

Отзыв доктора биологических наук, бывшего ведущего научного сотрудника лаборатории эмбриологии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН Наумовой Тамары Николаевны на диссертационную работу Владимира Борисовича Брюхина «Молекулярно- генетические аспекты полового размножения и апомиксиса у покрытосеменных растений», представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 1. 5.3- молекулярная биология.

Интенсивные исследования и разработка разнообразных новых методик в области молекулярной биологии позволили подойти к изучению генома и функции отдельных генов у растений не так давно - в течение последних 30-40 лет. Именно в этот период и выполнялась данная работа. Преимуществом автора является наличие у него глубоких знаний в области эмбриологии и цитологии растений в комплексе с последними достижениями молекулярной генетики. Работая в России и в лаборатории эмбриологии Ботанического института РАН, в самом начале научной деятельности был заложен надежный фундамент для дальнейшей плодотворной работы. Автор овладел классическими методами исследований и познакомился с теоретическими работами ведущих отечественных эмбриологов. Качественные, четкие фото эмбриологических препаратов, приводимые, практически, во всех главах диссертационной работы, а также тщательный анализ профильной научной литературы являются высокими показателями достоверности результатов и грамотности автора.

В трудные 90-е и позже автор смог получать гранты и работать во многих ведущих лабораториях Европы и США. В результате он получил возможность быть в центре научной жизни мира, а также освоить и применить для своей работы целый ряд наиболее эффективных молекулярно- генетических методик. Благодаря этому были получены ответы на целый ряд фундаментальных вопросов, связанных с половым и апомиктическим размножением покрытосеменных растений, которые ранее были недоступны.

Успех работы в немалой степени связан с удачным выбором основных объектов исследования, а именно родов *Arabidopsis* и *Boechera*, представителей одного семейства с разными типами размножения - только полового у первого из них и смешанного (полового и апомиктического) - у второго. Роды *Arabis* и *Boechera*, как ближайшие родственники *Arabidopsis*, после обнаружения у них апомиксиса (Bocher, 1951), начали интенсивно исследоваться в разных лабораториях мира лишь с начала 2000-х (Naumova et.al., 2001 и др.). Молекулярно – генетический анализ полученных автором мутантных линий *Arabidopsis* с нарушением формирования женского гаметофита и эмбриогенеза

дал возможность во многих случаях впервые идентифицировать и проанализировать функции нарушенных генов и выявить типы гаметофитных мутаций, влияющих на гаметогенез, эмбриогенез и abortивность семян. Кроме того, удалось впервые выявить определенные гены и клеточные компоненты, непосредственно участвующие в регуляции процессов формирования семени.

Автором диссертации выполнена большая работа по изучению и сопоставлению литературных данных по генам- кандидатам, связанных с возникновением апомиксиса у цветковых. Кроме того, для генов, ассоциированных с апомиксисом (CENX3, APOLLO), был проведен молекулярно- генетический анализ и выявлены различия в экспрессии этих генов у половых и апомиктических видов рода *Boechea*. Автором впервые было проведено сравнение геномов половых и апомиктических видов этого рода. Для полового вида *Boechea retrofracta* и апомиктического природного гибрида видов *B. stricta* и *B. retrofracta*, впервые осуществлена сборка их геномов до уровня хромосом и выявлены при этом aberrантные хромосомы Het и Del, несущие локусы генов, вероятно, связанных с апомиксисом. Кроме того, автором получен целый ряд других важных данных по функциям клеточных структур и особенностям метаболизма, которые ответственны за развитие семени, а также за процессы abortивности при амфимиксисе и апомиксисе.

Полученные молекулярно- генетические данные опубликованы в ведущих высоко рейтинговых научных журналах. Результаты исследований являлись предметом многочисленных и успешных выступлений автора в различных научных центрах Европы, Азии и Америки. Эти достижения безоговорочно свидетельствуют о высокой научной квалификации автора диссертации в области молекулярной биологии. Кроме того, они вносят существенный вклад в познание молекулярно-генетических основ формирования семян, как в норме, так и при апомиксисе, а также - позволяют глубже познать природу апомиксиса и приблизить возможность его практического применения.

Мои замечания касаются определения автором полового и бесполого размножения. Так, в частности, в Автореферате, стр.1 читаем: « Помимо полового в природе довольно распространено бесполое размножение, при котором не происходит мейоз и отсутствует оплодотворение – вегетативное размножение и апомиксис.» При такой трактовке автор, во- первых, уравнивает вегетативное размножение растений с семенным размножением при апомиксисе и, во- вторых, апомиксис, как вариант семенного размножения, относит к бесполому размножению. С этими положениями никак нельзя согласиться. Хорошо

известно, что вегетативное размножение осуществляется на базе вегетативных структур растения, а новая особь развивается из соматической клетки. При семенном же размножении, как при половом (с мейозом и оплодотворением), так и при апомиктическом (с нарушениями или с полным отсутствием мейоза и оплодотворения, либо - с активацией клеток нуцеллуса и интегумента) все процессы развития новой особи начинаются с перехода растения в генеративную фазу и осуществляются в семязпочке. Автор, к сожалению, своим определением дает возможность неправильного понимания исследуемого им явления апомиксиса. Однако, четкость определения изучаемого явления очень важна и особенно тогда, когда им начинают пользоваться специалисты смежных и более узких областей науки. По этой же причине я не согласна с применением к описанию явлений, связанных с апомиксисом, таких терминов как «бесполой зародыш, бесполое семенное размножение, клональное размножение и др.» которые неоднократно используются в тексте как диссертации так и автореферата.

В связи со сказанным считаю необходимым остановиться на специфике перевода на русский язык и использовании термина «**asexual**». В иностранной литературе в работах по апомиксису термин «**asexual**» используется постоянно. На русский язык его во многих случаях переводят как «бесполой». Этот же термин нередко используется и в русскоязычных публикациях. Однако, согласно написанию, где «а» является приставкой, означающей отрицание, перевести «**asexual**» можно двумя способами: как 1- **не половой** и 2- **бесполой**. Однако, эти два термина (не половой и бесполой) не являются синонимами, а их значение в биологическом смысле различно. Термин «**бесполой**» у цветковых вполне обоснованно применим к вегетативному размножению, но никак не к семенному, будь то половое размножение или апомиксис, о чем уже пояснялось выше. В отечественных энциклопедиях, справочных изданиях и научных публикациях имеются вполне обоснованные и четкие определения бесполого, полового размножений и апомиксиса, представленные известными специалистами в области биологии (Тихомиров В.Н., 1986; Иорданский, 1989; Глазунова, 2004, и др. более ранние работы), на которые автору диссертации следовало бы обратить внимание.

Диссертационная работа Брюхина В.Б. на тему «Молекулярно-генетические аспекты полового размножения и апомиксиса у покрытосеменных растений», представленная на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.3. Молекулярная биология (биологические науки), является законченной, самостоятельной научно-квалификационной работой, в которой представлены основополагающие

молекулярно-генетические аспекты апомиксиса в сравнении с половым размножением, которые имеют важное значение для познания особенностей функционирования генеративных клеток и их внутриклеточных структур у цветковых, что имеет важное значение для биологической науки в целом. В частности, - получены новые сведения по участию целого ряда генов в гаметогенезе и эмбриогенезе растений, - выявлена важная роль экзосом в регуляции размножения и развития растений, - установлена дифференциальная экспрессия двух генов, ассоциированных с апомиксисом, в семяпочках половых и апомиктичных видов рода Бошера, - впервые осуществлена полногеномная сборка геномов полового и природного апомиктичного видов рода Бошера и выявлены их различия по степени гетерозиготности и по специфике определенных генов. Полученные результаты предполагают в дальнейшем увеличение интереса к апомиксису и расширение молекулярно-генетических исследований в области семенного размножения (полового и апомиктического), что приблизит возможность использования апомиксиса в целях семеноводства и сельского хозяйственного производства в целом.

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9-11, 13, 14, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. N 842, а ее автор Брюхин В.Б. заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.3. Молекулярная биология (биологические науки).

Доктор биологических наук, Лауреат Государственной Премии
Российской Федерации в области науки и техники за 1993г. (N 0332)

Наумова Тамара Николаевна

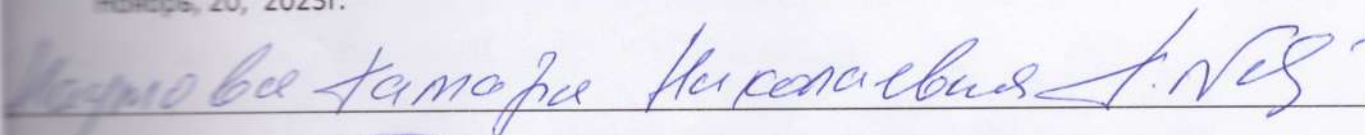
 Подпись

Тел. 8 905 267 20 05

E-Mail- tamarann@mail.ru

Адрес - ул. Наличная д.14 кв.59. Санкт-Петербург. 199406

ноябрь, 20, 2023г.



Санкт-Петербург, Российская Федерация. Двадцать третьего ноября две тысячи двадцать третьего года.

Я, Шашков Сергей Петрович, нотариус нотариального округа Санкт-Петербурга, свидетельствую подлинность

подписи Наумовой Тамары Николаевны.

Подпись сделана в моем присутствии.

Достоинство подписанного документа установлена.

Зарегистрировано в реестре. № 78/281-н/78-2023-7-454.

Указано за совершение нотариального действия: 1100 руб.


С.П. Шашков





Итого в настоящем документе
4 (четыре) листа(ов)

Нотариус