

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО
AGRONOMY, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT

АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 632.752.1:632.951

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОГО ИНСЕКТИЦИДА ПО ОТНОШЕНИЮ
К БЕЛОКРЫЛКЕ ТЕПЛИЧНОЙ

^{1,2} Вероника Максимовна Андреевская, ¹ Елена Сергеевна Измайлова,
¹ Софья Владиславовна Железова, ^{1,2} Михаил Анатольевич Севостьянов
¹ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии,

Большие Вязёмы, Московская область, Россия

²ФГБУН Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук

Аннотация. В вегетационном опыте на культуре томата в защищённом грунте изучено защитное действие нового Препарата АЛ1 на основе циперметрина в отношении вредителя белокрылка *Trialeurodes vaporariorum* Westw. Препарат использовали в дозе 0,5 г/га с периодичностью 1 раз в две недели. В качестве стандарта был использован препарат Актара, ВДГ (тиаметоксам 250 г/кг) в дозе 0,4 г/га. Учитывали все стадии развития вредителя: имаго, личинки разных возрастов и нимфы. Показано, что численность вредителя варьировала существенно на всех вариантах, поэтому в разные сроки наблюдения изучаемые препараты демонстрировали разную эффективность против разных стадий вредителя. В некоторые сроки учёта не было выявлено существенных различий между контрольным вариантом и вариантами с инсектицидами, поскольку изучаемые препараты были малоэффективны против имаго и нимф, но существенно влияли на численность личинок. По кумулятивным показателям численности всех особей белокрылки во всех стадиях развития было показано, что наиболее эффективно было применение Препарата АЛ1 без прилипателя, где численность белокрылки за весь период наблюдения снизилась на 38 % по сравнению с контрольным вариантом. Применение Препарата АЛ1+прилипатель и Актара (стандарт) также снижало численность вредителя на 25 % и 21 % соответственно. В контрольном варианте численность вредителя суммарно по всем стадиям развития была выше, чем на вариантах с инсектицидом, хотя выявленные различия не всегда статистически значимы. На основе полученных результатов можно говорить о возможности применения Препарата АЛ1 для снижения численности белокрылки на культуре томата в условиях закрытого грунта.

Ключевые слова: томат, белокрылка, защита растений, инсектициды, закрытый грунт.

Для цитирования. Изучение эффективности нового инсектицида по отношению к белокрылке тепличной / В.М. Андреевская, Е.С. Измайлова, С.В. Железова, М.А. Севостьянов // Вестник Брянской ГСХА. 2026. № 3 (115). С. 3-9.

Original article

STUDYING THE EFFICIENCY OF A NEW INSECTICIDE AGAINST THE GREENHOUSE WHITE-FLY

^{1,2} Veronica M. Andreevskaya, ¹ Elena S. Izmailova, ¹ Sof'ya V. Zhelezova,
^{1,2} Mikhail A. Sevost'yanov

All-Russian Research Institute of Phytopathology, Bolshiye Vyazyomy, Russia

²Baikov Institute of Metallurgy and Materials Science of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. In a vegetation experiment on tomato crops in protected ground, the protective effect of the new cypermethrin-based preparation AL1 against the pest whitefly *Trialeurodes vaporariorum* Westw was studied.

The preparation was used at a dose of 0.5 g/ha once every two weeks. As a standard, the formulation Aktara, WDG (thiamethoxam 250 g/kg) was used at a dose of 0.4 g/ha. All stages of pest development were taken into account: adults, larvae of different ages and nymphs. The pest density was shown to vary considerably across all variants, and at different observation periods the tested preparations showed varying efficacy against different pest stages. In some accounting periods, significant differences were found between the control variant and the variants with insecticides, since the studied preparations were ineffective against adults and nymphs, but significantly affected the number of larvae. Based on the cumulative indicators of the number of all whitefly individuals at all stages of development, it was shown that the most effective was the use of the AL1 preparation without an adhesive, where the number of whiteflies over the entire observation

period decreased by 38% compared to the control variant. The use of AL1 with a sticker agent and Aktara (standard) also reduced pest numbers by 25 % and 21 %, respectively. In the control variant, the total number of pests across all stages of development was higher than in the variants with insecticide, although the differences identified were not always statistically significant. Based on the obtained results, it can be said that it is possible to use the AL1 preparation to reduce the number of whiteflies on tomato crops in protected ground conditions.

Keywords: tomato, whitefly, plant protection, insecticides, protected ground.

For citation. Studying the efficiency of a new insecticide against the greenhouse whitefly/ V.M. Andreevskaya, Ye.S. Izmailova, S.V. Zhelezova, M. A. Sevost'yanov // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2026. № 3 (115). pp. 3-9.

Введение. Томат является важнейшей овощной культурой как в Российской Федерации, так и во всём мире. Посевные площади томата составляют в мире 2,04 млн га [1], в условиях теплиц и защищённого грунта 623 302 га [2]. В России основной объём товарной продукции томата выращивают в тепличных комбинатах - 3,3 тыс. га. В защищенном грунте РФ выращивается 1,67 млн. тонн товарной продукции томата [3].

На протяжении всей вегетации томат повреждают разные вредители, одним из самых распространённых вредителей защищённого грунта является тепличная белокрылка *Trialeurodes vaporariorum* Westw. [4]. *T. vaporariorum* вредит на стадиях личинок всех возрастов и имаго. Кроме прямого вреда *T. vaporariorum* Westw является переносчиком вирусных заболеваний [5]. Появлению насекомого часто сопутствуют вспышки мозаики томата, аспермии.

При благоприятном температурно-влажностном режиме за один сезон культурооборота *T. vaporariorum* способна дать до 12 поколений. Из-за растянутого цикла развития одно поколение накладывается на другое, что существенно усложняет борьбу с ней.

Инсектициды пока остаются наиболее надёжным и универсальным средством подавления популяций тепличной белокрылки, особенно при высоком уровне заражения выращиваемых культур. Это объясняет сохраняющийся интерес к разработке новых высокоэффективных химических средств и оптимизации схем их применения в рамках интегрированных систем защиты растений.

Целью данного исследования является изучение эффективности нового инсектицида Препарат АЛ1 по отношению к белокрылке тепличной на растениях томата в условиях защищённого грунта.

Материалы и методы. Предметом исследования было воздействие Препарата АЛ1 на численность всех стадий развития вредителя тепличная белокрылка *T.vaporariorum* Westw. - мелкое беложёлтое насекомое длиной около 2 мм. В жизненном цикле с неполным превращением насекомое проходит несколько стадий развития: яйцо, личинки нескольких последовательных возрастов, нимфа и имаго, причём нимфа - последняя личиночная стадия - окукливается внутри пупария, откуда затем вылупляется имаго (рисунок 1).

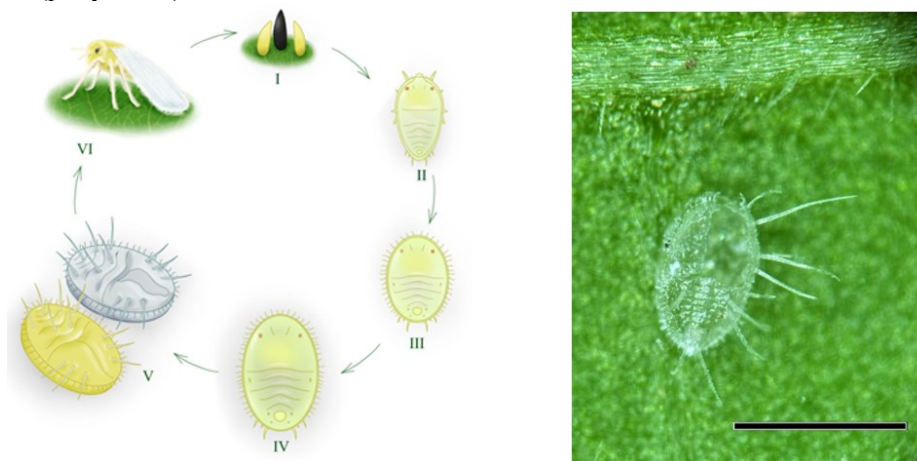


Рисунок 1 - I яйца; II личинка-бродяжка; III-IV личинки во 2-4 стадиях развития; V нимфа в пупарии; VI Имаго. Справа - фото вскрытого пупария после вылупления имаго (масштабная линия - 1 мм)

Единственной подвижной стадией развития являются бродяжки (личинки первого возраста). В этой стадии они наносят ущерб растениям, однако наибольшую опасность представляют личинки других возрастов и нимфы, которые на стадии бродяжки прикрепилась к обратной стороне листовой пластинки и питаются соком флоэмы растений, вызывая физиологические изменения в тканях, приводящие к обесцвечиванию (пожелтению), увяданию и преждевременному опаданию листьев [6].

Исследования проводились с первой декады февраля по первую декаду марта 2025 года в отделе безопасности и продуктивности агроэкосистем в теплице на базе Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии (ФГБНУ ВНИИФ). В теплице поддерживался постоянный микроклимат: температура +25 °С, влажность 70 %, суточный световой режим 16 часов свет, 8 часов темнота. В эксперименте использовался томат сорта Субарктик, повреждённый белокрылкой в фазе активного роста (от 4-5 листа до начала цветения). Учёт имаго и личинок разных возрастов проводили на всей поверхности растений с помощью визуального метода и впоследствии в лаборатории под биоокуляром [7].

За время проведения эксперимента обработки препаратами проводили 2 раза с помощью аккумуляторного опрыскивателя. Обработки проводили 3 и 25 февраля 2025 г. Использовали Препарат АЛ1 на основе циперметрина, относящегося к пиретроидам, его действие на насекомых заключается во влиянии на нервную систему, приводя к параличу. В качестве прилипателя был использован Биолипостим. В контроле обработок не было, в других вариантах проводилось опрыскивание препаратами, представленными в схеме опыта. В исследовании было 4 варианта в четырёхкратной повторности. Схема опыта: 1) Контроль без обработки; 2) Препарат АЛ1 с прилипателем; 3) Препарат АЛ1; 4) Препарат Актара, ВДГ (стандарт). Расход рабочей жидкости составил 62,5 мл на растение или 250 мл на 1 м² площади [8].

Учёт проводили до первой обработки и через 7,14 суток после каждой обработки. Для проведения учёта численности имаго *T. vaporariorum* использовались цветочные клеевые ловушки, для учёта количества яиц и личинок отбирали листья, по пять с повторности каждого варианта. Ловушки вывешивали над каждым вариантом, после чего через 7 суток меняли. Таким образом, учёт общей численности состоял из учёта имаго на ловушках и личинок на модельных листьях.

Статистическую обработку результатов проводили методом сравнения средних по вариантам опыта с использованием 95 % доверительных интервалов [9].

Результаты и их обсуждение. Первый учёт в начале эксперимента был проведён до обработки инсектицидами в фазу активного роста томата. Уже в первый учёт было выявлено неравномерное распределение вредителя по вариантам опыта (таблица 1), что затрудняет интерпретацию результатов о первоначальной численности вредителя. Поэтому помимо учёта по вариантам было вычислено среднее значение и доверительный интервал среднего совокупно по всем вариантам опыта и по вариантам с инсектицидами (две последние строки в таблице 1). Исходя из этих данных можно сделать вывод о том, что в первый срок учёта, несмотря на широкий разброс значений, нет статистически достоверных различий между вариантами. В последующие сроки учёта было показано, что применение инсектицидов статистически значимо снижало численность имаго белокрылки.

Таблица 1 - Численность имаго тепличной белокрылки на ловушках (среднее ± 95% ДИ) на томате в условиях защищённого грунта при применении инсектицидов согласно схеме опыта (теплица, Московская область, 2025 г.)

Вариант	Норма применения (кг/га, л/га)	Сроки наблюдения, сутки				
		до обработки	после первой обработки		после второй обработки	
			7	14	21	28
Контроль без инсектицида	-	11,7±8,1	30,5±5,8	65,0 ±8,6	55,0 ±2,6	118,0±4,4
Препарат АЛ1+ прилипатель	0,2	4,8±5,8	25,5 ± 4,2	56,8 ± 7,6	45,0 ± 9,4	88,5 ± 8,8
Препарат АЛ1	0,2	13,5±5,0	28,5±5,7	37,8 ±3,8	31,5±4,5	52,3±8,5
Актара, ВДГ	0,4	8,5±6,5	20,8±3,7	73,8 ±4,9	56,0 ± 7,5	102,3 ± 3,1
Среднее по всем вариантам		9,6 ± 5,1	26,3 ± 3,9	58,3 ± 5,0	46,9 ± 4,8	90,3 ± 5,0
Среднее по вариантам с инсектицидами		8,3 ± 4,8	24,9 ± 3,4	56,1 ± 4,1	44,1 ± 5,3	81,0 ± 5,1
НСР ₀₅		7,8	6,9	32,1	21,8	46,0

Численность имаго белокрылки *T. vaporariorum*, оцениваемая по ловушкам, изменялась от срока к сроку, немного снижаясь после проведения обработки и восстанавливаясь спустя 14 дней после обработки. В таблице 1 приведены средние значения численности с доверительными интервалами средних и НСР₀₅. Как видно из таблицы, в большинстве случаев различия в численности имаго белокрылки по

вариантам опыта были несущественными. Исключение составили показания за 7 и 28 дней наблюдений, когда один из вариантов опыта существенно отличался от контроля (значимые различия по варианту и контролю показаны жирным шрифтом). В целом, после проведения обработки через 7 дней наблюдалось снижение численности белокрылки *T.vaporariorum* в вариантах с Препаратом АЛ1+прилипатель на 16,4 % и Препаратом АЛ1 на 6,5 % по сравнению с контролем. Через две недели после обработки был проведен учёт и наблюдалось снижение численности белокрылки *T.vaporariorum* в вариантах с Препаратом АЛ1+прилипатель на 12,7 % и с Препаратом АЛ1 на 42,3 % по сравнению с контролем. После проведения второй обработки был проведен учёт через неделю и наблюдалось снижение численности белокрылки *T. vaporariorum* в вариантах с Препаратом АЛ1+прилипатель на 88,5 % и с Препаратом АЛ1 на 46,1 % по сравнению с контролем. Через две недели после обработки был проведен учёт и наблюдалось снижение численности белокрылки *T. vaporariorum* в вариантах с Препаратом АЛ1+ прилипатель на 25 % и с Препаратом АЛ1 на 55,7 % по сравнению с контролем. То есть снижение численности имаго белокрылки всегда отмечалось после применения указанных препаратов, однако в связи с большим разбросом значений по индивидуальным ловушкам, различия между вариантами в большинстве случаев не были статистически достоверными.

Численность личинок белокрылки *T. vaporariorum*, оцениваемая по листьям, изменялась от срока к сроку, в целом по опыту увеличивалась, но применение инсектицидов существенно снижало численность личинок. В таблице 2 приведены средние значения численности с доверительными интервалами средних и НСР₀₅. Как видно из таблицы, до обработки и в первые семь дней после обработки различия в численности личинок по вариантам опыта были не существенными. Начиная с 14-го дня наблюдений численность личинок на всех вариантах с инсектицидами была существенно ниже, чем на контроле (значимые различия по вариантам и контролю показаны в таблице жирным шрифтом).

Таблица 2 - Численность личинок тепличной белокрылки на единичных листьях (среднее на лист $\pm$ 95% ДИ) на томате в условиях защищённого грунта при применении инсектицидов согласно схеме опыта (теплица, Московская область, 2025 г.)

Вариант	Норма применения (кг/га, л/га)	Сутки учёта				
		до обработки	после первой обработки		после второй обработки	
			7	14	21	28
Контроль	-	2,8$\pm$0,7	6,3 $\pm$ 2,6	22,0$\pm$5,3	34,8$\pm$4,8	11,8 $\pm$ 1,1
Препарат АЛ1 с прилипателем	0,2	2,0 $\pm$ 1,1	7,3 $\pm$ 2,2	9,0$\pm$1,1	18,8$\pm$3,0	25,5$\pm$1,1
Препарат АЛ1	0,2	0,5$\pm$0,1	3,0 $\pm$ 0,5	0,3$\pm$0,1	8,0$\pm$1,6	23,0 $\pm$ 2,6
Актара, ВДГ	0,4	1,5 $\pm$ 1,2	6,8 $\pm$ 2,4	12,5 $\pm$ 2,0	11,5$\pm$2,6	5,8$\pm$1,0
Среднее по всем вариантам		1,7 $\pm$ 0,6	5,9 $\pm$ 1,5	10,9 $\pm$ 1,7	18,3 $\pm$ 2,4	16,5 $\pm$ 1,2
Среднее по вариантам с инсектицидами		1,3 $\pm$ 0,6	5,7 $\pm$ 1,3	7,3 $\pm$ 0,8	12,7 $\pm$ 1,8	18,1 $\pm$ 1,6
НСР ₀₅		1,4	4,2	11,2	9,8	19,1

На начальном этапе эксперимента численность личинок белокрылки *T.vaporariorum* была низкой и по вариантам существенно не различалась. Затем, после проведения обработки через 7 дней наблюдалось снижение численности личинок белокрылки в вариантах с Препаратом АЛ1 на 52 % по сравнению с контролем. Через две недели после обработки был проведен учёт и наблюдалось снижение численности личинок *T.vaporariorum* в вариантах с Препаратом АЛ1+прилипатель на 60 % и с Препаратом АЛ1 на 98 % по сравнению с контролем. После проведения второй обработки был проведен учёт через неделю и наблюдалось снижение численности личинок белокрылки *T. Vaporariorum* в вариантах Препаратом АЛ1 и прилипателем на 46 % и Препаратом АЛ1 на 76 % по сравнению с контролем. Через две недели после обработки был проведен учёт и наблюдалось снижение численности личинок белокрылки *T. vaporariorum* только в варианте с Препаратом Актара, ВДГ на 51 % по сравнению с контролем.

Численность нимф белокрылки *T. vaporariorum*, оцениваемая по листьям, изменялась от срока к сроку, увеличилась к 14 дню наблюдений и далее снижалась. В таблице 3 приведены средние значения численности с доверительными интервалами средних и НСР₀₅. Как видно из полученных данных, нет однозначного действия инсектицидов на численность нимф (значимые различия по вариантам и

контролю выделены в таблице жирным шрифтом). Так, на контрольном варианте без обработки численность нимф на 21-й день была даже ниже, чем при обработке инсектицидами. Возможно, это связано с биологическим циклом размножения вредителя и «волнами» численности нимф.

Таблица 3 - Влияние препарата АЛ1 на численность нимф тепличной белокрылки на томате (теплица, Московская область, 2025 г.)

Вариант	Норма применения (кг/га, л/га)	Сроки учёта				
		до обработки	после первой обработки		после второй обработки	
			7 сутки	14 сутки	21 сутки	28 сутки
Контроль	-	0,0 ±0,0	3,8±0,7	11,5±0,4	0,3±0,1	2,5±0,3
Препарат АЛ1 с прилипателем	0,2	0,0 ±0,0	4,3±0,5	18,3 ±2,3	5,8±1,1	9,8 ±1,1
Препарат АЛ1	0,2	3,8 ±0,5	2,8 ±0,5	3,8 ±0,5	0,3±0,1	0,0±0,0
Актара, ВДГ	0,4	4,3 ±0,4	2,0±0,1	5,3 ±0,2	2,3 ±0,4	1,3 ±0,4
Среднее по всем вариантам		2,0 ± 0,2	3,2± 0,4	9,7 ± 0,7	2,2 ± 0,3	3,4 ± 0,4
Среднее по вариантам с инсектицидами		2,7 ± 0,3	3,0 ± 0,3	9,1 ± 0,8	2,8 ± 0,4	3,7 ± 0,1
НСР ₀₅		4,2	2,1	14,2	5,0	9,5

Количество нимф было не равномерно на протяжении всего исследования. Первоначально на вариантах Контроль и Препарат АЛ1+прилипатель нимф обнаружено не было, однако через неделю они были зафиксированы. В варианте препарат АЛ1 почти всегда отмечалось количество особей равных контролю или меньше, так на 7 сутки на 26 %, на 14 сутки на 67 % по сравнению с контролем, а на 28 сутки учета нимф на варианте Препарат АЛ1 обнаружено не было.

Были просуммированы все данные за все сроки по количественным учётам всех стадий развития вредителя. Было показано, что кумулятивный показатель численности может служить критерием развития популяции. Так, на контроле за все сроки учета было зафиксировано 3052 особи, на варианте Препарат АЛ1+прилипатель 2304 особи, на варианте Препарат АЛ1 1887 особей и на варианте Актара (стандарт) 2397 особей (рисунок 2).

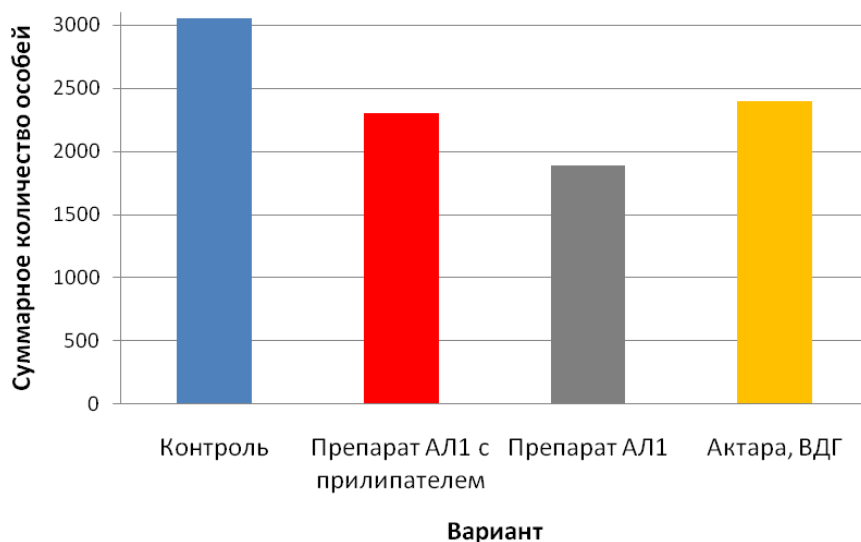


Рисунок 2 - Кумулятивная (суммарная) численность всех особей на всех стадиях развития насекомого *T. vaporariorum* в течение периода наблюдений на томате в закрытом грунте по вариантам опыта с применением разных инсектицидов

Выводы. Численность популяции белокрылки в опыте на томатах варьировала существенно на всех вариантах, поэтому в разные сроки наблюдения изучаемые препараты демонстрировали разную эффективность. В некоторые сроки учёта не было выявлено существенных различий между контрольным вариантом и вариантами с инсектицидами. Применение инсектицидов, к сожалению, не оказывало существенного влияния на численность имаго и нимф белокрылки, но существенно влияло на числен-

ность личинок. По кумулятивным показателям численности всех особей белокрылки во всех стадиях развития было показано, что наиболее эффективно было применение Препарата АЛ1 без прилипателя - на этом варианте численность белокрылки за весь период наблюдения снизилась на 38 % по сравнению с контрольным вариантом. Применение Препарата АЛ1+прилипатель снижало численность вредителя на 25 %, а применение препарата Актара (стандарт) снижало численность белокрылки на 21 %. В контрольном варианте почти постоянно росла численность насекомых, но к концу наблюдения выявлено снижение численности, что может быть объяснено тем, что клеевые ловушки изымали на себя часть особей в стадии имаго, тем самым снижая репродуктивный потенциал популяции.

На основе полученных результатов можно говорить о возможности применения Препарата АЛ1 для снижения численности белокрылки на культуре томата в условиях закрытого грунта.

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (тема № FGGU-2025-0006 1022041200059-8-4.1.1).

Список источников

1. Geographical distribution and molecular characterization of tomato leaf curl and its vector across the Himalayan foothills in Uttarakhand, India / G. Rakhonde et al. // Journal of Phytopathology. 2024. Т. 172, № 1. DOI: 10.1111/jph.13240.
2. Protected cultivation of vegetables in global arena: A review / N. Sabir et al. // The Indian Journal of Agricultural Sciences. 2013. Т. 83, №. 2.
3. Издание Gavrish.media: официальный сайт. – Режим доступа: URL: <https://gavrishmedia.ru/gavrish/itogi-2024-ovoshti-zashtishtennogo-grunt>. - 09.10.2025 г.
4. Балакирева О.С., Долженко В.И., Иванова Г.П. Биологические средства защиты томата и огурца от тепличной белокрылки *Trialeurodes vaporariorum* Westw. (Homoptera: Aleyrodidae) // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2020. № 58. С. 56-62.
5. БиоЗащита: официальный сайт. – Режим доступа: URL: <https://bio-group.net/belokrilka-teplichnaya/>. - 09.10.2025 г.
6. Еськов И.Д., Таккель Э.А., Касынкина О.М. Защита растений в цветоводстве защищенного грунта: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 110400 - Агрономия / ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» им. Вавилова, ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА». Пенза: Пензенский гос. аграрный ун-т, 2013. 159 с.
7. Effects of alternative pesticides on greenhouse whitefly in protected cultivation / K. Žanić et al. // Journal of Pest Science. 2008. Т. 81, №. 3. С. 161-166.
8. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2024 год. М.: Министерство сел. хоз-ва Российской Федерации, 2024.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Информация об авторах:

В.М. Андреевская, младший научный сотрудник ФГБНУ ВНИИФ р.п. Большие Вяземы, Российская Федерация, младший научный сотрудник ФГБУН Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация, nikaandreevskai@yandex.ru

Е.С. Измайлова, младший научный сотрудник ФГБНУ ВНИИФ р.п. Большие Вяземы, Российская Федерация, helena-chan@mail.ru.

С.В. Железова, д. с.-х. н., ведущий научный сотрудник ФГБНУ ВНИИФ р.п. Большие Вяземы, Российская Федерация, soferrum@mail.ru.

М.А. Севостьянов, к.тех.н., заведующий отделом ФГБНУ ВНИИФ р.п. Большие Вяземы, Российская Федерация, заведующий лабораторией ФГБУН Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация, smakp@mail.ru

Information about the authors:

V.M. Andreevskaya, Junior researcher, All-Russian Research Institute of Phytopathology, Bolshiye Vyazyomy, Russian Federation, Junior researcher Baikov Institute of Metallurgy and Materials Science of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, nikaandreevskai@yandex.ru.

Ye.S. Izmailova, Junior researcher, All-Russian Research Institute of Phytosanitary Physiology Bolshiye Vyazyomy, Russian Federation, helena-chan@mail.ru.

S.V. Zhelezova, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher, All-Russian Research Institute of Phytopathology, Bol'shie Vyazyomy, Russian Federation, soferrum@mail.ru.

M.A. Sevost'yanov, Ph.D. in Engineering, Head of Department, Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Phytopathology, Bolshie Vyazyomy, Russian Federation, Head of the laboratory Baikov Institute of Metallurgy and Materials Science of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, *cmakp@mail.ru*

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 14.11.2025, одобрена после рецензирования 11.03.2026, принята к публикации 23.04.2026.

The article was submitted 14.11.2025, approved after reviewing 11.03.2026; accepted for publication 23.04.2026.

© Андреевская В.М., Измайлова Е.С., Железова С.В., Севостьянов М.А.