

УДК 631.847.211

КЛУБЕНЬКОВЫЕ БАКТЕРИИ

Александр Сергеевич Губин

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

gubin.as@inbox.ru

Алла Владимировна Бессонова

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Олег Евгеньевич Зудилин

старший преподаватель

landpro@bk.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Статья посвящена азотфиксирующим клубеньковым бактериям, вступающими в симбиоз с высшими растениями.

Ключевые слова: ризосфера, фитонциды, клубеньки, корневые волоски, инфекционная нить, бактериоиды, фитонцидность.

Ризосферные бактерии – это формы, стойкие к фитонцидам данного растения, и поэтому среди них вполне возможно возникновение видов, способных внедряться в живые ткани корней растений. К таким формам относятся клубеньковые бактерии, впервые обнаруженные М.С. Ворониным в 1865 году у бобовых растений [5].

Клубеньковые бактерии объединены в род *Rhizobium*. Большинство видов этого рода, в свою очередь, распадается на ряд физиологических рас, существенно отличающихся друг от друга по физиологическим особенностям, а также по активности в качестве азотфиксирующих бактерий и по способности заражать растения. Существование клубеньковых бактерий приурочено к жизни в ризосфере определенных видов растений или же в тканях корней, на которых они вызывают образование опухолей – клубеньков. Вне корневой системы соответствующих видов растений в почве в большинстве случаев клубеньковые бактерии не выживают свыше 3-5 лет.

В ткани корней соответствующих растений клубеньковые бактерии проникают из почвы через корневые волоски. При этом они предварительно размножаются в почве в значительном количестве, сосредотачиваясь вблизи корневого волоска. Наружная оболочка корневого волоска в этом месте подвергается размягчению под воздействием ферментов бактерий. Далее происходит растворение клеточной стенки корневого волоска. Проникнув внутрь корневого волоска, клубеньковые бактерии большинства видов собираются в инфекционную нить, переходящую через стенки клеток из одной клетки в другую до внутренних покровов корня. Инфекционные нити ветвятся в различных направлениях и внешне несколько напоминают грибной мицелий. При помощи анилиновых красок удалось обнаружить на поверхности нитей подобие общей наружной неокрашивающейся оболочки. Эта оболочка имеет защитное значение от воздействия клеточного сока растений. Инфекционные нити распространяются в тканях корня или внутриклеточно или межклеточно. Прилегающие клетки корня вследствие ростстимулирующего воздействия продуктов обмена веществ бактерий начинают быстро делиться, образуя

будущий клубенок. После проникновения бактерий внутрь таких клеток, при распаде инфекционной нити, эти клетки обычно перестают делиться, но увеличиваются в своем объеме. При этом бактерии переходят в стадию бактериоидов, вновь попадая в почву осенью, после разрушения клубеньков [1].

Таким образом, процесс заражения бобовых растений клубеньковыми бактериями представляется в следующем виде.

Разные виды *Rhizobium* развиваются сапрофитно в ризосфере соответствующих растений. Являясь специализированными ризосферными организмами, эти виды преодолели в значительной степени фитонцидное действие корневых выделений растений, выработав к ним устойчивость.

При угнетении растений азотным голоданием, связанном неизбежно с понижением фитонцидной активности, бактерии проникают внутрь живых тканей, формируя инфекционные тяжи. Далее, активно образуя в процессе жизнедеятельности соединения азота, усваиваемые тканями растения, клубеньковые бактерии сами резко улучшают состояние растений, повышая одновременно их фитонцидность. Это приводит к распаду инфекционных нитей и к развитию угнетенных фитонцидами внутри клеток клубеньковых бактерий, к аномальной форме бактериоидов. Распад инфекционной нити на отдельные клетки бактерий с превращением их в бактериоиды является результатом воздействия клеточного сока растений [4].

Установлено, что клубеньки развиваются на более старых частях корня бобовых растений, в то время как на позднее образовавшихся, более молодых корнях клубеньки или совсем отсутствуют, или же образуются мелкие клубеньки в незначительном количестве.

Успешное заражение бобовых растений клубеньковыми бактериями происходит на почвах, бедных азотом, то есть тогда, когда растения ослаблены азотным голоданием, в то время как на обеспеченных азотом почвах растения обладают устойчивостью к заражению их клубеньковыми бактериями.

Повышение устойчивости растений к заражению их клубеньковыми бактериями следует искать в повышенной фитонцидности растений, нормально

обеспеченных азотом или же находящихся в условиях, благоприятствующих интенсивному фотосинтезу. Препятствует заражению растений клубеньковыми бактериями также и удлинение светового дня [2].

В литературе имеются указания на образование клубеньков у ряда растений и из других семейств. Так, у ольхи на корнях давно были замечены опухоли, подобные клубенькам бобовых растений. Причиной их возникновения является бактерия, близкая к клубеньковым бактериям бобовых растений. Были обнаружены клубеньки и на корнях злакового растения лисохвоста [3].

Взаимоотношения между высшими растениями и клубеньковыми бактериями обычно характеризуют как симбиоз. Однако на первых этапах заражения бактерии питаются целиком за счет высшего растения, т.е. практически паразитируют на нем. В этот период рост зараженных растений даже несколько тормозится. В дальнейшем азотфиксирующая способность бактерий увеличивается и они начинают снабжать азотистыми веществами растение-хозяина, вместе с тем бактерии получают от высшего растения углеводы. По мере дальнейшего развития наступает этап, когда высшее растение паразитирует на клетках бактерий, потребляя все образующиеся там азотистые соединения [6].

Благодаря деятельности клубеньковых бактерий часть азотистых соединений из корней бобовых растений диффундирует в почву, обогащая ее азотом. Высев бобовых растений ведет к повышению почвенного плодородия.

Список литературы:

1. Вердеревский Д.Д. Иммуниет растений к паразитарным болезням. Сельхозгиз: Москва. 1959. 370 с.
2. Израильский В.П., Артеньева З. Вирулентность разных рас клубеньков бактерий // Труды ВИУАА. т. II, вып.15. 1937.
3. Каменский Ф.М. О симбиотическом сожительстве мицелия грибов с корнями высших растений // Труды общества естествоиспытателей. т. 17. вып. 1. 1886.

4. Красильников Н.А., Коренько А.И. Влияние почвенной микрофлоры на вирулентность и активность клубеньковых бактерий // Микробиология. т.ХІІІ. вып. 1. 1944.

5. Федоров М.В. Биологическая фиксация азота атмосферы. Сельхозгиз. 1948.

6. Якушкина Н.И. Физиология растений. Учеб. пособие для студентов биол. спец. высш. пед. учеб. Заведений. 2-е изд., перераб. М.: Просвещение. 1993. – 335 с.

UDC 631.847.211

NODULE BACTERIA

Alexander S. Gubin

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
gubin.as@inbox.ru

Alla V. Bessonova

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Oleg E. Zudilin

Senior lecturer

landpro@bk.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article is devoted to nitrogen-fixing nodule bacteria entering into symbiosis with higher plants.

Keywords: rhizosphere, phytoncides, nodules, root hairs, infectious thread, bacteroids, phytoncidity.

Статья поступила в редакцию 16.02.2023; одобрена после рецензирования 20.03.2022; принята к публикации 30.03.2023.

The article was submitted 16.02.2023; approved after reviewing 20.03.2022; accepted for publication 30.03.2023.

