

БАКТЕРИИ, АССОЦИИРОВАННЫЕ С ИЛЬМОВЫМИ ПОРОДАМИ

Черпаков В.В.

Академия маркетинга – ИМСИТ, г. Краснодар, РФ,
e-mail: vv-cherpakoff@mail.ru

BACTERIA ASSOCIATED WITH ELM BREEDS

Cherpakov V.V.

Individual species and microbiomes of bacteria associated with wood species of the genus *Ulmus* are considered; the role of bacteria in the pathogenesis, ontogenesis and phylogeny of elm species is discussed.

Патогенез голландской болезни вязов (ГБВ) традиционно представляется в виде поражения *Ophiostoma novo-ulmi* древесных растений рода *Ulmus* как стерильного организма хозяина. Ранее показана несостоятельность теории грибной моноинфекции в патогенезе ГБВ [5]. Древесный организм – это биологическая взаимодействующая система. Роль и свойства эндофитов и ключевых мутуалистов во взаимодействии с древесным растением абсолютна. В филогенезе происходит адаптация, возникают устойчивые биохимические и генетические связи между эндофитами и между эндофитами и древесным растением, регулирующие физиологические процессы детерминанта. Создаётся генетическая система объединённой биологической единицы [3]. В связи с усыханиями ильмовых в мировом ареале *Ulmus* актуальна информация о составе ассоциированной бактериальной микробиоты. Не рассматривается эпифитная микрофлора, которая, может быть случайной, не связана с детерминантом, не влияет на его физиологические процессы в онто- и филогенезе.

Ассоциированные с хозяином патогенные и сапрофитные бактерии составляют микробную ассоциацию – микробиом не проявляя взаимный антагонизм. Возникает множество форм нетрадиционных взаимодействий. Фитопатогенные бактерии (ФПБ) – в основном факультативные паразиты, их популяции успешно размножаются в сапрофитном состоянии, легко переходят в латентную фазу не вызывая в организме хозяина симптоматику и патогенез. Основные типы бактериальных поражений на ильмовых: бактериальная водянка (БВ), бактериальный ожог (БО) – системные заболевания, охватывающие корневые системы, проводящую систему (флоэму, ксилему), камбий, почки, семена; бактериальный ожог листьев – заболевание, охватывающее филлосферу; бактериальный рак. Ряд бактерий эндофитной

изоляции – сапрофитные симбионты *Ulmus*. В их числе выступают и патогены на определённой стадии развития. ФПБ могут присутствовать в живых тканях хозяина изначально в латентной фазе, сосуществуя с хозяином в симбиотическом или нейтральном диапазоне возможностей своей сапрофитной сущности и анаэробного роста. В процессе физиолого-биохимического освоения тканей хозяина и их разрушения, одновременно проявляется бактериальный паразитизм, закрепляются вирулентные способности эндогенных ФПБ, формируется специализация относительно тканей, органов, поражаемых видов, что закрепляется в потомстве в популяционном онтогенезе, благодаря постоянному размножению и штаммовому обновлению действующей популяции. Ряд ФПБ передаются потомству *Ulmus* в онтогенезе.

В таблице представлены патогенные и сапрофитные бактерии и их сообщества – микробиомы, ассоциированные с видами *Ulmus* spp. Бактерии не имеют жёсткой привязки к географическим регионам, ввиду естественного экологического космополитизма. Проигнорирована привязка к видам *Ulmus*. Упомянутая микробиота достаточно убедительно выявлена не только на десятках видов язв, но и на многих других древесных породах, что свидетельствует о полифагии как бактериальных патогенов, так и сапрофитов. В исследованиях по воздействию *Xylella fastidiosa* на язвы, дуб, платан, в геномных исследованиях выявлена узкая (к видам хозяев) штаммовая специализация [8]. Идентифицированные виды изучены методами в фенотипическом диапазоне. Ассоциативные группы, идентифицированные до уровня рода, выявлялись генетическими методами – менее точными, но, позволяющими одновременно обрабатывать большие объёмы исследуемого материала. В Иране, в микробиоте ильмовых, найдены сапрофитные виды, роль которых в патогенезе БВ, предположительна [6, 7].

Ферментативная активность бактерий проявляется в патогенезе, является неотъемлемой составляющей физиологии древесного растения, регулирования иммунитета к другим колонизаторам. *Arthrobacter agilis* продуцирует диметилгексадециламин – ингибирующий рост фитопатогенных грибов *in vitro*. Антимикотические штаммы *Bacillus subtilis*, *B. megaterium* ингибируют *in vitro* рост *O. ulmi*. Выявлены бактерии рода *Pseudomonas*, являющиеся антагонистами *O. ulmi* в связи с чем штаммы *Ps. syringae* тестировались как средство борьбы с ГБВ и в опытах по инокуляции предотвращали развитие *O. Ulmi* в сеянцах *Ulmus* spp. [8]. Роль эндофитных бактерий древесных растений, возможных симбиотрофов, в определённой степени уподоблена бактериальной роли рубца в онтогенезе жвачных и других животных организмов и человека.

№п/п	Ассоциированные виды и микробиомы (представители родов)	Тип бактериоза; части растения, ткани, органы.	Отношение к хозяину	Регион, страна	Источник
1.	<i>Micrococcus ulmi</i> *	Сосуды ксилемы	П	Европа	5
2.	<i>Pectobacterium carotovorum</i> (<i>E. carotovora</i> , <i>E. multivora</i>).	БВ	С, ФП	США, СНГ, Европа	2,4
3.	<i>Lelliottia nimipressuralis</i> (<i>Enterobacter nimipressuralis</i> , <i>Enterobacter cloacae</i>)	МД	С, ФП (?)	США, Европа	2
4.	<i>Erwinia multivora</i>	БВ	С, ФП	СНГ, РФ	1,2,4
5.	<i>Enterobacter cloacae</i>	МД		США, Европа	2
6.	<i>Bacillus amylovorus</i>	Провод.система флоэмы, ксил.,камб. ствол. и ветв.	С, ФП	Европа	5
7.	<i>Erwinia</i> (Amylovora group – <i>Erw. amylovora</i> var. <i>ligniphila</i>)	Провод.система флоэмы, ксил., камб. ствол. и ветв.	С, ФП	СНГ, РФ	5
8.	<i>Xylella fastidiosa</i> (в т.ч. патовары)	Ксилема листа, черешка с симпт. и без; БО	П	США, Европа	8
9.	<i>Pseudomonas lignicola</i> *	Сосуды ксилемы (ветвей, ствола); БО (?)	П	Европа	5
10.	<i>Pseudomonas ulmi</i> sp. nov	РП (?)	П		5
11.	<i>Pseudomonas amygdali</i> pv. <i>ulmi</i>	Флоэма, ксилема, ствола, ветвей; РП	П		5
12.	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	БВ; МД	С, СМБ	Европа	8,14
13.	<i>Clostridium</i> spp.	БВ; МД			13
14.	<i>Bacillus megaterium</i>	БВ; МД			
15.	<i>Bacillus subtilis</i>				
16.	<i>Arthrobacter agilis</i>	БВ; МД		Иран	6
17.	<i>Brevundimonas bullata</i>	БВ; МД		Иран	7
18.	<i>Paracoccus alcaliphilus</i>	БВ; МД		Иран	7
19.	<i>Paracoccus marcusii</i>	БВ; МД		Иран	7
20.	<i>Luteimonas aestuarii</i>	БВ; МД		Иран	7

Окончание таблицы

№п/п	Ассоциированные виды и микробиомы (представители родов)	Тип бактериоза; части растения, ткани, органы.	Отношение к хозяину	Регион, страна	Источник
21.	Аэроб. гетеротрофное сообщество: <i>Edwardsiella</i> spp.; <i>Klebsiella</i> spp.; <i>Lactobacillus</i> spp.; <i>Clostridium</i> spp.; <i>Bacteroides</i> spp.; <i>Erwinia</i> spp.	Влажн. и норм. древесина корней, ствола, ветвей; БВ; МД	СМБ (?)	США	13
22.	Аэроб. гетеротрофное сообщество: <i>Enterobacter</i> spp.; <i>Bacillus</i> spp.; <i>Klebsiella</i> spp.; <i>Pseudomonas</i> spp.	Из капиллярн. жидк. МД; МД + незатр. заболонь корней, ствола, ветвей	СМБ (?)	США	12
23.	Аэроб. гетеротрофное сообщество: <i>Bacillus</i> spp.; <i>Curtobacterium</i> spp.; <i>Pseudomonas</i> spp.; <i>Stenotrophomonas</i> spp.; <i>Sphingomonas</i> spp.; <i>Enterobacter</i> spp.; <i>Staphylococcus</i> spp.	Из стволовых и корневых тканей	СМБ (?)	Италия	11

Условные обозначения: «П» – паразит (патоген); «С» – сапрофит; «ФП» – факультативный паразит; «СМБ» – симбионт; «(?)» – свойства не доказаны; «*» – вид не подтверждался в дальнейшем; «БВ» – бактериальная водянка; «БО» – бактериальный ожог; «МД» – мокрая древесина; «РП» – раковые формы патогенеза; свободная ячейка – данные отсутствуют.

Данные таблицы показывают, что с вегетирующим деревом ильма (spp.) связано до 20 – 30 видов бактерий [3]. Часть из них патогены, другие – возможные симбионты патогенов и детерминанта, либо, в патогенезе, выполняют самостоятельную роль. Особая симбионтная среда возникает при развитии Б В, в которой, в составе вытекающей бактериальной слизи, выявлено более 1,5 дес. видов – аэробных бактериальных сапрофитов, участвующих в разложении древесины. В диагностике, оценке развития ГБВ, при изоляции микрофлоры, изучении организмов-колонизаторов, клонировании форм для генофонда устойчивых клонов *Ulmus* следует учитывать их насыщенность бактериальными ассоциантами.

Литература

1. Чернаков В.В. Исследование патогенных свойств бактерий «мокрой древесины // Актуальные проблемы лесного комплекса. Брянск: БГИТА, Вып. 41. 2015. – С. 158–163.
2. Чернаков В.В. Этиология бактериальной водянки древесных растений // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, Вып. № 220, С-Пб, 2017 г. – С. 125–139.
3. Чернаков В.В. О новой парадигме древесного растения // Актуальные проблемы лесного комплекса. Брянск: БГИТУ, Вып. № 51, 2018 г. – С. 171–176.
4. Чернаков В.В., Морозова Т.И., Воронин В.И., Осколков В.А. 2. *Pectobacterium carotovorum* – Пектобактериум каротоворум // Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) / М., 2018. С. 27–33.
5. Чернаков В.В. Природа голландской болезни вязов: новые аспекты диагностики, патогенеза, этиологии // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2019. Вып. 228. С. 266–293.
6. Alizadeh M. First report of *Arthrobacter agilis* associated with elm trees in Iran // Journal of Plant Chemistry and Ecophysiology. 2017a. Vol. 2(1). P. 1–7. Id 1013.
7. Alizadeh M., Khakvar R., Barai-ahari A. Isolation and Characterization of Bacterial Agents Associated of Wetwood Disease on Elm Trees in Iran // Arta Phytopathologica et Entomologica-a fungaria 52 (2), pp. 157–168 (2017).
8. Brenda S. Lam, Gary A. Strobel, Leslie A. Harrison and Stephen T. Lam. Transposon Mutagenesis and Tagging of Fluorescent *Pseudomonas*: Antimycotic Production is Necessary for Control of Dutch Elm Disease // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. Vol. 84, No. 18 (Sep. 15, 1987), pp. 6447-6451.
9. Hearon S. S., James L. Sherald J. L., Kostka S.J. Association of xylem-limited bacteria with elm, sycamore, and oak leaf scorch // *Canadian Journal of Botany* 58(18):1986-1993, 2011.

11. *Mocali S., Bertelli E.* et al. Fluctuation of bacteria isolated from elm tissues during different seasons and from different plant organs // Research in Microbiology Vol. 154, Issue 2, 2003, pp. 105–114.

12. *Murdoch C. W., Campana R. J.* Bacterial Species Associated with Wetwood of Elm // *Phytopathology* 73:1270-1273, 12 April 1983.

13. Schink B., Ward J. C., Zeikus J. G. Microbiology of Wetwood: Role of Anaerobic Bacterial Populations in Living Trees // *Journal of General Microbiology* (1981), 123, 3 13-322.

14. <http://www.dutchelmdisease.org>

**РЕАЛЬНАЯ УГРОЗА ЛЕСАМ СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО
ПАРКА В СВЯЗИ С ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ НА
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ
НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

Ширяева Н.В.¹, Гниненко Ю.И.²

¹ Сочинский национальный парк; natshir@bk.ru

² Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации
лесного хозяйства; gninenko-yuri@mail.ru

**REAL THREAT TO FOREST OF SOCHI NATIONAL PARK
IN CONNECTION WITH LEGISLATIVE RESTRICTIONS
OF USE MEANS FOR PROTECTION OF PLANTS
FROM PESTS AND PATTERNS OF DISEASE IN SPECIALLY
PROTECTED TERRITORIES**

Shiryayeva N.V., Gninenko Yu.I.

The penetration of new dangerous invasive organisms into the forests of specially protected natural areas creates a situation in which it is impossible to carry out adequate protective measures. Examples are given showing the danger to forest communities of failure to take protective measures.

Сочинский национальный парк (СНП) – один из первых национальных парков России, основной задачей которого, согласно Федеральному Закону № 33 (33-ФЗ) «Об особо охраняемых природных территориях» (ООПТ) является «сохранение природных комплексов, уникальных и эталонных природных участков, и объектов».

В системе ООПТ РФ СНП лидирует по богатству растительности. В природный комплекс горных лесов, занимающих здесь 94,1% от всей площади (209 тыс. га), входят эталонные коренные массивы,