

МЕХАНИЗМЫ ВИРУЛЕНТНОСТИ *PSEUDOMONAS SYRINGAE*

**Феоктистова Е.А., студентка 2 курса экономического факультета
Чекалин А.М., студент 4 курса экономического факультета
Научный руководитель – Маллямова Э.Н., к.п.н., доцент
ФГБОУ Ульяновский ГАУ**

Ключевые слова: *Pseudomonas syringae*, бактерии, фитотоксин, инфекционный процесс, механизм, структура T3SS, T3SE

Работа посвящена описанию механизма вирулентности фитопатогенных бактерий *Pseudomonas syringae*. Установлено, что *P. syringae* имеет систему секреции III типа (T3SS), секретируемые эффекторы типа 3 (T3SE). Также *P. syringae* продуцирует фитотоксины, действующие как факторы вирулентности.

Триба инфекционного процесса включает следующие переменные: патоген, хозяина и условия окружающей среды. Взаимодействие между этими тремя компонентами обуславливает устойчивость растения к развитию патогена или болезни. В этом контексте антропогенное изменение климата порождает неблагоприятные экологические условия, такие как повышенное содержание CO₂ в атмосфере, повторяющиеся эпизоды экстремальных температур и резкие колебания доступности воды, такие как засуха или увеличение количества осадков [1]. Эти изменения окружающей среды модулируют защитную реакцию растений и влияют на механизмы вирулентности патогенов [2]. Следовательно, изменение климата может влиять на вспышки новых болезней растений, вызванных изменениями в патогенезе известных вредителей, увеличением заболеваемости инфекциями в различных географических регионах или колонизацией и инфекционным успехом новых растений-хозяев [3].

Примечательно, что *P. syringae* является одним из наиболее изученных бактериальных патогенов растений, выделенных из широкого спектра хозяев [4]. Наиболее изученные бактериальные модели *P. syringae* были выделены в основном из томата (*P. syringae* pv. *tomato*)

[5] и цветной капусты (*P. syringae pv. maculicola*) [6]. Несмотря на то, что они изолированы от видов сельскохозяйственных культур, взаимодействие между *P. syringae pv. tomato* (Pst) DC3000 и модельным растением *A. thaliana* широко используется для создания основы наших современных знаний о защитных реакциях растений и, с другой стороны, о механизмах вирулентности бактериальных инфекций. Основным механизмом вирулентности, способствующим заражению *P. syringae*, является его способность подавлять иммунитет хозяина [7]. Таким образом, индуцирование дисбаланса антиоксидантов действует как повреждающий агент, вызывая окисление биомолекул, влияющее на клеточный метаболизм, проявляющееся в виде болезней и гибели клеток тканей растений [8].

Система секреции III типа (T3SS) представляет собой шприцеобразную структуру, необходимую для воздействия на защитную реакцию растения. При экспрессии T3SS образует канал, который простирается от бактерии до клеточной мембраны растения и проходит через клеточную стенку [9]. Нокаутные мутанты *P. syringae* по компонентам, участвующим в сборке T3SS, не вызывают симптомов заболевания. Однако, через него идет в клетки растения инъекция бактериальных белков, называемых секретруемыми эффекторами типа 3 (T3SE). T3SEs обладают разнообразными молекулярными функциями, которые запускают подавление защитного ответа растения и способствуют образованию водной апопластической среды, необходимой для развития патогенов. Помимо T3SE, *P. syringae* продуцирует фитотоксины, действующие как факторы вирулентности [10]. Некоторыми примерами этих молекул являются коронатин, который имитирует растительный гормон жасмоновую кислоту, подавляя защитный гормон салициловую кислоту, фазеолотоксин, который ингибирует биосинтез аргинина. Накопление, экспрессия и высвобождение фитотоксинов и T3SE облегчают инфекционный процесс для *P. syringae* [8].

Библиографический список:

1. Scientific review of the impact of climate change on plant pests / L.M. Gullino, R. Albajes, I. Al-Jboory et al. // IPPC Secretariat Rome, 2021. – P. 234-236.

2. Fight hard or die trying: When plants face pathogens under heat stress / H. Desaint, N. Aoun, L. Deslandes et al. // *New Phytologist*. - 2021. - Vol. 229. - P. 712–734.
3. Emerging infectious diseases of plants: Pathogen pollution, climate change and agrotechnology drivers / P.K. Anderson, A.A. Cunningham, N.G. Patel et al. // *Trends in Ecology & Evolution*. - 2004. - Vol. 19. - P. 535–544.
4. *Pseudomonas syringae*: What it takes to be a pathogen / X.-F. Xin, B. Kvitko, S.Y. He // *Nature Reviews Genetics*. - 2018. - Vol. 16. - P. 316–328.
5. Identification of *Pseudomonas syringae* pathogens of Arabidopsis and a bacterial locus determining avirulence on both Arabidopsis and soybean / M.C. Whalen, R.W. Innes, A. Bent et al. // *Plant Cell*. - 1991. - Vol. 3. - P. 49–59.
6. Suppression of host defense in compatible plant – *Pseudomonas syringae* interactions / K. Nomura, M. Melotto, S.-Y. He // *Current Opinion in Plant Biology*. - 2005. - № 8. - P. 361–368.
7. Reactive Oxygen Species Signaling in Response to Pathogens / M.A. Torres, J.D.G. Jones, J.L. Dangl // *Plant Physiology*. - 2006. - Vol. 141. - P. 373–378.
8. O'Malley, M. Regulation of the *Pseudomonas syringae* Type III Secretion System by Host Environment Signals / M.O'Malley, J. Anderson // *Microorganisms*. - 2021. - № 9. - P. 1227.
9. The phytotoxin coronatine is a multifunctional component of the virulence armament of *Pseudomonas syringae* / X. Geng, L. Jin, M. Shimada // *Planta*. - 2014. - Vol. 240. - P. 1149–1165.
10. Chemical and Metabolic Aspects of Antimetabolite Toxins Produced by *Pseudomonas syringae* Pathovars / E. Arrebola, F.M. Cazorla, A.Pérez-García. - *Toxins*. - 2011. - № 3. - P. 1089–1110.

PSEUDOMONAS SYRINGAE VIRULENCE MECHANISMS

Feoktistova E.A., Chekalin A.M.

Keywords: *Pseudomonas syringae*, bacteria, phytotoxin, infectious process, mechanism, T3SS structure, T3SE

The work is devoted to the description of the virulence mechanism of the phytopathogenic bacteria Pseudomonas syringae. P. syringae has been found to have a type III secretion system (T3SS), secreted type 3 effectors (T3SE). Also P. syringae produces phytotoxins acting as virulence factors.