

ВОДНИЙ РЕЖИМ І ПОСУХОСТІЙКІСТЬ ЛИСТКІВ ВИДІВ, ФОРМ ТА ГІБРИДІВ РОДУ *SALIX* L.

Дослідним шляхом у лабораторних умовах вивчено водний режим листків видів, форм і гібридів верб. На основі показників водоутримуючої здатності, дефіциту води, водопоглинаючої здатності та ступеня збереження листків виявлено найбільш посухостійкі рослини (*S. alata* v. *S. caspica*, *S. caspica*, *S. cinerea*, *S. kangensis*; гібриди: *S. caspica* × *S. caprea*, *S. caspica* × *S. purpurea*, *S. purpurea* × *S. viminalis*, *S. purpurea* × *S. viminalis* × *S. caprea*, *S. × smithiana*, *S. viminalis* × *S. acutifolia*, *S. viminalis* × *S. caprea*); відносно посухостійкі (*S. acutifolia*, *S. purpurea*, *S. triandra*); не стійкі до посухи рослини (*S. eleagnos*, *S. integra*, *S. purpurea* 'Angustifolia', *S. purpurea* 'Gracilis', *S. tenuifolia*, *S. integra* × *S. acutifolia*).

Для інтродукції рослин та впровадження їх у культуру з промисловими чи декоративними цілями важливим є низка показників стійкості до несприятливих екологічних факторів, зокрема посухостійкості. Здатність верб витримувати посуху важлива тому, що вони вважаються вологолюбними рослинами. Як зазначає І.І. Левицький [3], навіть верби, що ростуть на задернілих пісках Південного Сходу і Середньої Азії, не можна вважати посухостійкими.

З огляду на стійку тенденцію клімату до потепління, літні посухи, які часто спостерігаються останніми роками, можуть стати лімітуючим фактором для цієї культури. Саме тому важливо встановити здатність рослин протистояти такому негативному для них явищу, як низька ґрунтова та повітряна вологість.

Об'єктами нашого дослідження були види, форми та гібриди роду верба (*Salix* L.): *S. acutifolia* Willd. — в. гостролиста, *S. cinerea* L. — в. попеляста, *S. purpurea* L. — в. пурпурова та її форми *S. purpurea* 'Angustifolia' — 'Вузьколиста', *S. purpurea* 'Gracilis' — 'Граціозна', *S. eleagnos* Scop. — в. лоховидна, *S. triandra* L. — в. тритичинкова, *S. kangensis*

Nakai — в. кангенська, *S. alata* v. *S. caspica* Rar. ex *Stschegl.* — в. алатавська, *S. caspica* Pall. — в. каспійська, *S. caspica* Franch. — в. Капю, *S. tenuifolia* Turcz. — в. тонколиста, *S. integra* Thunb. — в. суцільнолиста, *S. × smithiana* — в. × Сміта, *S. viminalis* × *S. caprea* — в. прутоподібна × козяча, *S. caspica* × *S. caprea* — в. каспійська × в. козяча, *S. caspica* × *S. purpurea* — в. каспійська × в. пурпурова, *S. viminalis* × *S. acutifolia* — в. прутоподібна × в. гостролиста, *S. purpurea* × *S. viminalis* (гібрид академіка В.М. Сукачова) — в. пурпурова × в. прутоподібна, *S. integra* × *S. acutifolia* — в. цілолиста × в. гостролиста, *S. purpurea* × *S. viminalis* × *S. caprea* — в. пурпурова × в. прутоподібна × в. козяча.

Метою дослідження було встановити ступінь посухостійкості шляхом вивчення водного режиму листків.

Водний режим листків досліджували ваговим методом М.Д. Кушніренка, Г.П. Курчатової, Є.В. Крюкової (цитую за [5]). Розрахунковим шляхом визначали вміст загальної води, водний дефіцит до в'янення та після повторного водонасичення, водоутримуючу здатність листків протягом доби, відносну тургоресцентність листків та їхню водопоглинаючу здатність після в'янення [1, 2, 4]. Зразки листків зважували на електронних вагах (ТВТВ 404316 НЕ) з точністю до 0,05 г.

Ми додатково застосували такий показник, як збереження листків, оскільки було помічено, що їхній зовнішній вигляд (ступінь висихання та забарвлення) змінювався різною мірою і відрізнявся від початкового. Це явище пояснюється тим, що після досягнення порогового рівня зневоднення тканин вони втрачають здатність до нормального насичення клітин водою [2].

Показник збереження листків відображає загальний стан листків. У нашому досліді ми розрізняли 5 ступенів збереження листків після 24-годинного висушування. Відповідно до цього нами розроблено бальну шкалу для візуальної оцінки збереження листків:

0 — листки засохли до ламкості, після намочування потемніли, вбирання води незначне, тургор не відновився;

1 — листки засохли до ламкості, колір не змінили, після намочування потемніло понад 50 % листків, тургор не відновився;

2 — висихання листків неповне, ламкість відсутня, після намочування колір змінили до 50 % листків, відновлення тургору незначне;

3 — висихання неповне, колір зберігся, тургор частково відновився;

4 — листки прив'яли, але не висохли, після намочування колір зберігся, тургор відновився наполовину.

Таблиця 1. Водоутримуюча здатність листків верб (втрата води у % від вмісту при повному водонасиченні)

Таксон	Експозиція, год				
	2	4	6	12	24
<i>Види (аборигенні)</i>					
<i>S. acutifolia</i>	11,41 ± 0,92	19,23 ± 0,92	27,02 ± 1,67	47,66 ± 1,18	79,85 ± 3,09
<i>S. cinerea</i>	19,78 ± 0,22	30,09 ± 0,34	40,62 ± 0,14	61,01 ± 1,49	87,49 ± 1,64
<i>S. purpurea</i>	16,77 ± 0,01	26,08 ± 3,73	34,9 ± 3,61	61,66 ± 3,56	88,17 ± 4,38
<i>S. triandra</i>	18,3 ± 1,32	30,6 ± 1,04	41,96 ± 1,08	68,46 ± 0,53	94,01 ± 0,93
<i>Види, форми (інтродуценти)</i>					
<i>S. alata</i>	12,61 ± 0,61	21,14 ± 0,34	30,9 ± 0,50	50,83 ± 1,23	84,16 ± 0,96
<i>S. caspica</i>	8,91 ± 0,11	20,66 ± 0,66	31,58 ± 0,38	55,87 ± 0,13	87,85 ± 0,15
<i>S. capusii</i>	15,48 ± 0,09	31,75 ± 0,21	41,65 ± 0,66	64,71 ± 0,86	92,1 ± 1,34
<i>S. eleagnos</i>	21,75 ± 0,78	34,37 ± 2,11	47,18 ± 2,82	69,93 ± 2,59	90,35 ± 2,44
<i>S. integra</i>	15,64 ± 0,20	31,2 ± 0,51	41,93 ± 0,35	71,1 ± 1,18	97,47 ± 1,54
<i>S. kangensis</i>	10,86 ± 0,01	21,14 ± 0,06	31,4 ± 0,67	51,2 ± 0,63	80,0 ± 0,11
<i>S. purpurea</i> 'Angustifolia'	11,9 ± 0,10	22,2 ± 0,18	32,5 ± 0,54	56,3 ± 1,93	88,1 ± 1,68
<i>S. purpurea</i> 'Gracilis'	23,73 ± 1,08	44,84 ± 0,48	61,71 ± 0,80	87,75 ± 0,53	97,32 ± 0,33
<i>S. tenuifolia</i>	21,61 ± 0,61	36,64 ± 1,64	48,19 ± 1,19	75,77 ± 0,77	99,15 ± 2,85
<i>Гібриди</i>					
<i>S. caspica</i> × <i>S. caprea</i>	11,21 ± 0,73	22,83 ± 1,05	35,22 ± 1,35	59,6 ± 2,34	87,98 ± 0,08
<i>S. caspica</i> × <i>S. purpurea</i>	13,21 ± 0,08	23,44 ± 0,07	34,27 ± 0,47	57,46 ± 0,24	87,98 ± 2,53
<i>S. integra</i> × <i>S. acutifolia</i>	16,28 ± 0,84	31,74 ± 1,59	47,2 ± 2,35	73,5 ± 2,18	95,91 ± 0,41
<i>S. purpurea</i> × <i>S. viminalis</i>	18,27 ± 0,93	36,73 ± 0,07	52,07 ± 0,73	72,2 ± 2,20	92,4 ± 0,40
<i>S. purpurea</i> × <i>S. viminalis</i> × <i>S. caprea</i>	22,64 ± 1,07	43,73 ± 0,6	53,31 ± 0,49	82,9 ± 0,43	95,46 ± 0,62
<i>S.</i> × <i>smithiana</i>	12,49 ± 1,11	23,28 ± 0,53	31,94 ± 1,40	54,28 ± 2,18	82,34 ± 2,70
<i>S. viminalis</i> × <i>S. acutifolia</i>	14,52 ± 2,15	28,51 ± 1,70	42,5 ± 3,33	67,89 ± 2,94	91,71 ± 0,04
<i>S. viminalis</i> × <i>S. caprea</i>	12,96 ± 0,00	24,07 ± 0,62	34,88 ± 0,93	56,48 ± 2,78	85,49 ± 2,78

Зазначена шкала дає змогу охарактеризувати стан листків та визначити можливість їхнього подальшого функціонування. Так, якщо стан листків після висушування оцінювати 0–1 балом, то функції асиміляційного апарату не відновляться і рослину не можна вважати посухостійкою; якщо 2 або 2–3 балами, то рослину можна віднести до середньо посухостійких; якщо 3–4 балами, то можна прогнозувати відновлення функцій асиміляційного апарату, рослину можна вважати посухостійкою.

Отримані результати свідчать, що листки всіх досліджуваних таксонів досить інтенсивно втрачають воду (табл. 1). Найбільше вологи за 24 год втратили листки *S. tenuifolia* — 99,15 %. Деяко менше — *S. integra*, *S. purpurea* 'Gracilis', *S. integra* × *S. acutifolia*. Листки цих верб після висушування засохли до ламкості і не здатні були відновити життєдіяльність, їхній стан оцінили 0–1 балом (табл. 2). У *S. eleagnos*, *S. purpurea*, *S. purpurea* 'Angustifolia' при значних втратах води листки не збереглися. Найменше вологи втратили листки

Таблиця 2. Водний режим листків верб

Таксон	Загальна вода, %	Дефіцит води, %		Відносна тургоресцентність, %	Водопоглинаюча здатність, %	Ступінь збереження, бали
		до в'янення	після в'янення			
<i>Види (аборигенні)</i>						
<i>S. acutifolia</i>	62,7 ± 0,98	5,92 ± 0,28	25,64 ± 3,81	94,08 ± 0,28	45,79 ± 0,72	2–3
<i>S. cinerea</i>	65,67 ± 0,88	10,26 ± 0,47	33,4 ± 5,14	89,74 ± 0,47	45,91 ± 6,78	4
<i>S. purpurea</i>	65,51 ± 0,06	5,87 ± 0,90	30,36 ± 1,31	94,13 ± 0,90	42,19 ± 3,06	2–3
<i>S. triandra</i>	63,28 ± 0,83	9,4 ± 0,66	33,44 ± 0,74	90,6 ± 0,67	39,43 ± 0,19	2–3
<i>Види, форми (інтродуценти)</i>						
<i>S. alata</i>	74,32 ± 0,09	9,37 ± 1,37	11,0 ± 1,40	90,63 ± 1,37	26,84 ± 0,44	4
<i>S. caspica</i>	60,1 ± 0,88	3,16 ± 0,04	31,16 ± 0,84	96,84 ± 0,04	43,31 ± 0,69	3–4
<i>S. capusii</i>	70,58 ± 0,46	9,4 ± 1,29	22,3 ± 2,3	90,6 ± 1,29	30,19 ± 1,00	4
<i>S. eleagnos</i>	70,22 ± 0,84	12,67 ± 1,00	32,83 ± 2,65	87,33 ± 1,00	42,48 ± 5,10	1–2
<i>S. integra</i>	58,00 ± 0,29	7,45 ± 0,52	39,31 ± 0,29	92,56 ± 0,52	41,84 ± 1,25	0
<i>S. kangensis</i>	64,2 ± 0,36	8,29 ± 0,14	25,97 ± 0,66	91,71 ± 0,14	45,96 ± 0,78	3
<i>S. purpurea</i> 'Angustifolia'	62,85 ± 0,60	5,48 ± 0,04	39,29 ± 0,71	94,52 ± 0,04	51,21 ± 2,39	1
<i>S. purpurea</i> 'Gracilis'	65,91 ± 0,26	11,03 ± 0,17	48,63 ± 1,75	88,97 ± 0,17	51,3 ± 2,08	0
<i>S. tenuifolia</i>	62,02 ± 0,29	8,82 ± 0,18	52,69 ± 3,31	91,18 ± 0,18	53,54 ± 0,46	0
<i>Гібриди</i>						
<i>S. caspica</i> × <i>S. caprea</i>	61,01 ± 0,38	2,72 ± 0,11	24,38 ± 0,99	97,28 ± 0,11	36,4 ± 0,92	3
<i>S. caspica</i> × <i>S. purpurea</i>	66,89 ± 0,06	7,38 ± 0,15	18,76 ± 1,67	92,62 ± 0,15	30,77 ± 0,86	3
<i>S. integra</i> × <i>S. acutifolia</i>	61,74 ± 0,08	6,31 ± 1,62	31,04 ± 1,31	93,69 ± 1,63	35,13 ± 0,90	0
<i>S. purpurea</i> × <i>S. viminalis</i>	66,28 ± 0,21	8,59 ± 0,67	32,73 ± 3,93	91,41 ± 0,67	40,33 ± 4,33	4
<i>S. purpurea</i> × <i>S. viminalis</i> × <i>S. caprea</i>	68,64 ± 0,64	13,1 ± 1,33	34,19 ± 0,86	86,9 ± 1,33	38,73 ± 1,48	3
<i>S. × smithiana</i>	67,75 ± 0,95	4,67 ± 0,66	26,96 ± 1,79	95,33 ± 0,66	44,62 ± 4,48	4
<i>S. viminalis</i> × <i>S. acutifolia</i>	65,88 ± 0,78	7,15 ± 1,00	33,15 ± 0,86	92,85 ± 1,00	41,45 ± 0,82	3–4
<i>S. viminalis</i> × <i>S. caprea</i>	66,39 ± 0,27	6,42 ± 0,31	21,6 ± 2,47	93,58 ± 0,31	36,11 ± 0,31	3

S. acutifolia — 79,85 %, але їхній стан оцінено 2–3 балами. Зворотна залежність між часткою втраченої води і ступенем збереження листків спостерігається у листків *S. purpurea* × *S. viminalis* × *S. caprea*, *S. triandra*, *S. purpurea* × *S. viminalis*, *S. capusii*, *S. viminalis* × *S. acutifolia*, *S. caspica* × *S. purpurea*, *S. caspica* × *S. caprea*, *S. caspica*, *S. cinerea*, *S. viminalis* × *S. caprea*, *S. alatafica*, *S. × smithiana*, *S. kangensis*. При значних втратах води стан листків оцінено 3–4 балами.

Вміст води у листках верб різних таксонів варіював від 58 % (*S. integra*) до 74,32 % (*S. alatafica*).

Значно варіював показник водного дефіциту. Невелике значення цього показника до в'янення мали *S. caspica* × *S. caprea*, *S. caspica*, *S. × smithiana*, *S. purpurea* 'Angustifolia', *S. purpurea*, *S. acutifolia* (від 2,72 до 5,92 %). Найбільший дефіцит води спостерігали у *S. purpurea* × *S. viminalis* × *S. caprea* (13,1 %). Після в'янення найменший водний дефіцит відмічено у *S. alatafica* (11 %). У решти таксонів значення цього показника є значно більшим (у *S. tenuifolia* — 52,69 %).

Величина відносної тургоресцентності була досить високою у листків усіх досліджуваних таксонів — від 86,9 до 97,28 %.

Найгірше відновлювали вміст води після в'янення листки *S. alatafica* (лише на 26,84 %), але ступінь збереження листків оцінено 4 балами. Найкращий результат з відновлення вмісту води — у листків *S. tenuifolia* (53,54 %), проте ступінь збереження листків оцінено 0 балів. На нашу думку, для кожної рослини існує свій критичний (пороговий) рівень втрати води, після якого клітини втрачають життєздатність. У такому випадку поглинання води є суто фізичним явищем, а не фізіологічним. Наведені дані свідчать, що запропонована шкала дає змогу провести візуальну експрес-оцінку водоутримуючої здатності та відновлення листків без застосування лабораторного обладнання.

У менш посухостійких рослин, поряд з іншими фізіологічно-функціональними змінами, спостерігаються більш високий водний дефіцит і низька водоутримуюча здатність листків [2].

За результатами наших досліджень виявлено групу верб, які мали високу лабораторну посухостійкість: *S. alatafica*, *S. capusii*, *S. caspica*, *S. cinerea*, *S. kangensis*, *S. caspica* × *S. caprea*, *S. caspica* × *S. purpurea*, *S. purpurea* × *S. viminalis*, *S. purpurea* × *S. viminalis* × *S. caprea*, *S. × smithiana*, *S. viminalis* × *S. acutifolia*, *S. viminalis* × *S. caprea*. Їх можна рекомендувати для вирощування в районах з посушливими умовами, а також для використання у селекційній роботі. Відносно посухостійкими можна вважати *S. acutifolia*, *S. purpurea*, *S. triandra*. Нестійкими до посухи є *S. eleagnos*, *S. integra*, *S. purpurea* 'Angustifolia', *S. purpurea* 'Gracilis', *S. tenuifolia*, *S. integra* × *S. acutifolia*. Для рослин таксонів, які за результатами лабораторних досліджень виявили себе не стійкими до посухи, слід обирати більш вологі місця або забезпечити рослини поливом. За свідченням І.І. Левицького [3], у культурі багато видів верб ростуть і розвиваються в умовах менш вологих, ніж у природі. Пояснення цьому слід шукати у пластичності, здатності рослин пристосовуватися до нових, часто гірших умов життя.

1. Григорюк І.А., Ткачев В.И., Савинский С.В., Мусиенко Н.Н. Современные методы оценки засухо- и жароустойчивости растений: Метод. пособие. — К.: Наук. світ, 2003. — 139 с.

2. Кушніренко М.Д., Гончарова Э.Л., Бондарь Е.М. Методы изучения водного обмена и засухоустойчивости плодовых растений. — Кишинев: Штиинца, 1970. — 80 с.

3. Левицкий И.И. Ива и ее использование. — М.: Лесн. пром-сть, 1965. — 98 с.

4. Слейчер Р. Водный режим растений. — М.: Мир, 1970. — 362 с.

5. Слюсар С.І., Кузнецов С.І. Інтродукція таксонів (Taxodiaceae F.W. Neger) в Лісостепу України / За ред. проф. М.А. Кохна. — К.: Видавничий центр НАУ, 2008. — 154 с.

Рекомендував до друку С.І. Кузнецов

Ю.М. Кругляк

Национальный ботанический сад
им. Н.Н. Гришко НАН Украины,
Украина, г. Киев

ВОДНЫЙ РЕЖИМ И ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ
ЛИСТЬЕВ ВИДОВ, ФОРМ И ГИБРИДОВ РОДА
SALIX L.

Опытным путем в лабораторных условиях определен водный режим листьев видов, форм и гибридов ив. На основании показателей водоудерживающей способности, дефицита воды, водопоглощающей способности и степени сохранения листьев выявлены наиболее засухоустойчивые растения (*S. alata* v. *S. capusii*, *S. caspica*, *S. cinerea*, *S. kangensis*; гибриды: *S. caspica* × *S. caprea*, *S. caspica* × *S. purpurea*, *S. purpurea* × *S. viminalis*, *S. purpurea* × *S. viminalis* × *S. caprea*, *S. × smithiana*, *S. viminalis* × *S. acutifolia*, *S. viminalis* × *S. caprea*); относительно засухоустойчивые (*S. acutifolia*, *S. purpurea*, *S. triandra*); не устойчивые к засухе растения (*S. eleagnos*, *S. integra*, *S. purpurea* 'Angustifolia', *S. purpurea* 'Gracilis', *S. tenuifolia*, *S. integra* × *S. acutifolia*).

Yu.M. Kruglyak

M.M. Gryshko National Botanical Gardens,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Ukraine, Kyiv

WATER REGIME AND DRY RESISTANCE
OF LEAVES OF SALIX L. SPECIES, FORMS AND
HYBRIDS

Water regime of leaves of willows species, forms and hybrids is defined by experimental way in laboratory conditions. On the basis of water keeping ability, water deficiency indexes, water absorb ability and a stage of leaves retaining the most dry resistant plants are found. These are species: *S. alata* v. *S. capusii*, *S. caspica*, *S. cinerea*, *S. kangensis*; hybrids: *S. caspica* × *S. caprea*, *S. caspica* × *S. purpurea*, *S. purpurea* × *S. viminalis*, *S. purpurea* × *S. viminalis* × *S. caprea*, *S. × smithiana*, *S. viminalis* × *S. acutifolia*, *S. viminalis* × *S. caprea*. Willows, which have middle dry resistance are: *S. acutifolia*, *S. purpurea*, *S. triandra*. Not dry resistant willows are: *S. eleagnos*, *S. integra*, *S. purpurea* 'Angustifolia', *S. purpurea* 'Gracilis', *S. tenuifolia*, *S. integra* × *S. acutifolia*.