічну структуру, зокрема в них менша довжина жилок і кількість продихів на одиницю площі, слабкіше розвинений мезофіл, ніж у дорослому, що необхідно враховувати в порівняльних дослідженнях ступеня їх посухостійкості. Зростання вологості ґрунту сприяло зменшенню товщини палісадної тканини, у той час як для губчастої не виявлено такої загальної тенденції. У липи дрібнолистої та горіха маньчжурського відзначено зростання товщини губчастої тканини за умов збільшення вмісту ґрунтової вологи. Однак відношення товщини палісадної тканини до губчастої зростало при зменшенні запасів води в ґрунті, що є адаптаційною реакцією листків деревних рослин на погіршення водозабезпечення. Зміна товщини палісадної і губчастої тканин за умов зниження вмісту води зумовлювала ріст дифузійного листкового опору, економніше витрачання водних запасів, що розглядається як адаптаційна реакція сіянців деревних рослин на посуху.

Таблиця 3

**Анатомічні показники листків сіянців деревних рослин,
вирощених за різного водозабезпечення ґрунту**

Види деревних рослин	Вологість ґрунту, % ПВ	Довжина жилок, мм/см ²	Кількість продихів на 1 мм ²	Довжина продихів, мкм	Товщина листків, мк
1	2	3	4	5	6
Бархат амурський	20	—	—	—	—
	40	190 ± 21	78 ± 12	20 ± 3	80 ± 9
	60	126 ± 11	64 ± 7	24 ± 3	72 ± 6
	80	99 ± 8	39 ± 4	33 ± 4	70 ± 5
Береза бородавчаста	20	344 ± 24	190 ± 15	30 ± 4	113 ± 9
	40	306 ± 29	177 ± 17	30 ± 3	109 ± 10
	60	273 ± 18	132 ± 14	34 ± 5	105 ± 7
	80	213 ± 21	116 ± 12	37 ± 4	101 ± 11
В'яз гладенький	20	266 ± 24	174 ± 16	23 ± 2	115 ± 8
	40	228 ± 15	170 ± 20	23 ± 3	112 ± 12
	60	226 ± 17	158 ± 11	26 ± 3	108 ± 13
	80	202 ± 11	151 ± 17	27 ± 4	102 ± 9
Граб звичайний	20	—	—	—	—
	40	449 ± 37	87 ± 9	23 ± 3	126 ± 13
	60	385 ± 43	72 ± 7	26 ± 2	115 ± 12
	80	313 ± 24	52 ± 6	27 ± 3	105 ± 9
Дуб червоний	20	541 ± 48	172 ± 18	14 ± 2	80 ± 7
	40	522 ± 45	167 ± 21	18 ± 1	77 ± 4
	60	494 ± 63	150 ± 14	20 ± 2	66 ± 5
	80	458 ± 32	110 ± 9	25 ± 3	65 ± 4
Дуб черешчатий (звичайний)	20	622 ± 57	258 ± 23	14 ± 1	96 ± 8
	40	556 ± 38	248 ± 19	16 ± 2	88 ± 10
	60	513 ± 40	179 ± 20	22 ± 2	75 ± 7
	80	487 ± 37	153 ± 12	22 ± 1	64 ± 5
Клен гостролистий	20	619 ± 51	374 ± 21	16 ± 2	108 ± 9
	40	461 ± 53	354 ± 29	17 ± 2	107 ± 12
	60	458 ± 29	264 ± 24	19 ± 1	101 ± 9
	80	444 ± 42	239 ± 19	17 ± 3	95 ± 7
Липа широколиста	20	—	—	—	—
	40	705 ± 56	110 ± 9	21 ± 2	86 ± 7
	60	679 ± 7	108 ± 11	23 ± 2	79 ± 9
	80	551 ± 53	92 ± 9	23 ± 3	74 ± 10

1	2	3	4	5	6
Липа дрібнолиста	20	677 ± 62	139 ± 18	22 ± 1	118 ± 11
	40	568 ± 49	129 ± 13	24 ± 3	115 ± 8
	60	463 ± 43	94 ± 6	25 ± 2	108 ± 9
	80	461 ± 51	65 ± 8	26 ± 3	106 ± 12
Горобина звичайна	20	–	–	–	–
	40	261 ± 18	274 ± 22	27 ± 3	135 ± 15
	60	183 ± 17	219 ± 19	28 ± 1	129 ± 11
	80	164 ± 21	174 ± 14	31 ± 1	126 ± 14
Горіх маньчжурський	20	686 ± 59	51 ± 7	20 ± 1	91 ± 10
	40	622 ± 73	39 ± 2	22 ± 2	81 ± 6
	60	601 ± 65	35 ± 4	23 ± 1	86 ± 4
	80	513 ± 49	30 ± 4	24 ± 3	79 ± 8
Черемха звичайна	20	–	–	–	–
	40	361 ± 43	416 ± 25	19 ± 1	108 ± 11
	60	328 ± 39	342 ± 29	20 ± 1	102 ± 9
	80	302 ± 21	290 ± 29	22 ± 3	101 ± 12
Ясен звичайний	20	321 ± 27	152 ± 12	20 ± 2	135 ± 14
	40	316 ± 29	145 ± 17	23 ± 1	132 ± 9
	60	247 ± 18	132 ± 11	25 ± 2	126 ± 7
	80	180 ± 22	110 ± 11	27 ± 2	124 ± 12
Ялина звичайна	20	–	40 ± 5	36 ± 2	382 ± 29
	40	–	40 ± 3	38 ± 3	373 ± 17
	60	–	29 ± 3	39 ± 3	372 ± 34
	80	–	26 ± 2	39 ± 2	352 ± 42

Таблиця 4

**Відношення площі центрального циліндра до площі поперечного зрізу хвої
сіянців деревних рослин, вирощених за різного водозабезпечення ґрунту**

Види деревних рослин	Уміст води в ґрунті, % від ПВ			
	20	40	60	80
Сосна звичайна	0,17 ± 0,020	0,12 ± 0,020	0,09 ± 0,010	0,09 ± 0,010
Ялиця біла	–	0,06 ± 0,004	0,06 ± 0,007	0,04 ± 0,005
Ялина звичайна	0,09 ± 0,008	0,07 ± 0,010	0,06 ± 0,008	0,05 ± 0,007

Висновки

На підставі проведених експериментів нами виявлені відмінності за кількістю та формою продихів, довжиною жилок для листяних і площі центрального циліндра для хвойних, а також за ростою реакцією сіянців різних видів деревних рослин. У підсумку складено шкалу відносної посухостійкості деревних рослин, яку рекомендовано використовувати у зеленому будівництві.

1. Гігромезофіти: ялина звичайна (*Picea excelsa* (Lam.) Link), бархат амурський (*Phellodendron amurense* Rupr.), черемха звичайна (*Padus racemosa* Lam.), тополя дельтолиста (канадська) (*Populus deltoids* Marsch.), в'яз гладенький (*Ulmus laevis* Pall.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.).

2. Мезофіти: горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.), граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), береза бородавчаста (*Betula verrucosa* Ehrh.), клен гостролистий (звичайний) (*Acer platanoides* L.), липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.), горіх маньчжурський (*Juglans mandshurica* Maxim.).

3. Ксеромезофіти: липа широколиста (*Tilia platyhyllus* Scop.), дуб черешчатий (звичайний) (*Quercus robur* Scop.), дуб червоний (*Quercus rubra* L.).

4. Ксерофіти: сосна звичайна (*Pinus silvestris* L.).

Гігромезофіти рекомендовано вирощувати на ґрунтах за умов достатнього рівня водозабезпечення, мезофіти – середнього, ксеромезофіти та ксерофіти – недостатнього (відносно сухих).

Бібліографічні посилання

1. **Вахмистров Д. Б.** Соотношение элементов минерального питания в среде и рост растений. Корреляционное зондирование купола отклика / Д. Б. Вахмистров, В. А. Воронцов // Физиология растений. – 1994. – Т. 41, № 3. – С. 425–429.
2. **Воронцов А. И.** Биологические основы защиты леса. – М.: Высшая школа, 1963.
3. **Долгов С. И.** Основные закономерности поведения почвенной влаги и их значение в жизни растений // Биологические основы орошаемого земледелия. – М.: АН СССР, 1967. – 260 с.
4. **Иванов А. Ф.** Отношение древесных растений к влажности и кислотности почвы / А. Ф. Иванов, А. В. Пономарева, Т. Ф. Дерюгина. – Минск: Наука и техника, 1966.
5. **Иванов Л. А.** Свет и влага в жизни наших древесных пород. – М.: Наука, 1946.
6. **Кушниренко М. Д.** Водный режим и засухоустойчивость плодовых растений. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1967.
7. **Лир Х.** Физиология древесных растений / Х. Лир, М. Польштер, Г. Фидлер. – М.: Лесная промышленность, 1974.
8. **Лисенков А. Ф.** Лесные культуры. – М.: Лесная промышленность, 1965.
9. **Молчанов А. А.** Лес и окружающая среда. – М.: Наука, 1968.
10. **Современные методы** исследования и оценки засухо- и жароустойчивости растений: Метод. пособ. / И. А. Григорюк, В. И. Ткачев, С. В. Савинский, Н. Н. Мусиенко. – К.: Науковий світ, 2003.
11. **Шмидт В. Э.** Агротехника выращивания лесных культур. – М.: Гослесбумиздат, 1958.

Надійшла до редколегії 14.03.05.

УДК 591.5:597.6/9

Н. Л. Губанова

Дніпропетровський національний університет

ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ ПОПУЛЯЦІЙ АМФІБІЙ У ПОСУШЛИВИЙ ПЕРІОД

Наведені результати досліджень кількості земноводних в умовах степової зони у посушливий період, охарактеризований видовий склад амфібій у різних типах біогеоценозів і особливості їх розподілу.

The results of research of amphibians number under conditions of steppe area during the droughty period are given. Amphibians species composition in different types of biogeocenoses and features of their distribution are presented.

Вступ

У природі всі складові компоненти і ланки тісно пов'язані між собою. Потрібно особливо підкреслити зв'язок ґрунту, води, фітоценозу та зооценозу, тому що вони в більшості своїй визначають багатство того чи іншого регіону. Необхідним є вивчення всіх комплексів, що входять до складу лісового біогеоценозу. Особливої уваги потребують зоокомпоненти, які виконують важливу роль у трансформації

© Губанова Н. Л., 2005

60