

УДК 575.856:575.858:575.155.

## ТАКИФУГУ RUBRIPES КАК МОДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ В БИОЛОГИИ И ГЕНЕТИКЕ

Мельник С.В.<sup>1</sup> Звада Е.А.<sup>1</sup> Салова В.В.<sup>1</sup>

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:melnik\_s1996@mail.ru

Вид рыб *Takifugu rubripes* - это интенсивно изучаемый модельный организм. По сравнению с другими модельными рыбами, например зебра и медака, фугу обладает уникальными морфологическими признаками и более крупным размером. Фугу также уникален тем, что он эволюционно потерял брюшные плавники и ребра, а количество позвонков является наименьшим среди костистых рыб. Поскольку рыбы имеют план тела и физиологические системы, сходные с млекопитающими, компактный геном фугу может помочь обнаружить гены и генные регуляторные области в геноме человека и служить ориентиром для понимания эволюции геномов позвоночных.

*Ключевые слова* : *Takifugu rubripes* , модельный объект, эволюция позвоночных , геном фугу

## ТАКИФУГУ RUBRIPES AS A MODEL OBJECT IN BIOLOGY AND GENETICS

Melnik S. V.<sup>1</sup> Zvada E. A.<sup>1</sup>. Salova, V. I V.<sup>1</sup>

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: :melnik\_s1996@mail.ru

The fish species *Takifugu rubripes* is an intensively studied model organism. Compared to other model fish, such as zebra and medaka, the pufferfish has unique morphological features and a larger size. The pufferfish is also unique in that it has evolutionarily lost its ventral fins and ribs, and the number of vertebrae is the smallest among bony fish. Because fish have a body plan and physiological systems similar to mammals, the compact puffer genome can help detect genes and gene regulatory regions in the human genome and serve as a guide for understanding the evolution of vertebrate genomes.

*Keywords* : *Takifugu rubripes* , model object, the evolution of the vertebrate, genome of fugu.

Модельный организм - это организм, который изучается для дальнейшего понимания биологических процессов. Типичные характеристики модельных организмов включают быстрое развитие до зрелости, способность легко манипулировать, иметь короткую продолжительность жизни, производить большое количество потомства и иметь секвенированный геном, а также быть хорошо изученными. Модельные организмы, по возможности, должны иметь дешевые источники и быть легкими для хранения в

лаборатории, а также быть непатогенными. Физиологические и биохимические сходства с человеческими клетками также полезны для модельных организмов.

Существуют различные типы модельных организмов, включая генетические, геномные и экспериментальные.

1. Генетические модельные организмы - это виды, поддающиеся генетическому анализу и допускающие крупномасштабные генетические скрещивания.

2. Геномные модельные организмы занимают особое положение в эволюции или имеют определенный размер или состав генома, которые могут использоваться для сравнения, например, иглобрюх.

3. Организмы, являющиеся экспериментальными моделями, могут быть генетически не поддающимися изменению, но могут иметь некоторые другие положительные моменты, специфичные для эксперимента и характеристик, которые будут исследованы.

### **Характеристика**

*Takifugu rubripes* - костистая рыба, принадлежащая к отряду Tetraodontiformes и семейству Tetraodontidae.

В открытой воде встречаются редко, держится ближе к морскому дну, в водорослях и скалистых рифах. Имеет грушевидную форму тела, при движении использует грудной плавник, который обеспечивает быструю маневренность. Рацион составляют водоросли, моллюски, беспозвоночные, иногда ракообразные. У *Takifugu rubripes* крепкие зубы, которые могут вырастать слишком длинными, если рыба не потребляет абразивную пищу.

В случае опасности рыба надувается, наполняя живот водой (или воздухом, когда она находится вне воды), пока не станет почти сферической. Сначала *Takifugu rubripes* наполняет рот водой, затем закрывает рот с помощью специального клапана в нижней части рта, который поднимается вверх и закрывает всю пасть рыбы, после чего жаберный луч (видоизмененная жаберная дуга) выталкивает воду по пищеводу в желудок.

### **Содержание в неволе.**

*Takifugu rubripes* довольно агрессивные рыбы. Они могут объедать плавники и хвосты как рыбам своего вида так и другого, поэтому лучше содержать небольшими группами 4-5 особей в большом аквариуме с соленой водой.

Размер аквариума должен быть не менее двухсот литров, температура воды в пределах 22-25°C. Нужно обеспечить хорошую фильтрацию и аэрацию воды.

*Takifugu rubripes* не едят сублимированный корм, поэтому в качестве пищи используют живой корм: черви, мелкую рыбу, моллюски.

## **Использование *takifugu rubripes* как модельного объекта.**

Проект генома фугу (*Fugu rubripes*) был инициирован в 1989 году Сидни Бреннером и его коллегами. В 1993 году эта команда показала, что геном фугу составляет 390 Мб, что составляет примерно одну восьмую размера человеческого генома, однако он содержит аналогичный набор генов. Проект последовательности генома фугу был определен с использованием метода дробовика (Shotgun sequencing) всего генома и был выпущен Международным консорциумом в 2002 году. Считается, что геном содержит 18 093 гена, кодирующих белок.

Фугу обитает в практически неизменной среде, в то время как наземные позвоночные вынуждены приспосабливаться к самым разным условиям. Следствием этого стало наличие в геноме ретровирусов. Их метками – маркерами – являются повторяющиеся последовательности. В геномах млекопитающих таких последовательностей насчитывается от 35- до 45%, в то время как у фугу их всего 2,7%. Таким образом, геном фугу в восемь раз меньше человеческого в основном за счет низкого содержания повторов

У фугу и человека выявляются общие закономерности в геномах и сходство в хромосомах, что позволяет реконструировать геном возможного предка всех позвоночных.

## **Области применения *takifugu rubripes***

Поскольку Рыбы имеют план тела и физиологические системы, сходные с млекопитающими, компактный геном фугу может помочь обнаружить гены и генные регуляторные области в геноме человека и служить ориентиром для понимания эволюции геномов позвоночных и кариотипа. Поскольку фугу имеет 22 пары хромосом, конечная цель состоит в том, чтобы объединить каркасы первоначальной последовательности в 22 “суперскаффолда”, соответствующие 22 хромосомам. Однако связь между каркасами в настоящее время неизвестна из-за отсутствия генетической карты связей или общегеномной физической структуры для этой рыбы. Это ограничило использование последовательности генома фугу для глобального сравнения с другими геномами позвоночных для решения вопросов, связанных с архитектурой генома и эволюцией хромосом позвоночных. Таким образом, признано, что карта генетических связей имеет важное значение для завершения последовательности генома фугу и использования ее в сравнительных геномных исследованиях.

Помимо сравнительной геномики, карты генетических связей имеют неопределимое значение в прямом генетическом анализе для идентификации локусов генов, ответственных за генетические признаки. Гибриды, полученные путем искусственного оплодотворения восьми межвидовых скрещиваний Такифугу, были жизнеспособными. Учитывая способность генерировать плодовитое потомство, при скрещивании между видами Такифугу, наличие предполагаемой последовательности генома, фугу дает возможность

понять генетические основы эволюции видов позвоночных. Наличие генетической карты фугу значительно облегчило бы такие исследования.

Карта состоит из генетических маркеров, физически связанных с собранными последовательностями генома, что позволяет установить последовательность каркасов и сравнить карты генов между фугу и другими позвоночными.

### **Заключение**

Таким образом, *takifugu rubripes* является перспективным модельным объектом в генетике и может использоваться при изучении эволюции позвоночных, а так же для обнаружения генных регуляторных областей в геноме.

### **Список использованной литературы:**

- 1) Whole-Genome Shotgun Assembly and Analysis of the Genome of *Fugu rubripes*
- 2) Characterization of the pufferfish (*Fugu*) genome as a compact model vertebrate genome  
S Brenner 1, G Elgar, R Sandford, A Macrae, B Venkatesh, S Aparicio
- 3) *Tetraodon fluviatilis*, a new puffer fish model for genome studies  
T Crnogorac-Jurcevic<sup>1</sup>, J R Brown, H Lehrach, L C Schalkwyk
- 4) *Fugu*: a compact vertebrate reference genome  
B Venkatesh 1, P Gilligan, S Brenner
- 5) журнал *Science* (№ 5585, т. 297) *И. Лалаяни* Геном Фугу
- 6) *Theriogenology*. 2017 Mar 1;90:191-196. Embryonic development of the grass pufferfish (*Takifugu niphobles*): From egg to larvae V Gallego, M Yoshida, D Kurokawa, J F Asturiano, G J Fraser
- 7) *Genome Biol.* 2004;5(12):250. *Tetraodon* genome confirms *Takifugu* findings: most fish are ancient polyploids Yves Van de Peer