

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Лисачёва Артёма Павловича «Сравнительный анализ структуры, синапсиса и рекомбинации половых хромосом разного эволюционного возраста у позвоночных», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.03.04 - клеточная биология, цитология и гистология.

Половые хромосомы играют уникальную роль во многих биологических процессах и явлениях и, прежде всего, в определении пола.

По современным представлениям половые хромосомы возникли из пары аутосом. Ключевым моментом этого превращения было подавление рекомбинации в данной паре, возникшее, вероятно, вследствие инверсий в небольшом участке хромосомы. Блокирование рекомбинации стало распространяться далее по хромосоме, пока не заняло почти всю её длину. Это привело к тому, что прото-Y-хромосома начала накапливать мутации, перестройки и деградировать. На заключительном этапе эволюции этой гоносомы для неё становятся характерны специфические черты, резко отличающие её от других хромосом набора: обеднённость генами; присутствие значительных гетерохроматиновых районов; наличие области гомологии с X-хромосомой (псевдоаутосомной области). Вторая же хромосома, поскольку имела возможность рекомбинировать с такой же хромосомой у особей гомогаметного пола, сохраняла исходный состав генов. В результате возникла - пара хромосом, различающихся по размеру, составу ДНК и морфологию, то есть — гетерохромосом. Заключительные этапы эволюции гетерогаметного пола хорошо отражают, например, млекопитающие. А вот ранние этапы эволюции половых хромосом остаются слабо изученными. Поэтому **актуальность** представленного к защите диссертационного исследования, ориентированного на выяснение особенностей спаривания и рекомбинации половых хромосом на ранних этапах дифференцировки половых хромосом не вызывает сомнений.

Диссертация имеет традиционную структуру и состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, собственных результатов и их обсуждения, выводов и списка цитированной

литературы (206 источников). Диссертация изложена на 113 страницах машинописного текста, иллюстрирована 25 рисунками и включает 4 таблицы. Оформление работы соответствует рекомендованным правилам оформления диссертаций.

Во **Введении** автор четко формулирует актуальность темы, цель и задачи исследования, новизну подходов к достижению поставленной цели. В этом же разделе взвешенно подчеркивается теоретическая значимость и практическая ценность работы. Положения, выносимые на защиту, прямо связаны с оригинальной постановкой и решением задач исследования.

**Обзор литературы** даёт исчерпывающее представление о современном состоянии исследования детерминации пола у позвоночных животных, половых хромосомах и их синапсису в мейозе. Особое место в обзоре литературы занимает сравнительный анализ детерминации пола у костистых рыб, рептилий и птиц. Анализ литературы позволил автору убедительно обосновать выбор модельных объектов для исследования рекомбинации половых хромосом.

К сожалению, в автореферате не приведены сведения об этой очень содержательной главе в структуре диссертации.

В разделе, посвященном описанию **Материала и методикам исследования**, подробно описан материал и представлен весь арсенал методов, адекватных достижению цели и решению задач исследования. В том числе описана оригинальная методика получения С-подобного окрашивания хромосом ДНК-красителем (DAPI). Однако, для того, что бы доказать «С-подобие окрашивания» необходимо было бы привести результаты классической С-дифференциальной окраски хромосом модельных видов.

С помощью комплекса молекулярно-цитогенетических методов, автором получены новые и интересные **Результаты**, доказывающие, что увеличение степени дивергенции между гетероморфными половыми хромосомами разного эволюционного возраста приводит к прогрессирующим нарушениям в синапсисе полового бивалента в отличие от параметров синапсиса аутосом

того же вида. Вместе с тем граница между псевдоаутосомными районами и нерекombинирующим районом становится более четкой при эволюционном уменьшении относительной длины псевдоаутосомных районов. Эти новые данные о путях гетероморфизации половых хромосом являются результатом детального анализа локализации и синапса псевдоаутосомных районов в половых хромосомах модельных видов животных (гуппи, анолисы, крачки). Результаты сопровождаются иллюстративным материалом высокого уровня разрешения и их достоверность не вызывает сомнений.

В разделе **Обсуждение результатов** выделены все основные закономерности, логично вытекающие из анализа экспериментальных данных о том, что гетероморфизация половых хромосом проявляется в рекомбинации, а основным направлением эволюции является увеличение относительно размера участков хромосом заблокированных для рекомбинации. Сравнение полученных результатов с обширными данными об особенностях синапсиса половых хромосом у млекопитающих ещё раз подчёркивают оригинальность и новизну проведённого исследования.

Вся совокупность результатов корректно нашла своё отражение в **Выводах**. Каждый вывод диссертации соответствует экспериментальным данным.

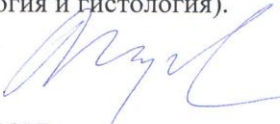
Диссертация написана хорошим научным языком, логично построена, хорошо иллюстрирована. Текст тщательно отредактирован и в нём практически не встречаются грамматические ошибки или стилистические погрешности. Структура автореферата полно отражает содержание диссертации.

В целом результаты работы способствуют лучшему пониманию особенностей эволюции половых хромосом и могут быть использованы для преподавания курсов генетики, клеточной и эволюционной биологии.

Использование системы автоматической проверки текстов на наличие заимствований из общедоступных сетевых источников стало дополнительным критерием оригинальности описания результатов исследования.

Всё это позволяет сделать заключение, что исследование Лисачёва Артёма Павловича по своей актуальности, новизне и значимости результатов в которых содержится оригинальное решение актуальной научной задачи удовлетворяет всем требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата биологических наук, а ее автор Лисачёв Артём Павлович заслуживает присуждения искомой ученой степени по специальности 03.03.04 - клеточная биология, цитология и гистология.

Официальный оппонент,  
Ведущий научный сотрудник лаборатории филогении и фауногенеза  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт  
систематики и экологии животных Сибирского отделения Российской  
академии наук, доктор биологических наук (03.03.04 - клеточная биология,  
цитология и гистология).

  
Александр Геннадьевич Бугров

01.06.2017 г.

Почтовый адрес: 630091, Новосибирск, Россия, ул., Фрунзе, д.11.  
Тел./Факс: +7(383)217-09-73, e-mail: office@eco.ru  
Телефон лаборатории филогении и фауногенеза +7(383)217-06-33

Подпись А.Г. Бугрова заверяю  
Учёный секретарь  
Учёного совета ИСиЭЖ СО РАН



  
О.Г. Березина