

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-3-83-89>
УДК: 635.21:632.952:631.559

А.Ю. Уколова*,
М.А. Кузнецова

Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии
143050, Россия, Московская область, Одинцовский район, р.п. Большие Вяземы, ул. Институт, владение 5

*Автор для переписки: anukolova@mail.ru

Вклад авторов: Кузнецова М.А.: концептуализация, научное руководство исследованием, выполнение исследования, анализ результатов, написание-рецензирование и редактирование рукописи. Уколова А.Ю.: выполнение исследования, анализ результатов, написание-рецензирование и редактирование рукописи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Уколова А.Ю., Кузнецова М.А. Совместное применение биостимуляторов с биологическими и химическими фунгицидами для контроля фитофтороза и альтернариоза на картофеле. *Овощи России*. 2025;(3):83-89. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-3-83-89>

Поступила в редакцию: 10.03.2025

Принята к печати: 28.03.2025

Опубликована: 07.07.2025

Anastasia Yu. Ukolova*,
Maria A. Kuznetsova

All-Russian Research Institute of Phytopathology
5, Institute street, Bolshie Vyazemy, Odintsovo district,
Moscow region, Russia

*Correspondence Author: anukolova@mail.ru

Authors' Contribution: Kuznetsova M.A. was responsible for conceptualization, scientific supervision of the study, implementation of the study, analysis of the results, writing, reviewing and editing the manuscript. Ukolova A.Yu. carried out implementation of the study, analysis of the results, writing, reviewing and editing the manuscript.

Conflict of interest. The authors declare that there are no conflicts of interest.

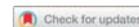
For citation: Ukolova A.Yu., Kuznetsova M.A. Use of biological and chemical fungicides and biostimulators for potato protection against early and late blights. *Vegetable crops of Russia*. 2025;(3):83-89. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-3-83-89>

Received: 10.03.2025

Accepted for publication: 28.03.2025

Published: 07.07.2025

Совместное применение биостимуляторов с биологическими и химическими фунгицидами для контроля фитофтороза и альтернариоза на картофеле



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Ежегодно Европейскими странами пересматривается список разрешенных к применению пестицидов и вводится запрет на использование многих из них. Вместе с тем повышение интенсификации сельского хозяйства приводит к загрязнению почвы остатками пестицидов, что несет вред как окружающей среде, так и здоровью человека. В этой связи растет актуальность применения биопрепаратов и биостимуляторов в рамках комплексной борьбы с болезнями и вредителями для обеспечения экологической безопасности.

Методология. В 2023 году был заложен полевой опыт для оценки эффективности совместного применения фунгицида Манфил (манкоцеб 800 г/кг) и биофунгицида Агат-25К (метаболиты штамма *Pseudomonas aureofaciens*) с биостимулятором ЭкселГроу (экстракт водорослей *Ascophyllum nodosum*) в борьбе с фитофторозом и альтернариозом на восприимчивом к фитофторозу сорте картофеля Аризона и восприимчивом к альтернариозу сорте картофеля Алуэтт.

Результаты. В вариантах совместного применения фунгицидов с биостимулятором ЭкселГроу, отмечалось достоверное снижение интегрального показателя развития болезни, достоверное снижения развития заболеваний по сравнению с вариантами применения только фунгицидов соло, о чем свидетельствуют данные биологической эффективности. В опыте было впервые показано, что применение биостимулятора ЭкселГроу с препаратами Манфил и Агат-25К повышает их биологическую эффективность на устойчивых к фитофторозу и восприимчивых к альтернариозу сортах до 12%, дополнительно повышает урожайность на 1,5-3,5% и демонстрирует рост товарности клубней на 1-3%, что свидетельствует о том, ЭкселГроу повышает иммунный статус растений, предотвращая их заражение альтернариозом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

картофель, фитофтороз, альтернариоз, биопрепараты, биостимуляторы, фунгициды, водоросли

Use of biological and chemical fungicides and biostimulators for potato protection against early and late blights

ABSTRACT

Relevance. Every year, European countries review the list of approved pesticides and ban many of them. At the same time, increased agricultural intensification leads to soil contamination with pesticide residues, which is harmful to environment and human health. In this regard, using of biological solutions and biostimulants in the framework of comprehensive disease and pest control to ensure environmental safety is growing.

Methodology. In 2023, field experience was established to evaluate the effectiveness of combined use of fungicide Manfil (mankozeb 800 g/kg) and biofungicide Agat-25K (metabolites of the *Pseudomonas aureofaciens* strain) with the biostimulator ExcelGrow (*Ascophyllum nodosum* algae extract) in the control of *Phytophthora* and *Alternaria* on susceptible to late blight potato cultivar Arizona and susceptible to early blight potato cultivar Aluett.

Results. In the variants of combined use of fungicides with the ExcelGrow biostimulator, there was a significant decrease in the integral indicator of disease development, a significant decrease in the development of diseases compared with the variants of using only fungicides solo, as evidenced by the data of biological efficacy. In the experiment, it was shown for the first time that the use of the ExcelGrow biostimulator with Manfil and Agat-25K preparations increases their biological effectiveness on late blight resistant and susceptible to early blight varieties by up to 12%, additionally increases yields by 1.5-3.5% and demonstrates an increase in the marketability of tubers by 1-3%, which indicates that ExcelGrow increases the immune status plants, preventing their infection with *Alternaria*.

KEYWORDS:

potatoes, Late Blight, *Alternaria*, biopreparations, biostimulants, fungicides, algae

Введение

Картофель занимает третье место среди продовольственных культур в мире, поэтому его потенциал играет такую важную роль в продовольственной безопасности многих стран [1]. Однако, большое количество фитопатогенов способны существенно повлиять на продуктивность и урожайность этой культуры. Наиболее важными болезнями картофеля, на которые приходится подавляющее большинство затрат и усилий по борьбе с ними в зонах умеренного климата, являются фитофтороз и альтернариоз. Заболевания поражают как надземную часть растений, снижая активность фотосинтеза, так и оказывают негативное влияние на качество и лежкость клубней. Альтернариоз картофеля, вызываемый *Alternaria solani Sorauer*, способен снизить урожайность до 30 % [2]. Затраты на борьбу с фитофторозом картофеля, вызываемого оомицетом *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, порой способны достигать 3–10 миллиардов долларов в год, включая прямые потери урожая и затраты на борьбу с болезнями [3]. В последние годы фитофтороз стал проявляться необычайно рано – уже на фазе появления всходов в некоторых регионах России, с последующим бурным развитием в период вегетации. Фитофтороз стал более устойчивым и поэтому привычные ранее меры борьбы с ним сегодня теряют свою актуальность и эффективность – нужны новые решения.

Сегодня рынок средств защиты растений представлен широким ассортиментом химических препаратов, однако, расы возбудителей заболеваний стали более агрессивными и устойчивыми к химическим обработкам, из-за чего сельхозпроизводителям приходится проводить большее количество обработок в сезон, сокращая интервалы между ними, либо увеличивать дозировки фунгицидов. Также аграрии борются с данной проблемой, выстраивая систему защиты картофеля таким образом, чтобы в ней чередовались фунгицидные препараты разного механизма действия. Но, к сожалению, повышение интенсификации приводит к загрязнению почвы остатками пестицидов, растет вред как для окружающей среды, так и для здоровья человека. Ежегодно Европейское агентство по безопасности пищевых продуктов пересматривает допустимые максимальные остаточные количества для пестицидов в почве и готовой продукции в сторону снижения из-за проблем со здоровьем, возникающих в результате оценки риска пестицидов [4,5] и жалоб со стороны потребителей сельскохозяйственной продукции, которые считают пестициды угрозой для своего здоровья. В ближайшее десятилетие ожидается серьезный пересмотр списка разрешенных к применению пестицидов и запрет на использование многих из них в странах Европы [6]. В связи с этим растет актуальность применения биопрепаратов и биостимуляторов в рамках комплексной борьбы с вредителями для обеспечения экологической безопасности. Однако, эффективность биологических средств чаще всего ниже в борьбе с фитофторозом, чем химических средств защиты. Такая тенденция определила направление исследований по изучению сравнительной эффективности применения фунгицидных препаратов совместно с биопрепаратами.

Материалы и методы:

Опыт проводился на двух сортах картофеля, отличающихся по устойчивости к фитофторозу и альтернариозу: сорт Аризона (восприимчив к фитофторозу, умеренно восприимчив к альтернариозу) и Алуэтт (устойчив к фитофторозу, восприимчив к альтернариозу).

Химические и биологические средства, применяемые в опыте: контактный фунгицид Манфил 80 СП (д.в. манкоцеб, 800 г/кг) от производителя Indofil Industries Ltd (Индия) для защиты картофеля от фитофтороза и альтернариоза, а также биопрепарат Агат 25К на основе метаболитов штамма *Pseudomonas aureofaciens* H16 (ВКМ В-2433 Д) для защиты картофеля от фитофтороза и альтернариоза. (ООО «Эдна», Москва, Россия). В состав препарата также входит комплекс стимуляторов роста, таких как индол-3-уксусная кислота (ИУК), α -аланин, α -глутаминовая кислота, а также сбалансированная смесь микро- и макроэлементов, автолизат проростков сои, экстракт хвои, и хлорофилл-каротиновая паста хвои. В качестве биостимулятора растений для активации собственного иммунитета растений использовали препарат ЭкселГроу (от компании «Адама», Израиль) на основе экстракта водоросли *Ascophyllum nodosum*. Всего было проведено 6 защитных обработок с интервалом 7-10 дней, первая обработка состоялась 29 июня 2023 г – в фазу формирования почек, далее проводились еще две – с интервалом 7 дней.

Опыт заложен в 2023 году на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии (ВНИИФ, Московская область, Россия). Почва опытного участка – дерново-подзолистая, среднесуглинистая, pH=5,35 с содержанием гумуса 4,3%. Содержание биогенных элементов: P_2O_5 = 1062 мг/100 г почвы); K_2O = 503 мг/100 г почвы); Mg = 2,17 мг/100 г почвы); CaO = 10,1 мг/100 г почвы. Обработка почвы соответствовала общепринятой в практике выращивания картофеля и включала: зяблевую вспашку, дискование, глубокую обработку почвы, предпосадочное формирование борозд и окучивание. Осенью в почву вносили органическое удобрение в виде перепревшего куриного органического компоста в количестве 70 т/га, а перед посадкой картофеля вносили неорганическое удобрение NPK (нитроаммофоску) 16/16/16 в норме 60 кг/га. Расчет количества вносимых удобрений осуществлялся на основе данных о содержании элементов питания в почве опытного поля ВНИИФ, полученных в агрохимической лаборатории, а также на основе информации о планируемом и фактическом урожае за последние несколько лет. Расчет доз удобрений проводился балансовым методом, разработанным Шатиловым И.С. (1987 г.) [7] и Каюмовым М.К. (1989 г.) [8] В конце мая и июне проводились фоновые обработки против сорной растительности препаратом Зенкор (д.в. метрибузин) в норме расхода 0,6 л/га и препаратом Боксер (д.в. просульфокарб) в норме расхода 2 л/га. Также была проведена одна инсектицидная обработка поля препаратом Актара (д.в. тиаметоксам) в норме расхода 0,06 кг/га.

Посадка картофеля проведена 5 мая, уборка урожая – 20 августа вручную. Опытные делянки площадью по 42 м² были размещены рандомизированно. Схема опыта состояла из 5 различных вариантов защиты, каждый вариант был сделан в 4 повторностях (табл. 1). Нормы применения препаратов, используемые для обработок: Манфил 1,6 л/га; Агат-25 140 г/га; ЭкселГроу 1 л/га.

Для оценки динамики развития фитофтороза и альтернариоза проводились регулярные полевые обследования, начиная с 29 июня по 15 августа. Оценку динамики развития заболевания проводили по шкале Британского микологического общества [9]; на основании полученных данных по методу математических моделей [10] рассчитывали площадь под кривой – показатель AUDPC [11]. Урожайность

Таблица 1. Схема проведения защитных обработок
Table 1. Scheme of protective treatments

Вариант	1	2	3	4	5 (Контроль)
1-ая обработка (29.06.2023)	Манфил	Манфил	Агат-25	Агат-25	–
2-ая обработка (05.07.2023)	Манфил	Манфил + ЭкселГроу	Агат-25	Агат-25+ ЭкселГроу	–
3-я обработка (12.07.2023)	Манфил	Манфил + ЭкселГроу	Агат-25	Агат-25+ ЭкселГроу	–
4-ая обработка (20.07.2023)	Манфил	Манфил + ЭкселГроу	Агат-25	Агат-25+ ЭкселГроу	–
5-ая обработка (27.07.2023)	Манфил	Манфил	Агат-25	Агат-25	–
6-ая обработка (07.08.2023)	Манфил	Манфил	Агат-25	Агат-25	–

Погодные условия сезона 2023 отражены в табл. 2.

Таблица 2. Метеорологические данные периода вегетации 2023г. (по данным метеостанции ВНИИФ, Московская область)
Table 2. Meteorological data for the vegetation period of 2023. (according to the weather station of RRIP, Moscow region)

показатели	Месяц/декада														
	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Температура воздуха, °С															
Средне-многолетняя	3,2	5,2	8,1	11,2	12,2	13,9	15,3	16,4	17,4	17,7	18,5	18,4	17,9	16,4	15,0
Среднее	5,5			12,6			16,3			18,2			16,4		
Текущего года	7,9	9,2	11,4	6,7	13,9	14,3	13,8	17,5	17,0	19,7	16,1	17,8	22,5	20,2	14,9
Среднее	9,5			11,7			16,1			17,9			19,0		
Относительная влажность воздуха, %															
Средне-многолетняя	72	70	67	65	67	68	69	72	72	74	74	74	74	77	78
Среднее	69			66			71			74			76		
Текущего года	75	52	44	54	57	73	65	51	72	67	76	77	68	79	81
	63			62			63			73			76		
Осадки, мм															
Средне-многолетняя	10,8	12,7	11,7	13,6	18,6	21,7	22,6	22,1	24,6	26,0	27,2	23,4	19,6	24,6	23,7
Сумма	Σ35,1			Σ53,9			Σ69,3			Σ76,6			Σ67,9		
Текущего года	17,3	3,7	1,0	11,7	2,7	31,8	18,2	0,1	59,3	18,0	49,8	49,8	0,3	27,7	26,7
Сумма	22,0			46,2			72,6			117,6			54,7		

культуры определяли сразу после ручной уборки делянок. Статистический анализ полученных данных проводился методом дисперсионного анализа ANOVA по Доспехову [12] с доверительным интервалом 95%. Все данные (кроме динамики развития фитофтороза) приведены с соответствующими значениями наименьшей существенной разности (НСР 0,95). Биологическую эффективность испытанных схем защиты оценивали по формуле Эбботта [13].

Результаты и обсуждение

Погодные условия сезона 2023 года (табл. 2) были благоприятными для развития фитофтороза и характеризовались резкими перепадами температуры и влажности в начале вегетационного периода, а также обильными осадками в июне и июле, все это способствовало раннему и активному развитию болезни.

Все это привело к ранним проявлениям фитофтороза на восприимчивом к нему сорте картофеля Аризона (первые проявления болезни были отмечены уже 29 июня в контроле). В первой декаде июля уровень заражения контрольных растений составил 20%, а к третьей декаде уже 85%, в первой декаде августа этот показатель достиг 100% (рис. 1). В

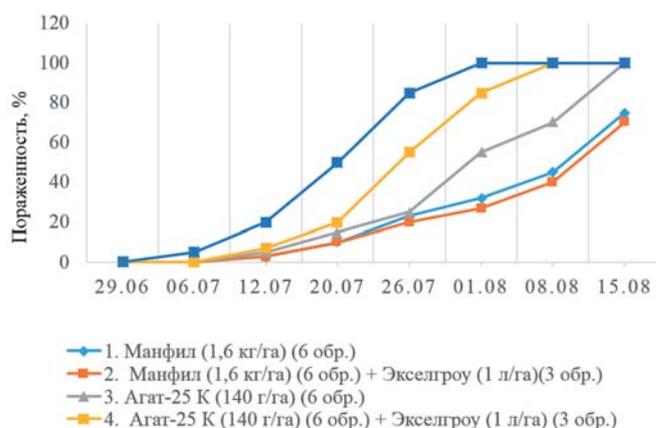


Рис. 1. Динамика развития фитофтороза на опытных делянках сорта Аризона
Fig. 1. Dynamics of Late Blight development on experimental plots of the Arizona variety

связи с этим динамика развития листовой пятнистости на сорте Аризона обеспечивалась только патогеном *Phytophthora infestans*.

В случае сорта Алуэтт, устойчивого к фитофторозу, но восприимчивого к альтернариозу, за весь период наблюдений не было зафиксировано заражения листьев фитофторой, в то время как наблюдалось активное развитие альтернарии. Первые проявления альтернариоза в контрольном варианте наблюдались 20 июля (рис.2). Таким образом, патоген *Alternaria solani* был единственным фактором, способствовавшим поражению листьев данного сорта пятнистостью.

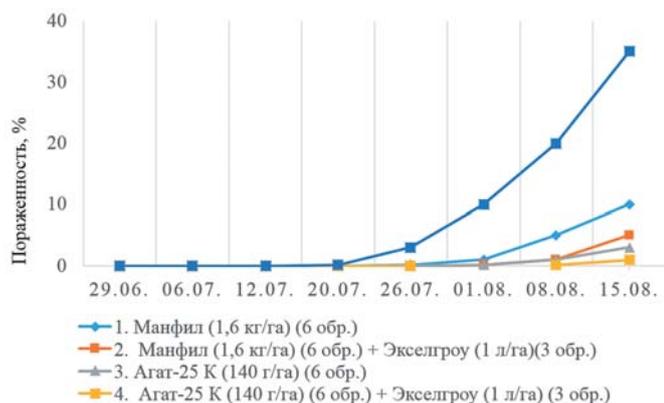


Рис. 2. Динамика развития альтернариоза на опытных делянках сорта Алуэтт
Fig. 2. Dynamics of Early Blight development on experimental plots of the Aluett variety

Анализ полученных результатов показал, что применение фунгицида Манфил (д.в. манкоцеб) не только задержало появление первых симптомов фитофтороза на восприимчивом сорте Аризона, но и сдержало его дальнейшее развитие. Использование смеси препаратов Манфил и ЭкселГроу не оказало существенного влияния на развитие болезни по сравнению с применением фунгицида Манфил соло. Эффективность биопрепарата Агат-25К уступала Манфилу. Более того, применение Агат-25К в смеси с биостимулятором ЭкселГроу было менее эффективным, чем применение Агат-25К соло. По расчетам AUDPC наивысшая биологиче-

ская эффективность для сорта Аризона была получена в вариантах применения Манфил соло и Манфил+ЭкселГроу (БЭ = 62% и БЭ = 66% соответственно), что можно увидеть из табл. 3.

Как отмечалось выше, устойчивый к фитофторозу и восприимчивый к альтернариозу сорт Алуэтт показал первые проявления альтернариоза в контрольном варианте уже 20 июля. Для варианта, защищенного Манфилом, первые проявления болезни были зафиксированы 1 августа, тогда как применение Агат-25К сдвинуло эту дату на 8 августа. Сочетание обоих препаратов с биостимулятором ЭкселГроу обеспечило значительную задержку проявления заболевания по сравнению с их применением без ЭкселГроу. Так, заболевание проявилось на 6 дней позднее в варианте Манфил + ЭкселГроу, чем в варианте сольного применения Манфила и на 7 дней позднее в варианте Агат-25К + ЭкселГроу по сравнению с вариантом сольного применения Агат-25К. Таким образом, Агат-25К обеспечил лучший уровень защиты картофеля от альтернариоза (96% биологической эффективности), а добавление к схемам защиты ЭкселГроу привело к дополнительному повышению их эффективности (с 83% до 95% для Манфила и с 95 до 99% для Агат-25К).

Данные по урожайности и товарности собранных клубней представлены на рис. 3. Для сорта Аризона, максимальная прибавка (по сравнению с контролем) была в вариантах Манфил и Манфил + ЭкселГроу (92,7 и 95,62% соответственно). Прирост товарности клубней составил 28 и 29% соответственно (рис. 3). Менее эффективной защита была в варианте применения Агат-25К, что также отразилось и на показателях урожайности и товарности. По сравнению с контролем прибавка урожайности в варианте Агат-25К составила 57,7%, в варианте Агат-25К + ЭкселГроу – 22,3% соответственно, товарная доля клубней увеличилась лишь на 13% для варианта Агат-25К в сольном применении и всего лишь на 3% для варианта Агат-25К + ЭкселГроу.

Таким образом, на восприимчивом к фитофторозу сорте Аризона данные биологической эффективности, урожайности и товарности клубней, полученные в варианте с применением фунгицида Манфил, демонстрируют его высокую защитную эффективность в условиях эпифитотийного раз-

Таблица 3. Значения AUDPC и биологической эффективности вариантов обработок против пятнистостей на различных по устойчивости сортах картофеля
Table 3. AUDPC values and biological efficacy data in treatments with different products on cultivars with different susceptibility to Early and Late blight

Вариант	Сорт Аризона		Сорт Алуэтт	
	AUDPC, ед.	БЭ, %	AUDPC, ед.	БЭ, %
Манфил	1015	62	62	83
Манфил + ЭкселГроу	912	66	19	95
Агат-25К	1625	39	15	96
Агат-25К + ЭкселГроу	2127	21	2	99
(Контроль)	2685	–	363	–
HCP _{0.95} *	130		8	

* HCP посчитана с помощью статистического метода ANOVA.

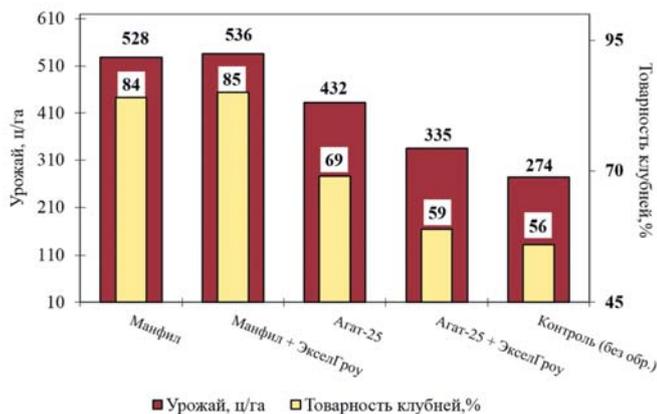


Рис. 3. Хозяйственная эффективность сравниваемых схем применения фунгицидов против фитофтороза картофеля; Урожайность (НСР_{0,95}=30) и товарность (НСР_{0,95}=3) клубней картофеля (сорт Аризона, ВНИИФ, 2023г.).

Fig. 3. Economic efficiency of compared fungicide application schemes against potato late blight; Yield (LSD_{0.95}=30) and marketability (LSD_{0.95}=3) of potato tubers (Arizona variety, RRIIP, 2023).

вития болезни. Биопрепарат Агат-25К также сдерживал развитие фитофтороза, хотя и уступал химическому фунгициду по эффективности. Использование биостимулятора ЭкселГроу совместно с фунгицидом Манфил существенно не улучшило защитную эффективность фунгицида, но обеспечило прибавку урожайности (+0,8 т/га); в то же время добавление ЭкселГроу к биофунгициду Агат-25К ухудшало результаты по сравнению с вариантом сольного применения Агат-25К.

Применение фунгицида Манфил на сорте Алуэтт, резистентном к фитофторозу и восприимчивом к альтернариозу, привело к незначительному увеличению урожайности по сравнению с контролем (+ 1,4 т/га или + 2,5 %), в то же время применение Агат-25К обеспечило достоверную прибавку урожайности (+ 4,5 т/га или + 8,1 %). Сочетание Манфил + ЭкселГроу обеспечило прибавку урожайности + 5,0%, а сочетание Агат-25К + ЭкселГроу увеличило урожайность на 11,9% по сравнению с контролем. Процент товарной фракции клубней в контроле был 93%, прирост же этого показателя за счет применения различных схем защиты был не слишком большим (2–6%), но достоверным во всех случаях, за исключением однократной обработки Манфилом; достоверной разницы по этому показателю между вариантами Манфил + ЭкселГроу, Агат-25К и Агат-25К + ЭкселГроу не наблюдалось.

Прибавка урожайности (8,1–57%) в вариантах обработки препаратом Агат-25К, на изучаемых сортах картофеля соответствует данным более ранних исследований, в которых при применении Агат-25К на различных сортах картофеля средняя прибавка урожайности варьировала от 10–22% (Стацюк и др., 2015) [14]; (Семенчук, 2018) [15] до 20–30% (Шляхов, Григорян, 2017) [16]. Такое увеличение можно объяснить несколькими причинами. Первая причина – рострегулирующая активность этого биопрепарата, подтвержденная на ряде культур, таких как, например, соя [17], топинамбур, подсолнечник [18], картофель [19] и др. Обработка Агатом-25К стимулирует более активное развитие культуры, а значит может приводить к более раннему прохождению растениями стадий развития, являющихся уязвимыми в отношении поражения возбудителями инфекций и поражения вредителями, а также к более раннему прохождению периодов, характеризующихся повышенным риском заражения, все это снижает степень развития

болезней на культуре и повышает ее урожайность [20]. Другая причина – способность Агат-25К стимулировать собственный иммунитет растений, повышая их устойчивость к ряду заболеваний, являющихся причиной снижения урожайности клубней. Наконец, определенный вклад в повышение урожайности внесло прямое противогрибковое действие Агат-25К. Этот эффект был подтвержден в ряде публикаций. Например, Марьяновский и ряд других авторов в своих исследованиях от 2015 года сообщили, что Агат-25К обеспечивает мощное подавление некоторых грибковых заболеваний посевов томата и перца, вызываемых такими патогенами, как: *Phytophthora infestans*, *P. capsici*, *Alternaria solani*, *Botrytis cinerea* и др. Предпосевная обработка ячменя и пшеницы этим биопрепаратом снижала развитие септориоза и поражений растений корневыми гнилями на 40 и 56–64% соответственно. Николаева и Лукина (2022) [21] сообщили, что обработка Агат-25К значительно снизила восприимчивость картофеля к заболеваниям (с 19 до 6–7%). Уромова и др. (2016) [22] отмечают, что обработка Агат-25К позволила снизить заболеваемость и скорость развития фитофтороза в 3 раза на двух сортах картофеля – Удача и Ред Скарлетт. В наших исследованиях выявленное снижение показателя AUDPC, обеспечиваемое данным биопрепаратом, варьировало от 40 до 96% пропорционально уровню устойчивости сорта. Имеющаяся противогрибковая активность Агат-25К должна обеспечивать больший вклад в формирование урожая и качества клубней у восприимчивых сортов, что подтвердили наши результаты (прибавка урожайности на 57% у чувствительного к фитофторозу сорта Аризона и прибавка урожайности на 8,1% у устойчивого к фитофторозу сорта Алуэтт).

Недавно в опытах было доказано, что биостимулятор ЭкселГроу обеспечивает увеличение урожайности (~7%) при его использовании отдельно для защиты картофеля от альтернариоза; в сочетании с некоторыми химическими фунгицидами (Миравис, Ревус Топ, Сигнум) ЭкселГроу улучшал урожайность картофеля примерно в такой же степени (7,7–8,1%) [23]. При этом в опыте впервые было показано, что сочетание биостимулятора ЭкселГроу с фунгицидами, имеющими эффективность в борьбе с альтернариозом, обеспечивает достоверное снижение заболеваемости картофеля альтернариозом (на 18% в варианте Миравис + ЭкселГроу, на 11% в варианте Ревус Топ + ЭкселГроу и на 12% в варианте Сигнум + ЭкселГроу) по сравнению с теми же фунгицидами, применяемыми без биостимулятора. Средняя прибавка урожайности от применения биостимулятора ЭкселГроу составила 20–22%. Эти результаты, а также результаты, полученные в настоящем исследовании, указывают на хорошие перспективы использования ЭкселГроу для повышения эффективности защиты биологическими и химическими фунгицидами от альтернариоза. В этих двух исследованиях мы впервые оценили влияние обработок биостимулятором ЭкселГроу в сочетании с фунгицидным препаратом на подавление болезней растений. Работы, проведенные ранее другими исследователями, также подтверждают полученные нами результаты, так, например, применение препарата на основе экстракта бурых водорослей *A. nodosum*, обеспечивало лучшую защиту огурца от патогена *Phytophthora melonis*. [24], применение препарата на основе экстракта водорослей в чередовании с фунгицидом на основе металаксилы на томатах позволяло сформировать индуцированную системную устойчивость (ИСП) против *Phytophthora capsica* — грибно-

го заболевания томатов [25], а обработка моркови по вегетации биопрепаратами на основе экстракта водоросли *Ascophyllum nodosum* растений, позволила значительно снизить развитие альтернариоза и серой гнили [26].

Полученные результаты позволяют рекомендовать использовать Агат-25К в регионах, характеризующихся спорадическими эпифитотиями фитофтороза, а также на среднеустойчивых сортах. Также Агат-25К показал достаточно хорошую защитную эффективность в условиях активного развития альтернариоза и может быть рекомендован к использованию для борьбы с этим заболеванием на восприимчивых сортах. Применение биостимулятора ЭкселГроу повысило эффективность защиты как Манфила, так и Агат-25К против фитофтороза, а также обеспечило прибавку урожайности (+ 1,8 т/га в обоих случаях), а также небольшое увеличение товарной фракции клубней.

Заключение

Проведенное исследование позволило получить новые экспериментальные данные о биологической и экономической эффективности испытанных средств защиты растений на различных сортах картофеля, различающихся по восприимчивости к фитофторозу и альтернариозу.

Было установлено, что биопрепарат Агат-25К сдерживает развитие фитофтороза в условиях эпифитотийного развития болезни на восприимчивом сорте Аризона, но уступает по эффективности контактному химическому фунгициду Манфил. На устойчивом к фитофторозу и вос-

приимчивом к альтернариозу сорте Алуэтт, использование биопрепарата Агат-25К обеспечило более высокую урожайность по сравнению с вариантами, обработанными фунгицидом Манфил. Так, в варианте с сортом Алуэтт также было отмечено существенное подавление альтернариоза. Очевидно, что Агат-25К оказывает двойное действие: уменьшает выраженность фитофтороза и активизирует рост и развитие растений. Учитывая это обстоятельство, Агат-25К может быть рекомендован для использования на среднеустойчивых сортах в условиях спорадических эпифитотий фитофтороза, а также для борьбы с альтернариозом.

В вариантах совместного применения фунгицидов с биостимулятором ЭкселГроу, отмечалось достоверное снижение интегрального показателя развития болезни (AUDPC). Применение биостимулятора ЭкселГроу в комплексе с фунгицидами позволило добиться достоверного снижения развития болезни, по сравнению с вариантами применения только фунгицидов соло, о чем свидетельствуют данные биологической эффективности. В опыте было впервые показано, что применение биостимулятора ЭкселГроу с препаратами Манфил и Агат-25К повышает их биологическую эффективность на устойчивых к фитофторозу и восприимчивых к альтернариозу сортах до 12%, дополнительно повышает урожайность на 1,5–3,5% и демонстрирует рост товарности клубней на 1–3%, что свидетельствует о том, ЭкселГроу повышает иммунный статус растений, предотвращая их заражение альтернариозом.

References

1. Beumer K., Stemerding D. A breeding consortium to realize the potential of hybrid diploid potato for food security. *Nat. Plants*. 2021; 7:1530–1532. <https://doi.org/10.1038/s41477-021-01035-4>
2. Leiminger J.H., Hausladen H. Early Blight Control in Potato Using Disease-Orientated Threshold Values. *Plant Disease*. 2012;96:124–130. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-11-0431>
3. Dong S., Zhou S. Potato late blight caused by *Phytophthora infestans*: from molecular interactions to integrated management strategies. *Journal of Integrative Agriculture*. 2022;21(12):3456–3466. <https://doi.org/10.1016/j.jia.2022.08.060>
4. Markantonis M., Velde-Koerts T., Graven C., Biesebeek J.D., Zeilmaker M., Rietveld A.G., Ossendorp B.C. Assessment of occupational and dietary exposure to pesticide residues. *EFSA Journal*. 2018;16(S1). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.e16087>
5. Chatzidimitriou E., Mienne A., Pierlot S., Noel L., Sarda X. Assessment of combined risk to pesticide residues through dietary exposure. *EFSA Journal*. 2019;17(S2). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.e170910>
6. Ерохова М.Д., Кузнецова М.А. Опыт Великобритании в защите картофеля от бактериозов. *Достижения науки и техники АПК*. 2022;36(2):8–13. https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_2_8
7. Шатилов И.С. Основы программирования урожая сельскохозяйственных культур. М.: *Агропромиздат*, 1987. 358 с
8. Каюмов М.К. Справочник по программированию урожая. М.: *Россельхозиздат*, 1987. 368 с.
9. James W.C. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. *Can. Plant Dis. Surv.* 1971;51:39–65.
10. Contreras-Medina L.M., Torres-Pacheco I., Guevara-González R.G., Romero-Troncoso R.J., Terol-Villalobos I.R., Osornio-Rios R.A. Mathematical modeling tendencies in plant pathology. *African Journal of Biotechnology*. 2009;8(25):7399–7408.
11. Jeger M., Viljanen-Rollinson S. The use of the area under the disease-progress curve (AUDPC) to assess quantitative disease resistance in crop cultivars. *Theor Appl Genet*. 2001;(102):32–40. <https://doi.org/10.1007/s001220051615>
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: *Агропромиздат*. 1985. 125 с.
13. Abbott W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 1925;(18):265–267.
14. Стацюк Н.В. Повышение ресурсного потенциала картофеля путем обработки семенного материала импульсным низкочастотным электрическим полем. 2015.
15. Semenchuk V. Potato productivity depending on the use of plant growth regulator Agate-25K. Interdepartmental thematic scientific collection on the use of plant protection and quarantine. 2018. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.162-165>
16. Шляхов В.А., Григорян Л.Н. Изучение эффективности нового средства биоконтроля за численностью саранчовых вредителей по результатам полевых испытаний в 2016 году // *Вопросы науки и образования*. 2017;7(8). <http://scientificpublication.ru/images/PDF/2017/8/izuchenie-effektivnosti-novogo.pdf> (Дата обращения: 06.03.2025).
17. Романова Е.В., Гинс М.С. Влияние биостимуляторов на рост и продуктивность растений сои. *Вестник РУДН, сер. Агрономия и Животноводство*. 2006;1:82–88.
18. Фетюхин И.В., Авдеенко И.А. Эффективность применения регуляторов роста при выращивании подсолнечника по системе Clearfield в условиях Ростовской области. *Вестник Донского государственного аграрного университета*. 2004;1(51):13–19.
19. Уромова И.П. Биологизированная система защиты картофеля от болезней. *Агротехнический вестник*. 2008;6:38–40. <https://elibrary.ru/kvjijv>
20. Кузнецова М.А. Обоснование применения некоторых биологически активных препаратов и средств для защиты картофеля от фитофтороза. 2000.
21. Николаева Ф.В., Лукина Ф.А. Использование биологических

препаратов при возделывании картофеля в Якутии. *Аграрная наука*. 2020;(7-8):124-126. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-124-126>

22. Уромова И.П., Козлов А.В., Лобина В.С. Влияние регулятора роста с биофунгицидной активностью на урожай и качество картофеля. *Современные проблемы науки и образования*. 2015;(2-3). URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23852> (дата обращения: 07.03.2025).

23. Уколова А.Ю., Кузнецова М.А., Сметанина Т.И., Демидова В.Н., Ерохова М.Д., Рогожин А.Н. Эффективность применения биостимулятора-антистрессанта «ЭкселГроу» в сочетании с фунгицидами для снижения вредоносности ранней пятнистости, вызванной грибами рода *Alternaria* и повышения урожайности картофеля. *Аграрная наука*. 2024;(11):92-98. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-388-11-92-98>.

24. Abkhoo J., Sabbag S.K. Control of *Phytophthora melonis* damping-off, induction of defense responses, and gene expression of cucumber treated with commercial extract from *Ascophyllum nodosum*. *J. Appl. Phycol.* 2016;(28):1333–1342. <https://doi.org/10.1007/s10811-015-0693-3>.

25. Panjehkeh N., and Abkhoo J. Influence of marine brown alga extract (Dalgin) on damping-off tolerance of tomato. *JMES*. 2016;(7):2369–2374.

26. Jayaraj, J., Wan, A., Rahman, M., and Punja, Z. K. Seaweed extract reduces foliar fungal diseases on carrot. *Crop Prot.* 2008;(27):1360–1366. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2008.05.005>.

• Литература

1. Beumer K., Stemerding D. A breeding consortium to realize the potential of hybrid diploid potato for food security. *Nat. Plants*. 2021; 7:1530–1532. <https://doi.org/10.1038/s41477-021-01035-4>

2. Leiminger J.H., Hausladen H. Early Blight Control in Potato Using Disease-Orientated Threshold Values. *Plant Disease*.2012;96:124–130. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-11-0431>

3. Dong S., Zhou S. Potato late blight caused by *Phytophthora infestans*: from molecular interactions to integrated management strategies. *Journal of Integrative Agriculture*. 2022;21(12):3456-3466. <https://doi.org/10.1016/j.jia.2022.08.060>

4. Markantonis M., Velde-Koerts T., Graven C., Biesebeek J.D., Zeilmaker M., Rietveld A.G., Ossendorp B.C. Assessment of occupational and dietary exposure to pesticide residues. *EFSA Journal*. 2018;16(S1). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.e16087>

5. Chatzidimitriou E., Mienne A., Pierlot S., Noel L., Sarda X. Assessment of combined risk to pesticide residues through dietary exposure. *EFSA Journal*. 2019;17(S2). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.e170910>

6. Erokhova M.D., Kuznetsova M.A. UK experience in protecting potatoes from bacterial diseases. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2022;36(2):8-13. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_2_8 (In Russ.)

7. Shatilov I.S. Fundamentals of programming agricultural crop yields. M.: Agropromizdat, 1987. 358 p. (In Russ.)

8. Kayumov M.K. Harvest Programming Handbook. M.: Rossel'khozizdat, 1987. 368 p. (In Russ.)

9. James W.C. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. Can, *Plant Dis. Surv.* 1971; 51:39-65.

10. Contreras-Medina L.M., Torres-Pacheco I., Guevara-González

R.G., RomeroTroncoso R.J., Terol-Villalobos I.R., Osornio-Rios R.A. Mathematical modeling tendencies in plant pathology. *African Journal of Biotechnology*. 2009;8(25):7399-7408.

11. Jeger M., Viljanen-Rollinson S. The use of the area under the disease-progress curve (AUDPC) to assess quantitative disease resistance in crop cultivars. *Theor Appl Genet*. 2001;(102):32–40. <https://doi.org/10.1007/s001220051615>

12. Dospikhov B.A. Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: 1985. 125 p. (In Russ.)

13. Abbott W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 1925;(18):265-267.

14. Stasyuk N.V. Increasing the resource potential of potatoes by treating seed material with a pulsed low-frequency electric field. 2015.

15. Semenchuk V. Potato productivity depending on the use of plant growth regulator Agate-25K. Interdepartmental thematic scientific collection on the use of plant protection and quarantine. 2018. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.162-165>

16. Shlyakhov V.A., Grigoryan L.N. Study of the effectiveness of a new biocontrol agent for the number of locust pests based on the results of field trials in 2016. *Issues of Science and Education* 2017;7(8). <http://scientificpublication.ru/images/PDF/2017/8/izuchenie-effektivnosti-novogo.pdf> (Date of access: 06.03.2025) (In Russ.)

17. Romanova E.V., Gins M.S. The influence of biostimulants on the growth and productivity of soybean plants. *Bulletin of RUDN, series Agronomy and Animal Breeding*, 2006; 1:82-88. (In Russ.)

18. Fetyukhin I.V., Avdeenko I.A. Efficiency of application of growth regulators in cultivation of sunflower according to Clearfield system in conditions of Rostov region. *Bulletin of Don State Agrarian University*.2004;1(51):13-19. (In Russ.)

19. Uromova I.P. Biological system of potato protection from diseases. *Agrochemical Bulletin*. 2008;6:38-40. (In Russ.) <https://elibrary.ru/kvjijv>

20. Kuznetsova M.A. Justification of using biological products for protecting potatoes from late blight. 2000. (In Russ.)

21. Nikolaeva F.V., Lukina F.A. Use of biological preparations in potato cultivation in Yakutia. *Agrarian science*. 2020;(7-8):124-126. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-124-126>: (In Russ.)

22. Uromova I.P., Kozlov A.V., Lobina V.S. The influence of a growth regulator with biofungicidal activity on the yield and quality of potatoes // *Modern problems of science and education*. 2015;(2-3). URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23852> (date of access: 07.03.2025) (In Russ.)

23. Ukolova A.YU., Kuznetsova M.A., Smetanina T.I., Demidova V.N., Erokhova M.D., Rogozhin A.N. Efficiency of using ExcelGrow in combination with fungicides to reduce the severity of early blight caused by fungi *Alternaria* and to increase potato yield. *Agrarian science*. 2024;(11):92-98. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-388-11-92-98> (In Russ.)

24. Abkhoo J., Sabbag S.K. Control of *Phytophthora melonis* damping-off, induction of defense responses, and gene expression of cucumber treated with commercial extract from *Ascophyllum nodosum*. *J. Appl. Phycol.* 2016;(28):1333–1342. <https://doi.org/10.1007/s10811-015-0693-3>.

25. Panjehkeh N., and Abkhoo J. Influence of marine brown alga extract (Dalgin) on damping-off tolerance of tomato. *JMES*. 2016;(7):2369–2374.

26. Jayaraj, J., Wan, A., Rahman, M., and Punja, Z. K. Seaweed extract reduces foliar fungal diseases on carrot. *Crop Prot.* 2008;(27):1360–1366. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2008.05.005>.

Об авторах:

Анастасия Юрьевна Уколова – аспирант ВНИИФ, <https://orcid.org/0009-0007-2308-9641>, anukolova@mail.ru

Мария Алексеевна Кузнецова – кандидат биол. наук, заведующая отделом болезней картофеля и овощных культур ВНИИФ, SPIN-код: 2596-0070, <https://orcid.org/0000-0002-9880-5995>, mari.kuznetsova@gmail.com

About the Authors:

Anastasia Yu. Ukolova – Graduate Student at All-Russian Research Institute of Phytopathology, <https://orcid.org/0009-0007-2308-9641> anukolova@mail.ru.

Maria A. Kuznetsova – Cand. Sci. (Biology), Head of Potato and Vegetable's Diseases Department of All-Russian Research Institute of Phytopathology, SPIN-code: 2596-0070, <https://orcid.org/0000-0002-9880-5995>, mari.kuznetsova@gmail.com.