

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по науке и инновационному развитию
РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева,
д.т.н., доцент А.В. Журавлёв



2023 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.А. Тимирязева на диссертационную работу Коваля Владимира Анатольевича на тему «РЕПРОДУКТИВНАЯ БИОЛОГИЯ *COELOGYNE* LINDL. (ORCHIDACEAE JUSS.) В ОРАНЖЕРЕЙНОЙ КУЛЬТУРЕ», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.9. – Ботаника

1. Актуальность темы хорошо обоснована соискателем во введении. Орхидные относятся к числу крупнейших семейств цветковых растений, с широким распространением и большим числом декоративных, а также редких и исчезающих видов. В тоже время, многие аспекты их репродуктивной биологии совершенно не изучены, а это мешает вести разработку стратегии сохранения видов *ex situ* и *in vitro*. В данном исследовании крупный тропический род *Coelogyne* (около 200 видов) стал модельным объектом для изучения таких ключевых этапов репродукции орхидей в оранжерейной культуре, как цветение, опыление, оплодотворение, формирование плодов и семян и их диссеминация.

2. Основное содержание работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов, списка литературы. Работа изложена на 241 странице машинописного текста (вместе с приложением), содержит 89 рисунков и 28 таблиц. Список литературы включает 218 источников, в том числе 184 иностранных, а также 2 ресурсов сети Интернет.

В первой главе дана общая характеристика рода *Coelogyne*, его объем и положение в системе, особенности ареала и местообитаний, практическое значение, включая декоративные качества, полученные многочисленными гибридами, а также лекарственные свойства его представителей, перечислены выявленные фитохимические компоненты для отдельных видов.

Во второй главе отражены имеющийся у автора материал – 38 таксонов *Coelogyne* из 14 секций, представленных в коллекциях Фондовой оранжереи ГБС РАН; отражен температурный режим для всех культивируемых видов, приведены их инвентарные номера и число клонов, а также источники получения материала. Здесь также указаны другие условия культивирования видов; особенности проведения фенологических наблюдений, использования методов искусственного опыления, световой и конфокальной микроскопии при изучении процессов мегаспорогенеза, мегагаметогенеза, эмбриогенеза объектов, а также при изучении анатомического строения стенки плода и особенностей его вскрывания.

В третьей главе отражены результаты оригинальных исследований автора по первому этапу репродукции – цветению. В начале приведены литературные сведения об экологии опыления видов рода *Coelogyne* в природе; подробно рассмотрены имеющиеся подходы к классификации соцветий. Далее автором рассмотрены сложные вопросы морфологической интерпретации частей цветка, в частности, природе околоцветника и

положение завязи, основанные на анализе литературных данных и результатов собственных исследований. Из крайне интересных результатов, полученных в этой главе, следует упомянуть уверенно продемонстрированный факт, что у всех изученных видов *Coelogyne* цветоножка и плодоножка отсутствуют, а цветки и плоды являются сидячими.

Далее дается подробная морфологическая характеристика (с акцентом на жизненную форму, соцветие и цветок) всех изученных видов рода *Coelogyne*, по секциям (15 из общего числа – 19), с отличными фотографиями, и подробными таблицами со спектрами цветения для каждого вида.

Особый интерес представляет заключение о том, что выращивание в оранжерейной культуре выявило потенциальные способности некоторых видов *Coelogyne* к изменению времени цветения в течение года, что не было характерно для них в природных местах обитания; и дальнейшая интерпретация этого явления с точки зрения влияния экзогенных и эндогенных факторов и адаптационных возможностей растений.

Далее в главе отражены типы взаимного развития вегетативной и генеративной частей вегетативно-генеративных побегов видов рода. Подробно рассмотрены 5 типов развития соцветий в роде *Coelogyne* в сравнении с особенностями формирования листьев и утолщением псевдобульб: протерантный; синантный; гистерантный; гетерантный и коловантный.

Изучение структурно-ритмологической организации соцветий модельных видов рода *Coelogyne* позволило выявить следующие их типы: односезонные, интеркалярные, всесезонные. Отрадно, что здесь в качестве важных дополнительных признаков выступают особенности анатомического строения разных частей соцветия. В конечном итоге, соискателем в роде *Coelogyne* описан новый тип многолетнего соцветия – всесезонное соцветие.

В четвертой главе отражены результаты оригинальных исследований автора по второму этапу репродукции – опылению. Дана оценка эффективности искусственного опыления цветков с разными способами опыления (включая статистические данные) на основании работы с коллекцией живых растений фондовой оранжереи ГБС РАН. Проведено попарное сравнение эффективности разных способов опыления в роде *Coelogyne* с использованием критерия точности Фишера. Далее даются диаграммы сравнения эффективности автогамного, гейтогамного и ксеногамного опыления (%) изученных видов из 15 секций рода *Coelogyne*. Установлен высокий уровень самонесовместимости у видов рода.

В пятой главе отражены результаты оригинальных исследований автора по третьему этапу репродукции – оплодотворению, включая детальные описания особенностей мегаспорогенеза и мегагаметогенеза по модельным видам из каждой секции рода, критического этапа репродукции – оплодотворения, особенностей эмбриогенеза. Здесь особую ценность полученным результатам придают первоклассные микрофотографии с конфокального микроскопа, иллюстрирующие отдельные этапы процессов, а также составленные соискателем рисунки-схемы отдельных этапов мегаспорогенеза и мегагаметогенеза, включая общую диаграмму их вариантов в роде. В результате описан новый тип эмбриогенеза *Coelogyne*-типа. Полученные здесь данные имеют особую ценность для специалистов в области эмбриологии и репродуктивной биологии растений. Глава традиционно предваряется кратким литературным обзором проблемы.

В шестой главе отражены результаты оригинальных исследований автора по четвертому этапу репродукции – образованию плода и диссеминации, с детальным описанием особенностей развития стенки плода, особенностей ее вскрывания, описанием нового морфогенетического типа плода – коробочки *Coelogyne*-типа. В начале главы приведен краткий обзор данных литературных источников. Строение и гистогенез стенки плода в роде *Coelogyne* рассмотрено на модельных видах. Интересны данные соискателя по прирастанию частей околоцветника к карпеллям и их участию в формировании плода

(с. 167). Особое внимание уделено эпикарпию (тканям лепестка), прирастающему к стенке коробочки. Также приведены морфометрические данные по зрелому плоду (длина и диаметр) и срокам его вскрывания. У *C. monilirachis* описано явление партенокарпии. Глава хорошо иллюстрирована.

В конце главы соискателем сделаны теоретические выводы по морфогенетическим типам коробочек у покрытосеменных вообще (в контексте изученного им рода *Coelogyne*), что даёт интересный и важный материал в области сравнительной карпологии.

Заключение по диссертации кратко резюмирует полученные автором результаты по прохождению растениями 4 этапов репродукции; дается итоговая схема-селектор, из которой становится ясно, что из 38 видов коллекционных фондов только 11 таксонов проходят полностью все этапы, 5 видов не цвели в течение 4 лет исследования, 13 видов не прошли этап опыления, 9 не прошли этап оплодотворения, 2 вида завязали партенокарпические плоды без семян. Таким образом, здесь соискатель дает нам основу дальнейшей стратегии по размножению редких и интересных растений.

Выводы сформулированы достаточно лаконично и четко, логически обоснованы и соответствуют поставленным диссертантом цели и задачам исследования.

Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание, его рубрикация соответствует главам и разделам самой диссертационной работы.

3. Личное участие автора в получении результатов диссертации заключается в детальной разработке программы исследований, критическом анализе литературных источников, проведении широкого спектра лабораторных исследований, обобщении и анализе полученных результатов, включая скрупулезный технический труд по подготовке многочисленных микрофотографий, рисунков, схем и таблиц, их подробное и детальное обсуждение. Доля участия автора в написании основных публикаций составила более 50%.

4. Степень достоверности результатов проведенных исследований
Достоверность результатов и обоснованность научных положений подтверждены репрезентативностью выборки, большим массивом проанализированных данных лабораторных исследований, большой серией экспериментов, использованием современной микроскопической техники с широкими возможностями визуализации изучаемых объектов, применением современных статистических методов анализа, программного обеспечения и критериев оценки при камеральной обработке.

5. Апробация работы. Результаты были доложены на 3 международных и российских конференциях: XII Международной научной конференции «Охрана и культивирование орхидей» (Москва, 7–10 июня 2022 г.); Международной научной конференции 8 «Биоморфология растений: традиции и современность» (Киров, 19–21 октября 2022 г.); XXIV Международной научной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России» (Магас, 17–20 ноября 2022 г.). Обращает на себя внимание опыт выступления автора диссертации в профессиональном сообществе специалистов по орхидным. По теме диссертации опубликовано 5 работ, из них 2 статьи, включённые в международную реферативную базу данных Scopus.

6. Научная новизна полученных результатов исследования. Диссертация является первым комплексным исследованием репродуктивной биологии орхидей на этапах цветения, опыления, оплодотворения и диссеминации. Проведена оценка критических этапов репродукции видов рода *Coelogyne* в оранжерейной культуре. Описан новый структурно-ритмологический тип соцветия – всесезонное соцветие, или непрерывно нарастающий открытый брактеозный колос. Впервые в роде *Coelogyne* выявлен коловантный тип образования соцветия с чередующимися фертильными и стерильными побегами. Впервые изучен полный цикл образования семязачатка, зародышевого мешка и зародыша *Coelogyne*, выявлены элементы редукции некоторых стадий, показано отсутствие двойного оплодотворения, описаны 3 варианта объединения полярных ядер и спермия, обнаружено партенокарпическое развитие плодов с

неоплодотворенными яйцеклетками. Впервые в зародышевых мешках *Coelogyne* выявлена лабильность числа ядер от 4 до 8, сохранение синергид при оплодотворении вплоть до стадии многоклеточного зародыша; у зародыша выявлено образование многоклеточного суспензора с интеркалярным ростом и интраовулярным расположением, отсутствие деления базальной клетки двухклеточного зародыша на всем протяжении эмбриогенеза, у суспензора впервые выявлено образование особых придаточных клеток-крючков. На основании этих признаков в семействе орхидных описан новый тип эмбриогенеза – *Coelogyne*-тип. Описан новый морфогенетический тип плода с одревесневающей эпидермой эпикарпия и выявлен механизм его вскрывания.

7. Практическое значение. Работа носит теоретический и прикладной характер, ее результаты вносят существенный вклад в теорию интродукции, биоморфологию, эмбриологию и карпологию орхидных, в том числе, рода *Coelogyne*. Для управления технологическими операциями получения качественного семенного материала от оранжерейных орхидных, проведена оценка последовательных этапов репродукции, выявлены 2 критических этапа репродукции – опыление и оплодотворение. Впервые к описанию соцветий орхидных применен структурно-ритмологический подход, у *Coelogyne* выявлено 3 структурно-ритмологических типа генеративных побегов (односезонные, интеркалярные, всесезонные). У представителей рода *Coelogyne* выявлен высокий уровень самонесовместимости, показано, что для получения полноценных семян необходимо ксеногамное опыление между разными клонами. Также описан новый тип эмбриогенеза с интраовулярным нитевидным многоклеточным суспензором и новый морфогенетический тип плода-коробочки, что вносит вклад в соответствующие разделы ботаники. Проведенное исследование имеет практическое значение при культивировании орхидей *ex situ*, в том числе для оптимизации семенного размножения *in vitro*, криосохранения и непрямого соматического эмбриогенеза. Полученные данные могут быть использованы для чтения вузовских курсов по морфологии, эмбриологии и карпологии растений.

8. Замечания и предложения по диссертационной работе

1. Автор не поясняет в тексте диссертации, чем был обусловлен выбор флуоресцентных красителей, использованных для конфокальной микроскопии? Ссылку на методику здесь найти не удалось.

2. В главе 3 при разговоре о цветоножке и завязи (с. 28-32) не охарактеризован тип завязи. Правда, в начале раздела 3.4 диссертации (с. 86) мы находим ответ на этот вопрос.

3. Обращает на себя внимание отсутствие ссылок на работу В.А. Селезневой (1965) «Тропические и субтропические орхидеи», написанную на основании многолетнего опыта культивирования орхидных в оранжереях Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина, и включающую ключи для определения многих родов по вегетативным и репродуктивным признакам, а также описания 12 видов рода *Coelogyne*. Наверное, логично было бы включить также сводку В.А. Поддубной-Арнольди и В.А. Селезневой (1957) «Орхидеи и их культура».

4. Не всегда по тексту работы можно четко разделить результаты оригинальных исследований соискателя от сведений из литературных источников. Конечно, здесь отражается специфика объекта его исследований и обилие материала в принципе, нередко противоречивого, который крайне трудно интерпретируем.

Заключение. Оценивая работу в целом, хочется отметить ее детальную проработку и хорошую структурированность. Диссертация отлично иллюстрирована превосходными рисунками и схемами, содержит большое число сравнительных таблиц. Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание. Основные положения диссертационной работы были неоднократно апробированы соискателем на различных российских и международных научных конференциях; ее результаты опубликованы в открытой научной печати, включая 5 работ, среди которых 2 статьи из базы Scopus.

Диссертация Коваль Владимира Анатольевича «Репродуктивная биология *Coelogyne* Lindl. (Orchidaceae Juss.) в оранжерейной культуре» является оригинальной, законченной научно-квалификационной работой; полностью соответствует требованиям пп. 9, 10, 11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор – **Коваль Владимир Анатольевич** заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.9. – Ботаника.

Отзыв составлен **Савиновым Иваном Алексеевичем**, доктором биологических наук по специальности 03.02.01 Ботаника, доцентом по специальности 03.02.01 Ботаника, профессором кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений Института садоводства и ландшафтной архитектуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева» и **Соломоновой Екатериной Владимировной**, кандидатом биологических наук по специальности 03.02.01 Ботаника, доцентом по специальности 03.02.01 Ботаника, доцентом кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений Института садоводства и ландшафтной архитектуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева».

Отзыв обсужден и утвержден на заседании кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений 31.08.2023 г., протокол № 16.

Монахос Сократ Григорьевич

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор РАН, лауреат Премии Правительства РФ в области науки и технологии

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева», Институт садоводства и ландшафтной архитектуры, кафедра ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, заведующий кафедрой

Контактная информация:

полное наименование организации в соответствии с Уставом: Федеральное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева»

сокращенное наименование организации в соответствии с Уставом: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева

Почтовый адрес: 127434, Москва, Тимирязевская улица, 49

Телефон: +7 (499) 976-04-80

Адрес электронной почты: info@rgau-msha.ru

Адрес электронной почты кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений: s.monakhos@rgau-msha.ru

Адрес официального сайта сети Интернет:

<https://www.timacad.ru/education/instituty/institut-sadovodstva-i-landshaftnoi-arkhitektury/kafedra-botaniki-selektcii-i-semenovodstva-sadovykh-rastenii>

С научными публикациями сотрудников кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений можно ознакомиться на следующих сайтах в сети Интернет:

<https://www.timacad.ru/education/instituty/institut-sadovodstva-i-landshaftnoi-arkhitektury/kafedra-botaniki-selektcii-i-semenovodstva-sadovykh-rastenii/prepodavateli>

