УДК 635.21:633.49:631.563 DOI:10.31677/2072-6724-2020-57-4-25-34

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СХЕМ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО БИОПРЕПАРАТА КАРТОФИН НА ОСНОВЕ *BACILLUS SUBTILIS* ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

М.К. Деревягина, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
С.В. Васильева, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
Г.Л. Белов, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
В.Н. Зейрук, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией

Федеральный исследовательский центр картофеля им. А.Г. Лорха, пос. Красково, Россия, E-mail: belov.grischa2015@mail.ru

Ключевые слова: **картофель, биопрепараты, фунгициды, болезни, эффективность**

Реферат. ***В полевых опытах было испытано пять схем применения препаратов разных спектров действия с целью снижения химической нагрузки на биоценоз картофеля. Недостаточная эффективность использования только биологических препаратов в защите картофеля от болезней вполне закономерна. Их применение необходимо сочетать с химическими пестицидами, уменьшая количество обработок химическими препаратами, но не снижая при этом эффективности в борьбе с болезнями и урожайности культуры. Проведено изучение влияния биологического препарата Картофин в качестве протравителя клубней картофеля и фунгицида для обработок вегетирующих растений в сравнении с химическими препаратами Эместо Квантум и Консенто, чередования биопрепарата и химических фунгицидов на хозяйственные показатели сорта Сантэ. По результатам двух лет испытаний выявлено, что биопрепарат Картофин и химические препараты не оказывают негативного влияния на ростовые качества картофеля и на его иммунитет. Применение биопрепарата способствовало снижению развития и распространения ризоктониоза и альтернариоза, уступая при этом по эффективности химическим препаратам. Против возбудителя фитофтороза применение биопрепарата Картофин было малоэффективным, в то же время замена одной обработки Картофином в период смыкания ботвы в рядках на обработку Консенто позволила снизить степень развития болезни в 2 раза до середины вегетации. Применение химического фунгицида Консенто позволило с эффективностью до 54,2 % защитить растения от фитофтороза к концу вегетации. Применение биопрепарата Картофин в период вегетации позволило увеличить урожайность на 6,8–7,9 % (1,2–1,4 т/га) по сравнению с контролем. Замена одной обработки Картофином на обработку Консенто повысила урожайность на 14,1–16,9 % (2,5–2,9 т/га). Применение химического протравителя Эместо Квантум с последующей обработкой растений Консенто увеличивало урожайность на 18,9 % (3,3 т/га). Обработка семенных клубней Картофином способствовала получению свободного от ризоктониоза урожая. Таким образом, применение Картофина в качестве протравителя и фунгицида для обработок в период вегетации с заменой одной обработки на Консенто в период смыкания ботвы в рядке увеличивает выход стандартной продукции на 20,1 %.***

THE EFFECTIVENESS OF THE SCHEME FOR THE USE OF A NEW BIOLOGICAL PRODUCT "KARTOFIN" BASED ON BACILLUS SUBTILIS IN GROWING POTATOES

M.K. Dereviagina, Candidate of Biological Sc., Leading Researcher
S.V. Vasilieva, Candidate of Agricultural Sc., Leading Researcher,
G.L. Belov, Candidate of Biological Sc., Senior Researcher
V.N. Zeiruk, Doctor of Agricultural Sc., Head of the Protection Laboratory

A.G. Lorkh Federal Research Center for Potatoes, pos. Kraskovo, Russia

Key words: potatoes, biologicals, fungicides, diseases, effectiveness.

Abstract. *In field experiments, five schemes of using drugs of different spectra of action were tested in order to reduce the chemical load on the potato biocenosis. Insufficient efficiency of using only biologicals in protecting potatoes from diseases is quite natural. Its use should be combined with chemical pesticides, reducing the number of chemical treatments, but not reducing the effectiveness in combating diseases and crop yields. The study of the effect of the biological product Kartofin as a disinfectant of potato tubers and a fungicide for the treatment of vegetative plants in comparison with the chemical preparations Emesto Quantum and Consento, the alternation of the biological product and chemical fungicides on the economic indicators of the Sante variety. According to the results of two-year testing it was revealed that the biological product Kartofin and chemical preparations do not cause negative effect on the growth qualities of potatoes and on its immunity. The use of the biological product contributed to a decrease in the development and spread of rhizoctoniosis and alternaria, while being inferior in effectiveness to chemical drugs. Against the causative agent of late blight, the use of the biological product Kartofin was ineffective. At the same time, replacing one treatment with Kartofin during the period of closing the tops in rows for the Consento treatment enabled to reduce the degree of development of the disease by 2 times until the middle of the growing season. The use of the chemical fungicide Consento enabled to protect plants from late blight by the end of the growing season with an efficiency of up to 54.2%. The use of the biological product Kartofin during the growing season enabled to increase the yield by 6.8-7.9% (1.2-1.4 t / ha) compared to the control. The replacement of one treatment with Potato for the Consento treatment increased the yield by 14.1-16.9% (2.5-2.9 t / ha). The use of the chemical dressing agent Emesto Quantum followed by the processing of Consento plants increased the yield by 18.9% (3.3 t / ha). The treatment of seed tubers with Potato helped to obtain a crop free from rhizoctonia. Thus, the use of Kartofin as a disinfectant and fungicide for treatments during the growing season with the replacement of one treatment with Consento during the closing of the tops in a row increases the yield of standard products by 20.1%.*

Целесообразность использования биометода для защиты сельскохозяйственных культур от вредных объектов очевидна. Негативные факторы окружающей среды заставляют нас стремиться получить экологически безопасную сельскохозяйственную продукцию, испытывать для защиты растений новые биопрепараты [1].

Главной особенностью биологических средств защиты является их безвредность для окружающей среды, человека, животных, насекомых и других представителей биоценоза, в них нет синтетических веществ, а только живые микроорганизмы или продукты их жизнедеятельности.

Производители биопрепаратов гарантируют срок хранения максимум 1,5 года. После истечения указанного срока титр жизнеспособных спор и биологическая активность начинают снижаться, а это облегчает их утилизацию.

В список современных биопрепаратов включено порядка 200 наименований [2]. Однако надо учитывать, что большинство биопрепаратов имеют как положительные, так и отрицательные свойства. Активность

биопрепаратов в полевых условиях узкоспецифична, эффективность их нестабильна и в значительной степени зависит от погодных условий. Биологические препараты требуют соблюдения определенных условий для проявления их положительного эффекта, причем не всегда зависящих от человека. Так, препараты на основе бактерий наиболее эффективны при температуре 20–30 °С. Снижение ее даже до + 17°С может резко уменьшить их эффективность. В дождливую погоду они могут просто смыться водой, а в засушливые годы потерять положительные свойства под влиянием интенсивного ультрафиолета. Не всегда понятна тактика применения биопрепаратов для борьбы с болезнями: надо их применять профилактически или при первых признаках проявления заболевания?

Именно поэтому необходимы полевые испытания биопрепаратов в течение ряда лет для выявления условий максимального проявления положительного эффекта.

Картофин, СК (штамм *Bacillus subtilis* 5И-12/23, 10^{10} КОЕ /мл, ФГБНУ ВИЗР) – это протравитель семян и фунгицид для обработки вегетирующих растений, созданный на основе бактерии *Bacillus subtilis*. На основе этого микроорганизма создано большое количество биофунгицидов: Алирин-Б, Баксит и др. Бактерии, входящие в состав препарата, секретируют биологически активные вещества [3–5], в том числе индолил-3-уксусную кислоту, которая должна оказывать ростостимулирующее действие на растение. Однако это происходит при определенных условиях, и поэтому в некоторых случаях биопрепарат может не проявлять росторегуляторных качеств [6].

Известны случаи негативного влияния как химических, так и биологических препаратов на рост и развитие растений картофеля и его иммунитет. Отмечалось снижение количества взошедших растений, снижение иммунитета растений картофеля под действием химических препаратов [7], а при постоянном использовании биопрепаратов (Фитоспорин, Интеграл и др.) увеличивалась пораженность зерновых культур головней [8].

Основной задачей наших исследований являлась оценка эффективности биопрепарата Картофин в сравнении с химическими препаратами в течение двух лет с различными погодными условиями. Изучали воздействие оцениваемых препаратов на иммунитет картофеля, т.е. на поражаемость наиболее вредоносными болезнями, их влияние на рост и развитие растений картофеля, а также на урожайность культуры при применении разных схем сочетания фунгицидов с целью снижения химического прессинга на окружающую среду.

ОБЬЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для решения поставленных задач в 2018–2019 гг. был заложен полевой мелкоделяночный опыт, состоящий из пяти схем применения препаратов и контроля (табл. 1). В первой схеме (вариант 2) в качестве протравителя и фунгицида применяли только биопрепарат Картофин.

Во второй схеме (вариант 3) первое опрыскивание в период смыкания ботвы в рядках провели химическим препаратом Консенто.

В третьей и четвертой схемах вместо Картофина протравливание клубней провели химическим препаратом Эместо Квантум. Последняя схема (вариант 6) предусматривала применение только химических препаратов.

Опыт был заложен в условиях почвенно-климатической зоны подзолистых и дерново-подзолистых почв таежно-лесной области РФ на экспериментальном поле ВНИИКХ (пос. Красково, Люберецкий район Московской области).

Исследования проводились на дерново-подзолистой супесчаной почве со следующей агрохимической характеристикой: pH_{KCl} – 4,9; Нг –3,6 мг-экв/100 г почвы; S – 2,5 мг-экв/100 г почвы; V – 41,0 %; содержание подвижного фосфора высокое – 342 мг/кг почвы, обменного калия – ниже среднего – 64 мг/кг почвы; гумусированность низкая – 1,7 %.

Таблица 1

Схема применения препаратов в 2018-2019 гг.
Scheme of products use in 2018-2019

Вариант	Обработка клубней перед посадкой	Обработка растений в период вегетации, 2018/2019 гг.								
		21.06 / 10.06*	28.06 / 17.06	1.07 / 24.06	10.07 / 1.07	18.07 / 8.07	25.07 / 16.07	1.08 / 24.07	- / 1.08	- / 8.08
1	Вода 10 л	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий
3	Картофин жидкий	Консенто	-	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий
4	Эместо Квантум	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий
5	Эместо Квантум	Консенто	-	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий	Картофин жидкий
6	Эместо Квантум	Консенто	-	Консенто	-	Консенто	-	Консенто	-	Консенто

Примечание. Расход препаратов Картофин и Эместо Квантум для обработки клубней перед посадкой – 0,3 л/т; расход препарата Картофин в период вегетации – 7,5 л/га, препарата Консенто – 2,0 л/га; расход рабочей жидкости в период вегетации – 300 л/га. *Период смыкания ботвы в рядках.

Note. Consumption of Kartofin and Emesto Quantum preparations for treating tubers before planting - 0.3 l / t; consumption of the drug Kartofin during the growing season - 7.5 l / ha, the drug Consento - 2.0 l / ha; the consumption of working fluid during the growing season - 300 l / ha. *The period of closing the tops in rows.

В исследованиях использовали картофель сорта Сантэ: среднеранний, универсального использования, урожайность высокая. Сорт устойчив к раку картофеля (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.), к золотистой картофельной цистообразующей нематоде (*Globodera rostochiensis* Behrens.), вирусным болезням, восприимчив по ботве к фитофторозу. Среднеустойчив к обыкновенной парше, восприимчив к ризоктониозу и фомозу.

Посадочный материал: клубни, отобранные от одной прогретой и перебранной семенной партии картофеля. Средняя масса посадочного клубня 70–80 г, глазки наклюнувшиеся.

Агротехника в опыте – общепринятая для зоны Центрального региона РФ.

Средняя температура воздуха за вегетационные периоды составила: 2018 г. – 18,7 °С, 2019 г. – 17,4 °С при норме 16,5 °С. Всего осадков за вегетационные периоды выпало: в 2018 г. – 205,9 мм, или 79,04 % от нормы, в 2019 г. – 292,3 мм, или 112,2 % от нормы (260,5 мм). Сумма эффективных температур (выше 10 °С) в 2018 г. – 2318,03 °С, в 2019 г. – 2126,18°С. ГТК составил в 2018 г. 0,89 (засушливый), в 2019 г. – 1,39 (влажный).

Опыт проводили в соответствии со стандартными методиками [9–11], клубневой анализ – в соответствии с действующим ГОСТ 33996–2016 [12].

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [13].

Площадь опытных делянок в полевом опыте 25 м^2 (100 клубней картофеля), повторность трехкратная. Размещение рендомизированное. Опрыскивание посадочных клубней и вегетирующих растений на опытных делянках проводили ранцевой аппаратурой KWAZAR с нормой расхода рабочей жидкости 10 л/т и 300 л/га соответственно.

Распространённость болезней рассчитывали по формуле

$$P = \frac{n \cdot 100}{N},$$

где P – распространённость болезни,%;

n – количество растений или клубней, поражённых болезнью;

N – количество растений или клубней в пробе.

Степень развития болезней рассчитывали по формуле

$$R = \frac{\sum bt \cdot 100}{7n},$$

где *R* – степень развития болезней,%;

$\sum bt$ – сумма произведений числа больных растений на соответствующий им балл поражения;

n– количество растений в пробе;

7 – высший балл шкалы учета.

Степень поражения листьев фитофторозом и альтернариозом учитывали по 7- балльной шкале (0–7):

0 – отсутствие пятен на листьях;

1 – на кусте поражена одна листовая пластинка;

2 – около десяти пятен на кусте;

3 – поражено 10 % поверхности ботвы;

4 – поражено 25 % поверхности ботвы;

5 – поражено 50 % поверхности ботвы;

6 – поражено 75 % поверхности ботвы;

7 – поражено 100 % поверхности ботвы.

Посадка в 2018 г. проводилась 4 мая, уборка – 20 августа, в 2019 г. – 8 мая посадка и 27 августа уборка.

Учет фитофтороза и альтернариоза вели по мере проявления их симптомов. Всего проведено по три учета, последний – за 2 недели до уборки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Учеты всходов картофеля показали, что обработка посадочных клубней биопрепаратом Картофин и химическим протравителем Эместо Квантум не влияла на количество взошедших растений по сравнению с контролем ни при первом, ни при последующих учетах. В начале июня была отмечена 100 %-я всхожесть во всех вариантах.

Учеты биометрических показателей (табл. 2) свидетельствуют, что применение

Таблица 2

Влияние схем применения препаратов на рост и развитие растений картофеля, % к контролю
Influence of products use plans on the growth and development of potato plants, % to control

Вариант	Высота стеблей	Количество стеблей	Масса ботвы	Масса клубней	Количество клубней
1	100,0 (20,9 см)	100,0 (3,3 шт.)	100,0 (297,3 г)	100,0 (276,1 г)	100,0 (9,5 шт.)
2	108,6	106,1	89,5	113,7	112,6
3	110,0	100,0	97,9	118,5	106,3
4	110,5	106,1	94,3	100,0	114,7
5	111,5	100,0	101,8	118,5	108,4
6	102,4	103,0	101,0	104,0	112,6
$НСР_{05}$	12,9	7,6	13,0	28,1	26,3

биопрепарата Картофин в качестве протравителя клубней (варианты 2 и 3) в среднем за два года не увеличивало высоту и количество стеблей, массу и количество клубней по сравнению с контролем.

Та же закономерность прослеживается в вариантах с протравителем посадочных клубней Эместо Квантум (варианты 4, 5 и 6) и химическим фунгицидом Консенто. Это свидетельствует, что биопрепарат Картофин не является стимулятором роста картофеля, а химические препараты Эместо Квантум и Консенто не ингибируют рост и развитие картофеля.

Помимо биометрических показателей, на которые может повлиять предпосадочная обработка картофеля, развитие такой болезни, как ризоктониоз, также зависит от протравливания семенных клубней. Экспериментальные данные указывают, что применение препаратов Картофин, Эместо Квантум в качестве протравителей существенно (в 5 раз) снизило долю пораженных ризоктониозом растений по сравнению с контролем (табл. 3). Причем

Таблица 3

Распространение ризоктониоза на растениях картофеля в зависимости от схем применения препаратов
The spread of rhizoctonia on potato plants depending on the products use plans

Вариант	Количество больных растений	
	шт.	%
1	2,7	5,4
2	0,7	1,3
3	0,5	1,0
4	0,5	1,0
5	0,5	1,0
6	0,5	1,0
$НСР_{05}$	1,1	2,1

обработка клубней биопрепаратом Картофин в среднем за два года по эффективности не отличалась от обработки клубней химическим препаратом Эместо Квантум. Статистически достоверной разницы между вариантами не наблюдали.

В предыдущих статьях, посвященных данной проблеме, нами показано, что на начало заболевания растений картофеля альтернариозом в большей степени влияет протравливание семенных клубней. Последующий ход развития болезни зависит уже от фунгицидов, применяемых в период вегетации, и погодных условий [14, 15].

Из данных табл. 4 видно, что во втором и третьем вариантах, где протравителем был биопрепарат Картофин, распространенность болезни составила 5,7–7,6 %, что в среднем на 2,2 % больше, чем в четвертом, пятом и шестом вариантах, где обработку посадочных клубней проводили препаратом Эместо Квантум. Степень развития болезни была также немного выше в вариантах с биопрепаратом Картофин по сравнению с вариантами с Эместо Квантум. При этом все препараты значительно снизили распространенность и развитие болезни по сравнению с контролем в этот период. Биопрепарат Картофин, в среднем по двум вариантам, снизил распространение и развитие альтернариоза в 2 раза, уступив химическому препарату Эместо Квантум, где снижение в среднем по трем вариантам по сравнению с контролем было в 3 раза.

При последующих учетах видно, что применение во втором варианте в период вегетации только Картофина не сдерживало распространение альтернариоза, однако снижало степень развития болезни по сравнению с контролем. В третьем варианте, где первая обработка была проведена химическим препаратом Консенто, а последующие Картофином, наблюдалась аналогичная картина.

В четвертом, пятом и шестом вариантах отмечалось снижение распространения и развития альтернариоза до конца вегетации, а ре-

Таблица 4

Влияние схем применения препаратов на распространение (P) и степень развития (R) альтернариоза на растениях картофеля, %
The influence of products use plans on the spread (P) and the degree of development (R) of alternaria on potato plants, %

Вариант	1-й учет		2-й учет		3-й учет	
	P	R	P	R	P	R
1	12,9	2,2	24,1	4,3	55,0	14,3
2	7,6	1,1	20,7	2,9	50,8	10,1
3	5,7	0,7	20,3	3,3	43,7	9,1
4	4,3	0,6	11,5	1,9	29,0	4,9
5	3,6	0,5	9,5	1,5	34,9	7,2
6	4,3	0,6	8,9	1,3	30,3	5,6
$НСР_{05}$	2,0	0,3	3,1	0,9	10,1	3,4

зультаты в этих вариантах были практически одинаковыми.

Таким образом, применение биопрепарата Картофин в качестве протравителя способствует снижению альтернариоза, уступая по эффективности химическому препарату Эместо Квантум. Последующие обработки в период вегетации Картофином и Консенто не влияли на динамику развития болезни.

Совокупность данных по развитию ризоктониоза и динамике развития альтернариоза свидетельствует о том, что применение химического протравителя Эместо Квантум не оказывает химического прессинга на иммунную систему картофеля.

Метеоусловия 2018 г. не способствовали развитию и распространению фитофтороза картофеля и, наоборот, 2019 г. характеризовался эпифитотийным проявлением этого заболевания. В отличие от ризоктониоза и альтернариоза, на развитие фитофтороза в большей степени влияют обработки фунгицидами в период вегетации, нежели протравливание клубней. Так, в варианте, где применяли для обработок вегетирующих растений биопрепарат Картофин, в среднем за два года отмечено снижение развития болезни до 10,3–11,3 % только в первой половине вегетации (табл. 5). По данным первого учета можно видеть, что даже однократное применение химического препарата в период смыкания ботвы в рядке (варианты 3 и 5) способствовало снижению распространенности болезни до 9,6–9,9 %. К концу вегетации снижение развития и распространенности болезни отмечено только в шестом варианте, где применяли химический фунгицид Консенто.

Таблица 5

Влияние схем применения препаратов на распространение (P) и степень развития (R) фитофтороза на растениях картофеля, %

The influence of products use plans on the spread (P) and the degree of development (R) of late blight on potato plants, %

Вариант	1-й учет		2-й учет		3-й учет	
	P	R	P	R	P	R
1	16,7	4,7	53,7	18,6	53,7	32,9
2	11,3	1,7	46,5	10,9	51,9	24,9
3	9,9	1,7	47,9	12,5	51,6	28,4
4	10,3	1,9	46,5	11,7	51,8	27,0
5	9,6	1,4	46,8	10,6	51,5	28,5
6	3,2	0,5	10,7	1,7	29,1	13,0
$НСР_{05}$	1,2	0,6	7,5	5,8	9,0	7,9

Фунгипротекторное действие биопрепарата Картофин в борьбе с фитофторозом в эпифитотийный год оказалось недостаточным. Однократное применение химического препарата Консенто в период смыкания ботвы в рядках также было недостаточно эффективным. В рамках этого же опыта нами было проведено исследование по применению других химических фунгицидов, в частности, Ридомила Голд МЦ. Так, однократное применение этого фунгицида в период смыкания ботвы в рядках при первом учете снизило в среднем за два года распространенность фитофторы до 2,7 %, развитие – до 0,5 %, что в 3 раза ниже результатов, полученных в варианте с Консенто. При втором учете эти показатели были в 2 раза ниже по сравнению с однократным применением Консенто. К концу вегетации развитие и распространенность болезни были на уровне контроля как в вариантах с однократным применением Консенто, так и с однократным применением Ридомила Голд МЦ.

Следующим этапом сравнительной оценки эффективности схем применения препаратов было определение общей урожайности и качества урожая (табл. 6). Применение только Картофина (вариант 2) позволило увеличить урожайность на 6,8 % (1,2 т/га) по

Таблица 6

Влияние схем применения препаратов на урожайность картофеля и сохранность его стандартных свойств
The influence of products use plans on potato yield and preservation of its standard properties

Вариант	Урожайность, % к контролю		Больных клубней, %				
	всего	в т. ч. стандартного	всего	фитофтороз	сухая гниль	ризоктониоз	парша обыкновенная
1	100,0 (17,7 т/га)	100,0 (14,9 т/га)	4,2	0,1	2,2	0,3	1,6
2	106,8	109,4	1,7	0,1	1,1	0,0	0,4
3	114,1	120,1	2,9	0,1	1,7	0,0	1,1
4	107,9	109,1	3,1	0,1	1,0	0,1	1,7
5	116,9	120,1	4,7	0,2	1,1	0,0	3,3
6	118,9	119,9	4,3	0,0	0,7	0,1	3,3
$НСР_{05}$	6,4	8,1	0,6	0,1	1,2	0,1	1,9

сравнению с контролем. Вторая схема (вариант 3), где в период смыкания ботвы в рядке заменили обработку Картофином на обработку химическим препаратом Консенто, урожайность повысилась на 14,1 % (2,5 т/га). Применение химического протравителя Эместо Квантум с последующей обработкой в период вегетации растений Картофином (вариант 4) позволило повысить урожайность на 7,9 % (1,3 т/га) по сравнению с контролем. Этот вариант не отличался от первой схемы, где обработку в период вегетации проводили только Картофином. Четвертая схема (вариант 5) по урожайности не отличалась от второй (вариант 3).

Таким образом, применение одной обработки Консенто в начале вегетации, позволившей снизить степень развития фитофтороза, способствовало увеличению урожайности на 14,1–16,9 %. По величине прибавки урожая эти варианты практически не уступали химическому эталону (вариант 6). Интересно отметить, что на урожайность в большей степени влияло снижение степени развития фитофтороза, так как отличия по вариантам в урожайности совпадали с отличиями по степени развития и распространения этой болезни в тех же вариантах.

Снижение развития ризоктониоза, отмеченное в период вегетации под влиянием препаратов, позволило снизить распространение этой болезни на клубнях нового урожая.

Незначительное поражение клубней нового урожая фитофторозом при поражении более 50 % растений объясняется тем, что была вовремя скошена ботва, а уборку проводили в сухую погоду.

На общее число больных клубней нового урожая в большей степени влияло поражение клубней сухой гнилью и паршой обыкновенной. На подавление актиномицетов (парша обыкновенная) испытываемые препараты не оказывали влияния. Сухой гнилью сильнее были поражены клубни контрольного варианта, слабее – эталонного химического варианта. Остальные варианты занимали промежуточное положение.

Все это позволило увеличить в опытных вариантах выход стандартного картофеля по сравнению с общей урожайностью на 1,0–6,0 %, однако соотношение результатов урожая стандартного картофеля между вариантами осталось таким же, как по общей урожайности.

ВЫВОДЫ

1. Применение биопрепарата Картофин в качестве протравителя клубней картофеля способствует снижению развития ризоктониоза и альтернариоза.

2. Фунгипротекторное действие биопрепарата Картофин в борьбе с фитофторозом в эпифитотийный год оказалось недостаточным.

3. Обработки биопрепаратом Картофин, проведенные после однократной обработки химическим препаратом Консенто в период смыкания ботвы в рядке, снижают развитие фитофтороза, что способствует увеличению

урожайности на 14,1–16,9 %. В конечном счете это приводит к увеличению выхода стандартной продукции на 20,1 %. Такая схема применения препаратов снижает химический прессинг, обеспечивая высокое качество получаемой продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Захаренко В.А.* Биотехнологии и защита растений // Защита и карантин растений. – 2015. – № 11. – С. 3–8.
2. *Список* пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – 2019. – 850 с.
3. *Биологические* особенности эндофитных штаммов *Bacillus subtilis* как перспективной основы новых биопрепаратов / Р.М. Хайруллин, А.А. Егоршина, М.А. Лукьянцев, Н.А. Уразбахтина, Р.Ш. Иргалина, А.Р. Сахабутдинова // Аграрная Россия. – 2011. – № 1. – С. 49–53.
4. *Фосфатмобилизующая* активность эндофитных штаммов *Bacillus subtilis* и их влияние на степень микоризации корней пшеницы / А.А. Егоршина, Р.М. Хайруллин, М.А. Лукьянцев, З.М. Курамшина, Ю.В. Смирнова // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. – 2011. – Т. 4, № 2. – с. 172–182.
5. *Повышение* адаптивного потенциала посевов сахарной свеклы микробными биопрепаратами в условиях биотических и абиотических стрессов / Л.И. Пусенкова, Е.Ю. Ильясова, И.В. Максимов, О.В. Ласточкина // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50, № 1. – С. 115–123.
6. *Биологическая* эффективность новых биопрепаратов на основе микробов-антагонистов для контроля возбудителей болезней картофеля при вегетации и хранении клубней / И.И. Новикова, Ю.А. Титова, И.В. Бойкова, В.Н. Зейрук, И.Л. Краснобаева // Биотехнология. – 2017. – Т. 33, № 6. – С. 68–76.
7. *Кузнецов А., Хютти А.* Современные протравители в борьбе с ризоктониозом картофеля // Картофельная система. – 2019. – № 4. – С. 36–44.
8. *Гребенникова В.В.* Эффективность биопрепаратов в системе биологического земледелия // Успехи современного естествознания. – 2004. – №2. – С. 99–100.
9. *Методика* проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле / С.В. Жевора, Л.С. Федотова, В.И. Старовойтов, В.Н. Зейрук, А.В. Коршунов, К.А. Пшеченков, Н.А. Тимошина, С.В. Мальцев, О.А. Старовойтова, С.В. Васильева, С.В. Васильева, А.Э. Шабанов, М.К. Деревягина, Г.Л. Белов, А.И. Киселев, Е.В. Князева; ФГБНУ ВНИИКХ. – М., 2019. – 120 с.
10. *Методика* исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету. – М., 1995. – 108 с.
11. *Методические* указания по проведению регистрационных испытаний агрохимикатов и регуляторов роста растений. – М., 2005. – 110 с.
12. *Межгосударственный* стандарт ГОСТ 33996-2016 Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества. – М.: Стандартинформ, 2016. – 41 с.
13. *Доспехов А.Б.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М., 1985. – 416 с.
14. *Эффективность* нового биопрепарата картофин на основе *Bacillus subtilis* при выращивании картофеля / М.К. Деревягина, С.В. Васильева, Г.Л. Белов, В.Н. Зейрук, И.И. Новикова // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 5. – С. 8–14.
15. *Влияние* схем обработок на пораженность картофеля болезнями / М.К. Деревягина, С.В. Васильева, Г.Л. Белов, В.М. Глез, В.Н. Зейрук // Защита картофеля. – 2017. – № 2. – С. 28–32.

REFERENCES

1. Zakharenko V.A., *Zashchita i karantin rasteniy*, 2015, No. 11, pp. 3-8. (In Russ.)
2. *Spisok pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiyskoy Federatsii* (List of pesticides and agrochemicals allowed for use on the territory of the Russian Federation). 2019, 850 p.

3. Khairullin R.M., Egorshina A.A., lukyantsev M.A., Urazbakhtina N.A., Irgalina R.Sh., Sahabutdinova A.R., *Agrarnaya Rossiya*, 2011, No. 1, pp. 49-53.
4. Egorshina A.A., Khairullin R.M., lukyantsev M.A., Kuramshina Z.M., Smirnova Yu.V., *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta*, 2011, Vol. 4, No. 2, pp. 172-182.
5. Pusenkova L.I., Ilyasova E.Yu., Maximov I.V., Lastochkina O.V., *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*, 2015, Vol. 50, No. 1, pp. 115-123.
6. Novikova I.I., Titova Yu.A., Boikova I.V., Zeyruk V.N., Krasnobaeva I.L., *Biotekhnologiya*, 2017, Vol. 33, No. 6, pp. 68-76.
7. Kuznetsov A., Khyutti A. *Kartofel'naya sistema*, 2019, No. 4, pp. 36-44.
8. Grebennikova V.V. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2004, No. 2, pp. 99-100.
9. Zhevora S.V., Fedotova L.S., Starovoitov V.I., Zeyruk V.N., Korshunov A.V., Pshechenkov K.A., Timoshina N.A., Maltsev S.V., Starovoitova O.A., Vasileva S.V., Vasileva S.V., Shabanov A.E., Derevyagina M.K., Belov G.L., Kiselev A.I., Knyazeva E.V. *Metodika provedeniya agrotekhnicheskikh opytov, uchetov, nablyudeniy i analizov na kartofele* (Methods of conducting agrotechnical experiments, accounting, observations and analyses on potatoes), Moscow, 2019, 120 p.
10. *Metodika issledovaniy po zashchite kartofelya ot bolezney, vrediteley, sornyakov i immunitetu* (Methods of research on protection of potatoes from diseases, pests, weeds and immunity), Moscow, 1995, 108 p.
11. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu registratsionnykh ispytaniy agrokhimikatov i regulyatorov rosta rasteniy* (Guidelines for conducting registration tests of agrochemicals and plant growth regulators), Moscow, 2005, 110 p.
12. *Mezhgosudarstvennyy standart GOST 33996-2016* (Interstate standard GOST 33996-2016), Moscow: Standardinform, 2016, 41 p.
13. Dospekhov A.B. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow, 1985, 416 p.
14. Derevyagina M.K., Vasilieva S.V., Belov G.L., Zeyruk V.N., Novikova I.I. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal*, 2019, No. 5, pp. 8-14.
15. Derevyagina M.K., Vasilieva S.V., Belov G.L., Glez V.M., Zeyruk V.N. *Zashchita kartofelya*, 2017, No. 2, pp. 28-32.