

СЕКЦИЯ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ»

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЗАЦИИ СЕМЯН НА РЕДОКС-АКТИВНОСТЬ ПЛАЗМАЛЕММЫ ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩИХ КЛЕТОК РАСТЕНИЙ КАК МЕХАНИЗМА ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗИСТЕНТНОСТИ К ФИТОПАТОГЕНАМ

Апёнышева М.В.

магистр кафедры экологической и сельскохозяйственной биотехнологии
Томского государственного университета,
Россия, г. Томск

Минаева О.М.

Доцент кафедры экологической и сельскохозяйственной биотехнологии
Томского государственного университета, канд. биол. наук, доцент,
Россия, г. Томск

Куровский А.В.

Доцент кафедры экологической и сельскохозяйственной биотехнологии
Томского государственного университета, канд. биол. наук, доцент,
Россия, г. Томск

Изучено влияние бактеризации семян на редокс-активность плазмалеммы фотосинтезирующих растительных клеток. Показано, что в присутствии бактерий у кукурузы сильнее изменяется редокс-активность плазмалеммы фотосинтезирующих клеток. Наибольшее изменение редокс-активности отмечено в варианте с бактеризацией растений *Pseudomonas* sp. В-6798, где наблюдается наименьшая пораженность фитопатогенами. У пшеницы без бактеризации в отсутствии фитопатогенной нагрузки наблюдается меньшая редокс-активность мембран, чем в присутствии патогена. Бактеризация семян штаммами *Pseudomonas* sp. В-6798 и *P. aureofaciens* BS 1393 вызывает увеличение дыхательной активности фотосинтетической ткани растений в отсутствии фитопатогена, что свидетельствует об индукции резистентности растений.

Ключевые слова: *Pseudomonas*, ризобактерии, индукция системной резистентности, редокс-активность плазмалеммы, фитопатоген.

В России периодически происходит возрастание интереса к исследованиям и разработке биопрепаратов для контроля численности фитофагов и фитопатогенов. Для интенсификации производства и применения биопрепаратов необходимы дальнейшие исследования по отбору наиболее пригодных агентов, разработке технологии их производства, повышению эффективности использования в сельском и лесном хозяйствах [1]. Среди активных начал биофунгицидов наибольшее значение имеют ризосферные бактерии, в частности псевдомонады [2]. Актуальным остается поиск и создание новых биопрепаратов на основе ризобактерий–агентов защиты растений от фитопатогенов. При этом основные механизмы, обеспечивающие

устойчивый положительный результат при применении биопрепаратов, остаются неясными [2, 3]. В последнее время все больше внимания уделяется возможности ризобактерий влиять на индукцию системной резистентности растения к фитопатогенам. В большом количестве работ указывается, что знание механизмов индукции системной резистентности растений бактериями позволит значительно увеличить эффективность использования биологических средств защиты растений [4, 5].

В связи с вышесказанным, целью данной работы являлась оценка влияния бактериализации семян на редокс-активность плазмалеммы фотосинтезирующих клеток растений как механизма формирования резистентности к фитопатогенам.

Объекты и методы исследования

В работе использовали бактерии *Pseudomonas* sp. В-6798, полученные из музея кафедры экологической и сельскохозяйственной биотехнологии, *Pseudomonas aureofaciens* BS 1393, полученные из музея культур Института биохимии и физиологии микроорганизмов РАН и являющиеся активным началом биопрепарата «Псевдобактерин-2», а также бактерии *Pseudomonas fluorescens* AP-33, являющиеся активным началом биопрепарата «Планриз». В качестве фитопатогенна использован гриб *Fusarium oxysporum* – возбудитель корневой гнили. Объектом исследования были выбраны семена пшеницы сорта Иргина и кукурузы сорта Молдавская-215.

Для измерения редокс-активности плазмалеммы клеток навеску вегетативной части растений помещали в пробирки, добавляли раствор 0,5 М феррицианида калия и инкубировали в течение получаса при дневном свете. Окисление/восстановление феррицианида определяли по изменению оптической плотности омывающего раствора по сравнению с раствором, инкубированным без растений.

Растения выращивали в гидропонной системе на крупном речном песке. В качестве фитопатогенной нагрузки использовали агаровые пластины с мицелием гриба, которые помещали в ряды с семенами растений. Растения выращивали с добавлением раствора Кнопа. Во все контейнеры кроме контрольного инокулировали бактерии из расчета 1×10^6 клеток/семя. Контролем служили варианты с выращиванием растений на субстрате с фитопатогенной нагрузкой и без нее в отсутствие бактериализации.

Данные, полученные в ходе экспериментов, обрабатывали с помощью пакета STATISTICA, версия 6.0.

Результаты и обсуждения

Редокс-активность плазмалеммы фотосинтезирующих растительных клеток свидетельствует об активности дыхательной и фотосинтезирующей системы. Данные об изменении содержания феррицианида калия в экспериментах с кукурузой представлены в табл. 1.

Таблица 1

Изменение содержания феррицианида калия после инкубирования с растительной тканью и зараженность кукурузы возбудителями семенных инфекций

Вариант	Изменение содержания феррицианида калия, мМ/г сырой биомассы	Пораженность растений возбудителями корневых гнилей, %
Контроль	0,043±0,002	77–79
<i>Pseudomonas</i> sp. В-6798	0,24±0,002	21–23
<i>P. aureofaciens</i> BS 1393	0,09±0,001	36–37
<i>P. fluorescens</i> AP-33	0,05±0,001	65–66

Результаты эксперимента показали, что в присутствии бактерий у растений сильнее изменяется редокс-активность плазмалеммы фотосинтезирующих клеток. Наибольшее изменение отмечено в варианте с бактеризацией растений *Pseudomonas* sp. В-6798, в шесть раз больше контроля, что свидетельствует об усилении дыхательной системы бактеризованных растений. О том, что изменение дыхательной активности связано с выработкой белков, отвечающих за резистентность растений, свидетельствуют данные о пораженности проростков возбудителями корневых гнилей. Полученные данные показывают, что инокуляция семян бактериями *Pseudomonas* sp. В-6798 и *P. aureofaciens* BS 1393 приводит к уменьшению общей пораженности растений в 3,4 и 2,1 раза соответственно. При этом в данных вариантах эксперимента наблюдается наибольшее изменение содержания феррицианида калия на 1 г сырой биомассы.

В таблице 2 представлены данные, полученные в эксперименте с фитопатогенной нагрузкой.

Таблица 2

Изменение содержания феррицианида калия после инкубирования с растительной тканью пшеницы в модельном эксперименте с фитопатогенной нагрузкой (мМ/г сырой биомассы)

Вариант	Растения без инфекционного фона	Растения на инфекционном фоне
Контроль	0,23±0,02	0,41±0,01
<i>Pseudomonas</i> sp. В-6798	0,40±0,02	0,34±0,02
<i>P. aureofaciens</i> BS 1393	0,29±0,01	0,32±0,01
<i>P. fluorescens</i> AP-33	0,11±0,01	0,09±0,01

У растений в контрольном варианте в отсутствии фитопатогенной нагрузки наблюдается меньшая редокс-активность мембран, чем в присутствии патогена. Это может объясняться усилением активности дыхательных ферментов. Известно, увеличение интенсивности дыхания, как правило, является защитной реакцией организма [6].

У растений, бактеризованных *Pseudomonas* sp. В-6798, интенсивность дыхания в отсутствии патогена находится на уровне дыхания контрольных растений в присутствии фитопатогена. Можно предположить, что растениям сообщается необходимость увеличения активности ферментной системы бактериями. При интродукции бактерий *P. aureofaciens* BS 1393 дыхательная актив-

ность фотосинтетической ткани растений была также несколько выше контрольных показателей. В варианте с бактериями *P. fluorescens* AP-33 наблюдается самая низкая интенсивность дыхания, и именно в данном варианте наблюдается наибольшее ингибирование роста растений под действием гриба *F. oxysporum*.

Заключение

В ходе проведенных экспериментов показано, что в присутствии фитопатогена у растений кукурузы увеличивается редокс-активность плазмалеммы фотосинтезирующих клеток, что может свидетельствовать о запуске сигнальных систем и увеличении системной резистентности. Также установлено, что бактериализация семян пшеницы штаммами *Pseudomonas* sp. B-6798 и *P. aureofaciens* BS 1393 вызывает увеличение дыхательной активности фотосинтетической ткани растений в отсутствие фитопатогена, что свидетельствует об индукции резистентности растений.

Список литературы

1. Штерншис М. В. Тенденции развития биотехнологии микробных средств защиты растений в России // Вестник ТГУ. Биология. – 2012. – № 2(18). – С. 92 – 100.
2. Акимова Е. Е., Минаева О. М. Влияние бактерий *Pseudomonas* sp. B-6798 на фитопатологическое состояние картофеля в полевых экспериментах // Вестник ТГУ. Биология. – 2009. – № 2(6). – С. 42 – 47.
3. Benizri E. E. Bandoin, A. Gurkert Root colonization by inoculated Plant Growth – Promoting Rhizobacteria // Biocontrolscience and technology – 2001. – №11. – P. 557–574.
4. Van Loon L. C., Bakker P. A. H. M. Induced systemic resistance as a mechanism of disease suppression by rhizobacteria // Biocontrol and Biofertilization – 2005. – P. 39–66.
5. Пучко В. Н., Перебитюк А. Н. Эффект совместной инокуляции клевера штаммами ризобий и псевдомонад // Всероссийская конференция «Сельскохозяйственная микробиология в XIX – XXI веках». – СПб., 2001. – С. 69–70.
6. Пильщикова Н.В. Физиология растений с основами микробиологии. – М.: Мир, 2004. – 184 с.

FRAGARIA ORIENTALIS. LOS. – ЦЕННЫЙ ИСТОЧНИК ПРИ СОЗДАНИИ АДАПТИВНЫХ СОРТОВ ЗЕМЛЯНИКИ ДЛЯ ЯКУТИИ

Белецова В.И.

доцент Якутского научно-исследовательского
института сельского хозяйства ФГБНУ, ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук,
Россия, г. Якутск

Изложены результаты многолетних исследований по селекции земляники при свободном опылении, в которых изучался характер наследования зимостойкости, иммунности, продуктивности, крупноплодности, вкусовых качеств гибридными сеянцами, полученным от свободного опыления земляники садовой *Fragaria × ananassa* Duch. и ремонтантной лесной *Fragaria vesca* ssp. *vesca* f. *semperflorens* Duch. якутскими ценопопуляциями земляники восточной *Fragaria orientalis* Los. Получены ценные формы, сочетающие важнейшие хозяйственно-ценные признаки, которые выделены и переданы в государственное испытание.