

УДК: 57.084:593.652+577.29

NEMATOSTELLA VECTENSIS КАК МОДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ В МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ

Кубышкина Д.В.¹, Антипова Д.В.¹, Ковалёва Л.Г.¹, Рашимова А.Д.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: goku59uri@gmail.com

Рассматриваются преимущества использования живых модельных объектов в области молекулярной биологии. Особое внимание уделено литоральной роющей актинии *Nematostella vectensis*, которая имеет ряд достоинств по сравнению с основными модельными объектами, такими как *Drosophila melanogaster* и *Caenorhabditis elegans*, заключающиеся в сходстве генома с геномом позвоночных, а также в способности к быстрой регенерации. Кратко охарактеризован жизненный цикл и морфологическое строение *Nematostella vectensis*. Перечислены основные кодируемые рецепторы, обнаруженные при секвенировании генома. Описано основное направление применения *Nematostella vectensis* в качестве модельного объекта в молекулярной биологии - изучение пути PIWI-взаимодействующих РНК и его последствий во время развития квидарий. Дальнейшее использование данного объекта даст возможность понять взаимосвязи между механизмами, которые задействованы во время развития и регенерации идентичных структур и позволит применять многоклеточных животных в биомедицинских целях.

Ключевые слова: модельный объект, молекулярная биология, нематостелла

NEMATOSTELLA VECTENSIS AS A MODEL OBJECT IN MOLECULAR BIOLOGY

Kubyskhina D.V.¹, Antipova D.V.¹, Kovaljova L.G.¹, Rashimova A.D.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: goku59uri@gmail.com

The advantages of using living model objects in the field of molecular biology are considered. Particular attention is paid to the littoral burrowing anemone *Nematostella vectensis*, which has a number of advantages over the main model objects, such as *Drosophila melanogaster* and *Caenorhabditis elegans*, in the genome similarity to the vertebrate genome, as well as in the ability to regenerate quickly. The life cycle and morphological structure of *Nematostella vectensis* are briefly described. The main encoded receptors found during genome sequencing are listed. The main direction of using *Nematostella vectensis* as a model object in molecular biology is described - the study of the PIWI-interacting RNA pathway and its consequences during the development of cnidarians. Further use of this object will make it possible to understand the relationship between the mechanisms that are involved during the development and regeneration of identical structures and will allow the use of multicellular animals for biomedical purposes.

Keywords: model object, molecular biology, nematostella

Введение

Практически во всех биологических исследованиях используются различные модельные объекты, которые должны соответствовать определенным требованиям, которые зависят от характера исследования, но основными являются - простота содержания, степень изученности, скорость регенерации, возможность различных манипуляций с объектом и т.д.

При выборе биологического объекта также часто обращают внимание на наличие полностью расшифрованного генома, благодаря чему можно наиболее легко понять основные биологические процессы, происходящие в данном организме.

Геном *Nematostella vectensis* был полностью секвенирован в 2007 году, что позволило использовать данный организм в качестве модельного объекта, преимущественно в молекулярной биологии, а также в биологии развития.

При изучении генома была обнаружена высокая степень сходства с геномом позвоночных, по сравнению с остальными основными модельными объектами молекулярной биологии, что дало животному преимущество в использовании.

Nematostella vectensis не имеет себе равных по легкости культивирования в лаборатории, потому что обладает физиологической толерантностью из-за того, что ее естественная среда обитания крайне неустойчива.

Данный организм имеет способность к обширной регенерации, а взрослые формы могут образовываться четырьмя разными путями, что также дает преимущество над остальными живыми модельными объектами.

Таким образом, *Nematostella vectensis* является одним из самых перспективных модельных объектов в области молекулярной биологии, который в дальнейшем позволит выйти на новый уровень биомедицинских исследований.

Характеристика

Нематостелла (лат. *Nematostella vectensis*) — литоральная роющая актиния, входящая в семейство *Edwardsiidae*, в последние годы ставшая биологическим объектом в области молекулярной биологии, биологии развития стрекающих, а также экологии.

Встречается нематостелла вдоль атлантического и тихоокеанского побережья Северной Америки и юга Англии. Является эвритермным и эвригалинным видом, т.е. способна существовать в широких диапазонах солёности и температуры.

Обитает в мелкодисперсных грунтах сублиторали и так называемых “литоральных ваннах”. Данный вид может достигать значительных плотностей населения — до 5 миллионов особей на одну литоральную ванну [2].

Взрослые нематостеллы могут возникать по четырем различным путям развития — это эмбриогенез, две формы бесполого деления и регенерация.

Жизненный цикл *Nematostella vectensis* в культуре составляет около 12 недель, а развитие от яйца до ювенильного полипа происходит примерно за 6 дней [1, 2].

Вначале зиготы подвергаются дроблению с образованием бластулы. Происходит гастрюляция, за которой следует стадия планулы, которая длится примерно от 24 часов после оплодотворения до 96 часов оплодотворения. Планулы свободно плавают, и во время этой стадии подвергается небольшому удлинению и формированию глотки и брыжейки. Затем планула претерпевает метаморфоз, в котором она утрачивает способность плавательного движения, а также в образовании зачатков щупалец, что приводит к образованию ювенильного полипа с четырьмя щупальцами. В этот момент

рост и созревание полипа происходит в зависимости от питательных веществ, пока они не достигнут половой зрелости.

Морфологические особенности

Морфологически нематостеллы просты и являются диплобластными животными, состоящими из двух зародышевых листков, бифункциональной внутренней энтодермы, гастродермы, а также внешней эктодермы.

У *Nematostella vectensis* есть две основные оси: орально-аборальная ось, которая является основной осью, проходящей от ротового отверстия к противоположной стороне, и направляющая ось, которая ориентирована ортогонально орально-аборальной оси.

Кишечник у нематостелл мешкообразный, с одноротовым отверстием, которое соответствует месту гастрюляции. Рот взрослой особи окружен 16 щупальцами, так же они имеют заметную глотку, окруженную 8 радиально повторяющимися мезэнтериальными структурами, которые расположены вдоль длинной орально-аборальной оси.

Брыжейки состоят из гонад, жалящих клеток и миоэпителиальных клеток, позволяющих животному быстро сокращаться вдоль своей оси [2].

***Nematostella vectensis* в качестве модельного объекта**

Среди существующих модельных объектов, нематостелла не имеет себе равных по легкости культивирования в лаборатории в виду её физиологической толерантности, необходимой для выживания в неустойчивой среде обитания.

Важным преимуществом нематостеллы, по сравнению с основными модельными животными в биологии развития, таких как плодовая мушка дрозофила, нематода, полосатый данио и т.д., является его обширная способность к регенерации.

Nematostella vectensis является первым базальным животным, чей геном был полностью секвенирован и результаты опубликованы в 2007 году [2].

Геном нематостеллы невероятно сложный и содержит почти все генные семейства, присутствующие у двустворчатых.

При изучении генома, выяснилось, что позвоночные и нематостеллы больше похожи друг на друга, чем обе группы таких модельных объектов, как дрозофилы и нематоды.

В ходе анализа генома были выявлены многочисленные ортологи ферментов и никотиновых рецепторов, связанных с холинэргической функцией, также большое количество генов, кодирующих ферменты, рецепторы и переносчики глутаматергической, ГАМКергической и аминергической передачи, два ортолога пуринергических рецепторов, четыре аденозиноподобных рецептора и одна синтаза оксида азота.

Вдобавок были идентифицированы гены, которые кодируют препропептиды и рецепторы, относящиеся к RF-амиду, тахикнину, галанину, гонадотропин-рилизинг-гормонам, вазопрессину, инсулиноподобным пептидам, гликопротеиновым гормонам и уникальным семействам книдарийных пептидов.

Геном *Nematostella vectensis* кодирует четыре пептидных домена с явным сходством последовательностей с блокатором калиевых каналов ShK-токсином [5].

Благодаря способности легко завершить свой жизненный цикл в лабораторных условиях делает нематостеллу идеально подходящим для изучения пути PIWI-взаимодействующих РНК и его последствий во время развития книдарий. Самые распространенные pi-РНК в *N. vectensis* по-разному экспрессируются в процессе развития, что обеспечивает понимание их функций в репрессии транспозонов и регуляции генов, кодирующих белок [4].

Заключение

Изначально нематостелла была использована для лучшего понимания происхождения и эволюция билатериальных характеристик и животных в целом. Но с появлением *Nematostella vectensis* в качестве модельной системы можно сосредоточиться на таких вопросах, как понимание взаимосвязи между механизмами, которые задействованы во время развития и регенерации идентичных структур.

Новые перспективы, вполне вероятно, откроют новые возможности и знания в биологии и эволюции, применении многоклеточных животных в биомедицинских целях.

Список литературы:

1. Hand, C. The Culture, Sexual and Asexual Reproduction, and Growth of the Sea Anemone *Nematostella vectensis*/ C. Hand, K. R. Uhlinger// The Biological Bulletin. — 1992. — Т. 198. — №2.
2. Layden, M.J. The rise of the starlet sea anemone *Nematostella vectensis* as a model system to investigate development and regeneration/ M. J. Layden, F. Rentzsch, E. Röttinger// Wiley Interdisciplinary Reviews: Developmental Biology. — 2016. — №4. — С. 408-428.
3. Norton, R.S. Sea Anemone Peptides/ R.S. Norton// Handbook of Biologically Active Peptides (Second Edition) — 2013.
4. Praher, D. Characterization of the piRNA pathway during development of the sea anemone *Nematostella vectensis*/ D. Praher et al// RNA Biology. — 2017. — №14.
5. Sullivan, J.C. StellaBase: The *Nematostella vectensis* Genomics Database/ James C. Sullivan et al.// Nucleic Acids Research. — 2006. — №34. — С. 495-499.