

Применение микробиологических препаратов – обязательный элемент интенсивных технологий картофелеводства

В.Б. ПЕТРОВ, кандидат географ. наук,
В.К. ЧЕБОТАРЬ, кандидат биол. наук,
ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии

Во **Всероссийском НИИ сельскохозяйственной микробиологии** научно обоснована и доказана производственными опытами в 15 регионах РФ возможность управления микробиологическими процессами почвы для сохранения плодородия и повышения эффективности растениеводства [1]. Разрабатывают и успешно внедряют региональные технологии их применения путем использования микробиологических препаратов (МБП) как качественного нового и обязательного звена интенсивных агротехнологий [2, 3]. Применение МБП их направлено на повышение качества продукции, параметров хранения, снижение зависимости урожайности картофеля от климатических условий года и болезней, долгосрочное понижение патогенного фона в почвах.

Ключевые слова: картофель, микробиологические препараты, экстрасол, биомодифицированные минеральные удобрения, эффективность, технологии применения.

Широкое внедрение биопрепаратов в картофелеводство долгое время сдерживалось недоработкой технологий их применения и низкой предсказуемостью результатов в производственных условиях. С 1996 г. во ВНИИСХМ занялись подбором высокоэффективных штаммов для создания новых микробиологических препаратов и разработкой технологий их применения в картофелеводческих агрофирмах. По сумме полезных свойств (совместимость со всеми видами опрыскивающей техники, гарантированный срок хранения 24 месяца, сочетание ростостимулирующих, фунгицидных и землеудобрительных свойств, эффективность) наиболее удачной разработкой признаны МБП группы экстрасол [3], созданные на базе бактерии- продуцента *Bacillus subtilis* шт. Ч-13.

В России широкое распространение и внедрение импортных неадаптированных сортов и химически перенасыщенных агротехнологий картофелеводства часто сопровождается появлением таких масштабных проблем, как периодическое резкое снижение урожайности картофеля (например, в 2010 г.) и эффективного плодородия почв. Поэтому к изначальным задачам сельскохозяйственной микробиологии (повышение урожайности и качества продукции) добавляются новые и их необходимо решать.

Проблема 1. Деградация структуры почвенной микробиоты, связанная с избыточной химической нагрузкой на почвы в интенсивных системах земледелия. Из-за этого нарушаются конкурентные взаимоотношения различных групп микрофлоры, а значительную часть экологических ниш в агроценозе занимают фитопатогенные бактерии и грибы [4]. Данную проблему в заметной степени может снять внедрение МБП, в частности группы экстрасола. Составляющий основу этого препарата эффективный штамм-продуцент Ч-13 *Bacillus subtilis* обладает повышенной конкурентной способностью в процессе колонизации надземного и корневого опада растений. Он направленно стимулирует развитие (восстановление) разнообразия почвенной микрофлоры включая функционально важную периферийную группу микроорганизмов [5, 6].

Проблема 2. Появление разнообразия резистентных к химическим пестицидам болезней и вредителей картофеля, а также новых типов фитопатогенных консорциумов [4]. Химические пестициды уже не могут обеспечить надежную защиту растений от некоторых видов парши, бактериальных болезней, нематод. Барьером для новых групп патогенных консорциумов при высоком уровне интенсивности использования земель может стать только внедрение специализированных и универсальных МБП и баковых смесей на их основе с химическими агентами [6, 7]. Исследования показали высокую фунгицидную и бактериальную активность экстрасола [8] (табл. 1).

В производственных опытах, проведенных в 2009–2011 гг. в Ростовской, Московской, Ленинградской областях (данные ВИР и ВНИИСХМ), применение экстрасола на 6 сортах картофеля позволило практически полностью избавиться от всех видов парши (в том числе серебристой), ризоктониоза и рака.

1. Фунгицидная и бактерицидная активность бациллярных штаммов-продуцентов препарата экстрасол

Штамм продуцент	Зона ингибирования, мм				
	Фунгицидная активность против				
	<i>Phytophthora capsici</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Fusarium solani</i>	<i>Pythium sp.</i>
<i>Bacillus spp.</i> KR083	23.7	27.7	23.7	21.0	20.0
<i>Bacillus Subtilis</i> , Ч-13	26.0	30.7	34.0	23.7	14.3
Бактерицидная активность против					
Штамм продуцент	<i>Erwinia carotovora</i> A-1	<i>Erwinia carotovora</i> 3391	<i>Pseudomonas syringiae</i> 8300	<i>Pseudomonas syringiae</i> 2314	<i>Clavibacter michiganense</i> 17-1
<i>Bacillus spp.</i> KR083	19.3	30.7	22.7	38.1	16.5
<i>Bacillus Subtilis</i> , Ч-13	27.1	32.3	26.3	18.7	28.3

Проблема 3. Низкая эффективность высоких доз минеральных удобрений. Одна из новых разработок ВНИИСХМ, способствующая закреплению в ризосферной зоне минеральных удобрений и повышению их эффективности – внедрение микробиологического препарата Бисолбифит – порошкообразной формы носителя *Bacillus subtilis* шт. Ч-13. Его используют для биологической модификации всех видов минеральных удобрений с целью повышения коэффициента их усвоения растениями [9, 10], доказанного результатами производственных опытов, что Биомодифицированные минеральные удобрения (БМУ) можно применять без ограничений на всех сельскохозяйственных культурах в разных почвенно-климатических зонах [11]. Максимальный эффект от применения Бисолбифита наблюдается недостаточной обеспеченности растений минеральным питанием в стартовый период.

Проблема 4. Неполное раскрытие генетического потенциала сортов картофеля импортной и отечественной селекции в регионах с различными почвенно-климатическими условиями. Относительно быстрая адаптация нового сорта возможна посредством создания эффекта распознавания благоприятной среды и стартовой иммуномодуляции за счет формирования полезной ризосферной микрофлоры с применением подобранного спектра микроорганизмов с агрономически полезными свойствами. Во многих регионах России доказана возможность заметного и устойчивого повышения продуктивности картофеля благодаря использованию МБП [1, 3, 7] (табл. 2).

2. Эффективность применения экстразола в производственных опытах 1998–2010 гг.

№	Агрофирма	Сорт	Варианты обработок *	Прибавка урожая по сравнению с контролем, ц/га, %
1	АОЗТ«Выборгское»	Невский	П	30,1 (28.3%)
2	СХА «Янино»	Луговской	П	64 (52.8%)
3	Учхоз «Пушкинское»	Невский	П	32,1 (15,9%)
4	ОПХ «Каложицы»	Невский	П, 1В, 2В	10 (4.4%)
5	САОЗТ«Приневское»	Елизавета	1В, 2В	68 (33.4%)
6	ЗАО «Агро Балт»	Елизавета	1В, 2В	33 (15.4%)
7	ЗАО «Рапти»	Елизавета	1В, 2В	62 (26.4%)
8	ЗАО «Гомонтово»	Невский	П, 1В, 2В	47 (22.9%)
9	ЗАО «Сельцо»	Невский	1В, 2В	60 (31.5%)
10	ЗАО «Торосово»	Невский	1В, 2В	30 (14.2%)
11	ЗАО «Агро Балт»	Елизавета	1 В	25 (10.6%)
12	ЗАО «Сельцо»	Невский	1В, 2В	45 (27.2%)
13	ЗАО «Гомонтово»	Невский	1В, 2В	37 (16.8%)
14	КФХ «Бирюса»	Невский, Луговской, Елизавета	П	45 (25,7%) Среднее по 3 сортам
15	ЗАО «Агро Балт»	Елизавета	П, 1В, 2В	13 (5%)
16	ОПХ «Каложицы»	Елизавета	П, 1В, 2В	52,5 (21.5%)
17	Стазр по СПб и ЛО	Луговской	П	54.2 (86.7%)
18	Стазр по СПб и ЛО	Луговской	П, 1В	25,5 (11,4 %)
19	АОЗТ «Агро-Балт»	Луговской	1В; 2В	44 (13%)
20	Стазр, Республика Татарстан	Каратоп	П; 1В	20 (22.2%)
21	КФХ «Авангард», Амурская область	Невский	П; 1В	37 (22%) – 79 (56%)
22	К-з «им.Мичурина», Республика Алалия	Невский	П	25 (17%)
23	СГСА, Самарская область	1) Жуковский 2) Невский 3) Лорх	1) П; 2) П; 3) 1В; 2В.	1) 8 (20%; 2) 15 (20%) 3) 8 (20%)

24	ООО «Шихово», Нижегородская область	Адретта	П; 1В	39 (19.4%)
25	ГУП НПО «Пойма», Московская область	4 сорта	П, 1 В, 2 В	60 ц/га (23%) среднее по 4 сортам
26	КФХ «Нарайана» Витебская обл. , Белоруссия	Невский	П, 1В	100 (100%)
27	КФХ «Надежда», Нижегородская область	Луговской	П, 1В, 2В	15 (11.1%)
28	ХПХ «Соловцово», Республика Татарстан	Каратоп	П	20 (22.2%)
29	СПК «Росток», Нижегородская область	Невский	1) 1В 2) П; 1В	23.5 (5%) 78 (16.6%)
Среднее по всем хозяйствам и сортам				39,5 (25,4%)
* П – обработка клубней перед посадкой, 1В – первая обработка по вегетации, 2В – вторая по вегетации				

Проблема 5. Возрастающая зависимость урожайности и качества картофеля от климатических, в том числе стрессовых условий года (например, 2010 г.).

В последнее десятилетие на всей территории России отмечается, что при внедрении новых высокоурожайных сортов картофеля колебания урожайности превышают амплитуду осадков и температур в различные по метеоусловиям годы [12]. Внедрение МБП проявляет антистрессовый эффект, что выражается в лучшей устойчивости обработанных растений к неблагоприятным погодным условиям (засуха, переувлажнение, заморозки, перепады температур, солнечные ожоги), химическим ожогам, механическим повреждениям тканей растений [13]. Технологические схемы антистрессовых обработок экстразолом выработаны и многократно использованы во многих регионах. Так, результаты производственных испытаний, проведенных в 2000–2011 гг. в различных зонах страны, показали, что экстразол «снимает» химические ожоги после неточных пестицидных обработок, на 14–20 дней продлевает срок активной вегетации растений в условиях крайней засухи. Экстремальные климатические условия наносят посевам наибольший вред в условиях нехватки калийного, азотного и микроэлементного питания. В подобных ситуациях обработки МБП незаменимы.

Экстрасол обладает эффектом иммуномодуляции картофеля, а его последствие проявляется в биосанации, оздоровлении почвенной микробиоты пашни и обогащении ее полезной микрофлорой.

Система защитных мероприятий для предотвращения и подавления развития грибных болезней картофеля с применением экстрасола.

Опыт защиты семенного картофеля от серебристой парши (СП). Эта болезнь поражает молодые клубни, проникая через чечевички. Больные клубни легче подвергаются инфицированию другими патогенными микроорганизмами. Через пораженные участки в клубень проникают возбудители сухих и мокрых гнилей. Источниками инфекции служат семенные клубни, почва, земляные полы в хранилищах и деревянная тара [3]. Семенные качества больных клубней резко ухудшаются. В ряде случаев СП может быть причиной гибели значительной части всходов. За последнее десятилетие болезнь заметно распространилась в ряде областей Европейской части России. При этом в сильной степени поражаются и многие районированные сорта. Обычно для борьбы с СП рекомендуют предпосадочное протравливание клубней химическими препаратами на основе тирама, фенилпирролов (максим и аналоги).

В 2010 г. нами предложена и испытана в агрофирме «Элитный картофель» Московской области технология защиты семенного картофеля от серебристой парши и других проблемных грибных болезней (альтернариоз, ризоктониоз) с применением экстрасола по следующей схеме.

Предпосадочное опрыскивание клубней 10%-ным раствором экстрасола из расчета 10 л рабочей жидкости на 1 т клубней.

Профилактическая обработка растений во время вегетации фунгицидами биологической природы и баковыми смесями химических и биологических фунгицидов до появления симптомов болезни (обработки после образования устойчивых очагов инфекции часто оказывались малоэффективными). Варианты обработок: 1%-й раствор экстрасола, 2 л/га; баковая смесь 0,5 дозы фунгицидов (танос, абига-Пик, хом, акробат, ридомил Голд, ордан) + 1%-ный раствор экстрасола, 1 л /га. Первую обработку проводят при наступлении или прогнозировании погодных условий, благоприятных для развития фитофтороза и альтернариоза, но не позднее полного смыкания ботвы в рядках, последующие (вторую и при

высокой угрозе развития и распространения болезней – третью) – с интервалом 10–14 дней.

В агрофирме «Элитный картофель» провели два опрыскивания клубней 10%-ным рабочим раствором экстрасола из расчета 1 л/т на транспортере-загрузчике картофеля (ТЗК-30): перед посадкой и при закладке на хранение. В процессе вегетации картофель обрабатывали традиционными химическими фунгицидами. После биопрепаративных обработок специалистами агрофирмы отметили практически полное отсутствие подавление характерных признаков серебристой парши и сухих гнилей на элитном материале сортов Жуковский ранний, Ред скарлет, Импала, Романо, Белая Роза, чего не удавалось добиться при обработке только химическими препаратами.

Одним из эффективных приемов применения экстрасола является предпосевная обработка клубней МБП. В мелкоделяночном опыте на картофеле (сорт «Невский», класс – элита , опытное поле ГНУ ВНИИСХМ, 2009 г., агрофон N₁₀₀ P₁₀₀ K₁₀₀) показано, что только обработка клубней методами опрыскивания 10% раствором экстрасола (1 л/т, жидкая форма) и опудривания клубней препаратом Бисолбифит (порошкообразная форма экстрасола, 4 кг/т) достоверно повысило урожайность на 18 и 17%. Количество клубней на растение, при этом возросло не менее, чем на 30%.

Важным профилактическим приемом **санации почв** от патогенов, зимующих на пожнивных остатках, с одновременной биодеструкцией и гумификацией ботвы является заправка растительных остатков картофеля, предварительно обработанных 1%-ным раствором экстрасола (1 л /га), в который добавлено стартовое азотное питание в виде раствора мочевины или аммиачной селитры из расчета 20 кг д.в./га [14, 15].

Перед закладкой на хранение (эта технология испытана многими агрофирмами на протяжении 10 лет) рекомендуется протравить семенные клубни баковой смесью препаратов максим (50% дозы) и экстрасол (10 л 5%-ного раствора на 1 т клубней).

Широкому развитию и вредоносности многих болезней грибной, бактериальной и вирусной природы способствует, как правило, сочетание ряда факторов.

- Масштабное внедрение высокоурожайных сортов, особенно ранних, которые, несмотря на экологическую пластичность, относятся к крайне восприимчивым к различным болезням.
- Агрофон на плантациях картофеля не обеспечивает полноценного минерального, в том числе микроэлементного питания.
- Отсутствие профилактических фунгицидных обработках биопрепаратами или баковыми смесями химических и биологических фунгицидов. К тому же распознать многие болезни (например, альтернариоз) можно только через 3–4 месяца после закладки на хранение.

Учитывая высокий риск резких колебаний климатических условий в течение вегетации, рекомендуется провести обработки всего объема семенного картофеля биопрепаратами как перед закладкой на хранение, так и перед высадкой.

В процессе многолетних испытаний влияния экстрасола на продуктивность картофеля в разных регионах РФ выявлены положительные антифунгальные и антибактериальные эффекты, зафиксированные в актах производственных испытаний: устойчивое подавление (биологическая эффективность – 71–93%) фитофтороза, макроспориоза, поражение клубней серой гнилью, ризоктониозом, бактериозами (в ряде случаев без применения химических средств). Несомненным положительным эффектом является также увеличение товарного качества картофеля на 50–70%.

В 2009 г. на базе ООО «им. М.В. Фрунзе» Сальского района Ростовской области были проведены производственные испытания эффективности экстрасола на площади в 60 га на картофеле сорта Импала на орошаемых землях (почвы светло-каштановые супесчаные, солончаковатые). В процессе фитопатогенного мониторинга плантаций картофеля, установлено, что впервые за 10-летие наблюдений на участках, обработанных баковыми смесями химических фунгицидов и экстрасола, не обнаружено поражения растений ризоктониозом, различными видами парши и бактериозами. При использовании МБП урожай картофеля сорта Импала при ранней уборке (первая декада июля) составил 40,8 т/га при стандартности 96,8 % [16].

Определяющий момент при решении вопроса о широком внедрении микробиологических препаратов в производство – ожидаемая

эффективность – относительно небольшие затраты на биопрепараты приносят доход 5,5–15 руб. на 1 рубль вложений.

Сегодня к традиционным пестицидам и агрохимикатам добавляются препараты микробиологической природы, продуцирующие антибиотики, витамины, регуляторы роста, иммуномодуляторы, детоксы для снятия «агродисбактериоза» [17]. Доверие к микробиологическим удобрениям за 10 лет как к долгосрочным биомелиорантам, направленным на восстановление структуры микробиоценоза пахотных почв, существенно возросло. Роль биопестицидов оценивается очень позитивно, в том числе в качестве постановки биологических барьеров нарастанию тревожных проблем (в первую очередь бактериозам) в картофелеводстве. В передовых хозяйствах различных форм собственности экстрасол успешно используют как элемент управления продуктивностью культуры.

В интенсивных агротехнологиях картофелеводства объективно возрастает роль эффективных МБП препаратов комплексного действия. Доказано, что на интенсивных химических фонах повышение урожайности, качества, лежкости, сопротивления грибным, бактериальным и вирусным болезням без введения в агроценоз ризосферных бактерий не реально. Эффективность агрохимикатов и пестицидов без биопрепаративного сопровождения севооборотов снижается. Меняется идеология и практика внедрения МБП в арсенал средств интенсивных агротехнологий картофелеводства.

Ведущие производители пестицидов ЕС и США, формально отвергая разработки ученых ВНИИСХМ, тем не менее, уже начали создание и внедрение собственных биопрепаратов в качестве антидотов, витаминных добавок и детоксов после внесения повышенных доз пестицидов, химических мелиорантов и минеральных удобрений [18].

Работа поддержана Госконтрактом Минобрнауки №П 760 от 20.05.2010, Госконтрактом Минобрнауки № 16.М04.11.0013 от 29.04.2011 и Госконтрактом Минобрнауки 16.552.11.7047.

Библиографический список

1. Биопрепараты в сельском хозяйстве (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). М.: 2005. –154 с.

2. Петров В.Б., Чеботарь В.К., Казаков А.Е. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России// Достижения науки и техники АПК, 2002, № 10. С. 16–20.
3. Чеботарь В.К., Завалин А.А., Кипрушкина Е.Н. Эффективность применения биопрепарата экстрасол. М.: Изд-во ВНИАА, 2007.–216 с.
4. Котляров В.В. Бактериальные болезни растений – глобальная проблема современности. В сб. «Бактериальные болезни растений – глобальная проблема современности: материалы Всероссийской научно-практической конференции», 14–18 сентября 2009 г., г. Краснодар//Под ред. Проф. В.В. Котлярова – Краснодар: КубГАУ. 2009. С.34–50.
5. Петров В.Б., Чеботарь В.К. Управление процессами деструкции и гумификации пожнивных остатков зерновых культур с использованием микробиологического препарата экстрасол //Сельскохозяйственная биология, 2011, № 5.
6. Кипрушкина Е.И., Петров В.Б., Чеботарь В.К. Защитно-стимулирующие свойства биопрепарата при вегетации и хранении картофеля// Доклады РАСХН, 2005, № 3, С. 21–24.
7. Петров В.Б., Чеботарь В.К. Микробиологические препараты в практическом растениеводстве России: функции, эффективность, перспективы. // Рынок АПК. 2009. №7, С.16–18.
8. Петров В.Б., Данюков В.С. Экстрасол повышает эффективность выращивания культуры// Картофель и овощи, 2003, №3, С.7–8.
9. Завалин А.А., Тарасов А.Л., Чеботарь В.К., Казаков А.Е. Эффективность применения под яровую пшеницу биопрепарата *Bacillus subtilis* Ч-13 при нанесении на гранулы аммиачной селитры. Агрохимия, 2007. №7, С. 32–36.
10. Завалин А.А., Чеботарь В.К., Казаков А.Е., Тарасов А.Л.. Эффективность применения под яровую пшеницу аммиачной селитры, обработанной биопрепаратом. 2008. Вестник Россельхозакадемии, №1, С.64–66.
11. Усманов В.Т. Новые возможности экстрасола// Газета «Амурская правда», 10 февраля 2011 г., С.26.
12. Образцов А.С. Потенциальная продуктивность культурных растений. М., «Росинформагротех», 2001. 502 с.
13. Шуреков Ю.В., Дыньков Д.Б., Кочетов В.М. Бисолбифит– перспективная новинка на рынке биопрепаратов // Поволжье–агро, 2011, №4. С. 28–29.
14. Петров В.Б., Ковалева Н.М., Свиридова О.В. и др. Управление свойствами агроценоза Северо-Запада России с применением спектра новейших микробиологических препаратов. Матер. научн.-практ. конф. «Почвенные ресурсы Северо-Запада России: состояние, охрана и рациональное

использование».15-17 мая 2008 г. СПбГУ. Изд-во Политех. ун-та.,2008.С.167-175.

15.Методические рекомендации ВНИИСХМ. Некоторые новые методы количественного учета почвенных микроорганизмов и изучение их свойств. Л.,1987. 52 с.

16.Статья «Внедрение микробиологических препаратов в картофелеводство Сальского района в ООО «им.М.В.Фрунзе». Газета «Сальская степь». 17.07.2009 г.№114.С.5.

17.Петров В.Б.Чеботарь В.К.Микробиологические препараты – базовый элемент современных интенсивных агротехнологий растениеводства// Достижения науки и техники АПК, 2011, № 8.

18.Montesinos E., Bonaterra A., Badosa E., Frances J., Alemany J., Llorente I., Moragrega C. Plant-microbe interactions and the new biotechnological methods of plant disease control. Int Microbiol.2002.V.5.P. 169-175.

E-mail:vladchebotar@rambler.ru

E-mail: petrogard@mail.ru