Аграрный научный журнал. 2022. № 4. С. 27–31
Agrarian Scientific Journal. 2022;(4):27–31

АГРОНОМИЯ

Научная статья
УДК 634.3:581.13
doi: 10.28983/asj.y2022i4pp27-31

Характеристика устьичного аппарата редких видов рода *Citrus* в условиях влажных субтропиков России

Раиса Васильевна Кулян, Александр Сергеевич Кулешов, Николай Алексеевич Коннов
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук», г. Сочи, Россия, e-mail: supk-kulyan@vniisubtrop.ru

Аннотация. В статье представлена характеристика устьичного аппарата в листьях 13 форм 10 видов рода *Citrus: C. aurantifolia (‘Tahiti’, ‘Foro’), C. limon ‘Delbrasil’, C. × meyeri, C. × limonelloides, C. × bergamia, C. × limetta ‘Chontipico’, C. × aurantiummyrtifolia ‘Cinotto’, C. × ichangensis, C. maxima ‘Sambokan’, C. medica (var. sarcodactylis, цедрат).* В результате анализа выявлены различия в размерах устьиц и их плотности на 1 мм^2. Наибольшее количество устьиц на 1 мм^2 отмечено у *C. medica, C. medica var. sarcodactylis, C. × meyeri, C. aurantifolia,* варьировало в пределах 710,0–882,5 шт./мм^2, наименьшее количество *у C. × aurantiummyrtifolia ‘Cinotto’, C. aurantifolia ‘Tahiti’, C. limon ‘DelBrasil’, C. × bergamia*–277,5–490,0 шт./мм^2. Изучаемые формы разделились на две группы: формы, у которых отмечено малое количество устьиц при относительно большой площади листа – *C. limon ‘DelBrasil’, C. × bergamia, C. × ichangensis, C. maxima ‘Sambokan’*; формы, у которых отмечено высокое количество устьиц при относительно малой площади листа – *C. aurantifolia* (кислый, *‘Tahiti’, ‘Foro’), C. × meyeri, C. × limonelloides, C. × limetta ‘Chontipico’, C. × aurantiummyrtifolia ‘Cinotto’, C. medica.* Наибольшие размеры устьиц имели *C. aurantifolia ‘Tahiti’, C. limon ‘DelBrasi’, C. × aurantiummyrtifolia ‘Cinotto’,* длина варьировала от 24,8 до 27,9 мкм, ширина – от 21,3 до 23,3 мкм; наименьшие размеры устьиц у *C. aurantifolia, C. × bergamia* и *C. medica*, длина – 21,4–23,4 мкм, ширина – 18,2–19,3 мкм. Повышенную адаптационную способность к изменениям окружающей среды проявляют *C. aurantifolia C. × `meyeri`* и *C. medica var. sarcodactylis*, которые имеют высокую плотность и маленькие размеры устьиц.

Ключевые слова: род *Citrus* L.; коллекция; редкие виды; физиология; устьичный аппарат.
Для цитирования: Кулян Р. В., Кулешов А. С., Коннов Н. А. Характеристика устьичного аппарата редких видов рода Citrus в условиях влажных субтропиков России // Аграрный научный журнал. 2022. № 4. С. 27–31. http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i4pp27-31.

AGRONOMY

Original article

Characteristics of the stomal apparatus of rare species of the genus *Citrus* in the conditions of wet subtropics of Russia

Raisa V. Kulyan, Alexander S. Kuleshov, Nikolay A. Konnov
Federal State Budgetary Institution of Science “Federal Research Center” Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences “, Sochi, Russia, supk-kulyan@vniisubtrop.ru

Abstract. The article presents the characteristics of the stomatal apparatus in the leaves of 13 forms of 10 species of the genus Citrus*: C. aurantifolia (‘Tahiti’, ‘Foro’), C. limon ‘Del brasil’, C. × meyeri, C. × limonelloides, C. × bergamia, C. × limetta ‘Chontipico’, C. × aurantiummyrtifolia ‘Cinotto’, C. × ichangensis, C. maxima ‘Sambokan’, C. medica (var. sarcodactylis, citrate).* As a result of the analysis of the stomatal apparatus, differences in the size of the stomata and their density per 1 mm^2 were revealed. The greatest number of stomata per 1 mm^2 was observed in *C. medica, C. medica var. sarcodactylis, C. × meyeri, C. aurantifolia* varied within 710,0–882,5 pcs/mm^2, the smallest amount was in *C. × aurantiummyrtifolia ‘Cinotto’, C. aurantifolia ‘Tahiti’, C. limon ‘Del Brasil’, C. ×* bergamia within the range of 277,5–490,0 pcs/mm^2.The studied forms were divided into two groups*: forms with a small number of stomata, with a relatively large leaf area – C. limon ‘Del Brasil’, C. × bergamia, C. × ichangensis, C. maxima ’Sambokan’;* forms with a high number of stomata with a relatively small leaf area – *C. aurantifolia (sour, ‘Tahiti’, ‘Foro’), C. × meyeri, C. × limonelloides, C. × limetta ‘Chontipico’, C. × aurantiummyrtifolia ‘Cinotto’, C. medica.* The largest stomata sizes were observed for *C. aurantifolia ‘Tahiti’, C. limon ‘Del Brasi’, C. x aurantiummyrtifolia ‘Cinotto’;* length varied 24.8–27.9 μm, width – *21,3–23,3* μm, the smallest stomata sizes in *C. aurantifolia, C. × bergamia* and *C. medica are* 21.4–23.4 μm in length and 18,2–19,3 μm in width*. C. aurantifolia C. × `meyeri`* and *C. medica var.* sarcodactylis which have a high density and small stomata.

Keywords: genus *Citrus* L.; collection; rare species; physiology; stomal apparatus.
For citation*:* Kulyan R. V., Kuleshov A. S., Konnov N. A. Characteristics of the stomal apparatus of rare species of the genus *Citrus* in the conditions of wet subtropics of Russia. Agrarnyy nauchny yzhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(4):27–31. (In Russ.). http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i4pp27-31.

Введение. Устьица являются основными каналами, через которые происходит испарение воды и газообмен с окружающей средой, они тесно связаны с физиологической деятельностью растений, такой как фотосинтез, дыхание и транспирация [1, 2, 3]. Количество устьиц варьирует в зависимости от возраста листа, условий среды и составляет от 50 до 500 на 1 мм^2. В листьях устьица могут располагаться или на обеих сторонах, или только на нижней [4]. Как правило, у растений, ведущих наземно-воздушный образ жизни, устьица в основном находятся на нижнем слое эпидермиса, а у растений, ведущих наземно-водный образ жизни, – на верхнем слое [5]. Устьица легко подвержены влиянию внешних условий окружающей среды. Например, в период дефицита воды они закрываются, тем самым растение защищает себя от обезвоживания и высыхания.

© Кулян Р. В., Кулешов А. С., Коннов Н. А., 2022

Устьичный аппарат листьев у разных растений обладает существенно различными характеристиками, такими как плотность, размер и форма. Микроморфологическая характеристика листьев растений широко используется для характеристики видов и сортов, классификации растений, считается одним из важных показателей в изучении происхождения и эволюции, а также является индикатором адаптивности растений к окружающей среде [1, 6, 7, 8].

Культивируемые в настоящее время цитрусовые культуры являются представителями рода *Citrus* L. Этот род, а также его дикие и полудикие сородичи *Poncirus trifoliata* (L.) Raf, и *Fortunella* Sw. относятся к подсемейству Померанцевые (Aurantioideae Eng.) семейства Рутовые (Rutaceae Juss.) [9]. По распространению среди плодовых культур в мире они занимают второе место, и их ежегодное производство составляет более 146 млн т, а площадь под насаждениями – более 9,2 млн га. В настоящее время выращиванием цитрусовых в промышленном значении занимаются более чем в 142 странах мира [10].

Выращивание цитрусовых в России возможно лишь на побережье Краснодарского края, где господствует влажный (муссонный) субтропический климат [11]. Промышленное значение имеет *C. reticulate*, однако благодаря укрывной технологии в зимний период в открытом грунте можно выращивать такие культуры, как *C. limon*, *C. sinensis*, *C. grandis*, *C. paradise*. Среди цитрусовых имеется большое разнообразие видов и сортов [11], которые считаются редкими и не получили широкого применения в производстве из-за низкой морозоустойчивости, урожайности, качества плодов, а также отсутствия сортов, рекомендаций и технологий по их использованию в различных направлениях. К числу таких растений относятся *C. medica*, *C. aurantium*, *C. bergamia*, *C. limetta*, *C. aurantifolium* и др. [12, 13]. Они, в свою очередь, имеют и положительные качества (вегетация в течение года, низкорослость, ремонтантность, партенокарпизм, содержание в плодах широкого спектра биологически активных веществ и т.д.), которые позволяют их считать ценными для использования в селекции, в пищевой, фармацевтической и парфюмерной промышленности, а также для выращивания в комнатных условиях, для оформления зимних садов, террас, веранд [14].

Устьица листьев цитрусовых образуются на ранних стадиях развития и приурочены к абаксиальной (нижней) поверхности листа, что способствует предотвращению потери воды, поскольку абаксиальная поверхность меньше подвержена нагреванию. Показатель плотности устьиц и их размеры являются объективным маркером в оценке газообмена, транспирации и фотосинтеза [6, 10, 15]. В связи с этим нами был проведен сравнительный анализ устьичного аппарата редких видов цитрусовых, который позволяет выявить более устойчивые виды к основным факторам среды.

Методика исследований. Коллекция ФГБУН «ФИЦ СНЦ РАН» насчитывает 136 сортообразцов цитрусовых культур, среди которых имеются редкие виды и дикие, полудикие сородичи. Объектами исследования являлись 13 форм, 10 видов рода *Citrus* (*C. aurantifolia* ('Tahiti', 'Foro'), *C. limon* 'Del Brasil', *C.* × *meyeri*, *C.* × *limonelloides*, *C.* × *bergamia*, *C.* × *limetta* 'Chontipico', *C.* × *aurantiummyrtifolia* 'Cinotto', *C.* × *ichangensis*, *C. maxima*' Sambokan', *C. medica* (var. *sarcodactylis*, цедрат). Исследования анатомических особенностей растительных образцов ведутся с 2019 г. по настоящее время.

Исследования листьев растений проводили в лаборатории физиологии и биохимии растений ФИЦ СНЦ РАН. Для этого были отобраны по 5 растений каждого вида, с каждого растения отбирали и анализировали по 10 вызревших листьев. Изучение устьиц осуществляли методом отпечатков по Полаччи [4]. Отпечатки эпидермы предварительно просматривали под микроскопом Zeizz серии axioimager. M2, выборка составила 15 точек просмотра, с помощью специализированной программы были проведены измерения длины, ширины и плотности устьиц.

Математическую обработку полученных данных проводили с использованием программного пакета Microsoft Excel по Б.А. Доспехову [16].

Результаты исследований. В результате проведенного анализа устьичного аппарата исследуемых видов были выявлены различия в размерах устьиц и их плотности на 1 мм^2. Это, вероятно, связано с биологической особенностью каждого вида и местом его происхождения, но в то же время они могли претерпеть микроморфологические изменения для приспособления в связи с изменениями условий их произрастания. Основные показатели устьичного аппарата листьев представлены в таблице.

Основные показатели устьичного аппарата листьев редких видов рода *Citrus*

Вариант	Средняя площадь листа, см^2	Размеры устьиц, мкм		Среднее количество устьиц на 1 мм^2
		длина	ширина	
C. aurantifolia 'Tahiti'	22,90	27,9±0,38	23,3±0,29	425
C. aurantifolia 'Foro'	25,60	23,4±0,40	19,9±0,41	563
C. aurantifolia	22,55	21,4±0,26	18,2±0,22	710
C. limon 'Del Brasil'	46,58	24,8±0,33	21,3±0,21	470
C. ×meyeri	24,68	23,9±0,29	20,6±0,23	785
C. limonelloides	22,17	23,1±0,24	19,8±0,22	628
C. ×limetta 'Chontipico'	27,91	23,5±0,52	19,9±0,36	540
C.×bergamia	38,04	22,3±0,52	19,3±0,27	490
C. × *aurantiummyrtifolia* 'Cinotto'	4,98	25,2±0,47	21,2±0,45	278
C. ichangensis	49,00	22,9±0,48	20,0±0,37	623
C. maxima 'Sambokan'	46,17	23,4±0,23	19,6±0,15	665
C. medica	37,28	22,7±0,35	18,5±0,14	883
C. medica var. *sarcodactylis*	28,17	23,4±0,29	19,3±0,18	753
$НСР_{0,5}$	–	1,06	0,79	0,43

©Кулян Р. В., Кулешов А. С., Коннов Н. А., 2022

Плотность устьиц на 1 мм^2 у всех исследуемых объектов имела существенные различия. Так, наибольшее количество устьиц на 1 мм^2 было отмечено у таких видов, как *C. medica, C. medica* var. *sarcodactylis*, *C.* × *meyeri, C. aurantifolia* и варьировало в пределах 710,0–883 шт./мм^2. Наименьшее количество отмечено у *C.* × *aurantiummyrtifolia* 'Cinotto', *C. aurantifolia* 'Tahiti`, *C. limon* 'Del Brasil', *C.* × *bergamia* и колебалось в пределах 278–490 шт./мм^2. По данным таблицы, показатели плотности устьиц не зависели от величины листовой пластинки, так как самое большое количество устьиц на 1 мм^2 отмечено у *C. medica* (883 шт./мм^2) при средней площади листа 37,28 см^2. Наибольшая площадь отмечена у *C. limon* 'Del Brasil' (46,58 см^2) плотность устьиц составила 470 мм^2. На рис. 1 показано расположение и плотность устьиц изучаемых объектов.

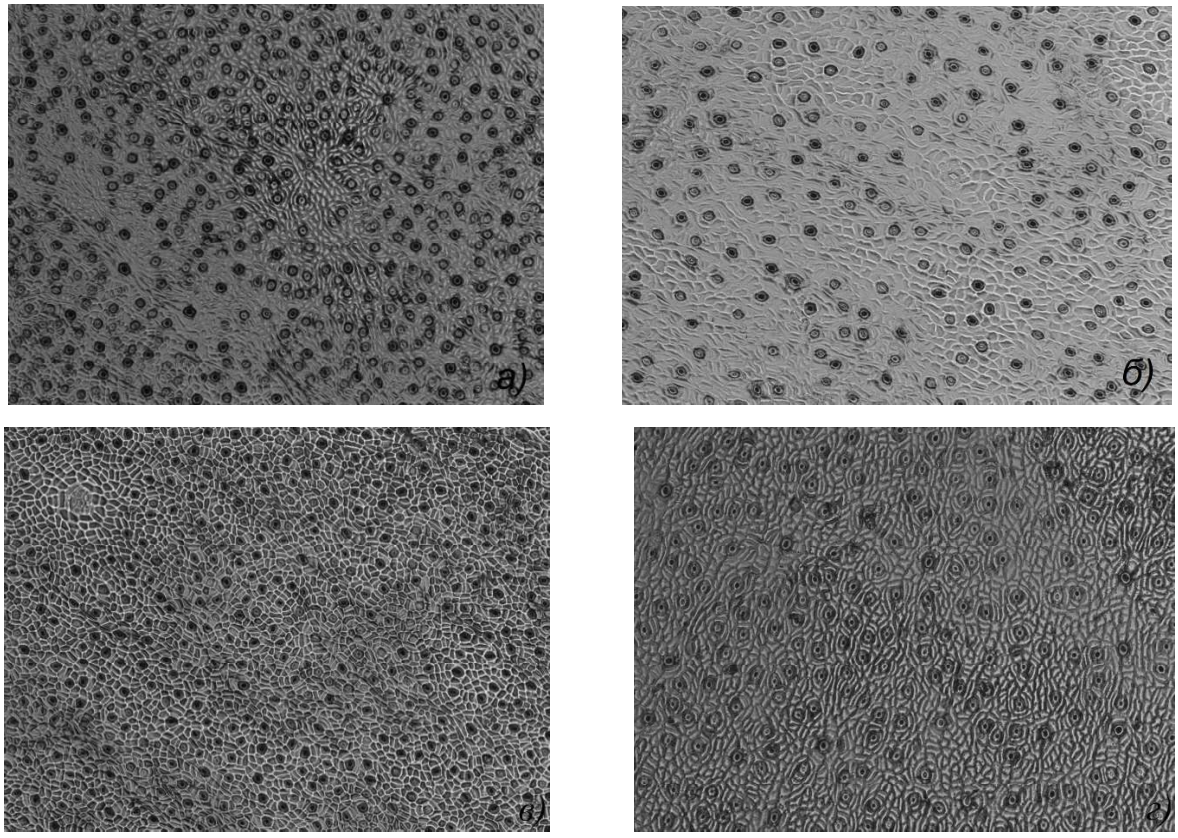


Рис. 1. Плотность устьиц на листьях: а) C. × meyeri; б) C.×aurantiummyrtifolia 'Cinotto'; в) C. medica var. sarcodactylis; г) C. aurantifolia ‹Tahiti›

Изучаемые формы условно разделились на две группы (рис. 2):

- виды, у которых отмечено малое количество устьиц при относительно большой площади листа, – *C. limon* 'Del Brasil', *C.* × *bergamia*, *C. ichangensis*, *C. maxima* 'Sambokan`;

- виды, у которых отмечено высокое количество устьиц при относительно маленькой площади листа, – *C. aurantifolia* (кислый, 'Tahiti', 'Foro'), C. × meyeri, *C.* × *limonelloides*, *C.* × *limetta* 'Chontipico`, *C.* × *aurantiummyrtifolia* `Cinotto`, *C. medica* (цедрат, var. sarcodactylis).

Каждое растение должно поддерживать движение воды от почвы к листу, быстрая реакция устьиц на изменение окружающей среды является важной особенностью этого процесса [17]. Размер устьиц играет ключевую роль в этом процессе. Существует четкая связь между размером, количеством устьиц и чувствительностью к усилению засухи. Крупные устьица закрываются медленнее и демонстрируют больший потенциал гидравлической дисфункции

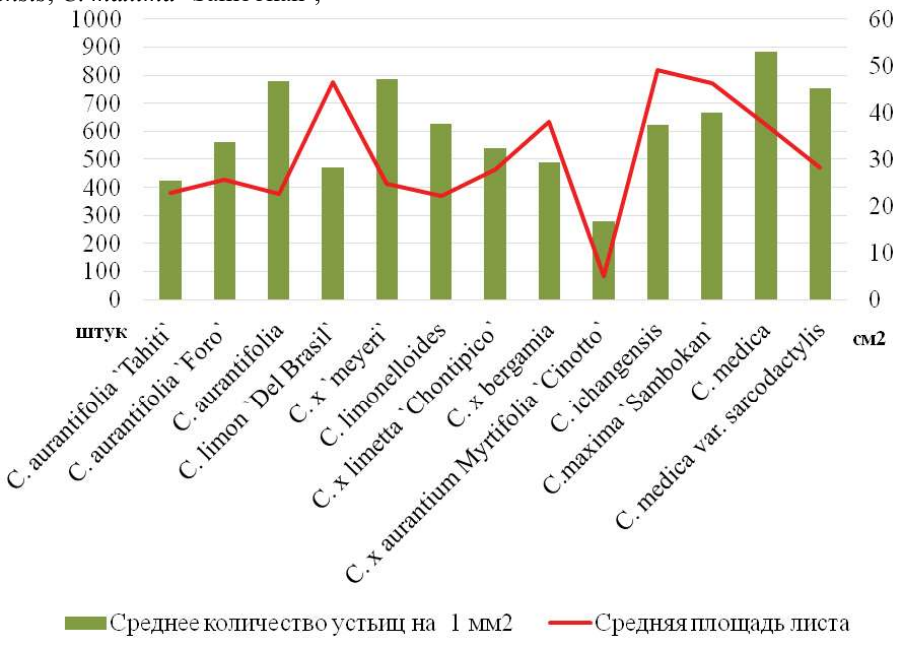


Рис. 2. Отношение между плотностью устьиц и размером листа редких видов рода Citrus

©Кулян Р. В., Кулешов А. С., Коннов Н. А., 2022

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
4
2022

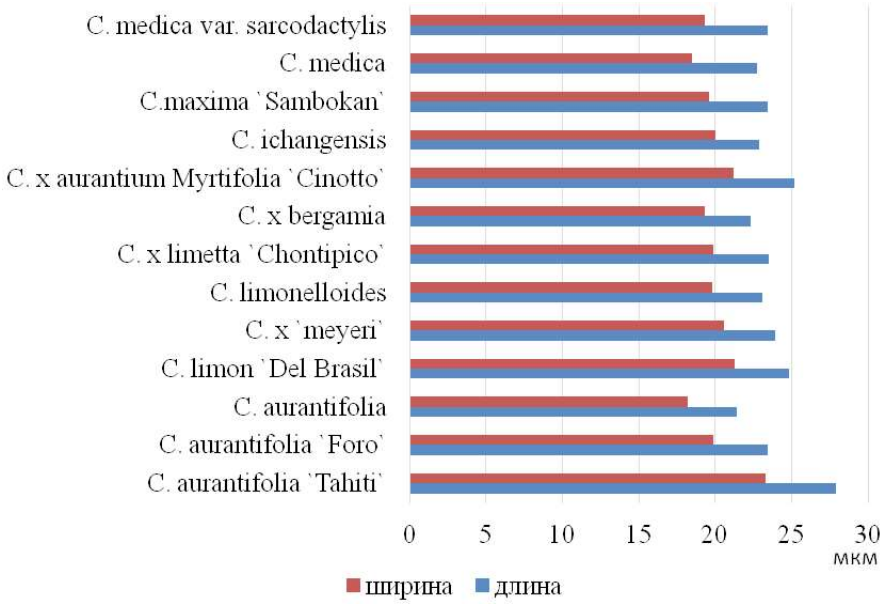


Рис. 3. Средние размеры устьиц редких видов рода Citrus

в условиях засухи [17, 18]. Данная информация позволяет предположить, что большие устьица являются важной особенностью растений во влажных и затененных условиях, но их медленное динамическое поведение может привести к проблемам в сухих условиях. Анализ устьиц исследуемых видов показал, что наибольшие размеры имели *C. aurantifolia*`Tahiti`, *C. limon* `Del Brasil`, *C. × aurantiummyrtifolia* `Cinotto`, их длина варьировала в пределах 24,8–27,9 мкм, ширина – 21,3–23,3 мкм. Наименьшие размеры устьиц у *C. aurantifolia*, *C. ×bergamia* и *C. medica* (цедрат, var. sarcodactylis), их длина – 21,4–23,4 мкм, ширина – 18,2–19,3 мкм (рис. 3). Можно сделать вывод, что для получения высоких урожаев сорта *C. aurantifolia* 'Tahiti', *C. limon* 'Del Brasil' требуют частого и обильного полива.

Маленькие устьица могут открываться и закрываться быстрее крупных, и их общая ассоциация с высокой плотностью обеспечивает возможность быстрого увеличения устьичной проводимости листа, максимизируя диффузию CO_2 в лист при благоприятных условиях для фотосинтеза. Таким образом, сочетание высокой плотности и малого размера устьиц позволяет растению иметь повышенную адаптационную способность к изменениям окружающей среды. Исходя из этого, среди исследуемых видов такими качествами обладают в большей степени *C. aurantifolia* и *C. medica*, которые имеют высокую плотность и маленькие размеры устьиц, а также *C. × meyeri* и *C. medica* var. *sarcodactylis* (рис. 4).

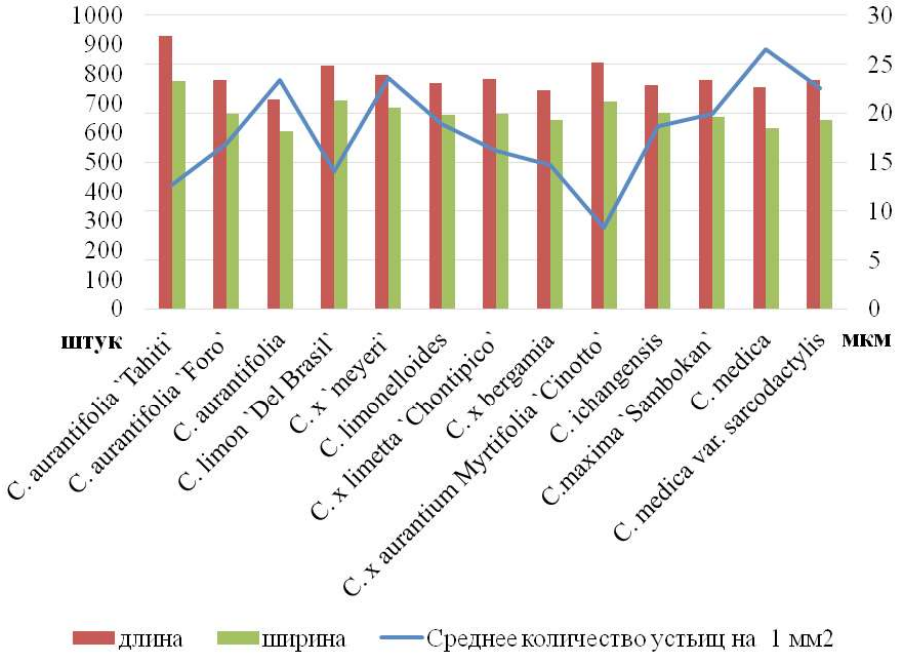


Рис. 4. Отношение между плотностью устьиц и их размерами на листьях редких видов рода Citrus

Заключение. Проведенные исследования показали, что плотность устьиц не зависит от величины листовой пластинки и является особенностью вида, сорта.

Сортообразцы *C. aurantifolia* 'Tahiti', *C. limon* 'Del Brasil', *C. × aurantiummyrtifolia* 'Cinotto' обладают крупными устьицами, при возделывании требовательны к поливу и влажности воздуха, а также хорошо переносят затенение.

Небольшие размеры устьиц характерны для *C. aurantifolia, C. × bergamia*, *C. medica, C. × meyeri*, что обусловливает устойчивость растений к засухе.

Выявленные различия в строении устьичного аппарата подтверждают значимость этого признака как для характеристики каждого вида, так и для выделения более адаптивных форм к условиям выращивания.

Статья подготовлена в рамках реализации ГЗ ФИЦ СНЦ РАН № 0492-2021-0008; № 0492-2021-0007.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hong T., Lin H., He D. Characteristics and correlations of leaf stomata in different Aleuritesmontana provenances // PloS one. 2018. T. 13. No. 12. DOI:org/10.1371/journal.pone.0208899.

2. Photosynthetic pathway and ecological adaptation explain stomatal trait diversity amongst grasses / S. H. Taylor et al. // New Phytologist. 2012.T. 193. No.2. P. 387–396. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2011.03935.

3. Blatt M. R., Brodribb T. J., Torii K. U. Small pores with a big impact // Plant Physiology. 2017. T.74. P. 467–469. DOI.org/10.1104/pp.17.00642.

4. Практикум по физиологии растений: учебно-методическое пособие/ В. Н. Воробьев, Ю. Ю. Невмержицкая, Л. З. Хуснетдинова, Т. П. Якушенкова. Казань: Казанский университет, 2013. 80 с.

©Кулян Р. В., Кулешов А. С., Коннов Н. А., 2022

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
4
2022

5. Панеш О. А., Крайнюкова Е. Ю. Строение устьичного аппарата листьев реликтовых растений (на примере реликтовых видов города Майкопа) // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4. «Естественно-математические и технические науки». 2018. № 4(231):123–132.

6. Hetherington A. M., Woodward F. I. The role of stomata in sensing and driving environmental change // Nature. 2003.T. 424. No. 6951. P. 901–908. DOI: 10.1038/nature01843.

7. Li R. T., Zhang Y. N., Tian D. L. Studies on Stomata of Citrus Plant Leaves // J.Fru Sci. 2004. T. 21. No. 5. P. 419–424.

8. Chater C. C., Caine R. S., Fleming A. J., Gray J. E. Origins and evolution of stomatal development // Plant Physiol. 2017. T. 174. P. 624–638. DOI.org/10.1104/pp.17.00183.

9. Коллекции субтропических плодовых, орехоплодных (кроме Juglansu Corylus), масличных и пряно-вкусовых растений Российской Федерации, Республики Абхазия и Республики Беларусь / А. В. Рындин [и др.]. Сочи: ВНИИЦиСК, 2019. 167 с.

10. Factfish: Citrus fruits, total, production quantity (tons) - for all countries. 2020. [Electronic resource]. Modeaccess: http://www.factfish.com/statistic/citrus/ (дата обращения: 20.12.2020).

11. Рындин А. В., Кулян Р. В. Коллекция цитрусовых культур во влажных субтропиках России // Садоводство и виноградарство. 2016. № 5. P. 24–30. DOI: 10.18454/VSTISP.2016.5.3445

12. Кулешов А. С., Кулян Р. В. Редкие виды рода Citrus и их использование // Субтропическое и декоративное садоводство. 2020. № 73. С. 51–56. DOI: 10.31360/2225-3068-2020-73-51-61.

13. Каталог цитрусовых культур. Коллекция ГНУ ВНИИЦиСК Россельхозакадемии / сост.: В. М. Горшков, В. А. Фогель, Р. В. Кулян; под ред. А. В. Рындина. Сочи: ГНУ ВНИИЦиСК Россельхозакадемии, 2013. 91 с.

14. Любительское цитрусоводство / А. В. Рындин [и др.]. Сочи: ВНИИЦиСК, 2016. 130 с.

15. Wen Shan-Na, Zhong Chong-Lu, Jiang Qing-Bin, Chen Yu, Zhang Yong, LI Qing-Ying. Phenotypic Diversity Analysis of Seedling Leaf Traits of Manglietiaconifera Dandy [J] // Bulletin of Botanical Research. 2017. Vol. 37(2). P. 288–297. DOI: 10.7525/j.issn.1673-5102.2017.02.018.

16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

17. Aasamaa K., Sõber A., Rahi M. Leaf anatomical characteristics associated with shoot hydraulic conductance, stomatal conductance and stomatal sensitivity to changes of leaf water status in temperate deciduous trees // Functional Plant Biology. 2001. T. 28. No. 8. P. 765–774. Режим доступа: https://doi.org/10.1071/PP00157.

18. Drake P. L., Froend R. H., Franks P. J. Smaller, faster stomata: scaling of stomatal size, rate of response, and stomatal conductance // Journal of experimental botany. 2013. T. 64. No. 2. P. 495–505. Режим доступа:https://doi.org/10.1093/jxb/ers347.

REFERENCE

1. Hong T., Lin H., He D. Characteristics and correlations of leaf stomata in different Aleuritesmontana provenances. *PloS one*. 2018;13(12). doi.org/10.1371/journal.pone.0208899.

2. Photosynthetic pathway and ecological adaptation explain stomatal trait diversity amongst grasses / S. H. Taylor et al. *New Phytologist*. 2012;193(2):387–396. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2011.03935.

3. Blatt M. R., Brodribb T. J., Torii K. U. Small pores with a big impact. *Plant Physiol*ogy. 2017;174:467–469.doi.org/10.1104/pp.17.00642

4. Workshop on plant physiology: teaching aid / V. N. Vorobiev, Yu.Yu. Nevmerzhitskaya, L. Z. Khusnetdinova, T. P. Yakushenkov. Kazan: Kazan University; 2013. 80 p. (In Russ.).

5. Panesh O. A., Krainyukova E. Yu. The structure of the stomatal apparatus of the leaves of relict plants (on the example of relict species of the city of Maikop). *Bulletin of the Adyghe State University*. Series 4: Natural-mathematical and technical sciences. 2018;4(231): 123–132. (In Russ.).

6. Hetherington A. M., Woodward F. I. The role of stomata in sensing and driving environmental change. *Nature*. 2003;424(6951): 901–908. DOI:10.1038/nature01843.

7. Li R. T., Zhang Y. N., Tian D. L. Studies on Stomata of Citrus Plant Leaves. *J Fru Sci*. 2004;21(5):419–424.

8. Chater C. C., Caine R. S., Fleming A. J., Gray J. E. Origins and evolution of stomatal development. *Plant Physiol*. 2017;(174): 624–638. DOI.org/10.1104/pp.17.00183.

9. Collections of subtropical fruit, walnut (except for Juglans and Corylus), oil and spice plants of the Russian Federation, the Republic of Abkhazia and the Republic of Belarus: Monograph / A.V. Ryndin [and others]. Sochi: VNIITSISK; 2019. 167 p. (In Russ.).

10. Factfish: Citrus fruits, total, production quantity (tons) - for all countries. 2020. [Electronic resource]. Modeaccess: http://www.factfish.com/statistic/citrus (дата обращения: 20.12.2020).

11. Ryndin A. V., Kulyan R. V. Collection of citrus crops in the humid subtropics of Russia. *Gardening and viticulture*. 2016;(5):24–30. DOI: 10.18454 / VSTISP.2016.5.3445. (In Russ.).

12. Kuleshov A.S., Kulyan R.V. Rare species of the genus Citrus and their use. *Subtropical and ornamental gardening*. 2020;(73): 51–56. DOI: 10.31360/2225-3068-2020-73-51-61. (In Russ.).

13. Catalog of citrus crops. Collection of GNU VNIITSISK of the Russian Agricultural Academy / comp. V.M. Gorshkov, V.A. Fogel, R.V. Kulyan; ed. A. V. Ryndin. Sochi: GNU VNIITSISK Russian Agricultural Academy; 2013. 91 p. (In Russ.).

14. Amateur citrus growing / A. V. Ryndin et al. Sochi, VNIITSISK; 2016. 130 p. (In Russ.).

15. Wen Shan-Na, Zhong Chong-Lu, Jiang Qing-Bin, Chen Yu, Zhang Yong, LI Qing-Ying. Phenotypic Diversity Analysis of Seedling Leaf Traits of Manglietiaconifera Dandy [J]. *Bulletin of Botanical Researc*h. 2017; 37(2):288–297. DOI: 10.7525/j.issn.1673-5102.2017.02.018.

16. Dospekhov B. A. Field experiment technique. M.: Agropromizdat; 1985. 351 p. (In Russ.).

17. Aasamaa K., Sõber A., Rahi M. Leaf anatomical characteristics associated with shoot hydraulic conductance, stomatal conductance and stomatal sensitivity to changes of leaf water status in temperate deciduous trees. *Functional Plant Biology*. 2001;28(8):765–774. https://doi.org/10.1071/PP00157.

18. Drake P. L., Froend R. H., Franks P. J. Smaller, faster stomata: scaling of stomatal size, rate of response, and stomatal conductance. *Journal of experiment al botan*y. 2013;64(2):495–505. https://doi.org/10.1093/jxb/ers347.

Статья поступила в редакцию 14.07.2021; одобрена после рецензирования 25.07.2021; принята к публикации 28.07.2021.
The article was submitted 14.07.2021; approved after reviewing 25.07.2021; accepted for publication 28.07.2021.

© Кулян Р. В., Кулешов А. С., Коннов Н. А., 2022