

БИОПЕСТИЦИД БЕТАПРОТЕКТИН ДЛЯ ЗАЩИТЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ОТ КАГАТНОЙ ГНИЛИ

А.В. Свиридов, кандидат с.-х. наук, В.В. Просвиряков, ассистент
Гродненский государственный аграрный университет

О.С. Кильчевская, кандидат биологических наук, Э.И. Коломиец, доктор биологических наук
Институт микробиологии НАН Беларуси

Ф.А. Попов, кандидат с.-х. наук
Институт защиты растений

Разработана технология применения нового биоpestицида бетапротектин для борьбы с кагатной гнилью сахарной свеклы. Показано, что оптимальная норма расхода биопрепарата составляет 0,5 л/т при расходе рабочей жидкости не более 3 л/т, а рекомендованными сроками обработки являются однократное опрыскивание корнеплодов при закладке на хранение или последовательная обработка при уборке корнеплодов и закладке на хранение.

Application of technology of new biopesticide betaprotectin to control clamp rot of sugar beet is optimized. It is shown, that optimum application dose of biopreparation is 0,5 l/ton so that expense of working solution constitutes not more than 3 l/ton. The recommended terms of treatment envisage a single spraying of root crops loaded for storage or their treatment during harvesting and piling for preservation.

ПОД САХАРНУЮ СВЕКЛУ в Республике Беларусь в последние годы отводится от 90 до 108 тыс. га пашни. Постоянно возрастает урожайность культуры. Всё это приводит к увеличению объема производимой продукции, соответственно и к удлинению периода хранения корнеплодов. При хранении в кагатах и буртах корнеплоды сахарной свеклы подвергаются воздействию различных неблагоприятных факторов. Наиболее вредоносным из них, имеющих биологическую природу, является кагатная гниль. Применение химических средств защиты корнеплодов ограничивается санитарно-гигиеническими требованиями. Поэтому использование биологического контроля фитопатогенов в качестве альтернативы химическому методу призвано обеспечить эффективную защиту растений и получение экологически безопасной продукции.

До настоящего времени в Беларуси не применяли биоpestициды для защиты сахарной свеклы от болезней при хранении, а использование импортных препаратов (ризоплана, бактофита, фитоспорина-М), неадаптированных к видовому составу возбудителей кагатной гнили, характерному для климатических условий Беларуси, не всегда эффективно. В связи с этим возникла необходимость разработки технологии получения и применения высокоэффективного биологического препарата для ограничения вредоносности кагатной гнили в период хранения корнеплодов [1,2].

Настоящая работа посвящена изучению эффективности нового отечественного биоpestицида бетапротектин против кагатной гнили сахарной свеклы, а также оптимизации нормы расхода препарата и сроков его применения.

Материалы и методы исследований

В качестве основы для создания препарата бетапротектин, ж использован штамм бактерий *Bacillus subtilis* БИМ В-439 Д, выделенный в Институте микробиологии НАН Беларуси, характеризующийся высокой антагонистической активностью в отношении возбудителей кагатной гнили сахарной свеклы. Разработаны технические условия (ТУ ВУ 100289066-2008) на биопрепарат, в соответствии с которыми была наработана опытная партия биоpestицида бетапротектин для проведения исследований.

Производственные испытания эффективности действия биопрепарата проводили в течение трех лет (2007-2009 гг.) в условиях крупногабаритных буртов УОСПК «Путришки» и на кагатах ОАО «Скидельский сахарный комбинат» на гибридах (F1) сахарной свеклы: Z (сахаристого) типа – Сильвано и Кораб, E (урожайного) типа – Казино и N (урожайно-сахаристого) типа – Марс. Закладку опытов проводили по методике [3]. Контролем во всех вариантах служили необработанные корнеплоды гибридов свеклы. Продолжительность

хранения корнеплодов составляла 90 суток. Температура в кагатах колебалась от +2 до +12°C.

При проведении исследований в 2007 г. изучали норму расхода рабочей жидкости препарата путем обработки корнеплодов бетапротектином сразу после их уборки свеклоуборочным комбайном. В 2008-2009 гг. проведены исследования по оптимизации сроков обработок и их кратности. Норма расхода препарата составила 0,25; 0,5 и 1,0 л/т при расходе рабочей жидкости не более 3,0 л/т.

Распространенность и развитие заболевания корнеплодов, а также биологическую эффективность биопрепарата рассчитывали по общепринятым в фитопатологии методикам [4]. Вредоносность заболевания оценивали по разработанной нами методике, утвержденной на научно-техническом совете УО «Гродненский государственный аграрный университет» [5]. Результаты исследований статистически обработаны с применением дисперсионного анализа с использованием пакета стандартных программ STAT.

Результаты исследований и их обсуждение

Для определения оптимальной нормы расхода биопрепарата проводили обработку из расчета 0,25; 0,5 и 1,0 л препарата на 1 т корнеплодов (таблица 1).

Установлено, что биоpestицид сдерживает развитие кагатной гнили уже при норме расхода препарата 0,25 л/т, однако биологическая эффективность при этом была низкой и составляла от 2,2 до 4,1% в зависимости от гибрида. С увеличением нормы расхода препарата до 1,0 л/т биологическая эффективность бетапротектина повышалась и достигла на корнеплодах гибридов Сильвано – 20,0%, Марс – 27,1 и Казино – 24,7%. Достаточно эффективным оказалось применение препарата с нормой расхода 0,5 л/т. Биологическая эффективность в этом варианте на гибриде Сильвано была на уровне 17,2%, на гибриде Марс – 21,1 и на гибриде Казино – 21,6%. В связи с этим можно сделать вывод о том, что экономически более целесообразным является применение биоpestицида бетапротектин в норме расхода 0,5 л/т. Нами выявлено, что применение препарата при норме расхода рабочей жидкости 3,0 л/т не оказывает стимулирующего влияния на развитие патогенной микрофлоры, находящейся на корнеплодах сахарной свеклы.

Обработка корнеплодов сахарной свеклы биопрепаратом с различными нормами расхода оказывала влияние на технологические качества и физиологическое состояние корнеплодов. Установлено, что при норме расхода препарата 0,5 л/т снижалась интенсивность дыхания корнеплодов у гибридов: Сильвано – на 16,7 мг CO₂/кг·ч; Марс – 34 мг CO₂/кг·ч; Казино – на 8,2 мг CO₂/кг·ч при сохранении сахаристости у перечисленных гибридов на уровне 16,0%; 15,7 и

Таблица 1 – Эффективность биопестицида бетапротектин против кагатной гнили в зависимости от нормы расхода препарата (2007 г.)

Гибрид	Норма расхода, л/т	Кагатная гниль, %		Эффективность, %		Сохранность корнеплодов, %
		развитие	вредоносность	биологическая	хозяйственная	
Сильвано	0,25	38,1	15,1	2,2	0,5	84,9
	0,5	32,2	12,6	17,2	3,2	87,4
	1,0	31,1	10,0	20,0	6,1	90,0
	контроль	38,9	15,5	-	-	84,5
Марс	0,25	26,7	9,8	4,1	0,5	90,2
	0,5	21,9	7,0	21,1	3,5	93,0
	1,0	20,3	6,0	27,1	4,5	94,0
	контроль	27,8	10,2	-	-	89,8
Казино	0,25	34,4	13,9	3,8	0,1	86,1
	0,5	28,1	10,0	21,6	4,4	90,0
	1,0	26,9	9,3	24,7	5,2	90,7
	контроль	35,8	14,0	-	-	86,0

Примечание - Контроль - без обработки.

17,1%, что превышало содержание сахарозы в контроле без обработки на 0,2%; 0,4 и 0,9%, соответственно (таблица 2).

Содержание инвертного сахара в корнеплодах гибридов Сильвано и Казино при применении препарата в норме расхода 0,5 л/т было ниже на 0,1 и 0,41%, чем в контроле. Повышение нормы расхода бетапротектина до 1,0 л/т позволило незначительно изменить интенсивность процессов дыхания и превращения углеводов. Содержание в корнеплодах калия, натрия и α -аминного азота в большинстве вариантов было ниже, чем в контроле.

Проведены исследования по выявлению оптимальных сроков обработок и их кратности (таблица 3). Установлено, что вариант с двукратной обработкой корнеплодов всех трех гибридов сахарной свеклы бетапротектином в норме расхода 0,5 л/т – при уборке и повторно при закладке на хранение – оказался наиболее эффективным. Биологическая эффективность этого приема составила на гибриде Сильвано 40,9%, Марс – 43,7, Казино – 42,0%. При этом сохранность корнеплодов при применении биопрепарата достигла 92,1–95,0%.

Однократная обработка сахарной свеклы бетапротектином при уборке корнеплодов обеспечивала незначительный эффект. Опрыскивание биопрепаратом в этот период снижало развитие заболевания в зависимости от гибрида всего на 2,1-5,4%. Это можно объяснить тем, что при погрузке, транспортировке и закладке на хранение корнеплоды повторно травмируются, в результате чего создаются условия для их перезаражения фитопатогенами.

Установлено, что двукратная обработка корнеплодов сахарной свеклы бетапротектином – при уборке и закладке на хранение, а также однократная обработка – при закладке на хранение в кагаты – оказывали положительное влияние на технологические качества и физиологическое состояние корнеплодов (таблица 4).

Так, интенсивность дыхания корнеплодов в вариантах II и III составила у гибрида Сильвано 32,1-37,3 мг $\text{CO}_2/\text{кг}\cdot\text{ч}$, Марс – 33,0-34,6 и Казино – 34,6-42,2 мг $\text{CO}_2/\text{кг}\cdot\text{ч}$, в то время как в контроле этот показатель был выше (45,9 мг $\text{CO}_2/\text{кг}\cdot\text{ч}$; 46,6 и 52,3 мг $\text{CO}_2/\text{кг}\cdot\text{ч}$, соответственно). Сахаристость корнеплодов в вариантах, где применяли биологический препарат, находилась в

Таблица 2 – Влияние нормы расхода бетапротектина на физиологические и технологические качества корнеплодов сахарной свеклы (2007 г.)

Гибрид	Норма расхода, л/т	Интенсивность дыхания, мг $\text{CO}_2/\text{кг}\cdot\text{ч}$	Сахаристость, %	Инвертный сахар, %	Содержание, ммоль на 100 г		
					калий	натрий	α -аминный азот
Сильвано	0,25	33,0	15,3	1,34	4,48	0,54	1,97
	0,5	21,0	16,0	0,84	4,12	0,50	1,95
	1,0	24,0	16,0	0,68	6,00	0,49	1,26
	контроль	37,7	15,8	0,94	5,50	0,60	2,09
Марс	0,25	46,4	16,8	0,75	4,06	0,44	1,58
	0,5	30,3	17,1	0,93	4,80	0,47	1,94
	1,0	32,8	16,5	0,56	5,11	0,39	2,00
	контроль	64,3	16,7	0,53	4,70	0,51	1,90
Казино	0,25	27,2	16,2	0,64	5,12	0,61	2,09
	0,5	24,6	15,7	0,85	6,00	0,48	2,14
	1,0	23,2	15,8	0,94	5,58	0,53	1,75
	контроль	32,8	14,9	1,26	5,17	0,46	2,29

Примечание - Контроль - без обработки.

Таблица 3 – Эффективность биопестицида бетапротектин против кагатной гнили в зависимости от срока обработки корнеплодов (2008 г.)

Гибрид	Вариант*	Кагатная гниль, %		Эффективность, %		Сохранность корнеплодов, %
		развитие	вредоносность	биологическая	хозяйственная	
Сильвано	I	30,0	10,0	8,4	2,8	90,0
	II	21,5	6,1	34,8	7,0	93,9
	III	19,4	5,0	40,9	8,0	95,0
	K	33,1	12,6	-	-	87,4
Марс	I	29,2	10,2	15,8	2,7	89,9
	II	22,3	6,5	35,2	6,5	93,5
	III	19,4	5,3	43,7	7,6	94,7
	K	34,6	12,6	-	-	87,4
Казино	I	39,4	15,7	10,4	2,5	84,3
	II	27,3	8,0	38,1	10,5	92,0
	III	25,4	7,9	42,0	10,6	92,1
	K	44,2	17,7	-	-	82,3

Примечание - *Срок обработки корнеплодов: I - при уборке, II – при закладке на хранение, III – при уборке и закладке на хранение, K – контроль (без обработки).

пределах 17,2-17,8%; 17,1-18,0 и 16,5-17,1 %, соответственно. В то же время в контрольных вариантах гибридов Сильвано, Марс и Казино содержание сахарозы в корнеплодах было несколько ниже (16,9%; 17,2 и 16,2%, соответственно). Низкое значение инвертного сахара отмечено в варианте с двукратной обработкой корнеплодов биопрепаратом.

В условиях 2009 г. изучение эффективности бетапротектина проведено на гибриде Кораб. Полученные данные представлены в таблице 5.

Наиболее эффективным было двукратное опрыскивание корнеплодов – при уборке и закладке на хранение. Биологическая эффективность данного приема достигла 37,5%.

Обработка корнеплодов гибрида Кораб биопрепаратом оказывала положительное влияние на их технологические качества (таблица 6). Содержание сахара находилось на уровне 16,1-16,4%, в контрольном варианте – 15,9%. Отмечена также тенденция снижения содержания калия, натрия,

азота и инвертного сахара в корнеплодах по сравнению с контролем во всех опытных вариантах.

Выводы

Испытания биопестицида бетапротектин, проведенные на гибридах сахарной свеклы Сильвано, Марс, Казино и Кораб, показали эффективность его действия против кагатной гнили.

Оптимальная норма расхода биопрепарата для обработки корнеплодов сахарной свеклы, обеспечивающая эффективную защиту от кагатной гнили при хранении, составляет 0,5 л/т при расходе рабочей жидкости не более 3,0 л/т.

Наиболее эффективна двукратная обработка корнеплодов биопрепаратом – при уборке и при закладке на хранение, а также однократное их опрыскивание при закладке на хранение.

Таблица 4 – Влияние сроков обработки сахарной свеклы бетапротектином на физиологические и технологические качества корнеплодов (2008 г.)

Гибрид	Вариант*	Интенсивность дыхания, мг CO ₂ /кг·ч	Сахаристость, %	Инвертный сахар, %	Содержание, ммоль на 100 г		
					калий	натрий	α-аминовый азот
Сильвано	I	46,7	17,2	0,24	4,77	0,47	1,67
	II	32,1	17,3	0,32	4,52	0,43	1,62
	III	37,3	17,8	0,20	5,02	0,47	1,47
	K	45,9	16,9	0,29	5,66	0,65	1,82
Марс	I	43,2	17,1	0,25	4,23	0,30	1,50
	II	34,6	17,6	0,26	4,48	0,26	1,37
	III	33,0	18,0	0,20	4,26	0,23	1,54
	K	46,6	17,2	0,36	4,28	0,22	1,63
Казино	I	43,6	16,6	0,43	6,61	0,78	2,30
	II	42,2	17,1	0,33	6,46	0,67	2,10
	III	34,6	16,5	0,27	5,55	0,53	1,90
	K	52,3	16,2	0,37	6,65	0,72	2,60

Примечание - *Срок обработки корнеплодов: I - при уборке, II – при закладке на хранение, III – при уборке и закладке на хранение, K - контроль (без обработки).

Таблица 5 – Эффективность бетапротектина против кагатной гнили в зависимости от сроков обработки корнеплодов при хранении сахарной свеклы (2009 г.)

Гибрид	Вариант*	Кагатная гниль, %		Биологическая эффективность, %	Сохранность корнеплодов, %
		развитие	вредоносность		
Кораб	I	28,7	11,0	22,0	89,0
	II	26,1	9,0	29,1	91,0
	III	23,0	7,2	37,5	92,8
	K	36,8	15,0	-	85,0

Примечание - *Срок обработки корнеплодов: I - при уборке, II – при закладке на хранение, III – при уборке и закладке на хранение, K - контроль (без обработки).

Таблица 6 - Влияние бетапротектина на физиологические и технологические качества корнеплодов сахарной свеклы в зависимости от срока их обработки (2009 г.)

Гибрид	Вариант*	Сахаристость, %	Инвертный сахар, %	Содержание, ммоль на 100 г		
				калий	натрий	а- аминный азот
Кораб	I	16,1	0,31	6,00	0,49	1,52
	II	16,4	0,29	5,01	0,44	1,49
	III	16,1	0,35	5,10	0,50	1,51
	K	15,9	0,48	5,25	0,51	1,60

Примечание - *Срок обработки корнеплодов: I - при уборке, II – при закладке на хранение, III – при уборке и закладке на хранение, K - контроль (без обработки).

Применение биопрепарата позволило снизить развитие кагатной гнили на 13,7-18,8%, вредоносность заболевания - в 1,2-2,5 раза, обеспечив при этом высокую биологическую эффективность (до 43,7%) и сохранность корнеплодов (до 95%). Обработка позволяет предотвратить снижение сахаристости корнеплодов на 0,2-0,9%.

Препарат бетапротектин прошел производственную проверку, зарегистрирован, включен в Государственный реестр средств защиты (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, и рекомендован для широкого применения в производстве.

Литература

1. Пусенкова, Л.И. Биофунгицид Фитоспорин-М для повышения сохранности корнеплодов сахарной свеклы в кагатах / Л.И. Пусенкова, Р.А. Кудаярова, П.С. Григорьев // Сахар. – 2007. - № 8. – С. 30-32.
2. Григорьев, П.С. Влияние биофунгицида Фитоспорин-М на урожайность и сохранность в кагатах корнеплодов сахарной свеклы / П.С. Григорьев, Л.И. Пусенкова, Р.А. Кудаярова // Агрехимический вестник. – 2007. - № 2. – С. 27-28.
3. Приемка и хранение сахарной свеклы: Технологический регламент. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 432 с.
4. Поляков, И.Я. Прогноз развития вредителей и болезней сельскохозяйственных культур (с практикумом) / И.Я. Поляков, М.П. Персов, В.А. Смирнов. – Л.: Колос, 1984. – 318 с.
5. Методические указания по оценке поражения корнеплодов сахарной свеклы кагатной гнилью при хранении: методические указания / А.В. Свиридов, В.В. Просвираков. – Гродно, 2009. – 10 с.