

## ОТЗЫВ

**официального оппонента диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук Бикчуриной Татьяны Игоревны на тему: « ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ СТЕРИЛЬНОСТИ У ГИБРИДОВ МЕЖДУ НЕКОТОРЫМИ ВИДАМИ СЕМЕЙСТВА ХОМЯКОВЫЕ (CRICETIDAE)» по специальности 1.5.7 – Генетика**

**Актуальность и новизна представленного к защите исследования.** Один из основных постулатов Синтетической Теории Эволюции, сформулированный Ф. Добржанским (1937), состоит в том, что дивергенция видов начинается с возникновения репродуктивной изоляции между природными популяциями; вид есть система популяций, репродуктивно изолированных от популяций других видов. Собственно процесс видообразования заключается в постепенной морфологической дифференциации предвидов (полувидов), как следствие возникновения и совершенствования презиготических и постзиготических изолирующих механизмов, препятствующих обмену генами между дивергирующими группами особей и осуществляется на фоне постепенного или сальтационного возникновения репродуктивных барьеров. В этой связи тема представленной к защите в качестве кандидатской диссертации работы Т.И. Бикчуриной, посвященной изучению методами молекулярной цитогенетики хромосомных механизмов репродуктивной изоляции у нескольких видов млекопитающих семейства Хомяковые (Cricetidae), для которых характерны относительно быстрые темпы реорганизации кариотипов, несомненно, является актуальной.

Успех научного исследования, как правило, определяется оригинальностью и современностью начальных целей и задач исследования, правильно подобранными объектами исследования и адекватными

декларированным цели и задачам методами решения поставленной проблемы. В этом отношении диссертационная работа Т.И. Бикчуриной выглядит глубоко продуманным, многогранным и, в то же время, технически сложным исследованием. В работе изучены особенности мейоза и сперматогенеза трех видов полевок рода *Alexandromys*, для которых характерны быстрые темпы хромосомной эволюции, высокий внутривидовой и межвидовой полиморфизм кариотипов, пять видов полевок рода *Microtus*, среди которых некоторые виды имеют практически идентичные кариотипы, а другие различаются по серии хромосомных перестроек, два вида мохноногих хомячков, чьи кариотипы морфологически сходны, но различаются по блокам гетерохроматина. В специально поставленных экспериментах были получены внутривидовые (между хромосомными расами) и межвидовые гибриды у которых изучались нарушения сперматогенеза, синапсиса и рекомбинации хромосом.

**Научная новизна работы** не вызывает никаких сомнений. Впервые описаны особенности сперматогенеза, конъюгации хромосом и распределения по длине бивалентов событий рекомбинации у внутривидовых и межвидовых гибридов 8 видов полевок и 2-х видов хомячков, показаны особенности поведения хромосом и рекомбинации у гибридов в сравнении с родительскими видами. Впервые показано, что накопление хромосомных перестроек в изолированных популяциях полевок было основным механизмом видообразования в роде *Alexandromys*, в отличие от полевок подрода *Microtus*, где значимый вклад в формирование репродуктивной несовместимости внесла генетическая дивергенция. Впервые показано, что у межвидовых гибридов *Alexandromys* многочисленные нарушения синапсиса хромосом, приводящие к мейотической инактивации асинаптированных районов хромосом, сопровождаются остановкой сперматогенеза. Впервые показано, что причиной гибридной стерильности самцов межвидовых гибридов карликовых хомячков *Phodopus sungorus* и *P. campbelli* со



сходными по морфологии кариотипами является остановка сперматогенеза на стадии сперматоцитов, которая, вероятно, вызвана нарушением синапсиса и рекомбинации в псевдоаутосомном районе половых хромосом. Впервые показано, что в псевдоаутосомном районе XX бивалента у фертильных самок гибридов хомячков нет рекомбинации и высказана гипотеза, что высокий уровень рекомбинации в псевдоаутосомном районе XY-бивалента в мейозе у самцов и отсутствие рекомбинации в этом районе в ходе мейоза у самок хомячков ускоряет его эволюцию псевдоаутосомного района. Показано, что высокая частота асинапсиса половых хромосом у самцов межвидовых гибридов приводит к остановке мейоза, что, в свою очередь, является основной причиной гибридной стерильности у хомячков рода *Phodopus*.

Представленная к защите кандидатская диссертация Татьяны Игоревны Бикчуриной «Цитогенетические механизмы стерильности у гибридов между некоторыми видами семейства Хомяковые (Cricetidae)» построена по традиционному плану, включает в себя следующие разделы: Введение, Обзор литературы, Материалы и методы, Результаты, Обсуждение, Заключение, Выводы, Список цитированной литературы (285 источников из которых один на русском языке). Общий объем работы составляет 141 стр., результаты иллюстрированы микрофотографиями и схемами, всего в диссертации 23 рисунка и 10 таблиц.

Во Введении диссертант формулирует цели и задачи предпринятого исследования, формулирует основные положения, выносимые на защиту.

Глава «Обзор литературы» сравнительно небольшая – 19 страниц. В ней последовательно разбираются основные процессы гаметогенеза (цитологические аспекты), отдельный раздел посвящен роли генетических и кариотипических факторов, ведущих к стерильности межвидовых гибридов, в формировании гибридной стерильности, особое внимание уделяя нарушениям синапсиса и рекомбинации у гибридов. Изложение, насколько я

могу судить, адекватно отражает современное состояние знаний о генетических и кариологических аспектах нарушений репродукции у межвидовых гибридов. Заключительный раздел «Обзора литературы» посвящен видам Хомячковым, которые были основными объектами исследования с обоснованием, почему именно эти группы видов было целесообразно исследовать. В целом, «Обзор литературы» производит благоприятное впечатление, демонстрируя высокий уровень теоретической подготовки диссертанта как цитогенетика-исследователя мейоза.

Раздел «Материал и методы» показывает, что диссертант уверенно владеет современными методами молекулярной цитогенетики, гистохимии и электронной микроскопии, а также методами иммуноцитохимии, включая FISH-гибридизацию, дифференциальное DAPI и G-окрашивание хромосом, последовательное исследование распластанных препаратов мейотических хромосом под световым и электронным микроскопом. Результаты микроскопического анализа, там, где это необходимо, были статистически обработаны с помощью программного пакета R (v4.1.3) (R Core Team, 2019), для визуализации статистических расчетов использован пакет ggplot2 (v.1.0.7) (Wickham, 2016).

Глава «результаты» поражает разнообразие проведенных экспериментов, число исследованных видов и межвидовых гибридов. Следует подчеркнуть, что большая часть наблюдений выполнена при изучении мейотических хромосом родительских видов и межвидовых гибридов – объекта значительно более сложного и разнообразного чем кариотипы на стадиях митотического деления.

Работа исключительна разнообразна по экспериментальным подходам и описаниям поведения хромосом в профазе мейоза у большого числа видов и гибридов. Многочисленные микрофотографии, все высокого качества, вполне согласуются со словесными описаниями наблюдаемых процессов и



показывают обоснованность выводов, сделанных Т.И. Бикчуриной по результатам диссертационной работы. Сделанные диссертантом заключения о роли хромосомных перестроек и генетической рекомбинации в становлении репродуктивных барьеров при видообразовании у Хомячковых имеют большое значение для всех биологов, работающих в области эволюционной генетики, генетики мейоза и общей цитогенетики.

Основные положения, вынесенные диссертантом на защиту, обоснованы результатами проведенных экспериментов, микрофотографиями, квалифицированно проведенным обсуждением.

У меня есть лишь одно замечание дискуссионного плана. На стр. 15 диссертант, со ссылкой на работу Hess and De Franca (2008) пишет, что якобы в семенниках млекопитающих выделяют не менее 26 морфологически различных стадий половых клеток. Мне это утверждение кажется сомнительным – хотелось бы, чтобы на защите диссертант перечислил эти стадии, а если у некоторых из них нет названий, то, может быть, продемонстрировал на экране это разнообразие стадий.

Два замечания редакционного плана: на стр. 17 читаем: «Программа вступления гамет в мейоз, как и прохождение фазы мейоза...» - наверно все-таки не гамета вступает в мейоз.

И, наконец, совершенно неудовлетворителен рисунок 1 (стр. 20), озаглавленный «Схематическое изображение гомологичной рекомбинации (Baudat and Massy, 2007, с изменениями)». Во первых, на нем странным образом нет бивалента с хиазмой, во вторых, он настолько далеко отстоит от первоисточника, что это уже не модификация, а собственное творчество.

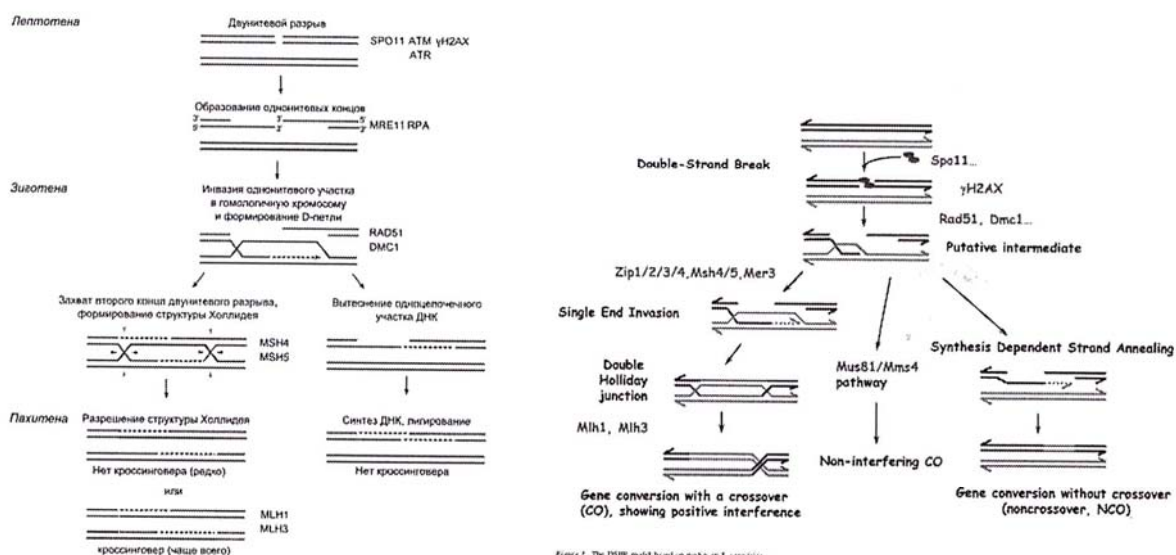


Figure 2. The DSB repair pathway based on tracks in *S. cerevisiae*.

Рисунок. Слева – рисунок 1 из рецензируемой диссертации, справа – схема из статьи Baudat, F., & de Massy, B. (2007).

Приведенные замечания касаются дискуссионных вопросов и не снижают общего очень благоприятного впечатления от диссертационной работы. Полученные Татьяной Игоревной Бикчуриной экспериментальные результаты, их обсуждение и выводы, неоднократно были представлены и всесторонне обсуждались на международных и всероссийских симпозиумах и конференциях, они хорошо известны специалистам. Материалы, легшие в основу диссертации, опубликованы в 3-х статьях в высокорейтинговых рецензируемых журналах. Автореферат адекватно отражает содержание диссертации.

Все это позволяет мне с полной уверенностью сказать, что диссертация Татьяны Игоревны Бикчуриной «ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ СТЕРИЛЬНОСТИ У ГИБРИДОВ МЕЖДУ НЕКОТОРЫМИ ВИДАМИ СЕМЕЙСТВА ХОМЯКОВЫЕ (CRICETIDAE)», представленная к защите по специальности 1.5.7 – Генетика соответствует требованиям пп. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, ред. от 11.09.2021), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Таким образом, соискатель Татьяна Игоревна БИКЧУРИНА заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.7. – Генетика.

Официальный оппонент:

Доктор биологических наук, профессор,  
главный научный сотрудник с возложением обязанностей заведующего лабораторией биосистематики и цитологии  
ФГБУН «Ботанический институт имени В.Л. Комарова Российской академии наук»

РОДИОНОВ Александр Викентьевич



3 ноября 2023 г.

Контактные данные:

тел.: 7(921)7740792, e-mail: [avrodionov@binran.ru](mailto:avrodionov@binran.ru)

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:

03.00.15 – генетика, 03.00.25 – гистология, цитология, клеточная биология.

Адрес места работы:

197022, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 2,  
Ботанический институт имени В.Л. Комарова Российской академии наук  
(БИН РАН), лаборатория биосистематики и цитологии

Подпись сотрудника .....

ОРГАНИЗАЦИИ И.О. Фамилия удостоверяю:

руководитель/кадровый работник

3.11.2023

И.О. Фамилия

Подпись руки   
ЗАВЕРЯЮ   
ОТДЕЛ КАДРОВ  
Ботанического института  
им. В.Л. Комарова  
Российской академии наук