

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата биологических наук Карпуниной Полины Владимировны
на тему: «Структурно-морфологическое разнообразие и эволюция
цветка в критических группах порядка Apiales»
по специальности 1.5.9. ботаника.

Изучение эволюционных преобразований цветка является одним из актуальных вопросов ботаники. Проблема, поднимаемая в диссертационном исследовании Карпуниной Полины Владимировны, состоит в том, что для семейств базальной грады порядка Apiales характерен псевдомономерный гинецей, в то время как у продвинутых семействах этого порядка гинецей в основном полимерный, где все плодолистики фертильные. Такое распределение вариантов гинецея в порядке не укладывается в традиционные представления о направлениях эволюционных преобразования гинецея. Кроме того, у представителей рода *Polyscias* из семейства Araliaceae встречается мономерный гинецей, о происхождения которого высказываются разные точки зрения.

Диссертационная работа П. В. Карпуниной посвящена изучению структурного разнообразия и индивидуального развития цветков, имеющих гинецей с единственной семяпочкой у представителей семейства Araliaceae и базальной грады порядка Apiales и уточнения путей эволюции гинецея в этом порядке.

В рамках этого исследования впервые было проведено детальное сравнительное изучение одногнездных гинецеев в порядке Apiales. Были получены новые данные о морфологическом и анатомическом строении цветка для представителей Pennantiaceae, Griselinaceae, Torricelliaceae, образующих базальную граду порядка Apiales, и ряда представителей рода *Polyscias* (Araliaceae). Для представителей базальной грады Apiales и изученных в работе представителей семейства Araliaceae впервые получены

данные о развитии цветка, документированные с помощью сканирующей электронной микроскопии. Также впервые было детально изучено анатомическое строение цветка. В частности, большое внимание в работе уделено особенностям васкулатуры гинецея.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов и списка литературы. Материалы диссертационной работы, использованные для изучения морфологического и анатомического строения, а также развития цветка, изложены на 56-57 страницах, материалы, использованные для молекулярно-филогенетического анализа, приведены на 61-64 страницах.

Во введении обоснована актуальность темы, приведена степень ее разработанности, цель, методы и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту, а также апробация полученных результатов.

В первой главе приведен подробный обзор литературных данных о гинецеях с одной фертильной семязпочкой в порядке Apiales. Для семейств базальной грады порядка Apiales (Pennantiaceae, Griseliniaceae, Torricelliaceae) и Araliaceae приведен обзор литературных данных о морфологии и систематике группы.

Во второй главе подробно изложены материалы и методы, использованные в диссертации. Работа основана на материале, который был собран автором в ходе экспедиции на Мадагаскар в 2015 году и материале, предоставленном коллегами. Помимо этого, в работе использованы гербарные образцы из гербариев P (Музей естественной истории, Париж) и LE (Ботанический институт имени В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург). Изучение микроморфологии и развития цветка проводили при помощи методов сканирующей электронной микроскопии. Анатомическое строение репродуктивных органов проводили при помощи изготовления серий микротомных срезов и последующей световой микроскопией и зарисовкой схем срезов с особым вниманием к васкулатуре.

Следует отметить, что автор не только освоил и успешно применил методики изучения анатомического строения растений и анализа ранних стадий развития цветка с помощью светового и сканирующего электронного микроскопа, но и аккуратно представил полученные данные, в том числе в виде наглядных схем. Вывод о разном размере зачатков тычинок плодолистиков в функционально женском цветке *Pennantia corymbosa* (Pennantiaceae) основан не только на визуальном осмотре развивающихся цветков, но и подтвержден статистической обработкой результатов (Таблицы 5,6; Рис. 98). При этом важно отметить, что автор разработал метод, позволяющий нивелировать различия в размерах зачатков тычинок и плодолистиков в силу разных стадий развития цветков в выборке. Этот метод может быть использован для других таксонов в тех случаях, когда невозможно собрать выборку абсолютно идентичных стадий развития цветка.

Для восполнения пробелов в данных по филогенетике рода *Polyscias* (Araliaceae) были получены оригинальные последовательности по трем участкам: ядерным (ITS, ETS) и пластидному (trnL-F). Выбор участков обоснован их успешным применением в других исследованиях, посвященных филогении Araliaceae.

Третья глава, состоящая из 13 подглав, посвящена результатам исследования. В подглавах 1-3 этой главы приводятся данные о строении соцветия, развитии, морфологическом и анатомическом строении цветков *Pennantia corymbosa* (Pennantiaceae), двух видов рода *Melanophylla* (Torricelliaceae), *Griselinia littoralis* (Griselinaceae). Результаты дополнены качественными фотографиями и схемами.

Автор установил, что гнездо завязи *Pennantia* сформировано асцидиатной зоной фертильного плодолистика, и семязпочка в гинецее *Pennantia* прикрепляется на границе асцидиатной и пликатной зон фертильного плодолистика. Интересно, что зачатки плодолистиков различаются на ранних стадиях развития: зачаток фертильного плодолистика меньше зачатков двух стерильных плодолистиков.

Было показано, что фертильный плодолистик *Melanophylla* (Torriceiliaceae) расположен в трансверзальном положении относительно кроющего листа (а не медианном, как считалось ранее) и может быть справа или слева от него, что всегда скоррелировано с типом симметрии венчика и андроея и в конечном итоге определяется относительным временем заложения левой и правой брактеолы. Впервые показано, что венчик *Melanophylla* имеет скрученное почкосложение. Ранее среди астерид скрученный венчик был отмечен только для группы ламиид, а случай *Melanophylla* стал первым для кампанулид (второй крупной клады в составе астерид). Важным отличием *Melanophylla* от ламиид является непостоянное направление скрученности венчика.

На основании данных васкуляризации гинецея сделан вывод о том, что гнездо завязи *Griselinia* сформировано асцидиатной зоной фертильного плодолистика, и семязпочка прикрепляется на границе асцидиатной и пликатной зон фертильного плодолистика.

Разделы 4-12 третьей главы посвящены строению и цветков и плодов представителей рода *Polyscias* с полимерным гинецеом и представителям с одним гнездом завязи и одной фертильной семязпочкой.

Тринадцатый раздел четвертой главы посвящен молекулярно-филогенетическому анализу рода *Polyscias* (Araliaceae). Для трех таксонов получены оригинальные последовательности по трем маркерам. Показано, что образец *P. cf. schultzei* наиболее близок к виду *P. schultzei*, но отличается от него несколькими заменами в каждом из трех изученных участков. Единственное морфологическое отличие между ними заключается в том, что у *P. schultzei* два гнезда в завязи, а у образца *P. cf. schultzei* завязь одногнездная.

Глава 4 посвящена обсуждению результатов. Диссертанту удалось получить интересные и новые данные по особенностям строения представителей порядка Ariales из семейств Pennantiaceae, Torricelliaceae, Griselinaceae и Araliaceae. Эти данные обсуждаются в работе в широком

сравнительно-морфологическом и эволюционном контексте. Каждый этап интерпретации результатов подтвержден примерами из различных литературных источников.

На основании всестороннего анализа строения и развития гинецея у изученных представителей Pennantiaceae, Torricelliaceae и Griselinaceae впервые сделан вывод о единой природе псевдомономерного гинецея из трех плодолистиков у изученных представителей семейств базальной грады Ariales, что отражено в первом положении, выносимом на защиту. Показано, что фертильный плодолистик у изученных таксонов стабильно ориентирован на радиусе лепестка.

Несмотря на то, что в предыдущих работах одногнездные гинецеи *Polyscias* интерпретировались как псевдомономерные с разными следами стерильных плодолистиков, данные автора убедительно доказывают, что гинецей одногнездных *Polyscias* состоит из единственного плодолистика, то есть является мономерным, что отражено во втором положении, выносимом на защиту. Также показано, что такой гинецей возникал не менее четырех раз в пределах рода. Новый случай относится к *Polyscias* cf. *schultzei*, впервые изученному в этой работе.

Выводы сформулированы в компактной и ясной форме. Они дают хорошее представление о том, какие именно новые результаты и обобщения сделаны в работе. Выводы 1-3 посвящены представителям семейств базальной грады Ariales, выводы 4 и 5 посвящены роду *Polyscias* (Araliaceae).

Список процитированной литературы насчитывает 278 работ, из них 251 на иностранных языках. Результаты работы проиллюстрированы 8 таблицами и 106 рисунками с оригинальными данными по морфологии и анатомии, полученными с помощью сканирующей электронной и световой микроскопии и диаграммами, которые полной мере отражают результаты работы и позволяют судить о большом объеме изученного материала.

Список литературы включает 278 названий и производит очень хорошее впечатление, так как включает не только важнейшую литературу по

рассматриваемым в диссертации таксонам, но и статьи по гораздо более широкому кругу проблем. В списке много работ на иностранных языках, причем не только на английском, но и на французском и немецком. Эти работы не просто цитируются, но активно обсуждаются в тексте диссертации. Список литературы оформлен корректно и соответствует необходимым правилам.

Иллюстрации занимают важное место в работе. Они грамотно оформлены, имеют продуманную систему обозначений, а также детальные подписи, позволяющие понять, что же именно изображено на каждом рисунке и как это связано с содержанием работы. Отдельно стоит отметить удачное решение автора добавлять к каждой серии поперечных срезов схемы этих срезов на следующей странице, что облегчает понимание характера васкулатуры в каждом конкретном случае.

Автор имел уникальную возможность изучить в природе экзотические тропические растения из семейств *Toricelliaceae* и *Araliaceae*, в том числе эндемичный для Мадагаскара род *Melanophylla*.

Все полученные результаты характеризуются высокой степени новизны и обсуждаются в работе в широком сравнительно-морфологическом и эволюционном контексте. Диссертанту удалось получить новые данные по особенностям строения и, в частности, васкулатуре цветка в семействах базальной грады *Apiales* и роде *Polyscias* (*Araliaceae*). Эти данные играют важную роль в доказательстве положений, выносимых на защиту. Для всех изученных в работе представителей впервые были получены данные о развитии цветка с использованием сканирующего электронного микроскопа.

Достоверность полученных результатов не вызывает сомнения. Результаты опубликованы в ведущих международных журналах, представлены на ряде научных конференций, обсуждаются в отечественных и зарубежных работах, в частности, в больших обзорных работах, посвященных разнообразию покрытосеменных.

Автореферат соответствует содержанию диссертации и полностью отражает основные особенности работы.

Несмотря на целостность и масштабность проведенного исследования, к представленной работе есть ряд пожеланий и замечаний

1. Желательно расширить число представителей базальной грады для подтверждения выдвинутой гипотезы о псевдомерном гинеецеи как эволюционно исходном состоянии гинееца в порядке *Ariales*.
2. По возможности определить таксономический статус *Polyscias* cf. *schultzei* для решения вопроса о полиморфизме гинееца (одногнездый и двухгнездый) *Polyscias schultzei* или видовой самостоятельности *Polyscias* cf. *schultzei*.
3. При привлечении к анализу редких вариантов строения гинееца, которые можно трактовать как тераты, учитывать наличие редких вариантов строения и других структур цветка, в том числе и соцветий.
4. В некоторых иллюстрациях к работе пропущены масштабные отрезки (Рис. 23, 85, 94, 95).
5. Для литературных источников 248 и 266 не приведены страницы работ.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Полученные результаты имеют как теоретическое, так и прикладное значение. Представленная к защите работа вносит существенный вклад в решение проблем морфологии и, в частности, в таком важном и сложном вопросе как разграничение мономерных и псевдомономерных гинеецев. Это глубокое исследование, выполненное на современном методологическом уровне. Автор не только освоил и успешно применил современные методики анатомического изучения растений и анализа развития цветка с помощью сканирующего электронного микроскопа, но провел сбор материала и наблюдения в природе в таком непростоюм регионе как Мадагаскар.

Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам

подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.5.9 – Ботаника (по биологическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Карпунина Полина Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1. 5. 9 – Ботаника.

Официальный оппонент:

доктор биологических наук, доцент

профессор кафедры ботаники

Института биологии и химии

ФГБОУ ВО Московский педагогический государственный университет.

Костина Марина Викторовна

подпись

25.10.2023

Контактные данные:

тел _____, e-mail:

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 03.02.01 - Ботаника.

Адрес места работы:

119435, город Москва, Малая Пироговская ул., д. 1.

Образовательная организация

федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Московский педагогический государственный университет» (МПГУ),

Институт биологии и химии, кафедра ботаники.

Тел.: _____; e-mail:

Подпись сотрудника

Образовательной организации

федерального государственного бюджетного образовательного

учреждения высшего образования

«Московский педагогический государственный университет» (МПГУ),

Костиной М.В. удостоверяю:

руководитель/кадровый работник

И.О. Фамилия

дата