

УДК: 616–092.4:598.294.4 + 612.78

TAENIOPYGIA GUTTATA КАК ПОПУЛЯРНЫЙ МОДЕЛЬНЫЙ ОРГАНИЗМ, УСПЕШНО ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ В ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ.

Аликова А.В.¹, Золотарёва Л.Ю.¹, Бакаушина В.С.¹, Захарчук А.Ю.¹

¹ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский» университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, направление подготовки «Биология», Россия, Волгоград, e-mail: AlikovaAV1504@yandex.ru

Представлены основные преимущества в использовании живых организмов в качестве модельных объектов в научных биологических исследованиях. Особое внимание при выборе модельного объекта обращается на организмы, имеющие полностью расшифрованный геном, так как в последнее время молекулярно–генетическим исследованиям уделяется существенное внимание. *Taeniopygia guttata* стала популярным модельным организмом в исследованиях по нейробиологии и биологии поведения благодаря простоте разведения данных птиц в неволе, неприхотливостью к условиям проживания. Но главным преимуществом является полная расшифровка генома этих организмов и его дальнейшее изучение. Приведено краткое описание зебровых амадин, а также условия их размножения и развития. Описаны исследования, в которых *Taeniopygia guttata* были использованы в качестве модельных объектов, в частности это изучение генома птиц и механизмов реализации и передачи генетической информации, объяснение механизмов работы органов чувств, исследования по формированию речевого аппарата и механизмов восприятия и понимания речи. Использование зебровых амадин в качестве модельного объекта позволит изучить многие поведенческие функции организмов. Исследования, проводимые с помощью *Taeniopygia guttata*, станут основой для изучения влияния генов на нейронные процессы в организме животных и человека.

Ключевые слова: модельный объект, модельный организм, птицы, зебровая амадина, речевой аппарат, физиология речи.

TAENIOPYGIA GUTTATA AS A POPULAR MODEL ORGANISM SUCCESSFULLY USED IN BEHAVIORAL BIOLOGY.

Alikova A.V.¹, Zolotareva L.Y.¹, Bakaushina V.S.¹, Zakharchuk A.Y.¹

¹FSBEI HE VolgSMU Of the Ministry of Healthcare of the Russia – Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volgograd State Medical University» Of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation direction of preparation “Biology”, Russia, Volgograd, e-mail: AlikovaAV1504@yandex.ru

The main advantages of using living organisms as model objects in scientific biological research are presented. When choosing a model object, special attention is paid to organisms that have a completely deciphered genome, since significant attention has been paid to molecular genetic research recently. *Taeniopygia guttata* has become a popular model organism in neurobiology and behavioral biology research due to the simplicity of breeding these birds in captivity and their simplicity in living conditions. But the main advantage is the complete decoding of the genome of these organisms and its further study. A brief description of zebra finches is given, as well as the conditions for their reproduction and development. Studies are described in which *Taeniopygia guttata* were used as model objects, in particular, the study of the avian genome and the mechanisms for the implementation and transmission of genetic information, the explanation of the mechanisms of the sensory organs, studies on the formation of the speech apparatus and the mechanisms of perception and understanding of speech. Using zebra finches as a model object will allow studying many behavioral functions of organisms. Research carried out with *Taeniopygia guttata* will form the basis for studying the effect of genes on neural processes in animals and humans.

Keywords: model object, model organism, birds, zebra finch, speech apparatus, physiology of speech.

Введение

Ни одно биологическое исследование невозможно без использования модельных организмов, которые необходимы для изучения свойств, процессов и механизмов живой природы. Главное преимущество данных объектов состоит в их интенсивном изучении, что позволяет накапливать большое количество научных данных по строению, функциям и свойствам модельных организмов. Это необходимо для успешного дальнейшего использования их в лабораторных исследованиях и научных экспериментах.

Применение организмов в качестве модельных объектов в лабораторных экспериментах позволяет проводить исследование биохимических, физиологических, молекулярно-генетических и прочих свойств организмов, в частности человека. Использование модельных объектов, основано на общности происхождения всех живых организмов и сохранении в поколениях общих свойств хранения, передачи и реализации наследственной информации, а также единых механизмах биохимических процессов, протекающих в клетках.

В первую очередь модельными становятся организмы, содержание и разведение которых в лабораторных условиях не представляет особого труда и существенных затрат. Также учитываются такие свойства, как короткое время генерации, возможность проведения генетических манипуляций над организмом, положение его на филогенетическом древе и др. В последнее время экспериментаторы все чаще обращают внимание на организмы, которые имеют полностью расшифрованный геном, так как молекулярно-генетическим исследованиям уделяется существенное внимание в изучении многих биологических процессов.

Использование модельных организмов в исследованиях по нейробиологии и биологии поведения создало основу для исследовательских работ на определение роли молекулярных и генетических механизмов в речевых расстройствах, связанных с аутизмом, инсультом, заиканием и болезнью Паркинсона. Огромный вклад в исследования по физиологии и неврологии внес такой организм, как зебровая амадина. Особое положение *Taeniopygia guttata* занимает как модельный организм в частности из-за простоты разведения данных птиц в неволе и неприхотливостью к условиям проживания. Известно, что геном зебровой амадины был полностью секвенирован в 2010 году, что сразу сделало данный организм удобным объектом для молекулярных исследований и послужило поводом для использования его в качестве модельного во многих экспериментах. Геном зебровой

амадины содержит 18 447 генов, из которых 17 475 кодируют белки. Расшифровка генома *Taeniopygia guttata* также позволила узнать что, в геноме птиц присутствует около 500 генов, кодирующих обонятельные рецепторы, из которых активно работают около 200 генов. Эти данные послужили поводом для изучения механизмов работы органов чувств не только у животных, но и у человека. Таким образом, все выше перечисленные свойства зебровой амадины делают ее одним из самых популярных модельных организмов в различных биологических исследованиях, в частности по нейробиологии и биологии поведения.

Характеристика

Зебровая амадина (лат. *Taeniopygia guttata*) — птица семейства вьюрковых ткачиков. Представители данного вида птиц обладают небольшими размерами – длина тела некоторых самцов достигает 10 см [1].

У зебровых амадин четко выражена половая дифференцировка, которая проявляется в основном внешним видом птиц. Оперение у амадины яркое: голова, шея и спина пепельно-серые; в области ушей и щек выделяется оранжево-красное пятно. Низ груди и брюшко белые с желтоватым оттенком, зоб и верх груди пепельно-серые с тонкими поперечными черными полосами. Особой приметой самца являются черное пятно на груди и белые крапинки на кирпично-красных боках. Самка окрашена скромнее: пепельно-серая, спереди на голове черные полосы. Клюв и у самца, и у самки яркого красного цвета. Молодые самцы по окраске похожи на самок, клюв у них темный, наряд взрослых птиц они «надевают» в возрасте 8 - 12 недель [5].

В природных условиях зебровые амадины живут на равнинах, заросших травой, одиночными кустами и деревьями. Птицы часто селятся недалеко от воды, так как после приема пищи данные птицы предпочитают утолить жажду и искупаться. Манера пить у амадин особая. Глубоко погрузив клюв в воду, птица подолгу, не отрываясь (до 20 секунд), засасывает её. Зебровые амадины считаются стайными птицами, собирающимися в группы по 50 – 100 особей [5].

Для данных птиц характерно быстрое половое созревание. Зебровые амадины начинают успешно размножаться с 3 – 5 месяцев. Величина кладки зависит часто от климатических условий. В период засухи самка откладывает только 3 – 4 яйца, а также возможно, что птицы не гнездятся вовсе. В благоприятных условиях среды птицы могут размножаться несколько раз в год. Насиживание длится 12 дней. Особенностью птенцов зебровых амадин во время их пребывания в гнезде является так называемый «процесс

обучения», который заключается в «запоминании» трелей родителей, которые птенцы будут исполнять, когда станут взрослыми [5].

Зебровая амадина в качестве модельного объекта

Зебровая амадина (лат. *Taeniopygia guttata*) в последнее время считается одним из самых популярных у биологов модельных объектов. Особое положение *Taeniopygia guttata* занимает как модельный организм в частности в поведенческой биологии. Простота разведения данных птиц в неволе и неприхотливость к условиям проживания ставит их в один ряд с такими модельными объектами как *Danio rerio*, *Mus musculus* и пр.

Известно, что геном *Taeniopygia guttata* был полностью секвенирован в 2010 году, что сразу сделало данный организм удобным объектом для молекулярных исследований и послужило поводом для использования его в качестве модельного во многих экспериментах. Геном зебровой амадины содержит 18 447 генов, из которых 17 475 кодируют белки [4]. Более подробное изучение генетического материала *Taeniopygia guttata* показало, что в геноме амадины рассеяно 15 фрагментов вируса из группы гепаднавирусов, которые распределены по 10 хромосомам. Важен тот факт, что гепаднавирусы - это семейство ДНК-вирусов, встраивающих свои последовательности в геномы тех организмов, на которых паразитируют. В своих дальнейших исследованиях по определению времени встраивания ДНК вируса в геном зебровых амадин, ученые проанализировали число мутаций в вирусных последовательностях. Известно, что чем старше тот или иной фрагмент ДНК, тем больше изменений в нем накапливается. Генетический анализ показал, что гепаднавирус попал в геном птиц в период от 19 до 40 миллионов лет назад. Полученные при проведенном исследовании данные заставили ученых пересмотреть некоторые представления об эволюции вирусов [2].

Расшифровка генома *Taeniopygia guttata* также позволила узнать что, в геноме птиц присутствует около 500 генов, кодирующих обонятельные рецепторы, из которых активно работают около 200 генов [4]. В дальнейших исследованиях ученые сравнивали представленность генов обонятельных рецепторов у различных видов птиц. Было сделано заключение о специфичности обонятельных рецепторов у зебровых амадин, принадлежащих к одному семейству в соотношении 95%. Исследователи также выяснили, что число генов рецепторов может значительно варьироваться от вида к виду, и, кроме того, большая часть этих генов активна. Этот факт послужил для ученых доказательством того, что обоняние наряду со зрением играет важную роль в жизни птиц [3].

Изучение генома *Taeniopygia guttata* позволило также ученым понять генетическую основу обучения и развития речевого аппарата не только у птиц, но и у человека. Результаты генетических исследований показали, что у зебровых амадин наследуются не звуковые проявления, а специфический звуковой сценарий: важны моменты отсутствия звучания и их продолжительность. Звуковое наполнение размеченных промежутков птенцы перенимают от своих родителей. Обучение происходит следующим образом. Птенцы, слушая своих отцов, учатся петь. Как выяснили ученые, сначала молодая птица просто беззаботно чирикает, но затем начинает достаточно точно подражать песням своего отца. Со временем же птенцы понимают смысл песни и затем передают его следующему поколению. В процессе восприятия новой песни участвуют порядка сотни генов. Расшифровка генома позволила ученым определить, что во время обучения птицы активность 807 генов существенно меняется (они не кодируют белки) [4]. Вместо этого ДНК из этих генов транскрибируется на короткие отрезки некодирующих РНК, которые контролируют экспрессию генов в мозге зебровой амадины, участвующих в процессе обучения и использования вокального аппарата. Как известно, именно некодирующие РНК играют большую роль в развитии разного рода процессов в организме человека и животных и эволюции высших организмов. Данное исследование создало основу для исследовательских работ на определение роли молекулярных и генетических механизмов в речевых расстройствах, связанных с аутизмом, инсультом, заиканием и болезнью Паркинсона [2]. Таким образом *Taeniopygia guttata* стала ключевым модельным объектом в нейробиологии, позволяющим проводить исследования с целью определения в мозге зебровой амадины основного набора генов, участвующего в процессах восприятия и воспроизведения песни, а затем смотреть, есть ли отклонения этих генов в организме людей, обладающих речевыми расстройствами.

Заключение

Использование *Taeniopygia guttata* в качестве модельного объекта позволило изучить многие невероятные особенности животных организмов, в частности понять механизмы работы многих органов чувств, определить набор генов, отвечающих за речевые свойства, и понять как происходит формирование речи, а также разгадать некоторые механизмы передачи и реализации генетической информации в ряду поколений. Дальнейшие исследования с помощью зебровых амадин позволят ученым понять генетическую основу обучения и развития речевого аппарата не только у животных, но и у человека.

Список литературы:

1. Бёме Р. Л., Флинт В. Е. Пятиязычный словарь названий животных. Птицы. Латинский, русский, английский, немецкий, французский / Под общ. ред. акад. В. Е. Соколова. — РУССО. - 1994. — С. 447.
2. Araki M. Mind the gap: Neural coding of species identity in birdsong prosody / M. Araki, M. M. Bandi, Y. Yazaki-Sugiyama // Science. - 2016. - Vol. 354. - P. 1282–1287.
3. Bailey, I. E. Birds build camouflaged nests / I. E. Bailey, F. Muth, K. Morgan, S. L. Meddle, S. D. Healy. // Auk. - Vol. 132(1). - P. 11–15.
4. Warren, W. C. The genome of a songbird / W. C. Warren, D. F. Clayton, R. K. Wilson. // Nature. - April, 2010. - Vol. 464. - P. 757–762.
5. Zann, R. A. The Zebra Finch: A Synthesis of Field and Laboratory Studies / R. A. Zann // Oxford University Press. – 1996.