

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ В ПРАКТИЧЕСКОМ РАСТЕНИЕВОДСТВЕ РОССИИ: ФУНКЦИИ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПЕРСПЕКТИВЫ

В.Б. Петров, канд. геогр. наук, зав. опытным полем

В.К. Чеботарь, канд. биол. наук, зав. лаб. технологии

микробиологических препаратов

(ГНУ ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии Россельхозакадемии,
Санкт-Петербург)

За последнее время во всем мире, в том числе и в России неизмеримо вырос интерес к проблемам микробиологии в сельском хозяйстве. Удалось значительно расширить и углубить наши представления о роли микроорганизмов в жизни растений и сформулировать приоритетные практические задачи по сокращению объемов применения азотных и фосфорных удобрений при выращивании растений, замене пестицидов на микробиологические препараты, защите растений от стресса, в том числе и создаваемого загрязнением почв тяжелыми металлами и радионуклидами (Тихонович, Кожемяков, Чеботарь, 2005).

Такие технологии преимущественно основаны на использовании микробиологических препаратов (МБП), представляющих из себя живые клетки отселектированных по полезным свойствам микроорганизмов, которые находятся или в культуральной жидкости, или адсорбированы на нейтральном носителе. Такой препарат позволяет создать огромную концентрацию полезных форм микроорганизмов (в 1 миллилитре или грамме препарата содержится до 1–5 млрд. клеток бактерий) в нужном месте и в нужное время. За счет этого внесенные формы могут успешно конкурировать с аборигенной микрофлорой и захватывать экологические ниши, предоставляемые им растением (Тихонович, Кожемяков, Чеботарь, 2005).

Ежегодно на рынке появляются новые «биопрепараты» с практически одинаковой, часто недобросовестной и, главное, малограмотной рекламой. Иногда обещается увеличение в разы урожайности, качества, всхожести, возможность замены одним флаконом препарата центнеров органических и минеральных удобрений, отказ от химических средств защиты растений и пр. Часто на первое место выносится «экологическая чистота» биопрепарата, что в реальности, требует специальной проверки (об этом –ниже). Стоит упомянуть и о нарастающей проблеме применения «дешевых» (но отнюдь небезопасных!), контрафактных и незарегистрированных МБП. К сожалению, такие бизнес- и пиар-ходы по понятным причинам становятся существенным барьером к внедрению действительно эффективных современных МБП. Авторы смеют утверждать и то, что многие коллеги-микробиологи, способствуя государственной регистрации новых препаратов и внедряя их в сельхозпроизводство, сами весьма туманно представляют место МБП в существующих агротехнологиях, дозы, способы и ограничения в применении.

В данной статье авторам, имеющим многолетний опыт создания, разносторонних испытаний и внедрения МБП в России и за рубежом, хотелось бы осветить ряд проблем и ответить на вопросы,

наиболее часто возникающие в связи с применением МБП в растениеводстве.

Во-первых, необходимо определиться с тем, что же собственно понимать под термином *микробиологические препараты* (МБП) и что отличает их от неопределенно обобщающих терминов *биопрепараты, препараты биологической природы, биологически активные вещества и пр.* Ведущими функциональными видами МБП для земледелия являются микробиологические удобрения, фунгициды, стимуляторы роста, ризобияльные инокулянты для бобовых культур (биоинсектициды и родентициды в данной статье не рассматриваются). Собственно под МБП мы понимаем препараты, содержащие живые клетки отселектированных по полезным свойствам микроорганизмов, а также продукты их метаболизма, которые находятся или в культуральной жидкости, или адсорбированы на нейтральном носителе.

Все иные препараты, содержащие полезные для растений продукты метаболизма (антибиотики, витамины, стимуляторы роста и др.), выработанные микроорганизмами, а также и сами отмершие клетки микроорганизмов правильнее называть веществами микробиологической природы. Под последнее определение попадает огромное количество веществ, включая, кстати, нефтепроизводные, известковые материалы, продукты брожения и др.

На сегодня, следуя сведениям, изложенным в Справочном издании «Списка пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ, 2008 г.» и «Дополнениям к Государственному каталогу...2008 г.» к препаратам микробиологической природы, т.е. содержащих микроорганизмы и/или продукты их метаболизма могут быть отнесены:

– фунгициды (**Бисолби-Сан, Фитоспорин-М, Бинорам, Елена, Планриз, Псевдобактерин-2, Алирин-В, Баксис, Бактофит, Бактрил, Гамаир, Агат-25, Вермикулен, Глиокладин, Триходермин нова, Фитолавин**);

– регуляторы роста растений (Агат – 25, Бинорам, Эмистим);

– микробиологические удобрения (**Экстрасол, Бактофосфин, Бисолби, БисолбиФит, Агрика, Азофит, Байкал М-1, Восток М-1, Ресойлинг, Ризоагрин, Ургаса, Фосфатовит, Экофит**).

При изучении приведенного списка выясняется, что культуры живых микроорганизмов могут содержаться в жидких препаратах на основе бактерий *Bacillus subtilis* sp. (3 ед. – выделены жирным шрифтом) и бактерий, относящихся к роду *Pseudomonas* (4 ед. – выделены курсивом). Жизнеспособные споры могут быть обнаружены в сухих препаратах на основе р. *Bacillus* (8 наименований – выделены подчеркиванием). Таким образом, общее количество истинных МБП вместе с поданными на регистрацию в 2009 г. на отечественном рынке не превышает и двух десятков.

Существует принципиальное отличие воздействия на растение и, соответственно, формирование урожая именно МБП. Живая культура полезных микроорганизмов, входящая в композицию настоящих МБП с момента вступления в контакт с развивающимися тканями растения, будь то первичный корень, проросток, устьица или листовая поверхность, сопровождает его на протяжении всего последующего цикла развития, образуя различные типы взаимодействия – симбиотические (классический пример – бобовые с клубеньковыми бактериями), симбиотрофные, биоконтрольные, пищевых цепей,

сигнальные и др. Кроме того, часть полезных бактерий из МБП, что доказано на примере бактерий рода *Bacillus*, закрепляются и зимуют в ризосфере растения, создавая положительный эффект последствия, проявляющийся в санации почвы и пожнивных остатков в отношении патогенных грибов и бактерий, а также обогащении микробиоценоза пашни полезной микрофлорой (Чеботарь, Завалин, Кипрушкина, 2007).

Все иные препараты, как химической, так и биологической природы, действуют контактно. Иначе говоря, их эффективность зависит от химической формулы, времени и площади контакта со способными к взаимодействию, либо больными тканями растения, точности подбора концентрации действующих веществ.

Веря в растущее экологическое сознание сельхозпроизводителей перспективы широкого внедрения МБП в растениеводство России, все-таки, правильнее изучать в действующих на сегодня экономических координатах. При оценке вероятной эффективности и перспектив внедрения МБП в конкретном хозяйстве на определенных группах культурных растений, естественно, следует в первую очередь учитывать следующие обстоятельства:

1. Преимущества и недостатки в сравнении с аналогичными препаратами химической природы;
2. Совместимость с уже апробированными агротехнологиями и сельхозтехникой;
3. Величина, стоимостное выражение и, что не менее важно, предсказуемость ожидаемых как положительных, так и побочных эффектов, в том числе в многолетнем цикле;
4. Необходимость и возможность корректировки схем применения препаратов применительно к характеристикам почвенного покрова, климатическим условиям года, агротехническим и экономическим реалиям сельхозпредприятия.

С учетом сказанного попробуем ответить на наиболее характерные вопросы специалистов, возникающие в связи с внедрением МБП.

В начале приведем самую общую сравнительную характеристику действия химических и микробиологических агентов в агроценозе:

– биопротекторы, в отличие от химических средств защиты, не только лечат болезнь, подавляя ее возбудителей, но и «включают» собственные иммунные механизмы растения;

– МБП обладают антистрессовым эффектом, что выражается в лучшей устойчивости обработанных растений к неблагоприятным климатическим условиям (засуха, длительное переувлажнение, заморозки, перепады температур), а также солнечным и химическим ожогам, механическим повреждениям тканей;

– биоудобрения, в отличие от химических удобрений, обеспечивают фиксацию атмосферного наиболее доступного азота, мобилизуют запасы элементов питания, находящиеся в почве в связанном состоянии – в первую очередь это относится к труднодоступным формам фосфора и ряда микроэлементов;

– полезная микрофлора, входящая в состав МБП, способствуют наиболее полному раскрытию потенциала сорта, что относится как к количественным, так и к качественным показателям сельхозпродукции

(многолетними испытаниями доказано увеличение содержания клейковины в зерновых, сахара в сахарной свекле, масла в подсолнечнике и пр.);

Еще раз подчеркнем, что МБП не отменяют агротехники, применения минеральных удобрений и агрохимикатов. Более того, разработка региональных технологических схем применения МБП и их корректировка к условиям хозяйства способствуют большей эффективности большинства традиционных агротехнических мероприятий.

Хотелось бы остановиться и на экологических аспектах применения микробных препаратов в земледелии. Суммарный экологический эффект складывается из 2-х главных составляющих.

Во-первых, это снижение химической нагрузки как непосредственно на агроценоз сельхозугодья, так и на вмещающий ландшафт прилегающих территорий, включая лесополосы и населенные пункты (почвы, грунтовые воды, водоприемники, биота, воздушный бассейн). Достигается это как за счет частичного замещения агрохимикатов и возможности сокращения доз минеральных удобрений, так и путем создания баковых смесей МБП и химикатов, при снижении концентрации последних.

Во-вторых, применение МБП способствует восстановлению нормальной структуры микробного ценоза пашни. Микробиологическое население обрабатываемых почв – основа полноценного питания растений, восстановления запасов гумуса и плодородия в целом. Также, как и микрофлора желудка и кишечника животных, которой организм – хозяин передоверяет значительную часть функций по перевариванию пищи, микроорганизмы пахотного горизонта переводят в доступные для растения формы элементы питания из удобрений, почвы, корневых выделений, органических остатков.

К вопросу об «экологической чистоте биопрепаратов». В связи с научной неопределенностью этого термина под ним обычно понимается лишь безопасность для человека, полезных животных и растений. Однако, на самом деле специального контроля требует само внедрение в биоценоз крайне активных микроорганизмов, составляющих основу МБП. Хорошо известно, что проведение обработок любыми микробными препаратами с завышенной концентрацией рабочего раствора может подавлять развитие растений. Менее изучен эффект воздействия биопрепаратов на микробный ценоз самих обрабатываемых почв, хотя отмечено, что в ряде случаев, вместе с патогенной – выборочно подавляется и развитие полезной грибной микрофлоры. Эффект последствия исследован и определен как положительный пока лишь для ограниченного числа МБП (Экстрасол, БисолбиСан, Алирин-В, Алирин-С).

Внедрение МБП в ряде случаев заметно осложняет проблема совмещения МБП с принятыми в данном хозяйстве технологиями растениеводства. Речь идет о технологичности внедряемых препаратов, включающая ряд позиций. Преимущество имеют МБП с наиболее простым способом изготовления рабочих растворов или иных носителей и не требующие специальной техники для инокуляции посадочного материала и вегетирующих растений. Наиболее удачными в данном случае оказываются жидкие суспензионные препараты растворяемые чистой водой прямо в рабочих емкостях агрегатов, не требующие взбалтывания, отстаивания, фильтрации и не

засоряющие неотфильтрованными взвешями опрыскивающее оборудование. Весьма важным моментом являются гарантированный срок и условия хранения препарата, определяющие, в частности, возможность осуществить его закупку и доставку однократно на весь сезон, а остатки использовать и в следующем году. Существенной экономии удастся добиться при возможности совмещения традиционных обработок (пестицидами, внекорневыми подкормками) с применением МБП в баковых смесях. Преимущество по последним двум позициям, безусловно, за долгоживущими в широком температурном диапазоне и не теряющими активности в неконцентрированных химических средах МБП на основе *r. Bacillus*.

Определяющим моментом при решении вопроса о том применять или не применять МБП при выращивании той или иной культуры является, конечно же, ожидаемая эффективность препарата. Эффективность того или иного мероприятия в растениеводстве оценивается обычно по повышению урожайности и приращению качества, реже по увеличению сохранности (лежкости) и срока хранения сельхозпродукции. Вопросам эффективности микробных препаратов посвящены сотни публикаций, большинство – в критериях настоящего изложения – неудачные. Дело в том, что представленные в них данные, как правило, не позволяют определить границы экстраполяции предлагаемых выводов об эффективности МБП на одноименных культурах даже в пределах одного агроклиматического района. Рекомендации для сельхозпредприятий огромной страны часто базируются на данных, полученных на идеальных делянках опытной станции, при этом в описании опытов может не указываться репродукция используемого посадочного материала, опускаются сведения о климатических условиях года (лет), срокам и способам обработок, предшественникам, свойствам почв. Отсюда и не поддающийся анализу разбой цифр по «прибавкам-убавкам» и обобщенные нормативы для абстрактных условий. Опираясь на более чем 15-летний внедренческий опыт мы пришли к выводу, что эффективность применения МБП напрямую связана с экономическими параметрами сельхозпредприятия, на которые завязаны как уровень агротехники (включая качество семян, обеспеченность удобрениями, техникой), так и, соответственно, продуктивность обрабатываемой земли. В слабых хозяйствах применение МБП обычно бессмысленно, поскольку урожайность здесь лимитируется другими понятными факторами. Наибольшие относительные, хорошо прогнозируемые прибавки урожая (в среднем – 13–20% на зерновых, 12–25% на овощах, картофеле, большинстве технических культур, 30–40% на табаке, винограде, бобовых) и заметное улучшение качества продукции отмечены в предприятиях со средневысоким и высоким уровнем агротехники. В специализированных (овощеводческих, картофелеводческих, семеноводческих и др.) хозяйствах со сверхинтенсивными технологиями относительные показатели приращения урожайности часто не очень велики, но гарантированы, и рентабельность применения МБП в итоге оказывается наиболее высокой. Нижний предел рентабельности на 1 рубль вложений в закупку и обработку МБП мы оцениваем в 3 рубля стоимости дополнительно полученной продукции с учетом изменения ее

качественных показателей на зерновых, 6 рублей – на других культурах.

Нельзя не упомянуть и о возможных побочных эффектах и ограничениях использования микробных препаратов в растениеводстве. Практически все МБП обладают в разной степени выраженным ростстимулирующим эффектом. Наиболее отзывчивыми на это свойство практически всегда оказываются сорняки, в связи с чем на полях с высокой засоренностью сорняками применение МБП может быть ограничено, либо требует корректировки сроков применения. Способность МБП увеличивать всхожесть семян, в том числе ослабленных, может привести к загущению посевов. В ряде случаев при недостатке минерального питания или влагозапаса в почве это приводило к увеличению биологической урожайности, но снижению товарности овощной продукции. Корректировки требуют также сроки посева озимых после применения МБП для предпосевной обработки семян. С учетом объявленного стимулирующего эффекта инокулированные семена высаживаются с запозданием в 7–10 дней либо в завершающей фазе посевной кампании.

Практика показала, что наиболее быстрый и серьезный экономический эффект от использования МБП проявляется при разработке региональных схем применения препаратов, учитывающих характеристики почвенного покрова, агроклиматические условия, сортовое разнообразие, особенности агротехники. В определенных случаях, например, в районах с пестрым почвенным покровом, неустойчивым климатом, в хозяйствах со специализированными севооборотами, монокультурой защищенного грунта и некоторых других полезна и корректировка рекомендаций применительно к природным и экономическим реалиям сельхозпредприятия. Точная отладка технологии применения, т.е. способов, доз и сроков обработок МБП может быть проведена только в процессе производственных опытов в данном районе.

Завершая настоящую обзорную статью, хотелось бы назвать обстоятельства, когда микробные препараты оказались практически незаменимыми:

- в ситуациях, когда разнообразные химические способы защиты растений от грибных болезней уже не давали ожидаемого результата, весьма эффективными оказались обработки семян и посевов чистыми МБП, либо баковыми смесями химических и микробиологических препаратов;
- в интенсивных агротехнологиях, где последовательное усиление химической нагрузки с определенного момента приводило к лишь удорожанию себестоимости продукции, применение МБП за счет раскрытия потенциала сорта дало стабильную прибавку урожайности и качества и снизило производственные затраты;
- в случаях, когда остро необходимо проводить завершающие фунгицидные обработки (например, винограда), а также обеспечить сохранность плодоовощной продукции при хранении и транспортировке, а применение химических препаратов по санитарным причинам невозможно;
- в тепличных хозяйствах, где не производится регулярная выкатка грунта, применение МБП – единственный способ оздоровления микробиоты, повышения эффективности и оздоровления продукции растениеводства.

В целом же, хороший агроном всегда заинтересован в том, чтобы в его аптечке для растений был возможно полный набор лекарств. Чтобы помимо традиционной «химии» были антибиотики, витамины, регуляторы роста, средства, повышающие иммунитет, биопротекторы и бактерии для улучшения питания – все то, что поставляют растению живые культуры полезных микроорганизмов, содержащиеся в МБП.

Авторы, видят хорошие перспективы использования МБП в растениеводстве, которые, безусловно, будут расширяться вместе с ростом уровня сельскохозяйственного производства в России (как, к слову сказать, было в СССР в 70–80-е годы прошлого века). Наиболее востребованными окажутся препараты высокотехнологичные, комплексного действия, выпускаемые под контролем ученых, апробированные в различных агроклиматических зонах, с предсказуемой эффективностью. На сегодняшний день этим требованиям, на наш взгляд, наиболее полно удовлетворяют жидкие бациллярные препараты (см. приведенный выше список). И последнее. Относительно невысокая стоимость препаратов и их безопасность позволяют проводить испытания МБП на любых культурах и практически во всех масштабах – от ящика с рассадой на балконе до крупного зернового севооборота. Уверены – эффект обязательно будет!

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихонович И.А., Кожемяков А.П., Чеботарь В.К. и др. Биопрепараты в сельском хозяйстве (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). – М.: Россельхозакадемия, 2005. – 154 с.
2. Чеботарь В.К., Завалин А.А., Кипрушкина Е.И. 2007. Эффективность применения биопрепарата экстрасол. М.:Изд.Россельхозакадемии.-216 с.