

Ботаніка

УДК 582.711:581.45:58.032[477.4:292.485]

А.І. БАБИЦЬКИЙ

Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України
вул. Тимірязєвська, 1, Київ, 01014

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДИХОВИХ АПАРАТІВ МАЛОПОШИРЕНИХ ДЕРЕВНИХ ІНТРОДУЦЕНТІВ РОДИНИ *ROSACEAE* JUSS. У ЗВ'ЯЗКУ З ЇХНЬОЮ ПОСУХОСТІЙКІСТЮ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

У статті подані результати дослідження розмірів і кількості продихів малопоширених деревних інтродуцентів родини *Rosaceae* Juss., а саме представників родів *Exochorda* Lindl., *Kerria* DC., *Photinia* Lindl., *Prinsepia* Royle, *Rhodotypus* Sieb. et Zucc. та *Stephanandra* Sieb. et Zucc. Проаналізовано взаємозв'язок цих анатомічних особливостей продихових апаратів з посухостійкістю малопоширених інтродуцентів в умовах Правобережного Лісостепу України

Ключові слова: інтродукція, інтродуценти, адаптація, посухостійкість, продихи

За інтродукції рослин важливим показником їхньої адаптації до нових умов середовища є здатність інтродуцентів переносити засушливі періоди року. Для Правобережного Лісостепу України в останні роки влітку характерні довготривалі посухи. Це є несприятливим фактором при інтродукції нових деревних рослин, тому дослідження їхньої посухостійкості є особливо актуальними.

Одним із методів, що допомагає встановити потенційну посухостійкість рослинних організмів, є дослідження кількості та розмірів продихів на листках. Ці структури виконують функції газообміну і забезпечують протікання процесу фотосинтезу. Але при інтенсивному освітленні, коли продихи відкриті, рослина енергійно випаровує воду, що призводить до зниження тургоресцентного стану клітин та в'янення рослин. Внаслідок цього зменшується або цілком припиняється фотосинтез [7]. У процесі історичного розвитку рослинного організму, продиховий апарат розвивався так, щоб регулювання його стану відповідало двом антагоністичним вимогам: забезпечити найінтенсивніший фотосинтез шляхом входження CO_2 в листок і одночасно зменшити випаровування води з листка [4]. Отже, структура продихового апарату відображає пристосування рослинного організму до умов природного місцезростання, а саме до кількості сонячної радіації та вологи. Хоча ця особливість є видоспецифічною і формується філогенетично, вона може варіювати в залежності від умов зовнішнього середовища всередині виду в межах норми реакції генотипу. При перенесенні рослин в нові умови вторинного ареалу відбуваються кореляційні зміни в структурі продихового апарату через адаптативні процеси, які активуються в рослинному організмі внаслідок зміни середовища зростання. Про ступінь активності цих процесів можна судити за показником коефіцієнта варіації [2].

Ксероморфність рослини виражається у розмірах продихів та їхній кількості на одиницю площі. У організмів, які пристосувалися до посушливих умов зростання продихи дрібні, а їх кількість значна. У мезофітів ці показники змінюються у бік збільшення розмірів продихів та зменшення їхньої кількості на одиницю площі листової поверхні. Чим більша гідрофітність рослини, тим менше продихів на її листках і вони більші [4].

Матеріал і методи досліджень

Об'єктами досліджень були малопоширені деревні інтродуценти родини *Rosaceae* Juss., що зростають у колекції дендрарію Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України (НБС), а саме: представники родів *Exochorda* Lindl., *Kerria* DC., *Photinia* Lindl., *Prinsepia* Royle, *Rhodotypus* Sieb. et Zucc. та *Stephanandra* Sieb. et Zucc.

Для визначення кількості та розмірів продихів малопоширених деревних інтродуцентів вибирали типові листки із середньої частини кущів. Стан продихового апарату визначали

шляхом виготовлення целюлозних реплік [3]. Для цього на нижню поверхню листкової пластинки біля центральної жилки наносили тонкий шар прозорого парфумерного лаку і давали йому висохнути, але старались запобігти пересиханню зразка, в цьому випадку він погано відділявся від листка. Далі за допомогою тонкої клейкої стрічки знімали репліку шляхом наклеювання її на полаковану поверхню і переносили на покривні скельця. Продиховий апарат розглядали під світловим мікроскопом Primo Star (Carl Zeiss, Jena, Німеччина) при збільшеннях 40^{\times} та 100^{\times} . Для фіксації фактичного матеріалу користувались цифровим фотоапаратом Cannon PowerShot A640, яким оснащувався мікроскоп. Виміри довжини та ширини продихів проводили на комп'ютері за допомогою ліцензійної програми AxioVision Rel. 4.7 Star (Carl Zeiss, Jena, Німеччина). Для визначення кількості продихів на 1 мм^2 спершу визначали їхню кількість в полі зору мікроскопа при збільшенні 40^{\times} [6]. Площу поля зору визначали шляхом перемноження дистальних показів горизонтальної та вертикальної лінійок робочої області програми. Кількість продихів вираховували за формулою:

$$N = \frac{n}{S},$$

де N – кількість продихів на 1 мм^2 , шт.; n – кількість продихів в полі зору мікроскопа, шт.; S – площа поля зору мікроскопа, мм^2 [4; 5].

Отримані дані статистично обробляли за методикою Г.Н. Зайцева [2]. Результати дослідження наведені в табл. 1. Для спрощення порівняння розмірів продихів та їхньої кількості на 1 мм^2 , було введено інтегральний показник площі продихових апаратів (S), який визначався шляхом перемноження довжини продихів на їхню ширину. Слід зазначити, що це відносний показник, адже не є точним відображенням площі продихових клітин, тому що розраховується для квадрата, а клітини мають округлу форму і може бути використаний лише як допоміжний при співставленні даних.

Для порівняння показників використовували ранжовані ряди даних [1]. При цьому варіаційний ряд розмірів продихових клітин (їх площі) ранжувався за зростанням, а їхньої кількості на 1 мм^2 – за убуттям. Ранжовані статистичні сукупності поділялись на квантілі, кожен з яких містив по 4 варіанти, лише останній (четвертий) складався з 3 варіантів (див. табл. 2).

Результати досліджень та їх обговорення

Статистичний аналіз показав, що чітка обернена пропорційність розмірів продихових клітин до їхньої кількості спостерігалась лише у 7 об'єктів, кожен з яких залишався в межах однієї і тієї ж групи (квантіля) (див. табл. 2). Для решти об'єктів дослідження не характерна ця тенденція. Також за допомогою цього метода вдалося встановити, що найбільша кількість продихів характерна для таких рослин: *Kerria japonica* (L.) DC., *Stephanandra incisa* 'Crispa', *Stephanandra incisa* (Thunb.) Zbl. (див. рис. 1) та *Kerria japonica* 'Plena' (I група), найменша – *Stephanandra tanakae* Franch. et Sav., *Rhodotypus kerrioides* Sieb. et Zucc. та *Prinsepia sinensis* (Oliv.) Kom. (IV група) (див. табл. 2).

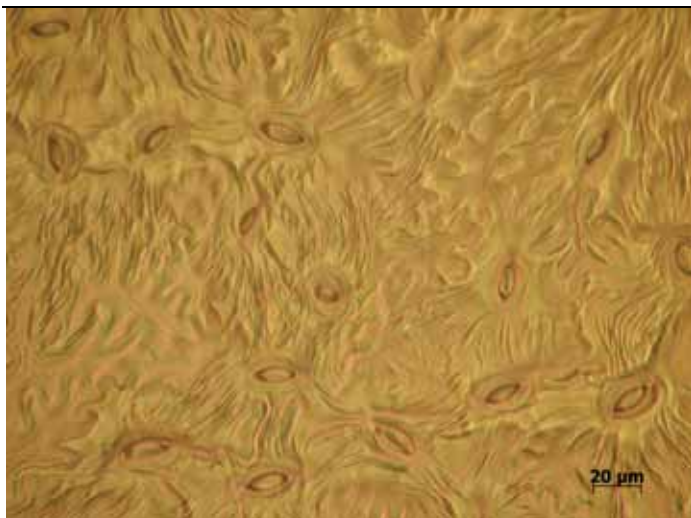


Рис.2. Продихові апарати *Photinia villosa* (Thunb.) DC.

Найменші продихи у *Kerria japonica* 'Picta', *K. japonica*, *R. kerrioides* та *K. j.* 'Plena' (I група), а найбільші – у *Photinia villosa* (Thunb.) DC. (див. рис. 2), *S. in.* 'Crispa' та *P. sinensis* (IV група) (див. табл. 2).



Рис.1. Продихові апарати *Stephanandra incisa* (Thunb.) Zbl.

Коефіцієнт варіації середньої арифметичної довжини та ширини продихових клітин коливався у межах 7,34 – 23,88. Найнижчий він у *R. kerrioides*, а найвищий – *S. in.* 'Crispa' та *K. j.* 'Picta'. Коефіцієнт варіації середньої арифметичної кількості продихів коливався у межах 7,71 – 45,66. Найнижчий він у *K. japonica*, а найвищий – *K. j.* 'Picta'. Така тенденція до внутривидової відмінності виду та форми керії японської може пояснюватись значно вищою пластичністю характерною для форм рослин у порівнянні з типами видів, що пов'язано з активнішим перебігом адаптативних процесів, які протікають у внутривидових таксономічних одиницях. Такі процеси сприяють кращій адаптації внутривидових таксонів, якими і є форми, до нових умов середовища. При закріпленні набутих ознак на генетичному рівні та подальшій спеціалізації цих груп рослин відбувається утворення нових видів. Серед рослин з досить високим коефіцієнтом варіації кількості продихів (більше 20) в порівнянні з іншими об'єктами дослідження, слід відмітити *Exochorda grandiflora* (Hook.) C.K. Schneid., *K. j.* 'Plena', *R. kerrioides* та *S. tanakae*. Це свідчить, що у всіх цих рослин адаптативні процеси за вказаною ознакою проходять активніше, ніж у інших досліджених малопоширених деревних розоцвітих.

Розміри та кількість продихів малопоширених деревних інтродуцентів родини *Rosaceae* (НБС, 2010 р.)

№ п/п	Об'єкт дослідження	Д / Ш	М, мкм	V _М , %	G	± m _М , мкм	P, %	Межі коливань		N, шт.	± m _N , мкм	V _N , %
								min, мкм	max, мкм			
1.	<i>Exochorda korolkovii</i> Lav.	Д	24,58	9,99	2,46	0,33	1,32	18,96	30,53	184,43	15,00	18,19
		Ш	14,96	11,71	1,75	0,23	1,55	9,78	19,85			
2.	<i>E. x macrantha</i> (Lemoine) Schneid.	Д	24,26	13,79	3,35	0,30	1,24	14,83	31,63	250,76	16,75	18,89
		Ш	14,15	10,59	1,50	0,13	0,95	10,42	17,71			
3.	<i>E. grandiflora</i> (Hook.) C.K. Schneid.	Д	25,36	9,08	2,30	0,25	0,99	20,29	32,45	169,87	12,61	20,99
		Ш	16,39	10,06	1,65	0,18	1,08	12,88	20,24			
4.	<i>E. tianschanica</i> Gontsch.	Д	27,17	11,46	3,11	0,40	1,47	20,81	34,33	197,37	17,27	19,60
		Ш	16,92	11,89	2,01	0,26	1,52	11,89	22,64			
5.	<i>E. giraldii</i> Hesse	Д	25,63	12,63	2,79	0,22	1,37	19,41	31,45	189,73	13,59	18,51
		Ш	15,18	11,07	1,37	0,19	1,12	13,87	21,62			
6.	<i>Kerria japonica</i> (L.) DC.	Д	13,70	13,60	1,86	0,25	1,83	10,45	16,95	444,89	24,27	7,71
		Ш	11,24	14,48	1,63	0,22	1,95	8,43	15,30			
7.	<i>K. j. 'Picta'</i>	Д	13,41	23,83	3,19	0,26	1,93	9,26	25,90	275,03	41,86	45,66
		Ш	9,16	24,81	2,22	0,18	1,96	6,21	17,97			
8.	<i>K. j. 'Pleniflora'</i>	Д	16,19	13,96	2,26	0,24	1,45	11,22	21,16	297,67	38,83	29,17
		Ш	12,37	16,30	2,02	0,21	1,70	7,57	17,03			
9.	<i>Photinia villosa</i> (Thunb.) DC.	Д	27,43	13,33	3,66	0,47	1,70	18,36	40,27	197,37	9,43	10,69
		Ш	16,82	13,37	2,25	0,29	1,71	12,07	23,58			
10.	<i>P. v. 'Laevis'</i>	Д	24,19	15,60	3,77	0,45	1,88	16,82	36,06	223,26	18,73	18,76
		Ш	15,44	14,23	2,20	0,26	1,71	10,09	21,60			
11.	<i>Prinsepia sinensis</i> (Oliv.) Kom.	Д	31,20	11,53	3,60	0,59	1,89	21,76	37,69	119,72	6,47	12,09
		Ш	28,33	10,50	2,98	0,49	1,73	20,13	31,57			
12.	<i>Rhodotypos kerrioides</i> Sieb. et Zucc.	Д	18,08	7,34	1,33	0,34	1,90	15,51	19,74	165,15	16,51	30,00
		Ш	8,72	7,47	0,65	0,17	1,93	8,03	9,88			
13.	<i>Stephanandra incisa</i> (Thunb.) Zbl.	Д	22,06	13,89	3,06	0,24	1,08	12,84	29,28	298,39	18,11	18,21
		Ш	15,12	13,81	2,09	0,16	1,07	10,37	21,08			
14.	<i>S. in. 'Crispa'</i>	Д	26,36	23,88	6,29	0,51	1,92	17,46	47,56	323,56	47,95	14,92
		Ш	17,66	19,93	3,25	0,28	1,60	11,45	32,12			
15.	<i>S. tanakae</i> Franch. et Sav.	Д	23,87	11,94	2,85	0,40	1,66	16,52	28,19	168,25	18,87	25,07
		Ш	18,15	12,27	2,23	0,31	1,70	12,78	24,16			

Примітки: Д – довжина; Ш – ширина; М – середня арифметична; G – середнє квадратичне відхилення; V_М – коефіцієнт варіації середньої арифметичної довжини та ширини; m_М – похибка середньої арифметичної довжини та ширини; P – показник точності досліді; min – мінімальне значення; max – максимальне значення; N – кількість продихів на 1 мм²; m_N – похибка середньої арифметичної кількості продихів; V_N – коефіцієнт варіації середньої арифметичної кількості продихів

Співвідношення розмірів та кількості продихів у малопоширених деревних інтродуцентів родини *Rosaceae* (НБС, 2010 р.)*

№ квантіля	Об'єкт дослідження	S, мкм ²	Взаємна залежність ознак всередині квантілів	№ квантіля	Об'єкт дослідження	N, шт.
I	<i>K. j. 'Picta'</i>	122,84		I	<i>K. japonica</i>	444,89
	<i>K. japonica</i>	153,99			<i>S. in. 'Crispa'</i>	323,56
	<i>R. kerrioides</i>	157,66	<i>S. incisa</i>		298,39	
	<i>K. j. 'Pleniflora'</i>	200,27	<i>K. j. 'Pleniflora'</i>		297,67	
II	<i>S. incisa</i>	333,55		II	<i>K. j. 'Picta'</i>	275,03
	<i>E. x macrantha</i>	343,28			<i>E. x macrantha</i>	250,76
	<i>E. korolkovii</i>	367,72	<i>P. v. 'Laevis'</i>		223,26	
	<i>P. v. 'Laevis'</i>	373,49	<i>E. tianschanica</i>		197,37	
III	<i>E. giraldii</i>	389,06		III	<i>P. villosa</i>	197,37
	<i>E. grandiflora</i>	415,65			<i>E. giraldii</i>	189,73
	<i>S. tanakae</i>	433,24	<i>E. korolkovii</i>		184,43	
	<i>E. tianschanica</i>	459,72	<i>E. grandiflora</i>		169,87	
IV	<i>P. villosa</i>	461,37		IV	<i>S. tanakae</i>	168,25
	<i>S. in. 'Crispa'</i>	465,52			<i>R. kerrioides</i>	165,15
	<i>P. sinensis</i>	883,90			<i>P. sinensis</i>	119,72

Примітки: S – площа продихових клітин; N – кількість продихів на 1 мм².

Висновки

Отже, за анатомічними особливостями будови продихових апаратів, потенційно найстійкішими до засухи є *K. japonica* та її форма *K. j. 'Pleniflora'*, що виражається у найменших розмірах їхніх продихових клітин (13,70±0,25 x 11,24±0,22 та 16,19±0,24 x 12,37±0,21 мкм відповідно) та їх найбільшій кількості на одиницю площі (444,89±24,27 та 297,67±38,83 відповідно). Найменша стійкість в посушливий період року характерна для *P. sinensis*, через найнижчу анатомічну ксероморфність її продихів – їхні розміри становлять 31,20±0,59 x 28,33±0,49 мкм, а кількість на 1 мм² листової поверхні – 119,72±6,47. Найнижчі коефіцієнти варіації у *R. kerrioides* (для середньої арифметичної довжини 7,34, ширини – 7,47) та у *K. japonica* (для середньої арифметичної кількості продихів 7,71) вказують на найвищу стабільність ознаки і найнижчу адаптивну мінливість її у зв'язку з пристосуванням до нових умов середовища у цих рослин в порівнянні з іншими досліджуваними малопоширеними інтродуцентами. Навпаки, найвищі коефіцієнти варіації вказують на активні процеси адаптації у рослин за вказаною ознакою і характерні вони для форм – *S. in. 'Crispa'* (для середньої арифметичної довжини 23,88, ширини – 19,93) та *K. j. 'Picta'* (для середньої арифметичної довжини 23,83, ширини – 24,21 та 45,66 для середньої арифметичної кількості продихів), що, в свою чергу, вказує на вищу адаптивну мінливість внутривидових таксонів у порівнянні з видовими рослинами.

1. Елисеєва И.И. Общая теория статистики: учебник / И.И. Елисеєва, М.М. Юзбашев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 656 с.
2. Зайцев Г.Н. Фенология древесных растений / Г.Н. Зайцев. – М.: Наука, 1981. – 120 с.
3. Молотковский Г.Х. Изучения состояния устьиц методом целлюлозных отпечатков / Г.Х. Молотковский. – ДАН СССР. – 1935. – Т. 9, № 3 (8). – С. 19–25.
4. Паладин В.И. Анатомия растений / Паладин В.И. – Спб.: Изд. А.С. Суворина, 1904. – 343 с.

5. Палов Маннффрид. Энциклопедия лекарственных растений / Маннффрид Палов. – М.: Мир, 1998. – 265 с.
6. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений / Паушева З.П. – М.: Агропромиздат, 1988. – 272 с.
7. Проценко Д.П. Анатомія рослин / Д.П. Проценко, О.В. Брайон. – К.: Вища школа, 1981. – 280 с.

А.И. Бабицкий

Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТЫЧНЫХ АППАРАТОВ МАЛОРАСПРОСТРАНЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ СЕМЕЙСТВА *ROSACEAE* JUSS. В СВЯЗИ С ИХ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬЮ В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

В статье представлены результаты исследования размеров и количества устьиц малораспространенных древесных интродуцентов семейства *Rosaceae* Juss., а именно представителей родов *Exochorda* Lindl, *Kerria* DC, *Photinia* Lindl, *Prinsepia* Royle, *Rhodotypos* Sieb. et Zucc. и *Stephanandra* Sieb. et Zucc. Проанализировано взаимосвязь этих анатомических особенностей дыхательных аппаратов на засухоустойчивость малораспространенных интродуцентов в условиях Правобережной Лесостепи Украины.

Ключевые слова: интродукция, интродуценты, адаптация, засухоустойчивость, устьица.

A.I. Babytskii

THE INVESTIGATION OF STOMAS OF SELDOMLY OCCURRING WOODY INTRODUCENTS OF THE *ROSACEAE* JUSS. FAMILY IN CONNECTION WITH THEIR DROUGHT RESISTANCE IN CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

M.M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine, Kyiv

The results of the investigation of the sizes and quantity of stomas on the leaves of seldomly occurring woody introducents of the *Rosaceae* Juss. family have are presented in this article. The objects of investigation were plants of the genera *Exochorda* Lindl, *Kerria* DC, *Photinia* Lindl, *Prinsepia* Royle, *Rhodotypos* Sieb. et Zucc. and *Stephanandra* Sieb. et Zucc. The correlation of the anatomic features of their respiratory apparatus with draught resistance in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine has been analyzed.

Key words: introduction, introducents, adaptation, draught resistance, stomas.

Рекомендує до друку

М.М. Барна

Надійшла 25.11.2010