

ОСНОВНЫЕ РОСТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАКТЕРИЙ ВИДА *BORDETELLA TREMATUM*

Мастиленко Андрей Владимирович, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Микробиология, вирусология, эпизоотология и ветеринарно-санитарная экспертиза»

Минаева Ангелина Николаевна, магистрант кафедры «Микробиология, вирусология, эпизоотология и ветеринарно-санитарная экспертиза»

Ломакин Артём Андреевич, аспирант кафедры «Микробиология, вирусология, эпизоотология и ветеринарно-санитарная экспертиза»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел. 8(8422) 49-55-63;

e-mail: artemy.lomakin@yandex.ru

Ключевые слова: бактерия, *Bordetella*, *B. trematum*, тинкториальные свойства, культуральные свойства, биохимическая активность.

Статья посвящена изучению основных биологических свойств бактерий вида *B. trematum*. В работе представлены результаты исследования их тинкториальных, культуральных и биохимических свойств, с целью заложения основы для создания схемы выделения и бактериологического тестирования указанного микроорганизма. По полученным нами данным бактерии этого вида представляют собой грамотрицательные, кокковидные палочки, способные расти как на обычных, так и на дифференциально-диагностических средах. Бактерии *B. trematum* растут в температурном диапазоне 17-42°C, оптимальная температура культивирования составляет 37°C. Следует отметить, что наиболее подходящей средой для их культивирования является бордетеллагар. Установлено, что бактерии растут на средах с содержанием хлорида натрия в диапазоне 3-5%. Было выявлено, что исследуемая культура бактерии *B. trematum* проявляет асахаролитические свойства, обладает положительной реакцией на каталазу, отрицательной на цитохромоксидазу и ДНКазу. Так же в ходе исследования было установлено, что бактерия *B. trematum* не утилизирует мочевины и цитрат, обладает слабой протеолитической активностью и не утилизирует ряд аминокислот. Аналогичные результаты были получены и при использовании наборов Ари 20 Е и НЕФЕРМтест 24. Дополнительно установлено, что *B. trematum* не восстанавливает нитраты до нитритов, не ферментирует β -галактозидазу, аргининдигидролазу, триптофандеаминазу, лизиндекарбоксилазу, орнитиндекарбоксилазу и уреазу, не утилизирует цитраты, не продуцирует H_2S , индол и ацетоин, не окисляет сахарозу, мелибиозу, амигдалин. Приведенные в статье результаты исследований лягут в основу схемы выделения и идентификации бактерий данного вида.

Введение

Бактерии вида *B. trematum* являются грамотрицательными кокковидными палочками, относящимися к роду *Bordetella*, входящему в состав семейства *Alcaligenaceae*, принадлежащей к группе бетапротеобактерий [1, 2].

К данному роду в настоящее время относят 16 видов: *B. pertussis*, *B. parapertussis*, *B. bronchiseptica*, *B. holmesii*, *B. avium*, *B. hinzii*, *B. pseudohinzii*, *B. ansoipii*, *B. petrii*, *B. trematum*, *B. bronchialis*, *B. flabilis*, *B. sputigena*, *B. muralis*, *B. tumulicola*, and *B. tumbae*. Хорошо изученные представители из них, такие, как *B. pertussis*, *B. parapertussis*, *B. bronchiseptica*, *B. holmesii*, *B. avium*, *B. hinzii*, *B. pseudohinzii* известны с начала XX века, являются патогенами животных и человека, поражающих, как правило, дыхательные пути [3, 4, 5, 6, 7].

В настоящее время аспекты механизма возможного патогенеза бактерий *B. trematum*, в отличие от вышеуказанных видов *Bordetella*, не

изучены [8, 9, 10]. Несмотря на низкую частоту встречаемости его изолятов, *B. trematum* обычно ассоциируется с ушными заболеваниями и с тканевыми заражениями у больных диабетом [11, 12, 13, 14].

Патогенность *B. trematum* к настоящему времени не установлена, поэтому пока не ясно, какой вклад вносит этот микроорганизм в развитие и исход инфекции [15].

На сегодняшний день в мировой практике отсутствуют официальные бактериологические схемы и рекомендации для типизации и идентификации *B. trematum* [16].

Первое упоминание о выделении бактерий вида *B. trematum* при ушных инфекциях человека датировано 1996 годом в работе Р. Vandamme et. al. Рядом исследователей изучены культуральные и метаболические свойства этого микроорганизма Р. Vandamme, Almagro-Molto, Daхbоек. Так, в своих работах они указывают, что *B. trematum* являются строгими аэробами,

с оптимальным диапазоном температур для роста 30–37°C и pH5,0–10,0. *B. trematum* растет на самых разнообразных питательных средах. В процессе своей жизнедеятельности эти микроорганизмы не обладают способностью утилизировать сахара, аминокислоты, нитраты и мочевины [1, 11, 14]. Основными средами для выделения и идентификации бактерий вида *Bordetella trematum* служит Борде-Жангу и МакКонки. Однако при помощи данных сред нельзя произвести дифференциацию от близкородственных бактерий.

В связи с этим целью исследования является изучение основных биологических свойств бактерий вида *B. Trematum*, необходимых для разработки схемы их выделения и идентификации.

Материалы и методы исследований

Для опыта был использован штамм *Bordetella trematum* Vandamme et. al. (ATCC 700309) из международной коллекции, хранящийся в музее кафедры микробиологии, вирусологии, эпизоотологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО Ульяновского ГАУ.

Оборудование: микроскоп ZEISS Primo Star, Германия; тринокуляр с видеосистемой; термостат ТС-80М-2; стерилизатор паровой (автоклав) вертикальный 75 л ВП-01/75, шкаф сушильный ШС-80-01-СПУ, лабораторная посуда.

Питательные среды и реактивы: биохимические тест-системы для ускоренной идентификации микроорганизмов: набор Арі 20 Е (BIOMERIEUX, Франция) и НЕФЕРМтест 24 (PLIVA-Lachema, Чехия), мясопептонный бульон (НПО «Питательные среды», г. Махачкала), ГРМ-бульон (ФБУН «ГНЦ ПМБ», Оболенск), бульон с лизином (HIMEDIA, Индия), бульон с аргинином (HIMEDIA, Индия), бульон с орнитином (HIMEDIA, Индия), среда Борде-Жангу (BDDifco, Германия), среда Симманса (ФБУН «ГНЦ ПМБ», Оболенск), ГРМ-агар (ФБУН «ГНЦ ПМБ», Оболенск), угольный агар с 2 % добавлением гидролизата казеина (TM Media, Индия), бордетелл-агар (ФБУН «ГНЦ ПМБ», Оболенск), молочный агар Эйкмана, агар МакКонки (HIMEDIA, Индия), иерсиния агар (HIMEDIA, Индия), цетримидный агар (ФБУН «ГНЦ ПМБ», Оболенск), дифтерийный агар (HIMEDIA, Индия), агар Плоскирева-ГРМ (ФБУН «ГНЦ ПМБ», Оболенск), среда для выявления ДНКазы, среды Гисса (НПО «Питательные среды», г. Махачкала).

Для проведения микроскопического исследования использовали набор для окраски по Граму («НИЦФ ООО» Санкт-

Петербург). Активность цитохромоксидазы изучали с использованием тетраметил-р-фенилендиаминдигидрохлорид (Aldrich-sigma), наличие ДНКазы выявляли с помощью раствора толуидиновый синий (Aldrich-sigma).

Результаты исследований

Тинкториальные и морфологические свойства

Метод окраски по Граму позволил подтвердить, что микроорганизмы вида *B.trematum* являются мелкими, кокобацилярными, грамотрицательными бактериями.

При культивировании штамма на полужидком ГРМ-агаре при температуре 37°C в течение 72 ч наблюдался диффузный рост культуры в месте посева, что свидетельствует о подвижности исследуемого референс штамма *B.trematum* ATCC 700309.

С помощью метода окраски по Ольту наличие капсулы не было обнаружено.

Культуральные свойства

В результате проведенных исследований было установлено, что *B. trematum* способны расти при температуре 17–42 °С. При температуре 17°C в течение 72 ч культивирования наблюдалось заметное снижение роста, по сравнению с выше указанными температурными режимами. По данным наших исследований независимо от использования в экспериментах питательных сред оптимальная температура для роста *B. trematum* составила 37°C, что косвенно указывает на наличие в геноме и в физиологии бактерий возможного механизма по патогенезу [19].

Для исследуемого штамма *B. trematum* уже через 24 часа культивирования в ГРМ-бульоне было характерно хорошо выраженное равномерное помутнение (опалесценция) среды. Культивирование 48, 72 ч изменений не дали.

При культивировании штамма *B. trematum* ATCC700309 на ГРМ-агаре при температуре культивирования 37°C через 72 ч наблюдается слабый рост мелких (диаметром меньше 1 мм), прозрачных, выпуклых и глянцевых колоний с ровными краями.

На казеиново-угольном агаре (селективной среде для выделения и культивирования *B. pertussis*) исследуемый штамм *B. trematum* ATCC 700309 при температуре культивирования 37°C в течение 24–72 часов хорошо растёт в виде мелких диаметром 1–1,5 мм, серо-белых, выпуклых, глянцевых, колоний с ровными краями.

На бордетелагарах колонии *B. trematum* вырастают через 24 часа в виде мелких диаме-

тром меньше 1 мм серо-белых, круглых с ровными краями, выпуклых и глянцевых колоний. При последующем культивировании через 48, 72 часа при температуре 37°C отмечается увеличение размеров колоний до 2 мм.

На питательном агаре Борде-Жангу (при 37°C – 48 ч) исследуемый штамм характеризуется ростом мелких, круглых $d < 1,0$ мм белых с желтым оттенком, выпуклых, глянцевых, с ровным краем колоний (рис.3).

На селективной среде для иерсиний через 72 ч, не смотря на наличие в среде ингибирующих компонентов – желчи очищенной в количестве 4,0/дм³ и 5,0/дм³ мочевины, бактерия *Bordetella trematum* показала хороший рост зеленых, выпуклых, глянцевых, крупных и плотных $d < 1$ мм колоний с неровными краями. При этом произошло изменение цвета среды с зеленого на синий.

При культивировании на дифтерийной среде *B. trematum* вырастают через 24 ч. На поверхности агара образуются мелкие $d < 1,0$ мм, серо-белые, выпуклые, глянцевые, с ровным краем колонии. Дальнейшее культивирование характеризуется увеличением роста колоний диаметром до 1-1,5 мм в диаметре.

На цетримидном агаре рост штамма *B. trematum* ATCC 700309 отсутствовал при температуре культивирования 37°C в течение 24, 48 и 72 ч.

При культивировании на тирозиновом агаре, предназначенном для выделения стрептомицетов, через 24-72 ч исследуемого штамма *B. trematum* был выявлен рост белых колоний с ровными краями ($d \approx 2$ мм), с глянцевой и выпуклой поверхностью. Следует отметить, что просветление зоны вокруг колоний не наблюдалось, что свидетельствует о неспособности бактерий данного вида гидролизировать тирозин.

Культивирование бактерии штамма *B. trematum* ATCC 700309 в ГРМ-бульоне с разными концентрациями натрия хлорида при температуре 37°C в течение 72 ч позволило установить, что они не способны к росту в указанной среде с высокими концентрациями натрия хлорида (свыше 6 %). Культивирование *B. trematum* ATCC 700309 в ГРМ-бульоне с 3, 4 и 5 % концентрациями натрия хлорида характеризуется ростом в виде осадка, который при встряхивании поднимается и медленно оседает отдельными мелкими частицами. Самый обильный рост при этом отмечался в ГРМ-бульоне с 3 % NaCl.

На агаре МакКонки бактерии штамма *B. trematum* ATCC 700309 при температуре культи-

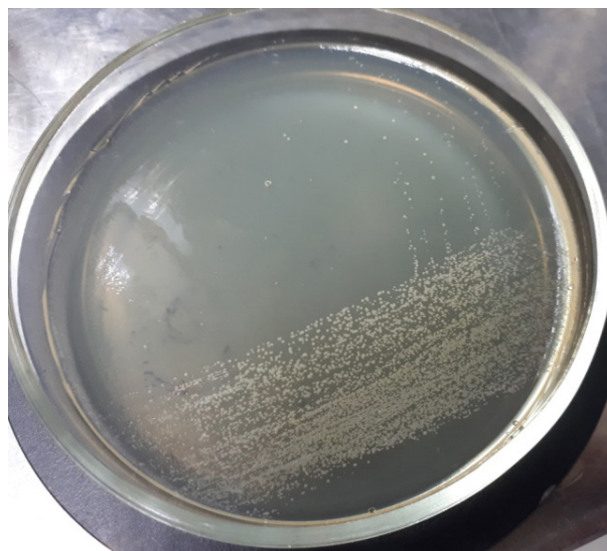


Рис. 1 - Рост штамма бактерий *B. trematum* ATCC 700309 на среде агар Борде-Жангу для бордетелл через 48 часов культивирования при 37°C

вирования 37°C через 72 ч проявляют рост диаметром около 2 мм, серых с розоватым оттенком, выпуклых и глянцевых колоний с ровными краями с изменением цвета среды, что свидетельствует о лактозоположительности исследуемого штамма.

На агаре Плоскирева-ГРМ *B. trematum* при температуре культивирования 37°C в течение 24 ч наблюдается рост мелких, диаметром меньше 1 мм, белых с розоватым оттенком, глянцевых, выпуклых колоний с ровными краями. Через 48 часов инкубации колонии достигают 1 мм в диаметре. Через 72 часа культивирования колонии становятся плотнее диаметром около 2 мм.

Биохимические свойства

Путем нанесения на выросшие колонии штамма *B. trematum* ATCC 700309 25 мкл 6% перекиси водорода установлено, что исследуемый штамм проявляет каталазную активность, о чем свидетельствует активное газообразование и вспенивание после контакта 6% перекиси водорода с колониями бактерий.

В результате исследований на наличие у штамма *B. trematum* фермента цитохромоксидазы, путем нанесения на колонии ATCC 700309 1 капли 1% раствора тетраметил-р-фенилендиаминдигидрохлорида, появление розового окрашивания в течение 2 мин не наблюдали. Данный факт указывает на отсутствие фермента цитохромоксидазы у изучаемой бактерии.

Культивирование на среде для выявления ДНКазы (Conda, Испания) при температуре

культивирования 37°C штамм *B. trematum* ATCC 700309 характеризуется ростом крупных, молочных, глянцевых колоний с ровными краями уже через 24 часа. С добавлением раствора толuidиновый синий розовое окрашивания не происходит, что свидетельствует об отсутствии дезоксирибонуклеазной активности у бактерий исследуемого штамма.

Бактериальные культуры вида *B. trematum* через 72 ч инкубирования при 37°C на молочном агаре Эйкмана формировали мелкие диаметром до 1,5 мм, прозрачные, круглые, с ровными краями, выпуклые, глянцевые колонии без проявления просветлений зон вокруг них. Из полученных результатов можно сделать вывод, что исследуемый штамм микроорганизма не способен пептонизировать молочный белок казеин.

Для выявления способности вырабатывать фермент желатиназу культуру *B. trematum* инкубировали в среде с 12% содержанием желатина. Было установлено, что исследуемый штамм *B. trematum* ATCC 700309 не разжижает желатин, т.е. у него отсутствует фермент желатиназа.

При культивировании штамма *B. trematum* ATCC 700309 на цитратном агаре Симмонса при 37°C в течение 72 ч рост не наблюдался. По полученным данным можно сделать вывод о том, что исследуемый штамм не использует цитрат в качестве источника углерода.

Изучение биохимической активности на средах Гисса с различными углеводами (мальтоза, фруктоза, ксилоза, сорбит, арабиноза, манит, манноза, рамноза, раффиноза, глюкоза, галактоза, дульцит и инозит) позволило установить, что штамм *B. trematum* ATCC 700309 не обладает сахаролитической активностью.

При инкубировании бактерий на средах с лизином, аргинином орнитинном при температуре 37°C в течение 72 ч рост отсутствовал. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что штамм *B. trematum* ATCC 700309 не обладает способностью утилизировать указанные аминокислоты.

Аналогичные результаты были получены и при использовании набора Api 20 E (BIOMERIEUX, Франция). Помимо этого было установлено, что штамм *B. trematum* ATCC 700309: не восстанавливает нитраты до нитритов, не ферментирует β-галактозидазу, аргининдигидролазу, триптофандеаминазу, лизиндекарбоксилазу и орнитиндекарбоксилазу, не утилизирует цитраты, не продуцирует H₂S, не ферментирует уреазу, не

продуцирует индол, ацетоин, не окисляет сахарозу, мелибиозу и амигдалин.

При использовании НЕФЕРМтест 24 для изучения ферментативной активности бактерий штамма *Bordetella trematum* ATCC 700309 было выявлено, что исследуемый штамм не ферментирует В-глюкозидазу, N-ацетил-в-D-глюкозаминидазу, желатиназу, уреазу, аргинин, лизин, орнитин, ацетамид, в-галактозидазу, α-галактозидазу, фосфатазу, эскулин, глутамил-трансферазу, арабинозу, не утилизирует цитраты, не окисляет лактозу, маннитол, трегалозу, ксилозу, малонат, галактозу, мальтозу, целлобиозу, сахарозу, инозитол.

Обсуждение

Бактерии вида *B. trematum* представляют собой грамотрицательные, кокковидные, проявляющие асахаролитические свойства микроорганизмы. Биология и механизмы патогенеза *B. trematum* на данный момент не установлены, кроме того отсутствуют рекомендации для осуществления его типизации и идентификации. Изучение основных биологических свойств указанного микроорганизма может заложить основу для разработки бактериологической схемы его выделения и идентификации.

Заключение

Таким образом, в рамках проводимой работы нами были освоены методики по изучению основных биологических свойств *B. trematum*. Впервые в нашей стране мы подошли к вопросу создания схемы выделения и бактериологического тестирования указанного микроорганизма.

Нами изучены тинкториальные, морфологические, культуральные и биохимические свойства штамма *Bordetella trematum* ATCC 700309. Анализ тинкториальных и морфологических свойств культуры *B. trematum* показал, что они являются грамотрицательными кокобацилярными бактериями. Полученные данные согласуются с данными Vandamme et al (1996). Однако наличие капсулы при помощи используемого нами метода обнаружить не удалось, не смотря на то, что этот микроорганизм многими зарубежными авторами описывается как капсулированный [1, 15].

По результатам изучения культуральных свойств было установлено, что микроорганизмы *B. trematum* способны расти как на обычных питательных средах, так и на дифференциально-диагностических. Оптимальной для их культивирования была температура 37°C. Полученные нами результаты коррелируют с данными,

представленными другими исследователями.

По изучению биохимических свойств выявлено, что бактерии штамма *Bordetella trematum* ATCC 700309 являются каталазоположительными и цитохромоксидазоотрицательными. Также было установлено, что культуры *B. trematum* не проявляли сахаралитическую и дезоксирибонуклеазную активность, не пептонизировали молочный белок казеин, не разжижали желатин, не утилизировали мочевины, аминокислоты и цитраты.

Библиографический список

1. *Bordetella trematum* sp. nov., isolated from wounds and ear infections in humans, and re-assessment of *Alcaligenes denitrificans* Rüger and tan 1983 / M. Heyndrickx, M. Vancanneyt, B. Hoste, P. Vos, E. Falsen [et al.] // *Int J Syst Bacteriol.* – 1996. – № 46. – P. 849–358.
2. The genus *Bordetella* / A. Weiss, A. Balows, H. G. Triiper, M. Dworkin, W. Harder, K. Schleifer // Springer-Verlag, Berlin. – 1992. – № 2. – P. 2530–2543.
3. Pertussis and other *Bordetella* infections / J. Cherry, D. Feigin, D. Cherry, J. Demmler, S. Kaplan // *Textbook of pediatric infectious diseases.* – 2004. – № 5. – P. 1588–1608.
4. Isolation of *Bordetella* species from unusual infection sites / M. Almuzara, C. Barberis, G. Traglia, G. Sly, A. Procopio, V. Vilches [et al.] // *JMM case rep.* – 2015. – P. 1–7.
5. Phylogenetic relationships and virulence evolution in the genus *Bordetella* / V. Wintzingerode, G. Gerlach, B. Schneider, R. Gross // *Curr. Top. Microbiol. Immunol.* – 2002. – № 264. – P. 177–199.
6. Hamidou, I. Environmental Origin of the Genus *Bordetella* / I. Hamidou, B. Linz, T. Harvill // Department of Infectious Diseases, University of Georgia, Athens, GA, USA, Center for Vaccines and Immunology, University of Georgia, Athens, GA, USA, Department of Veterinary and Biomedical Sciences, Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. – 2017. – № 8. – P. 10.
7. Keidel, K. Resemblance and divergence: the “new” members of the genus *Bordetella* / K. Keidel, K. Schmitt // *Medical Microbiology and Immunology.* – 2010. – № 199. – P. 155–163.
8. Bankowski, J. Nogi *Bordetella trematum* sepsis with shock in a diabetic patient with rapidly developing soft tissue infection / J. Bankowski, H. Chung // *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease.* – 2016. – № 86. – P. 112–114.
9. Draft Genome Sequence of *Bordetella trematum* Strain HR18 / Dong-Ho Chang, Tae-Eun Jin, Moon-Soo Rhee, Haeyoung Jeong, Seil Kim, Byoung-Chan Kima // *Genome Announcements.* – 2015. – № 3. – P. 1357–14.
10. Acquisition and loss of virulence-associated factors during genome evolution and speciation in three clades of *Bordetella* / B. Linz, V. Ivanov, A. Preston, L. Brinkac [et al.] // *BMC Genomics.* – 2016. – № 767.
11. Eder, W. Almagro-Molto *Bordetella trematum* in chronic ulcers: report on two cases and review of the literature / W. Eder, S. Schubert // *Infection.* – 2015. – № 43. – P. 489–494.
12. Isolation of *Bordetella trematum* from a diabetic leg ulcer / E. Goerzer, P. Apfalter, M. Nehr, R. Krause // *Diabetic Medicine.* – 2004. – № 21. – P. 1247–1248.
13. Diabetic leg ulcer colonized by *Bordetella trematum* / Hernández-Porto, M. Cuervo, Miguel-Gómez, T. Delgado, M. Lecuona // *Rev Esp Quimioter.* – 2013. – № 26. – P. 72–73.
14. Saksena. *Bordetella trematum* bacteremia in an infant: A cause to look for / Saksena, V. Manchanda, M. Mittal // *Indian Journal of Medical Microbiology.* – 2015. – № 33. – P. 305–307.
15. *Bordetella trematum* infection: case report and review of previous cases / Castro, R. Martins, N. Forno, L. Santana, F. Rossi, A. Schwarzbald, S. Costa, P. Trindade // *Infectious Diseases.* – 2019. – № 19. – P. 6.
16. Isolation of *Bordetella trematum* from bacteremia / Halim, F. Ihibbane, H. Belabbes, K. Zerouali, Mdaghri // *Ann Biol Clin.* – 2014. – № 5. – P. 612–614.
17. Герхардт, Ф. Методы общей бактериологии / Ф. Герхардт. - Москва : Мир, 1984. – 472 с.
18. Лабинская, А. Микробиология с техникой микробиологических исследований / А. Лабинская. - Москва: Медицина, 1978. – 517 с.
19. Cotter, P. Principles of bacterial pathogenesis / A. Cotter, F. Miller // Academic Press, Ltd., London, United Kingdom. – 2001. – P. 619–674.

MAIN GROWTH CHARACTERISTICS OF BACTERIA BORDETELLA TREMATUM SPECIES

Mastilenko A.V., Minaeva A.N., Lomakin A.A.

FSBEI HE Ulyanovsk SAU

432017, Ulyanovsk, Novyi Venetz boulevard, 1; tel. 8(8422) 49-55-63;

Key words: bacteria, *Bordetella*, *B. trematum*, tinctorial properties, cultural properties, biochemical activity.

The article is concerned with the study of main biological properties of bacteria *B. trematum* species. In this work the research results of their tinctorial, cultural and biochemical properties are shown, with the view to grounding for setup scheme of isolation and bacteriological test of stated microorganism. According to obtained data bacteria of the given species represents gram-negative, coccoid bacillus that are able to grow both on usual and differentially diagnostic mediums. Bacteria *B. trematum* grow in temperature range of 17-42°C, optimal temperature of cultivation is 37°C. It should be noticed that the most relevant medium for cultivation is bordetellagar. It was established that bacteria grow on the sodium chloride mediums in the range of 3-5%. It was found that studied culture of bacteria *B. trematum* shows проявляем asugarlytic properties, has positive reaction on catalase, negative reaction on cytochrome oxidase and DNase. Also during the research it was established that bacteria *B. trematum* doesn't utilize urea and citrate, has weak proteolytic activity and doesn't utilize a number of amino acids. Similar results were obtained when using the set Api 20 E and NEFERMtest 24. Additionally it was established that *B. trematum* doesn't reconstruct nitrates to nitrites, doesn't enzyme β-galactosidase, adrinin hydrolase, triptophane dyaminaze, lysine decarboxylase, ornithine decarboxylase and urea doesn't utilize citrates, doesn't produce H₂S, indole and acetone, doesn't oxidate sucrose, melibios, amigaldin. Research results represented in the article provide the basis of isolation scheme and identification of bacteria of given species.

Bibliography

1. *Bordetella trematum* sp. nov., isolated from wounds and ear infections in humans, and reassessment of *Alcaligenes denitrificans* Rügger and tan 1983 / M. Heyndrickx, M. Vancanneyt, B. Hoste, P. Vos, E. Falsen [et al.] // *Int J SystBacteriol.* – 1996. – № 46. – P. 849–358.
2. The genus *Bordetella* / A. Weiss, A. Balows, H. G. Triiper, M. Dworkin, W. Harder, K. Schleifer // Springer-Verlag, Berlin. – 1992. – № 2. – P. 2530-2543.
3. Pertussis and other *Bordetella* infections / J. Cherry, D. Feigin, D. Cherry, J. Demmler, S. Kaplan // *Textbook of pediatric infectious diseases.* – 2004. – № 5. – P. 1588–1608.
4. Isolation of *Bordetella* species from unusual infection sites / M. Almuzara, C. Barberis, G. Traglia, G. Sly, A. Procopio, V. Vilches [et al.] // *JMM case rep.* – 2015. – P. 1 –7.
5. Phylogenetic relationships and virulence evolution in the genus *Bordetella* / V. Wintzingerode, G. Gerlach, B. Schneider, R. Gross // *Curr. Top. Microbiol. Immunol.* – 2002. – № 264. – P. 177–199.
6. Hamidou, I. Environmental Origin of the Genus *Bordetella* / I. Hamidou, B. Linz, T. Harvill // Department of Infectious Diseases, University of Georgia, Athens, GA, USA, Center for Vaccines and Immunology, University of Georgia, Athens, GA, USA, Department of Veterinary and Biomedical Sciences, Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. – 2017. – № 8. – P. 10.
7. Keidel, K. Resemblance and divergence: the “new” members of the genus *Bordetella* / K. Keidel, K. Schmitt // *Medical Microbiology and Immunology.* – 2010. – № 199. – P. 155–163.
8. Bankowski, J. Nogi *Bordetella trematum* sepsis with shock in a diabetic patient with rapidly developing soft tissue infection / J. Bankowski, H. Chung // *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease.* – 2016. – № 86. – P. 112–114.
9. Draft Genome Sequence of *Bordetella trematum* Strain HR18 / Dong-Ho Chang, Tae-Eun Jin, Moon-Soo Rhee, Haeyoung Jeong, Seil Kim, Byoung-Chan Kima // *Genome Announcements.* – 2015. – № 3. – P. 1357-14.
10. Acquisition and loss of virulence-associated factors during genome evolution and speciation in three clades of *Bordetella* / B. Linz, V. Ivanov, A. Preston, L. Brinkac [et al.] // *BMC Genomics.* – 2016. – № 767.
11. Eder, W. Almagro-Molto *Bordetella trematum* in chronic ulcers: report on two cases and review of the literature / W. Eder, S. Schubert // *Infection.* – 2015. – № 43. – P. 489–494.
12. Isolation of *Bordetella trematum* from a diabetic leg ulcer / E. Goerzer, P. Apfalter, M. Nehr, R. Krause // *Diabetic Medicine.* – 2004. – № 21. – P. 1247–1248.
13. Diabetic leg ulcer colonized by *Bordetella trematum* / Hernández-Porto, M. Cuervo, Miguel-Gómez, T. Delgado, M. Lecuona // *Rev EspQuimioter.* – 2013. – № 26. – P. 72–73.
14. Saksena. *Bordetella trematum* bacteremia in an infant: A cause to look for / Saksena, V. Manchanda, M. Mittal // *Indian Journal of Medical Microbiology.* – 2015. – № 33. – P. 305-307.
15. *Bordetella trematum* infection: case report and review of previous cases / Castro, R. Martins, N. Forno, L. Santana, F. Rossi, A. Schwarzbold, S. Costa, P. Trindade // *Infectious Diseases.* – 2019. – № 19. – P. 6.
16. Isolation of *Bordetella trematum* from bacteremia / Halim, F. Ihibane, H. Belabbes, K. Zerouali, Mdaghri // *Ann BiolClin.* – 2014. – № 5. – P. 612–614.
17. Gerhardt, F. *Methods of general bacteriology* / F. Gerhardt. - Moscow : Mir, 1984. – 472 p.
18. Labinskaya, A. *Microbiology with technique of microbiological research* / A. Labinskaya. - Moscow: Medicine, 1978. – 517 p.
19. Cotter, P. *Principles of bacterial pathogenesis* / A. Cotter, F. Miller // Academic Press, Ltd., London, United Kingdom. – 2001. – P. 619-674.
20. Mastilenko, A. V. Study of biological properties of bacteria *B. petrii* u *B. trematum* species/ A. V. Mastilenko, A. A. Lomakin, K. N. Pronin. - Ulyanovsk : Vestnik, 2017. – 6 c.