

**БАКТЕРИОФАГ ЛЯМБДА**

**Захарова П.В., студентка 3 курса  
факультета ветеринарной медицины и биотехнологии  
Научные руководители – Молофеева Н. И. кандидат  
биологических наук, доцент; Мерчина С.В. кандидат  
биологических наук, доцент  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

*Ключевые слова:* бактериофаг лямбда, вирион, рекомбинация, геном

*Приведенная статья освещает вопрос о таком бактериофаге, как Лямбда. В подробностях описывается его строение, механизмы репродукции, а также роль для различных отраслей науки.*

**Введение.** Фаг Лямбда — умеренный бактериофаг, специфичный для кишечной палочки, является эталонным представителем обширной таксономической группы ламбдоидных фагов, отличающихся способностью к индукции под действием УФ-лучей, возможностью рекомбинации в перекрестных скрещиваниях и сходством в последовательности нуклеотидов концевых участков молекул их ДНК. [1,3,4]

Изучение фага лямбда сыграло выдающуюся роль в становлении и развитии молекулярной генетики и биологии, генетической инженерии. Закономерности, установленные при его исследовании, лежат в основе современных представлений о молекулярных механизмах репликации, рекомбинации, транскрипции, находят прикладное применение при конструировании рекомбинантных молекул.

Вирион фага представляет собой изометрическую многогранную головку икосаэдрической формы размером около 55 нм с отростком длиной 150 нм и шириной 7 — 12 нм. Капсид головки построен в основном из 420 копий белка с молекулярным весом 38000 и 415 копий белка с молекулярным весом 11000.

Отросток состоит из гибкого полого стержня с фибриллой на конце, не имеет сократимого чехла, присоединяется к капсиду головки утонченной шейкой и по структуре напоминает уложенные стопкой диски. Внутри капсида вокруг белковоподобного ядра располагается одна молекула ДНК — линейная двухцепочечная молекула с молекулярным весом около  $30,8 \times 10^6$ . Гомология нуклеотидных последовательностей ДНК фага лямбда и родственных фагов в сумме составляет 35—60% от общей молекулярной длины и представлена отдельными участками. На обоих концах молекулы имеются одноцепочечные взаимно комплементарные участки из 12 нуклеотидов (липкие концы), обеспечивающие возможность преобразования линейной формы ДНК в кольцевую структуру. [2]

При заражении бактерий фагом его ДНК может реплицироваться в цитоплазме как автономный элемент или интегрироваться в зарепрессированном состоянии в хромосому и реплицироваться как ее составная часть (профаг) под генетическим контролем бактерии. Рекомбинация осуществляется в специфических для ДНК фага и клетки сайтах (участках) взаимного прикрепления, сопровождается их физическим разрывом и последующим воссоединением с образованием целостной генетической структуры клетки с встроенной в нее в линейной форме ДНК фага.

Сайт-специфическая интеграционная рекомбинация осуществляется при отсутствии выраженной нуклеотидной гомологии в сайтах со специфическим участием белка, контролируемого геномом фага. Детерминированный профагом репрессор, взаимодействуя с двумя его локусами, препятствует в клетке экспрессии (проявлению) его генов, автономной репликации его ДНК, способствует возникновению специфического иммунитета клетки и поддерживает ее лизогенное состояние в неограниченном числе генераций с наследуемой потенциальной способностью образовывать фаг. Индукция фага устраняет действие репрессора, проявляется активацией репрессированных генов профага, приводящей к его вырезанию из хромосомы клетки с помощью сайт-специфической рекомбинации при участии, белков, кодируемых генами фага. [2]

В состоянии автономной дерепрессированной кольцевой молекулы, как и при литическом цикле развития фага, ДНК

реплицируется сначала в кольцевой форме, а позже из промежуточной репликативной формы образуются характерные для вирионов линейные молекулы. Репликация происходит в двух направлениях от фиксированной на кольцевой молекуле точки начала репликации с участием белков, кодируемых двумя генами фага под сложным контролем его систем положительной и отрицательной регуляции. Литический цикл развития завершается в пределах 50 мин. сборкой фаговых частиц, лизисом клетки и высвобождением около 100 вирионов, образующих мутные негативные колонии на газоне бактерий вследствие их лизогенизации. Нарушение границ вырезания профага может привести к частичному замещению его ДНК примыкающими бактериальными генами с образованием дефектных фаговых частиц, осуществляющих специфическую трансдукцию. [3,4]

У фага лямбда известны многочисленные разнообразные мутации, с помощью которых в его геноме картировано свыше 40 генов. Выделяют 4 основные группы генов: рекомбинации, репликации ДНК, регуляторные и детерминирующие структурные компоненты фага и гены лизиса клетки. Первые три группы генов функционируют на раннем этапе развития фага, последняя — на позднем. Протяженные делеционные мутанты с утратой до 85% генома, но сохранившие репликон и мутанты по регуляторному гену N, функционируют как типичные плазмиды, не интегрируя в хромосому клетки и не образуя фаговых частиц [5].

### Библиографический список

1. Феоктистова, Н. А. Бактериофаги : учебно-методическое пособие / Н. А. Феоктистова, А. В. Летаров, П. С. Майоров. — Ульяновск : УлГАУ имени П. А. Столыпина, 2022. — 233 с.
2. Молофеева, Н.И. Изучение биологических свойств бактериофагов *Escherichia coli* O157 при хранении /Н.И.Молофеева, Д.А.Васильев, С.В.Мерчина С.В. //В сборнике: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы VIII международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 222-225.
3. Золотухин С.Н. Методические рекомендации по ускоренной индикации и идентификации энтерогемморагической кишечной

палочки *e. coli* O157:H7 и O157:H- в патологическом материале, кормах, пищевом сырье и объектах внешней среды с применением специфических бактериофагов //С.Н.Золотухин, Н.И. Молофеева, Д.А.Васильев, Л.С.Каврук //Научное издание. Москва – 2005.

4. Молофеева Н.И. Биологическая характеристика фагов *Escherichia coli* O157 для создания диагностического препарата /Н.И.Молофеева Н.И., Д.А.Васильев, С.Н.Золотухин //В сборнике: Бактериофаги: теоретические и практические аспекты применения в медицине, ветеринарии и пищевой промышленности. Материалы Международной научно-практической конференции. Редакционная коллегия: Д.А. Васильев, С.Н. Золотухин, А.В. Алешкин. 2013. – С. 87-91.

5. Сармыкова, М.К. Структура бактериофагов *Streptococcus equi* по данным электронной микроскопии /М.К.Сармыкова, Б.А.Еспембетов, А.Г.Шестаков, А.Г.Калдыркаев, Н.И.Молофеева, А.А.Самбетбаев //Естественные и технические науки. – 2022. – №6(169). – С. 126-131.

## **BACTERIOPHAGE LAMBDA**

**Zakharova P.V.**

**Keywords:** *bacteriophage lambda, virion, recombination, genome*

*This article highlights the issue of such a bacteriophage as Lambda. Its structure, reproduction mechanisms, as well as its role for various branches of science are described in detail.*