КОМБИНАТИВНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ У ТРЕМАТОД

Начева Л. В.¹,

доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой биологии
с основами генетики и паразитологии,
nacheva.48@mail.ru

Гребенщиков В. М.¹,

кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии
с основами генетики и паразитологии,
cristavm@mail.ru

Бибик О. И.¹,

доктор биологических наук, профессор кафедры биологии
с основами генетики и паразитологии,
ok.bibik@yandex.ru¹

Аннотация

Цель исследования: Изучить комбинативную изменчивость у трематод на основании микроморфологических исследований их гаметогенеза и оплодотворения.

Трематоды: *Fasciola hepatica*, *Opisthorchis felineus*, *Clonorchis sinensis*, *Paragonimus westermani* были получены при вскрытии животных. Мариты трематод фиксировали в 10% нейтральном формалине. Обработка проводилась по гистологической методике. Материал заливали в парафин. Срезы, толщиной 5–6 мкм, окрашивали с использованием гистологических методов окраски: гематоксилин Карацци-эозин, галлоцианин, азур-эозин по Романовскому-Гимза. Было изготовлено 400 гистологических микропрепаратов; изучали в световом микроскопе и делали микрофотосъемку.

Для трематод характерен истинный гермафродитизм. У каждой особи трематод хорошо развиты половые железы — семенники и яичники, в которых протекают процессы гаметогенеза: сперматогенез и овогенез. В результате гаметогенеза, за счёт мейотического кроссинговера происходит рекомбинация генетического материала, и половые клетки трематод образуются с уникальным геномом. В оплодотворении участвуют две трематоды, которые, спариваясь, оплодотворяют друг друга перекрёстным способом (*simultaneous fertilization*). В результате этого генетический материал каждой трематоды об-

¹ ФГБОУ ВО Кемеровский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации (650029, Россия, г. Кемерово, ул. Ворошилова, 22-а)

новляется и в каждой из них созревает новая генерация особей, имеющая новый генотип. Постоянное обновление геномов трематод составляет основу комбинативной изменчивости и обеспечивает процветание видов.

Ключевые слова: трематоды, гаметогенез, гистология, комбинативная изменчивость.

COMBINATIVE VARIABILITY IN THE TREMATODAS

Nacheva L. V.¹,

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Biology
with the Basics of Genetics and Parasitology,
nacheva.48@mail.ru

Grebenshchikov V. M.¹,

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department
of Biology with the Basics of Genetics and Parasitology,
crstavm@mail.ru

Bibik O. I.¹,

Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Biology
with the Basics of Genetics and Parasitology,
ok.bibik@yandex.ru

Abstract

Objective: To study the combinational variability in trematodes based on micromorphological studies of their gametogenesis and fertilization.

Trematodes: *Fasciola hepatica*, *Opisthorchis felineus*, *Clonorchis sinensis*, *Paragonimus westermani* were obtained by dissecting animals. Trematode marites were fixed in 10% neutral formalin. The treatment was carried out according to the histological method. The material was embedded in paraffin. Sections of 5–6 microns thick were stained using histological methods of staining: hematoxylin Carazzi-eosin, gallocyenin, azur-eosin according to Romanovsky-Giemsa. 400 histological specimens were manufactured; studied under a light microscope and took photomicrographs.

Trematodes are characterized by true hermaphroditism. In each individual of the trematode, the sex glands are well developed – the testes and ovaries, in which the processes of gametogenesis take place: spermatogenesis and oogenesis. As a result of gametogenesis, due to meiotic crossing-over, genetic material recombines, and trematode sex cells are formed with a unique genome. Two trematodes participate

¹ FSBEI HE “Kemerovo State Medical University” Ministry of Health of the Russian Federation (650029, Russia, Kemerovo, Voroshilov st., 22-a)

in fertilization, which, mating, fertilize each other in a cross way (*simultaneous fertilization*). As a result, the genetic material of each trematode is updated and a new generation of individuals with a new genotype ripens in each of them. The constant updating of the trematode genomes forms the basis of combinational variability and ensures the prosperity of species.

Keywords: trematodes, gametogenesis, histology, combinative variability.

Введение. Комбинативная изменчивость обеспечивается процессом образования половых клеток у всех живых организмов, которые размножаются половым путём. Трематоды, как возбудители заболеваний человека и животных не являются исключением, так как у них активно протекает гаметогенез, в котором происходит рекомбинация генетического материала (Начева Л.В., Гребенщиков В.М., 2017) за счёт мейотического кроссинговера. Знания о механизмах генетического обновления возбудителей трематодозов человека значимы, как для здравоохранения, так и для ветеринарной медицины для поиска новых более эффективных схем лечения и определения механизмов влияния антигельминтиков как на паразита, так и на хозяина. Изменчивость трематод так же интересна для понимания генетической восприимчивости к гельминтозам (Начева Л.В., Кутихин А.Г., 2016).

Материалы и методы. Материалом послужили половозрелые особи (мариты) дигенетических трематод (тип Plathelminthes): *Fasciola hepatica*, *Opisthorchis felineus*, *Clonorchis sinensis*, *Paragonimus westermani*, которые были получены при вскрытии животных со спонтанным трематодозом. Половозрелые особи трематод фиксировали в 10% нейтральном формалине, спирт-формалине по Шафферу 1:9, в жидкости Карнуа. Обработка проводилась по классической гистологической методике. Материал заливали в парафин с добавлением воска. Срезы, толщиной 5-6 мкм, помещали на обезжиренные предметные стекла, проводили депарафинирование и окрашивание с использованием гистологических методов окраски: гематоксилин Караци-эозин, галлюцианин, азур-эозин по Романовскому-Гимза. Было изготовлено 400 гистологических микропрепаратов (по 100 каждого вида трематод), изучали в световом микроскопе на разных увеличениях и делали микрофотосъемку.

Результаты исследований. Для трематод характерен истинный гермафродитизм. Каждая половозрелая особь трематод является партнером для другой такой же особи. В оплодотворении участвуют две трематоды, которые, спариваясь, оплодотворяют друг друга перекрёстным способом (*simultaneous fertilization*). В результате этого генетический

материал каждой трематоды обновляется и в каждой созревает новая генерация особей, имеющая новый генотип. У трематод хорошо развиты половые железы — семенники и яичники, в которых протекают процессы гаметогенеза: сперматогенез и овогенез соответственно. Мы изучали цитоархитектуру этих процессов на гистологической серии из половых желёз и описали подробно сперматогенез и овогенез у трематод (Гребенщиков В.М., Начева Л.В., 2008). В основе этих процессов лежат два вида деления. Первое деление — митоз, обеспечивающий увеличение количества генерации незрелых половых клеток в пристеночной зоне семенников и яичников с сохранением наследственных данных. В результате этого в семенниках образуются сперматогонии и соответственно овогонии, которые вступают в период роста. Он соответствует подготовке клеток (сперматогониев или овогониев) к мейозу, то есть интерфаза 1 мейоза 1. Это соответствует зоне созревания сперматогенеза и овогенеза в половых железах одной и той же половозрелой особи трематоды. Затем клетки вступают в процесс первого мейотического деления, обеспечивающий редукцию хромосом. Оно начинается с профазы 1, в которой клетки проходят пять стадий: зигонема, лептонема, пахинема, диплонема и диакинез. В этот период мы наблюдали явления преобразования хромосом: синапсис, конъюгация и кроссинговер, в результате последнего аллельные участки гомологичных хромосом обменивались между собой. Следует отметить, что в сперматогенезе и овогенезе, происходит рекомбинация генетического материала между парными хромосомами, и новый набор генов получает каждая образующаяся гамета, имеющая уже непарный набор хромосом, что делает каждую половую клетку уникальной по генотипу. При спаривании 2-х трематод, в каждую из марит проникают сперматозоиды от противоположной особи, которые накапливаются в семяприемнике. Таким образом, трематоды меняются сперматозоидами и тем самым обновляют свой генетический состав. После этого внутри каждой особи начинается второй этап — оплодотворение, которое состоит в том, чтобы сперматозоиды оплодотворили ооцит. В результате в оотипе (начальный отдел матки гельминта) за счёт стимуляции сперматозоидом ооцита, который вступает в мейоз 1 и 2, образуются направительные тельца и яйцеклетка. Выбраковка генетического материала, происходит за счёт образования редукционных телец 3:1, затем только происходит слияние их ядер с образованием синкариона.

Заключение. Комбинативную изменчивость трематод можно наблюдать в процессе гаметогенеза, в результате которого происходит

рекомбинация генетического материала и половые клетки трематод получают уникальный набор генов. Постоянное обновление их геномов обеспечивается как за счет мейоза, так и за счёт перекрестного оплодотворения трематод, что составляет основу процветания видов.

Литература

1. Гребенщиков В.М., Начева Л.В. Микроморфология и гистохимия половой системы трематод и гаметогенеза трематод в норме и при действии антигельминтиков. Кемерово, 2008. 118 с.
2. Начева Л.В., Гребенщиков В.М. Сперматогенез — основа комбинативной конференции изменчивости у трематод / Сб. «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями». Москва, 16–18 мая 2017. С. 306–308.
3. Начева Л.В., Кутихин А.Г. Генетика восприимчивости к гельминтозам у человека // Российский паразитологический журнал. 2016. Т. 37. Вып. 3. С. 296–303.

References

1. Grebenshchikov V.M., Nacheva L.V. Micromorphology and histochemistry of the reproductive system of trematodes and gametogenesis of trematodes in normal and under the action of anthelmintics. Kemerovo, 2008. 118 p. (In Russ.)
2. Nacheva L.V., Grebenshchikov V.M. Spermatogenesis — the basis of the combinative conference of variability in trematodes / SB. Theory and practice of parasitic disease control, Moscow, May 16-18, 2017, P. 306–308. (In Russ.)
3. Nacheva L.V., Kutikhin A.G. Genetics of susceptibility to helminthiasis in humans. *Russian Journal of Parasitology*. 2016; 37(3): 296–303. (In Russ.)