

Микроморфологическое исследование нимфейных Приамурья

Micromorphological study of the Nymphaeaceae in the Amur region

Цыренова Д. Ю.

Tzyrenova D. Ju.

Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск, Россия. E-mail: Duma@mail.ru
Pacific National University, Khabarovsk, Russia

Реферат. В статье представлены результаты микроморфологического исследования двух видов нимфейных – эвриалы устрашающей (*Euryale ferox* Salisb.) и кубышки японской (*Nuphar japonica* DC.), сем. Nymphaeaceae Salisb. Приведены подробные описания листовой пластинки и черешка. Определены основные гистолого-топографические комплексы и их пропорции, гистохимические особенности. При обобщении результатов исследования выявлены конституционные, адаптивные и таксоноспецифичные признаки.

Ключевые слова. Микроструктура листовой пластинки и черешка, Приамурье, *Euryale ferox*, *Nuphar japonica*, Nymphaeaceae.

Summary. The article presents the results of a micromorphological study of two species of nymphaeans – *Euryale ferox* Salisb. and *Nuphar japonica* DC., fam. Nymphaeaceae Salisb. Detailed descriptions of the leaf blade and petiole are given. The main histological and topographic complexes and their proportions, histochemical features have been determined. When summarizing the results of the study, constitutional, adaptive and taxon-specific characteristics were revealed.

Key words. Amur region, *Euryale ferox*, leaf blade and petiole microstructure, *Nuphar japonica*, Nymphaeaceae.

Семейство Nymphaeaceae Salisb. объединяет типичных макрогидрофитов пресноводных водоемов по всему земному шару (Тахтаджян, 1987). Представители характеризуются признаками гидрофитной эволюции растений. Прежде всего, они – вторично-бессосудистые. Нимфейные напоминают однодольных (атактостелия, отсутствие камбиальной активности, закрытые проводящие пучки, развитие точки роста побега и корневого чехлика (Снигиревская, 1980). Во флоре Дальнего Востока России нимфейные представлены тремя родами: *Nymphaea* L., *Nuphar* Smith. и *Euryale* Salisb. (Цвелев, 1987).

Объектами нашего исследования стали два вида – эвриала устрашающая (*Euryale ferox* Salisb.) и кубышка японская (*Nuphar japonica* DC.). Оба вида находятся под угрозой исчезновения на северном и северо-восточном пределах распространения и внесены в список охраняемых растений (Красная книга Российской Федерации, 2008).

Euryale ferox – южноазиатский субтропический вид с реликтовым ареалом в странах Восточной Азии умеренной зоны (Китай, п-ов Корея, Япония), охватывая юг Дальнего Востока России (Цвелев, 1987; Flora of China. URL: <http://www.efloras.org/>). На российском Дальнем Востоке естественные местонахождения вида отмечаются преимущественно в долине р. Уссури (Цвелев, 1987). Недавно он обнаружен также в окрестностях г. Биробиджана Еврейской автономной области (Рубцова, 2009).

Nuphar japonica – амуро-корейско-японский вид (Ohwi, 1965; Цвелев, 1987; Lee, 2007). На Дальнем Востоке России вид встречается лишь в нижнем течении р. Кия – притока бассейна р. Уссури. Узколокальные дальневосточные популяции этого вида представляют собой самую северную материковую часть ареала преимущественно островного японского вида.

Анализ литературы показал изученность внешней морфологии, семенного размножения в культуре и распространения видов в регионе (Нечаев, Павленко, 1969; Павленко, 1971, Мурдахаев, 1976; Крюкова, 2005). Несмотря на значительный интерес к видам как реликтовым представителям флоры региона, все еще остаются слабо изученными вопросы морфологии, анатомии, биологии и филогении видов.

Цель работы – обобщение результатов микроморфологического исследования вегетативных органов *E. ferox* и *N. japonica* на материале с Приамурья.

Образцы *E. ferox* собраны нами в окрестностях г. Биробиджана ЕАО в сентябре 2020 г., образцы *N. japonica* – р. Кия в пос. Переясловка р-на им. Лазо Хабаровского края в августе 2014 г. Собранный материал фиксировали в 70° спирте. Исследования проведены по общепринятой методике микроструктурного анализа (Фурст, 1979). Поперечные срезы органов сделаны лезвием бритвы от руки в трех повторностях. Окрашивание производили спиртовым раствором флороглюцина с каплей концентрированной соляной кислоты. Готовые препараты просматривались с помощью микроскопа Биолам–ЛОМО и цифрового микрокомплекса Альтами БИО 8. При определении размеров клеток и пропорции гистологических зон использовали стандартные окуляр-микрометр М–ЛОМО и объект-микрометр ОМО. Визуализация микропрепаратов производилась цифровой камерой для микроскопа TourCam с использованием программного обеспечения TourView.

Конституционные особенности. Анатомические особенности листа у изученных видов коррелируют со степенью экспозиции их воздушной среде. Мезофилл плавающих и надводных листьев имеет дорзовентральное строение. Палисадная паренхима фотосинтезирующая, относительно компактная и многослойная с продольно вытянутыми узкими клетками. Губчатая паренхима представлена преимущественно аэренхиматизирована диффузными межклетниками диаметром 120–500 мкм. Лист армируется астроклеридами с мельчайшими ромбическими кристаллами. Многочисленные и многоветвистые астроклериды развиты у *N. japonica*. У *E. ferox* они – немногочисленные и маловетвистые. Листовая пластинка плавающих на поверхности воды листьев у *E. ferox* эпистоматического типа. Возвышающиеся над водой листья у *N. japonica* – гипостоматического типа. Устьица нормального строения. Устьица крупные (длиной ~160 мкм, шириной ~130 мкм), замыкающие клетки почковидно-бобовидные, устьичные щели широко открыты. Устьичные аппараты у изученных видов однотипные – аномоцитные. Обнаружены различные выросты эпидермального происхождения – гидропоты, кроющие и головчатые трихомы у *E. ferox*, эфиромасличные железки у *N. japonica*. Многочисленные длинные заостренные эмергенции (шипы) эпидермально-субэпидермального происхождения имеются у *E. ferox*.

Черешок у изученных видов характеризуется микроструктурой осевого органа с типичными гистолого-топографическими комплексами. Эпидерма черешка у изученных видов однослойная и выполняет секреторную функцию. Зона первичной коры дифференцирована на внешний и внутренний участки. Внешняя кора у изучаемых видов одинаково занята 5–6–7 слоями уголкового колленхимой. Компактная (а не диффузная) локализация многослойной субэпидермальной уголкового колленхимы является нетипичной для макрогидрофитов (Efremov, 2016). Внутренняя кора устроена по-разному. Она выполнена диффузной аэренхимой у *E. ferox*, напротив, у *N. japonica* – ажурной аэренхимой с правильной сетью воздухоносных полостей. У изученных видов в черешках обнаруживается атактостела. Различия между видами проявляются по типу проводящих пучков. У *E. ferox* обнаружены своеобразные парные концентрические пучки с общей воздухоносной полостью, у *N. japonica* – коллатеральные пучки. Сосудистые элементы ксилемы частично или полностью замещены одним-двумя воздухоносными полостями. Пучки без обкладок. Камбий отсутствует.

Адаптивные особенности. У изученных видов в листьях проявляется спектр микроморфологических адаптаций, характерных для гидроморфной эволюции растений. Общая аэренхиматизация, редукция проводящих элементов, слабая склерификация тканей – адаптивные особенности вида. Ассимилирующие нормально развитые листья характеризуются типичными признаками органов, находящихся в двух средах обитания. Общая черта в их строении – дорзовентральность мезофилла и различие верхней и нижней сторон листовой пластинки. Секреторные образования эпидермального происхождения обеспечивают гидроизоляционную защиту органам растений в водной среде.

Таксоноспецифичные особенности. К таксономическим признакам семейства Nymphaeaceae относятся присутствие атактостелы в осевых органах и астроклериидов в вегетативных органах (Тхатаджян, 1987; Angiosperm Phylogeny Website URL: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>). Выявленные у изученных представителей атактостела и астроклерииды дают основание рассматривать их в составе семейства Nymphaeaceae. В ходе исследования также подтверждается микроморфологическими признаками принадлежность их к разным подсемействам. Признаком подсемейственного ранга можно считать тип проводящего пучка. Однако, как нами выявлено ранее, вид *E. ferox* по присутствию парных концентрических пучков близок к *Brasenia schreberi* J. F. Gmel. из монотипного семейства Cabombaceae A. Rich. (Tsyrenova, 2020).

Таким образом, исследована микроструктура листа и черешка у двух видов семейства нимфейных *E. ferox* и *N. japonica*. Фактические данные, полученные в ходе исследования, дополняют общую характеристику видов, дают некоторые основания для уточнения их таксономического положения в системе семейства Nymphaeaceae. Дальнейшие исследования будут связаны с микроструктурным анализом корневой системы и репродуктивных органов видов.

Благодарности. Автор признательна студентам Г. Г. Шарину и Н. И. Уртяковой за помощь в сборе и обработке первичного материала.

ЛИТЕРАТУРА

- Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). – М.: Товарищество науч. изданий КМК, 2008. – 855 с.
- Крюкова М. В. Флора водоемов Нижнего Амура. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 160 с.
- Мальшиев Л. И. Сем. Cabombaceae. Сем. Nymphaeaceae // Конспект флоры Азиатской России: Сосудистые растения / Под ред. К. С. Байкова. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – С. 28–30.
- Мурдахаяв Ю. М. Особенности интродукции лотосов (*Nelumbonaceae* Dumort.) и некоторых представителей кувшинковых (*Nymphaeaceae* Salisb.), выращиваемых в открытых бассейнах Ботанического сада АН УзССР в Ташкенте // Интродукция и акклиматизация растений, 1976. – Вып. 13. – С. 81–159.
- Нечаев А. П., Павленко Г. Е. *Nuphar japonica* DC. на юге Хабаровского края // Бот. журн., 1969. – Т. 54, № 6. – С. 931–993.
- Павленко Г. Е. Редкое водное растение Дальнего Востока // Изв. Сиб. Отд. АН СССР, 1971. – Вып. 15. – Сер. Биол. наук. – № 3. – С. 162–163.
- Рубцова Т. А. Флористические находки на территории Еврейской автономной области // Бот. журн., 2009. – Т. 94, № 8. – С. 1244–1247.
- Снигиревская Н. С. Семейство нимфейные, или кувшинковые (*Nymphaeaceae*) // Жизнь растений. – М.: Просвещение, 1980. – Т. 5(1). – С. 182–188.
- Тахтаджян А. Л. Система магнолиофитов. – Л.: Наука, 1987. – 439 с.
- Фурст Г. Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. – М.: Наука, 1979. – 159 с.
- Цвелев Н. Н. Сем. Кабомбовые – Cabombaceae. Сем. Кувшинковые – Nymphaeaceae // Сосудистые растения советского Дальнего Востока / Отв. ред. С. С. Харкевич. – Л.: Наука, 1987. – Т. 2. – С. 21–30.
- Angiosperm Phylogeny Website. Version 13. URL: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/> (Accessed 19 March 2021).
- Efremov A. N. Anatomy and morphology of vegetative organs and inflorescence of *Stratiotes aloides* L. (*Hydrocharitaceae*) // Inland Water Biology, 2016. – Vol. 9, № 1. – P. 27–38.
- Flora of China – *Euryale ferox*. URL: <http://www.efloras.org/> (Accessed 20 February 2021).
- Lee Yong No. Flora of Korea. – Seoul: Kyo-Hak Publishing Co., Ltd., 2007. – 1237 p.
- Ohwi J. Flora of Japon. – Washington, 1965. – 1068 p.
- Tsyrenova D. Ju.. Micromorphology of relict hydrophytes from the Lower Amur Region // Inland Water Biology, 2020. – Vol. 13, № 4. – P. 496–502.