

ЭНТОМОЛОГИЯ

УДК 633.11«321»:632.951:632.7(476)

С.В. Бойко, М.Г. Немкевич

РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ СЕМЕННЫХ ПОСЕВОВ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ В БЕЛАРУСИ

Дата поступления статьи в редакцию: 14.08.2023

Рецензент: канд. биол. наук Колтун Н.Е.

Аннотация. В вегетационные периоды 2021–2022 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» экономическое значение в семенных посевах пшеницы яровой в первый фенологический период (от прорастания до кушения растений) имели *Agriotes lineatus* L., *Oscinella pusilla* Mg. весеннего поколения. Поврежденность растений личинками щелкунов составила 8,5–13,7 % при численности насекомых на полях перед обработкой семян 18,0–18,8 ос./м² почвы. В этот период выкашивалось имаго ячменной шведской мухи от 1,0 до 16,0 ос./100 взмахов. Комплекс энтомофагов, обитающих в посевах, представлен группой насекомых с поздне-весенней активностью: виды жужелиц, стафилиниды, пауки, кокцинеллиды, сирфиды, паразитические насекомые.

Во второй фенологический период (от кушения до колошения) в семенных посевах пшеницы яровой доминировали *Oulema melanopus* L. (0,8–1,4 ос./стебель) и *Dolerus puncticollis* Thoms. (0,07–0,3 ос./стебель). В условиях 2021 г. отмечена высокая плотность *Rhopalosiphum padi* L. – 10,3 ос./стебель.

В третий период фенологии (от колошения до образования зерна) в вегетационном сезоне 2022 г. в агроценозе культуры отмечены единичные особи Penthatomidae и Miridae (2,0–10,0 ос./100 взмахов сачком) с отсутствием настоящих тлей и трипсов. Полезные насекомые во второй и третий фенологические периоды представлены видами с летней активностью – жужелицы рода *Naupalus*, *Amara*, стафилиниды, кокцинеллиды, хищные виды клопов, сирфиды, сетчатокрылые, пауки и паразитические перепончатокрылые.

Интерпретация полученных данных по вредоносности доминантных видов вредителей (личинки щелкунов, пьявицы, тля черемуховая) впервые позволила установить их экономические пороги вредоносности в семенных посевах пшеницы яровой. Также впервые рассчитаны экономические пороги целесообразности применяемых средств защиты растений, которые изменялись в зависимости от класса опасности препарата, его стоимости и закупочной цены семенной продукции.

Ключевые слова: семенные посевы, пшеница яровая, периоды фенологии, вредители, энтомофаги, вредоносность, инсектициды, эффективность, экономические пороги целесообразности.

Введение. В условиях конкуренции на мировом рынке продовольствия и режиме импортозамещения перед растениеводством республики стоят задачи в обеспечении сельскохозяйственных организаций качественными семенами и сохранении устойчивости семеноводства культур. Главная задача отрасли – быстрая и наиболее полная реализация достижений селекции и поддержание потенциальной продуктивности сортов для обеспечения наибольшего объема производства продукции растениеводства, импортозамещения и продовольственной безопасности [17]. Деятельность семеноводства в Республике Беларусь регламентируется Законом № 102-З «О селекции и семеноводстве сельскохозяйственных растений» [6]

Особое место в разработке и использовании агротехнологий, позволяющих даже в неблагоприятных условиях получать высокую урожайность сельскохозяйственных культур с хорошими качественными характеристиками, занимают вопросы защиты растений. В частности приемы, регулирующие фитосанитарное состояние посевов. Повреждения растений вредителями не позволяют формировать сортовые и посевные качества семян высших репродукций в соответствии с ГОСТом. В связи с этим разработка и обоснование оптимальных систем защиты семенных посевов является объективной необходимостью и представляет определенный научный и практический интерес [9, 22].

Величина и качество урожая – интегрированный результат сложного взаимодействия растений и внешней среды, проявление которого в значительной степени обусловлено лимитирующими факторами [7, 13].

С учетом спроса и конкурентоспособности пшеница яровая является важной зерновой культурой страны, площадь которой в 2021 г. составляла 113 тыс. га (12,6 % посевных площадей яровых зерновых культур и 5,1 % зернового клина) [15]. При этом природно-климатические условия позволяют получать зерно с высоким содержанием белка и клейковины, пригодное для использования на продовольственные цели. Благодаря работе селекционеров, постоянно повышается генетический потенциал урожайности сортов, их устойчивость к повреждениям вредителей, улучшаются хозяйственно-ценные признаки. Вместе с тем, сдерживание продуктивности культуры обусловлено действием различных факторов, оказывающих негативное влияние на формирование урожая в период вегетации растений. Снижение такого влияния требует разработки научно-обоснованных, адаптированных к агроклиматическим и организационно-хозяйственным условиям ком-

плексных приемов управления фитосанитарным состоянием семенных посевов. Именно качество семян определяет устойчивость растений к неблагоприятным абиотическим и биотическим условиям [8, 22].

В Беларуси защита агроценозов зерновых культур на продовольственные цели от комплекса фитофагов достаточно изученная тема и результаты ученых широко применяются в хозяйствах республики [1, 2, 3, 18, 20]. Однако, защита семенных посевов колосовых выполняется без учета особенностей проявления на них вредоносности фитофагов. На данный момент в отечественной литературе информация по вредоносности комплекса вредителей на семенных посевах практически отсутствует.

При возделывании пшеницы яровой на семенные цели необходимо своевременное выполнение всех агроприемов в соответствии с агротребованиями: оптимизация питания растений для формирования полноценных семян, размещение в севообороте с учетом предшественника, обработка почвы (основная и предпосевная), применение удобрений, посев, уход за посевом, защита посевов от сорной растительности, болезней и вредителей, уборка [14].

В настоящее время исследования в области защиты растений, проводимые во многих странах, направлены не только на получение максимального экономического эффекта, но и на экологическую безопасность проводимых мероприятий. Наиболее полное решение этой проблемы возможно при разработке экономических порогов целесообразности (ЭПЦ) применения средств защиты растений [10, 19]. Главное отличие ЭПЦ от ЭПВ в том, что за счет учета деятельности полезных видов насекомых, фенологии развития растений, регулирующей роли организационно-хозяйственных, агротехнических и селекционных мероприятий существенно изменяется величина экономического порога вредоносности и, соответственно с этим оптимизируются сроки и объемы химических обработок. При усовершенствовании защиты семенных посевов пшеницы яровой требуется разработка экономических порогов целесообразности применения средств защиты на основе анализа фактически складывающейся фитосанитарной ситуации конкретного агроценоза и экономических показателей производства защищаемой культуры.

В связи с этим нами и была определена цель исследований – усовершенствовать химические приемы защиты семенных посевов пшеницы яровой на основании анализа фитосанитарной ситуации и рассчитать экономические пороги целесообразности применения инсектицидов в зависимости от фенологического периода растений и наличия энтомофагов в посевах.

Материалы и методы исследований. Оценка фитосанитарной ситуации и уточнение структуры доминирования комплекса вредных насекомых в семенных посевах пшеницы яровой проводили по фазам развития растений [4].

С целью уточнения видового состава, структуры доминирования, динамики численности доминантных фитофагов, оценки их вредоносности и расширения ассортимента препаратов, используемых различными способами в семенных посевах культуры, исследования проводили на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в основные периоды развития растений: перед посевом, от развития проростков и до начала их кущения (ДК 03–15), от кущения до выхода в трубку (ДК 21–39), от колошения до образования зерен (ДК 51–77).

Вредоносность вредителей в период вегетации растений пшеницы яровой семенного назначения изучена методом химического контроля [19]. Расчет экономических порогов целесообразности применения препаратов для предпосевной обработки семян инсектицидного действия и инсектицидов на семенных посевах культуры осуществляли согласно методики Л.И. Трепашко, 1997 [10] с использованием программного обеспечения MS Excel.

Экономический порог целесообразности рассчитывали по формуле:

$$\text{ЭПЦ} = \text{ЭПВ} \times \text{Кэнт} \times \text{Кэт} \times \text{КП},$$

где ЭПВ – экономический порог вредоносности; Кэнт – поправочный коэффициент на полезную деятельность энтомофагов с учетом отрицательного влияния средств защиты растений на их численность (1,02 – 2 класс опасности; 1,05 – 3; 1,08 – 4 класс опасности); Кэт – поправочный коэффициент на экотоксикологические свойства препарата (1,6 – 2 класс опасности; 1,4 – 3; 1,2 – 4 класс опасности); Кп – поправочный коэффициент на погодные условия (0,8 – во влажных и прохладных условиях, 1,0 – оптимальных).

Для расчета ЭПВ использовали формулу:

$$\text{ЭПВ} = \text{Пу} \times \text{Кб} \times \text{b},$$

где Пу – прибавка урожая зерна по отношению к планируемой урожайности, ц/га; Кб – поправочный коэффициент к биологической эффективности препарата (при эффективности менее 80,0 % Кб=1,3, от 80,0 до 90,0 % =1,2, более 90,0 % =1,1); b – относительный коэффициент вредоносности (потери урожая от 1 особи или 1 % степени повреждения), %.

$$\text{Пу} = 100 \times \text{П} \times \text{У},$$

где П – количество продукции, окупающее затраты, ц/га; У – планируемая урожайность, ц/га;

$$\text{П} = 3 \times (100 + \text{Р}) \times \text{Ц} \times 100,$$

где 3 – затраты на защиту, бел. руб./га; Р – заданная норма рентабельности, %; Ц – стоимость зерна, бел. руб./ц.

Опыты заложены с учетом особенностей технологии возделывания культуры семенного назначения [14]. За годы исследований специально подобран ценный в семеноводстве сорт белорусской селекции Любава, суперэлита (внесен в реестр сортов в 2012 г., отнесен в группу ценных пшениц, является контролем в Госсортоиспытании). Для получения высокого урожая семена перед посевом были протравлены препаратом фунгицидного действия Виал-ТТ, ВСК (0,5 л/т) на протравочной машине марки «Hege 11» из расчета рабочего раствора 10 л/т, против сорных растений проводилась фоновая обработка гербицидами в фазе кущения (2021 г. – Метеор, СЭ, 0,5 л/га + Лонтарго, ВР, 0,25 л/га, 2022 г. – Балерина, СЭ, 0,5 л/га + Аксиал 50, КЭ, 1,0 л/га), при эпифитотийном развитии болезней – фунгицидами (2021 г. – Прозаро, КЭ, 0,8 л/га, 2022 г. – Замир, ЭМВ, 1,5 л/га) в фазе стеблевания и цветения с расходом рабочей жидкости 200 л/га.

Посев проведен в оптимальные сроки сеялкой Wintersteiger Plotseed (Германия). Варианты опытов по влиянию препаратов для предпосевной обработки семян инсектицидного действия закладывали на делянках размером 16 м², располагая их рендомизированно, повторность – четырехкратная.

В период проведения исследований перед защитными обработками культуры руководствовались справочником по ЭПВ [12].

Учеты вредных организмов проводили согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, родентицидов, феромонов в сельском хозяйстве» (2009). Статистическая обработка полученных результатов исследований осуществлена по Б.А. Доспехову (1985) и статистическому программному обеспечению MS Excel. Динамику численности имаго вредителей в посевах зерновых культур устанавливали методом кошения стандартным энтомологическим сачком через 5–7 дней по 25 взмахов в 4-х кратной повторности по 100 взмахов сачком. Учет насекомых, обитающих на растениях, проводили путем визуального осмотра по 25 стеблей в 4-кратной повторности. Численность личинок жуков-щелкунов в агроценозах учитывали методом почвенных раскопок на глубину до 30 см ручным буром конструкции Г. К. Пятницкого. Определение средневзвешенной плотности заселения проволочников до посева с учетом встречаемости проводили по общепринятой формуле [16]. Для определения поврежденности растений шведскими мухами отбирали растительные пробы по диагонали поля – с опытной делянки по 25 стеблей в 4-кратной повторности с последующим вскрытием в лаборатории. Поврежденность растений листогрызущими насекомыми (пьявицы, листовые пилильщики) определяли по сокращенной шкале, указанной в «Методических указаниях» [11].

Результаты и их обсуждение. Анализ формирования энтомокомплексов в процессе вегетации пшеницы яровой семенного назначения позволил установить отрицательное влияние вредителей на качество и количество зерна.

По результатам мониторинга опытных участков РУП «Институт защиты растений» в агроценозе пшеницы яровой в первый фенологический период от развития проростков растений и до начала их кушения (ДК 03–21) фитофагами с наибольшей численностью являлись шелконы, хлебная полосатая и стеблевые блохи, злаковые мухи, которые могут снизить густоту продуктивного стеблестоя, от которого, по мнению ученых на 50 % зависит уровень урожайности [21].

В условиях 2021 г. перед посевом культуры плотность личинок жуков-шелкунов достигала 18,0 ос./м² почвы, что было на уровне пороговых значений (16,0–20,0 ос./м² почвы). В возрастной структуре популяции преобладали личинки II и III года жизни – 83,3 и 87,5 %. В вегетационном сезоне 2022 г. численность вредителя весной составила 18,8 ос./м² почвы, из них личинки II года жизни – 50,0 % от их общего количества, I и III – по 16,7 и 33,3 % соответственно. Доминировали шелконы посевной полосатый (*A. lineatus* L.) и посевной малый (*A. sputator* L.). Поврежденность растений личинками фитофагов достигала 8,5–13,7 %.

На участках, засеянных семенами, не обработанными препаратами инсектицидного действия, необходимо планировать проведение защитных обработок в период 1-го – 2-х листьев от внутрискотельных и листогрызущих фитофагов. Весной 2021 г. в стадию 2-х листьев культуры отмечено заселение растений шведскими мухами р. *Oscinella* с численностью 16,0 ос./100 взм. сачком (ЭПВ 15,0–20,0 ос./100 взм. сачком). Их массовому лету способствовали оптимальные погодные условия, складывающиеся во II декаде мая (с 15.05. по 18.05.) – максимальные дневные температуры воздуха на уровне +17,0...+21,4 °С. Поврежденность растений вредителем достигала 21,0 %. При анализе растительных проб выявлены личинки II и III возраста. Численность имаго хлебной полосатой и стеблевых блох была ниже ЭПВ (30,0–40,0 ос./м²) и достигала 12,0 ос./м².

В сезоне 2022 г. сухая погода (среднесуточная температура воздуха +10,1 °С, в дневные часы до +20,1 °С на фоне отсутствия осадков) в течение первых 10 дней мая способствовала нарастанию численности блохи хлебной полосатой и стеблевых блох, выкашивалось 16,0 и 6,0 ос./100 взмахов сачком соответственно (ЭПВ 30,0 ос./100 взмахов сачком). В этот период регистрировалось заселение посевов шведскими мухами весеннего поколения – 1,0 ос./100 взмахов сачком. Однако, сложившиеся погодные условия II декады (интенсивные осадки – 25,2 мм или 132 % декадной нормы на фоне снижения температуры воздуха в

начале и в конце декады до +7,2 и +9,3 °С соответственно) отрицательно сказались на дальнейшем распространении вредителей по посевам и их вредоносности. В стадию 2-х листьев (19 мая) учтено шведских мух 10,0 ос./100 взмахов сачком (ЭПВ 15,0–25,0 ос./100 взмахов сачком), и сложившаяся ситуация послужила обоснованием для отмены защитных обработок семенных посевов пшеницы яровой в первый критический период развития от внутрискосовых вредителей – шведские мухи, стеблевые блохи.

По результатам исследований 2021–2022 гг. установлено, что во второй период фенологии от кушения до колошения (ДК 22–49) критическую ситуацию создавали повреждения листогрызущих, настоящих пилильщиков и сосущих фитофагов, которые препятствуют нормальному формированию колоса и его элементов.

В сезоне 2021 г. в стадию 2-го узла (ДК 32) учитывалось личинок пьявицы (красногрудая (*Ouleta melanopus* L.) и синяя (*O. lichenis* W.)) 0,7 ос./стебель (ЭПВ 0,7–0,9 ос./стебель). В этот период в возрастной структуре преобладали личинки I (34,3 %) и II (47,1 %) возраста, через 3 дня – II (48,8 %) и III (30,0 %), через 7 дней – III (49,3 %) и IV (37,5 %) возраста. При высокой температуре воздуха (+27,0 °С) отмечен быстрый переход личинок из одного возраста в другой.

В I декаде июня 2022 г. в семенных посевах наблюдалась интенсивная яйцекладка пьявицами и лет имаго пилильщиков. Во II декаде месяца при среднесуточной температуре воздуха +17,8 °С и 24,3 мм (81,1 % нормы) осадков отмечено массовое отрождение личинок фитофагов. В стадию появления флагового листа (ДК 37, 23.06.) численность личинок пьявицы составила 0,78 ос./стебель, структура популяции представлена особями I (76,9 %) и II (23,1 %) возраста. Степень повреждения листьев фитофагом в период их массового развития составила до 4 баллов (в среднем степень повреждения флагового листа 39,5 %).

Из настоящих пилильщиков данные наших исследований свидетельствуют о доминировании в посевах культуры долеруса полевого (*Dolerus puncticollis* Thoms.) и селандрии злаковой (*Selandria serva* F.) с численностью ложногусениц – 0,30 ос./стебель (ЭПВ 0,30 ос./стебель).

Так же в вегетационном сезоне 2021 г. в условиях опытного поля с середины июня установлено интенсивное заселение растений настоящими тлями, наблюдалась фаза их расселения (подъем численности). Выявлено, что в посевах доминировала тля черемуховая (*Rhopalosiphum padi* L.) – 97,8 %. Численность фитофага в стадии 2-х узлов (ДК 32, 18.06.) достигала пороговых значений – 10,3 ос./стебель, в стадии влагалище флагового листа набухло (ДК 45, 25.06.) – 0,45, ДК 65 (02.07.) – 0,01 ос./стебель. В условиях 2022 г. в агроценозах сосущих вредителей не отмечено.

В третий период фенологии пшеницы яровой от колошения до образования зерна (ДК 50–77) растения формируют генеративные органы

и определяют процесс накопления запасных веществ в виде белков, углеводов и жиров в зерновках. Критические условия для функционирования растительного организма своими повреждениями в основном создают сосущие фитофаги (настоящие тли, трипсы, клопы). Однако, в условиях опытного поля в годы исследований отмечены единичные особи клопов семейства Pentatomidae и Miridae (2,0–10,0 ос./100 взмахов сачком) с отсутствием настоящих тлей и трипсов.

При изучении вредоносности доминантных видов вредителей в семенных посевах пшеницы яровой методом химического контроля выявлено, что сохранено зерна за счет снижения вредоносности личинок шелкоунов 2,4 ц/га или 4,1 %, личинок шведских мух (ячменная и овсяная) весеннего поколения – 2,1 ц/га или 5,4 %, личинок пьявицы красногрудой и тли черемуховой – 3,4 ц/га или 8,0 % (таблица 1).

Таблица 1 – Вредоносность доминантных вредителей в агроценозах пшеницы яровой (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Показатель	Единица измерения	Контроль	Инсектицид
Личинки (проволочники) шелкоунов (посевной полосатый и малый)* – всходы			
Повреждено растений	%	8,5	0,9
Снижение поврежденности	%	–	89,4
Урожайность зерна	ц/га	57,9	60,3
Сохраненный урожай зерна	ц/га	–	2,4
	%	–	4,1
Личинки шведских мух (ячменная и овсяная) первого (весеннего) поколения – стадия 1–3-х листьев			
Повреждено растений	%	19,0	2,0
Снижение поврежденности	%	–	89,5
Урожайность зерна	ц/га	39,1	41,2
Сохраненный урожай зерна	ц/га	–	2,1
	%	–	5,4
Личинки пьявицы красногрудой – стадия флагового листа			
Численность личинок	ос./стебель	0,82	0,10
Снижение численности к контролю	%	–	87,6–96,1
Урожайность зерна	ц/га	42,4	45,8
Сохраненный урожай зерна	ц/га	–	3,4
	%	–	8,0
Тля черемуховая – фаза выход в трубку			
Численность самок	ос./стебель	7,9	0,5
Снижение численности к контролю	%	–	95,1–99,9
Урожайность зерна	ц/га	42,4	45,8
Сохраненный урожай зерна	ц/га	–	3,4
	%	–	8,0

Примечание – *) Против проволочников использовали препарат для предпосевной обработки семян.

За годы исследований (2021–2022 гг.) при проведении защитных обработок при пороговой численности вредителей в семенных посевах культуры получена высокая биологическая эффективность инсектицидов разного направленного действия (таблица 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность изучаемых средств защиты растений в разные фенологические периоды развития культуры (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», 2021–2022 гг.)

Показатель	n	БЭ±СО	Медиана	УН
Первый фенологический период				
Повреждение растений личинками щелкунов	7	89,2±1,7	89,4	1,6
Повреждение растений личинками злаковых мух	3	81,4±0,5	81,4	1,1
Второй фенологический период				
Численность личинок пядицы	10	91,1±5,3	90,2	3,8
Численность ложногусениц настоящих пилильщиков	7	97,2±2,2	98,1	2,0
Численность настоящих тлей	7	91,6±3,8	92,7	3,5

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

В ходе проведения исследований отмечено влияние поврежденности флагового листа личинками пядицы на элементы структуры биологического урожая зерновых культур. В 2022 г. масса зерна с колоса при поврежденности 39,5 % флагового листа снизилась на 6,9 %, масса 1000 зерен – на 22,8 % (таблица 3).

Таблица 3 – Зависимость элементов структуры урожая пшеницы яровой от степени повреждения флагового листа личинками пядицы (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Степень повреждения флагового листа				Масса зерна с колоса, г		Масса 1000 зерен, г	
балл	%	балл	%				
2021 г.		2022 г.		2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
1	3,5	1	4,0	1,26	1,31	39,3	39,1
3	28,4	3	39,5	1,19	1,22	32,1	30,2

Выявлена зависимость интенсивности повреждений флагового листа личинками пядицы и изменения массы зерна с одного колоса: $y=1,65-1,1x$, где y – масса зерна с колоса, г; x – интенсивность повреждения флагового листа, %. По результатам регрессионного анализа установлена сильная связь между показателями – $r=0,88$.

Полученные данные по биологической и хозяйственной эффективности в 2021–2022 гг. препаратов инсектицидного действия для предпосевной обработки семян (Акиба, ВСК (имидаклоприд, 500 г/л), Селест Макс, КС (тиаметоксам, 125 г/л + флудиоксонил, 25 г/л + тебуконазол, 15 г/л)) и инсектицидов с разными действующими веществами, отличающимися

направленным действием и классом опасности – Фаскорд, КС (альфа-циперметрин, 100 г/л), Органза, КС (ацетамиприд, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л) легли в основу уточнения экономических порогов целесообразности применения средств защиты растений от доминантных вредителей в семенных посевах культуры.

Используя данные опытов по изменению вредоносности насекомых в условиях опытного поля, были рассчитаны относительные коэффициенты вредоносности личинок жуков-щелкунов, личинок пьявицы, самок и личинок тли черемуховой и их ЭПВ в семенных посевах пшеницы яровой (таблица 4).

Как видно из полученных данных, величина экономического порога существенно отличается по видам вредителей. При защите семенных посевов пшеницы, показатели ЭПВ снижаются по сравнению с ЭПВ доминантных вредителей в посевах на продовольственные цели.

Таблица 4 – ЭПВ доминантных видов вредителей по применению препаратов в семенных посевах пшеницы яровой (расчетные показатели, 2021–2022 гг.)

Препарат, норма расхода, л/т, л/га	Относительный коэффициент вредоносности, %	ЭПВ, ос./м ² почвы, ос./стебель
Личинки жуков-щелкунов		
Акиба, ВСК, 0,6	0,28	7,20
Селест Макс, КС, 1,5–2,0		14,60–18,20
ЭПВ* 16,0–20,0 ос./м ² почвы		
Личинки пьявиц		
Фаскорд, КЭ, 0,1	3,69	0,47
Органза, КС, 0,15–0,2		0,43–0,59
ЭПВ* 0,7–0,9 ос./стебель		
Тля черемуховая (самки, личинки)		
Фаскорд, КЭ, 0,1	0,25	5,0
Органза, КС, 0,15–0,2		6,40–7,70
ЭПВ* 9,0–10,0 ос./стебель		

Примечание – * – ЭПВ вредителей в посевах на продовольственные цели.

Экономическую целесообразность применяемых инсектицидов, отличающихся по цене, биологической эффективности, экотоксикологическим показателям (ЛД₅₀, класс опасности) рассчитывали с учетом закупочных цен на семена высоких репродукций (элита, суперэлита).

Расчет экономического порога целесообразности применения средств защиты растений приводили для оптимальных погодных условий (пьявицы, тля) и при пониженном температурном фоне с избыточным увлажнением (личинки щелкунов).

Закупочная цена средств защиты и стоимость обработки представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Закупочная цена препаратов для предпосевной обработки семян и инсектицидов, стоимость внесения

Препарат	Норма расхода, л/г, л/га		Стоимость препарата*, бел. руб./л	Стоимость внесения*, бел. руб./га	
	мин.	макс.		мин.	макс.
Акиба, ВСК	0,6		108,0	16,2	
Селест Макс, КС	1,5	2,0	135,0	50,6	67,5
Фаскорд, КЭ	0,1		37,1	3,7	
Органза, КС	0,15	0,2	75,0	11,3	15,0

Примечание – * – По курсу НЦРБ на 27.10.2022 г. – 1 \$ США = 2,5 бел. руб.

Например, рассчитанный нами ЭПВ личинок шелкунов для семенных посевов пшеницы яровой при применении препарата Акиба, ВСК составил 7,2 ос./м² почвы (таблица 4). ЭПЦ = 7,2 x 1,05 x 1,4 x 0,8 = 8,5 ос./м² почвы. При увеличении стоимости семенной продукции величина его снижается до 5,5 ос./м² почвы (таблица 6).

Таблица 6 – Экономические пороги целесообразности препаратов для предпосевной обработки семян по защите семенных посевов пшеницы яровой от личинок жуков-шелкунов в первый фенологический период (расчетные показатели, 2022 г.)

Репродукция	Препараты для предпосевной обработки семян, норма расхода, л/т	Класс опасности	Затраты, бел. руб./га	Цена продукции, руб./ц	Количество продукции, окупающее затраты, ц/га	ЭПЦ, ос./м ²
Элита	Акиба, ВСК, 0,6	3	33,7	105,3	0,67	8,5
	Селест Макс, КС, 1,5	4	68,13		1,36	15,1
	Селест Макс, КС, 2,0		85,0		0,89	18,9
Суперэ-лита	Акиба, ВСК, 0,6	3	33,7	160,9	0,44	5,5
	Селест Макс, КС, 1,5	4	68,13		1,7	9,1
	Селест Макс, КС, 2,0		85,0		1,11	12,3

Примечание – Примеры ЭПЦ приведены для планируемой урожайности 50 ц/га и с рентабельностью мероприятий 110 %.

Расчитанный экономический порог целесообразности применения инсектицида Фаскорд, КЭ от личинок пядилицы в семенных элитных посевах культуры составил 0,8 ос./стебель, при увеличении стоимости семенной продукции величина показателя соответственно снизилась до 0,6 ос./стебель (таблица 7).

Контрольный пример расчета ЭПЦ инсектицидов по защите пшеницы яровой от тли черемуховой представлен в таблице 8 и отражает ту же тенденцию, что и по другим вредителям.

Расчеты ЭПЦ показали, что при наличии данных по вредоносности насекомых можно оперативно рассчитывать целесообразность

применения того или иного инсектицида в семенных посевах, тем самым повысить рентабельность проводимых мероприятий, экономическую эффективность и экологическую безопасность интегрированных систем и обеспечить снижение энергозатрат.

Таблица 7 – Экономические пороги целесообразности применения инсектицидов для защиты семенных посевов пшеницы яровой от личинок пшеницы во второй фенологический период (расчетные показатели, 2021–2022 гг.)

Репродукция	Инсектициды, норма расхода препарата, л/га	Класс опасности	Затраты, бел. руб./га	Цена продукции, бел. руб./ц	Кол-во продукции, окупающее затраты, ц/га	ЭПЦ, ос./стебель
Элита	Фаскорд, КЭ, 0,1	2	28,7	105,3	0,57	0,8
	Органза, КС, 0,15		36,3		0,72	0,7
	Органза, КС, 0,2		40,0		0,8	0,9
Суперэлита	Фаскорд, КЭ, 0,1		28,7	160,9	0,38	0,6
	Органза, КС, 0,15		36,3		0,37	0,5
	Органза, КС, 0,2		40,0		0,52	0,6

Примечание – Примеры ЭПЦ приведены для планируемой урожайности 50 ц/га и с рентабельностью мероприятий 110 %.

Таблица 8 – Экономические пороги целесообразности применения инсектицидов от тли черемуховой в семенных посевах пшеницы яровой во второй фенологический период (расчетные показатели, 2022 г.)

Относительный коэффициент вредоносности, %	Инсектициды, норма расхода препарата, л/га	Класс опасности	Затраты, руб./га	Цена продукции, бел. руб./ц репродукция	Количество продукции, окупающее затраты, ц/га	ЭПЦ, ос./стебель
0,25	Фаскорд, КЭ, 0,1	2	28,7	105,3 элита	0,57	8,2
	Органза, КС, 0,15		36,3		0,72	10,4
	Органза, КС, 0,2		40,0		0,8	12,6
	Фаскорд, КЭ, 0,1		28,7	160,9 суперэлита	0,38	5,45
	Органза, КС, 0,15		36,3		0,47	6,2
	Органза, КС, 0,2		40,0		0,52	6,69

Примечание – Примеры ЭПЦ приведены для планируемой урожайности 50 ц/га и рентабельностью мероприятий 110 %.

Одновременно в 2022 г. в условиях полевых опытов проводилась проверка экономической целесообразности применения высокоэффективных инсектицидов от доминантных вредителей (таблица 9). Анализ защитных мероприятий представлен в абсолютных показателях потерь и сохранения урожая – в ц/га.

Таблица 9 – Экономическая эффективность применения средств защиты пшеницы яровой в разные фенологические периоды

Показатели	Первый фенологический период	Второй фенологический период
Применяемый препарат, л/т, л/га	Акиба, ВСК, 0,6	Фаскорд, КС, 0,1
1. Фактический биологический урожай, ц/га	54,7	60,2
2. Потери урожая от насекомых, ц/га	0,76	1,36
3. Сохранено урожая от применения препарата, ц/га	0,70	1,50
4. Стоимость сохраненного урожая, руб.	73,71	158,0
5. Затраты на применение, руб./га	78,84	78,80
6. Рентабельность, %	экономически не целесообразно	100,3
Применяемый препарат, л/т, л/га	Селест Макс, КС, 2,0	Органза, КС, 0,2
1. Фактический биологический урожай, ц/га	57,4	63,8
2. Потери урожая от насекомых, ц/га	0,8	1,1
3. Сохранено урожая от применения препарата, ц/га	0,9	1,2
4. Стоимость сохраненного урожая, руб.	358,0	126,4
5. Затраты на применение, руб./га	130,1	86,4
6. Рентабельность, %	175,1	46,2

Таким образом, из полученных данных полевых опытов можно сделать вывод, что для получения высокой эффективности и экологической безопасности интегрированной системы защиты семенных посевов пшеницы яровой от вредных организмов и снижения энергозатрат инсектициды должны применяться только с учетом их экономических порогов целесообразности.

Заключение. На опытном поле РУП «Институт защиты растений» доминантность вредителей семенных посевов пшеницы яровой отличается приуроченностью фитофагов к определенным периодам фенологии культур. В первый фенологический период от прорастания до начала кущения наибольшую опасность для растений представляют личинки жуков-щелкунов и шведских мух. Во второй – от кущения до колошения растения продолжают повреждать внутрискосовые вредители и вновь заселившие посевы – пьявицы, настоящие пилильщики и тля. Составление фенологии доминантных видов вредителей и сроков активности энтомофагов свидетельствует о сопряженности развития во времени определенных видов хищных и паразитических насекомых и их жертв в каждом из выделенных нами периодов развития растений.

Экологическую безопасность интегрированных систем защиты семенных посевов можно увеличить за счет обоснованного сокращения объемов применения средств защиты растений на основании учетов экологических и природных регулирующих факторов. В связи с изменением закупочной цены инсектицидов, биологической и хозяйственной эффективности инсектицидов (Акиба, ВСК, Селест Макс, КС, Фаскорд, КС, Органза, КС) с различным действующим веществом, отличающихся направленностью действия и классом опасности в лаборатории впервые рассчитаны их экономические пороги целесообразности применения от доминантных видов фитофагов (личинки щелкунов, пьявицы, тля черемуховая) с учетом полезной деятельностью их энтомофагов, урожайности, для использования в агроцепозах на семенные цели (элита, суперэлита).

Работа выполняется в рамках ГНТП «Инновационные агропромышленные и продовольственные технологии» задания «Усовершенствовать интегрированную систему защиты от вредителей, болезней и сорной растительности семенных посевов яровых и озимых зерновых культур в период вегетации и при хранении семян».

Список литературы

1. Бойко, С. В. Защищаем всходы зерновых культур от вредителей / С. В. Бойко, М. Г. Немкевич, Ю. И. Мехтиева // Беларус. сел. хоз-во. – 2022. – № 4 (240). – С. 74–80.
2. Бойко, С. В. Обработка семян и посевов зерновых культур препаратами на основе ацетамиприда – эффективный способ защиты от вредителей / С. В. Бойко, М. Г. Немкевич, Ю. И. Мехтиева // Защита растений: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2022. – Вып. 46. – С. 164–179.
3. Бойко, С. В. Шведские мухи в посевах яровых зерновых культур / С. В. Бойко, М. Г. Немкевич, Ю. И. Мехтиева // Беларус. сел. хоз-во. – 2022. – № 4 (240). – С. 94–100.
4. Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайдер ; под ред. Ю. М. Страйкова. – Лимбургерхоф: Ландвиртшафтсферлаг; БАСФ, 2004. – 183 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 416 с.
6. О селекции и семеноводстве сельскохозяйственных растений [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 7 мая 2021 г., № 102-3 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/novosti/novosti-pravo-by/2021/may/63671/>. Дата доступа – 01.06.2023.
7. Кишев, А. Ю. Семеноводство пшеницы озимой в условиях Центрального Предкавказья [Электронный ресурс] / А. Ю. Кишев, Н. И. Мамсиров. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/semenovodstvo-pshenitsy-ozimoy-v-usloviyah-tsentralnogo-predkavkazya/viewer>. – Дата доступа: 03.04.2023.
8. Климентова, Е. Г. Приспособление и устойчивость растений: учеб. пособие для студентов экол. факультета / Е. Г. Климентова, Г. А. Сатаров, Т. А. Зудова. – Ульяновск: УлГУ, 2006. – 53 с.
9. Кошеляева, И. П. Селекционно-семеноводческие аспекты защиты агрофитоценозов пшеницы и ячменя в условиях лесостепи Среднего Поволжья [Электронный ресурс] :

автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.05; 06.01.11 / И. П. Кошеляева ; Пензенская гос. с.-х. академия, Пензенский науч.-исслед. ин-т сел. хоз.-ва. – Пенза, 2009. – Режим доступа: <https://earthpapers.net/selektionno-semenovodcheskie-aspekty-zaschity-agrofitotsenozovpshenitsy-i-yachmenya-v-usloviyah-lesostepi-srednego-povo>. – Дата доступа: 05.05.2023.

10. Методические указания по расчету эколого-экономических порогов и комплексных эколого-экономических порогов целесообразности применения средств защиты растений против вредных организмов на зерновых культурах / Белорус. НИИ защиты растений ; сост. Л. И. Трепашко. – Минск, 1997. – 24 с.

11. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскицидов, родентициднов и феромонов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. Л. И. Трепашко. – Прилуки, 2009. – 319 с.

12. Методы учета и пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений ; под ред. А. А. Запрудского, Е. А. Якимович. – Минск: Колорград, 2022. – 59 с.

13. Новохатин, В. В. Научное обоснование первичного и элитного семеноводства зерновых культур / В. В. Новохатин // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 9. – С. 40–47.

14. 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.

15. Посевные площади сельскохозяйственных культур по видам и категориям хозяйств // Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический буклет / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева (пред.) [и др.]. – Минск, 2022. – С. 20–21.

16. Протравители семян кукурузы и зерновых культур для защиты посевов от проволочников / Л. И. Трепашко [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Несвиж, 2010. – Вып. 34. – С. 210–216.

17. Семеноводство яровой пшеницы на западе Казахстана в новых экономических условиях / И. Т. Рассомахин [и др.] // Известия ОГАУ. – 2011. – № 29. – С. 34–37.

18. Трепашко Л. И. Эффективность мероприятий по защите яровой пшеницы от вредителей в Беларуси / Л. И. Трепашко, И. А. Козич // Захист рослин у XXI столітті: проблеми та перспективи розвитку: матеріали Міжнар. наук.-прак. конф. мол. учених, аспірантів і студ., присвяч. 200-річчю з дня заснув. Харк. нац. аграр. ун-ту ім. В. В. Докучаєва (1816—2016), 22-23 вересня 2016 р. – Харків, 2016. – С. 87–90.

19. Трепашко, Л. И. Экономическая, энергетическая эффективность и экологическая безопасность систем защиты растений: монография / Л. И. Трепашко ; Белорус. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – Минск: ООО «Поли-рек», 2000. – 133 с.

20. Трепашко, Л. И. Экономическое обоснование применения пестицидов на посевах зерновых культур в Беларуси / Л. И. Трепашко, С. В. Бойко, И. А. Козич // Защита и карантин растений. – 2019. – № 8. – С. 23–28.

21. Формирование урожайности яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья в зависимости от густоты стеблестоя / Давыдова Н. В. [и др.] // *Аграрная наука*. – 2019. – № 7-8. – С.32–34.

22. Халиуллин, М. Ф. Оптимизация приемов управления фитосанитарным состоянием семенных посевов яровой пшеницы в Предкамье Республики Татарстан : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / М. Ф. Халиуллин ; Казан. гос. аграр. ун-т. – Йошкар-Ола, 2011. – 22 С.

S.V. Boiko, M.G. Nemkevich

RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

IMPROVEMENT OF THE CHEMICAL SYSTEM OF PROTECTION OF SPRING WHEAT SEED CROPS FROM PESTS IN BELARUS

Annotation. During the growing seasons 2021–2022 on the experimental field of the Republican Unitary Enterprise “Institute of Plant Protection”, *Agriotes lineatus* L., *Oscinella pusilla* Mg. spring generation were of economic importance in seed crops of spring wheat in the first phenological period (from germination to tillering of plants). Damage to plants by click beetle larvae was 8,5–13,7 %, with the number of insects in the fields before seed treatment being 18,0–18,8 individuals/m² of soil. During this period, the imago of the Swedish barley fly was mowed down from 1,0 to 16,0 ind./100 sweeps. The complex of entomophages living in crops is represented by a group of insects with late spring activity: species of ground beetles, rove beetles, spiders, coccinellids, syrphids, and parasitic insects.

In the second phenological period (from tillering to heading), *Oulema melanopus* L. (0,8–1,4 ind./stem) and *Dolerus puncticollis* Thoms. (0,07–0,3 os./stem) dominated in the seed crops of spring wheat. Under the conditions of 2021, a high density of *Rhopalosiphum padi* L. was noted – 10,3 ind./stem.

In the third period of phenology (from heading to grain formation) in the growing season of 2022, single individuals of Pentatomidae and Miridae (2,0–10,0 individuals/100 sweeps of the net) with the absence of true aphids and thrips were noted in the agroecocenosis of the crop. Beneficial insects in the second and third phenological periods are represented by species with summer activity – ground beetles of the genus Harpalus, Amara, rove beetles, coccinellids, predatory species of bugs, syrphids, lacewings, spiders and parasitic hymenoptera.

Interpretation of the obtained data on the harmfulness of dominant species of pests (larvae of click beetles, honey beetles, bird cherry aphids) made it possible for the first time to establish their economic thresholds of harmfulness in spring wheat seed crops. Also, for the first time, economic thresholds for the feasibility of applied plant protection products were calculated, which varied depending on the hazard class of the drug, its cost and the purchase price of seed products.

Key words: seed crops, spring wheat, periods of phenology, pests, entomophages, harmfulness, insecticides, efficiency, economic feasibility thresholds.