Промышленная ботаника, 2024. Вып. 24, № 1. С. 173–176.

УДК 581.524.2:633.872.1 DOI: 10.5281/zenodo.10937725

В.В. Соколова, В.В. Гревцова

УСТЬИЧНЫЙ АППАРАТ *QUERCUS RUBRA* L. КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЕГО АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук

Особенности устьичного аппарата могут быть использованы для оценки адаптационных возможностей чужеродных видов. Аборигенный *Quercus robur* L. и интродуцированный *Quercus rubra* L. произрастают совместно в дендрарии Главного ботанического сада РАН и по плотности устьиц значительно не различаются (363,1±6,3 шт./мм^2 у *Q. robur* и 369,8±4,7 шт./мм^2 у *Q. rubra*), однако индекс относительной площади транспирации *Q. rubra* в 1,3 раза выше, чем у *Q. robur* (20,9 % и 15,7 %, соответственно). Кроме того, у *Q. rubra* он превышает 12 %, из чего можно предположить, что в дальнейшем будет происходить расширение его вторичного ареала с увеличением инвазионной активности.

Ключевые слова: *Quercus rubra*, *Quercus robur*, устьица, инвазионные растения

Цитирование: Соколова В.В., Гревцова В.В. Устьичный аппарат *Quercus rubra* L. как показатель его адаптационных возможностей // Промышленная ботаника. 2024. Вып. 24, № 1. С. 173–176. DOI: 10.5281/zenodo.10937725

Введение

В настоящее время важной задачей ботанических садов является выявление у интродуцированных видов свойств, способствующих потенциальному успеху инвазии [4, 7]. Предотвращение распространения таких видов позволит сократить затраты на борьбу с последствиями этого процесса [2, 12].

Для прогнозирования трансформации растения в инвазионный вид может использоваться (наряду с другими признаками) индекс относительной площади транспирации. Высокое его значение свидетельствует о большей приспособленности чужеродных видов. Вид имеет больше шансов стать инвазионным, если индекс относительной площади транспирации превышает 12 % [1, 14].

Натурализация дуба красного (*Quercus rubra* L.) в синантропных и естественных сообществах отмечалась уже в 1990-е гг. [10]. В последнее время его все больше рассматривают как вид с большим инвазионным потенциалом [6, 8, 13]. По наблюдениям С.Р. Майорова и др. *Q. rubra* дичает в лесопарках, на железнодорожных насыпях и по склонам рек в г. Москве и Московской области, поэтому необходим мониторинг его распространения, учитывая, что в Центральной Европе и Прибалтике данный вид является инвазионным [9].

Цель и задачи исследований

Цель наших исследований – сравнение устьичного аппарата интродуцированного *Quercus rubra* L. и аборигенного *Quercus robur* L. для выявления причин большей приспособленности чужеродных видов.

Объекты и методики исследований

Объектами нашего исследования являлись 2 вида рода *Quercus* L. из дендрария Главного ботанического сада РАН. *Quercus robur* – аборигенный вид, произраставший на территории Са-

да еще до его закладки, *Quercus rubra* – в Саду с 1951 г., 13 образцов, получены из культуры и природных местообитаний [5]. Статус инвазионной активности *Q. rubra* – 3 (убегает из культуры и образует локальные натурализующиеся популяции вне экспозиции). Его обильный самосев и подрост отмечается непосредственно под кронами деревьев, экземпляры, находящиеся на значительном удалении от материнских растений, встречаются крайне редко, но при этом существенно превосходят по размеру самосев под коллекциями [3].

Для анализа собирали по 5 полностью завершивших рост листовых пластинок с 10 деревьев каждого вида с северной стороны на уровне 1,5 м от земли. Определение числа устьиц производили в 5 полях зрения для каждого образца при увеличении ×400. Число измерений площади устьиц для каждого образца соответствовало 50. Для изучения устьиц использовали метод отпечатков (реплик) по Полаччи [11], в качестве вещества, образующего пленку, использовали бесцветный лак. Реплики фотографировали под микроскопом Armed XZS-2101, затем в программе AutoCAD измеряли площадь устьиц и число устьиц в полях зрения.

Общую транспирационную площадь ($S_{общ.}$) каждого вида вычисляли путем умножения средней площади одного устьица на число устьиц во всех полях зрения микроскопа. Относительную площадь транспирации вычисляли по формуле:

$$S_{отн.} = \frac{S_{общ.}}{\Sigma S} \times 100\ \%,$$

где ΣS – сумма площадей всех исследованных полей зрения. Статистический анализ данных (среднее значение и его ошибка) выполнен в программе Past.

Результаты исследований и их обсуждение

У изученных видов листья гипостоматические, т.е. устьица располагаются только на абаксильной стороне листа. Форма устьиц – эллиптическая, иногда округлая (рисунок).

Сравнение устьичного аппарата интродуцированного *Q. rubra* с аборигенным *Q. robur* показало, что по плотности устьиц (числу устьиц на единицу поверхности) виды достоверно не различаются, тогда как площадь устьиц у *Q. rubra* в 1,3 раза выше (таблица).

Таблица. Морфометрическая и индексная характеристика абаксиальной поверхности листьев *Quercus robur* L. и *Q. rubra* L.

Вид	Площадь устьица, мкм^2	Число устьиц, шт./мм^2	$S_{отн.}$, %
Quercus robur L.	432,4±2,5 172–805	363,1±6,3 222,2–594	15,7
Quercus rubra L.	565,7±2,7 309–843	369,8±4,7 264,9–495,7	20,9

Примечание. В числителе – среднее значение и его ошибка, в знаменателе – амплитуда изменчивости

Выводы

Наши исследования подтверждают гипотезу о том, что вид имеет высокую инвазионную активность, если индекс относительной площади транспирации превышает 12 %. Так, у интродуцированного *Q. rubra* он в 1,3 раза выше, чем у произрастающего с ним совместно аборигенного *Q. robur*. Можно предположить, что в дальнейшем будет происходить расширение вторичного ареала дуба красного с повышением шансов превращения в инвазионный таксон.

Работа выполнена в рамках госзадания ГБС РАН «Инвазионные растения России: инвентаризация, биоморфологические особенности и эффективные методы контроля расселения» (№122042600141-3).

1. *Виноградова Ю.К.*, Григорьева О.В., Вергун Е.Н. Строение устьичного аппарата видов рода *Symphyotrichum* Nees как дополнительный показатель их инвазивности // Российский журнал биологических инвазий. 2020. Т. 13, N 4. С. 34–44.
2. *Виноградова Ю.К.*, Майоров С.Р., Бочкин В.Д. Влияние чужеродных видов растений на динамику флоры территории Главного ботанического сада РАН // Российский журнал биологических инвазий. 2015. Т. 8, N 4. С. 22–41.
3. *Виноградова Ю.К.*, Майоров С.Р., Яценко И.О. Спонтанная флора территории Главного ботанического сада как отражение динамики внедрения чужеродных видов растений в естественные экосистемы. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2020. 385 с.
4. *Виноградова Ю.К.*, Ткачева Е.В., Бринзда Я., Майоров С.Р., Островский Р. К биологии цве-

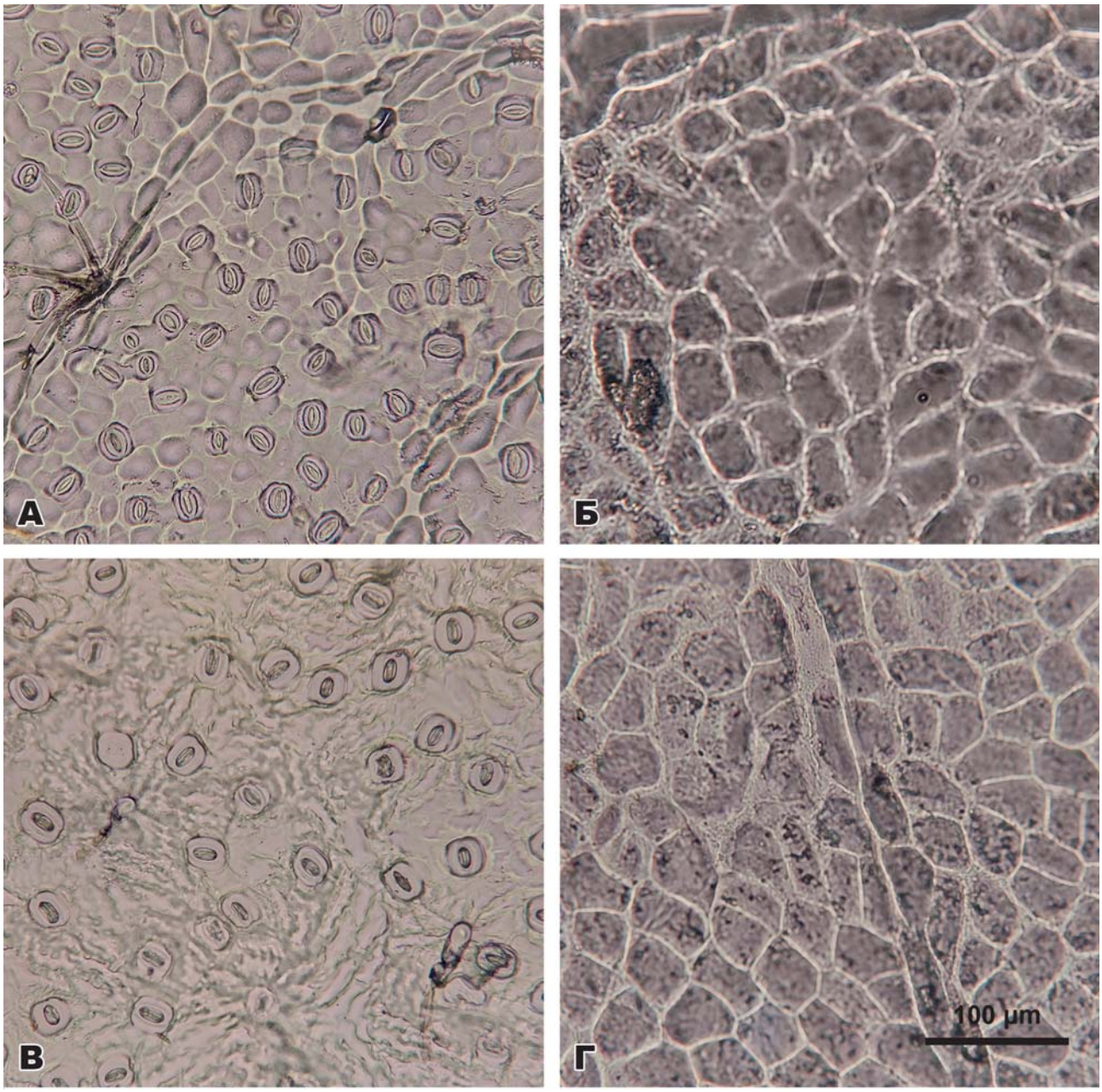

Рисунок. Строение нижнего и верхнего эпидермиса листа: А, Б – *Quercus robur* L., В, Г – *Q. rubra* L.
Figure. Structure of the lower and upper epidermis of the leaf: A, Б – *Quercus robur* L., B, Г – *Q. rubra* L.

тения чужеродных видов. 2. *Robinia pseudoacacia*, *R.* × *ambigua*, *R. neomexicana* // Российский журнал биологических инвазий. 2012. Т. 5, N 4. С. 10–26.
5. *Древесные растения* Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН: 60 лет интродукции / отв. ред. А.С. Демидов. М.: Наука, 2005. 586 с.
6. *Ермохин М.В.*, Барсукова Т.Л., Короткевич Н.А., Лукин В.В., Курпатов А.М. Экспансия дуба красного (*Quercus robur* L.) в лесных экосистемах Беларуси // Ботаника (исследования). 2020. Вып. 49. С. 62–72.
7. *Куклина А.Г.*, Виноградова Ю.К., Ткачева Е.В. К биологии цветения чужеродных видов. 3. *Caragana arborescens* Lam. и *C. laeta* Kom. // Российский журнал биологических инвазий. 2015. Т. 8, N 3. С. 22–39.
8. *Мазин А.М.*, Константинова Е.А., Мазина С.Е. Возможность естественного возоб-

новления *Quercus rubra* L. и *Quercus robur* L. в Москве и Московской области // Актуальные проблемы экологии и природопользования. Сборник трудов XXIV Международной научно-практической конференции (Москва, 20–22 апреля 2023 г.). М., 2023. Т. 1. С. 28–32.
9. *Майоров С.Р.*, Алексеев Ю.Е., Бочкин В.Д., Насимович Ю.А., Щербаков А.В. Чужеродная флора Московского региона: состав, происхождение и пути формирования. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2020. 576 с.
10. *Третьяков Д.И.* Адвентивная фракция флоры Беларуси и ее становление // Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики. Материалы IV Рабочего совещания по сравнительной флористике. Санкт-Петербург, 1998. С. 250–259.
11. *Третьяков Н.Н.* Практикум по физиологии растений. М.: Агропромиздат, 1990. 271 с.
12. *Файвуш Г.М.*, Таманян К.Г. Инвазивные и экспансивные виды растений Армении. Ереван, 2014. 272 с.
13. *Якушев Н.Н.*, Березуцкий М.А. Дуб красный (*Quercus rubra* L., Fagaceae) – новый адвентивный вид флоры севера Нижнего Поволжья // Поволжский экологический журнал. 2007. N 2. С. 184–186.
14. *Vinogradova Yu.K.*, Grygorieva O.V., Vergun O.M. Stomatal structure in *Solidago* L. species as the index of their adaptation opportunities // Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality. 2019. N 3. P. 101–110.

Поступила в редакцию: 29.12.2023

UDC 581.524.2:633.872.1

STOMATAL APPARATUS OF *QUERCUS RUBRA* L. AS AN INDICATOR OF ITS ADAPTIVE CAPABILITIES

V.V. Sokolova, V.V. Grevtsova

Federal State Budgetary Institution for Sciences
Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of Russian Academy of Sciences

Features of the stomatal apparatus can be used to assess the adaptive capabilities of alien species. Native *Quercus robur* L. and introduced *Quercus rubra* L. grow together in the arboretum of the Main Botanical Garden of the RAS and do not differ significantly in stomatal density (363.1±6.3 pcs./mm^2 in *Q. robur* and 369.8±4.7 pcs./mm^2 in *Q. rubra*), while the relative transpiration area index of *Q. rubra* is 1.3 times higher than that of *Q. robur* (20.9 % and 15.7 %, respectively). In addition, in *Q. rubra* it exceeds 12 %, and it can be assumed that in the future there will be an expansion of its secondary range with an increase in invasive activity.

Key words: *Quercus rubra*, *Quercus robur*, stomata, invasive plants

Citation: Sokolova V.V., Grevtsova V.V. Stomatal apparatus of *Quercus rubra* L. as an indicator of its adaptive capabilities // Industrial Botany. 2024. Vol. 24, N 1. P. 173–176. DOI: 10.5281/zenodo.10937725