

ДИЛЕММА В ТАКСОНОМИИ БАКТЕРИЙ ГРУППЫ *BACILLUS* *CEREUS*

**Балтаева Г.З., студентка магистратуры факультета ветеринарной
медицины и биотехнологий**

Научный руководитель – Феоктистова Н.А., кандидат

**биологических наук, доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

Ключевые слова: *Bacillus anthracis*, *B. cereus*, *B. thuringiensis*, *B. cytotoxicus*, *B. weihenstephanensis*, *B. mycooides*, виды, таксономия, дилемма

Статья посвящена описанию дилеммы в определении видов в группе *B. cereus*. По литературным данным, основные факторы вирулентности, которые отличают *B. thuringiensis* и *B. anthracis* от *B. cereus*, не коррелируют с исследованиями филогении, основанными на хромосомных маркерах.

Хотя бактерии *B. anthracis*, *B. cereus* и *B. thuringiensis* дифференцированы по фенотипическим характеристикам и патологическим свойствам, данные секвенирования генома показали, что они тесно связаны по содержанию генов, их последовательности генов 16S рРНК имеют сходство более 99%. Филогенетические исследования, основанные на хромосомных маркерах, показывают, что нет таксономической основы для *B. cereus* и *B. thuringiensis*, имеющих отдельный видовой статус, в то время как *B. anthracis* в основном можно считать клоном *B. cereus*. Отличительные черты между видами кодируются генами, расположенными на плазидах, которые хорошо известны как высококомбинные генетические элементы, также в пределах вида группы *B. cereus* [1]. *Bacillus thuringiensis* определяется наличием плазмид, несущих гены, кодирующие δ -эндотоксины, в то время как *B. anthracis* несет две крупные плазмиды, кодирующие два основных фактора вирулентности этого вида; рХО1, кодирующий комплекс токсина сибирской язвы, и рХО2, кодирующий капсулу поли- γ -d-глутаминовой кислоты, а также

положительный регулятор факторов вирулентности AtxA, расположенный на рХО1 [2]. Важность плазмид как детерминант вирулентности в группе *B. cereus* также демонстрируется недавним открытием того, что генетические детерминанты рвотного токсина *B. cereus*, гены *ces*, присутствуют на большой плазмиде. Было замечено, что эта плазида почти исключительно присутствует в одном мономорфном кластере штаммов *B. cereus sensu stricto*, хотя были описаны цереулидопродуцирующие штаммы, которые отличались от высокооднородного кластера генотипическими и фенотипическими свойствами. Подтверждая это наблюдение, недавнее исследование с использованием многолокусного типирования последовательностей (MLST) идентифицировало церебрид-продуцирующие штаммы, принадлежащие к филогенетическому кластеру, отличному от основного мономорфного рвотного кластера. Кроме того, было продемонстрировано, что два изолята *B. weihenstephanensis* продуцируют цереулид и содержат ген *cesB*, хотя об обнаружении плазмиды не сообщалось. Было высказано предположение, что рвотный тип *B. cereus* отличается такими свойствами, как гидролиз крахмала, гемолиз, реакция лецитиназы и температурные пределы для роста [3].

Таким образом, дилемма в определении видов в группе *B. cereus* заключается в том, что основные факторы вирулентности, которые отличают *B. thuringiensis* и *B. anthracis* от *B. cereus*, не коррелируют с исследованиями филогении, основанными на хромосомных маркерах, что подтверждается филогенетическим деревом, полученным с использованием MLST [4]. Интересным исключением является недавно обнаруженный кластер, состоящий только из трех известных штаммов, включая штамм *B. cereus* NVH 391/98, ответственный за три случая смерти в результате диарейных заболеваний. Анализ MLST и геномное секвенирование показали, что эта группа достаточно далека от основного кластера группы *B. cereus*, чтобы оправдать статус нового вида, и название «*Bacillus cytotoxicus*» неофициально было предложено для этих штаммов. Эти три штамма нельзя отличить от других штаммов группы *B. cereus* на основе факторов вирулентности, но они способны расти при температурах на 6–8 °C выше, чем мезофильные штаммы *B. cereus*, что делает их термотолерантными представителями группы *B. cereus* [5]. Для сравнения, вид *B. weihenstephanensis* был описан для отличия

психотолерантных штаммов *B. cereus* от мезофильных штаммов. Несколько методов типирования предполагают, что штаммы *B. weihenstephanensis* группируются в отдельной подгруппе в группе *B. cereus* вместе со штаммами *B. mycoides*. Однако штаммы группы психотолерантных *B. cereus* не всегда соответствуют критериям вида *B. weihenstephanensis* и генетическая группа, состоящая из психотолерантных штаммов *B. cereus* и *B. thuringiensis*, которая филогенетически удалена от подгруппы *B. weihenstephanensis*. Интересно, что пределы температурной толерантности для штаммов в группе *B. cereus*, по-видимому, коррелируют с различными филогенетическими кластерами [6-8].

Библиографический список:

1. Nguyen A. T. Screening food for *Bacillus cereus* toxins using whole genome sequencing / A. T. Nguyen, S. M. Tallent // *Food Microbiology*. – 2019. – Т. 78. – С. 164-170.
2. Production of *Bacillus cereus* emetic toxin (cereulide) in various foods / N. Agata, M. Ohta, K. Yokoyama // *International journal of food microbiology*. – 2002. – Т. 73. – №. 1. – С. 23-27.
3. Altayar M. *Bacillus cereus* is common in the environment but emetic toxin producing isolates are rare / M. Altayar, A. D. Sutherland // *Journal of applied microbiology*. – 2006. – Т. 100. – №. 1. – С. 7-14.
4. *Bacillus cereus* spores and toxins - The potential role of biofilms / Y. Huang, S. H. Flint, J. S. Palmer // *Food microbiology*. – 2020. – Т. 90. – С. 103493.
5. Изучение чувствительности бактерий рода *Bacillus* к различным концентрациям хлорида натрия / В.А. Макеев, М.А. Юдина, А.Х. Мустафин, А.И. Калдыркаев, Н.А. Феоктистова и др. // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному году ветеринарии в ознаменование 250-летия профессии ветеринарного врача «Ветеринарная медицина XXI века: инновации, опыт, проблемы и пути их решения». – Ульяновск, 2011. – С. 185-187.
6. Разработка системы фаговаров бактерий *Bacillus cereus* для идентификации и мониторинга данного микроорганизма / А.И. Калдыркаев, Н.А. Феоктистова, А.В. Алешкин // В книге: Бактериофаги микроорганизмов значимых для животных, растений и человека. - Ульяновск, 2013. - С. 211-225.

7. Идентификация бактерий *Bacillus cereus* на основе их фенотипической характеристики / Д.А. Васильев, А.И. Калдыркаев, Н.А. Феоктистова, А.В. Алешкин - Ульяновск, 2013. – 98с.

8. Перспективы применения бактериофагов рода *Bacillus* / Н.А. Феоктистова, Д.А. Васильев, А.В. Меркулов и др. // Материалы научно-практического семинара с международным участием «Настоящее и будущее биотехнологии в решении проблем экологии, медицины, сельского, лесного хозяйства и промышленности». – Ульяновск, 2011. - С. 136-139.

DILEMMA IN BACILLUS CEREUS TAXONOMY

Baltaeva G.Z.

Keywords: *Bacillus anthracis*, *B. cereus*, *B. thuringiensis*, *B. cytotoxicus*, *B. weihenstephanensis*, *B. mycoides*, species, taxonomy, dilemma

*The article is devoted to the description of the dilemma in the definition of species in the *B. cereus* group. According to literature, the main virulence factors that distinguish *B. thuringiensis* and *B. anthracis* from *B. cereus* do not correlate with studies of phylogeny based on chromosomal markers.*