# Бактерии в сельском хозяйстве

«Извините, у вас бактерии» - не самое лучшее начало для комплимента. Скорее уж кусочек сцены из медицинского сериала. Однако, именно эти крошки сегодня толпятся на вершине эволюции - с одной стороны вместе с вирусами устраивают больничные бесчинства, с другой - помогают в развитии инноваций самых разных сфер деятельности человека. Не обошли вниманием и АПК.

**Азотфиксирующие бактерии**

Пресс-релиз от Массачусетского технологического института описывает новую технологию для широко известных азотфиксирующих бактерий: «Производство химических удобрений приносит около 1,5% глобальных выбросов парниковых газов. Ученые из Массачусетского технологического института надеются уменьшить этот углеродный след, заменяя некоторые химические удобрения более устойчивым источником - бактериями».

Бактерии, способные превращать газообразный азот в аммиак, не только обеспечивают растения необходимыми питательными веществами, но также способствуют регенерации почвенной плодородности, увеличивая урожайность культур. Однако эти бактерии чувствительны к теплу и влажности, что затрудняет их производство и транспортировку на фермы в большом масштабе.

Для преодоления этого препятствия инженеры-химики из Массачусетского технологического института создали металлоорганическое покрытие, защищающее бактериальные клетки от повреждений, не влияя на их рост и функциональность. Бактерии, обладающие нанометаллической защитой, успешно прошли испытания на различных культурах, демонстрируя улучшение всхожести семян, таких как кукуруза и салат бок-чой.

Ариэль Ферст, доцент кафедры химического машиностроения Пола М. Кука в **Массачусетском технологическом институте** и главный исследователь проекта, объясняет суть изобретения: «Мы можем предотвратить высыхание бактерий и значительно облегчить их распределение, поскольку они представляют собой порошок, а не жидкость. В этом состоянии бактерии могут переносить температуры до 50 градусов Цельсия, что позволяет обойтись без специального холодильного оборудования для транспортировки этих микроорганизмов».

Статья, опубликованная в JACS Au, представляет собой совместную работу Бенджамина Берка и постдокторанта Ганга Фана, которые являются главными авторами, а также студентов Приса Васуванича и Эвана Мура из Массачусетского технологического института, которые также приняли участие в исследовании.

Известно, что азотные удобрения, производимые по процессу Габера-Боша, вызывают беспокойство среди экологов из-за своего высокого уровня давления, необходимого для синтеза аммиака из азота и водорода воздуха.

Сторонники экологически ответственного и органического земледелия критикуют синтетические азотные удобрения за истощение почвенной органики и большой углеродный след. В связи с этим фермерам предлагаются альтернативные методы, такие как севооборот, компостирование и использование азотфиксирующих бактерий, способных преобразовывать газообразный азот в аммиак.

Однако высокие цены на азотфиксирующие микробные удобрения и их хрупкость при неправильном хранении делают их малопривлекательными для инвестиций со стороны фермеров.

Для того чтобы сделать микробные удобрения более доступными и устойчивыми в фермерской практике, исследователи под руководством Ариэль Ферст разработали металло-фенольное покрытие (MPN), обеспечив инкапсуляцию бактерий. Ранее тот же метод использовался для инкапсуляции микробов с другими целями например для защиты терапевтических бактерий, поступающих в желудочно-кишечный тракт.

MPN, состоящее из металла и органического соединения, полифенола, представляет собой самосборочную структуру, образующую защитную оболочку вокруг бактерий. Используемые металлы в покрытии, такие как железо, марганец, алюминий и цинк, считаются безопасными для использования в пищевых добавках. Полифенолы, встречающиеся в растениях, включают дубильные вещества и другие антиоксиданты.

Ферст поясняет: «Мы используем эти натуральные пищевые соединения, которые уже известны своей пользой, чтобы создать защитные бронированные оболочки вокруг микробов».

В ходе исследования создано 12 различных MPN, которые успешно инкапсулировали Pseudomonas chromraphis, азотфиксирующую бактерию, обладающую также защитными свойствами против вредных грибов и других вредителей. Все покрытия успешно защищали бактерии при температурах до 50 градусов Цельсия и относительной влажности до 48%. При этом микробы оставались живыми даже в процессе сублимационной сушки.

Ферст основала компанию Seia Bio с целью коммерциализации инновационных бактерий с металло-фенольным покрытием для обширного использования в области регенеративного сельского хозяйства. Её надежда заключается в том, что низкая стоимость производства сделает микробные удобрения доступными для мелких фермеров.

**Штамм для «пухлой» пшеницы**

Исследователи из **Института химической биологии и фундаментальной медицины СО** РАН обнаружили бактериальный штамм, способствующий значительному увеличению биомассы пшеницы даже при стрессовых условиях, таких как засуха и солевой стресс. Подразумевается, что заражение этим микроорганизмом способно укрепить стрессоустойчивость культуры, что, в свою очередь, может снизить потери урожая в условиях дефицита осадков. Информацию об этом предоставили в СО РАН.

Факторы, такие как засуха, засоление почвы, экстремальные температуры и мороз, оказывают серьезное воздействие на сельскохозяйственные культуры, вызывая потенциальные убытки в урожае. Ученые считают, что интродукция полезных бактериальных штаммов может предоставить эффективный инструмент для противостояния опасным условиям окружающей среды, вредным для сельского хозяйства.

Штамм Enterobacter ludwigii был извлечен из почвы Сахалинской области. Эксперименты показали его высокую адаптивность к недостатку азота и способность увеличивать доступность фосфатов. Более того, инфицирование растений Enterobacter ludwigii привело к увеличению выработки гормона роста, особенно в условиях засухи.

Бактерии активируют ферменты антиоксидантной защиты, что помогает справляться с повреждениями, вызванными активными формами кислорода (АФК). Этот процесс благоприятствует росту корневых волосков, удлинению корней и другим положительным изменениям в растениях.

Елена Воронина, заведующая группой молекулярной генетики ИХБФМ СО РАН, поделилась: «Мы обнаружили интересные данные о том, что внесение наших бактерий активирует описанную систему в корнях растений даже в нормальных условиях. Предполагается, что взаимодействие бактерий с растением усиливает производство АФК, что в свою очередь активирует внутренние резервы растения. Таким образом, при возникновении стрессового фактора растение уже подготовлено для его борьбы».

**Удобрение с функциями защиты**

Ученые Мордовии и Саратова разработали инновационное сельскохозяйственное удобрение, способное значительно увеличить урожайность пшеницы и снизить расходы на защиту растений.

Особенностью нового удобрения является включение полезных для растений бактерий в его состав. Ученые достигли того, чтобы микроорганизмы сохраняли свою активность при совместном применении с химическими элементами. Результаты лабораторных исследований продемонстрировали следующие положительные эффекты использования данного удобрения:

Увеличение урожайности пшеницы на 15% и снижение расходов на защиту растений на 33%, с 20 тыс. рублей за гектар при использовании обычных химических удобрений до 15 тыс. рублей за гектар.

Проект разработки удобрения ведется специалистами Центра нанотехнологий и наноматериалов Мордовии, Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, а также технологической компании «Биотех».

Сейчас удобрение проходит испытания в рамках работы ФГБУ «Государственная комиссия РФ по испытанию селекционных достижений» на площади более 2 гектаров. Специалисты проводят оценку достаточности питания растений, их устойчивости к болезням, общего физиологического развития, а также влияния удобрения на количество и качество зерна.

В контексте современных сельскохозяйственных практик, комбинированное использование биоудобрений и химических удобрений становится все более распространенным явлением. Такие подходы создают синергетические эффекты, улучшая плодородие почвы и способствуя более эффективному росту растений.

Примеры успешного сочетания микробных и химических удобрений включают использование азотфиксирующих бактерий вместе с химическими азотными удобрениями, применение микоризы с фосфорными удобрениями и использование бактерий рода Бациллус для повышения доступности питательных веществ в сочетании с химическими удобрениями.

Тенденция к более широкому использованию бактерий в сельском хозяйстве в мире объясняется стремлением к увеличению урожайности при снижении затрат на производство и увеличенным вниманием к экологическим аспектам. Разрабатываемое биоудобрение представляет собой перспективную альтернативу пестицидам, способное эффективно бороться с болезнетворными бактериями и грибами, вредящими растениям. Эту точку зрения подчеркнула руководитель исследовательской лаборатории «Интеллектуальные агроэкосистемы» Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского ЮФУ, Светлана Сушкова.

АПК Эксперт: бизнес портал (sdexpert.ru). - 2024. - **14 февраля**. - **URL:** <https://sdexpert.ru/news/project/bakterii-v-selskom-khozyaystve/>