

УДК 581.41

СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ *Nelumbo nucifera* (Nelumbonaceae) НА СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦЕ АРЕАЛА

© 2020 г. Н. П. Савиных^а, И. А. Коновалова^а, *, М. Н. Шаклеина^а, Е. В. Лелекова^а

^аВятский государственный университет, Киров, Россия

*e-mail: S-dulcamara@yandex.ru

Поступила в редакцию 18.04.2019 г.

После доработки 23.05.2019 г.

Принята к публикации 22.07.2019 г.

На основе биоморфологического анализа описана структурная организация *Nelumbo nucifera* Gaertn. Побеговая система представлена полурозеточными поликарпическими вегетативно-генеративными осями; модель побегообразования – моноподиальная полурозеточная. Анатомическое строение стебля, черешка и цветоноса *N. nucifera* соответствует представителям однодольных растений.

Ключевые слова: *Nelumbo nucifera*, модульная организация, побеговая система, модель побегообразования, моноподий, центр закрепления, анатомическое строение органов

DOI: 10.31857/S032096522003016X

ВВЕДЕНИЕ

Nelumbo nucifera Gaertn. (лотос орехоносный) – представитель сем. Лotosовые (Nelumbonaceae) класса Двудольные. Согласно классификации И.Г. Серебрякова (Серебряков, 1964), он гидрофит, относится к типу плавающих и подводных трав, хорошо переносит временное понижение уровня воды, оказываясь на суше (Папченков, 1985, 2003). Растению свойственна гетерофиллия: наряду с подводными сидячими чешуевидными у него присутствуют плавающие и поднимающиеся за счет длинных черешков высоко над водой листья с округло-щитковидными листовыми пластинками. Чешуевидные листья плотно охватывают молодые почки, выполняют функцию специализированной почечной чешуи, после разворачивания почки в побег отмирают (разрушаются). Цветки крупные, одиночные, пазушные, обоеполые, ярко-розовые.

N. nucifera встречается в Китае, Индокитае, на п-ове Индостан, в Индии, на о. Цейлон, в южной Японии, на о-вах Малайского архипелага, Филиппинских о-вах, в Австралии, Республике Азербайджан, Иране (Крюкова, Снигиревская, 2008; Куприянова, 2016).

Территория России включается в северную часть ареала *N. nucifera*. В европейской части страны лотос распространен по берегам Каспийского моря (Гроссгейм, 1940; Снигиревская, 1988), в дельте р. Волга (Лабутина, Балдина, 2009). На Дальнем Востоке он растет в бассейне среднего и нижнего течения р. Амур, в дельте р. Зея, в старицах рек Бу-

рея, Тунгуска, Уссури, на Приханкайской низменности и на о. Путятин (Качура, 1981; Крюкова, 2000; Кудрин, 1990, 2003; Куренцова, 1968; Харкевич и др., 1995). В результате интродукции *N. nucifera* появился в ряде лиманов в дельте р. Кубань и на побережье Азовского моря, где к настоящему времени образует обширные заросли (Лисицына, Папченков, 2000). В Краснодарском крае лотос орехоносный растет в Темрюкском районе, в Долине лотосов (Куприянова, 2016).

N. nucifera культивируется в ботанических садах г. Санкт-Петербург (Санкт-Петербургский государственный университет), г. Краснодар (Кубанский госуниверситет) и в дендрарии г. Сочи (Растения..., 2005). Он занесен в Красную книгу РФ (Крюкова, Снигиревская, 2008) со статусом III, региональные Красные книги Астраханской (Красная..., 2004) и Амурской областей (Красная книга..., 2009), Еврейской АО (Красная..., 2006), Хабаровского края (Красная..., 2008) и др. Охраняется на территориях заповедников Астраханский, Хинганский, Ханкайский и ряда памятников природы (Троицкий, 1953; Шехов, 1998).

N. nucifera в природе предпочитает заболоченные водоемы с проточной водой и медленным течением (Куренцова, 1968). Встречается по мелководьям (глубиной ≤2–2.5 м) рек и озер, имеющих мощный слой илистых донных отложений. Корневища лотоса располагаются в непромерзающем иле, что позволяет растению выносить морозы до –30°C (Куприянова, 2016). При благоприятных условиях лотос орехоносный часто образует мо-

нодоминантные заросли и выступает в качестве эдификатора сообществ водных растений.

К лимитирующим факторам, ограничивающим существование *N. nucifera*, относят загрязнение поверхностных вод, гидротехническое строительство, мелиоративные работы в поймах рек, выпас, рекреационные нагрузки, а также применение удобрений на площади возделывания риса, что ведет к нарушению естественных местообитаний. Лотос страдает от сбора цветков, плодов и подземных органов, которые поедают кабан и ондатра. Изменения условий среды, приводящие к полному осушению озер, также сокращают его ареал.

N. nucifera – один из древнейших представителей цветковых растений, реликт третичной флоры (Куренцова, 1968). Известен с древних времен своей пищевой и фармакологической ценностью (Куприянова, 2016). В связи с этим в настоящее время большое внимание уделяется вопросам генетики, интродукции и акклиматизации *N. nucifera*, мониторинга его распространения, влияния на состояние водоемов, практического применения (Кудрин, 1990, 2003; Куприянова, 2016; Лабутина, Балдина, 2009; Троицкий, 1953; Чуйков, 2013; Шехов, 1998; Ahn et al., 2014; Chaudhuri, Singh, 2013; Diao et al., 2016; Ki et al., 2009; Rho, Yoon, 2017).

Работы по биоморфологии и анатомии неизвестны. Однако именно такие данные позволяют определять запасы, состояние, возможное использование, а также охрану, воспроизведение ценопопуляций и создание искусственных плантаций вида с сохранением основных экосистемных функций естественных водоемов.

Цель работы – изучить структуру побеговой системы и анатомию органов *N. nucifera* на северной границе ареала в европейской части России.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Побеговые системы *N. nucifera* исследованы в посадках в дельте р. Волги в окрестностях с. Самосделка Астраханской обл. в августе 2017 г. В лабораторных условиях проведен анализ побеговых систем, промежуточных почек и поперечных срезов стебля, черешка и цветоноса. В результате натурных исследований изучено 32 особи, для камеральной обработки изъято десять побеговых систем.

За основу исследования принят разработанный И.Г. Серебряковым (Серебряков, 1952, 1954) на базе сравнительно-морфологического метода способ описания конкретных структур, модель побегообразования оценена в соответствии с подходами Т.И. Серебряковой (Серебрякова, 1977, 1981), модульная организация – согласно представлениям Н.П. Савиных (Савиных, 2002). Жиз-

ненная форма охарактеризована в соответствии с классификацией И.Г. Серебрякова (Серебряков, 1964), экологическая группа – по В.Г. Папченкову (Папченков, 1985, 2003). Для лучшего микроскопирования анатомические срезы окрашивали по методу Мейле – перманганатная реакция (Барыкина и др., 2004). В дальнейшем их анализировали, используя микроскоп Motic VA300 со встроенным видеоокуляром.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Из грунта было изъято несколько побеговых систем. Они состояли из оси *n*-го порядка длиной до 7 м с сформировавшимися центрами закрепления в каждом узле и отходящими от них боковыми осями длиной до 3 м (рис. 1). Междоузлия главной оси длинные (до 1 м) и толстые (до 1.8 см). У боковых осей они того же строения, но короче и тоньше. В побеговой системе *N. nucifera* закономерно и последовательно чередуются два элементарных модуля. Первый образован длинным междоузлием, узлом с чешуевидным листом и генеративной пазушной почкой или без нее (у боковых осей). Он обеспечивает расселение и репродукцию растения. Далее следует второй элементарный модуль из короткого междоузлия, узла с листом срединной формации и почкой или побегом замещения в его пазухе. Этот модуль служит в основном для ассимиляции, ветвления, заполнения пространства, занятого исходной осью. Структура из модулей повторяется ритмично и закономерно в течение всего вегетационного сезона, соответствует элементарному побегу (Грудзинская, 1960), формирующемуся за один период роста.

Развитие побеговых систем определяется строением почек лотоса. Мы изучили почки побегов всех порядков ветвления в собранных побеговых системах. Они размером 5 × 1.8 см, имеют на поверхности мясистый чешуевидный лист (рис. 2а). В его пазухе находится генеративная почка (рис. 2б). Далее располагается зачаток воздушного листа с особой структурой из двух почек, закрытых общей чешуей (рис. 2в). Меньшая по размеру почка представляет собой пазушную почку листа срединной формации. В будущем она реализуется в побег замещения, выполняющий функцию ветвления и расселения (у этих побегов мы не наблюдали цветков и плодов). Более крупная почка – апикальная, вегетативно-генеративная, в ней заложены структуры двух элементарных модулей следующего кванта роста и конус нарастания (рис. 2г).

Развитие апикальной почки начинается с формирования длинного междоузлия и разворачивания воздушного листа. Чешуевидный лист при этом разрывается, верхушка оси отдалается от исходного центра за счет формирования длинного



Рис. 1. Фрагмент побеговой системы *N. nucifera*: $n, n + 1$ – порядки ветвления побегов; 1 – отмирающая часть побега; 2 – часть побега текущего года; 3 – придаточные корни; 4 – чешуевидный лист; 5 – воздушный лист; 6 – цветок; 7 – генеративная почка; 8 – вегетативная почка; 9 – вегетативно-генеративная почка.

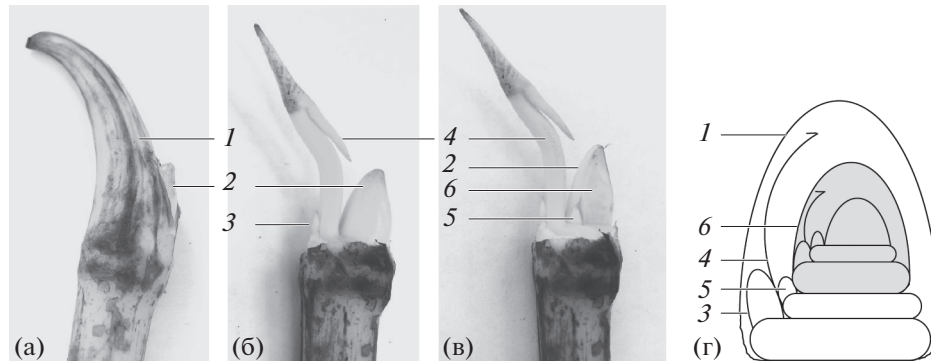


Рис. 2. Промежуточная почка *N. nucifera*: а – с чешуевидным листом, б – без чешуевидного листа, в – продольный разрез через структуры, г – схема строения (серым цветом отмечен один квант роста). 1 – чешуевидный лист, 2 – почки, закрытые чешуевидным листом, 3 – генеративная почка, 4 – воздушный лист, 5 – вегетативная почка, 6 – вегетативно-генеративная почка.

междоузлия первого элементарного модуля следующего кванта роста. Позднее одновременно развиваются обе боковые структуры: цветок и побег замещения. Образуются узловые придаточные корни. Так формируется центр закрепления *N. nucifera* (рис. 3а). Он состоит из двух сближенных узлов с разрушившимся чешуевидным листом и листом срединной формации, основной цветоножки, бокового побега замещения и длинного междоузлия следующего элементарного побега, узловых придаточных корней (рис. 3б). У таких структур нет почек для формирования побегов в будущем. По-видимому, основная функция их – это закрепление, минеральное питание и репродукция. В них все реализуется здесь и сейчас.

К концу вегетационного сезона нарастание осей прекращается, в стебле апикальных почек откладывается крахмал, формируются специализированные диаспоры, подобные турионам, которые обеспечивают перезимовку и вегетативное размножение. Именно эти структуры используются в пищу.

Морфологическая целостность особи длится не более двух лет и может прекратиться в конце первого вегетационного сезона в ходе морфологической дезинтеграции при разрушении длинных междоузлий и отделении парциальных структур в виде центров закрепления и диаспор.

Таким образом, *N. nucifera* расселяется за счет длинных междоузлий, а размножается вегетативно путем их разрушения (неспециализированная морфологическая дезинтеграция) и специализированными диаспорами.

Традиционно это растение в определителях и флорах называют многолетним. Детальный морфологический анализ показал, что многолетние части в структуре особей у *N. nucifera* отсутствуют из-за раннего морфологического распада особей. Поэтому большую часть своей жизни растение существует в виде клона, состоящего из отдельных недолго живущих особей вегетативного происхождения. Заросли *N. nucifera* формируются за счет высокой энергии вегетативного размножения с образованием потомков с многочисленными длинными придаточными корнями. Это обеспечивает длительное существование растения на занятой территории. На основании вышеизложенного жизненную форму лотоса определяем как поликарпик; летне-зеленый вегетативно подвижный полицентрический малолетник с моноподиальной полурозеточной моделью побегообразования и ранней неспециализированной морфологической дезинтеграцией.

Специфические особенности *N. nucifera* определены и на тканевом уровне. Согласно общепринятым представлениям, в строении стебля выде-

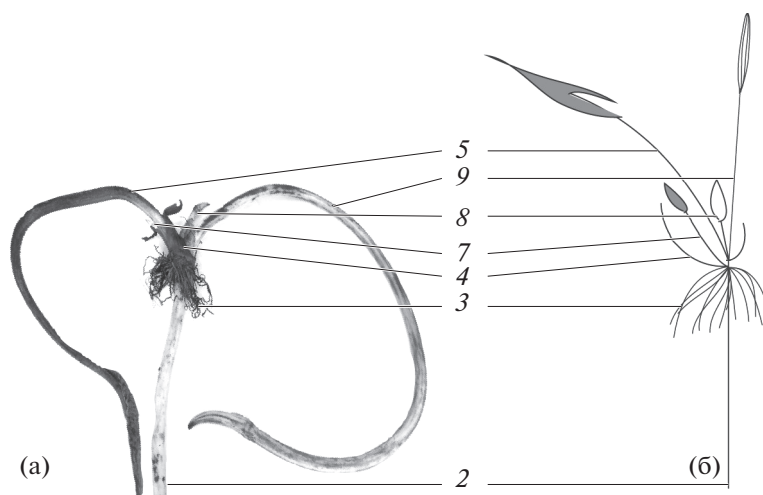


Рис. 3. Центр закрепления *N. nucifera*: а – внешний вид; б – схема; условные обозначения см. на рис. 1.

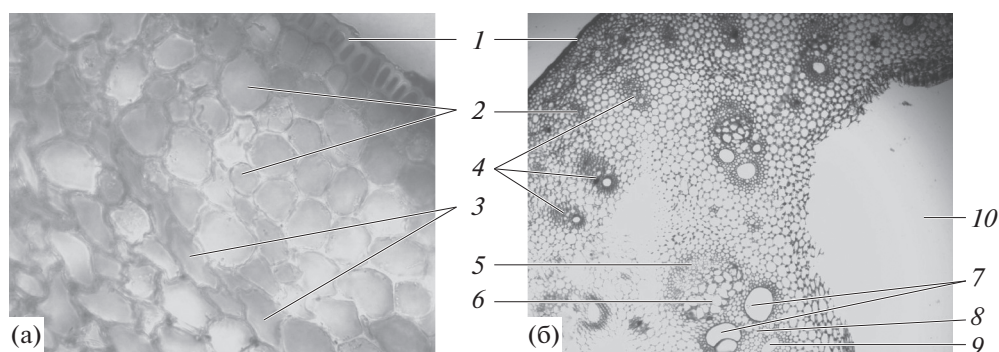


Рис. 4. Эпидерма с первичной корой (а) и фрагмент поперечного среза стебля (б) *N. nucifera*. 1 – клетки эпидермы, 2 – округлые паренхимные клетки первичной коры, 3 – уплощенные паренхимные клетки первичной коры, 4 – проводящие пучки, 5 – склеренхима, 6 – флоэма, 7 – сосуды ксилемы, 8 – древесинная паренхима, 9, 10 – воздухоносные полости.

ляют три анатомо-топографические зоны: покровную ткань, первичную кору и центральный цилиндр.

Покровная ткань представлена эпидермой, ее клетки на поперечном срезе имеют цилиндрическую форму. Клеточные стенки утолщены с наружной и боковых сторон, что обеспечивает их прочность и противостояние на разрыв (рис. 4а).

Первичная кора занимает небольшой объем стебля, слагается пятью-шестью слоями клеток округлой или неправильной формы, близкой к ней (рис. 4а). Некоторые из них уплощаются и приобретают неправильную прямоугольную либо близкую к шиловидной форму (рис. 4а). Кора представлена только паренхимными клетками без включения механических элементов, видимо, из-за условий местообитания растения: ось располагается горизонтально, а цветки и листья поддерживаются выталкивающей силой воды.

Глубже расположена стела, не отделенная от первичной коры эндодермой, так как последняя не выражена. Проводящие пучки, в отличие от типичных для двудольных растений, располагаются в несколько концентрических кругов. Ближе к центральной полости их размеры увеличиваются, в тканях паренхимы между пучками образуются крупные межклетники (рис. 4б). Паренхимные клетки содержат много крахмальных зерен, что обеспечивает запас питательных веществ и в стебле.

Сосудисто-волокнистые пучки коллатеральные закрытые, что несвойственно для двудольных. Они имеют небольшую механическую обкладку из склеренхимы (рис. 4б). Проводящие ткани представлены ксилемой и флоэмой, камбий между ними отсутствует.

Флоэма составлена ситовидными трубками, клетками спутницами и лубяной паренхимой (рис. 4б, б). Ксилема включает два крупных сосу-

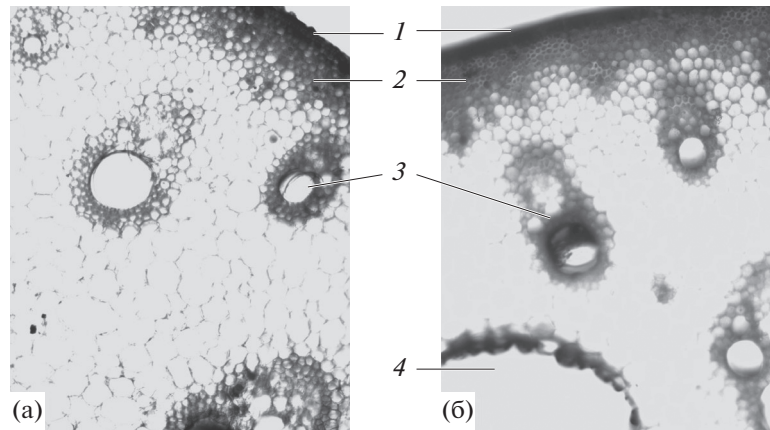


Рис. 5. Фрагмент поперечного среза цветоножки (а) и черешка листа (б) *N. nucifera*. 1 – покровная ткань, 2 – склеренхима, 3 – проводящие пучки, 4 – воздухоносная полость.

да, у мелких пучков может быть один (рис. 4б, 7). Также в состав пучка входит воздухоносная полость.

Таким образом, строение сосудисто-волокнистого пучка *N. nucifera* типично для проводящих пучков однодольных растений.

Цветоножка и черешок ассимилирующего листа имеют одинаковое строение и расположение тканей (рис. 5). Покровная ткань, как и в стебле, представлена эпидермой идентичного строения. Под ней расположен слой механической ткани – склеренхимы, который не выражен в стебле. Появление этой ткани в структуре органов связано с их вертикальным, а также с внутриводным положением и обеспечивает поддержание листьев с крупными листовыми пластинками и цветка. Дальнейшее строение внутренней структуры идентично описанному в стебле.

Внутреннее строение стебля, черешка воздушного листа и цветоноса имеет строение, типичное для однодольных растений, что противоречит принадлежности *N. nucifera* к классу двудольных. Неравномерное утолщение клеточных стенок эпидермы, наличие склеренхимы вокруг проводящих пучков стебля и в первичной коре черешка и цветоноса, крупные воздухоносные полости обеспечивают успешное произрастание лотоса в воде.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Побегообразование лотоса аналогично квантированному росту, описанному для наземных древесных и травянистых растений (Серебрякова, 1971; Шилова, 1988; Шмидт, 1968), а также водных трав (Лапиров, 2008). Квантированность роста у лотоса определяется, видимо, чередованием процессов расселения/цветения и ассимиляции, когда цветки образуются в пазухе чешуе-

видного листа модуля с длинным междоузлем каждый раз после разворачивания ассимилирующего листа. В результате побеговая система *N. nucifera* состоит из полурозеточных поликарпических (из-за многократного одновременного заложения цветков в структуре элементарных побегов в течение вегетационного сезона) вегетативно-генеративных осей, развивающихся по моноподиальной полурозеточной модели побегообразования.

Побегообразование *N. nucifera* с периодическим формированием ритмически развивающихся репродуктивных структур, непрерывным образованием за вегетационный период нескольких следующих друг за другом побегов ветвления и растянутым периодом семенной репродукции аналогично итеративному ветвлению (термин по: Troll, 1964) водных трав. Сходство состоит в ритмичном образовании побегов и их типе. Отличие наблюдается в способе нарастания побеговых систем: моноподиальное с образованием элементарных побегов у лотоса и симподиальное с формированием побегов замещения – при типичном итеративном ветвлении. Более того у побеговых систем лотоса с образованием элементарных побегов не увеличивается число функционально единых осей. По пути типичного итеративного ветвления других водных трав у лотоса образуются побеги замещения. Они формируются одновременно с нарастанием главной оси, в то время как при симподиальном нарастании главная ось прекращает свое развитие. В результате за один вегетационный сезон формируются побеговые системы в виде моноподиев нескольких порядков ветвления, а растение быстро не только занимает значительные пространства, но и заполняет их за счет развития боковых осей.

Выводы. *N. nucifera* – древнейший представитель цветковых растений из числа вторично вод-

ных трав, сохранивший исходные признаки этой группы. В их числе – квантированное моноподиальное нарастание с образованием элементарных побегов в сочетании с итеративным ветвлением, за счет чего растение не только занимает пространство, но и осваивает его. По-видимому, структурные единицы из двух элементарных модулей, возникающих ритмически и закономерно в ходе моноподиального нарастания, у *N. nucifera* можно признать промежуточными модулями (термин по: Бобров, 2008), еще одной их категорией наряду с элементарными и универсальными (одноосными побегами). Анатомическое строение стеблей, черешков и цветonoсов лотоса с типичной структурой таковых у эволюционно более продвинутых растений из класса Однодольные демонстрирует гетерохронию – разновозрастность признаков в пределах одного таксона. Поскольку настоящее исследование проведено на небольшом объеме материала в виду охраны вида, требуется дальнейшее изучение *N. nucifera*, в частности его сезонного развития и онтоморфогенеза.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование проведено при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 16–04–01073.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятков А.Г. и др. 2004. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. Москва: Изд-во МГУ.
- Бобров Ю.А. 2008. Промежуточный модуль – вспомогательный уровень морфологического анализа // Вестник Тверского государственного университета. Сер. биология и экология. № 9. С. 16.
- Гроссгейм А.А. 1940. Лотос в СССР // Бот. материалы Гербария Бот. ин-та АН СССР. Т. 8. Вып. 4–9. С. 130.
- Грудзинская И.А. 1960. Летнее побегообразование у древесных растений и его классификация // Бот. журн. Т. 45. № 7. С. 968.
- Качура Н.Н. 1981. Редкие виды растений советского Дальнего Востока и их охрана. Москва: Наука.
- Красная книга Амурской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. 2009. Благовещенск: Изд-во Белорус. гос. пед. ун-та.
- Красная книга Астраханской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения объекты животного и растительного мира. 2004. Астрахань: Нижневолжский центр экологического образования.
- Красная книга Еврейской автономной области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. 2006. Новосибирск: АРТА.
- Красная книга Хабаровского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. 2008. Хабаровск: Издательский дом “Приамурские ведомости”.
- Крюкова М.В. 2000. Флористические находки на Среднеамурской низменности // Бот. журн. Т. 85. № 11. С. 122.
- Крюкова М.В., Смигиревская Н.С. 2008. Семейство Лотосовые – Nelumbonaceae // Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). Москва: Товарищество научных изданий КМК. С. 348.
- Кудрин С.Г. 1990. Водные реликты Хинганского государственного заповедника // Бот. журн. Т. 75. № 10. С. 1461.
- Кудрин С.Г. 2003. Динамика восстановления *Nelumbo komarovii* (Nelumbonaceae) на юго-востоке Амурской области // Бот. журн. Т. 88. № 8. С. 83.
- Куприянова Н.Б. 2016. Краснодарский лотос: успешность интродукции и акклиматизации // Ресурсы региона: культурно-историческое развитие в контексте науки и образования. Славянск-на-Кубани: Кубанский государственный университет. С. 248.
- Куренцова Г.Э. 1968. Реликтовые растения Приморья. Ленинград: Наука.
- Лабутина И.А., Балдина Е.А. 2009. Мониторинг распространения лотоса в дельте Волги // Вестник Московского университета. Сер. 5: География. № 9. С. 27.
- Лапиров А.Г. 2008. Явление квантированности роста в метамерной организации побега некоторых представителей семейства Alismataceae Vent. // Вестник Тверского государственного университета. Серия “Биология и экология”. Вып. 9. С. 122.
- Лисицына Л.И., Папченков В.Г. 2000. Флора водоемов России: Определитель сосудистых растений. Москва: Наука.
- Папченков В.Г. 1985. О классификации макрофитов водоемов // Экология. № 6. С. 8.
- Папченков В.Г. 2003. О классификации растений водоемов и водотоков // Гидробиотика: методология, методы: Матер. Школы по гидробиотике. Рыбинск: Дом печати. С. 23.
- Растения Красной книги России в коллекциях ботанических садов и дендрариев. 2005. Москва: Гл. бот. сад РАН; Тула: Гриф и К.
- Савиных Н.П. 2002. Модули у растений // Тез. докл. II Междунар. конф. по анат. и морфол. растений. Санкт-Петербург: Ботанический ин-т им. В.Л. Комарова РАН. С. 95.
- Серебряков И.Г. 1952. Морфология вегетативных органов высших растений. Москва: Сов. наука.
- Серебряков И.Г. 1954. О методах изучения ритмики сезонного развития растений в стационарных геоботанических исследованиях // Уч. записки МГПИ им. В.П. Потемкина. Т. 37. Вып. 2. С. 3.
- Серебряков И.Г. 1964. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. Т. 3. Москва: Наука. С. 148.
- Серебрякова Т.И. 1971. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков. Москва: Наука.
- Серебрякова Т.И. 1977. Об основных “архитектурных моделях” травянистых многолетников и модусах

- их преобразования // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 82. № 5. С. 112.
- Серебрякова Т.И. 1981. Жизненные формы и модели побегообразования наземно-ползучих многолетних трав // Жизненные формы, структура, спектры, эволюция. Москва: Наука. С. 161.
- Снигиревская Н.С. 1988. Лотос орехоносный. *Nelumbo nucifera* Gaertn. // Красная книга РСФСР (растения). Москва: Росагропромиздат. С. 291.
- Троицкий С.К. 1953. Лотос в Кубанских лиманах // Природа. № 9. С. 119.
- Харкевич С.С., Старченко В.М., Дарман Г.Ф. и др. 1995. Редкие и исчезающие растения Амурской области. Благовещенск: Изд-во Амур. бот. сада НЦ ДВО РАН.
- Чуйков Ю.С. 2013. Лотос орехоносный в дельте Волги – охрана и возможное использование // Астраханский Вестник экологического образования. № 3(25). Астрахань: Нижневолжский экоцентр. С. 145.
- Шехов А.Г. 1998. Интродукция лотосов на Кубани // Природа. № 6. Москва: Наука. С. 37.
- Шилова Н.В. 1988. Ритмы роста и пути структурной адаптации тундровых растений. Ленинград: Наука.
- Шмидт В.М. 1968. О квантированности роста и органогенеза у растений // Вестн. ЛГУ. Вып. 1. № 3. С. 99.
- Ahn J.H., Kim S.B., Kim E.S. et al. 2014. A new flavolignan from *Nelumbo nucifera* leaves // Chem. Nat. Compd. V. 50. № 6. P. 998.
- Chaudhuri P.K., Singh D. 2013. A new triterpenoid from the rhizomes of *Nelumbo nucifera* // Natural Product Research. V. 27. № 6. P. 532.
- Diao Y., Li G.L., Yu A.Q. et al. 2016. Cloning and characterization of the UBC gene from lotus (*Nelumbo nucifera*) // Genet. Mol. Res. V. 15. № 3. P. 1.
- Ki H.K., Sang W.C., Shi Y.R. et al. 2009. Phytochemical constituents of *Nelumbo nucifera* // Nat. Prod. Sci. V. 15. № 2. P. 90.
- Rho T., Yoon K.D. 2017. Chemical Constituents of *Nelumbo nucifera* Seeds // Nat. Prod. Sci. V. 23. № 4. P. 253.
- Troll W. 1964. Die Infloreszenzen. B. 1. Jena: Fischer.

Structural Organization of *Nelumbo nucifera* on the Northern Border of the Range

N. P. Savinykh¹, I. A. Konovalova^{1, *}, M. N. Shakleina¹, and E. V. Lelekova¹

¹Vyatka State University, Kirov, Russia

*e-mail: S-dulcamara@yandex.ru

The structural organization of *Nelumbo nucifera* is described on the basis of the biomorphological analysis. The shoot system is represented by semirosette polycarpic vegetative-generative axes; the shoot formation model is monopodial semirosette. The anatomy structure of the stem, petiole and peduncle *N. nucifera* corresponds to representatives of monocotyledon plants.

Keywords: *Nelumbo nucifera*, modular organization, shoot system, sprout formation model, monopodium, anchoring center, anatomy structure of organs