

Лукина Ф.А., Додохов В.В., Николаева Ф.В., Румянцева Т.Д., Федоров В.И., Васильева М.Н.

Биоразнообразие эндофитных бактерий населяющих кукурузу

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**
=====

УДК 579.8:633.15

Биоразнообразие эндофитных бактерий населяющих кукурузу

*Лукина Ф.А., Додохов В.В., Николаева Ф.В., Румянцева Т.Д., Федоров В.И.,
Васильева М.Н.*

Арктический ГАТУ

Аннотация

В статье изучено биоразнообразие эндофитных бактерий, населяющих кукурузу. Проведен анализ образцов тканей кукурузы (корень, стебель, листья) и обнаружено множество различных видов эндофитных бактерий. Среди них представители типов Actinobacteriota, Bacteroidota, Bdellovibrionota, Desulfobacterota, Firmicutes, Muxococcota, Planctomycetota, Proteobacteria, Verrucomicrobiota. Результаты исследования показывают важную роль эндофитных бактерий в жизни растений и могут быть использованы для улучшения ее устойчивости к болезням и повышения урожайности.

Ключевые слова: БИОРАЗНООБРАЗИЕ, ЭНДОФИТНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ, БАКТЕРИИ, ФУНГИЦИДЫ, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Введение

Микроорганизмы, взаимодействующие с растениями, называются ризосферными или эндофитными, в зависимости от того, находятся ли они снаружи или внутри растения. Изучение микроорганизмов, населяющих ткани растений, является важным шагом в развитии органического сельского хозяйства. Интерес ученых аргументируется проведенными исследованиями о взаимодействии растений с микроорганизмами, которые стимулируют их рост и развитие, повышают адаптацию к стрессовым условиям окружающей среды и устойчивость к ним [1, 2]. Потенциальное применение этих микроорганизмов в различных областях, таких как сельское хозяйство, биотехнология и медицина, может быть очень обширным.

За последнее десятилетие появилось много публикаций об изоляции и изучении

разнообразия эндофитных бактерий, из диких растений и сельскохозяйственных культур.

В основном эндофитные микроорганизмы выделяют из поверхностно стерилизованной растительной ткани и выращивают в питательных средах. Однако в последние годы с развитием современных технологий, в частности в области генетики, многие эндофиты были обнаружены с использованием методов, не зависящих от культивирования, таких как секвенирование гена 16s рНК.

На сегодняшний день относительно лучше всего изучены грамтрицательные бактерии, связанные с растениями, благодаря их относительной простоте выделения из внутренних тканей растений. Однако многие грамположительные бактерии типов *Firmicutes* и *Actinobacteria*, например, *Bacillus*, *Micromonospora*, и *Streptomyces*, обладают высокой активностью в контроле роста растений и восстановлении почв. К тому же, некоторые особенности этих микроорганизмов, могут быть полезны в различных биотехнологических применениях, включая сельское хозяйство [3].

В исследованиях авторы указывают на способность штаммов эндофитных микроорганизмов рода *Bacillus*, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Arthrobacter*, *Streptomyces* и *Isoptericola* влиять на стрессоустойчивость к засухе и солевому стрессу, а также значительно увеличить биомассу и высоту растений [4, 5].

Материалы и методы

Растительные пробы для изучения таксономического состава эндофитных бактериальных популяций, их культурально-морфологических и физиолого-биохимических свойств собраны на научном стационаре Якутского НИИ сельского хозяйства в последней декаде июня.

Проведена пробоподготовка растительных проб, для каждого предварительно обработанного образца (корни, стебли и листья) около 1 г ткани взвешивали в асептических условиях и измельчали стерильной ступкой и пестиком вместе с 9 мл стерильной бидистиллированной воды.

Метагеномный анализ состава микробных сообществ по гену 16S рНК проведен в Междисциплинарном центре коллективного пользования ФГАОУ «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (КФУ) (г. Казань).

Результаты исследования

Всего было идентифицировано 34 вида бактерий, относящихся к 9 типам (*Actinobacteriota*, *Bacteroidota*, *Bdellovibrionota*, *Desulfobacterota*, *Firmicutes*, *Мухосoccota*, *Planctomycetota*, *Proteobacteria*, *Verrucomicrobiota*), при этом наибольшее число идентифицированных штаммов относились к типу *Proteobacteria* (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1. Виды эндофитных бактерий, обнаруженные на различных частях кукурузы

№	Название	Стебель	Корень	Листья
1.	<i>Acetobacteraceae bacterium</i>	+		+
2.	<i>Agromyces ramosus</i>		+	
3.	<i>Alcaligenaceae bacterium</i>			+
4.	<i>Aquimonas sp.</i>		+	+
5.	<i>Cnuella takakiae</i>			+
6.	<i>Comamonas koreensis</i>		+	
7.	<i>Desulfovibrio caledoniensis</i>		+	
8.	<i>Flavisolibacter ginsengisoli</i>		+	
9.	<i>Flavobacterium qiangtangense</i>			+
10.	<i>Fusibacter tunisiensis</i>			+
11.	<i>Glycomyces algeriensis</i>			+
12.	<i>Luteibacter sp.</i>	+	+	+
13.	<i>Lysobacter capsici</i>		+	
14.	<i>Massilia dura</i>		+	+
15.	<i>Methylobacterium soli</i>			+
16.	<i>Nocardioides dilutus</i>			+
17.	<i>Nocardioides exalbidus</i>		+	+
18.	<i>Nocardioides islandensis</i>		+	+
19.	<i>Nocardioides oleivorans</i>		+	+
20.	<i>Olivibacter soli</i>		+	
21.	<i>Pararhizobium herbae</i>		+	
22.	<i>Pedobacter agri</i>			+
23.	<i>Pedobacter namyangjuensis</i>			+
24.	<i>Peredibacter starrii</i>		+	
25.	<i>Pseudomonas rhizosphaerae</i>		+	+
26.	<i>Pseudomonas sp.</i>		+	+
27.	<i>Saccharibacillus deserti</i>			+
28.	<i>Solirubrobacter taibaiensis</i>		+	+
29.	<i>Sorangium cellulorum</i>		+	+
30.	<i>Sphingomonas azotoformans</i>		+	
31.	<i>Sphingomonas phyllosphaerae</i>			+
32.	<i>Stenotrophomonas chelatiphaga</i>			+
33.	<i>Stenotrophomonas rhizophila</i>		+	+
34.	<i>Verrucomicrobium sp.</i>		+	

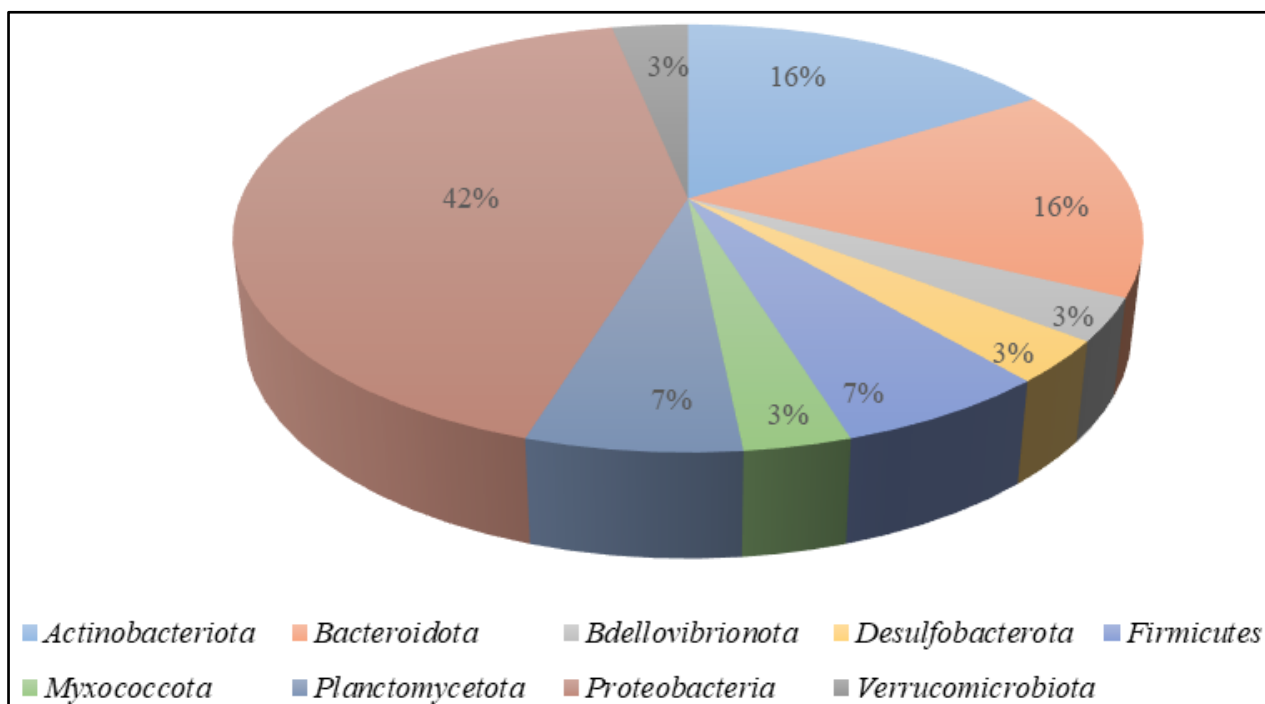


Рис. 1. Типы эндофитных бактерий кукурузы

Из выделенных эндофитов растений наибольший интерес по хозяйственно-ценным свойствам вызывают бактерии *Stenotrophomonas rhizophila*. Выявлена антагонистическая активность отношении фитопатогенных грибов, таких как *Verticillium dahliae*, *Rhizoctonia solani* (возбудитель ризоктониозной корневой гнили пшеницы) *Sclerotinia sclerotiorum* (вызывающее заболевание, называемое белой плесенью) и патогенный для человека гриб *Candida albicans*.

Agromyces ramosus представляет собой микроаэрофильную мезофильную бактерию из класса Actinomycetes. Является известным хищником различных грамположительных и грамотрицательных почвенных бактерий. Известна как антогонист *Rhizobium radiobacter* (известный также как *Agrobacterium tumefaciens*, которая вызывает образование злокачественных опухолей у растений).

Peredibacter starrii избирательно питаются широким спектром грамотрицательных бактерий, включая патогены человека с множественной лекарственной устойчивостью. Благодаря своему уникальному образу жизни они уже давно признаны потенциальным терапевтическим средством и средством биоконтроля.

Позитивное влияние бактериальных эндофитов на рост и развитие растений было доказано многими исследователями. В наших исследованиях были идентифицированы

бактерии, обладающие такими свойствами.

Pseudomonas rhizosphaerae — это граммотрицательная бактерия, которая была изолирована из почвы и ассоциирована с корнями растений. Она обычно обладает способностью фиксации азота и может способствовать росту растений за счет этой способности. Бактерия также обычно проявляет хемолитическую активность и способна разлагать органические вещества. *Pseudomonas rhizosphaerae* также изучается в контексте биоремедиации, так как она может обладать способностью разлагать загрязняющие вещества в почве.

Также большой интерес для дальнейшего изучения проявляют следующие виды микроорганизмов: *Olivibacter soli* из рода *Olivibacter*, семейства *Sphingobacteriaceae* и *Nocardioides oleivorans*. *Nocardioides oleivorans*, как и другие представители рода *Nocardioides*, обычно является хемоорганотрофной, то есть использует органические соединения в качестве источника энергии и углерода. Она также является аэробной, что означает, что она требует кислорода для дыхания. Кроме того, некоторые штаммы могут проявлять хемолитическую активность, это означает, что они способны разрушать клеточные структуры. Эти бактерии обладают адаптивной способностью к экстремальным условиям, таким как высокие или низкие температуры, высокая соленость или низкий pH, что делает их интересными для изучения и использования в различных биотехнологических процессах.

Список использованных источников:

1. Yu P., Hochholding F. The role of host genetic signatures on root–microbe interactions in the rhizosphere and endosphere // Front. Plant Sci. – 2018. – Vol. 9. – P. 1896.
2. Truyens S., Weyens N., Cuypers A., and Vangronsveld J. Bacterial seed endophytes: genera, vertical transmission and interaction with plants // Environ. Microbiol. Rep. – Vol. 7. – P. 40–50.
3. Trujillo M., Riesco R., Benito P. and Carro L. Endophytic Actinobacteria and the interaction of Micromonospora and nitrogen fixing plants // Front. Microbiol. – 2015. – Vol. 6. – P. 1341.
4. Rojas-Tapias D., Moreno-Galvan A., Pardo-Diaz S., Obando M., Rivera D., Bonilla R. Effect of inoculation with plant growth-promoting bacteria (PGPB) on amelioration of saline stress in maize (*Zea mays*) // Appl. Soil Ecol. – 2012. – Vol. 61. – P. 264–272.

Лукина Ф.А., Додохов В.В., Николаева Ф.В., Румянцева Т.Д., Федоров В.И., Васильева М.Н.

Биоразнообразие эндофитных бактерий населяющих кукурузу

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

5. Ali S., Charles T.C., Glick B.R. Amelioration of high salinity stress damage by plant growth-promoting bacterial endophytes that contain ACC deaminase // Plant Physiol. Biochem. – 2014. – Vol. 80. – P. 160–167.

=====

Цитирование:

Лукина Ф.А., Додохов В.В., Николаева Ф.В., Румянцева Т.Д., Федоров В.И., Васильева М.Н. Биоразнообразие эндофитных бактерий населяющих кукурузу [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/6/st_631.pdf
DOI: <https://doi.org/10.51419/202136631>.