

МИКРОБИОЛОГИЯ

Обзорная статья

УДК 579.61

doi: 10.17072/1994-9952-2023-1-58-64

Бактерии порядка Flavobacteriales: экологические особенности и клиническое значение в развитии патологии человека: обзор

Ксения Валерьевна Зубова

Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского,
Саратов, Россия, zubovaksushechka@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9406-080X>

Аннотация. Представлены характеристики отдельных представителей порядка Flavobacteriales, в частности, клинически значимых флавобактерий семейства *Weeksellaceae*. Описаны морфологические, культуральные, биохимические свойства значимых для медицины и биологии видов *Chryseobacterium*, *Elizabethkingia* и *Empedobacter*. Отмечен ряд их физиологических особенностей. Приведены некоторые данные о филогении этих организмов. Рассмотрены экологические характеристики, представлены сведения о некоторых видах, патогенных для человека и животных, приведены литературные данные о резистентности к современным антимикробным препаратам. Описаны клинические случаи инфицирования бактериями родов *Chryseobacterium*, *Elizabethkingia* и *Empedobacter*, особенности вызываемых ими заболеваний, а также приведены данные о частоте инфицирования этими микроорганизмами. Выявлено, что виды, относящиеся к порядку Flavobacteriales, могут представлять опасность для людей с ослабленным иммунитетом, с хроническими заболеваниями, такими как муковисцидоз и онкология, а также для младенцев и пожилых людей. Установлено, что представители порядка вызывают нозокомиальные инфекции. Установлено, что клинически значимые виды флавобактерий имеют природную устойчивость к широкому спектру антимикробных препаратов, что затрудняет подбор эффективной этиотропной терапии.

Ключевые слова: Flavobacteriales, морфология, биохимические свойства, условно-патогенные флавобактерии, нозокомиальные инфекции

Для цитирования: Зубова К. В. Бактерии порядка Flavobacteriales: экологические особенности и клиническое значение в развитии патологии человека: обзор // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2023. Вып. 1. С. 58–64. <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2023-1-58-64>.

MICROBIOLOGY

Review article

The order Flavobacteriales: ecological features and clinical significance in the development of human pathology: review

Ksenia V. Zubova

Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky, Saratov, Russia, zubovaksushechka@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9406-080X>

Abstract. The article presents an overview of some representatives of the order Flavobacteriales, in particular clinically significant members of the family Weeksellaceae. Morphological, cultural, and biochemical properties of species important for medicine and biology, namely *Chryseobacterium*, *Elizabethkingia*, and *Empedobacter*, are described. Several physiological features are highlighted. Some data on the phylogeny of these organisms are given. Ecological characteristics are considered, and information about some pathogenic species for humans and animals is presented. Also, literature data on resistance to currently available antimicrobial drugs are given. Clinical cases of infections with bacteria of the genera *Chryseobacterium*, *Elizabethkingia*, and *Empedobacter*, features of the diseases caused, and data on the frequency of infections with these microorganisms are reported. Based on the analyzed data, it has been revealed that species belonging to the order Flavobacteriales may pose a risk to immunocompromised people, to patients with chronic diseases such as cystic fibrosis and oncology, and to infants and the elderly. It has been established that representatives of the order cause nosocomial infections. It has been also found that clinically significant species have intrinsic resistance to a wide range of antimicrobials, and therefore the selection of etiotropic therapy is difficult.

Keywords: Flavobacteriales, morphology, biochemical properties, conditionally pathogenic microorganisms, nosocomial infections

For citacion: Zubova K. V. [The order Flavobacteriales: ecological features and clinical significance in the development of human pathology: review]. *Bulletin of the Perm University. Biology*. Iss. 1 (2023): pp. 58-64. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2023-1-58-64>.

Введение

Неферментирующие грамотрицательные бактерии (НФГОБ) играют важную роль в этиологической структуре инфекционных осложнений, особенно для пациентов на фоне иммуносупрессии различного генеза. Многие из видов группы НФГОБ являются представителями ризобиома ряда растений, почвенного и водного микробиома. Учитывая их широкую распространенность не только в условиях лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ), но и в окружающей среде, возникает вопрос о необходимости оценки патогенетического потенциала и микробиологических рисков для пациентов в отношении не только бактерий с доказанным клиническим значением (*Pseudomonas aeruginosa*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Acinetobacter baumannii*), но и представителей порядка Flavobacteriales.

Стремительное развитие в последние годы микробиологии, возможность использования метода времяпролетной MALDI-ToF масс-спектрометрии для рутинной идентификации, открыли перед бактериологами и биологами гетерогенную группу возбудителей с неустановленным клиническим значением. С целью понимания их роли в развитии патологии человека нами проведена работа по изучению и структурированию имеющихся в литературе научных данных.

В последние годы все чаще обнаруживаются сообщения об инфекциях, которые связаны с представителями порядка Flavobacteriales, а именно родов *Chryseobacterium*, *Elizabethkingia* и *Empedobacter* семейства Weeksellaceae. Бактерии этого порядка характеризуются высокой устойчивостью к факторам внешней среды и широким ареалом обитания [McBride, 2014]. Флавобактерии этих родов относятся к группе НФГОБ, обладающих множественной лекарственной устойчивостью к широкому спектру антибиотиков: пенициллинам, цефалоспорином первого и второго поколений, цефтриаксону, азтреонаму, хлорамфениколу, эритромицину, аминогликозидам, имипенему и меропенему, а также способностью к продукции карбапенемаз. Для флавобактерий семейства Weeksellaceae характерно отсутствие полных структурированных данных о их клиническом и эпидемиологическом значении [Carvalho, Marson, Levy, 2017]. Мультирезистентность бактерий родов *Chryseobacterium*, *Elizabethkingia* и *Empedobacter* вызывает сложности в подборе этиотропной терапии и усиливает риски неблагоприятного течения инфекции.

Особенности флавобактерий рода *Chryseobacterium*

Род *Chryseobacterium* представлен грамотрицательными, аэробными, неподвижными, каталазо- и оксидазоположительными бактериями. В окрашенных по Граму мазках возбудители имеют вид длинных, тонких и изогнутых палочек. Все штаммы *Chryseobacterium* spp. гидролизуют желатин и эскулин. Результаты некоторых биохимических тестов (например, тест на ДНКазу, уреазу, гидролиз крахмала) могут варьировать и зависят от выбора питательной среды, химических реактивов и длительности инкубации [Pickett, 1989]. Хризеобактерии дают положительную реакцию на индол, которая часто бывает слабовыраженной. В этом случае для ее проведения следует использовать наиболее чувствительный метод Эрлиха [Боронина и др., 2003]. *Chryseobacterium* spp. хорошо растут на простых питательных средах, кровяном и шоколадном агаре, образуя колонии в течение 24 ч. Оптимальная температура инкубации составляет 35–37°C. Значительно медленнее хризеобактерии растут на агаре МакКонки, в некоторых случаях рост может отсутствовать. Характеризуются способностью при росте на питательных средах продуцировать желтый или оранжевый пигмент различной интенсивности.

Чаще всего хризеобактерии являются возбудителями инфекций мочевыводящих путей и легких. В литературе описан клинический случай мочекаменной болезни, ассоциированной с *Chryseobacterium gleum* [Garg et al., 2015]. Есть данные о развитии пневмонии у грудного ребенка, поступившего с нефротоксическим синдромом и подключенного к аппарату искусственной вентиляции легких. При этом показано, что пневмония вызвана присутствием представителей вида *C. gleum*, выделенных из трахеальной трубки аппарата.

По данным D.E. Izaguirre-Anariba и V. Sivapalan [2020], представители вида *C. indologenes* могут являться причиной возникновения бактериемии. Флавобактерии были выделены из гемокультуры пожилого мужчины с терминальной стадией почечной недостаточности. P.R. Hsueh et al. [1996] описали случаи бактериемии у 12 пациентов на юге Тайваня за период с 1992 по 1994 г. Как отметили авторы, у шести пациентов была диагностирована пневмония, у двоих – первичная бактериемия, связанная с контаминацией множественных ожогов, четверо пациентов имели диагнозы: пионефроз, перитонит, инфекция желчевыводящих путей и хирургическая раневая инфекция. У пяти пациентов из списка обнаружены злокачественные новообразования [Hsueh et al., 1996].

Большое исследование на тему инфицирования пациентов с муковисцидозом флавобактериями

Chryseobacterium и *Elizabethkingia* провели в педиатрическом отделении университетской больницы Хаджеттепе (Анкара, Турция) в период с 2012 по 2016 гг. Авторы получили 18 изолятов, принадлежащих к роду *Chryseobacterium* (в частности, 6 штаммов *C. indologenes* и 2 штамма *C. gleum*) и 5 изолятов *Elizabethkingia* (3 штамма *E. meningoseptica* и 2 штамма *E. anophelis*), при этом Н.С. Mirza et al. [2018] отметили, что из всех пациентов отделения у 81.8% был поставлен диагноз муковисцидоз.

А. Guiu et al. [2014] свидетельствуют о увеличении роли флавобактерий *Chryseobacterium* в патологии дыхательной системы у больных муковисцидозом. За три года наблюдений увеличилось число больных, инфицированных бактериями *Chryseobacterium* spp., от 9 пациентов было выделено 17 изолятов. Авторы указывают, что у троих пациентов наблюдалась хроническая колонизация *Chryseobacterium* spp., а у одного из пациентов значительно нарушилась функция легких. Следует учитывать, что хризеобактерии характеризуются как генетически детерминированной, так и приобретенной множественной лекарственной устойчивостью. В отсутствии рекомендаций по определению чувствительности для данной группы флавобактерий, подбор препаратов для терапии может представлять значительную сложность для клиницистов.

Особенности представителей рода *Elizabethkingia*

В 2005 г. вышла статья К.К. Kim et al., [2005] о реклассификации на основании анализа секвенирования гена 16S рРНК флавобактерий, принадлежащих ранее к видам *C. meningosepticum* и *C. miricola*. Авторами предложен новый таксон *Elizabethkingia* gen. nov. Бактерии получили новые названия, такие как *E. meningoseptica* и *E. miricola* соответственно. Представители вновь предложенного таксона *E. meningoseptica*, как и их близкородственные флавобактерии *Chryseobacterium* spp., являются новыми патогенами, которые могут вызывать серьезные проблемы у пациентов, госпитализированных в стационары, в частности, в палаты интенсивной терапии и реанимации. Опасность бактерий вида *E. meningoseptica* заключается в их множественной лекарственной устойчивости и способности адаптироваться к различным условиям среды обитания. Данные микроорганизмы способны вызывать бактериемию, менингиты, заболевания респираторного тракта, в частности пневмонии, бронхиты и заболевания носоглотки. Чаще всего этот инфекционный агент поражает людей с хроническими заболеваниями, с ослабленным иммунитетом, недоношенных детей, а также пациентов, находящихся на длительной внутривенной антибиотикотерапии [Jean et al., 2014]. Для лечения инфекции, вызванной флавобактериями *E. meningoseptica*, используют ванкомицин, рифампицин, новые фторхинолоны, комбинацию пиперациллин-тазобактам, миноциклин и тигециклин.

Г.Н. Pereira et al. [2013] показали, что за двухгодичный период с августа 2010 и по апрель 2012 г. в больнице при институте Данте Паццанезе и в больнице Бригадейро (Сан-Пауло, Бразилия) было выявлено девять пациентов, инфицированных бактериями *E. meningoseptica*. Все инфекции были внутрибольничными и регистрировались в отделении кардиоторакальной хирургии, а также в трансплантологическом и гематологическом отделениях. Чаще всего флавобактерии вызывали бактериемию, образуя биопленки в венозных катетерах. По данным Y.T. Lin et al. [2009], флавобактерии *E. meningoseptica* имели хромосомные гены *GOB-18* и *BlaB*, ответственные за продукцию металло-β-лактамаз, которые могут гидролизовать большинство бета-лактамовых антибиотиков. Эти бактерии имели природную устойчивость к большинству β-лактамов, включая карбапенемы. Однако они чувствительны к антибиотикам (ванкомицин, хинолоны, триметоприм-сульфаметоксазол, тигециклин и рифампицин), которые эффективны против грамположительных бактерий.

Флавобактерии, принадлежащие к виду *E. anopheles*, впервые были выделены из дыхательных путей человека во время вспышки пневмонии в начале января 2016 г. в штате Висконсин (США). В клинической картине у пациентов отмечались сильная лихорадка и затрудненное дыхание. Большинство заболевших оказались старше 65 лет. Вспышка привела к гибели не менее 20 человек из 65 заболевших. Ранее, в 2011 г., представители вида *E. anopheles* были выделены из кишечника комаров. Однако этот факт не позволил установить причину вспышки пневмонии среди населения штата Висконсин [Janda, Lopez-Denise, 2017].

От пациентов, больных муковисцидозом, также выделяют флавобактерии рода *Elizabethkingia*. В 2018 г. Н.С. Mirza et al. [2018], при изучении респираторной микрофлоры больных муковисцидозом, выделили 5 изолятов *Elizabethkingia* spp., 3 из которых принадлежали к виду *E. meningoseptica*, 2 – к *E. anopheles*. E. Snesrud, P. McGann, E. Walsh [2019] описали случаи заражения бактериями *E. anopheles* в Нью-Йорке (США). В 2017 г. от 4 пациентов разного пола и возраста были получены изоляты *E. anophelis*, при этом у одного пациента диагностирован муковисцидоз. Эти бактерии обнаруживались в крови пациентов, у всех было тяжелое состояние при поступлении, связанное с обострением хронических заболеваний.

В исследованиях D.T.D. Kenna et al. [2018] показано, что в Великобритании у пациентов, больных муковисцидозом, преобладали флавобактерии вида *E. miricola*. У 38 пациентов выделили 43 изолята, относящихся к данному виду. У больных муковисцидозом был проведен анализ на определение чувстви-

ности к антибиотикам. 12 изолятов от общего числа оказались устойчивы к бета-лактамам, за исключением комбинации пиперациллин-тазобактам. Выраженная степень чувствительности была обнаружена только к миноциклину и ко-тримоксазолу. С использованием гель-электрофореза в импульсном поле были выявлены 4 общих штамма среди 17 пациентов с муковисцидозом в одной педиатрической клинике, но эпидемиологические исследования не подтвердили передачу инфекции от пациента к пациенту.

Особенности представителей рода *Empedobacter*

Еще одними потенциальными возбудителями у пациентов с иммуносупрессией различной этиологии можно назвать представителей рода *Empedobacter*. По литературным данным, бактерии рода *Empedobacter* выделяются из клинических образцов крови, органов дыхания, ран, плевральной жидкости и мочевыводящих путей. Как и другие представители семейства Weeksellaceae, они имеют природную устойчивость ко многим антибиотикам, включая карбапенемы, что является серьезной проблемой при подборе эффективной этиотропной терапии.

Представители вида *Empedobacter falsenii* могут вызывать инфекции урогенитального тракта, дыхательных путей, раневых поверхностей и неонатальный менингит. Голландские исследователи описали случай инфицирования бактериями *E. falsenii* мочевыводящих путей младенца. D. Sharma et al. [2016] описали случай бактериемии и менингита у новорожденной девочки, которая поступила в отделение интенсивной терапии спустя три часа после рождения. В крови и ликворе были обнаружены бактерии *E. brevis*. С использованием теста на чувствительность к антибактериальным препаратам показано, что изолированный штамм был чувствителен к тетрациклину, тигециклину и цефоперазону-сульбактаму и устойчив к ципрофлоксацину, колистину, амикацину, амоксицилину, ампициллину, цефазолину, цефепиму, цефотаксиму, цефтазидиму, цефиксиму, эртапенему, гентамицину, имипенему, левофлоксацину, меропенем, комбинации пиперациллин + тазобактам, пиперациллин и тобрамицин. Выздоровление пациентки наступило после проведения внутривенной антибиотикотерапии цефоперазон-сульбактам. В книге «Atypical Bacteria in the CF Airways: Diversity, Clinical Consequences, Emergence and Adaptation» описываются случаи инфицирования пациентов бактериями *E. falsenii* и *E. brevis* [Marchandin, Michon, Jumas-Bilak, 2012]. Имеются данные об инфицировании детей с муковисцидозом мультирезистентными бактериями *E. falsenii* [Tural et al., 2021]. Описана полирезистентность бактерий рода *Empedobacter* к таким антибиотикам, как ампициллин, ампициллин-сульбактам, меропенем, ко-тримаксазол, ципрофлоксацин, имипенем, пиперациллин-тазобактам и колистин [Matías et al., 2015; Zaman et al., 2017].

Заключение

Бактерии родов *Chryseobacterium*, *Elizabethkingia* и *Empedobacter* представляют интерес для медицинских микробиологов и клиницистов как потенциально опасные патогены, которые все чаще выявляются в медицинских учреждениях, а также у людей с хроническими заболеваниями. Отсутствие всестороннего изучения особенностей данных бактерий как возбудителей бактериальных осложнений является проблемой, которая сказывается на успехе лечения пациентов и идентификации бактерий, ставит под вопрос эпидемиологические особенности распространения и передачи. Подходы к терапии инфекций, ассоциированных с видами родов *Chryseobacterium*, *Elizabethkingia* и *Empedobacter* к настоящему времени не разработаны, нет единого стандартизированного протокола лечения и диагностики инфекций, вызванных данными бактериями. Отдельную проблему представляет сложность микробиологической диагностики родов семейства Weeksellaceae, ввиду возможности их некорректной идентификации как представителей других, близких к ним родов *Cytophaga*, *Aeromonas* spp. или *Sphingobacterium* spp. Высокий уровень резистентности к широкому спектру антибактериальных препаратов, устойчивость в окружающей среде, неясный механизм передачи инфекции, а также наличие генов вирулентности позволяют предположить возможность включения указанных возбудителей в список патогенов, имеющих значение в развитии нозокомиальных инфекций. Требуется накопление клинического опыта наблюдений за пациентами, колонизированными указанными возбудителями для лучшего понимания их роли в патологических состояниях, а также для оптимизации протоколов микробиологической диагностики и терапии.

Список источников

1. Боронина Л.Г. и др. Род *Chryseobacterium* (*Flavobacterium*): клиническое значение, идентификация, чувствительность к антибиотикам // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2003. Т. 5, № 3. С. 243–250. URL: <https://cmac-journal.ru/publication/2003/3/cmac-2003-t05-n3-p243/>
2. Зубова К.В. и др. Видовой состав представителей порядка Flavobacteriales, выделенных от пациентов с муковисцидозом в Российской Федерации за 2019–2021 гг. // Проблемы медицинской микологии. 2022. Т. 24, № 2. С. 74–75.

3. Abdalhamid B. et al. *Chryseobacterium gleum* pneumonia in an infant with nephritic syndrome // IDCases. 2016. Vol. 5. P. 34–36. DOI: 10.1016/j.idcr.2016.06.004
4. Garg S. et al. Pyonephrosis due to *Chryseobacterium gleum*: a first case report // Indian Journal of Medical Microbiology. 2015. Vol. 2, № 33. P. 311–313. DOI: 10.4103/0255-0857.154894
5. Carvalho F.É.B., Marson A.L., Levy C.E. Challenges in the identification of *Chryseobacterium indologenes* and *Elizabethkingia meningoseptica* in cases of nosocomial infections and patients with cystic fibrosis // New Microbes and New Infections. 2017. Vol. 20. P. 27–33. DOI: 10.1016/j.nmni.2017.09.002
6. Guiu A. et al. *Chryseobacterium* spp., a new opportunistic pathogen associated with cystic fibrosis? // Enfermedades Infecciosas Microbiología Clínica. 2014. Vol. 32, № 8. P. 497–501. DOI: 10.1016/j.eimc.2013.08.003
7. Hsueh P.R. et al. *Flavobacterium indologenes* bacteremia: clinical and microbiological characteristics // Clinical Infectious Diseases. 1996. Vol. 23, № 3. P. 550–555. DOI: 10.1093/clinids/23.3.550
8. Izaguirre-Anariba D.E., Sivapalan V. *Chryseobacterium indologenes*, an emerging bacteria: A case report and review of literature // Cureus. 2020. Vol. 12, № 1. Article e6720. DOI: 10.7759/cureus.6720
9. Janda J.M., Lopez-Denise L. Mini review: New pathogen profiles: *Elizabethkingia anopheles* // Diagnostic Microbiology and Infectious Disease. 2017. Vol. 88. P. 201–205. DOI: 10.1016/j.diagmicrobio.2017.03.007
10. Jean S.S. et al. *Elizabethkingia meningoseptica*: an important emerging pathogen causing healthcare-associated infections // Journal of Hospital Infection. 2014. Vol. 86, № 4. P. 244–249. DOI: 10.1016/j.jhin.2014.01.009
11. Kamran Z. et al. *Empedobacter falsenii*: a rare non-fermenter causing urinary tract infection in a child with bladder cancer // SOA: Clinical Medical Cases, Reports & Reviews. 2017. Vol. 1, № 1. P. 1–3. DOI: 10.12998/wjcc.v5.i5.187
12. Kenna D.T.D. et al. *rpoB* gene sequencing highlights the prevalence of an *E. miricola* cluster over other *Elizabethkingia* species among UK cystic fibrosis patients // Diagnostic Microbiology and Infectious Disease. 2018. Vol. 90. P. 109–114. DOI: 10.1016/j.diagmicrobio.2017.10.014
13. Kim K.K. et al. Transfer of *Chryseobacterium meningosepticum* and *Chryseobacterium miricola* to *Elizabethkingia* gen. nov. as *Elizabethkingia meningoseptica* comb. nov. and *Elizabethkingia miricola* comb. nov. // International Journal of Systematic and Evolution Microbiology. 2005. Vol. 55. P. 1287–1293. DOI: 10.1099/ijs.0.63541-0
14. Lin Y.-T. et al. Tigecycline and colistin susceptibility of *Chryseobacterium meningosepticum* isolated from blood in Taiwan // International Journal of Antimicrobial Agents. 2009. Vol. 34, № 1. P. 100–101. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2009.01.011
15. Marchandin H., Michon A.L., Jumas-Bilak E. Atypical Bacteria in the CF Airways // Diversity, Clinical Consequences, Emergence and Adaptation. 2012. URL: <https://www.researchgate.net/publication/224829099>. DOI: 10.5772/30253
16. McBride M.J. The family Flavobacteriaceae // The Prokaryotes. 2014. P. 643–667. DOI: 10.1007/978-3-642-38954-2_130
17. Mirza H.C. et al. Clinical strains of *Chryseobacterium* and *Elizabethkingia* spp. isolated from pediatric patients in a university hospital: Performance of MALDI-TOF MS-based identification, antimicrobial susceptibilities, and baseline patient characteristics // Microbial Drug Resistance. 2018. Vol. 24, № 6. P. 816–821. DOI: 10.1089/mdr.2017.0206
18. Pereira G.H. et al. Nosocomial infections caused by *Elizabethkingia meningoseptica*: An emergent pathogen // The Brazilian Journal of Infectious Diseases. 2013. Vol. 17, № 5. P. 606–609. DOI: 10.1016/j.bjid.2013.02.011
19. Pickett M.J. Methods for identification of flavobacteria // Journal of Clinical Microbiology. 1989. Vol. 27. P. 2309–2315. DOI: 10.1128/jcm.27.10.2309-2315.1989.
20. Sharma D. et al. *Empedobacter brevis* meningitis in a neonate: A very rare case of neonatal meningitis and literature review // Case Reports in Pediatrics. 2016. Vol. 5. P. 1–4. DOI: 10.1155/2016/7609602
21. Snesrud E., McGann P., Walsh E. Clinical and genomic features of the first cases of *Elizabethkingia anopheles* infection in New York, including the first case in a healthy infant without previous nosocomial exposure // Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society. 2019. Vol. 8, № 3. P. 269–271. DOI: 10.1093/jpids/piy071
22. Tural D.A. et al. Clinical characteristics of children with cystic fibrosis infected with unusual bacteria // Minerva Pediatr (Torino). 2021. Apr. 15. P. 111–114. DOI: 10.23736/S2724-5276.21.06189-2
23. Van der Velden et al. First report of a *Wautersiella falsenii* isolated from the urine of an infant with pyelonephritis // Diagnostic Microbiology and Infectious Disease. 2012. Vol. 4, № 74. P. 404–405. DOI: 10.1016/j.diagmicrobio.2012.08.008

References

1. Boronina L.G., Kukushkina M.P., Krutova K.V., Blinova S.M. [The genus *Chryseobacterium* (*Flavobacterium*): Clinical significance, identification, sensitivity to antibiotics]. *Kliničeskaja mikrobiologija i antimikrobnaja chimioterapija*. V. 5, No. 3 (2003): pp. 243-250. (In Russ.). Available at: <https://cmac-journal.ru/publication/2003/3/cmac-2003-t05-n3-p243/>.
2. Zubova K.V., Kuzmina E.A., Kondratenko O.V., Glinskaya E.V. [Species composition of representatives of the order Flavobacteriales isolated from patients with cystic fibrosis in the Russian Federation for 2019–2021]. *Problemy medicinskoj mikologii*. V. 24, No. 2 (2022): pp. 74-75. (In Russ.).
3. Abdalhamid B., Elhadi N., Alsamman K., Aljindan R. *Chryseobacterium gleum* pneumonia in an infant with nephritic syndrome. *IDCases*. V. 5 (2016): pp. 34-36. DOI: 10.1016/j.idcr.2016.06.004.
4. Garg S., Appannanavar S.B., Mohan B., Taneja N. Pyonephrosis due to *Chryseobacterium gleum*: a first case report. *Indian Journal of Medical Microbiology*. V. 2, No. 33 (2015): pp. 311-313. DOI: 10.4103/0255-0857.154894
5. Carvalho F.É.B., Marson A.L., Levy C.E. Challenges in the identification of *Chryseobacterium indologenes* and *Elizabethkingia meningoseptica* in cases of nosocomial infections and patients with cystic fibrosis. *New Microbes and New Infections*. V. 20 (2017): pp. 27-33. DOI: 10.1016/j.nmni.2017.09.002.
6. Guiu A., Buendía B., Llorca L., Gómez Punter R.M., Girón R. *Chryseobacterium* spp., a new opportunistic pathogen associated with cystic fibrosis? *Enfermedades Infecciosas Microbiología Clínica*. V. 32, No. 8 (2014): pp. 497-501. DOI: 10.1016/j.eimc.2013.08.003.
7. Hsueh P.R., Hsiue T.R., Wu J.J., Teng L.J., Ho S.W., Hsieh W.C., Luh K.T. *Flavobacterium indologenes* bacteremia: clinical and microbiological characteristics. *Clinical Infectious Diseases*. V. 23, No. 3 (1996): pp. 550-555. DOI: 10.1093/clinids/23.3.550.
8. Izaguirre-Anariba D.E., Sivapalan V. *Chryseobacterium indologenes*, an emerging bacteria: A case report and review of literature. *Cureus*. V. 12, No. 1 (2020): Article e6720. DOI: 10.7759/cureus.6720.
9. Janda J.M., Lopez-Denise L. Mini review: New pathogen profiles: *Elizabethkingia anopheles*. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*. V. 88 (2017): pp. 201-205. DOI: 10.1016/j.diagmicrobio.2017.03.007.
10. Jean S.S., Lee W.S., Hen F.L., Ou T.Y., Hsueh P.R. *Elizabethkingia meningoseptica*: an important emerging pathogen causing healthcare-associated infections. *Journal of Hospital Infection*. V. 86, № 4 (2014): pp. 244-249. DOI: 10.1016/j.jhin.2014.01.009.
11. Kamran Z., Parakriti G., Varpeet K., Balvinder M., Neelam T. *Empedobacter falsenii*: a rare non-fermenter causing urinary tract infection in a child with bladder cancer. *SOA: Clinical Medical Cases, Reports & Reviews*. V. 1, No. 1 (2017): pp. 1-3. DOI: 10.12998/wjcc.v5.i5.187.
12. Kenna D.T.D., Fuller A., Martin K., Perry C., Pike R., Burns P.J., Narayan O., Wilkinson S., Hill R., Woodford N., Logan J.M.J., Turton J. *rpoB* gene sequencing highlights the prevalence of an *E. miricola* cluster over other *Elizabethkingia* species among UK cystic fibrosis patients. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*. V. 90 (2018): pp. 109-114. DOI: 10.1016/j.diagmicrobio.2017.10.014.
13. Kim K.K., Kim M.K., Lim J.H., Park H.Y., Lee S.T. Transfer of *Chryseobacterium meningosepticum* and *Chryseobacterium miricola* to *Elizabethkingia* gen. nov. as *Elizabethkingia meningoseptica* comb. nov. and *Elizabethkingia miricola* comb. nov. *International Journal of Systematic and Evolution Microbiology*. V. 55 (2005): pp. 1287-1293. DOI: 10.1099/ijs.0.63541-0.
14. Lin Y.-T., Chan Y.-J., Chiu C.-H., Lin M.-L., Yu K.-W., Wang F.-D., Liu C.-Y. Tigecycline and colistin susceptibility of *Chryseobacterium meningosepticum* isolated from blood in Taiwan. *International Journal of Antimicrobial Agents*. V. 34, No. 1 (2009): pp. 100-101. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2009.01.011.
15. Marchandin H., Michon A. L., Jumas-Bilak E. Atypical Bacteria in the CF Airways. *Diversity, Clinical Consequences, Emergence and Adaptation*. Cystic Fibrosis – Renewed Hopes through Research. Croatia, 2012. P. 30. DOI: 10.5772/30253.
16. McBride M. J. The Family Flavobacteriaceae. *The Prokaryotes*. (2014): pp. 643-667. DOI: 10.1007/978-3-642-38954-2_130.
17. Mirza H. C., Tuncer Ö., Ölmez S. et al. Clinical Strains of *Chryseobacterium* and *Elizabethkingia* spp. Isolated from Pediatric Patients in a University Hospital : Performance of MALDI-TOF MS-Based Identification, Antimicrobial Susceptibilities, and Baseline Patient Characteristics. *Microbial Drug Resistance*. V. 24, No. 6 (2018): pp. 816-821. DOI: 10.1089/mdr.2017.0206.
18. Pereira G.H., Garcia D.O, Abboud C.S., Barbosa V.L., Silva P.S. Nosocomial infections caused by *Elizabethkingia meningoseptica* : An emergent pathogen. *The Brazilian Journal of Infectious Diseases*. V. 17, No. 5 (2013): pp. 606-609. DOI: 10.1016/j.bjid.2013.02.011.
19. Pickett M. J. Methods for identification of flavobacteria. *Journal of Clinical Microbiology*. V. 27 (1989): pp. 2309-2315. DOI: 10.1128/jcm.27.10.2309-2315.1989.

20. Sharma D., Patel A., Soni P., Sharma P., Gupta B. *Empedobacter brevis* Meningitis in a Neonate: A Very Rare Case of Neonatal Meningitis and Literature Review. *Case Reports in Pediatrics*. V 5 (2016): pp. 1-4. DOI: 10.1155/2016/7609602.

21. Snesrud E., McGann P., Walsh E. Clinical and Genomic Features of the First Cases of *Elizabethkingia anophelis* Infection in New York, Including the First Case in a Healthy Infant Without Previous Nosocomial Exposure. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*. V. 8, No. 3 (2019): pp. 269-271. DOI: 10.1093/jpids/piy071.

22. Tural D.A., Ersöz D.D., Emiralioglu N., Ozsezen B., Hazirolan C., Valcin E., Örgelik U., Kiper N. Clinical characteristics of children with cystic fibrosis infected with unusual bacteria. *Minerva Pediatr* (Torino). Apr. 15 (2021): pp. 111-114. DOI: 10.23736/S2724-5276.21.06189-2.

23. Van der Velden L., Jong A.S., Jong H., de Gier R. et al. First report of a *Wautersiella falsenii* isolated from the urine of an infant with pyelonephritis. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*. V. 4, No. 74 (2012): pp. 404-405. DOI: 10.1016/j.diagmicrobio.2012.08.008.

Статья поступила в редакцию 17.11.2022; одобрена после рецензирования 11.01.2023; принята к публикации 22.02.2023.

The article was submitted 17.11.2022; approved after reviewing 11.01.2023; accepted for publication 22.02.2023.

Информация об авторе

К. В. Зубова – аспирант кафедры микробиологии и физиологии растений.

Information about the author

K. V. Zubova –postgraduate student of the Department of Microbiology and Plant Physiology.