ББК 28.56
УДК 582.711.711:581.45
Д 93

Дьякова И.Н.
Кандидат биологических наук, доцент кафедры агрономии факультета аграрных технологий Майкопского государственного технологического университета, зав. отделом культурных и декоративных растений ботанического сада Адыгейского государственного университета, e-mail: djakov-vit@rambler.ru
Толстикова Т.Н.
Доцент кафедры ботаники факультета естествознания, директор ботанического сада Адыгейского государственного университета, тел. 89034667750, e-mail: mekedaherb@inbox.ru

Биологические особенности листа представителей рода *Spiraea*
(Рецензирована)

Аннотация
Приведены результаты изучения изменчивости морфологических признаков листа представителей рода Spiraea L. Установлено, что большинство признаков листа имеют высокую степень изменчивости; наибольший коэффициент вариации размера листа у S. japonica L. `Macrophylla`. Приведены результаты исследования эпидермы и устьиц листа рода Spiraea. Максимальный общий коэффициент вариации по всем признакам отмечен у Spiraea x bumalda Pall., средний уровень изменчивости признаков у Spiraea alba Du Roi. и S. betulifolia Pall.
Ключевые слова*: лист, спирея, морфологические признаки, эпидерма, устьица, устьичный индекс, стоматографические параметры, изменчивость.*

Dyakova I.N.
Candidate of Biology, Associate Professor of Agronomy Department of Agrarian Technology Faculty, Maikop State University of Technology, Head of Department of Cultural and Decorative Plants of Botanical Garden, Adyghe State University, e-mail: djakov-vit@rambler.ru
Tolstikova T.N.
Associate Professor of Botany Department of Natural Science Faculty, Director of Botanical Garden, Adyghe State University, ph. 89034667750, e-mail: mekedaherb@inbox.ru

Biological features of a leaf of *Spiraea* specimen

Abstract
The paper provides the results of studying morphological features variability of the leaf of Spiraea L. specimen. It is established that the majority of the leaf features has high degree of variability; the greatest variation factor of the leaf size is at S. japonica `Macrophylla`. The results of research of epidermis and leaf stomata of Spiraea genus are given. The maximum general factor of features variation was observed at Spiraea x bumalda Pall., the average level of features variability at Spiraea alba Du Roi. and S. betulifolia Pall.
Key words: *a leaf, Spiraea, morphological features, epidermis, stomata, stomata index, stomatographic parameters, variability.*

В составе семейства *Rosaceae* Adans. большое количество высокодекоративных древесных растений, однако наиболее перспективными кустарниками при озеленении и благоустройстве населенных мест, несомненно, являются представители рода *Spiraea* L. [1, 2]. Их достоинства – изящная форма куста и ветвей, многообразие цветков и продолжительность цветения, неприхотливость в культуре. Путем подбора видов можно добиться непрерывного цветения с июня по август и иметь колеры цветков от белого до ярко-розового и темно-пурпурного [2-4]. Спиреи неприхотливы к почвенным условиям, быстро образуют красивые густолиственные кусты; рано вступают в пору цветения и

обильно цветут. Хорошо переносят городские условия (довольно газоустойчивы); большинство видов достаточно морозостойки; легко переносят пересадку и стрижку, размножаются делением кустов, отводками, зелеными и одеревеневшими черенками и семенами. Кроме того, спиреи обладают другими ценными и важными свойствами для человека. Они считаются одними из лучших лиственных растений, снижающих шумовой фон в городе, многие из них являются хорошими медоносами, для некоторых видов спирей характерна фитонцидная активность, которая возрастает в период вегетации и достигает максимума в период цветения [5-7].

Признаки эпидермы листа часто используют в сравнительно-анатомических исследованиях, но до настоящего времени нет единого мнения о таксономическом значении некоторых показателей. Существует мнение, что сама изменчивость является видовым признаком [5]. Некоторые виды и садовые формы рода *Spiraea* обладают выраженным в той или иной степени фенотипическим полиморфизмом и имеют множество форм. В связи с этим возникает необходимость в изучении внутривидовой изменчивости на основании анализа всех таксономически важных признаков.

Целью работы является изучение морфологических и стоматографических параметров листьев и оценка степени их изменчивости у представителей рода *Spiraea*.

Материалы и методы исследования

Исследования представителей рода *Spiraea* проводили в Ботаническом саду Адыгейского государственного университета (БС АГУ), расположенного на предгорной холмистой равнине территории Республики Адыгея к юго-востоку от Мелового хребта в излучине горной реки Курджипс на высоте 238 м над уровнем моря. Координаты 45°18′ с.ш. и 40°00′ в.д. Климат района исследования умеренно-теплый, влажный, среднегодовая температура 10,6°С, общее количество осадков 830–850 мм в год. Средняя температура июля в районе исследований +22°С – +23°С, абсолютный максимум +38°С, количество осадков в летний период не превышает 212 мм.

Материалом исследования послужили виды, гибриды и садовые формы, произрастающие в коллекции родового комплекса: *Spiraea x bumalda* Pall., *S. alba* Du Roi., *S. betulifolia* Pall., *S. japonica `Golden Princess`*, *S. japonica* L. *`Macrophylla`*, *S. salicifolia* L.

Морфологические признаки изучали путем биометрических исследований репрезентативной выборки каждого представителя рода *Spiraea* у пяти модельных растений в генеративном состоянии. У данных растений измеряли четыре морфологических параметра вегетативных органов. С каждого куста собирали по 30 хорошо развитых листьев, измеряли их длину и ширину. Находили максимальные и минимальные размеры листьев, черешка и их среднее значение (табл. 1). Определяли площадь и форму листовидной пластинки.

Изучение устьичного аппарата и эпидермальных клеток проводилось мацерационным методом и микроскопированием с помощью микроскопа Биомед 5 (объективы 4, 8, 10, 40, 100, окуляры 10х, 15х) и окулярного микрометра. Изучали верхнюю и нижнюю эпидерму, выясняли тип устьичного аппарата, число эпидермальных клеток и устьиц в поле зрения микроскопа с пересчетом на 1 мм^2, измеряли длину и ширину устьиц с подсчетом средней величины и стандартного отклонения. При описании эпидермиса листовой пластинки использовали методику С.Ф. Захаревича и М.А. Барановой [5, 6]. Устьичный индекс (*Уи*) определяли по формуле:

$$Уи = унэ / кнэ + унэ,$$

где *кнэ* – число клеток нижней эпидермы на 1 мм^2, *унэ* – число устьиц нижней эпидермы на 1 мм^2.

Таблица 1.

Морфологические параметры листьев представителей рода *Spiraea*

№	Вид	Длина листа, см			Ширина листа, см			Длина черешка, см			Площадь листовой пластинки, см^2		
		$x \pm Sx$	σ	C_V %	$x \pm Sx$	σ	C_V %	$x \pm Sx$	σ	C_V %	$x \pm Sx$	σ	C_V %
1.	*Spiraea japonica `Golden princess`*	4,8±1,9	1,0	21,1	1,7±0,5	0,7	37,9	0,3±0,1	0,1	24,1	7,1±1,9	3,2	45,2
2.	*Spiraea betulifolia*	4,2±1,3	1,5	36,5	1,3±0,4	0,6	44,7	0,2±0,1	0,0	19,9	7,0±0,6	5,8	81,6
3.	*Spiraea wilsonii*	5,1±1,4	2,3	44,8	3,1±0,7	1,8	57,7	0,3±0,1	0,1	36,6	18,0±1,5	12,9	71,8
4.	*Spiraea rubella*	3,9±1,3	1,4	34,2	1,3±0,4	0,5	37,0	0,4±0,1	0,2	45,8	4,9±1,3	2,3	44,9
5.	*Spiraea alba*	4,6±2,0	0,9	11,7	2,9±1,2	0,6	8,5	2,3±0,9	0,5	3,3	7,0±2,7	1,6	9,4
6.	*Spiraea x bumalda*	5,5±2,0	1,6	27,5	1,6±0,6	0,4	24,0	0,3±0,1	0,1	40,4	7,4±2,3	2,8	35,8
7.	*Spiraea salicifolia*	4,1±1,7	0,6	15,0	0,7±0,3	0,1	20,2	0,8±0,3	0,3	34,1	3,0±0,9	0,2	41,2
8.	*Spiraea japonica `Macrophylla`*	7,7±2,4	2,5	32,7	3,1±0,8	1,4	44,9	0,2±0,1	0,1	31,4	20,1±1,7	16,7	75,3
9.	*Spiraea x vanhouttei*	1,9±0,6	0,8	40,6	1,0±0,3	0,4	37,4	0,2±0,1	0,1	39,6	2,0±0,8	0,4	20,0

Полученные данные обрабатывались: определялись среднеарифметическое и его ошибка $(x \pm Sx)$, коэффициент вариации C_V [8]. С помощью коэффициента вариации оценивали размах изменчивости признаков. Расчет статистических характеристик проводили в программе Microsoft Excel. Уровни варьирования приняты по Г.Н. Зайцеву: $C_V>20\%$ – высокий, $C_V=11$–20% – средний, $C_V<10\%$ – низкий [8].

Результаты исследования морфологических параметров листьев рода *Spiraea* представлены в таблице 1. Проведенные нами исследования по изменчивости морфологических признаков представителей рода *Spiraea* – один из этапов в изучении адаптационных способностей интродуцентов на уровне родового комплекса в условиях культуры. Листья спирей дорзовентральные, простые с резным краем. Листья *S. japonica `Golden princess`* имеют особенно яркую окраску, весной ярко-желтые, летом светло-желтые, осенью – теплого оранжево-желтого оттенка. Овальной формы листья у *S. x bumalda, S. rubella, S. alba, S. japonica, S. betulifolia, S. japonica `Golden princess`. S. x vanhouttei* имеет обратнояйцевидные зубчатые, *S. salicifolia* – ланцетные. *S. x vanhouttei* характеризуется сверху темно-зелеными листьями, снизу – тускло-сизыми. *S. japonica `Macrophylla`* отличается морщинистыми листьями, которые при распускании имеют красно-бордовый оттенок, постепенно зеленеют, а осенью приобретают золотисто-желтые тона.

Размеры листьев спирей широко варьируют в пределах одного таксона. В результате проведенных нами биометрических измерений выяснили, что длина листа колеблется от 1,9 см до 7,7 см. Минимальное значение у *S. x vanhouttei* 1,9±0,6 см, $C_V=40,6\%$, максимальное значение у *S. japonica `Macrophylla`* 7,7±2,4 см, $C_V=32,7\%$. Уровень варьирования высокий. Ширина листа варьирует от 0,7 см до 3,3 см. Минимальное значение у *S. salicifolia* 0,7±0,3 см, $C_V=20,2\%$, максимальное значение у *S. betulifolia* 3,3±0,8 см, $C_V=50,6\%$. Уровень варьирования изменяется от среднего до высокого.

Длина черешка колеблется от 0,1 см до 2,3 см. Минимальное значение у вида *S. betulifolia* 0,2±0,0 см, $C_V=19,9\%$, максимальное значение у *S. alba* 2,3±0,9 см, $C_V=3,3\%$. Показатель длины черешка меньше всего подвержен изменению, уровень варьирования колеблется от низкого до среднего.

Площадь листовой пластинки изменяется от 2 см^2 до 20,1 см^2. Минимальное значение у *S. x vanhouttei* 2±0,8 см, $C_V=20\%$, максимальное значение у *S. japonica `Macrophylla`* 20,1±1,7 см, $C_V=75,3\%$.

Наибольший коэффициент вариации размера листа отмечен нами у *S. japonica `Macrophylla`*, в пределах одного куста отмечается большое разнообразие листьев как по размерам, так и по окраске. Благодаря такому многообразию листьев *S. japonica `Macrophylla`* является высоко декоративным кустарником. Наименьший коэффициент вариации у *S. alba,* морфологические признаки листа более однородны.

Результаты стоматографических исследований приведены в таблице 2. Установлено, что листья исследуемых спирей гипостоматные с аномоцитным типом устьичного аппарата. Устьица окружены 5–6 клетками, которые не отличаются от остальных клеток эпидермы.

Клетки верхней эпидермы с округло-извилистыми стенками, варьируют по форме от редко (*S. salicifolia, S. alba*) до сильно извилистых (*S. japonica `Macrophylla`*). Клетки нижней эпидермы с округлыми очертаниями. Устьица у всех видов овальные и округлые, расположены хаотично.

Таблица 2.

Стоматографические параметры листа представителей рода *Spiraea*

Представитель	Показатель	Количество устьиц на 1 мм^2	Устьице, мкм		Верхний эпидермис, мкм		Нижний эпидермис, мкм		*Уи*, %
			ширина	длина	ширина	длина	ширина	длина	
Spiraea x bumalda	$x \pm Sx$	520,1±89,0	9,0±1,2	15,1±1,0	3,2±0,4	21,3±2,7	17,2±3,4	19,1±2,5	14,2±2,1
	σ	266,9	3,5	2,9	8,1	14,8	10,1	7,4	6,4
	C_V %	48,4	36,5	18,1	36,1	36,3	55,4	36,5	42,3
Spiraea salicifolia	$x \pm Sx$	605,1±66,3	6,3±0,7	7,3±1,0	15,6±4,1	37,1±4,0	16,2±1,0	31,1±2,7	19,5±1,7
	σ	114,6	1,3	1,7	7,1	6,9	1,8	4,7	3,0
	C_V %	15,5	16,4	19,1	37,0	15,2	9,0	12,3	12,3
Spiraea alba	$x \pm Sx$	339,7±44,3	13,3±1,8	16,3±1,8	21,5±1,4	33,2±3,6	13,5±0,53	17,3±0,9	12,2±1,4
	σ	107,4	4,8	5,1	3,7	9,42	1,4	2,4	3,5
	C_V %	29,0	33,1	26,8	15,8	25,9	9,5	12,9	26,4
Spiraea betulifolia	$x \pm Sx$	286,0±31,0	20,8±0,4	21,2±1,0	10,0±1,0	59,9±0,9	16,9±1,4	19,1±0,1	11,8±1,2
	σ	45,4	0,6	1,4	1,4	1,3	2,0	0,1	1,6
	C_V %	11,1	1,9	4,7	10,0	1,5	9,7	0,5	9,8
Spiraea japonica `Golden Princess`	$x \pm Sx$	306,7±45,5	7,1±3,5	12,7±1,6	16,1±2,1	29,4±0,8	12,0±2,8	20,0±2,4	13,6±1,8
	σ	75,5	6	2,7	3,7	1,4	4,8	4,2	3,1
	C_V %	21,3	69,7	17,5	18,7	3,9	32,5	17,1	18,6
Spiraea japonica `Macrophylla`	$x \pm Sx$	305,7±43,5	6,5±0,7	12,7±0,1	28,9±1,4	53,6±2,1	25,1±6,8	26,1±1,1	12,7±1,7
	σ	70,5	1,2	0,2	2,5	3,7	11,7	1,9	2,9
	C_V %	21,3	15,4	1,5	7,1	5,6	38,1	5,8	18,8

Ширина устьиц колеблется от 6,3±0,7 мкм (*S. salicifolia)* до 20,8±0,4 мкм (*S. betulifolia*), уровень варьирования этого признака колеблется от низкого до высокого, зависит от состояния и времени суток. Длина устьиц изменяется от 7,3±1,0 мкм до 21,2±1,0 мкм, уровень варьирования низкий и средний. Согласно нашим исследованиям *S. salicifolia* имеет маленькие, а *S. betulifolia* самые большие устьица округлой формы. Количество устьиц у исследуемых видов изменяется от 286,0±31,0 шт. (*S. betulifolia)* до 605,1±66,3 шт. (*S. salicifolia)* на 1 мм^2 площади листа.

Ширина эпидермальных клеток нижней стороны листа сильно варьирует от 12,0±2,8 км (*S. japonica `Golden Princess`*) до 25,1±6,8 мкм (*S. japonica `Macrophylla`), C_V=38,1%.* Самые мелкие клетки нижнего эпидермиса у *S. alba*, они не отличаются от размера устьиц. В области жилок листа эпидермальные клетки вытянутые, плотно прилегающие друг к другу.

Эпидермальные клетки верхней части листа морфологически отличаются от нижней. Наиболее крупные округло-квадратные клетки верхнего эпидермиса у *S. japonica `Macrophylla`*. У *S. salicifolia* и *S. japonica `Golden Princess`* они узкие и длинные. Клетки верхней эпидермы незначительно крупнее, чем нижней. Ширина и длина эпидермальных клеток верхней стороны листа относительный признак, так как клетки имеют сильно волнистые контуры.

Ширина изменяется от 3,2±0,4 мкм (*S. x bumalda Pall*) до 28,9±1,4 мкм (*S. japonica `Macrophylla`),* длина – от 21,3±2,7 мкм (*S. x bumalda*) до 59,9±0,9 мкм (*S. betulifolia).*

Считается, что показатель «устьичный индекс» (Уи) видоспецифичен и его используют для идентификации видов [5-7]. В наших расчетах по представителям рода *Spiraea* индекс изменяется от 11,8±1,2% (*S. betulifolia*) до 19,5±1,7% (*S. salicifolia).* Наименьший уровень варьирования этого показателя у *S. betulifolia* – C_V=9,8%. Устьичный индекс находится в положительной корреляционной зависимости от числа устьиц (*R=0,9*). Высокий уровень варьирования устьичного индекса является одним из доказательств гибридогенного происхождения представителей рода *Spiraea* [5, 6].

В результате наших исследований установлено, что большинство морфологических признаков листьев рода *Spiraea* имеет высокую и очень высокую степень изменчивости. Коэффициенты вариации максимальны для следующих признаков: площадь листовой пластинки, ширина и длина листа, ширина клеток нижнего эпидермиса листа. Степень изменчивости признака растет для показателей, которые вычисляются на основе других признаков, например площадь листа. Средний уровень изменчивости характерен для признаков длины: устьиц, клеток верхнего и нижнего эпидермиса. Обобщив вычисленные нами значения параметров изменчивости для группы количественных признаков, рассмотренных ранее, у всех представителей рода можно отметить, что максимальный размах коэффициента вариации листьев наблюдается у *Spiraea x bumalda*. Средний уровень изменчивости признаков у *Spiraea alba* и *S. betulifolia.* Высокий полиморфизм морфологических признаков указывает на достаточный запас генетической изменчивости и высокую жизненность представителей рода *Spiraea.*

Примечания:

1. Александрова М.С. Аристократы сада: красивоцветущие кустарники. М.: ЗАО «Фитон», 2000. С. 138-148.
2. Колесников А.И. Декоративная дендрология. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Лесная промышленность, 1974. 704 с.

References:

1. Aleksandrova M.S. The aristocrats of a garden: flowering bushes. M.: ZAO «Fiton», 2000. P. 138-148.
2. Kolesnikov A.I. Decorative dendrology. 2d ed., corrected and enlarged. M.: Forest industry, 1974. 704 p.

3. Мальцева А.И., Алексеев Г.А. Декоративные деревья и кустарники: ландшафтный дизайн и озеленение участка. Ростов н/Д: Феникс, 2002. 191 с.
4. Чаховский А.А., Орленок Е.И. Таволги в декоративном садоводстве. Минск: Наука и техника, 1985. 72 с.
5. Баранова М.А. Классификация морфологических типов устьиц // Ботанический журн. 1985. Т. 70, № 12. С. 1585-1595.
6. Захаревич С.Ф. К методике описания эпидермиса листа // Вестник Ленинградского университета. 1954. № 4. С. 65-75.
7. Волкова С.А., Пшенникова Л.М. Эпидерма листа видов рода Dasiphora // Turczaninowia. 2011. № 14(2). С. 123-129.
8. Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных / Г.Н. Зайцев. М.: Наука, 1991. 184 с.

3. Maltseva A.I., Alekseev G.A. Decorative trees and bushes: landscape design and landscape gardening. Rostov-on-Don: Phoenix, 2002. 191 p.
4. Chakhovskiy A.A., Orlyonok E.I. Meadowsweets in decorative gardening. Minsk: Nauka I tekhnika, 1985. 72 p.
5. Baranova M.A. Classification of morphological types of stomata // Botanical journal. 1985. Vol. 70, No. 12. P. 1585-1595.
6. Zakharevich S.F. On the description methods of the leaf epidermis // The Bulletin of the Leningrad University. 1954. No. 4. P. 65-75.
7. Volkova S.A., Pshennikova L.M. Epiderma of the leaf of Dasiphora kind // Turczaninowia. 2011. No. 14(2). P. 123-129.
8. Zaytsev G.N. Mathematical analysis of the biological data / G.N. Zaytsev. M.: Nauka, 1991. 184 p.