

докл. XVIII Международ. науч.-практ. конф., Новосибирск, 16-17 сентября 2015 г. / Федеральное агентство науч. организаций, Федеральное гос. бюджетное учреждение «Сибирское отделение аграрной науки», М-во сел. хоз-ва Респ. Казахстан, Монгольская ААН, НАН Беларуси; ред. А. С. Донченко [и др.]; сост. Ю. И. Смолянинов [и др.]. – Новосибирск, 2015. – Ч. 1 – С. 176-177.

6. Определение комбинационной способности перца сладкого по схеме топкросса / А. В. Кильчевский, М. О. Моисеева, Т. В. Никонович, И. Г. Пугачева, М. М. Добродькин // Вестн. БГСХА. – 2014. – № 3. – С. 59-63.

УДК 635.64.044:632.952

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПЕСТИЦИДА БЕТАПРОТЕКТИН, Ж. ПРОТИВ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ ТОМАТА ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

**А. В. Свиридов¹, Е. Г. Шинкоренко¹, О. И. Дембицкий²,
Г. К. Журомский¹, Е. Г. Сапалева¹**

¹ – УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by);

² – РУАП «Гродненская овощная фабрика»

г. Гродно, Республика Беларусь, 230008

***Ключевые слова:** томат защищенного грунта, корневые гнили, био-пестицид Бетапротектин, ж.*

***Аннотация.** В статье представлены исследования по определению биологической и хозяйственной эффективности применения иммобилизованного био-пестицида Бетапротектин, ж. (на основе штамма бактерий *Vaccillus atyloliquefaciens* БИМ В-439Д) на томате защищенного грунта против болезней. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что применение данного препарата в производственных условиях путем последовательных поливов в течение вегетации оказали положительное влияние на состоянии растений томата и способствовали повышению выхода товарной продукции.*

BIOPESTICIDE BETAPROTECTIN, L. EFFICIENCY AGAINST TOMATO ROOT ROT IN PROTECTED SOIL

**A. V. Sviridov¹, E. G. Shynkorenko¹, O. I. Dembitski²,
G. K. Zhurumski¹, E. G. Sapaliova¹**

¹ – EI «Grodno state agrarian University»

Grodno, Republic of Belarus

(Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by);

² – The district unitary agrarian enterprise «Grodno vegetable factory»

Grodno, Republic of Belarus, 230008

Key words: *tomato in protected soil, root rot, biopesticide Betaprotectin.*

Summary: *The article presents the results of the research on biological and economic efficiency determination of immobilized biopesticide Betaprotectin, I. (on the basis of bacteria strain *Bacillus amyloliquefaciens* БИМ В-439Д) application against tomato root rot in protected soil. Data analysis proves that this biopesticide application in the farm conditions using serial irrigation during vegetation had a positive impact on a tomato plant development and effected commercial yield gain.*

(Поступила в редакцию 11.06.2018 г.)

Введение. На сегодняшний момент существует ряд проблем, связанных с болезнями овощных культур, которые являются серьезным препятствием получения высоких урожаев и значительно снижают качество выпускаемой продукции. Из-за строгих норм допуска по экологическим соображениям использование фунгицидов для защиты томата от болезней в ряде стран запрещено или сведено до минимума. Альтернативой может служить использование биологических средств защиты растений от болезней [1, 2].

Одним из современных способов, позволяющих получать эффективные биопрепараты, длительное время сохраняющих стабильность и имеющих высокую активность, является иммобилизация бактериальных клеток. Иммобилизованные микроорганизмы характеризуются более активным синтезом метаболитов: ферментов, спиртов, органических кислот, аминокислот, витаминов, антибиотиков, углеводов, микробных поверхностно-активных веществ и др. Для защиты овощных культур в период вегетации и при хранении разработан и внедрен биопестицид Бетапротектин, ж., основой которого является штамм бактерий *B. amyloliquefaciens* БИМ В-439Д, характеризующийся широким спектром антагонистического действия. Для повышения конкурентоспособности данного препарата было признано целесообразным провести расширение сферы его применения и снижение затрат на его производство за счет усовершенствованной технологии на основе математического моделирования ферментационного процесса и использования иммобилизованного инокулята [3, 4].

Цель работы – определение биологической и хозяйственной эффективности применения иммобилизованного биопрепарата Бетапротектин, ж. на томате защищенного грунта против болезней.

Материал и методика исследований. Производственные испытания эффективности биопестицида Бетапротектин, ж. в отношении возбудителей заболеваний томата были проведены на базе РУАП «Гродненская овощная фабрика».

Исследования по оценке влияния биопестицида Бетапротектин, ж. на распространенность и развитие болезней в теплицах проводились на производственном участке «Гибуличи» на культуре томата гибрида Торреро F1, выращиваемого в условиях продленного оборота. Технология выращивания томата общепринятая для данной зоны возделывания культуры. Исследования по изучению эффективности биопестицида Бетапротектин, ж. проводились на естественном инфекционном фоне.

Норма расхода биопестицида Бетапротектин, ж. на томате защищенного грунта – 65 л/га. Проводили полив растений 2%-м рабочим раствором препарата через систему 7-кратно в период вегетации с интервалом 14 дней. Расход рабочей жидкости – 250 мл/растение.

Варианты сравнения на томате: контроль (без применения биопрепарата); эталон (Фитопротектин, ж., титр $4-7 \times 10^9$ спор/мл, споры и продукты метаболизма бактерий *Bacillus subtilis*, штамм БИМ В-334 Д) (исследования начаты с 2013 г.). Фитопротектин применяли путем последовательных поливов растений огурца в период вегетации 2%-м рабочим раствором препарата 5-кратно, из расчета 250-300 мл/растение в соответствии с регламентами, приведенными в «Государственном реестре...».

Мониторинг фитосанитарной ситуации на томате защищенного грунта осуществлялся на протяжении всего периода от начала внесения препарата и до конца вегетации. Учеты распространенности и развития болезней проводили через 10 дней после обработки на 10 учетных растениях в каждой повторности, равномерно расположенных по диагонали делянки. В конце вегетации в период ликвидации растений осматривали корневую систему и прикорневую часть стебля.

Хозяйственную эффективность препарата рассчитывали по количеству сохраненного урожая плодов томата в опыте в сравнении с контролем и эталоном. Статистическая обработка полученных данных проведена по методу Б. А. Доспехова (1985).

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенных исследований установлено, что в условиях продленного оборота культуры первые признаки увядания растений, вызванные развитием возбудителей корневых и прикорневых гнилей, отмечались после вхождения растений в фазу активного плодоношения, после накопления в субстрате возбудителей инфекции. По данным фитосанитарного мониторинга, в 2012 г. ситуация на культуре томата сохраняла видимую стабильность на протяжении практически всего периода применения препарата. Учет, проведенный после 3-кратного полива, показал, что распространенность болезни в опыте в этот период составляла 2%

при 0,5%-м уровне развития, в контроле – 3,3 и 0,8% соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние биоpestицида Бетапротектин, ж. на пораженность растений томата корневыми и прикорневыми гнилями (2012 г.)

Вариант опыта	Распространенность болезни на дату учета, %			Развитие болезни на дату учета, %			Биологическая эффективность на дату учета, %	
	31.07	9.10	14.11	31.07	9.10	14.11	9.10	14.11
Контроль	3,3	43,8	82	0,8	23,5	39,4	-	-
Биоpestицид Бетапротектин, ж.	2,0	18,3	60	0,5	14,3	23,5	39,1	40,3

Примечание – сроки обработок: 19.06, 05.07, 18.07, 1.08, 20.08, 7.09 и 21.10.12 г.

В 2013 г. признаки заболеваний отмечали в более ранние сроки – начиная с третьей декады июня. Распространенность болезни перед началом внесения биоpestипрепаратов не превышала 0,6-1%, развитие составило 0,2-0,3% по 1 баллу. Поливы растений биоpestипрепаратом Бетапротектин, ж. проводили регулярно (с конца июня до середины октября). Мониторинг фитосанитарной ситуации показал, что распространение и развитие корневых гнилей на томате защищенного грунта нарастало медленно (вплоть до третьей декады сентября). По данным учетов, проведенных после 5-кратного применения испытываемого биоpestипрепарата, пораженность растений в опыте составила 4,6% против 15% в контроле, что соответствовало уровню эталона – 5%. Развитие болезни в этот период (2013 г.) также было незначительным и варьировало от 1,7-1,9% на фоне внесения биоpestипрецида Бетапротектин, ж и эталонного препарата Фитопротектин, ж. до 5% в варианте без применения биоpestипрепаратов (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние биоpestипрецида Бетапротектин, ж. на пораженность растений томата корневыми и прикорневыми гнилями (2013 г.)

Вариант опыта	Распространенность болезни на дату учета, %						Развитие болезни на дату учета, %						Биологическая эффективность, %
	24.06	06.08	24.9	17.10	31.10	14.11	24.06	06.08	24.09	17.10	31.10	14.11	

Контроль (без пре- парата)	1,0	2,5	15,0	30,0	52,5	75,0	0,3	1,3	5,0	16,9	29,4	43,1	-
----------------------------------	-----	-----	------	------	------	------	-----	-----	-----	------	------	------	---

Продолжение таблицы 2

Фитопро- тектин, ж. (эталон)	0,6	2,5	5,0	17,5	35,0	57,5	0,2	0,6	1,9	9,4	18,1	26,3	39,0
Биопести- цид Бета- протектин, ж.	0,9	2,1	4,6	15,0	32,5	52,5	0,2	0,5	1,7	7,5	16,3	22,5	47,8

Примечание – сроки обработок: 25.06, 11.07, 26.07, 16.08, 13.09, 7.10, 21.10.13 г.

После 6-го полива изучаемым препаратом пораженность растений в опыте в 2012 г. достигала 23,5%, в 2013 г. – 15%, в то время как в контроле признаки болезни отмечались у 43,8% (2012 г.), в 2013 г. – у 30% растений. Показатель развития корневых и прикорневых гнилей на томате защищенного грунта на фоне защитных мероприятий составил 14,3% (2012 г.) и 7,5% (2013 г.), в контроле – на уровне 23,5% и 16,9% соответственно.

Значительное увеличение распространения болезни и нарастание интенсивности ее развития наблюдалось к концу вегетационного сезона. В конце октября в контроле отмечались очаги выпадения растений в результате сильного развития корневых гнилей.

Установлено, что защитное действие испытываемого биопестицида Бетапротектин, ж. хорошо проявляется к концу вегетации. Обязательным является проведение учетов пораженности болезнью корневой системы томата в период ликвидации растений, данные которого наиболее наглядно позволяют выявить признаки поражения корневыми и прикорневыми гнилями. Завершающие учеты были проведены через 3,5 недели после окончания внесения биопестицида Бетапротектин, ж. перед удалением растений из теплиц и дезинфекцией. В этот период распространенность болезни в варианте с применением биопестицида Бетапротектин, ж. составляла 60,0% в 2012 г. и 52,5% в 2013 г. против 82,0 и 75% пораженных растений в контроле соответственно. При этом показатель развития корневых и прикорневых гнилей томата снизился

относительно варианта без обработки в 1,7 (2012 г.) и 1,9 (2013 г.) раза и составил 23,5 и 22,5% соответственно.

Биологическую эффективность биопестицида Бетапротектин, ж. определяли по снижению развития болезни относительно контроля. В условиях сезона 2012 г. эффективность изучаемого препарата против корневых и прикорневых гнилей томата после 7-кратного его применения составила 40,3%, в условиях 2013 г. – 47,8%.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что регулярные поливы биопестицидом Бетапротектин, ж. оказали положительное влияние на состояние растений томата и способствовали повышению урожайности. Применение данного биопрепарата против корневых и прикорневых гнилей томата позволило в итоге повысить выход товарной продукции с 44,82 до 47,33 кг/м². Сохраненный урожай в 2012 г. составил 2,51 кг/м², в 2013 г. – 3,1 кг/м² (таблицы 3, 4).

Таблица 3 – Влияние биопестицида Бетапротектин, ж. на урожайность томата защищенного грунта (2012 г.)

Вариант опыта	Урожайность на дату учета												
	1.06*		1.07		1.08		1.09		1.10		1.11		1.12
	кг/м ²	кг/м ²	% к кон-тролю	кг/м ²	% к кон-тролю	кг/м ²	% к кон-тролю	кг/м ²	% к кон-тролю	кг/м ²	% к кон-тролю	кг/м ²	% к кон-тролю
Контроль	11,60	18,85	100	27,29	100	32,27	100	36,40	100	40,83	100	44,82	100,0
Биопестицид Бетапротектин, ж.	11,61	19,25	102,1	28,20	103,3	34,46	106,8	38,02	104,5	43,06	105,5	47,33	105,6
НСР _{0,05}	-	-	-	-	-	-	-	1,56	-	1,38	-	1,99	-

Примечание – сроки обработок: 19.06, 05.07, 18.07, 1.08, 20.08, 7.09 и 21.09; * – учет проведен до начала поливов препаратом

Таблица 4 – Влияние биопестицида Бетапротектин, ж. на урожайность томата защищенного грунта (2013 г.)

Вариант опыта	Урожайность на дату учета												
	1.0	1.09			1.10		1.11		1.12				
	кг/м ² *	кг/м ²	Сохраненный урожай		кг/м ²	Сохраненный урожай		кг/м ²	Сохраненный урожай				
			кг/м ²	%		кг/м ²	%		кг/м ²	%			
Контроль (без препарата)	13,5	33,6	-	-	38,4	-	-	41,5	-	-	45,6	-	-
Фитопротектин, ж. (эталон)	13,3	34,3	0,7	2,1	39,6	1,2	3,1	43,3	1,8	4,3	46,8	1,2	2,6
Биопестицид Бетапротектин, ж	13,6	35,0	1,4	4,2	40,4	2,0	5,2	44,0	2,5	6,0	48,8	3,1	6,8
НСР 0,05	-	-	-	-	-	-	-	1,11	-	-	1,18	-	-

Примечание – сроки обработок: 25.06, 11.07, 26.07, 16.08, 13.09, 7.10, 21.10.13 г.; * – учет проведен до начала поливов препаратом

По данным проведенных испытаний биопестицида Бетапротектин, ж. был внесен в «Государственный реестр...» для применения на томате защищенного грунта против корневых и прикорневых гнилей со следующими регламентами: норма расхода препарата – 65 л/га, максимальная кратность применения – 7, препарат применяют путем последовательных поливов 2%-й рабочей жидкостью. Первый полив в

период активного плодоношения профилактический, последующие – интервалом 2-3 недели. Расход рабочей жидкости – 250 мл/растение.

Высокая эффективность препарата подтверждена в производственных условиях. Биопестицид Бетапротектин, ж. ежегодно применялся в теплицах РУАП «Гродненская овощная фабрика». Объемы его закупок и внесения на предприятии в 2015-2017 гг. варьировали от 1070 до 1475 л. Внедрение в производство данного приема биологической защиты растений позволило улучшить фитосанитарную ситуацию, достигнуть средней урожайности томата ($43-44,3 \text{ кг/м}^2$) при валовом сборе продукции от 1726,8 до 2460,2 т.

Заключение. Таким образом, анализ полученных данных свидетельствует о том, что применение биопестицида Бетапротектин, ж. путем регулярных поливов растений в течение вегетации оказали положительное влияние на состояние растений томата и способствовали повышению выхода товарной продукции. Внесение биопестицида Бетапротектин, ж. с нормой расхода 65 л/га (7-кратно) позволило достигнуть итогового уровня урожайности в опыте на 01.12.12 г. – $47,3 \text{ кг/м}^2$, на 01.12.13 г. – $48,8 \text{ кг/м}^2$, в то время как в контроле этот показатель был на уровне 44,8 и $45,6 \text{ кг/м}^2$ соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бактерии-антагонисты как агенты биологического контроля кагатной гнили сахарной свеклы / Э. И. Коломиец [и др.] // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т микробиологии; редкол.: Э. И. Коломиец [и др.]. – Минск, 2007. – Т. 1. – С. 170-176.
2. Свиридов, А. В. Бактерии-антагонисты в защите сахарной свеклы от кагатной гнили / А. В. Свиридов, Э. И. Коломиец. – Гродно: ГГАУ, 2012. – 191 с.
3. Использование бактерий-антагонистов для защиты столовой свеклы от болезней при хранении / А. В. Свиридов [и др.] // Овощеводство: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т овощеводства; редкол.: А. А. Аутко [и др.]. – Минск, 2008. – Вып. 15. – С. 300-307.
4. Свиридов, А. В. Агробиологическое обоснование развития гнилей корнеплодов свеклы сахарной и столовой и разработка системы защиты по ограничению их вредоносности в Республике Беларусь / А. В. Свиридов // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.07 – защита растений УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» по адресу: ул. Мичурина, 5; г. Горки, Могилевская область, 213407, Республика Беларусь, 2016. – 48 с.