



УДК 616-078

ЭГОИСТИЧНЫЙ БАКТЕРИОФАГ: ОБЗОР ВЗГЛЯДОВ НА ФАГИ

П.С. Замышляев

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»,
Медицинский институт,
Саранск, Россия*

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению различных точек зрения на бактериофаги и различных вариантов адаптации фагов к окружающей среде.

Ключевые слова: фаг, бактериофаг, экология вирусов.

Бактериофаги (син. фаги) — вирусы бактерий, специфически проникающие в бактерии, паразитирующие в них вплоть до гибели (лизиса) бактериальной клетки.

Известный научный журналист Карл Циммер обобщил взгляды на паразитизм современного британского эволюционного биолога Ричарда Докинза в виде следующего определения: «Паразитизм <...> это любой порядок вещей, при котором один комплект ДНК воспроизводится при помощи и за счет другого комплекта» [1]. И это определение, данное паразитизму, очень широко: кроме собственно биологического паразитизма оно включает также и паразитизм социальный. Но, тем не менее, оно наиболее точно, пожалуй, характеризует именно паразитизм бактериофагов, ведь фаги — это практически чистая ДНК: они полноценно проявляют свойства живого, только когда лишены белковой оболочки, а именно — только в клетке хозяина [2].

Возможно, бактериофаги — одни из самых облигатных паразитов. Они (наряду с другими вирусами) «научились» при такой простой форме организации эффективно размножаться, как самые настоящие «эгоисты» — полностью подчиняя своим нуждам чужие белок-синтезирующие системы. Пожалуй, их «эгоизм» — это не что иное, как максимально эффективная адаптация к условиям внешней среды, максимально лаконичный способ самовоспроизводства. И в этой адаптации они во многом достигли совершенства: от бактериофагов по-микеланджеловски «отсечено все лишнее».

Фаги могут приспособиться к условиям среды, став дефективными, потеряв возможность переходить в вегетативную форму и полностью положившись на жизнеспособность и адаптированность клеток-хозяев. В таком случае взаимоотношения бактерии и фага можно описать цитатой итальянского писателя Примо Леви из произведения «Друг



человека»: «Да не расстанусь я с тобой никогда, о мой великодушный хозяин, о моя вселенная. Ты для меня — как для тебя воздух, которым ты дышишь, как свет, которым наслаждаешься» (цит. по Primo Levi «Man's Friend», The New Yorker, 26 марта 1990 г., стр. 32). При таком типе отношений репликативный аппарат клетки хозяина вместе с бактериальным геномом копирует и геном фага. Это, пожалуй, наиболее простой путь для адаптации. Но есть и другие варианты.

Недавние исследования [3] показали, что бактериофаги могут вступать в экологические отношения не только с бактериями, но даже с млекопитающими: некоторые фаги могут адсорбироваться с помощью Ig-подобных доменов своей оболочки на муцинах слизистой желудочно-кишечного тракта. Как показано Górski и Weber-Dabrowska [3], они участвуют в поддержании баланса микрофлоры, могут иметь регуляторное иммуносупрессивное действие (для контроля воспаления и аутоиммунных процессов), а также могут обладать противоопухолевыми свойствами. Многие современные ученые, в том числе заведующий лабораторией вирусов микроорганизмов Института микробиологии РАН А.В. Летаров [4], рассматривают бактериофаги как часть микробиома человека.

Но пожалуй, самый интересный вариант адаптации фагов к окружающей среде — когда бактериофаг из «тихого соседа» бактериального генома превращается в его «босса». Фаги могут играть роль в распространении заболевания в популяции, кодируя факторы патогенности зараженных ими бактерий. Рассмотрим пример обильной водянистой диареи при холере. Ее можно считать фактором распространения холерного вибриона и самого заболевания — холеры. Но если посмотреть с другой стороны? Применив здесь идею Р. Докинза о том, что «нам следовало бы рассматривать свои тела, их метаболизм и поведение лишь как инструменты, созданные генами для самовоспроизведения» [1], можно

сказать, что водянистая диарея, содержащая большое число зараженных фагом вибрионов — это фактор распространения генов бактериофага, а сам холерный вибрион, да и человека можно рассматривать как просто благоприятные условия внешней среды для фага или даже «роботов», «запрограммированных» фагом на репликацию (вибрионом) и распространение (человеком) его генетической информации. Еще один пример такой адаптации фага — кодирование фермента агрессии супероксиддисмутазы у *Salmonella enterica* серовара *typhimurium*. Самое интересное состоит в том, что продукт реакции, катализируемой этим ферментом — пероксид водорода — индуцирует кодирующий профаг, который размножается и выходит из клетки, что способствует распространению генов этого фага (в том числе — супероксиддисмутазы, повышающей вирулентность бактерий) среди сальмонелл, инфицировавших организм [5].

Фаги кодируют множество факторов патогенности микроорганизмов, в том числе способность продуцировать токсины. Без фагов холерный вибрион безвреден. Кориневые бактерии не вызовут дифтерии. Клостридии перестанут быть смертельно опасными. Фаги, адаптируясь к условиям среды, используют микроорганизмы как удобные контейнеры и «фабрики» своего генетического материала, и в связи с этим фаги могут иметь определенное самостоятельное патогенное значение. Поэтому они, согласно мнению Verheust с соавт. [6], могут быть названы «векторами, которые распространяют заболевания среди людей».

ЛИТЕРАТУРА

1. Циммер К. Паразиты. Тайный мир. М.: Альпина нон-фикшн, 2011. С. 368.
2. Lobocka M., Szybalski W.T. Advances in virus research. Bacteriophages. Academic Press, 2012. Т. II. С. 15.





3. Górski A., Weber-Dabrowska B. The potential role of endogenous bacteriophages in controlling invading pathogens // *Cell. Mol. Life Sci.* 2005, Vol. 62. P. 511—519.

4. Letarov A.V. Bacteriophages as a part of human microbiome // Abedon S.T., Hyman P. *Bacteriophages in Health and Disease*. MPG Books Ltd., 2012. C. 150.

5. Wagner P.L., Waldor M.K. Bacteriophage Control of Bacterial Virulence // *Infection and Immunity*. 2002. Vol. 70. No 8. P. 3985—3993.

6. Verheust C. et al. Contained Use of Bacteriophages: Risk Assessment and Biosafety Recommendations // *Applied Biosafety*. 2010. Vol. 15. No 1. P. 32—44.

EGOISTIC BACTERIOPHAGE: A REVIEW OF OPINIONS ON PHAGES

P.S. Zamyshliaev

*Ogarev Mordovia State University,
Institute of Medicine, Saransk, Russia*

Аннотация. The article is dedicated to consideration of different opinions on bacteriophages and of different variants of adaptations of phages to the environment.

Key words: phage, bacteriophage, virus ecology.

REFERENCES

1. Zimmer K. *Parazity. Tayniy mir*. Moscow, Alpina non-fiction, 2011. P. 368.

2. Lobočka M., Szybalski W.T. *Advances in virus research. Bacteriophages*. Academic Press, 2012. T. II. P. 15.

3. Górski A., Weber-Dabrowska B. The potential role of endogenous bacteriophages in controlling invading pathogens. *Cell. Mol. Life Sci.*, 2005, vol. 62, pp. 511—519.

4. Letarov A.V. Bacteriophages as a part of human microbiome. In: Abedon S.T., Hyman P. *Bacteriophages in Health and Disease*. MPG Books Ltd., 2012. P. 150.

5. Wagner P.L., Waldor M.K. Bacteriophage Control of Bacterial Virulence. *Infection and Immunity*, 2002, vol. 70, no. 8, pp. 3985—3993.

6. Verheust C. et al. Contained Use of Bacteriophages: Risk Assessment and Biosafety Recommendations. *Applied Biosafety*, 2010, vol. 15, no. 1, pp. 32—44.