

«УТВЕРЖДАЮ»

И. о. ректора
Федерального государственного бюджетного
образовательного
учреждения высшего образования
«Гверской государственный университет»
д. филол. н., профессор



Л. Н. Скаковская

13 апреля 2020 г.

ОТЗЫВ

ведущего учреждения на диссертационную работу
Алисы Игоревны Арбичевой
«СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛИСТЬЕВ
У НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ПОРЯДКА ARAUCARIALES»,
представленную на соискание
ученой степени кандидата биологических наук
по специальности 03.02.01 – Ботаника

Актуальность темы диссертационной работы. Структурно-функциональные особенности листьев и побегов голосеменных растений изучены недостаточно, что сдерживает развитие фундаментальных исследований в области биологии и экологии. Данные о системной организации долгоживущих, дифференцированных на черешок и пластинку листьев голосеменных пока еще очень фрагментарны. В этой связи по многим вопросам функциональной анатомии и эволюционной морфологии нет каких-либо обоснованных гипотез. Не вполне понятны факторы, обусловившие появление долгоживущих листьев. Структурная эволюция долгоживущих листьев с позиции специфики их системной организации ранее не изучалась не только у подокарповых и араукариевых, но и в других группах ссменных растений. Всё это определяет методическую ценность работы А.И. Арбичевой и выделяет её из числа других работ по структурной ботанике, которые выполняются в настоящее время. Тема проведенного исследования актуальна и значима. Удачно выбраны модельные объекты.

Научная новизна. Работа оригинальна с точки зрения использованного подхода. Выявление основных направлений структурной адаптации листьев гомоксиларных древесных растений к условиям умеренного дождевого леса на основе анализа специфики системной организации листьев ранее не проводилось.

Для изучения системной организации листа голосеменных впервые в качестве модельного объекта исследован род *Agathis* с использованием современных методов изучения морфогенеза и функциональной анатомии. На примере его представителей описан рост листьев с применением методов регрессионного анализа, выявлены фазы роста, сделана хронологическая привязка этапов заложения и стадий развития

устычных комплексов к пластохронному возрасту листа, выяснены особенности ультраструктуры материнской клетки устьиц и замыкающих клеток на этих стадиях. Впервые проанализировано анатомическое строение сформированного листа в связи с экологическими условиями произрастания вида, охарактеризован тип его структурной организации. Сопоставление особенностей строения, пигментного состава и ассимиляционного вклада разновозрастных листьев для этого модельного объекта ранее не проводилось. Впервые описана перидерма в листьях агатисов, выяснены механизмы ее формирования и функциональное значение.

Анализ строения листа на ультраструктурном уровне у видов сем. Podocarpaceae из южной части Центрального Чили ранее не выполнялся. Обнаружена не описанная ранее для листьев водозапасающая ткань. Выявлены две стратегии водного режима листьев бессосудистых древесных растений.

Теоретическая и практическая значимость работы. Комплексный анализ структурно-функциональных особенностей листьев представителей порядка Araucariales важен с точки зрения сохранения биоразнообразия этой группы голосеменных растений. Виды сем. Podocarpaceae умеренного дождевого леса южной части Центрального Чили находятся в разной степени под угрозой исчезновения, два из них являются эндемиками Чили. Ареал исследованных в работе араукариевых также быстро сокращается. В этой связи актуален специальный анализ биологии и экологии этих видов. В работе рассмотрена проблема структурно-функциональных адаптаций с позиции эволюции биомов и лесных сообществ Южного полушария. Уникальные для голосеменных листья подокарпов трактуются в качестве ключевого приспособления, повышающего конкурентную способность. Проведенные исследования системной организации листьев позволили выявить механизмы поддержания водного баланса при наличии эволюционных ограничений на развитие определенных структурных типов водопроводящей системы листа, наблюдаемых у покрытосеменных.

Сопоставление результатов физиологических исследований модельных объектов в природных фитоценозах и в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН свидетельствует о правомочности изучения функциональной анатомии на материале, собранном в оранжереях, а также о возможности поддержания высокого уровня жизнеспособности данных растений в ботанических садах. Это подтверждает корректность проведения дальнейших структурно-функциональных исследований чилийских и австралийских голосеменных в ботанических садах и эффективность сохранения генетического фонда исчезающих представителей этой группы *ex situ*.

Результаты диссертационного исследования использованы при организации учебного процесса в СПбГУ и для создания учебника «Морфология и анатомия вегетативных органов растений» (Паутов, 2012).

Личный вклад соискателя. Диссертация является результатом всестороннего изучения структурно-функциональная организация листьев Araucariales, которое проведено соискателем лично. А.И. Арбичева принимала участие в планировании исследования, постановке целей и формулировании задач, выборе методов. Сбор необходимого репрезентативного растительного материала, его исследование методами световой и электронной микроскопии и гистохимического анализа, обработка данных и их обобщение проведены автором лично.

Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, выводов, списка цитируемой литературы. Текст диссертации изложен на 467 страницах (с учетом приложения), содержит 61 рисунок и 31 таблицу. Список литературы содержит 390 источников, из которых 209 работ – на иностранных языках.

Глава 1. В первом разделе главы приведены сведения об особенностях анатомического строения вегетативных органов изучаемых и близких к ним видов. Рассмотрены ареалы таксонов, взаимоотношения видов в сообществах, характеристика условий произрастания и пути адаптации к ним. Во втором разделе дана характеристика показателей водного режима листа, их связь с другими структурными и функциональными признаками. Отмечены некоторые структурные приспособления листа голосеменных, влияющие на его водный режим и газообмен. В третьем разделе главы представлен обзор сравнительных структурно-функциональных исследований организации разновозрастных листьев у растений разного уровня филогенетической продвинутости. Автор хорошо знает литературу по разным аспектам изучаемой проблемы.

Глава 2. Охарактеризованы объекты, материалы и методы исследований. Несомненным достоинством работы является широкий спектр современных подходов и методов. Морфогенетические исследования были сопряжены с анатомическими и физиологическим. Использованные методы статистического анализа применены корректно. Изучен достаточный объем материала. Особую ценность работе придают образцы из Чили и наблюдения, сделанные в природных фитоценозах.

Глава 3. В главе охарактеризованы особенности роста и развития долгоживущих листьев голосеменных растений на примере рода *Agathis*. Большой интерес представляют данные о росте листа и гистогенезе его эпидермы. Детально описано строение сформированного листа. Несомненным достоинством работы является анализ изменчивости и корреляции признаков строения сформированного листа. Он выполнен в традициях Санкт-Петербургской научной школы. Проанализирована общая и согласованная изменчивость признаков и корреляции признаков. Специальный интерес представляют материалы о возрастных изменениях листьев и данные об их физиологических характеристиках. Рассмотрены также возрастные изменения древесины.

Глава 4. Глава посвящена сравнительному анализу структурно-функциональной организации листьев гомоксилярных древесных видов растений умеренного дождевого леса южной части Центрального Чили. Рассмотрены особенности строения строения листа *Podocarpus nubigenus*, *Podocarpus salignus*, *Prumnopitys andina*, *Saxegothaea conspicua*, *Drimys andina*, *Drimys winteri*. Впервые получены и проанализированы физиологические характеристики. В ходе сопоставления строения листа изученных видов выявлена их структурно-функциональная специфика.

Глава 5. Глава посвящена обсуждению полученных результатов. Выявлены морфолого-функциональные особенности разновозрастных листьев видов рода *Agathis*. Благодаря проведенным системным исследованиям выяснены основные направления структурной адаптации листьев гомоксилярных древесных растений к условиям умеренного дождевого леса южной части Центрального Чили. Эти материалы важны с точки зрения эволюционной морфологии и создают хороший задел для дальнейшего изучения разных аспектов эволюции листьев растений.

Выводы и положения, выносимые на защиту. Выводы, завершающие диссертацию, полностью соответствуют поставленным задачам, достоверно отражают полученные результаты. Они корректны и обоснованы, подводят итог большой и многоплановой работе.

Положения, выносимые на защиту, логически вытекают из материалов диссертации. Они сопряжены с интерпретацией структурно-функциональных особенностей листьев голосеменных растений с развитой листовой пластинкой и адаптивной стратегии водного режима черешчатых листьев.

Общее впечатление о работе. Диссертация А.И. Арбичева представляет законченное научное исследование, посвящённое системному анализу организации листьев *Gymnosperms*. Заслуживает внимания применённый в работе комплексный подход с использованием современных методов изучения морфогенеза и функциональной анатомии, который ориентирован на выявление эволюционной роли механизмов структурно-функциональной адаптации листьев. В рамках диссертации осуществлен синтез подходов классической структурной ботаники и области биологии развития, связанной с изучением закономерностей морфогенеза и функциональных аспектов. Следует особо отметить, что автором удачно выбраны модельные объекты. Всё это определяет методическую ценность работы А.И. Арбичевой. Проведение подобных исследований с использованием других модельных объектов актуально для укрепления позиций эволюционной морфологии и структурной ботаники, интерес к которым в настоящее время быстро снижается в связи с активным развитием молекулярной филогенетики.

Самостоятельной ценностью обладают оригинальные данные об особенностях роста и развития долгоживущих листьев голосеменных растений, изменчивости и корреляции признаков строения сформированного листа, сведения о физиологических характеристиках разновозрастных листьев.

Работа является достойным образцом использования системного подхода в структурной ботанике. А.И. Арбичева проявила себя в качестве специалиста высокой квалификации. Диссертация аккуратно оформлена и хорошо проиллюстрирована. Оригинальные микрофотографии и схемы имеют очень высокий уровень качества.

Полученные результаты представляют ценность для развития фундаментальных исследований в области структурной ботаники, эволюционной морфологии и физиологии растений, интересны в методическом и практическом отношении. Целесообразна публикация работы в виде монографии или серии обзорных статей.

Автореферат, публикации и апробация. Основные результаты диссертации отражены в автореферате и публикациях. Текст автореферата соответствует тексту диссертации, материалы изложены логично, доступно. Полученные автором материалы в достаточной мере апробированы и обсуждены на региональных, всероссийских и международных конференциях и симпозиумах. Среди них XIX Международный Ботанический Конгресс и Международный симпозиум, посвященный 90-летию проф. Л.И. Лотовой.

По теме диссертационной опубликовано 10 работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ и 1 статья в журнале, индексируемом в базе данных Web of Science.

Замечания и пожелания

1. Названия некоторых глав очень общие – «Обзор литературы», «Обсуждение полученных результатов». Такое оформление материала в большей степени соответствуют рубрикам статьи. В диссертации формировать и называть главы лучше с учетом специфики содержания работы и обсуждаемого материала. Глава 3 имеет большой объем и состоит из 5 разделов. Возможно, представленный в ней материал, лучше разделить и сделать 2 главы.

2. При сборе материала для анализа учитывали абсолютный возраст дерева и его высоту. Хорошо было бы также отмечать его состояние с учетом общих подходов к периодизации онтогенеза и дифференцировать онтогенетические состояния – молодое, средневозрастное и стареющее генеративное. Для корректного сопоставления полученных результатов еще важен уровень жизнестойкости (виталитет). Особенно это актуально при использовании материала из оранжерей. Желательно, чтобы по этим характеристикам экземпляры, с которых брали материал для изучения, были сопоставимы, а при его описании такая информация отмечалась.

3. В заключении рассмотрены перспективы дальнейшей разработки темы. Для изучения феномена долгоживущих листьев голосеменных растений большой интерес представляют листья *Welwitschia mirabilis* Hook. f., которые не имеют черешка. Их формирование происходило в результате адаптации к жизни в совершенно иных по сравнению с *Araucariales* климатических условиях и сообществах. Результаты системного анализа листьев этого объекта с использованием примененного в диссертации подхода могли бы быть очень интересны с точки зрения эволюционной морфологии.

4. Для биоморфологической и фитоценотической характеристики *Araucariaceae* и *Podocarpaceae* может представлять интерес монография Hallé F. Oldeman R.A.A., Tomlinson P.V. *Tropical trees and forest* (1978).

Сделанные замечания имеют характер пожеланий и не затрагивают сути работы. Диссертация Алисы Игоревны Арбичевой «Структурно-функциональная организация листьев у некоторых представителей порядка *Araucariales*» выполнена на высоком методическом уровне.

Значимость для науки и производства полученных результатов.

Работа вносит определенный вклад в развитие структурной ботаники. Полученные результаты представляют также интерес для эволюционной морфологии растений, разделов биологии развития, связанных с анализом морфогенеза и физиологией растений.

Они могут быть полезны при разработке комплексного подхода к изучению листьев. Результаты представляют также определенный интерес для фундаментальных исследований, связанных с выявлением механизмов структурно-функциональных адаптаций.

Рекомендации по использованию результатов и выводов. Результаты работы и выводы можно использовать при организации функциональных и морфогенетических исследований листьев других растений. Их целесообразно применять также при разработке учебных курсов в вузах по направлениям «биология» и «экология».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация Алисы Игоревны Арбичевой «Структурно-функциональная организация листьев у некоторых представителей порядка *Araucariales*», представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук, является завершённой научно-исследовательской работой, основанной на богатом оригинальном фактическом материале. Она вносит определенный вклад в структурную ботанику и эволюционную морфологию растений. По актуальности, новизне, теоретической и прикладной значимости, достоверности полученных результатов диссертация соответствует всем критериям, установленным в пунктах 9–11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор Алиса Игоревна Арбичева заслуживает присуждения искомой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.01 – Ботаника.

Отзыв обсуждён и одобрен на заседании кафедры ботаники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственной университет» (протокол № 8 от 10 апреля 2020 г.), единогласно рекомендован к утверждению.

Заведующий кафедрой ботаники ФГБОУ ВО

«Тверской государственной университет»

доктор биологических наук

доцент

13 апреля 2020 г.

Александра Фёдоровна Мейсурова

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственной университет»

(ФГБОУ ВО «Тверской государственной университет»)

Адрес: 170100, Тверская область, г. Тверь, ул. Желябова, д. 33.

Телефон: +7(4822) 34-24-52

Электронная почта: rector@tversu.ru

ФИО: Мейсурова Александра Фёдоровна

Учёная степень: доктор биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология

Учёное звание: доцент

Должность: Заведующий кафедрой ботаники

