

УДК 57.574

WOLBACHIA КАК МОДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ В БИОЛОГИИ

Шукшанцева Т.С., Полушкина А.О., Вараксина В.О.

ФГБОУ ВолгГМУ Минздрава Российской Федерации - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, направление подготовки «Биология», Россия, Волгоград, email: schukshantseva@yandex.ru

Аннотация: *Wolbachia* – род граммотрицательных бактерий из семейства *Ehrlichiaeae*. Облигатные внутриклеточные симбионты членистоногих и нематод, которые оказывают влияние на репродуктивную систему хозяина. Изучение жизнедеятельности и развития *Wolbachia* может позволить предотвратить заболевания, передающиеся симбиотическими организмами, передающиеся материнскими организмами. Геном у *Wolbachia* достаточно разнообразный, что позволяет вводить новые гены в бактерию.

Ключевые слова: *Wolbachia*, модельный объект, репродуктивная система.

WOLBACHIA AS A MODEL OBJECT IN BIOLOGY

Shukshantseva T.S., Polushkina A.O., Varaksina V.O.

Volgograd State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation

Abstract: *Wolbachia* is a genus of gram-negative bacteria from the family of *Ehrlichiaeae*. Obligate intracellular symbionts of arthropods and nematodes that affect the host's reproductive system. The study of the vital activity and development of *Wolbachia* can make it possible to prevent diseases transmitted by symbiotic organisms transmitted by maternal organisms. The genome of *Wolbachia* is quite diverse, which makes it possible to introduce new genes into the bacterium.

Keywords: *Wolbachia*, model object, reproductive system.

Wolbachia (Вольбахия) – род протеобактерий, образующий симбиозы со многими беспозвоночными животными, в основном насекомыми. Относятся к классу альфа-протеобактерий, порядку *Rickettsiales*. *Wolbachia* обнаружены у 17–76% обследованных членистоногих и, по недавним оценкам, присутствуют у 66% всех видов членистоногих [1–3]; поэтому *Wolbachia* являются одними из наиболее распространенных внутриклеточных бактерий. В основном передаются по материнской линии, образуя тем самым долговременные ассоциации.

Исследование морфофункциональных особенностей *Wolbachia* позволяет сделать значительный вклад в борьбу с заболеваниями человека и животных, которые переносятся

насекомыми. Манипулируя репродуктивной системой хозяина *Wolbachia* способны влиять и на его жизнедеятельность. Генетическая гибкость *Wolbachia* обладает большим разнообразием плазмид и транспозонов, которые могут быть использованы для манипуляции с генами и введения новых генов в бактерию. Это делает *Wolbachia* идеальным модельным объектом для изучения генетической регуляции и развития бактерий.

Wolbachia обладают граммотрицательным морфотипом, что позволяет их окрашивать по Грамму. Клетки этих бактерий мелкие, диаметром 0,25 – 0,5 мкм, или крупные, диаметром 1 – 1,8 мкм; форма варьируется от коккоидной до неправильно палочковидной. Культивируются *in vitro* в культуре клеток насекомых. *Wolbachia* не имеет классического жизненного цикла в виде деления клетки и спорообразования, как у многих других бактерий. Вместо этого, она размножается внутри клетки хозяина, используя его ресурсы и генетический аппарат. Во время размножения, *Wolbachia* может изменять геном своего хозяина, включая и выключая гены, необходимые для ее собственного размножения. Это может привести к изменению фенотипа и генотипа хозяина, например, к изменению его поведения или физиологии. Также *Wolbachia* способна к горизонтальному переносу генов, то есть передаче своих генов другим бактериям, что может привести к образованию новых видов бактерий или изменению существующих.

Впервые *Wolbachia* были обнаружены в 1924 году в репродуктивных тканях обыкновенного комара (*Culex pipiens*) М. Гертигом и С. Вольбахом, когда они изучали разнообразие бактерий семейства *Rickettsiaceae* и их распространение в различных тканях насекомых [4]. Однако в 1971 году Дж. Йен и А. Барр обнаружили у комаров эффект цитоплазматической несовместимости, который вызывал гибель большинства потомков при скрещивании самцов, инфицированных бактериями *Wolbachia*, с неинфицированными самками [5]. В 1995 году было обнаружено, что *Wolbachia* может изменять поведение насекомых, делая их менее опасными для человека [6].

До 2000 года *Wolbachia* использовалась в основном для биологического контроля над вредителями, такими как комары, которые являются переносчиками опасных заболеваний, таких как вирусная инфекция Денге. Бактерия *Wolbachia* может быть введена в популяцию комаров, что приводит к снижению их способности передавать заболевания.

Aedes aegypti - это комар, ответственный за большую часть передачи вирусной инфекции Денге во всем мире. Его продолжительность жизни составляет 10-22 дня, в зависимости от температуры и влажности в регионе [7]. Он распространен в городских районах, предпочитает откладывать яйца в небольшие искусственные источники воды [8]. Были реализованы различные стратегии для снижения передачи вируса Денге путем борьбы с

комарами-переносчиками, но они оказались в значительной степени неэффективными. Альтернативный подход заражения комаров *Aedes aegypti* *Wolbachia* был предложен в качестве новой стратегии снижения передачи вируса [9]. *Wolbachia* может подавлять способность *Aedes aegypti* передавать лихорадку Денге различными способами в зависимости от ее штамма. Один штамм *Wolbachia* достигает этого за счет сокращения продолжительности жизни комаров, в результате чего у вируса Денге недостаточно времени для репликации в организме комара до уровня, при котором он становится заразным [10]. Другой штамм *Wolbachia* снижает количество вируса Денге, присутствующего в слюне комара [11]. Экспериментальные результаты и текущие полевые испытания показывают, что способность *Aedes aegypti* комары, инфицированные *Wolbachia*, передавать вирус Денге снижается [12, 9, 11]. Само по себе сокращение продолжительности жизни комаров приведет к смерти инфицированных особей, будучи не в состоянии скрещиваться с особями, которые не заражены бактериями *Wolbachia* из-за цитоплазматической несовместимости. Данный эффект проявляется в нарушении расхождении хроматид во время первого митоза после проникновения спермия в яйцеклетку, что в конечном итоге приводит к разрушению отцовских хромосом и нежизнеспособности потомства. То есть инфицированные *Wolbachia* комары не будут сохраняться.

Wolbachia - это грамотрицательные альфа-протеобактерии, которые не имеют жгутиков и поэтому не обладают подвижностью. Часто встречаются у насекомых и вызывают у них репродуктивные изменения, могут изменять поведение, предотвращать передачу других заболеваний от них к людям, таких как вирусной инфекции Денге и контролировать их численность. *Wolbachia* также использовалась в исследованиях по изучению генетики, развития и эволюции насекомых.

Список литературы:

1. Werren JH, Windsor D, Guo LR (1995) Distribution of *Wolbachia* among neotropical arthropods. *Proc R Soc Lond B Bio* 262: 197–204.
2. Jeyaprakash A, Hoy MA (2000) Long PCR improves *Wolbachia* DNA amplification: wsp sequences found in 76% of sixty-three arthropod species. *Insect Mol Biol* 9: 393–405.
3. Hilgenboecker K, Hammerstein P, Schlattmann P, Telschow A, Werren JH (2008) How many species are infected with *Wolbachia*? - a statistical analysis of current data. *FEMS Microbiol Lett* 281: 215–220.
4. Hertig M., Wolbach S. B. Studies of Rickettsia-like microorganisms in insects // *J. Med. Res.* 1924. V. 44. P. 329–374.

5. Yen J. H., Barr A. R. New hypothesis of the cause of cytoplasmic incompatibility in *Culex pipiens* L. // *Nature*. 1971. V. 232. P. 657–658. DOI: 10.1038/232657a0.
6. Breeuwer JAJ, Werren JH. 1995. Hybrid breakdown between two haplodiploid species: the role of nuclear and cytoplasmic genes. *Evolution* 49:705–17.
7. H. M. Yang, M. L. G. Macoris, K. C. Galvani, M. T. M. Andrighetti and D. M. V. Wanderley, “Assessing the effects of temperature on the population of *Aedes aegypti*, the vector of dengue”, *Epidemiol. Infect.* 137 (2009) 1188–1202; doi:10.1017/S0950268809002040.
8. M. Otero, H. G. Solero and N. Schweigmann, “A stochastic population dynamics model for *Aedes aegypti*: formulation and application to a city with temperate climate”, *Bull. Math. Biol.* 68 (2006) 1945–1974; doi:10.1007/s11538-006-9067-y.
9. C. J. McMeniman, R. V. Lane, N. B. Cass, A. W. C. Fong, M. Sidhu, Y.-F. Wang and S. L. O’Neill, “Stable introduction of a life-shortening *Wolbachia* infection into the mosquito *Aedes aegypti*”, *Science* 323 (2009) 141–144; doi:10.1126/science.1165326.
10. Iturbe-Ormaetxe, T. Walker and S. L. O’Neill, “*Wolbachia* and the biological control of mosquito-borne disease”, *EMBO Rep.* 12 (2011) 508–518; doi:10.1038/embor.2011.84.
11. P. Turley, L. A. Moreira, S. L. O’Neill and E. A. McGraw, “*Wolbachia* infection reduces blood-feeding success in the dengue fever mosquito, *Aedes aegypti*”, *PLoS Neglected Tropical Diseases* 3 (2009) e516; doi:10.1371/journal.pntd.0000516.
12. T. Walker et al., “The wMel *Wolbachia* strain blocks dengue and invades caged *Aedes aegypti* populations”, *Nature* 476 (2011) 450–453; doi:10.1038/nature10355.