

ISSN 1817-7204 (Print)

ISSN 1817-7239 (Online)

УДК [633.1:631.531.027.2]:632.7(476)

<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-2-195-212>

Поступила в редакцию 12.01.2022

Received 12.01.2022

**С. В. Бойко, Ю. И. Мехтиева, Л. П. Василевская***Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси,  
аг. Прилуки, Минский район, Беларусь***РОЛЬ НЕОНИКОТИНОИДНЫХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ СЕМЯН  
В ЗАЩИТЕ ВСХОДОВ ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР  
ОТ ЛИЧИНОК ЩЕЛКУНОВ И ШВЕДСКИХ МУХ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ**

**Аннотация.** В последнее время на озимых и яровых зерновых культурах инсектициды находят широкое применение в качестве препаратов для предпосевной обработки семян на основе неоникотиноидов: ацетамиприда, имидаклоприда, клотианидина и тиаметоксама. На нынешнем этапе развития химического метода защиты растений от вредных членистоногих неоникотиноиды являются быстроразвивающейся и перспективной группой нейротоксичных инсектицидов и обладают следующим механизмом действия на насекомых – ингибируют никотин-ацетилхолиновые рецепторы. Предпосевная обработка инсектицидами посевного материала защищает семена, проростки и надземные органы растений от почвенных и внутрисклеблевых вредителей. Выявлено, что в вегетационные периоды 2019–2021 гг. экономически значимыми фитофагами являлись щелкун посевной полосатый (*Agriotes lineatus* L.) и шведские мухи осеннего и весеннего поколений (*Oscinella* spp.), что определило изучение вредоносности личинок, их численности и мероприятий, позволяющих контролировать жизнедеятельность насекомых в условиях агроценозов. Совершенствование ассортимента эффективных препаратов с разными действующими веществами, используемых способом предпосевной обработки семян зерновых культур для защиты растений в период всходов от фитофагов, является обязательным звеном в технологии возделывания культур и одним из факторов эффективного контроля их численности, что определило актуальность выбора темы наших исследований. Предпосевная обработка семян озимых и яровых зерновых культур неоникотиноидными препаратами на основе имидаклоприда (Койот, КС, Сидоприд, ТКС, Табу, ВСК), ацетамиприда (Леатрин, КС, Багрец Плюс, КС, Вершина Плюс, КС) и тиаметоксама (Квестор Форте, КС) обеспечивала высокую защиту всходов растений от повреждения личинками щелкунов и шведских мух. Установлено, что эффективность препаратов варьировала по годам в зависимости от погодных условий и численности вредителей до посева и в фазе всходов. Снижение поврежденности растений озимых зерновых культур проволочниками составило 78,8–91,1 %, шведскими мухами – 60,0–85,0 %, яровых зерновых – 80,0–91,6 и 80,7–91,1 % соответственно. За годы исследований применение инсектицидов для обработки семян позволило повысить урожайность зерна зерновых культур в среднем от 0,7 до 6,2 ц/га, или 1,0–13,5 %. Полученные данные послужат основой для обоснования защитных мероприятий по снижению численности и вредоносности почвообитающих и наземных вредителей с целью улучшения фитосанитарной ситуации в агроценозах зерновых культур.

**Ключевые слова:** зерновые культуры, предпосевная обработка семян, ацетамиприд, имидаклоприд, тиаметоксам, вредители, биологическая и хозяйственная эффективность

**Для цитирования:** Бойко, С. В. Роль неоникотиноидных протравителей семян в защите всходов зерновых колосовых культур от личинок щелкунов и шведских мух в условиях Беларуси / С. В. Бойко, Ю. И. Мехтиева, Л. П. Василевская // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2022. – Т. 60, № 2. – С. 195–212. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-2-195-212>

**Sviatlana V. Boika, Yuliya I. Miakhtsiyeva, Liudmila P. Vasileuskaya***Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus, agro-town Priluki, Minsk District, Belarus***ROLE OF NEONICOTINOID PREPARATIONS FOR SPIKE GRAIN CROP  
SEEDLINGS PROTECTION AGAINST CLICK BEETLE  
AND FRIT FLY LARVAE IN BELARUS**

**Abstract.** Recently, in winter and spring grain crops for pre-sowing seed treatment among the assortment of insecticides the preparations of insecticidal and insectofungicidal action based on neonicotinoids: acetamiprid, imidacloprid, clothianidin and thiamethoxam have been widely used. At the current stage of chemical method development of plant protection against harmful arthropods, neonicotinoids are rapidly developing and promising group of neurotoxic insecticides and having a fundamentally different mechanism of action on insects – they inhibit nicotine-acetylcholine receptors. Pre-sowing seed material treatment with insecticides protects the sown seeds, hypocotyls and aboveground plant organs against soil and intra-

stem pests. It is revealed that during the growing seasons of 2019–2021 in the experimental field, economically significant phytophages are lined click beetle (*Agriotes lineatus* L.) and Frit flies of autumn and spring generations (*Oscinella* spp.), indicating the study of their larvae number and harmfulness and measures allowing to control the vital activity of insects in agroecosystems conditions. Plants damaged by them lag behind in growth and die. Improving the range of effective preparations with different active substances used by the method of pre-sowing treatment of grain crop seeds to protect plants during germination against phytophages is an obligatory link in the technology of crops cultivation and one of the factors of their number effective control, what has determined the relevance of the choice of our research topic. Pre-sowing winter and spring cereals seed treatment with neonicotinoid preparations based on imidacloprid (Coyote, SC, Sidoprid, FSC, Tabu, WSC), acetamiprid (Leatrin, SC, Bagrets Plus, SC, Vershina Plus, SC) and thiamethoxam (Questor Forte, SC) have provided plant seedlings high protection against click beetle and Frit fly larvae damage. The results of studies conducted in 2019–2021 have shown that the effectiveness of preparations have varied by years depending on weather conditions and pests number before sowing and at seedlings stage. The indicators of winter grain crops plant damage reduction by wireworms have made 78,8–91,1 %, Frit flies 60,0–85,0 %, spring cereals – 80,0–91,6 % and 80,7–91,1 %, respectively. Through years of research the insecticides for seed treatment have helped to increase the stored grain yield of cereal crops, on the average, from 0,7 to 6,2 cwt/ha, or 1,0–13,5 %. The data obtained will serve as a basis for justifying protective measures to reduce the number and harmfulness of soil-dwelling and terrestrial pests in order to improve the phytosanitary situation in the agroecosystems of cereals.

**Keywords:** cereals, pre-sowing seed treatment, acetamiprid, imidacloprid, thiamethoxam, pests, biological and economic efficiency

**For citation:** Boika S. V., Miakhtsiyeva Yu. I., Vasileuskaya L. P. Role of neonicotinoid preparations for spike grain crop seedlings protection against click beetle and Frit fly larvae in Belarus. *Vesti Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2022, vol. 60, no. 2, pp. 195–212 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-2-195-212>

**Введение.** По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, яровые зерновые культуры ежегодно занимают около 645 тыс. га, озимые – 1367 тыс. га с урожайностью 35,1 ц/га<sup>1</sup>. Однако одним из существенных факторов, которые ограничивают получение более высоких и устойчивых урожаев качественного зерна, являются повреждения культур на начальных стадиях развития, причиняемые различными видами фитофагов, а именно шелкоунами и злаковыми мухами, что приводит к гибели растений [1].

Для получения здоровых и дружных всходов зерновых культур и защиты их от почвообитающих и наземных вредителей перспективным методом в интегрированных системах защиты растений является предпосевная обработка семенного материала препаратами инсектицидного и инсектицидно-фунгицидного действия [2–8]. Особую актуальность данный способ внесения приобретает при обработке инсектицидами посевного материала для защиты надземных органов растений на ранних фазах их развития (всходы – начало кушения) от личинок злаковых шелкоунов, чернотелок и вреда, который наносят им личинки злаковых мух [3, 9]. Применяемые инсектицидно-фунгицидные смеси не только защищают семена зерновых культур от семенной и почвенной инфекции и вредителей, но и обеспечивают максимальное сохранение урожая зерна при высокой окупаемости затрат и минимальное негативное воздействие на окружающую среду [3, 4, 8, 10–12]. После обработки инсектицидами у вредных насекомых прекращается передача нервного импульса и наступает гибель от нервного перевозбуждения, так как неоникотиноидные препараты блокируют специфические у них нейроны [13]. Использование препаратов в минимальных нормах расхода приводит к параличу и смерти фитофагов [14].

Во всем мире неоникотиноиды как препараты прямого действия составляют примерно треть рынка инсектицидов. В сельском хозяйстве успех неоникотиноидов является результатом отсутствия известной устойчивости к пестицидам у вредных организмов-мишеней<sup>2</sup>. Неоникотиноиды лицензированы для использования более чем в 120 странах и имеют глобальную рыночную стоимость 2–6 млрд долларов США, причем один имидаклоприд занимает 41 % этого рынка и является вторым наиболее широко используемым агрохимическим веществом в мире.

<sup>1</sup> Сельское хозяйство Республики Беларусь, 2021: стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. Минск: [б. и.], 2021. 179 с.

<sup>2</sup> Неоникотиноиды: две стороны золотой медали [Электронный ресурс] // ГлавАгроном. Режим доступа: <https://glavagronom.ru/articles/Neonikotinoidy-dve-storony-zolotoj-medali->. Дата доступа: 28.12.2021 ; Деркач А. А. Токсичность и степень опасности инсектицидов группы неоникотиноидов для медоносной пчелы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11. Воронеж, 2009. 22 с.

Несомненные достоинства, присущие неоникотиноидам: хорошо аккумулируются рецепторами насекомых и плохо – рецепторами человека и других млекопитающих; нелетучесть: как полярные соединения они не ионизируются при обычных рН, устойчивость к гидролизу; высокая биологическая активность и трансламинарное и системное действие в растениях; низкие нормы расхода; умеренная стойкость в окружающей среде<sup>3</sup>. Они быстро деградируют и не ограничивают микробиологическую активность почвенной биоты [11].

Еще одно свойство неоникотиноидов, используемых для обработки семян, – низкая зависимость их эффективности от погодных условий в начале развития растений и стабильность их защитного действия, вплоть до стадии 5–6 листьев (ВВСН 15–16), а это примерно 6–8 недель. Они эффективны и при засухе, и при низких температурах, и в дождливую погоду [3, 15]. Действующее вещество сначала проникает в семена, затем в проростки и листья молодых растений, защищая их на самых уязвимых стадиях для повреждения вредителями [3, 9].

По сведениям М. Tomizawa, J. E. Casida (2005), группа неоникотиноидов включает: ацетамиприд; динотефуран; имидаклоприд; клотианидин; нитенпирам; тиаклоприд; тиаметоксам [16]. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь содержит препараты на основе 5 действующих веществ: ацетамиприда, имидаклоприда, клотианидина, тиаметоксама, тиаклоприда<sup>4</sup>.

По данным А. И. Илларионова (2015), предпосевная обработка семян зерновых культур создает условия для надежной защиты растений от повреждений злаковыми мухами из-за системной активности неоникотиноидных препаратов. Действующее вещество проникает в растение через корневую систему и перемещается акропетально в надземные органы и ткани. При этом наблюдается гибель личинок злаковых мух в период проникновения их в стебель, т. е. в самом начале процесса нарушения целостности растения. Токсикация растений ограничивает их повреждение фитофагами в течение 35–45 сут [1, 3]<sup>5</sup>.

Новые высокоэффективные инсектицидно-фунгицидные препараты для обработки семян в достаточной степени энергоемки, и ценовая категория данной группы препаратов высокая, поэтому их использование целесообразно при достижении вредителями экономического порога вредоносности и на высокопродуктивных посевах зерновых культур. Чтобы применять их максимально эффективно, необходимо, чтобы протравочные машины были отрегулированы на рекомендованную норму расхода, посевной материал озимых и яровых культур был чистым, обладал высокой энергией роста (по ГОСТу) и полевой всхожестью. Не следует забывать, что при обработке семян с влажностью 16 % и более их полевая всхожесть снижается, а засоренность посевного материала пылью уменьшает количество попадающего на зерно препарата (семенной материал должен соответствовать Требованиям к сортовым и посевным качествам семян зерновых и крупяных сельскохозяйственных растений) [3]. Использование инсектицидно-фунгицидных препаратов позволяет снизить риск ошибок при приготовлении рабочего раствора, сэкономить время при заправке протравочной машины и исключить риск плохой смешиваемости препаратов<sup>6</sup>.

Цель исследования – анализ эффективности применения неоникотиноидных препаратов инсектицидного и инсектицидно-фунгицидного действия для защиты всходов озимых и яровых зерновых культур от почвообитающих и наземных вредных насекомых в условиях Беларуси.

**Материалы и методы исследований.** В посевах яровых и озимых зерновых колосовых культур инсектицидную активность препаратов для предпосевной обработки семян оценивали

<sup>3</sup> Неоникотиноиды: две стороны золотой медали [Электронный ресурс] // ГлавАгроном. Режим доступа: <https://glavagronom.ru/articles/Neonikotinoidy-dve-storony-zolotoj-medali->. Дата доступа: 28.12.2021 ; Средства защиты растений для предпосевной обработки семян / В. И. Долженко [и др.]. СПб., 2001. 55 с.

<sup>4</sup> Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; сост.: А. В. Пискун, О. А. Хвалей, С. А. Яблонская. Минск: Промкомплекс, 2020. 742 с.

<sup>5</sup> Неоникотиноиды: две стороны золотой медали [Электронный ресурс] // ГлавАгроном. Режим доступа: <https://glavagronom.ru/articles/Neonikotinoidy-dve-storony-zolotoj-medali->. Дата доступа: 28.12.2021 ; Илларионов А. И. Химический метод защиты растений: учеб. пособие. Воронеж: Воронеж. ГАУ, 2014. 259 с.

<sup>6</sup> Денисов А. Стратегия выбора протравителя семян [Электронный ресурс] // ГлавАгроном. Режим доступа: <https://glavagronom.ru/articles/strategiya-vybora-protravitelya-semyan>. Дата доступа: 28.12.2021.

в 2019–2021 гг. в полевых мелкоделяночных посевах на опытных полях Института защиты растений Национальной академии наук Беларуси, Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию, г. Жодино, РУЭОСХП «Восход» Минского района и ОАО «Щомыслица» Минского района. Агротехника – общепринятая для возделывания зерновых культур в центральной агроклиматической зоне Беларуси<sup>7</sup>. Фенологические стадии развития растений отмечали по десятичному коду согласно шкале ВВСН<sup>8</sup>.

Семенной материал зерновых культур за сутки до посева обрабатывали на протравочной машине Hege 11 (Германия) одним из рекомендованных препаратов для предпосевной обработки семян, зарегистрированных в Государственном реестре средств защиты растений<sup>9</sup>. Норма расхода рабочего раствора равнялась сумме всех жидких компонентов – 10 л/т семян. Препараты испытывали согласно схемам опытов. Использовали только кондиционные по всем показателям семена, предварительно очищенные от примесей и пыли.

Посев зерновых культур осуществляли с помощью мелкоделяночной сеялки Wintersteiger Plotseed (Германия) в ранние для озимых культур и оптимальные для яровых культур сроки. Расположение делянок рендомизированное, площадь делянки – 15–20 м<sup>2</sup>. Опыты закладывали в 4 повторностях. В осенний период в стадии ВВСН 11–13 озимых пшеницы и тритикале применяли гербициды: в 2019 г. – Алистер Гранд, МД (0,8 л/га), в 2020–2021 гг. – Комплит Форте, КС (0,6–0,7 л/га). В весенний период в фазе ВВСН 25 яровых ячменя и пшеницы в 2019–2020 гг. использовали гербицидную смесь Балерина, СЭ (0,5 л/га) + Лорнет, ВР (0,25–0,3 л/га), в 2021 г. – Метеор, СЭ (0,5 л/га) + Лонтагро, ВР (0,25 л/га).

Численность фитофагов учитывали в соответствии с утвержденными методиками: личинок жуков-щелкунов – методом почвенных раскопок послойно до глубины 30 см. Использовали ручной бур конструкции Г. К. Пятницкого диаметром 11,3 см (площадь рабочей поверхности 0,01 м<sup>2</sup>). Многократным разгребанием почвы шпателем вручную на черной полиэтиленовой пленке обнаруживали личинок щелкунов разного года жизни и извлекали их в пробирки для определения вида в лабораторных условиях под стереомикроскопом Альтами СМО745-Т. На полях перед посевом культуры рендомизированно отбирали 8 почвенных проб, устанавливали среднюю численность вредителей (ос/м<sup>2</sup>). В фазе начала кущения (ВВСН 21–23) зерновых культур на учетных площадках 0,25 м<sup>2</sup> (50×50 см) в каждой повторности варианта определяли поврежденность растений личинками (проволочниками) щелкунов.

В стадии 2–3 листьев (ВВСН 12–13) численность злаковых мух учитывали методом кошения энтомологическим сачком, для установления поврежденности растений в стадии кущения отбирали растительные пробы (по 50 растений с делянки) с последующим вскрытием в лабораторных условиях.

Биологическую эффективность препаратов для предпосевной обработки семян по снижению численности вредителей и поврежденности растений определяли согласно Методическим указаниям по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве, устанавливали оптимальные нормы расхода<sup>10</sup>. Биологическую эффективность препаратов оценивали по снижению поврежденности растений фитофагами относительно контрольного варианта и рассчитывали по формуле Аббота. Хозяйственную эффективность инсектицидов оценивали по показателям урожайности по вариантам опы-

<sup>7</sup> Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; ред.: В. Г. Гусаков, Ф. И. Привалов. Минск: Беларус. навука, 2012. 288 с.; Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: науч.-практ. рекомендации / К. В. Коледа [и др.]; под общ. ред. К. В. Коледы, А. А. Дудука. Гродно: ГГАУ, 2010. 339 с.

<sup>8</sup> Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайер; под ред. Ю. М. Стройкова. Лимбургерхоф: Ландвиртшафтсферлаг; БАСФ, 2004. 183 с.

<sup>9</sup> Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; сост.: А. В. Пискун, О. А. Хвалей, С. А. Яблонская. Минск: Промкомплекс, 2020. 742 с.

<sup>10</sup> Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; под ред. Л. И. Трепашко. Прилуки, Мин. р-н, 2009. 318 с.

тов. Убирали озимые и яровые зерновые культуры поделяночно селекционным комбайном Nege 165CS. Статистическую обработку полученных результатов исследований проводили по Б. А. Доспехову, 1985, и статистическому программному обеспечению MS Excell<sup>11</sup>.

**Результаты и их обсуждение.** Неоникотиноиды на зерновых культурах от личинок щелкунов и злаковых мух впервые зарегистрированы в Беларуси в 2008 г. – 5 однокомпонентных препаратов для предпосевной обработки семян инсектицидного действия (на основе д. в. имидаклоприд и тиаметоксам), а к 2017 г. список разрешенных к применению инсектицидов этой группы включал уже 12 препаратов: однокомпонентных (д. в. имидаклоприд или тиаметоксам) и двухкомпонентных (имидаклоприд + бифентрин, имидаклоприд + фипронил) и комбинированных препаратов инсектицидно-фунгицидного действия (трехкомпонентные – тиаметоксам + фунгицидные компоненты, четырехкомпонентные – тиаметоксам + фунгицидные компоненты и клотианидин + фунгицидные компоненты). На сегодняшний день зарегистрировано 21 наименование на основе 4 д. в.: ацетамиприда, имидаклоприда, клотианидина и тиаметоксама, из них однокомпонентных протравителей из класса неоникотиноидов – 52,4 % (на основе имидаклоприда (42,8 %), ацетамиприда (4,8 %), тиаметоксама (4,8 %)), двухкомпонентных – 9,5 %, комбинированных – 38,1 % (рис. 1).

Инсектицидно-фунгицидные смеси обеспечивают защиту одновременно и от широкого перечня возбудителей болезней, подавляют как поверхностную, так и внутреннюю инфекцию семян, обеззараживают почву вокруг семян. Следует отметить, что все однокомпонентные и двухкомпонентные протравители инсектицидного действия в защите зерновых культур следует применять совместно с препаратами фунгицидного действия.

Таким образом, для инсектицидной обработки семян зерновых культур используют четыре действующих вещества: ацетамиприд, имидаклоприд, клотианидин и тиаметоксам. Однако имеются различия в системности действия д. в. и в длительности защитного эффекта от вредителей. При высокой растворимости инсектицида действующее вещество лучше и быстрее проникает в семя и распределяется в приросте. Насколько быстро и какое количество инсектицида диффундирует в растение и передвигается по нему, проникая в растущие части, обуславливает системность действующего вещества. По этому показателю привилегия у препаратов на основе д. в. тиаметоксам и ацетамиприда<sup>12</sup>.

Нанесенное количество действующего вещества на семена и его концентрация на единицу площади растения или семени влияет на длительность защиты. Если сопоставить выбранные препараты в максимальной норме расхода, то д. в. имидаклоприд защищает зерновые культуры до 45 дней, ацетамиприд и тиаметоксам – до 60 дней.

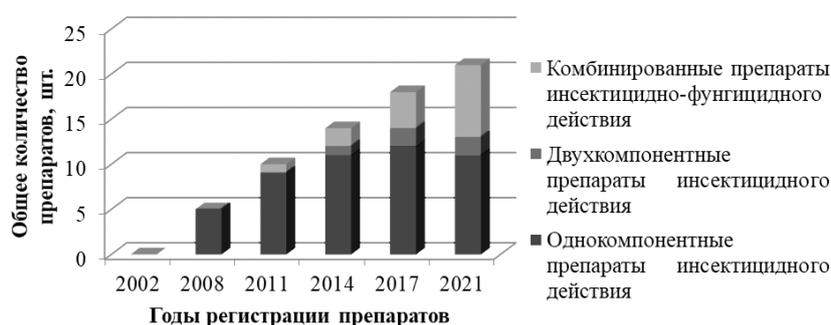


Рис. 1. Количество препаратов для предпосевной обработки семян зерновых культур, зарегистрированных в Республике Беларусь, 2002–2021 гг.

Fig. 1. Number of preparations for pre-sowing treatment of seeds of grain crops registered in the Republic of Belarus, 2002–2021

<sup>11</sup> Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агрпроимиздат, 1985. 351 с.

<sup>12</sup> Денисов А. Стратегия выбора протравителя семян [Электронный ресурс] // ГлавАгроном. Режим доступа: <https://glavagronom.ru/articles/strategiya-vybora-protravitelya-semyan>. Дата доступа: 28.12.2021.

*Ацетамиприд* обладает контактно-кишечным действием с ярко выраженной системной активностью, способствует нарушению передачи нервных импульсов, коммуницируя с никотиновыми ацетилхолиновыми рецепторами постсинаптических мембран нервных клеток насекомых [2, 17]. Этот химический класс инсектицидов разработан в середине 1980-х годов и зачислен в арсенал сельского хозяйства в качестве средств-инсектицидов только в начале 1990-х годов [2]. Ацетамиприд считается никотиноподобным веществом со схожим никотину действием на организм. В 2021 г. на территории Республики Беларусь разрешен к применению 1 отечественный инсектицидный препарат на основе ацетамиприда – Леатрин, КС, 3 трехкомпонентных протравителя инсектицидно-фунгицидного действия – Багрец Плюс, КС, Вершина Плюс, КС и Кинг Комби, КС. На поверхности растений д. в. нестойкое и разрушается в течение 3–4 дней. Период полураспада в почве 1–2 дня. Препараты на основе ацетамиприда относятся к 3-му классу опасности для человека и к 3-му классу опасности для пчел [2].

*Имидаклоприд* – вещество действует как системный инсектицид [12, 18]. Он нарушает передачу нервных импульсов, взаимодействуя с никотин-ацетилхолиновыми рецепторами постсинаптических мембран нервных клеток насекомых [2, 17]. При попадании в растения передвигается акропетально, хорошо защищая корневую систему, контролируя насекомых, обитающих в почве [12]. Он выпускается с 1991 г. и зарегистрирован в 120 странах мира. На 2021 г. в Беларуси зафиксировано 9 однокомпонентных препаратов, содержащих имидаклоприд (Агровиталь, КС; Акиба, ВСК; Иמידор Про, КС; Койот, КС; Командор, ВРК; Нуприд 600, КС; Пикус, КС; Сидоприд, ТКС; Табу, ВСК); 2 двухкомпонентных инсектицидных препарата, содержащих имидаклоприд + бифентрин (Имидалит, ТПС) и имидаклоприд + фипронил (Табу Супер, СК); 1 комбинированный препарат – имидаклоприд и 2 действующих вещества системных фунгицидов (Тримбита, ТКС). Токсиканты рекомендованы производителям для защиты колосовых культур от почвообитающих вредителей и злаковых мух. Препараты на основе имидаклоприда относятся к 3-му классу опасности для человека и к 1-му классу опасности для пчел [2].

*Клотианидин* – неоникотиноидное соединение контактного и кишечного действия с наличием трансламинарной и системной активности. Клотианидин дополнительно способствует высокой биологической эффективности в начальный период применения за счет более высокой токсичности для целевых объектов [19]. На 2021 г. в Республике Беларусь зарегистрирован 1 четырехкомпонентный препарат инсектицидно-фунгицидного действия на основе клотианидина – Сценик Комби, КС. Относится к 3-му классу опасности для человека и к 1-му классу опасности для пчел [2].

*Тиаметоксам* широко применяется в схемах защиты большинства сельскохозяйственных культур от почвообитающих вредителей. Действующее вещество быстро сорбируется растением и передвигается по ксилеме в необработанные части растений, воздействуя на никотиновые ацетилхолиновые рецепторы нервной системы насекомых [2]. Характерными особенностями препаратов на основе д. в. тиаметоксам является широкий спектр и системное действие, быстрое ингибирование питания вредителей, относительно низкая норма применения, сохранение биологической эффективности независимо от внешних условий, а также наличие длительного защитного эффекта. Препараты широко применяются способом предпосевной обработки семян. На 2021 г. в Республике Беларусь зафиксировано 4 препарата на основе этого д. в.: 1 однокомпонентный препарат (Круйзер, СК), 2 трехкомпонентных инсектицидно-фунгицидных протравителя (Селест Макс, КС и Квестор Форте, КС) и 1 на основе тиаметоксама и 3 действующих веществ системных фунгицидов – Вайбранс Интеграл, ТКС. Инсектициды на основе тиаметоксама относятся ко 2-му и к 3-му классам опасности для человека и к 1-му классу опасности для пчел [2, 20].

В начальный период роста и развития зерновые культуры особенно имеют потребность в защите от вредителей, которые могут нанести вред растениям, вплоть до полной гибели всходов [20]. В последние годы посевы повреждаются не только специфичными для каждой культуры, но и многоядными вредителями, которые питаются растениями различных ботанических групп, в первую очередь к ним относятся личинки щелкунов (проволочники) [2, 14, 15, 21].

Известно, что вредоносность личинок щелкунов проявляется в снижении полевой всхожести, продуктивной кустистости растений и урожайности, поскольку вредитель питается высеян-

ными семенами, проростками, молодыми стеблями и корнями растений. Поврежденные стебли желтеют, увядают, легко выдергиваются из почвы и часто погибают [22]. Больше всего всходы озимых культур повреждаются в стадии ВВСН 11–13, яровых – в стадии ВВСН 12.

Необходимо отметить, что, по данным О. М. Зеленской (2017), за счет большей массы тела личинки (8–12 возрастов) менее подвержены действию инсектицидных композиций, нанесенных на семена [19]. Некоторые виды личинок щелкунов с инсектицидным препаратом контактируют минимально – прогрызая отверстие в семени, выгрызают только эндосперм, при этом почти не потребляя обработанную оболочку [24]. Поврежденные семена зерновых культур вредителем часто незаметны в посевах, так как равномерность выпадения растений в период всходов – начало кущения зависит от большого числа факторов и определяется обычно только при высокой численности и распространении фитофагов очагами [24].

В связи с засушливыми погодными условиями в осенние периоды 2019–2021 гг. отмечена высокая вредоносность личинок щелкунов в ранние фазы развития озимых культур. Результаты мониторинга показали, что на опытных участках перед посевом озимых зерновых культур отмечены личинки (проволочники) злаковых щелкунов с численностью 20,8–28,1 ос/м<sup>2</sup> почвы. На разных полях доминировали личинки посевного полосатого (*Agriotes lineatus* L.) – 79,6–86,2 % и посевного малого (*A. sputator* L.) щелкунов – 20,4–13,8 %. В раскопках в возрастной структуре популяции в посевах тритикале озимой преобладали: в 2019 г. – личинки I и II года жизни (24,7 и 30,1 %), в 2020–2021 гг. – личинки III и IV года жизни (62,5–40,8 и 25,0–33,3 % соответственно) (табл. 1). В посевах ячменя озимого в 2020 г. доминировали проволочники II года жизни – 65,0 %, в 2021 г. – II (23,5 %) и III года жизни (58,8 %). Поврежденность растений пшеницы озимой за три года составила от 11,1 до 22,4 %, тритикале озимой – от 11,9 до 24,0 %, ячменя – от 17,1 до 27,7 %, ржи озимой – 12,4 %.

В 2019–2020 гг. в период сева и появления первых всходов яровых зерновых культур (ВВСН 01–11) погодные условия были оптимальными для развития растений и вредителя. Май 2021 г. характеризовался преобладанием прохладной погоды. Среднемесячная температура воздуха составила +11,5 °С, что на 1,0 °С ниже климатической нормы. Осадки носили неравномерный характер: в период с 4-го по 12 мая выпало 9,5 мм осадков, с 13-го по 15 мая – 51 мм, с 16-го по 28 мая – 29,8 мм. Сложившиеся условия не ингибировали развитие проволочников, что связано с их биологическими особенностями: личинки жуков-щелкунов р. *Agriotes* легче переносят избыточное увлажнение в суглинистой почве.

На опытном поле Института защиты растений Национальной академии наук Беларуси перед посевом ячменя и пшеницы яровых весной в годы исследований численность вредителя достигала 17,0 и 48,0 ос/м<sup>2</sup> почвы соответственно. Поврежденность растений проволочником составила 8,5–12,9 %. В 2019–2020 гг. в возрастной структуре популяции в посевах ячменя ярового преобладали личинки I и II года жизни – 26,3–42,1 и 33,3–50,0 % соответственно, в 2021 г. – II и III года жизни (29,1–58,4 %) (табл. 1). Аналогичная тенденция прослеживается и в посевах пшеницы яровой: в 2019 г. – I и II года жизни (31,6–47,4 %), в 2020–2021 гг. – II и III года жизни (29,4 и 33,2–50,1 %). Наиболее опасными считаются личинки III и IV года жизни, которые наносят существенный вред растениям.

Т а б л и ц а 1. Возрастная структура популяции личинок (проволочников) щелкунов в посевах зерновых культур, 2019–2021 гг.

T a b l e 1. Age structure of larvae population (wireworms) of click beetles in grain crops, 2019–2021

Культура	Численность перед посевом, ос/м <sup>2</sup> почвы	Возрастная структура популяции, %			
		I года жизни	II года жизни	III года жизни	IV года жизни
<i>Опытное поле РУП «Институт защиты растений», осень 2019 г.</i>					
Пшеница озимая	21,2	14,4	28,6	28,6	28,6
Тритикале озимая	21,4	24,7	30,1	23,5	21,7
<i>Опытное поле РУЭОСХП «Восход», Минский район, осень 2019 г.</i>					
Пшеница озимая	22,8	10,8	24,5	26,7	38,0

Окончание табл. 1

Культура	Численность перед посевом, ос/м <sup>2</sup> почвы	Возрастная структура популяции, %			
		I года жизни	II года жизни	III года жизни	IV года жизни
<i>Опытное поле ОАО «Щомыслица», осень 2020 г.</i>					
Пшеница озимая	22,8	10,6	28,6	35,7	25,1
Тритикале озимая	28,1	5,0	7,5	62,5	25,0
Ячмень озимый	22,6	10,0	65,0	15,0	10,0
Рожь озимая	21,3	0	50,0	25,0	25,0
<i>Опытное поле РУП «Институт защиты растений», осень 2021 г.</i>					
Пшеница озимая	20,8	13,0	17,4	34,8	34,8
Тритикале озимая	22,5	0	25,9	40,8	33,3
Ячмень озимый	23,6	0	23,5	58,8	17,7
<i>Опытное поле РУП «Институт защиты растений», весна 2019 г.</i>					
Пшеница яровая	19,0	31,6	47,4	15,8	5,2
Ячмень яровой	19,0	26,3	42,1	21,1	10,5
<i>Опытное поле РУП «Институт защиты растений», весна 2020 г.</i>					
Пшеница яровая	17,0	23,5	29,4	29,4	17,7
Ячмень яровой	18,0	33,3	50,0	11,1	5,6
<i>Опытное поле ОАО «Щомыслица», весна 2020 г.</i>					
Пшеница яровая	18,0	16,7	27,8	44,4	11,1
<i>Опытное поле «НПЦ по земледелию», г. Жодино, весна 2020 г.</i>					
Пшеница яровая	48,0	16,6	31,3	41,7	10,4
<i>Опытное поле РУП «Институт защиты растений», весна 2021 г.</i>					
Пшеница яровая	18,0	16,7	33,2	50,1	0
Ячмень яровой	24,0	12,5	29,1	58,4	0

Примечание. ЭПВ проволочников: озимые зерновые культуры (осень) – 20,0–24,0 ос/м<sup>2</sup> почвы; яровые зерновые культуры (весна) – 16,0–20,0 ос/м<sup>2</sup> почвы.

Обработка семян зерновых культур препаратами инсектицидного и инсектицидно-фунгицидного действия позволяет решить еще одну проблему – защитить растения в начальный период их развития от личинок злаковых мух [3]. Известно, что обработкой семенного материала осуществляется профилактика повреждений растений шведскими мухами по факту их постоянного присутствия в агроценозе культуры [1]. Личинки злаковых мух повреждают внутри главные и боковые стебли зерновых. Растение желтеет, центральный лист засыхает, поврежденный побег отстает в росте и погибает [3, 5]. Повреждения тканевых структур конуса нарастания в результате жизнедеятельности личинок оказывают влияние на гормональный статус растений, что вызывает нарушение процессов роста и развития вегетативных и репродуктивных органов [23]. В стебле развивается только одна личинка фитофага. Отмечено, что при наступлении благоприятных условий в течение короткого времени вредные насекомые способны массово заселить посевы зерновых культур за счет миграции или размножения [21].

В осенние периоды 2019–2021 гг. в посевах озимых культур в начальный период развития растений из злаковых мух доминировали шведские мухи осеннего поколения р. *Oscinella*: ячменная (*Oscinella pusilla* Mg.) – 77,8–83,6 % и овсяная (*O. frit* L.) – 22,2–16,4 %. В стадии 2 листьев (ВВСН 12) в среднем выкашивалось 2,0–44,0 ос/100 взмахов энтомологическим сачком (далее ос/100 взм. сачком). Поврежденность растений вредителями составила 3,9–22,0 %.

Среднесуточная температура воздуха в сентябре 2019 г. была выше уровня среднесезонных данных на +0,1 °С с достаточным увлажнением – 81,0 % от нормы. Сухая и жаркая погода способствовала интенсивному лету шведских мух осеннего поколения на падалище озимых зерновых культур, где численность имаго в конце III декады августа достигала 63,0–160,0 ос/100 взм. сачком. В III декаде сентября в период массовых всходов культур (стадия 2 листьев (ВВСН 12)) в посевах пшеницы озимой при раннем сроке сева (03.09.2019 г.) численность мух была на уровне и выше пороговых величин – 20,0–44,0 ос/100 взм. сачком с поврежденностью главных и придаточных стеблей 15,6–22,0 %. При оптимальном сроке сева пшеницы и тритикале озимой

(17.09.2019 г.) количество мух резко снизилось, в стадии 1–2 листьев (ВВСН 11–12) насчитывалось от 2,0 до 11,0 ос/100 взм. сачком с поврежденностью 5,6–6,2 % придаточных стеблей.

Погодные условия 2020–2021 гг. также были благоприятны для интенсивного лета имаго злаковых мух осеннего поколения. На опытном поле Института защиты растений Национальной академии наук Беларуси в 2020 г. на падалице озимых зерновых культур в I декаде сентября отлавливали 73,0–94,0 ос/100 взм. сачком. В 2020 г. на опытном поле ОАО «Щомыслица» Минского р-на в стадии 1–2 листьев озимых: тритикале, пшеницы, ячменя и ржи выкашивали 32,0–5,0; 80,0–9,0; 38,0–16,0 и 17,0–9,0 ос/100 взм. сачком соответственно. Поврежденность растений тритикале озимой вредителем составила 6,8 %, пшеницы – 4,6, ячменя – 9,2, ржи озимой – 3,9 %.

На опытном поле Института защиты растений Национальной академии наук Беларуси 20.08.2021 г. на падалице пшеницы озимой выкашивалось 125,0–320,0 ос/100 взм. сачком, тритикале озимой – 200,0, ячменя озимого – 378,0, ржи озимой – 125,0; 27.08.2021 г. на падалице пшеницы озимой – 166,0–202,0, тритикале озимой – 35,0, ржи озимой – 114,0 ос/100 взм. сачком, что предполагало высокую заселенность посевов озимых зерновых культур ранних и оптимальных сроков сева. Доминировала ячменная шведская муха – в среднем 98,0 %.

В начале вегетации озимых зерновых культур (ВВСН 11) до 13 сентября 2021 г. преобладала теплая погода и сложились благоприятные условия для развития шведских мух (средняя температура воздуха составила +19,3 °С (отклонение от нормы – 1,7 °С) с суммой осадков 0,9 мм). Резкое похолодание во второй половине сентября (температура воздуха +11,5 °С (отклонение от нормы – 3,0 °С)) снизили интенсивный лет и развитие фитофага в дальнейшем. На опытном поле Института защиты растений Национальной академии наук Беларуси при раннем сроке сева озимых культур (02.09.2021 г.) выкашивалось 26,0–42,0 ос/100 взм. сачком в зависимости от возделываемой культуры. Поврежденность главных и придаточных стеблей вредителем составила 6,7 % (тритикале озимая), 10,1 % (пшеница озимая) и 14,9 % (ячмень озимый). Выявлены личинки II и III возраста и единичные пупарии мухи.

За годы исследований из злаковых мух в посевах тритикале озимой и ржи отмечены зеленоглазка *Chlorops pumilionis* Bjerck. с численностью 3,0–4,0 ос/100 взм. сачком и меромиза хлебная *Meromyza nigriventris* Мср. – 13,0 ос/100 взм. сачком, численность вредителей была ниже пороговых величин. В агроценозах пшеницы озимой и ячменя озимого фитофагов не выявлено.

В посевах яровых зерновых культур за годы исследований из злаковых мух доминировали шведские мухи весеннего поколения р. *Oscinella* с численностью 16,0–32,0 ос/100 взм. сачком и поврежденностью растений личинками фитофага 6,0–37,2 %.

За апрель 2019 г. средняя температура воздуха составила +7,6 °С, что на 3,9 °С выше климатической нормы. Осадков выпало на 81,8 % ниже нормы. В I декаде мая температура была на 2,7 °С ниже среднесуточных значений, во II и III декадах преобладала теплая погода. За месяц средняя температура воздуха составила +14,2 °С, что на 1,2 °С выше климатической нормы. При проведении учета численность шведских мух весеннего поколения в посевах пшеницы яровой достигала до 28,0 ос/100 взм. сачком, ячменя ярового – 24,0 ос/100 взм. сачком.

Агрометеорологические условия мая 2020 г. характеризовались преобладанием холодной погоды (ночные заморозки, среднесуточная температура воздуха была ниже многолетних показателей (+10,4 °С, что на 2,1 °С ниже климатической нормы)) и сдержали развитие шведских мух на посевах яровых пшеницы и ячменя, поэтому нарушилась приуроченность лета имаго шведских мух весеннего поколения к уязвимой фазе культур – 1–2 листьев (ВВСН 11–12). В этот период энтомологическим сачком выкашивалось 6,0–8,0 и 2,0–3,0 мухи/100 взм. сачком соответственно. С установлением теплой погоды в I декаде июня при проведении учета плотности вредителей в начале кущения (ВВСН 21) пшеницы яровой численность имаго шведских мух составила 30,0–38,0 ос/100 взм. сачком, ячменя ярового – 28,0–30,0 ос/100 взм. сачком.

С 14-го по 18 мая 2021 г. складывались оптимальные условия для массового лета злаковых мух (максимальные температуры воздуха на уровне +17,0...+21,4 °С), поскольку критерий для развития фитофагов +16,0 °С. В посевах ячменя ярового в стадии 2–3 листьев (ВВСН 12–13) к началу III декады мая выкашивалось 32,0 мухи/100 взм. сачком, что превышало значения ЭПВ (20,0–25,0 ос/100 взм. сачком). В посевах пшеницы яровой отмечено 16,0 ос/100 взм. сачком, что

также было выше порогового уровня (ЭПВ 15,0–20,0 ос/100 взм. сачком). Поврежденность растений вредителем достигала 21,0–22,0 %. При анализе растительных проб выявлены личинки II и III возраста. За годы исследований поврежденность придаточных стеблей пшеницы яровой составила 8,3–21,0 %, ячменя ярового – 6,0–37,2 %. Численность имаго зеленоглазки в посевах яровых зерновых культур была низкой – 8,0–10,0 ос/100 взм. сачком.

Эффективность мер защиты растений от вредных объектов во многом определяется численностью фитофага и своевременностью использования препарата [21].

Результаты исследований за 2009–2021 гг. в 275 опытах на разных культурах показали, что средняя биологическая эффективность препаратов для обработки семян в полевых и производственных условиях в фазе начала кушения варьировала от 86,9 (озимые: ячмень и рожь, тритикале яровая) до 87,9 % (овес и пшеница яровая) (табл. 2). Численность проволочников в среднем до посева яровых пшеницы и ячменя составила от 17,0–30,0 ос/м<sup>2</sup> почвы (ЭПВ – 16,0–20,0 ос/м<sup>2</sup> почвы) до посева озимых тритикале и пшеницы – 20,8–36,2 ос/м<sup>2</sup> почвы (ЭПВ – 20,0–24,0 ос/м<sup>2</sup> почвы). В отдельные годы на полях после возделывания многолетних злаковых трав и зерновых культур (3–5 лет) плотность проволочников превышала экономический порог в 2 раза и более – 37,0–48,0 ос/м<sup>2</sup> почвы.

Т а б л и ц а 2. Биологическая эффективность препаратов для предпосевной обработки семян инсектицидного и инсектицидно-фунгицидного действия от личинок щелкунов (проволочников) и злаковых мух в снижении поврежденности растений зерновых культур, полевые опыты, Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси и в базовых хозяйствах Республики Беларусь, 2009–2021 гг., %

Table 2. Biological efficiency of insecticidal and insectofungicidal action preparations for pre-sowing seed treatment against click beetle (wireworms) and grain fly larvae in reducing damage to gramineous fly larvae crops, field experiments of Institute of Plant Protection, National Academy of Sciences of Belarus and at the basic farms of the Republic of Belarus, 2009–2021, %

Культура	Снижение поврежденности растений зерновых культур							
	n	проволочниками			n	шведскими мухами		
		БЭ ± СО	медиана	УН		БЭ ± СО	медиана	УН
Пшеница озимая	81	87,5 ± 0,6	88,7	1,1	51	61,0 ± 15,3	57,8	5,5
Тритикале озимая	51	87,2 ± 0,7	87,3	1,4	42	64,7 ± 2,6	65,7	5,4
Ячмень озимый	35	86,9 ± 1,1	88,3	2,2	33	66,9 ± 2,7	69,6	5,6
Рожь	35	86,9 ± 1,1	88,3	2,2	33	66,8 ± 2,7	69,6	5,6
Пшеница яровая	12	87,9 ± 1,3	87,5	2,9	14	74,8 ± 2,8	71,7	6,1
Тритикале яровая	15	86,9 ± 1,4	87,1	2,9	15	68,6 ± 2,6	69,6	5,5
Ячмень яровой	34	87,6 ± 0,6	88,0	1,2	34	67,3 ± 2,8	68,8	5,8
Овес	12	87,9 ± 1,3	87,5	2,9	12	70,1 ± 3,0	70,5	6,6

Примечание: n – количество проанализированных опытов; БЭ – биологическая эффективность; СО – стандартное отклонение; УН – уровень надежности; медиана – число, которое находится в середине этого набора.

В полевых и производственных условиях биологическая эффективность препаратов для обработки семян зерновых культур от личинок шведских мух в среднем за 2009–2021 гг. колебалась от 61,0–66,9 % (озимые) до 67,3–74,8 % (яровые) в фазе кушения в зависимости от возделываемой культуры (табл. 2). В стадии ВВСН 11–12 в посевах озимых зерновых культур выкашивалось в среднем 25,0–48,0 ос/100 взм. сачком (ЭПВ 25,0–30,0 ос/100 взм. сачком), ячменя ярового – 22,0–32,0 ос/100 взм. сачком (ЭПВ 20,0–25,0 ос/100 взм. сачком), пшеницы яровой – 15,0–35,0 ос/100 взм. сачком (ЭПВ 15,0–20,0 ос/100 взм. сачком). Однако в посевах пшеницы озимой с учетом стандартного отклонения к биологической эффективности по снижению поврежденности растений злаковыми мухами (61,0 ± 15,3 %) значение показателя БЭ составит 45,7–76,3 % в среднем за годы исследований.

В 2019–2021 гг. для формирования ассортимента препаратов для предпосевной обработки семян оценена эффективность новых препаратов из химического класса неоникотиноиды против основных вредителей яровых и озимых зерновых культур. Особое внимание при обработке семян зерновых культур заслуживают однокомпонентные инсектициды и комбинированные препара-

ты инсектицидно-фунгицидного действия производства Республики Беларусь, ООО «Франдеса» – Леатрин, КС (0,8–0,9 л/т), Вершина Плюс, КС (0,8–1,0 л/т) и Багрец Плюс, КС (0,8–1,0 л/т). В период 2019–2020 гг. при оценке эффективности препарата Леатрин, КС (ацетамиприд, 300 г/л) с нормами расхода 0,8 и 0,9 л/т установлено, что поврежденность растений пшеницы озимой проволочниками уменьшалась на 81,73–86,95 %, шведскими мухами – на 62,2–69,9 %, что способствовало повышению урожайности зерна в полевом опыте от 1,35 до 1,4 ц/га, или 1,88–1,9 % соответственно. Биологическая эффективность препарата Койот, КС, взятого в качестве эталона, составила 86,1 % (от проволочников) и 74,4 % (от шведских мух), урожайность зерна повысилась на 1,6 ц/га, или на 2,2 % (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Биологическая и хозяйственная эффективность препаратов для предпосевной обработки семян озимых зерновых культур от личинок щелкунов

Т a b l e 3. Biological and economic efficiency of preparations for pre-sowing winter grain crop seeds treatment against click beetle larvae

Протравитель семян, норма расхода, л/т	Годы исследо- ваний	Повреждено растений личинками щелкунов, %	Биологическая эффектив- ность, %	Урожайность зерна, ц/га	Сохраненный урожай зерна		Масса 1000 зерен, г
					ц/га	%	
<i>Пшеница озимая, сорт Элегия, Институт защиты растений НАН Беларуси, численность личинок щелкунов перед посевом – 20,8–21,2 ос/м<sup>2</sup> почвы</i>							
Без обработки семян*	2019– 2020	11,5	–	72,0	–	–	44,2
Койот, КС, 0,5		1,6	86,1	73,6	1,6	2,2	45,05
Леатрин, КС, 0,8–0,9		1,5–2,1	81,73–86,95	73,35–73,7	1,35–1,4	1,88–1,9	44,5–45,0
НСР <sub>05</sub>				1,25			0,7
<i>Пшеница озимая, сорт Элегия, РУЭОСХП «Восход», численность личинок щелкунов перед посевом – 21,2–22,8 ос/м<sup>2</sup> почвы</i>							
Без обработки семян*	2019– 2020	13,2	–	81,8	–	–	44,21
Селест Топ, КС, 2,0		1,7	87,1	84,9	3,1	3,8	45,02
Багрец Плюс, КС, 0,8–1,0		2,0–2,6	80,3–84,8	84,8–85,0	3,0–3,2	3,7–3,9	45,0–45,03
Селест Макс, КС, 1,5		1,4	89,4	84,8	3,0	3,7	45,01
Вершина Плюс, КС, 0,8–1,0		2,2–2,8	78,8–83,3	84,7–84,8	2,9–3,0	3,5–3,7	44,96–45,0
НСР <sub>05</sub>				1,3			0,2
<i>Пшеница озимая, сорт Элегия, ОАО «Щомыслица», численность личинок щелкунов перед посевом – 22,8–27,1 ос/м<sup>2</sup> почвы</i>							
Без обработки семян*	2020– 2021	22,4	–	83,5	–	–	37,9
Койот, КС, 0,5		3,2	85,7	88,8	5,3	6,3	39,1
Вайбранс Интеграл, ТКС, 2,0		2,2	90,2	88,9	5,4	6,5	39,1
Селест Макс, КС, 2,0		2,0	91,1	88,9	5,4	6,5	39,1
Квестор Форте, КС, 2,0		2,2	90,2	81,2	2,2	2,8	52,6
Багрец Плюс, КС, 1,0		4,0	82,1	88,6	5,1	6,1	39,0
Вершина Плюс, КС, 1,0		4,4	80,4	88,6	5,1	6,1	39,03
НСР <sub>05</sub>				1,5			0,4
<i>Пшеница озимая, сорт Элегия, Институт защиты растений НАН Беларуси, численность личинок щелкунов перед посевом – 20,8 ос/м<sup>2</sup> почвы</i>							
Без обработки семян*	Осень 2021	15,1	–				
Сидоприд, ТКС, 0,5		2,7	82,1				
Койот, КС, 0,5		2,6	82,8				
Селест Макс, КС, 2,0		2,5	83,4				
Без обработки семян*		11,1	–				
Табу, ВСК, 0,6		2,8	81,5				
<i>Тритикале озимая, сорт Гренадо, ОАО «Щомыслица», численность личинок щелкунов перед посевом – 23,0–28,1 ос/м<sup>2</sup> почвы</i>							
Без обработки семян*	Осень 2020	12,6	–				
Селест Макс, КС, 2,0		2,2	82,5				
Табу, ВСК, 0,6		2,4	80,9				
Квестор Форте, КС, 2,0		1,8	85,7				
					Не перезимовало		

Окончание табл. 3

Протравитель семян, норма расхода, л/т	Годы исследо- ваний	Повреждено растений личинками щелкунов, %	Биологическая эффектив- ность, %	Урожайность зерна, ц/га	Сохраненный урожай зерна		Масса 1000 зерен, г
					ц/га	%	
<i>Тритикале озимая, сорт Динамо, Институт защиты растений НАН Беларуси, численность личинок щелкунов перед посевом – 22,5 ос/м<sup>2</sup> почвы</i>							
Без обработки семян*	Осень 2021	24,0	–	–	–	–	–
Сидоприд, ТКС, 0,5		4,8	80,0				
Табу, ВСК, 0,6		4,8	80,0				
Селест Макс, КС, 2,0		3,7	84,6				
Без обработки семян*		16,8	–				
Койот, КС, 0,5		3,2	80,9				
Селест Макс, КС, 2,0		2,7	83,9				
Квестор Форте, КС, 2,0		2,8	83,3				
<i>Рожь озимая, сорт Паўлінка, ОАО «Щомыслица», численность личинок щелкунов перед посевом – 21,3 ос/м<sup>2</sup> почвы</i>							
Без обработки семян*	2020– 2021	12,4	–	57,0	–	–	28,9
Селест Макс, КС, 1,5		1,4	88,9	60,6	3,6	6,3	29,8
Багрец Плюс, КС, 0,8–1,0**		1,6–2,3	81,5–87,1	60,0–60,5	3,0–3,5	5,3–6,4	29,6–29,8
НСР <sub>05</sub>				1,9			0,4
<i>Ячмень озимый, сорт Тереза, ОАО «Щомыслица», перед посевом численность личинок щелкунов – 22,6 ос/м<sup>2</sup> почвы</i>							
Без обработки семян*	2020– 2021	17,1	–	74,1	–	–	38,1
Селест Макс, КС, 1,5		2,7	84,2	73,8	3,4	4,8	38,9
Багрец Плюс, КС, 0,8–1,0**		3,0–3,1	80,7–82,0	74,2	3,1–3,5	4,4–5,0	38,8–39,0
НСР <sub>05</sub>				1,6			0,5
<i>Ячмень озимый, сорт Изоцел, Институт защиты растений НАН Беларуси, численность личинок щелкунов перед посевом – 23,6 ос/м<sup>2</sup> почвы</i>							
Без обработки семян*	Осень 2021	27,7	–	–	–	–	–
Сидоприд, ТКС		5,5	80,1				

\* Семена не обработаны препаратом фунгицидного и инсектицидного действия.

\*\* Проводится государственная регистрация препарата.

По данным исследований 2019–2020 гг., получена нормативная биологическая эффективность при применении препарата для предпосевной обработки семян инсектицидно-фунгицидного действия Вершина Плюс, КС, 0,8 и 1,0 л/т: против проволочников – 78,8–83,3 %, шведских мух – 60,0–66,1 %. За счет снижения вредоносности вредителей в исследуемом варианте сохраненный урожай зерна пшеницы озимой составил 2,9–3,0 ц/га, или 3,5–3,7 % по отношению к варианту без обработки семян препаратом инсектицидно-фунгицидного действия. В 2020–2021 гг. препарат на основе ацетамиприда, 250 г/л (1,0 л/т) понизил поврежденность растений пшеницы озимой проволочниками на 80,4 %, сохранив при этом 5,1 ц/га зерна, или 6,1 % (табл. 3). Численность проволочников по сравнению с контрольным вариантом снизилась в среднем на 60,0–70,0 %. Как показали результаты, высокий эффект оказывал эталонный препарат Селест Макс, КС (1,5–2,0 л/т) – 89,4–90,2 %, сохраненный урожай зерна – 3,0–5,4 ц/га, или 3,7–6,5 %, масса 1000 зерен увеличилась на 0,8–1,2 г по отношению к контролю.

За годы исследований отмечена высокая эффективность препарата и в посевах ячменя ярового от основных вредителей. Результаты опытов 2019–2020 гг. показали, что биологическая эффективность препарата Вершина Плюс, КС (0,8 и 1,0 л/т) для предпосевной обработки семян ячменя ярового по поврежденности растений от личинок (проволочников) щелкунов составила 81,7–84,9 и 81,6–91,2 %, личинок шведских мух – 83,3–86,3 и 86,3–91,1 % соответственно (табл. 4), что дополнительно обеспечило сохранение урожайности зерна 2,4–3,7 ц/га, или 4,0–8,6 % по отношению к контролю. В 2021 г. при применении препарата Вершина Плюс, КС (1,0 л/т) поврежденность растений от личинок щелкунов и шведских мух снизилась на 91,4 и на 81,0 %, что позволило повысить урожайность зерна на 3,1 ц/га, или на 8,0 % по отношению к контролю. Результаты выполненных исследований свидетельствуют о высокой эффективности эталонного препарата Селест

Макс, КС (1,5 л/т) для данных вредителей на ячмене яровом, так как наблюдалось снижение на 84,9–90,3 % поврежденности растений личинками щелкунов и на 81,4–89,2 % – личинками шведских мух, была получена достоверная прибавка урожайности зерна – 2,8–3,6 ц/га, или 4,7–8,3 %.

Т а б л и ц а 4. Биологическая и хозяйственная эффективность препаратов для предпосевной обработки семян яровых зерновых культур от почвообитающих и внутрисктеблевых вредителей

Table 4. Biological and economic efficiency of preparations for pre-sowing spring grain crop seeds treatment against soil and intra-stem pests

Протравитель семян, норма расхода препарата, л/т	Коэффициент кушения	Повреждено растений личинками щелкунов, %	Биологическая эффективность, %	Повреждено растений личинками шведских мух, %	Биологическая эффективность, %	Урожайность зерна, ц/га	Сохраненный урожай зерна		Масса 1000 зерен, г
							ц/га	%	
<i>Пшеница яровая, сорт Славянка, 2020 г., Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, г. Жодино, численность личинок щелкунов перед посевом – 48,0 ос/м<sup>2</sup> почвы, имаго шведских мух – 35,0 ос/100 взм. сачком</i>									
Без обработки семян*	2,3	12,9	–	8,3	–	45,9	–	–	38,0
Иншур Перформ, КС + Табу, ВСК, 0,4+0,6	2,4	6,5	49,7	1,6	80,7	52,1	6,2	13,5	38,8
Вершина Плюс, КС, 1,0	2,3	6,6	48,8	1,3	84,3	48,8	2,9	6,3	38,4
НСР <sub>05</sub>						2,7			0,4
<i>Пшеница яровая, сорт Любава, 2021 г., Институт защиты растений НАН Беларуси, численность личинок щелкунов перед посевом – 18,0 ос/м<sup>2</sup> почвы, имаго шведских мух – 16,0 ос/100 взм. сачком</i>									
Без обработки семян*	2,6	8,5	–	21,0	–	57,9	–	–	39,9
Табу, ВСК, 0,6	2,7	1,0	88,2	4,0	81,0	59,9	2,0	3,5	40,4
Койот, КС, 0,5	2,7	0,8	90,6	3,8	81,9	60,1	2,2	3,8	40,7
Селест Макс, КС, 2,0	2,9	0,9	89,4	3,9	81,4	60,3	2,4	4,1	40,4
Квестор Форте, КС, 2,0	2,8	0,9	89,4	3,8	81,9	60,8	2,9	5,0	40,8
НСР <sub>05</sub>						0,9			0,45
<i>Ячмень яровой, сорт Радзіміч, 2019 г., Институт защиты растений НАН Беларуси, численность личинок щелкунов перед посевом – 19,0 ос/м<sup>2</sup> почвы, имаго шведских мух – 35,0 ос/100 взм. сачком</i>									
Без обработки семян*	2,6	9,3	–	37,2	–	59,3	–	–	50,3
Селест Макс, КС, 1,5	2,8	1,4	84,9	5,1	86,3	62,1	2,8	4,7	50,5
Вершина Плюс, КС, 0,8–1,0	2,7	1,4–1,7	81,7–84,9	5,1–6,2	83,3–86,3	61,7–61,8	2,4–2,5	4,0–4,2	50,3–50,4
НСР <sub>05</sub>						1,2			0,5
<i>Ячмень яровой, сорт Радзіміч, 2020 г., Институт защиты растений НАН Беларуси, численность личинок щелкунов перед посевом – 17,0–18,0 ос/м<sup>2</sup> почвы, имаго шведских мух – 28,0 ос/100 взм. сачком</i>									
Без обработки семян*	2,4	10,5	–	6,0	–	64,5	–	–	56,0
Сидоприд, ТКС, 0,3	2,4	2,1	80,0	1,0	83,3	65,5	2,1	3,3	56,6
Табу, ВСК, 0,6	2,5	1,4	86,7	1,0	83,3	65,7	2,3	3,6	57,2
НСР <sub>05</sub>						1,6			0,6
Без обработки семян*	2,6	11,4	–	10,2	–	43,2	–	–	53,0
Селест Макс, КС, 1,5	2,8	1,1	90,3	1,1	89,2	46,8	3,6	8,3	53,6
Вершина Плюс, КС, 0,8–1,0	2,7	1,0–2,1	81,6–91,2	0,9–1,4	86,3–91,1	46,4–46,9	3,2–3,7	7,4–8,6	53,2–53,5
НСР <sub>05</sub>						2,5			0,2
<i>Ячмень яровой, сорт Фэст, 2021 г., Институт защиты растений НАН Беларуси, численность личинок щелкунов перед посевом – 24,0 ос/м<sup>2</sup> почвы, имаго шведских мух – 24,0–32,0 ос/100 взм. сачком</i>									
Без обработки семян*	2,9	9,5	–	22,0	–	66,8	–	–	52,6
Табу, ВСК, 0,6	2,9	0,8	90,5	3,7	82,3	67,5	0,7	1,0	53,0
Селест Макс, КС, 2,0	3,0	0,9	91,6	3,9	83,2	68,4	1,6	2,4	53,3
Квестор Форте, КС, 2,0	2,9	0,8	91,6	3,7	83,2	68,6	1,8	2,7	53,5
НСР <sub>05</sub>						0,7			0,39
Без обработки семян*	2,3	9,3	–	21,0	–	38,9	–	–	43,6
Селест Макс, КС, 2,0	2,7	0,9	90,3	3,9	81,4	42,1	3,2	8,2	44,7
Вершина Плюс, КС, 1,0	2,8	0,8	91,4	4,0	81,0	42,0	3,1	8,0	44,5
НСР <sub>05</sub>						1,2			0,35

\* Семена не обработаны препаратом фунгицидного и инсектицидного действия.

Однако, по данным исследований 2020 г., биологическая эффективность препарата Вершина Плюс, КС (1,0 л/т) по снижению поврежденности растений пшеницы яровой проволочниками составила 48,8 % в связи с тем, что оценка эффективности препарата в данных условиях проходила на опытном поле с высокой численностью проволочника – 48,0 ос/м<sup>2</sup> почвы (ЭПВ 16,0–20,0 ос/м<sup>2</sup> почвы). Полученная биологическая эффективность токсиканта – 48,8 %, как и эталонного препарата (Иншур Перформ, КС + Табу, ВСК) – 49,7 %, недостоверна и ниже нормативной (80,0 %). Соответственно, полученная хозяйственная эффективность (2,9 и 6,2 ц/га, или 6,3 и 13,5 %) от снижения развития болезней и повреждения проволочниками также незначительна. Нами отмечено существенное снижение поврежденности стеблей личинками злаковых мух препаратом на основе ацетамиприда – 84,3 %.

Обработка семян пшеницы озимой инсекто-фунгицидом Багрец Плюс, КС способствовало также снижению поврежденности стеблей личинками щелкунов и шведских мух, обеспечив биологическую эффективность в пределах 80,3–84,8 и 48,2–73,3 % соответственно в зависимости от нормы расхода (0,8–1,0 л/т), сохранив урожайность зерна 3,0 и 5,1 ц/га, или 3,7 и 6,1 % (табл. 3). Биологическая эффективность препаратов Селест Топ, КС и Селест Макс, КС с нормой расхода 2,0 л/т, взятых в качестве эталона, составила 87,1–90,2 %. Снижение поврежденности растений в результате применения эталонных препаратов позволило повысить урожайность зерна на 3,1–5,4 ц/га, или на 3,8–6,5 %. Анализ структуры биологического урожая показал, что у растений увеличилась масса 1000 зерен на 0,79–0,82 г.

В 2020–2021 гг. биологическая эффективность препарата Багрец Плюс, КС (0,8–1,0 л/т) инсектицидно-фунгицидного действия по снижению поврежденности растений ячменя озимого проволочниками составила 80,7–82,0 %, ржи озимой – 81,5–87,1 % (табл. 3). При поврежденности 9,2 % растений ячменя озимого личинками шведских мух в контроле обработка семян препаратом обеспечила биологическую эффективность в пределах 80,4–85,8 %. Урожайность зерна озимых культур повысилась по отношению к контролю на 3,0–3,5 ц/га, или на 5,3–6,4 %, масса 1000 зерен – на 0,79–1,1 г.

Изучение протравителя инсектицидно-фунгицидного действия Квестор Форте, КС с нормой расхода 2,0 л/т (ООО Группа Компаний «ЗемлякоФФ», Россия) на основе тиаметоксама, 150 г/л показало, что препарат надежно обеспечивает защиту зерновых культур от личинок щелкунов и злаковых мух. В частности, снижение поврежденности растений на пшенице яровой составило 89,4 и 81,9 %, на ячмене яровом 91,6 и 83,2 %, от проволочников на пшенице озимой – 90,2 %, на тритикале озимой – 85,7 и 83,3 %. Эффективность эталонного препарата Селест Макс, КС (2,0 л/т) в условиях опытного поля была на уровне испытываемого: от проволочников на яровых культурах – 89,4–91,6 %, на озимых – 82,5–90,2 %, от личинок шведских мух – 81,4–83,2 % (табл. 3, 4).

Препарат инсектицидно-фунгицидного действия Вайбранс Интеграл, ТКС (2,0 л/т) контролировал поврежденность растений пшеницы озимой проволочниками на 91,1 % и за счет двусторонней защиты семян обеспечил увеличение продуктивности на 6,5 % (табл. 3).

Биологическая эффективность препаратов инсектицидного действия против личинок щелкунов и шведских мух на основе имидаклоприда (Койот, КС, Сидоприд, ТКС, Табу, ВСК) в среднем за три года на яровых культурах составила 80,0–90,6 и 81,0–83,3 % соответственно, на озимых культурах против проволочников – от 80,0 до 85,7 %. Более результативным было действие препарата для обработки семян Койот, КС с нормой расхода 0,5 л/т (имидаклоприд, 600 г/л) и Табу, ВСК, 0,6 л/т (имидаклоприд, 500 г/л). Применение инсектицидов при обработке семян способствовало сохранению урожая зерна пшеницы озимой в полевых опытах 6,3 %, пшеницы яровой – от 3,5 до 3,8 %, ячменя ярового – от 1,0 до 3,6 % (табл. 3, 4).

Таким образом, результаты специальных опытов для защиты всходов озимых и яровых зерновых культур от данных вредителей показали высокую биологическую и хозяйственную эффективность инсектицидов из химических классов неоникотиноиды и комбинированных препаратов, используемых способом предпосевной обработки семян. Применение токсикантов должно базироваться на экономических порогах вредоносности личинок щелкунов и постоянном мониторинге численности двукрылых фитофагов (злаковых мух) в агроценозах.

## Выводы

Своевременная стратегия защиты всходов зерновых колосовых культур от раннесезонных вредителей – это использование инсектицидов при предпосевной обработке семенного материала. Результаты исследований, проведенных в 2019–2021 гг. на озимых и яровых зерновых культурах в условиях полевых опытов, свидетельствуют о высокой эффективности препаратов из химического класса неоникотиноиды и комбинированных препаратов, используемых способом предпосевной обработки семян с целью защиты всходов растений от почвообитающих (личинки щелкунов) и наземных вредителей (личинки шведских мух). На разных полях доминировали злаковые посевные щелкуны: личинки полосатого (*Agriotes lineatus* L.) и малого (*A. sputator* L.), численность которых перед посевом озимых культур была пороговой и составила 20,8–28,1 ос/м<sup>2</sup> почвы, яровых культур – 17,0 и 24,0 ос/м<sup>2</sup> почвы. В посевах озимых и яровых зерновых культур за годы исследований из злаковых мух отмечены шведские мухи осеннего и весеннего поколения р. *Oscinella* с численностью 2,0–44,0 ос/100 взмахов энтомологическим сачком и 16,0–32,0 ос/100 взмахов сачком соответственно.

Для защиты всходов озимых культур в борьбе с личинками проволочников и шведских мух рекомендованы препараты, применяемые при обработке семян инсектицидного и инсектицидно-фунгицидного действия отечественного производства ООО «Франдеса», Беларусь – Леатрин, КС (0,8–0,9 л/т), Вершина Плюс, КС (1,0 л/т) и Багрец Плюс, КС (0,8–1,0 л/т), а также ООО Группа Компаний «ЗемлякоФФ», Россия – Квестор Форте, КС (2,0 л/т). Препарат Багрец Плюс, КС в посевах ячменя озимого и ржи рекомендован для расширения применения на территории Республики Беларусь. Установлено, что изучаемые протравители семян на основе ацетамиприда и тиаметоксама снизили поврежденность растений пшеницы озимой проволочниками на 78,8–91,1 %, численность вредителей – на 60,0–70,0 % и повысили урожайность зерна на 1,35–5,1 ц/га, или 1,88–6,1 %.

Обработка семян пшеницы яровой и ячменя ярового препаратами инсектицидно-фунгицидного действия на основе тиаметоксама (Квестор Форте, КС, 2,0 л/т) и на основе ацетамиприда (Вершина Плюс, КС, 0,8–1,0 л/т) в 2019–2021 гг. способствовала снижению поврежденности растений проволочниками на 81,6–91,6 %, личинками шведских мух – на 81,4–91,1 %, обеспечив увеличение урожайности на 1,8–3,7 ц/га, или на 2,7–8,6 %.

Высокая биологическая эффективность препаратов инсектицидного действия против личинок щелкунов и шведских мух на основе имидаклоприда (Койот, КС, Сидоприд, ТКС, Табу, ВСК) в среднем за три года на яровых культурах составила от 80,0 до 90,6 % и от 81,0 до 83,3 %, на озимых культурах против проволочников – от 80,0 до 85,7 % соответственно. Это существенно влияет на увеличение сохранности урожайности зерна пшеницы озимой в полевых опытах на 6,3 %, пшеницы яровой – на 3,5–3,8 %, ячменя ярового – на 1,0–3,6 %, что делает обработку семян необходимым агротехническим мероприятием при возделывании зерновых культур.

Таким образом, наукой и практикой доказано, что обработка посевного материала перед посевом в целях защиты растений от вредителей является целенаправленным, экологически и экономически эффективным приемом в регулировании численности и снижении вредоносности фитофагов озимых и яровых зерновых культур в период прорастания – начало кущения.

Полученные данные имеют фундаментальное и прикладное значение и могут быть использованы широким кругом специалистов для обоснования и разработки мероприятий по снижению численности и вредоносности вредных объектов, обитающих в почве и на ее поверхности, с целью улучшения фитосанитарной ситуации в посевах яровых и озимых зерновых культур (полевой всхожести, защиты проростков и всходов, снижения потерь урожая и получения дополнительной прибавки зерна).

## Список использованных источников

1. Илларионов, А. И. Ресурсосбережение на этапе выбора инсектицидов для защиты озимой пшеницы от злаковых мух / А. И. Илларионов // Вестн. Воронеж. гос. аграр. ун-та. – 2015. – № 3 (46). – С. 42–51.
2. Бойко, С. В. Двухкомпонентные инсектициды – эффективность на зерновых колосовых культурах в период вегетации / С. В. Бойко, Л. П. Василевская, Ю. И. Хотынюк // Защита растений : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск, 2020. – Вып. 44. – С. 124–137.

3. Веневцев, В. З. Комплексное действие протравливания озимых зерновых культур / В. З. Веневцев // Защита и карантин растений. – 2014. – № 9. – С. 21–22.
4. Власова, Л. М. Значение инновационных инсектофунгицидных препаратов для защиты посевов ярового ячменя от болезней и вредителей в энергосберегающих системах земледелия центрального Черноземья / Л. М. Власова, О. В. Попова // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты : сб. науч. тр. Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., Нальчик, 4–5 февр. 2021 г. / Кабард.-Балкар. гос. аграр. ун-т. – Нальчик, 2021. – Т. 2. – С. 34–38.
5. Власова, Л. М. Защита посевов ярового ячменя от болезней и вредителей путем применения инновационных инсектофунгицидных препаратов для обработки семян / Л. М. Власова, О. В. Попова // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК : сб. ст. по материалам II Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. с междунар. участием, 18 февр. 2021 г. / Кург. гос. с.-х. акад. ; под общ. ред. И. Н. Миколайчика. – Курган, 2021. – С. 639–643.
6. Долженко, В. И. Современный ассортимент инсектицидов для защиты зерновых культур / В. И. Долженко, Л. А. Буркова // Фитосанитарное оздоровление экосистем : второй Всерос. съезд по защите растений, Санкт-Петербург, 5–10 дек. 2005 г. : материалы съезда : в 2 т. / Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений; редкол.: В. А. Павлюшин [и др.]. – СПб., 2005. – Т. 2. – С. 226–228.
7. Сценки комби для предпосевной обработки семян зерновых культур / Л. Д. Гришечкина [и др.] // Защита и карантин растений. – 2013. – № 2. – С. 28–29.
8. Хилевский, В. А. Эффективные средства защиты озимой пшеницы от основных вредителей в условиях степной зоны Предкавказья / В. А. Хилевский, М. Н. Шорохов, В. И. Долженко // Рос. с.-х. наука. – 2016. – № 4. – С. 34–40.
9. Трепашко, Л. И. Экономическое обоснование применения препаратов разного направленного действия для защиты ячменя ярового от вредителей / Л. И. Трепашко, И. А. Козич, Л. П. Василевская // Защита растений : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск, 2018. – Вып. 42. – С. 274–286.
10. Власова, Л. М. Эффективность инсектофунгицидных смесей для обработки семян ярового ячменя / Л. М. Власова, О. В. Попова, А. Ю. Казмина // Защита и карантин растений. – 2017. – № 4. – С. 14–15.
11. Обработка семян зерновых культур – эффективный способ борьбы с вредителями всходов / Л. А. Буркова [и др.] // Защита растений в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (п. Краснообск, 24–26 июля 2013 г.) / Сиб. науч.-исслед. ин-т земледелия и химизации сел. хоз-ва ; под общ. ред. Н. Г. Власенко. – Краснообск, 2013. – С. 64–67.
12. Шорохов, М. Н. Совершенствование ассортимента инсектофунгицидов / М. Н. Шорохов, Н. Г. Петрова, В. И. Долженко // Рос. с.-х. наука. – 2020. – № 3. – С. 28–31. <https://doi.org/10.31857/S2500262720030072>
13. Хилевский, В. А. Новые инсектициды для предпосевной обработки семян с целью защиты всходов озимой пшеницы от пшеничной мухи (*Phorbia fumigata* Meigen) / В. А. Хилевский, В. И. Долженко, А. А. Зверев // Защита растений в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (п. Краснообск, 24–26 июля 2013 г.) / Сиб. науч.-исслед. ин-т земледелия и химизации сел. хоз-ва ; под общ. ред. Н. Г. Власенко. – Новосибирск, 2013. – С. 364–367.
14. Трепашко, Л. И. Проволочники – опасные вредители сельскохозяйственных культур / Л. И. Трепашко, С. В. Сорока, М. В. Пуренок // Земляробства і ахова раслін. – 2003. – № 4. – С. 28–30.
15. Заргарян, Н. Ю. Применение инсектицидов из класса неоникотиноидов на зерновых колосовых культурах в Курганской области / Н. Ю. Заргарян, М. Ю. Цыпышева, А. Ю. Кекало // Освоение адаптивно-ландшафтных систем земледелия на Южном Урале : материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию Челяб. НИИСХ Россельхозакад. / Челяб. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва ; редкол.: И. Ю. Кушниренко [и др.]. – Челябинск, 2014. – С. 130–133.
16. Tomizawa, M. Neonicotinoid insecticide toxicology: mechanisms of selective action / M. Tomizawa, J. E. Casida // Annu. Rev. of Pharmacology a. Toxicology. – 2005. – Vol. 45. – P. 247–268. <https://doi.org/10.1146/annurev.pharmtox.45.120403.095930>
17. Рославцева, С. А. Неоникотиноиды – новая перспективная группа инсектицидов / С. А. Рославцева // Агрохимия. – 2000. – № 1. – С. 49–52.
18. Силаев, А. И. Эффективность применения инсектофунгицида Престиж для защиты зерновых культур от вредителей и болезней / А. И. Силаев, Л. Д. Гришечкина, В. Г. Чурикова // Аграр. науч. журн. – 2019. – № 7. – С. 34–39. <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i7pp34-39>
19. Зеленская, О. М. Оценка эффективности неоникотиноидных протравителей против личинок жуков-щелкунов в посевах зерновых колосовых культур / О. М. Зеленская, В. Н. Орлов // Вестн. защиты растений. – 2017. – № 4 (94). – С. 54–57.
20. Бойко, С. В. Оценка эффективности протравителей против личинок щелкунов в посевах озимых зерновых культур / С. В. Бойко // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. XXII Междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г.). Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Агрономия. Защита растений / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2019. – С. 285–286.
21. Заргарян, Н. Ю. Комплексное применение препаратов инсектицидного и фунгицидного действия на зерновых культурах / Н. Ю. Заргарян, А. Ю. Кекало, В. В. Немченко // Вестн. Ульян. гос. с.-х. акад. – 2018. – № 4 (44). – С. 98–101. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-4-98-101>
22. Трепашко, Л. И. Формирование ассортимента инсектицидов для защиты семян и посевов зерновых колосовых культур в Беларуси / Л. И. Трепашко, С. В. Бойко, Л. П. Василевская // Защита и карантин растений. – 2021. – № 9. – С. 16–21.
23. Илларионов, А. И. Злаковые мухи: распространение, вредоносность и приемы ограничения их численности / А. И. Илларионов, Р. А. Самсонов // Вестн. Воронеж. гос. аграр. ун-та. – 2010. – № 1 (24). – С. 10–26.

## References

1. Illarionov A.I. Efficient use of resources at the stage of selecting insecticides to protect winter wheat from corn flies. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*, 2015, no. 3 (46), pp. 42-51 (in Russian).
2. Boiko S.V., Vasilevskaya L.P., Khotyniuk Yu.I. Two-component insecticides efficiency in cereals during vegetation. *Zashchita rastenii: sbornik nauchnykh trudov* [Plant protection: a collection of scientific papers]. Minsk, 2020, iss. 44, pp. 124-137 (in Russian).
3. Venetsev V.Z. Complex effect of seed dressing of winter cereal crops. *Zashchita i karantin rastenii = Plant Protection and Quarantine*, 2014, no. 9, pp. 21-22 (in Russian).
4. Vlasova L.M., Popova O.V. Value innovation insectofungicide preparations for protection of crops of spring barley from diseases and pests in energy-saving systems of agriculture of the Central Chernozem region. *Aktual'nye problemy agrarnoi nauki: prikladnye i issledovatel'skie aspekty: sbornik nauchnykh trudov Vserossiiskoi (natsional'noi) nauchno-prakticheskoi konferentsii, Nal'chik, 4–5 fevralya 2021 g.* [Current problems of agrarian science: applied and research aspects: collection of scientific works of the All-Russian (national) scientific-practical conference, Nalchik, February 4-5, 2021]. Nalchik, 2021, vol. 2, pp. 34-38 (in Russian).
5. Vlasova L.M., Popova O.V. Protection of spring barley crops from diseases and pests through the use of innovative insectofungicide preparations for the treatment of seeds. *Dostizheniya i perspektivy nauchno-innovatsionnogo razvitiya APK: sbornik statei po materialam II Vserossiiskoi (natsional'noi) nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, 18 fevralya 2021 g.* [Achievements and prospects of scientific and innovative development of AIC: collection of articles based on materials of the II All-Russian (national) scientific and practical conference with international participation, February 18, 2021]. Kurgan, 2021, pp. 639-643 (in Russian).
6. Dolzhenko V.I., Burkova L.A. Modern range of insecticides for crop protection. *Fitosanitarnoe ozdorovlenie ekosistem: vtoroi Vserossiiskii s'ezd po zashchite rastenii, Sankt-Peterburg, 5–10 dekabrya 2005 g.: materialy s'ezda* [Phytosanitary improvement of ecosystems: the second All-Russian congress on plant protection, St. Petersburg, December 5–10, 2005: proceedings of the congress]. St. Petersburg, 2005, vol. 2, pp. 226-228 (in Russian).
7. Grishechkina L.D., Burkova L.A., Ishkova T.I., Khilevskii V.A. Scenic combi for the pre-seeding treatment of seeds of grains. *Zashchita i karantin rastenii = Plant Protection and Quarantine*, 2013, no. 2, pp. 28-29 (in Russian).
8. Khilevskii V.A., Shorokhov M.N., Dolzhenko V.I. Effective remedies winter wheat from major pests in conditions of steppe region ciscaucasia. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka = Russian Agricultural Sciences*, 2016, no. 4, pp. 34-40 (in Russian).
9. Trepashko L.I., Kozich I.A., Vasilevskaya L.P. Economic substantiation of different directed action products use for the spring barley protection against pests. *Zashchita rastenii: sbornik nauchnykh trudov* [Plant protection: a collection of scientific papers]. Minsk, 2018, iss. 42, pp. 274-286 (in Russian).
10. Vlasova L.M., Popova O.V., Kazmina A.Yu. Effectiveness of insectofungicide mixtures for treatment of spring barley seeds. *Zashchita i karantin rastenii = Plant Protection and Quarantine*, 2017, no. 4, pp. 14-15 (in Russian).
11. Burkova L.A., Belykh E.B., Silaev A.I., Korenyuk E.F., Khilevskii V.A., Dolzhenko V. I. Seed treatment of cereal crops is an effective way to control seedling pests. *Zashchita rastenii v sovremennykh tekhnologiyakh vozdeleyvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (p. Krasnoobsk, 24–26 iyulya 2013 g.) = Plant protection in modern technologies of crops cultivation: materials of the International scientific and practical conferences (Krasnoobsk, July 24–26, 2013)*. Krasnoobsk, 2013, pp. 64-67 (in Russian).
12. Shorokhov M.N., Petrova N.G., Dolzhenko V.I. Improving the range of insectofungicides. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka = Russian Agricultural Sciences*, 2020, no. 3, pp. 28-31 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S2500262720030072>
13. Khilevskii V.A., Dolzhenko V.I., Zverev A.A. New insecticides for presowing seed treatment to protect winter wheat seedlings against wheat fly (*Phorbia fumigata* Meigen). *Zashchita rastenii v sovremennykh tekhnologiyakh vozdeleyvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (p. Krasnoobsk, 24–26 iyulya 2013 g.) = Plant protection in modern technologies of crops cultivation: materials of the International scientific and practical conferences (Krasnoobsk, July 24–26, 2013)*. Krasnoobsk, 2013, pp. 364-367 (in Russian).
14. Trepashko L.I., Soroka S.V., Purenok M. V. Wireworms are dangerous pests of agricultural crops. *Zemlyarobstva i akhova raslin* [Agriculture and Plant Protection], 2003, no. 4, pp. 28-30 (in Russian).
15. Zargaryan N.Yu., Tsyypysheva M.Yu., Kekalo A.Yu. Use of neonicotinoid insecticides on cereal crops in the Kurgan region. *Osvoenie adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya na Yuzhnom Urale: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 80-letiyu Chelyabinskoi NIISKh Rossel'khozakademii* [Development of adaptive-landscape farming systems in the South Urals: proceedings of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of the Chelyabinsk Research Institute of Agriculture of the Russian Academy of Agricultural Sciences]. Chelyabinsk, 2014, pp. 130-133 (in Russian).
16. Tomizawa M., Casida J.E. Neonicotinoid insecticide toxicology: mechanisms of selective action. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 2005, vol. 45, pp. 247-268. <https://doi.org/10.1146/annurev.pharmtox.45.120403.095930>
17. Roslavtseva S.A. Neonicotinoids – a new promising group of insecticides. *Agrokhimiya = Agrohimia*, 2000, no. 1, pp. 49-52 (in Russian).
18. Silaev A.I., Grishechkina L.D., Churikova V.G. Efficiency of the application of insectofungicide prestige for grain crops protection against harmful organisms. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal = The Agrarian Scientific Journal*, 2019, no. 7, pp. 34-39 (in Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i7pp34-39>

19. Zelenskaya O.M., Orlov V.N. Field evaluation of the effectiveness of neonicotinoid grain seed treatments against elaterid larvae. *Vestnik zashchity rastenii = Plant Protection News*, 2017, no. 4 (94), pp. 54-57 (in Russian).

20. Boiko S.V. Evaluating the effectiveness of seed dressing against click beetle larvae in winter cereal crops. *Sovremennye tekhnologii sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva: sbornik nauchnykh statei XXII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Grodno, 7 iyunya, 29 marta, 19 marta 2019 g.)*. *Tekhnologiya khraneniya i pererabotki sel'skokhozyaistvennoi produktsii. Agronomiya. Zashchita rastenii* [Modern technologies of agricultural production: collection of scientific articles of the XXII International scientific and practical conference (Grodno, June 7, March 29, March 19, 2019). Technology of storage and processing of agricultural products. Agronomy. Plant protection]. Grodno, 2019, pp. 285-286 (in Russian).

21. Zargaryan N.Yu., Kekalo A.Yu., Nemchenko V.V. Complex application of insecticidal and fungicidal chemicals on grain cultures. *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2018, no. 4 (44), pp. 98-101 (in Russian). <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-4-98-101>

22. Trepashko L.I., Boiko S.V., Vasilevskaya L.P. Providing the range of insecticides for protection seeds and plantings of cereals in the Belarus. *Zashchita i karantin rastenii = Plant Protection and Quarantine*, 2021, no. 9, pp. 16-21 (in Russian).

23. Illarionov A.I., Samsonov R.A. Corn flies: spreading, harmfulness and their number restriction practice. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*, 2010, no. 1 (24), pp. 10–26 (in Russian).

### Информация об авторах

*Бойко Светлана Викторовна* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. лабораторией энтомологии, Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси (ул. Мира, 2, 223011, аг. Прилуки, Минский район, Минская область, Республика Беларусь). E-mail: svetlanaboiko@tut.by ; <https://orcid.org/0000-0001-8152-4540>

*Мехтиева Юлия Игоревна* – младший научный сотрудник лаборатории энтомологии, Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси (ул. Мира, 2, 223011, аг. Прилуки, Минский район, Минская область, Республика Беларусь). E-mail: khotinuik@gmail.com

*Василевская Людмила Павловна* – младший научный сотрудник лаборатории энтомологии, Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси (ул. Мира, 2, 223011, аг. Прилуки, Минский район, Минская область, Республика Беларусь). E-mail: lyudmila.vasilevskaya029@gmail.com

### Information about the authors

*Sviatlana V. Boika* – Ph. D. (Agricultural), Associate Professor, Head of the Entomology Lab, Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus (2, Mira Str., 223011, agro-town Priluki, Minsk District, Minsk Region, Republic of Belarus). E-mail: svetlanaboiko@tut.by ; <https://orcid.org/0000-0001-8152-4540>

*Yuliya I. Mikhitsiyeva* – Junior Researcher at the Entomology Lab, Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus (2, Mira Str., 223011, agro-town Priluki, Minsk District, Minsk Region, Republic of Belarus). E-mail: khotinuik@gmail.com

*Liudmila P. Vasileuskaya* – Junior Researcher at the Entomology Lab, Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus (2, Mira Str., 223011, agro-town Priluki, Minsk District, Minsk Region, Republic of Belarus). E-mail: lyudmila.vasilevskaya029@gmail.com