

А.Ю. Уколова ✉
М.А. Кузнецова
Т.И. Сметанина
В.Н. Демидова
М.Д. Ерохова
А.Н. Рогожин

Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии,
раб. пос. Большие Вязёмы,
Московская обл., Россия

✉ anukolova@mail.ru

Поступила в редакцию: 07.05.2024
Одобрена после рецензирования: 02.10.2024
Принята к публикации: 17.10.2024

© Уколова А.Ю., Кузнецова М.А., Сметанина Т.И.,
Демидова В.Н., Ерохова М.Д., Рогожин А.Н.

Anastasia Yu. Ukolova ✉
Maria A. Kuznetsova
Tatiana I. Smetanina
Valentina N. Demidova
Maria D. Erokhova
Alexander N. Rogozhin

All-Russian Research Institute of
Phytopathology, Bolshie Vyazemy, Moscow
region, Russia

✉ anukolova@mail.ru

Received by the editorial office: 07.05.2024
Accepted in revised: 02.10.2024
Accepted for publication: 17.10.2024

© Ukolova A.Yu., Kuznetsova M.A., Smetanina T.I.,
Demidova V.N., Erokhova M.D., Rogozhin A.N.

Эффективность применения биостимулятора-антистрессанта «ЭкселГроу» в сочетании с фунгицидами для снижения вредоносности ранней пятнистости, вызванной грибами рода *Alternaria* и повышения урожайности картофеля

РЕЗЮМЕ

Ранняя пятнистость, вызванная комплексом грибов рода *Alternaria*, становится серьезной проблемой для картофелеводов во многих регионах России. Поражение надземной части растений картофеля альтернариозом и дальнейшее преждевременное ее отмирание приводят к существенным потерям урожая. Абиотические и биотические факторы, ослабляющие растения картофеля, способствуют более активному развитию альтернариоза. В статье приведены новые экспериментальные данные, показывающие, что обработка вегетирующих растений картофеля биоорганическим удобрением «ЭкселГроу» в дозе 1 л/га способствует снижению вредоносности болезни и повышению урожайности картофеля. При этом было установлено, что трехкратное применение «ЭкселГроу» в дозе 1 л/га в баковой смеси с фунгицидами «Миравис» 0,35 л/га, «Ревус Топ» 0,6 л/га, «Сигнум» 0,3 кг/га, направленное на снижение вредоносности альтернариоза, повышает эффективность фунгицидной защиты посадок картофеля от болезни, что в конечном результате обеспечивает достоверную прибавку урожая и товарность клубней.

Ключевые слова: альтернариоз, картофель, фунгициды, биопрепараты, *Ascophyllum nodosum*

Для цитирования: 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; 388(11): 92–98. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-388-11-92-98>

The effectiveness of the biostimulator-antistressant “ExcelGrow” in combination with fungicides to reduce the harmfulness of early spotting caused by fungi of the genus *Alternaria* and increase potato yields

ABSTRACT

Early spotting caused by a complex of fungi of the genus *Alternaria* is becoming a serious problem for potato growers in many regions of Russia. The defeat of the aboveground part of potato plants by alternariasis and its further premature death lead to significant crop losses. Abiotic and biotic factors that weaken potato plants contribute to the more active development of alternariasis. The article presents new experimental data showing that the treatment of vegetative potato plants with bioorganic fertilizer “ExcelGrow” at a dose of 1 l/ha helps to reduce the harmfulness of the disease and increase potato yields. At the same time, it was found that the triple use of “ExcelGrow” at a dose of 1 l/ha in a tank mixture with the fungicides “Miravis” 0.35 l/ha, “Revus Top” 0.6 l/ha, “Signum” 0.3 kg/ha, aimed at reducing the harmfulness of alternariasis, increases the effectiveness of fungicidal protection of potato plantings from diseases, which in the end result ensures a reliable increase in yield and marketability of tubers.

Key words: early blight (*Alternaria*), potato, fungicides, biopesticides, *Ascophyllum nodosum*

For citation: Ukolova A.Yu., Kuznetsova M.A., Smetanina T.I., Demidova V.N., Erokhova M.D., Rogozhin A.N. The effectiveness of the biostimulator-antistressant “ExcelGrow” in combination with fungicides to reduce the harmfulness of early spotting caused by fungi of the genus *Alternaria* and increase potato yields. *Agrarian science*. 2024; 388(11): 92–98 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-388-11-92-98>

Введение/Introduction

В последние годы альтернариоз (ранняя пятнистость) картофеля, вызываемый патогенным комплексом грибов рода *Alternaria*, становится серьезной проблемой для картофелеводов во многих регионах России. Заболевание распространено повсеместно, но наибольший ущерб наносит культурам в южных регионах страны.

В отдельные сезоны, благоприятные для развития альтернариоза, потери урожая могут достигать 40% [1]. Основная причина снижения урожая от этой болезни — преждевременное отмирание ботвы¹ [1]. Повреждаются листья, стебли, клубни. На листьях, начиная с нижних, за 15–20 дней до цветения появляются округлые коричневые (или темно-бурые) пятна. Часто с концентрической зональностью. Пораженные участки листьев становятся сухими, закручиваются дольками вверх и легко ломаются. Через 3–4 недели на них можно заметить содержащий споры бархатистый налет оливкового цвета. На поверхности клубня — резко отличающиеся от здоровой части вдавленные пятна неправильной формы, более темные, чем кожура. На разрезе в местах некрозов ткани клубня загнивают по типу сухой гнили, превращаясь в плотную, твердую, сухую черновато-коричневую массу, резко отличающуюся от здоровой ткани. Основные источники инфекции — семенной материал и растительные остатки.

Воздействие абиотических и биотических факторов на культуру способно ослабить растение картофеля, а это в свою очередь приведет к более активному развитию альтернариоза. Резкие колебания температурных условий и влажности в сезоне (чередование жаркой и сухой погоды с кратковременными дождями или обильными росами), низкое содержание таких макроэлементов в почве, как азот (менее 100 кг/га), фосфор, калий и магний, выращивание сортов картофеля, восприимчивых к альтернариозу, наличие источников первичной инфекции в почве и на растительных остатках, пораженность семенного материала вирусами, ризоктониозом, антракнозом и другими патогенами [1, 2]. При подборе сортов важно учитывать, что заболеванию более подвержены ранние сорта картофеля.

Прогрев семенного материала в течение 2–3 недель при температуре от 14 до 18 °С до начала хранения или в конце периода хранения помогает выявить больные клубни и позволяет использовать только здоровый посадочный материал [2–4].

Ассортимент фунгицидов для защиты картофеля от фитофтороза и альтернариоза на российском рынке год от года становится шире. Препараты различаются по своим функциональным свойствам [5, 6].

Возрастание вредоносности альтернариоза требует применения не только контактных препаратов — дитиокарбаматов, хлороталонила, но и новых, более эффективных фунгицидов. Это привело к появлению новой группы препаратов на основе дифеноконазола. В России из этой группы препаратов разрешены к применению фунгициды «Скор»² (дифеноконазол, Сингента, Швейцария), «Ревус Топ»³ (мандипропамид и дифеноконазол, Сингента, Швейцария), препарат «Сигнум»⁴ (боскалид и пираклосробин, БАСФ, Германия) и фунгицид «Миравис»⁵ (пидифлуметофен, Сингента, Швейцария).

В последние годы были получены экспериментальные данные о том, что сочетание фунгицидных обработок в период вегетации растений с некоторыми биодобрыми обеспечивает получение более высокой урожайности по сравнению с применением фунгицидов соло [7]. Некорневой способ внесения удобрений, при котором растения оперативно получают питательные вещества через листья и стебли при опрыскивании, широко используется картофелеводами во многих странах мира, особенно при абиотических стрессах, которые возникают на разных фазах развития растений [8, 9].

Видимый на листьях картофеля дефицит ряда микроэлементов, например магния, бора, железа, можно оперативно устранить, проводя внекорневые обработки удобрениями, содержащими эти элементы. Кроме того, их можно сочетать со средствами защиты растений (гербицидами, инсектицидами, фунгицидами) [10]. Вместе с тем известно, что эффективность некорневой подкормки методом опрыскивания растений простым раствором солей макро- и микроэлементов низка, поскольку только небольшая часть питательных элементов проникают в ткани листа [11]. По этой причине растет потребность производителей в более эффективных удобрениях, которые полностью проникают в лист.

В связи с этим ученые во всем мире стали активно искать высокоэффективные удобрения, в том числе среди природных источников полезных веществ. Именно таким образом были открыты уникальные свойства водоросли *Ascophyllum nodosum*, способной повышать устойчивость растений к стрессу, вызванному действием кратковременных неблагоприятных абиотических факторов (низкие или высокие температуры, засуха или чрезмерное увлажнение), стимулировать рост и развитие корневой системы и листового аппарата, способствовать лучшей закладке генеративных органов и клубней, повышать урожайность и качество продукции.

Ascophyllum nodosum стимулирует выработку собственных фитогормонов культурой, в частности ауксина и цитокинина. Именно они обеспечивают успешное прохождение таких процессов, как прорастание культуры, рост и развитие биомассы, цветение, формирование и развитие будущего урожая. Применение препаратов на основе этих водорослей положительно влияет на рост биомассы и развитие корневой системы, что в свою очередь повышает способность растений поглощать питательные вещества [12].

В ходе эволюции появились различные водоросли, обладающие эффективными защитными механизмами для борьбы со своими естественными патогенами [13]. Меньше поражаемости инфекциями, вызываемыми различными патогенами, наблюдается именно у морских водорослей, поскольку они являются богатым источником уникальных биоактивных соединений, таких как фуканы, каррагинаны, ульваны и ламинарины (или полимеры, содержащие фукозу). Эти биоактивные вещества способны индуцировать защитные реакции против патогенов, действуя как элиситоры [13–15].

Установлено, что биологически активные соединения, присутствующие в экстракте водоросли *Ascophyllum nodosum*, вызвали формирование защитных реакций у растений против различных патогенов. Так,

¹ EPPO Global Database (available online). 2024. <https://gd.eppo.int/taxon/ALTESO/photos>

² Государственная регистрация от 23.01.2024 до 22.01.2027 № 041-02-4371-0 выдана МСХ РФ. Сертификация-декларация от 10.07.2023 до 06.07.2028 № РОСС RU Д-РУ.РА01.В.25195/23 выдана. Заявитель ООО «Эксперт Гарден».

³ Свидетельство о регистрации от 25.01.2025 № 041-02-503-1. Регистрант ООО «Сингента».

⁴ Свидетельство о государственной регистрации от 25.04.2024 № 4529 выдано Минсельхозом России (госрегистрация № 014-02-4529-0).

⁵ Свидетельство о регистрации № 041-02-3556-1. Регистрант ООО «Сингента».

например, применение препарата на основе экстракта водоросли *A. nodosum* обеспечивало усиленную защиту от патогена *Phytophthora melonis*. [14].

Эта работа была продолжена другой группой ученых, которые показали, что аналогичное применение препарата на основе экстракта водорослей *A. nodosum* в чередовании с фунгицидом на основе металаксилла приводило к формированию индуцированной системной устойчивости (ИСУ) против грибного заболевания томатов *Phytophthora capsica* [15]. Точно так же, как и применение жидкого экстракта *A. nodosum* с попеременными обработками фунгицидом на основе действующего вещества хлороталонил, позволило снизить прогрессирование заболеваний грибкового происхождения за счет формирования защитных генов и ферментов при обработке биопрепаратами на основе водорослей. Обработка 3-недельных растений резуховидки Таля (*A. thaliana*) препаратом с концентрацией 1 г/л *Ascophyllum nodosum* (в норме расхода 25 мл на растение путем корневого внесения) за 2 дня до пересадки позволило защитить культуру от возбудителя склеротиниоза (*Sclerotinia sclerotiorum*) [16].

Было установлено, что обработка листьев биопрепаратами на основе экстракта водоросли *Ascophyllum nodosum* растений моркови значительно позволила снизить развитие и прогрессирование заболеваний, вызываемых патогенами *Alternaria radicina* и *Botrytis cinerea* — возбудителями альтернариоза и серой гнили [17].

Опубликованные данные свидетельствуют о том, что разумное применение препаратов на основе экстрактов *Ascophyllum nodosum* может быть эффективным средством при контроле различных заболеваний культур [14–19]. Такая стратегия позволяет свести к минимуму использование фунгицидов на химической основе и обеспечить экологически безопасный и эффективный метод борьбы с болезнями растений [20, 21].

Недавно в России получил регистрацию новый биостимулятор-антистрессант «ЭкселГроу» (Adama, Израиль) на основе водоросли *Ascophyllum nodosum* (25%), органических кислот, витаминов (в том числе органического углерода С — 9,6%; К₂О — 3,5%).

Цель данной работы — определение эффективности применения биостимулятора «ЭкселГроу» на фоне химических защитных обработок картофеля, применяемых против альтернариоза.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

В 2021 году в Московской области (Одинцовский р-н) на экспериментальном участке ВНИИФ на картофеле были заложены опыты по изучению эффективности

совместных обработок биопрепарата «ЭкселГроу» с фунгицидами и проведена оценка влияния таких обработок на сдерживание развития альтернариоза.

Дата посадки сорта картофеля Удача — 20.05.2021, размещение вариантов — рандомизированное, в массиве посадок картофеля, количество повторностей — 4.

Агротехнические мероприятия по уходу за опытными растениями включали: зяблевую вспашку — 10.10.2020, дискование — 05.05.2021, глубокую культивацию — 07.05.2021, нарезание гряд — 15.05.2021, окучивание с фрезерованием — 01.06.2021.

С осени в почву внесли 50 т/га органических удобрений, перед посадкой картофеля — минеральные удобрения в дозе 70 кг/га по д. в. 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 И.С. Шатиловым (1987 г.) и М.К. Каюмовым (1989 г.)^{6, 7}.

Первую обработку против сорняков проводили 04.06.2021 смесью гербицидов «Зенкор» + «Титус» (метрибузин + римсульфурон в нормах 0,4 кг/га + 20 г/га соответственно). Вторую обработку — 01.07.2021 гербицидом «Боксер» (просульфокارب в норме 3 л/га). Весь массив картофеля, включая опытные делянки, один раз обрабатывали инсектицидом «Актара» в норме 0,06 кг/га с учетом экономического порога численности колорадского жука.

Оценку эффективности различных схем защиты против альтернариоза картофеля проводили на искусственном инфекционном фоне на восприимчивом к альтернариозу сорте картофеля Удача. С этой целью через 4 недели после наступления фазы полных всходов картофеля вносили инокулированные *Alternaria solani* зерна ячменя.

Методика наработки инокулюма *Alternaria solani* и нормы его внесения соответствовали международным стандартам Европейской и Средиземноморской организации по карантину и защите растений (ЕОКЗР): ALTESO и методике, утвержденной специалистами международного консорциума EuroBlight⁸.

В таблице 1 представлена схема проведения защитных обработок по вариантам.

Дозы применения препаратов были выбраны согласно рекомендуемым производителем нормам применения на картофеле: «Миравис» — 0,35 л/га, «Ревус Топ» — 0,6 л/га, «Сигнум» — 0,3 кг/га, «ЭкселГроу» — 1 л/га.

Таблица 1. Схемы защитных обработок сорта Удача (ВНИИФ, 2021)

Table 1. Schemes of protective treatments of the Udacha variety (VNIIEF, 2021)

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8 (контроль)
1-я обр. 07.07.2021	«Миравис» (д. в. адепидин, «Сингента», Швейцария)	«Миравис» + «ЭкселГроу» (д. в. <i>Ascophyllum nodosum</i> , Adama, Израиль)	«Ревус Топ» (д. в. мандипропамид, «Сингента», Швейцария)	«Ревус Топ» + «ЭкселГроу»	«Сигнум» (д. в. пираклостробин и боскалид, BASF, Германия)	«Сигнум» + «ЭкселГроу»	«ЭкселГроу»	без обработки
2-я обр. 20.07.2021	«Миравис»	«Миравис» + «ЭкселГроу»	«Ревус Топ»	«Ревус Топ» + «ЭкселГроу»	«Сигнум»	«Сигнум» + «ЭкселГроу»	«ЭкселГроу»	без обработки
3-я обр. 03.08.2021	«Миравис»	«Миравис» + «ЭкселГроу»	«Ревус Топ»	«Ревус Топ» + «ЭкселГроу»	«Сигнум»	«Сигнум» + «ЭкселГроу»	«ЭкселГроу»	без обработки
4-я обр. 13.08.2021	«Миравис»	«Миравис»	«Ревус Топ»	«Ревус Топ»	«Сигнум»	«Сигнум»		без обработки

⁶ Шатилов И.С. Основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур. М.: Агропромиздат. 1987; 358.

⁷ Каюмов М.К. Справочник по программированию урожаев. М.: Россельхозиздат. 1987; 368.

⁸ Protocol for the artificial inoculation with *A. solani* in field trials (with infected kernels) https://euroblight.net/fileadmin/euroblight/Alternaria/Protocols/Alternaria_solani_field_inoculation_kernels_2015.pdf

Кратность обработок: 4-кратная фунгицидами против альтернариоза, 3-кратная — «ЭкселГроу».

Способ применения: опрыскивание вегетирующих растений.

Используемая аппаратура: ранцевый опрыскиватель З РНЩ-3 (ВНИИФ, Россия).

Расход рабочей жидкости: 200 л/га.

В даты обработок против альтернариоза (07.07, 20.07, 03.08, 13.08) были отмечены следующие погодные условия (табл. 2).

Информация о погодных условиях всего вегетационного сезона по месяцам представлена в таблице 3.

Даты учетов альтернариоза в поле: 07.07, 13.07, 20.07, 27.07, 03.08, 10.08, 20.08, 31.08.

Дата первичного проявления альтернариоза: 28.06 в контроле (без обработки).

Учеты степени пораженности растений альтернариозом проводили по шкале Британского микологического общества¹⁰. На основании полученных данных по методу математических моделей AUDPC¹¹ рассчитывали площадь под кривой, описывающей развитие альтернариоза (AUDPC), в сравниваемых вариантах опыта (рис. 4).

Способ уборки и учет урожая: вручную с четырех рядов картофеля на каждой делянке.

Дата уборки и учет урожая — 9.09.

Оценку качества клубней проводили через месяц после закладки на хранение экспресс-методом¹², статистическую обработку полученных результатов — методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову¹³.

Таблица 2. Метеорологические данные в дни проведения обработок 2021 г.⁹

Table 2. Meteorological data for days of providing applications in 2021

Даты обработок, 2021 г.	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость ветра, м/сек	Время без осадков после обработки
7 июля	19,1	67	1,7	8 сут.
20 июля	21,5	62	2,1	8 сут.
3 августа	20,3	62	2,0	4 сут.
13 августа	23,3	80	2,1	14 ч.

Таблица 3. Метеорологические данные периода вегетации в 2021 г.

Table 3. Meteorological data for the vegetative period in 2021

Основные показатели	Месяц (декада) 2021 г.											
	май			июнь			июль			август		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Температура воздуха, °С												
Среднемноголетняя	10,7	12,1	13,6	15,2	16,1	16,8	17,2	17,8	17,6	17,2	15,6	16,1
Средняя		12,3			16,0			17,4			16,3	
Текущего года	8,8	17,3	14,3	15,5	19,9	23,7	21,6	24,3	19,1	20,1	20,1	16,9
Средняя		13,5			19,7			21,6			18,9	
Относительная влажность воздуха, %												
Среднемноголетняя	66	68	69	70	73	73	65	72	65	63	78	76
Средняя		68			72			67			72	
Текущего года	64	60	65	68	67	68	65	66	67	76	74	74
		63			68			66			75	
Осадки, мм												
Среднемноголетние	13,0	18,5	22,2	23,9	22,1	25,5	28,9	28,0	26,2	22,8	22,5	26,0
Сумма		54,6			71,5			83,1			71,3	
Текущего года	0	19,4	19,6	29,7	13,0	24,7	3,8	18,0	32,8	18,0	20,8	18,6
Сумма		39,0			67,4			54,5			57,4	

⁹ По данным метеостанции ВНИИФ (Московская обл.). 2021 г.

¹⁰ James W.C. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. Can. Plant Dis. Surv. 1971; 51: 39–65.

¹¹ <https://www.apsnet.org/edcenter/disimpactmngmnt/topc/EcologyAndEpidemiologyInR/DiseaseProgress/Pages/AUDPC.aspx>

¹² Кузнецова М.А. Болезни картофеля при хранении // Защита и карантин растений. 2006; 10: 37–44.

¹³ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Агропромиздат. 1985; 125.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

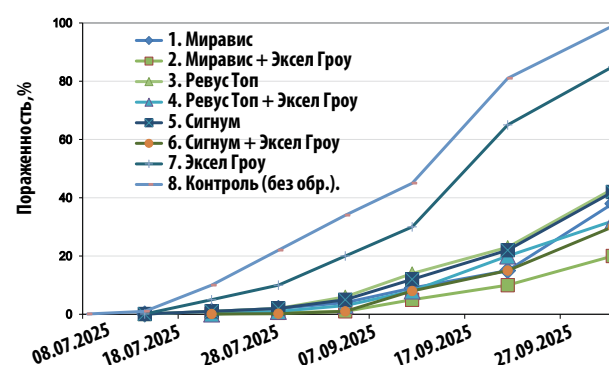
Погодные условия в сезоне 2021 года способствовали эпифитотийному развитию альтернариоза на восприимчивом сорте картофеля Удача. Несмотря на затяжную весну, посадка картофеля была проведена в оптимальные сроки — 20.05. Через четыре недели после фазы полных всходов на экспериментальный участок вносили зараженные *Alternaria solani* зерна ячменя (создавали искусственный инфекционный фон) по методике Euroblight¹⁰.

В июле и августе 2021 года наблюдалась жаркая погода. Однако даже при небольшом количестве осадков в июне — августе отмечалось сильное поражение растений альтернариозом. Через неделю после создания искусственного инфекционного фона провели первую защитную обработку против альтернариоза — 07.07, вторую — 20.07, третью — 3.08, четвертую — 17.08. Проведение защитных обработок позволило сдерживать развитие болезни по сравнению с незащищенным контролем (рис. 1).

В период вегетации растений проводили сравнительную оценку эффективности различных схем защиты картофеля от альтернариоза (учитывали развитие двух патогенов в комплексе — *Alternaria solani* и *Alternaria alternata*).

Рис. 1. Динамика альтернариоза картофеля сорта Удача в сравниваемых вариантах опыта (ВНИИФ «Раменская Горка», 2021 г.)

Fig. 1. Dynamics of potato alternariasis of the Udacha variety in the compared variants of the experiment (VNIIF "Ramenskaya Gorka", 2021)



На основании полученных данных и по принятой методике рассчитывали интегральный показатель развития болезни — площадь под кривой (AUDPC) (рис. 2).

По результатам оценки, AUDPC в контроле (без обработок) составила 2267 ед., в варианте 7, где трижды обрабатывали растения «ЭкселГроу», наблюдалось снижение AUDPC на 707 ед. В вариантах 1, 3, 5, где применяли фунгициды соло «Миравис» (483 ед.), «Ревус Топ» (650 ед.), «Сигнум» (607 ед.), в вариантах 2, 4, 6, где применяли фунгициды с «ЭкселГроу», наблюдалось достоверное снижение интегрального показателя развития болезни: «Миравис» + «ЭкселГроу» (251 ед.), «Ревус Топ» + «ЭкселГроу» (480 ед.), «Сигнум» + «ЭкселГроу» (402 ед.), $HCP_{0,95} = 75$ (рис. 2).

Биологическая эффективность защиты в зависимости от варианта составила: «Миравис» — 79%, «Миравис» + «ЭкселГроу» — 83%, «Ревус Топ» — 71%, «Ревус Топ» + «ЭкселГроу» — 79%, «Сигнум» — 73%, «Сигнум» + «ЭкселГроу» — 82%.

Таким образом, применение «ЭкселГроу» на фоне химических защитных обработок картофеля продемонстрировало достоверное снижение вредоносности болезни по сравнению с вариантами только химической защиты без применения «ЭкселГроу».

Удалось продемонстрировать, что трехкратная обработка растений восприимчивого к альтернариозу сорта Удача биологическим удобрением «ЭкселГроу» в норме 1 л/га способствовала активному развитию растений и в меньшей степени поражению альтернариозом по сравнению с контролем (без обработки).

Прибавка урожая в варианте, где применяли только «ЭкселГроу», по сравнению с контролем составила 17 ц/га (рис. 3).

В варианте «Миравис» + «ЭкселГроу» прибавка урожайности составила 33 ц/га по сравнению с вариантом, где применялся только фунгицид «Миравис» без биологического препарата. В варианте «Ревус Топ» + «ЭкселГроу» прибавка составила 29 ц/га в сравнении с вариантом применения фунгицида «Ревус Топ» соло, а в варианте «Сигнум» + «ЭкселГроу» — 31 ц/га в сравнении с вариантом, где применялся только фунгицид «Сигнум».

Обработка растений фунгицидами «Миравис», «Ревус Топ» и «Сигнум» с «ЭкселГроу» обеспечила высокую эффективность защиты от альтернариоза, что позволило продлить период вегетации растений и тем самым обеспечить более высокий урожай картофеля с высокой товарностью клубней по сравнению с контролем (без обработки).

В вариантах 2, 4 и 6 наблюдалось повышение товарности клубней на 20–22% по сравнению с контролем без проведения обработок (рис. 4) Так, в вариантах с применением различных фунгицидов совместно с бистимулятором-антистрессантом процент товарности клубней картофеля составлял 90%.

На основании полученных данных рекомендуется проводить защиту растений от альтернариоза фунгицидами в сочетании с трехкратной обработкой растений «ЭкселГроу» в норме расхода 1 л/га.

Выводы/Conclusion

Впервые было изучено совместное действие фунгицидов и биопрепарата на основе водорослей *Ascophyllum nodosum* и проведена оценка влияния этих обработок на снижение вредоносности альтернариоза картофеля. Установлено, что «ЭкселГроу» обеспечивал

Рис. 2. Площадь под кривой, описывающая динамику развития альтернариоза (AUDPC), (ед.) в сравниваемых вариантах опыта ($HCP_{0,95} = 65$) (сорт Удача, ВНИИФ, 2021 г.)

Fig. 2. The area under the disease progress curve (AUDPC), illustrating the dynamics of the early blight severity over time (AUDPC Values) in the experimental variants of the trial ($LSD_{0,95} = 65$) (cv. Udacha, All-Russian Research Institute of Phytopathology, 2021)

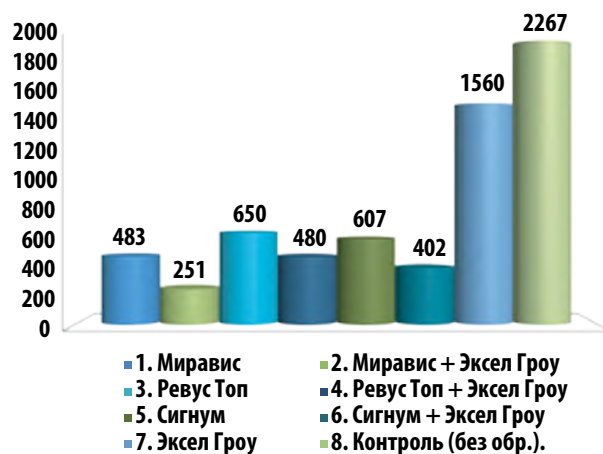


Рис. 3. Урожайность картофеля (сорт Удача, ВНИИФ, 2021 г.) ($HCP_{0,95} = 19$)

Fig. 3. Potato tuber yield (cv. Udacha, All-Russian Research Institute of Phytopathology, 2021) ($LSD_{0,95} = 19$)

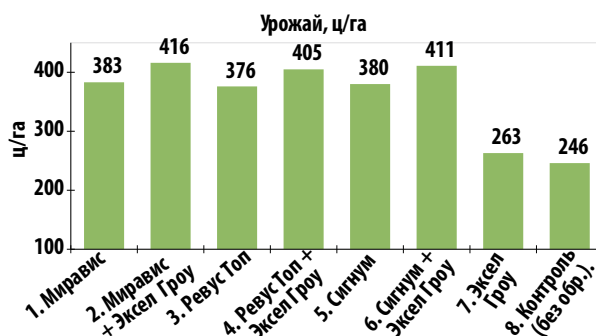


Рис. 4. Товарность клубней картофеля (сорт Удача, ВНИИФ, 2021 г.) ($HCP_{0,95} = 2$)

Fig. 4. Marketable potato tuber fraction (cv. Udacha, All-Russian Research Institute of Phytopathology, 2021) ($LSD_{0,95} = 2$)



существенное снижение пораженности альтернариозом в вариантах, где применялся совместно с фунгицидами. Так, пораженность картофеля альтернариозом: в варианте «Миравис» — 38%, «ЭкселГроу» + «Миравис» — 20%, «Ревус Топ» — 43%, «Ревус Топ» + «ЭкселГроу» — 32%, «Сигнум» — 42%, «Сигнум» + «ЭкселГроу» — 30%.

В вариантах, где применяли фунгициды в комплексе с «ЭкселГроу», наблюдалось достоверное снижение интегрального показателя развития болезни.

Применение «ЭкселГроу» на фоне химических защитных обработок картофеля продемонстрировало достоверное снижение вредоносности по сравнению с вариантами только химической защиты без применения

«ЭкселГроу», о чем свидетельствуют данные биологической эффективности. Была получена прибавка урожая в варианте совместного использования фунгицидов с биопрепаратом «ЭкселГроу», которая варьировала от 29 до 33 ц/га по вариантам. Установлено, что в вариантах с применением «ЭкселГроу» наблюдалось повышение товарности клубней на 20–22%.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках государственного задания № FGGU-2022-0007.

FUNDING

The study was carried out within the framework of State assignment No. FGGU-2022-0007.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Еланский С.Н. (ред.). Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. М.: Картофелевод. 2009; 270. ISBN 978-5-903906-02-4. <https://www.elibrary.ru/qladmr>
- Захаренко В.А. Проблема резистентности вредных микроорганизмов к пестицидам — мировая проблема. *Вестник защиты растений*. 2001; (1): 13–17.
- Зейрук В.Н., Анисимов Б.В., Васильева С.В. Подготовка и посадка семенного материала картофеля. *Защита и карантин растений*. 2020; (1): 32–35. <https://www.elibrary.ru/anuvnx>
- Иванцова Е.А., Калуженкова Ю.В. Экологические проблемы применения комплексных микроудобрениями и гуматом на биометрические параметры роста и развития растений картофеля. *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева*. 2008; (1): 41–46. <https://www.elibrary.ru/mqpxqr>
- Кузнецова М.А., Рогожин А.Н., Спиглазова С.Ю., Сметанина Т.И., Деренко Т.А., Филиппов А.В. Применяйте на картофеле биологическое удобрение «Изабион» в смеси с фунгицидами. *Картофель и овощи*. 2012; (5): 28–29. <https://www.elibrary.ru/pbfakn>
- Пшеченков К.А., Зейрук В.Н., Еланский С.Н., Мальцев С.В. Технологии хранения картофеля. М.: Картофелевод. 2007; 191. <https://www.elibrary.ru/fnphuc>
- Савина О.В., Афиногенова С.Н. Влияние некорневых подкормок комплексными микроудобрениями и гуматом на биометрические параметры роста и развития растений картофеля. *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева*. 2001; 13(1): 59–66. <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.49.1.009>
- Скрябин И.А., Скрябин А.А., Елисеев С.Л. Влияние некорневых подкормок комплексными водорастворимыми удобрениями на урожайность картофеля разных групп спелости в Среднем Предуралье. *Пермский аграрный вестник*. 2023; (1): 72–78. <https://www.elibrary.ru/ibvxkd>
- Старовойтова О.А. и др. Конкуренетоспособные технологии семеноводства, производства и хранения картофеля. М.: Росинформагротех. 2018; 236. ISBN: 978-5-7367-1433-9. <https://www.elibrary.ru/xwsugd>
- Спиридонов А.М., Бронштейн П.М. Оценка влияния новых видов удобрений на районированные сорта картофеля отечественной селекции в условиях северо-запада РФ. *Известия Санкт-Петербургского аграрного университета*. 2020; 58: 76–82. <https://www.elibrary.ru/otztlb>
- Самсонова Н.Е. Удобрение сельскохозяйственных культур в Центральном Нечерноземье. Смоленск: Смоленская ГСХА. 2014; 104.
- Potin P., Bouarab K., Küpper F., Kloareg B. Oligosaccharide recognition signals and defence reactions in marine plant-microbe interactions. *Current Opinion in Microbiology*. 1999; 2(3): 276–283. [https://doi.org/10.1016/s1369-5274\(99\)80048-4](https://doi.org/10.1016/s1369-5274(99)80048-4)
- Shukla P.S., Borza T., Critchley A.T., Prithiviraj B. Carrageenans from Red Seaweeds As Promoters of Growth and Elicitors of Defense Response in Plants. *Frontiers in Marine Science*. 2016; 3: 81. <https://doi.org/10.3389/fmars.2016.00081>
- 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*. *Journal of Applied Phycology*. 2016; 28(2): 1333–1342. <https://doi.org/10.1007/s10811-015-0693-3>
- Panjehkeh N., Abkhoo J. Influence of Marine Brown Alga Extract (Dalgin) on Damping-off Tolerance of Tomato. *Journal of Materials and Environmental Science*. 2016; 7(7): 2369–2374.
- Subramanian S. et al. Extracts of the marine brown macroalgae, *Ascophyllum nodosum*, induce jasmonic acid dependent systemic resistance in *Arabidopsis thaliana* against *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* DC3000 and *Sclerotinia sclerotiorum*. *European Journal of Plant Pathology*. 2011; 131(2): 237–248. <https://doi.org/10.1007/s10658-011-9802-6>

REFERENCES

- Elansky S.N. (ed.). Potato protection from diseases, pests and weeds. Moscow: Kartofelevod. 2009; 270 (in Russian). ISBN 978-5-903906-02-4. <https://www.elibrary.ru/qladmr>
- Zakharenko V.A. Pesticide resistance in pests as a major problem throughout the world. *Plant Protection News*. 2001; (1): 13–17 (in Russian).
- Zeiruk V.N., Anisimov B.V., Vasilyeva S.V. Preparation and planting of potato seed material. *Plant protection and quarantine*. 2020; (1): 32–35 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/anuvnx>
- Ivantsova E.A., Kaluzhenkova Yu.V. Ecological problems of pesticide application. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2008; (1): 41–46 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/mqpxqr>
- Kuznetsova M.A., Rogozhin A.N., Spiglazova S.Yu., Smetanina T.I., Derenko T.A., Filippov A.V. Efficiency of the foliar nutrition of potato with the "Izabion" fertilizer. *Potato and Vegetables*. 2012; (5): 28–29 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/pbfakn>
- Pshechenkov K.A., Zeiruk V.N., Elansky S.N., Maltsev S.V. Potato storage technologies. Moscow: Kartofelevod. 2007; 191 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/fnphuc>
- Savina O.V., Afinogenova S.N. The effect of topdressing with integrated fertilizers and humate on biometric parameters of growth and development of potato plants. *Herald of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev*. 2001; 13(1): 59–66 (in Russian). <https://doi.org/10.36508/RSATU.2021.49.1.009>
- Scriabin I.A., Scriabin A.A., Eliseev S.L. The influence of foliar fertilization with complex water-soluble fertilizers on the yield of potatoes of different groups of ripeness in the Middle Preduralie. *Perm agrarian journal*. 2023; (1): 72–78 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ibvxkd>
- Starovoytova O.A. et al. Competitive technologies for seed growing, production and storage of potatoes. Moscow: Rosinformagrotech. 2018; 236 (in Russian). ISBN: 978-5-7367-1433-9. <https://www.elibrary.ru/xwsugd>
- Spiridonov A.M., Bronshtein P.M. Assessment of the impact of new types of fertilizers on zoned potato varieties of domestic selection in the north-west of the Russian Federation. *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2020; 58: 76–82 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/otztlb>
- Samsonova N.E. Application of fertilizers for agricultural crops in the central Non-Black Soil Region. Smolensk: Smolensk State Agricultural Academy. 2014; 104 (in Russian).
- Potin P., Bouarab K., Küpper F., Kloareg B. Oligosaccharide recognition signals and defence reactions in marine plant-microbe interactions. *Current Opinion in Microbiology*. 1999; 2(3): 276–283. [https://doi.org/10.1016/s1369-5274\(99\)80048-4](https://doi.org/10.1016/s1369-5274(99)80048-4)
- Shukla P.S., Borza T., Critchley A.T., Prithiviraj B. Carrageenans from Red Seaweeds As Promoters of Growth and Elicitors of Defense Response in Plants. *Frontiers in Marine Science*. 2016; 3: 81. <https://doi.org/10.3389/fmars.2016.00081>
- 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*. *Journal of Applied Phycology*. 2016; 28(2): 1333–1342. <https://doi.org/10.1007/s10811-015-0693-3>
- Panjehkeh N., Abkhoo J. Influence of Marine Brown Alga Extract (Dalgin) on Damping-off Tolerance of Tomato. *Journal of Materials and Environmental Science*. 2016; 7(7): 2369–2374.
- Subramanian S. et al. Extracts of the marine brown macroalgae, *Ascophyllum nodosum*, induce jasmonic acid dependent systemic resistance in *Arabidopsis thaliana* against *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* DC3000 and *Sclerotinia sclerotiorum*. *European Journal of Plant Pathology*. 2011; 131(2): 237–248. <https://doi.org/10.1007/s10658-011-9802-6>

17. Jayaraj J., Wan A., Rahman M., Punja Z.K. Seaweed extract reduces foliar fungal diseases on carrot. *Crop Protection*. 2008; 27(10): 1360–1366. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2008.05.005>

18. Shukla P.S., Martin E.G., Adil M., Bajpai S., Critchley A.T., Prithiviraj B. Ascophyllum nodosum-Based Biostimulants: Sustainable Applications in Agriculture for the Stimulation of Plant Growth, Stress Tolerance, and Disease Management. *Frontiers in Plant Science*. 2019; 10: 655. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00655>

19. Kumar R. *et al.* Assessment of Antifungal Efficacy and Release Behavior of Fungicide-Loaded Chitosan-Carrageenan Nanoparticles Against Phytopathogenic Fungi. *Polymers*. 2022; 14(1): 41. <https://doi.org/10.3390/polym14010041>

20. Saxena S., Pandey A.K. Microbial metabolites as eco-friendly agrochemicals for the next millennium. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2001; 55(4): 395–403. <https://doi.org/10.1007/s002530000517>

21. Czaja K. *et al.* Biopesticides — towards increased consumer safety in the European Union. *Pest Management Science*. 2021; 71(1): 3–6. <https://doi.org/10.1002/ps.3829>

17. Jayaraj J., Wan A., Rahman M., Punja Z.K. Seaweed extract reduces foliar fungal diseases on carrot. *Crop Protection*. 2008; 27(10): 1360–1366. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2008.05.005>

18. Shukla P.S., Martin E.G., Adil M., Bajpai S., Critchley A.T., Prithiviraj B. Ascophyllum nodosum-Based Biostimulants: Sustainable Applications in Agriculture for the Stimulation of Plant Growth, Stress Tolerance, and Disease Management. *Frontiers in Plant Science*. 2019; 10: 655. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00655>

19. Kumar R. *et al.* Assessment of Antifungal Efficacy and Release Behavior of Fungicide-Loaded Chitosan-Carrageenan Nanoparticles Against Phytopathogenic Fungi. *Polymers*. 2022; 14(1): 41. <https://doi.org/10.3390/polym14010041>

20. Saxena S., Pandey A.K. Microbial metabolites as eco-friendly agrochemicals for the next millennium. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2001; 55(4): 395–403. <https://doi.org/10.1007/s002530000517>

21. Czaja K. *et al.* Biopesticides — towards increased consumer safety in the European Union. *Pest Management Science*. 2021; 71(1): 3–6. <https://doi.org/10.1002/ps.3829>

ОБ АВТОРАХ

Анастасия Юрьевна Уколова

аспирант
anukolova@mail.ru

Мария Алексеевна Кузнецова

кандидат биологических наук, заведующая отделом болезней картофеля и овощных культур
mari.kuznetsova@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9880-5995>

Татьяна Ивановна Сметанина

научный сотрудник
smetaneinatatyana@yandex.ru

Валентина Николаевна Демидова

кандидат биологических наук, научный сотрудник
devalya82@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0390-4043>

Мария Дмитриевна Ерохова

научный сотрудник
maria.erokhova@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5258-9326>

Александр Николаевич Рогожин

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела картофеля и овощных культур
alexran53@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0863-4441>

Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии,
ул. Институт, 5, пос. Большие Вязёмы, Московская обл., 143050, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Anastasia Yurievna Ukolova

Graduate Student
anukolova@mail.ru

Maria Alekseevna Kuznetsova

Candidate of Biological Sciences, Head of the Potato and Vegetable Diseases Department
mari.kuznetsova@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9880-5995>

Tatyana Ivanovna Smetanina

Research Associate
smetaneinatatyana@yandex.ru

Valentina Nikolaevna Demidova

Candidate of Biological Sciences, Researcher
devalya82@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0390-4043>

Maria Dmitrievna Erokhova

Research Associate
maria.erokhova@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5258-9326>

Alexander Nikolaevich Rogozhin

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Potato and Vegetable Diseases Department
alexran53@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0863-4441>

All-Russian Research Institute of Phytopathology,
5 Institute Str., Bolshie Vyazemy, Moscow region, 143050, Russia



Подпишитесь на Telegram канал
ИД «Аграрная наука»



Ежедневно вы будете получать свежие новости АПК и сельского хозяйства, анонсы отраслевых событий, знакомиться с результатами научных исследований, репортажами и интервью.



Оформите подписку на информационные
e-mail рассылки



Дважды в неделю на ваш e-mail ящик будут приходить уведомления о топовых событиях АПК, аналитика, прогнозы, приглашения на выставки и конференции.

Через наши рассылки вы можете познакомиться со своими товарами и услугами потенциальных клиентов.

Связаться с редакцией:
Тел. +7 (495) 777 67 67
(доб. 1453)
agrovetpress@inbox.ru