

ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГА СПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ
PROCESSING AND STORAGE OF AGRICULTURAL PRODUCTSУДК 633.1:632.6/7:631.563 (476)
<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-4-418-432>Поступила в редакцию 23.05.2022
Received 23.05.2022**Е. В. Бречко, Л. И. Трешко***Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси,
аг. Прилуки, Минская область, Республика Беларусь***ВАЖНЕЙШИЕ АСПЕКТЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ДИНАМИКУ
ЧИСЛЕННОСТИ ВРЕДИТЕЛЕЙ ЗАПАСОВ
В ТЕХНОЦЕНОЗАХ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Аннотация. На современном этапе является актуальной проблематика вредителей запасов, поскольку членистоногие, обитающие в техноценозах зернохранилищ и питающиеся зерном сельскохозяйственных культур, наносят как прямой, так и косвенный ущерб. В результате исследований, проведенных в 2019–2020 гг. в складских помещениях Беларуси, уточнен видовой состав амбарных вредителей, включающий 17 видов. Особое внимание уделено аспектам, оказывающим влияние на изменение видового состава, структуры доминирования, динамику численности вредителей запасов при хранении сельскохозяйственной продукции в зернохранилищах. Установлено, что структура фауны зависела от способа хранения (напольный, закрошный), назначения продукции (семенное и фуражное зерно), конструкции и типа хранилищ (герметичные, негерметичные). В незагруженных складских помещениях при напольном способе хранения доминировали жесткокрылые насекомые (84,4 % от общей численности), при закрошном – клещи (56,3 %). В зернохранилищах семенного назначения клещи являлись добавочными видами (27,5 %), в то время как фуражного назначения – постоянными (52,9 %). В герметичных зернохранилищах, где проведена дезинсекция, при хранении семенного зерна вредителей не обнаружено. Абиотический фактор (температура и относительная влажность воздуха) является ключевым предиктором, регулирующим динамику численности амбарных вредителей как в зимний, так и в весенне-летний период. Впервые в Беларуси выявлено снижение чувствительности зернового точильщика (гибель 50 %) и клещей (73,6 %) к инсектоакарициду, содержащему действующее вещество пиримифос-метил, а также рисового долгоносика (50 %), короткоусого мукоеда (20 %) и клещей (48,5 %) – к композиции веществ бифентрина и малатиона. В республике впервые получены данные, указывающие на обязательную послеуборочную доработку (очистка и сушка) зерна, поскольку отсутствие данных элементов в технологии защиты приводит к развитию клещей в осенне-зимний период. Полученные результаты исследований могут быть использованы для разработки антирезистентных и экологизированных систем защитных мероприятий при хранении зерна от вредителей запасов.

Ключевые слова: вредители запасов, динамика численности, способ хранения, назначение сельскохозяйственной продукции, зернохранилища, чувствительность, инсектоакарициды

Для цитирования: Бречко Е. В. Важнейшие аспекты, определяющие динамику численности вредителей запасов в техноценозах зернохранилищ Республики Беларусь / Е. В. Бречко, Л. И. Трешко // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2022. – Т. 60, № 4. – С. 418–432. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-4-418-432>

Elena V. Brechko, Ludmila I. Trepashko*Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus, agro-town Priluki, Minsk Region, Belarus***BASIC ASPECTS DETERMINING DYNAMICS OF STORAGE PESTS' POPULATION IN
TECHNOCENOSES OF GRAIN STORAGE FACILITIES OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

Abstract. Nowadays the problem of storage pests is of current interest, as arthropods living in grain storage facilities and eating grain cause both direct and indirect damage. As a result of the research carried out in 2019–2020 in storehouses of Belarus, the species composition of stored grain pests including 17 species was specified. The paper focuses on the aspects affecting the change of species composition, dominance structure, dynamics of pests' population when agricultural products

are stored in grain storage facilities. It has been determined that the structure of fauna depended on the method of storage (floor storage, bin storage), purpose of products (seed or forage grain), construction and types of storage facilities (airproof, not airproof). In unfilled storehouses coleopterans dominated with a floor storage (84.4 % of the total number), and ticks at bin storage (56.3 %). In grain storage facilities for seeds grain ticks were additional species (27.5 %), and they were permanent in storage facilities for forage grain (52.9 %). The pests were not discovered in disinfected airproof grain storage facilities with seed grain. Abiotic factor (temperature and air humidity) is a key predictor regulating dynamics of the population of stored grain pests during winter and spring-summer periods. The reduction of sensitivity of lesser grain borer (death in 50 %) and ticks (death in 73.6 %) to insectoacaricide with pirimiphos methyl as well as rice weevil (50 %), rust-red grain beetle (20 %) and ticks (48.5 %) to the composition of bifenthrin and malathion was identified for the first time in Belarus. The data indicating obligatory after harvest treatment of grain (cleaning and drying) were obtained, as soon as the absence of these elements in the protection technology brings about the development of ticks during autumn-spring period. The findings can be used for the development of antiresistant and ecologically sound systems of protection against storage pests.

Keywords: storage pests, dynamics of population, method of storage, purpose of agricultural products, grain storage facilities, sensitivity, insectoacaricides

For citation: Brechko E. V., Trepashko L. I. Basic aspects determining dynamics of storage pests' population in technocenoses of grain storage facilities of the Republic of Belarus. *Vestsi Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2022, vol. 60, no. 4, pp. 418–432 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-4-418-432>

Введение. Основная цель возделывания зерновых культур в Республике Беларусь – это получение зерна как продовольственного, так и семенного назначения. Согласно данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь в последние годы (2014–2020) посевная площадь в сельскохозяйственных предприятиях под озимыми (рожь, пшеница, тритикале, ячмень) и яровыми зерновыми культурами (пшеница, тритикале, ячмень, овес) колебалась от 1849 до 2184 тыс. га. Урожайность при этом в среднем по республике варьировала в зависимости от культуры: рожь – 20,0–30,1 ц/га, пшеница – 27,6–40, тритикале – 23,6–39,8, ячмень – 21,9–37,4, овес – 22,7–34,7 ц/га¹.

Кроме того, что посевам зерновых культур в период вегетации могут наносить ущерб вредители, болезни и сорные растения [1], одним из важных моментов является сохранение полученного урожая зерна в период хранения. Основными вредителями запасов являются насекомые (Insecta), паукообразные (Arachnida), птицы (Aves), млекопитающие (Mammalia), которые могут уничтожить около 10–15 % полученного урожая [2], а без применения защитных мероприятий – в пределах 30–50 % и более².

Известно, что насекомые и клещи причиняют прямой и косвенный вред. Прямой ущерб проявляется в ухудшении качества продуктов, снижении их массы, посевных качеств семян, в загрязнении экскрементами, косвенный – в самосогревании зерна, изменении влажности в зерновой массе, распространении микрофлоры и т. д. [3]. Продукты жизнедеятельности вредителей небезопасны для человека и животных.

На основании анализа и обобщения литературных источников установлено, что учеными ближнего зарубежья (Россия, Украина, Польша) ведутся исследования по разработке и изучению эффективности систем защитных мероприятий при хранении сельскохозяйственной продукции, которые включают профилактические (ремонт, уплотнение, очистка незагруженных хранилищ и очистка, сушка, охлаждение зерна), химические (влажная, аэрозольная обработка инсектицидами, фумигация), физические (сепарирование, прогревание, промораживание зерна) и другие альтернативные методы защиты [4–9].

Однако не следует забывать, что на эффективность защитных мероприятий, а соответственно, и на структуру доминирования, динамику численности вредителей, может оказывать влияние значительное количество различных аспектов, важнейшими из которых являются способ хранения сельскохозяйственной продукции, назначение партий хранящихся культур, тип и конструкция зернохранилищ. Так, исследованиями И. А. Козича (2014) выявлено, что в складских помещениях напольного типа на долю насекомых приходилось 93 %, акариформных клещей – 7 %.

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

² Санин, В. Предупредить потери хранящегося зерна от амбарных вредителей и грызунов // В. Санин, Ю. Санин // Гл. агроном. – 2008. – № 11. – С. 70–72.

Насекомые отряда Жесткокрылые составляли 77 %, Сеноеды – 15 %, Чешуекрылые – 1 % от общего количества. В хранилищах закроного типа в структуре фауны насекомые насчитывали 45 %, акариформные клещи – 55 %. При этом из насекомых встречались только жесткокрылые – 41 % и сеноеды – 4 %, чешуекрылых не обнаружено [10].

На территории Беларуси предпосылками для распространения амбарных вредителей в техноценозах зернохранилищ является и потепление климата. Так, за последние двадцать пять лет температура воздуха в среднем превысила климатическую норму на 1,2 °C [11]. Поскольку температуры при хранении зерна в осенне-зимний период в неотапливаемых складских помещениях повышаются, это ведет к изменению видового состава, увеличению численности и вредоносности насекомых и клещей.

О влиянии изменения параметров температуры и относительной влажности воздуха на особенности развития популяций жесткокрылых насекомых *Rhyzopertha dominica* F. (зерновой точилицы) и *Sitophilus oryzae* L. (рисовый долгоносик) свидетельствуют публикации исследователей из стран дальнего зарубежья (Пакистан, Египет) [12–14].

Определено, что у *R. dominica* самое короткое (25 дней) время развития отмечалось при температуре +36 °C и относительной влажности 80 %. Наибольший период развития (106 дней) наблюдался при температуре +20 °C и относительной влажности 60 %. При всех изучаемых уровнях относительной влажности индекс роста *R. dominica* увеличивался при температуре до +34 °C, при дальнейшем ее повышении – снижался. Выявлено, что с увеличением температуры (до +35 °C) скорость развития всех стадий *S. oryzae* увеличивалась. Наиболее благоприятным для развития рисового долгоносика был уровень относительной влажности воздуха 65 % по сравнению с 55%-м уровнем [14].

Вместе с тем быстрое нарастание численности популяций насекомых и клещей требует использование химического метода, который является наиболее эффективным и экономичным [15, 16]. Основные требования к инсектицидам заключаются в их высокой биологической эффективности при применении с низкой нормой расхода. При этом существенно снижается химическая нагрузка на зерно и стоимость обработки при длительном защитном действии. Исследования, проведенные в Российской Федерации Г. А. Закладным с соавторами (2014), показали, что однокомпонентные инсектициды не всегда отвечают подобным требованиям, особенно в случае заселения объекта комплексом различных видов вредителей с неодинаковой устойчивостью к препарату, поэтому наиболее эффективно применение комбинированных инсектицидов [17, 18].

Известно, что систематическое использование химического метода способствует снижению чувствительности вредителей к препаратам с формированием у них резистентности и таит опасность обострения фитосанитарной ситуации в зернохранилищах¹.

Обобщая мировую литературу по этой теме, мы пришли к выводу, что проблематике формирования резистентных популяций вредителей запасов к препаратам из разных химических классов уделено значительное внимание [19–23]. На различных континентах (Северная Америка, Южная Америка, Африка, Евразия) популяции амбарных вредителей (*Tribolium castaneum* Herbst, *T. confusum* Duv., *Plodia interpunctella* Hbn., *Sitophilus oryzae* L.) устойчивы к инсектицидам, инсектоакарицидам, фумигантам из химических классов фосфорорганические соединения – действующие вещества малатион, пиримифос-метил, пиретроиды – дельтаметрин, циперметрин, неорганические вещества – фосфин.

Поскольку в Беларуси ассортимент препаратов от вредителей запасов, включенных в Государственный реестр средств защиты растений для применения в период хранения зерна, в незагруженных складских помещениях и на прискладской территории в хозяйствах ограничен² и отмечается их постоянное использование, существует необходимость изучения чувствительности популяций к токсикантам.

¹ Рославцева, С. А. Резистентность к инсектоакарицидам вредителей запасов / С. А. Рославцева, Л. Н. Диденко // РЭТ-инфо. – 2007. – № 3 (63). – С. 42–46.

² 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 [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2020. – 742 с.

Следует отметить, что еще одним аспектом, влияющим на динамику численности вредителей запасов, является послеуборочная доработка зерна сельскохозяйственных культур и условия его хранения¹. Сохранить зерно возможно при понижении его влажности на 1–1,5 % ниже критической [3]. Известно, что если зерно или семена хорошо вызрели, своевременно и без травмирования убраны, очищены и высушены, то потери их качества при длительном хранении минимальные, так как развитие насекомых и клещей определяется температурой и влажностью зерновой массы [24].

С учетом вышеизложенного целью исследований являлось изучение динамики численности вредителей запасов в зависимости от способа хранения сельскохозяйственной продукции и ее назначения, типа и конструкции зернохранилищ, температурно-влажностного режима, применения препаратов, проведения послеуборочной доработки зерна.

Материалы и методы исследования. Для мониторинга за развитием амбарных вредителей в техноценозах складских помещений были выбраны базовые сельскохозяйственные предприятия в 4 областях республики: Минской (Минский и Узденский районы), Могилевской (Кличевский район), Гродненской (Гродненский район) и Брестской (Березовский и Брестский районы).

Исследования осуществляли в 2019–2020 гг. в зернохранилищах, отличающихся по герметичности (типовые и нетиповые), цели использования (хранение семенного и фуражного зерна), конструкции (кирпично-бетонные, кирпичные помещения, арочные), способу хранения (напольный и закромный).

Фаунистические сборы (более 100 проб) для уточнения видового разнообразия и структуры доминирования проводили в весенний период (загруженные складские помещения), летний (загруженные, незагруженные) и в осенне-зимний периоды (загруженные).

В незагруженных складах выявляли зараженность путем осмотра стен, полов, дверей, плинтусов, стропил, конвейеров, оборудования, а также анализа сметок или просыпей зерна, отобранных с помощью рамки 0,25 м² (0,5 × 0,5 м) в различных местах помещений и извлеченных из щелей в стенах, полу, столбах и т. д.² В период хранения зерна проводили отбор проб зерновой массы (пшеница, ячмень, овес, тритикале, рожь), хранящейся в складах насыпью и в мешках согласно ГОСТ 13586.3-2015³.

Численность членистоногих устанавливали путем разбора проб, используя сита. На основании полученных данных определяли видовое разнообразие вредителей запасов по пособиям К. С. Артохина (2012)⁴, С. Reichmuth (2007)⁵, J. Nawrot, T. Klejdysz (2009)⁶.

При сравнении встречаемости видов в пробах и пробах-сметках, взятых в загруженных и незагруженных зернохранилищах, рассчитывали постоянство (C , %) по формуле

$$C = \frac{p}{P} 100 \%,$$

где p – число выборок из различных зернохранилищ, содержащих изучаемый вид, шт.; P – общее число взятых выборок, шт.

В зависимости от значения C виды классифицировали по категориям: постоянный вид встречался более чем в 50 % выборок, добавочный – в 25–50 %, случайный – менее чем в 25 % выборок⁷.

¹ Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 288 с.

² Инструкция по борьбе с вредителями хлебных запасов: утв. Комитетом по хлебопродуктам при Минсельхозпроду Респ. Беларусь 17.01.00; под общ. ред. А. И. Быховца. – Минск: [б. и.], 2000. – 414 с.

³ Зерно. Правила приемки и методы отбора проб = Зерне. Правілы прыёмкі і метады адбору проб: ГОСТ 13586.3-2015. – Взамен ГОСТ 13586.3-83; введ. РБ 01.06.17. – Минск: Госстандарт, 2017. – 12 с.

⁴ Вредители сельскохозяйственных культур: справ. и учеб.-метод. пособие / Рос. акад. наук, Рус. энтомол. о-во; под общ. ред. К. С. Артохина. – М.: Печат. город, 2012. – Т. 1: Вредители зерновых культур. – 532 с.

⁵ Reichmuth, C. Stored product pests in grain morphology, biology, damage, control / C. Reichmuth, M. Schöller, C. Ulrichs. – Bonn: AgroConcept, 2007. – 170 p.

⁶ Nawrot, J. Atlas owadów szkodników żywności / J. Nawrot, T. Klejdysz. – Olsztyn: Pol. Stow. Prac. Dezynfekcji, Dezynsekcji i Deratyzacji: Studio Reklamy Erzet, 2009. – 147 s.

⁷ Степановских, А. С. Экология: учебник / А. С. Степановских. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 703 с.

Структуру доминирования вредителей изучали путем анализа проб, отобранных в загруженных и незагруженных складских помещениях различного целевого назначения. Индекс доминирования (D , %) определяли с использованием формулы

$$D = \frac{n}{N} 100 \%,$$

где n – количество особей данного вида, ос/кг; N – количество особей всех собранных видов, ос/кг.

Для анализа структуры доминирования использовали шкалу Н. Д. Engelmann¹ (1978), где эвдоминирующие (E) виды составляли 40–100%; доминирующие (D) – 12,5–39,9%; субдоминирующие (SD) – 4–12,4%; рецедентные (R) – 1,3–3,9%; субрецедентные (SR) – < 1,3%.

Для изучения динамики численности под влиянием инсектоакарицидов из остаточной партии фуражного ячменя ярового сорта Атаман, хранящегося в насыпи в фуражном зернохранилище напольного типа (Минская область), были отобраны опытные образцы зерна (5 проб по 50 кг) с высокой суммарной плотностью зараженности вредителями. Отбор проб для закладки опыта проводили при температуре воздуха +6 °С, в зернохранилище +8 °С, средней температуре насыпи зерна +12,5 °С, относительной влажности воздуха 68,5%. Образцы в дальнейшем хранили в мешках в закрытом складском помещении. Закладку опыта осуществляли в два срока.

С целью определения чувствительности членистоногих использовали широко применяемые препараты из химического класса фосфорорганические соединения (ФОС) – Актеллик, КЭ (пиримифос-метил, 500 г/л), Сингента Кроп Протекшн АГ, Швейцария и комбинированные препараты – Простор, КЭ (бифентрин, 20 г/л + малатион, 400 г/л), Компания «ФМСи Кемикал спрл. АПГ», Бельгия. Обработку зерна инсектоакарицидом Актеллик, КЭ осуществляли в норме расхода 16 мл/т, Простор, КЭ – 15 мл/т. Препараты применяли способом влажной обработки с использованием ручного опрыскивателя марки «Inter eso 1,5» с нормой расхода рабочей жидкости 500 мл/т. Численность насекомых и клещей учитывали до и после обработки на 7, 14, 21, 35, 90-й день по каждому варианту опыта². По завершении опыта остатки проб были утилизированы, а в складском помещении проведена дезинсекция.

Использовали метеорологические показатели – температуру и относительную влажность воздуха за 2019–2020 гг., а для сравнительного анализа – за 2009–2010 гг.³ Все полученные данные статистически обрабатывали с помощью программного обеспечения MS Excel.

Результаты и их обсуждение. В результате исследований установлено, что в зернохранилищах Беларуси из членистоногих широкое распространение получили вредители из двух классов: Насекомые (Insecta) и Паукообразные (Arachnida)⁴. Фауна обследованных загруженных и незагруженных зернохранилищ включала 17 видов, которые согласно таксономической структуре относятся к 3 отрядам (Жесткокрылые, Сеноеды, Акариформные клещи), 4 подотрядам, 6 надсемействам, 9 семействам, 12 родам (табл. 1). Видовая принадлежность собранных жесткокрылых членистоногих подтверждена научным сотрудником ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам» С. В. Салук.

Дифференцирование видов по отрядам и семействам представлено в табл. 2. Из насекомых вредили виды отряда Жесткокрылые (Coleoptera): амбарный (*Sitophilus granarius* L.) и рисовый (*S. oryzae* L.) долгоносики, зерновой точильщик (*Rhyzopertha dominica* F.), короткоусый (*Cryptolestes ferrugineus* Steph.), малый (*C. pusillus* Schönh.) и суринамский (*Oryzaephilus surinamensis* L.) мукоеды, булавоусый (*Tribolium castaneum* Herbst), малый мучной (*T. confusum* Duv.), гладкий (*Palorus subdepressus* Woll.) хрущаки, хрущак-рисоед (*Latheticus oryzae* Waterh.), малоглазый мучной жук (*P. ratzeburgii* Wissm.), притворяшка-вор (*Ptinus fur* L.), волосистый притворяшка

¹ Engelmann, H. D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden / H. D. Engelmann // Pedobiologia. – 1978. – Vol. 18, № 5–6. – P. 378–380.

² Инструкция по борьбе с вредителями ...

³ Rp5.by. Расписание погоды [Электронный ресурс]. URL: <https://rp5.by/> (дата обращения: 26.04.2022).

⁴ Справочник вредителей запасов / Е. В. Бречко [и др.]; под ред. Е. В. Бречко, Л. И. Трепашко. – Минск: Журн. «Белорус. сел. хоз-во», 2021. – 40 с.

(*P. villager* Reitt.) и отряда Сеноеды (Psocoptera): пыльная вошь (*Atropos pulsatoria* L.). Виды принадлежат к следующим семействам – Долгоносики (Curculionidae), Точильщики (Anobiidae), Чернотелки (Tenebrionidae), Плоскотелки (Cucujidae), Сильваниды (Silvanidae), Притворяшки (Ptinidae), Атропиды (Atropidae).

Т а б л и ц а 1. Таксономическая структура комплексов вредителей запасов в зернохранилищах Беларуси, данные маршрутных обследований, 2019–2020 гг.

Table 1. Taxonomic structure of sets of storage pests in grain storage facilities of Belarus, route survey data, 2019–2020

| Класс | Отряд | Количество | | | | | |
|---------------------------|----------------------------------|------------|------------|-------------|----------|-------|-------|
| | | надотрядов | подотрядов | надсемейств | семейств | родов | видов |
| Насекомые (Insecta) | Жесткокрылые (Coleoptera) | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 13 |
| | Сеноеды (Psocoptera) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Паукообразные (Arachnida) | Акариформные клещи (Acariformes) | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 |

Т а б л и ц а 2. Видовой состав членистоногих в зернохранилищах Беларуси, данные маршрутных обследований, 2019–2020 гг.

Table 2. Species composition of arthropod storage pests in grain storage facilities of Belarus, route survey data, 2019–2020

| Отряд | Семейство | Вид | |
|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---|
| | | русское название | латинское название |
| Класс Насекомые (Insecta) | | | |
| Жесткокрылые (Coleoptera) | Долгоносики (Curculionidae) | Амбарный долгоносик | <i>Sitophilus granarius</i> (Linnaeus, 1758) |
| | | Рисовый долгоносик | <i>S. oryzae</i> (Linnaeus, 1763) |
| | Точильщики (Anobiidae) | Зерновой точильщик | <i>Rhyzopertha dominica</i> (Fabricius, 1792) |
| | | Чернотелки (Tenebrionidae) | Булавоусый хрущак |
| | Малый мучной хрущак | | <i>T. confusum</i> (Jacquelin Du Val, 1868) |
| | Малоглазый мучной жук | | <i>Palorus ratzeburgii</i> (Wissmann, 1848) |
| | Гладкий хрущак | | <i>P. subdepressus</i> (Wollaston, 1864) |
| | Хрущак-рисоед | | <i>Latheticus oryzae</i> (Waterhouse, 1880) |
| | Плоскотелки (Cucujidae) | Короткоусый мукоед | <i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens, 1831) |
| | | Малый мукоед | <i>C. pusillus</i> (Schönherr, 1817) |
| | Сильваниды (Silvanidae) | Суринамский мукоед | <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linnaeus, 1758) |
| Притворяшки (Ptinidae) | Притворяшка-вор | <i>Ptinus fur</i> (Linnaeus, 1758) | |
| | Волосистый притворяшка | <i>P. villager</i> (Reitter, 1884) | |
| Сеноеды (Psocoptera) | Атропиды (Atropidae) | Пыльная вошь | <i>Atropos pulsatoria</i> (Linnaeus, 1829) |
| Класс Паукообразные (Arachnida) | | | |
| Акариформные клещи (Acariformes) | Мучные клещи (Acaridae) | Мучной клещ | <i>Acarus siro</i> (Linnaeus, 1758) |
| | | Удлиненный клещ | <i>Tyrophagus putrescentiae</i> (Schrank, 1781) |
| | Волосатые клещи (Glycyphagidae) | Обыкновенный волосатый клещ | <i>Glycyphagus destructor</i> (Schrank, 1781) |

Из отряда Акариформные клещи (Acariformes) распространение получили: мучной (*Acarus siro* L.), удлиненный (*Tyrophagus putrescentiae* Schr.) и обыкновенный волосатый (*Glycyphagus destructor* Schr.), которые представлены семействами Мучные клещи (Acaridae) и Волосатые клещи (Glycyphagidae).

В результате мониторинга незагруженных складских помещений установлено, что структура доминирования вредителей из отрядов Жесткокрылые и Акариформные клещи изменялась в зависимости от типа, конструкции зернохранилищ и способа хранения продукции. Выявлено,

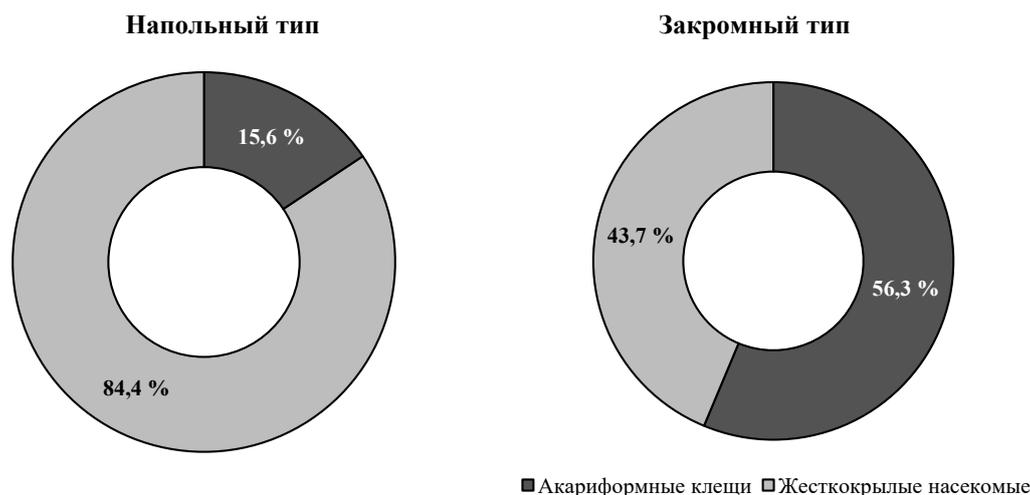


Рис. 1. Структура доминирования амбарных вредителей в незагруженных складских помещениях различного типа, зернохранилища Кличевского района Могилевской области и Гродненского района Гродненской области, 2019–2020 гг.

Fig. 1. Structure of dominance of stored grain pests in unfilled storehouses of different types, grain storage facilities in Klichev District of Mogilev Region and in Grodno District of Grodno Region, 2019–2020

что в помещениях напольного типа доля представителей каждого отряда фауны в процентном соотношении существенно отличалась от фауны в складах закромного типа. В зернохранилищах закромного способа хранения зерна клещи составляли 56,3 % от всех видов вредителей, жесткокрылые насекомые несколько меньше – 43,7 % (рис. 1).

В складских помещениях при напольном способе хранения, наоборот, доминировали жесткокрылые насекомые (84,4 % от общей численности), что было выше на 40,7 % по сравнению с их встречаемостью в складах закромного типа. Данная ситуация обусловлена тем, что в зернохранилищах закромного типа большее количество «мертвых участков», которые являются резервуарами накопления просыпей зерна, пыли и т. д. Показатели, полученные нами, подтверждаются результатами исследований, установленными ранее в республике И. А. Козичем (2014) [10].

Поскольку в складских помещениях формируется своеобразный энтомоценоз, склады должны быть устроены таким образом, чтобы скопление остатков зерна и пыли было минимальным, так как там могут развиваться амбарные вредители и в дальнейшем являться источником заражения новых партий зерна. Поэтому совместное хранение в одном помещении продовольственного и семенного зерна, а также фуражного и зерноотходов запрещается¹.

Так, при сравнении встречаемости видов в пробах и сметках, взятых в семенных и фуражных зернохранилищах, нами установлено, что постоянство изменялось в зависимости от целевого назначения сельскохозяйственной продукции (рис. 2).

Выявлено, что в семенных хранилищах клещи встречались в 27,5 % выборках, являясь добавочными видами, в то время как в фуражных – в 52,9 % случаев, характеризуясь как постоянные. Также в фуражных хранилищах добавочными видами были зерновой точильщик (29,4 %), рисовый долгоносик, булавоусый хрущак и суринамский мукоед (по 26,5 %). В то время как в зернохранилищах семенного назначения данные виды являлись случайными, а рисовый долгоносик, малый мучной и гладкий хрущаки, хрущак-рисоед, малоглазый мучной жук, короткоусый и малый мукоеды, пыльная вошь вообще не встречались.

Одновременно нами была прослежена и проанализирована динамика численности и структура доминирования вредителей запасов при хранении зерна в семенных и фуражных зернохранилищах в зимне-весенний период 2019/2020 г. В результате мониторинга фауны в типовых (герметичных) складских помещениях Минского, Узденского, Гродненского и Березовского районов, где проведена дезинсекция, при хранении семенного зерна тритикале озимой сорта Антось, пшеницы озимой сортов Августина, Элегия, ржи озимой сорта Укосная, пшеницы яровой сорта

¹ Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых...

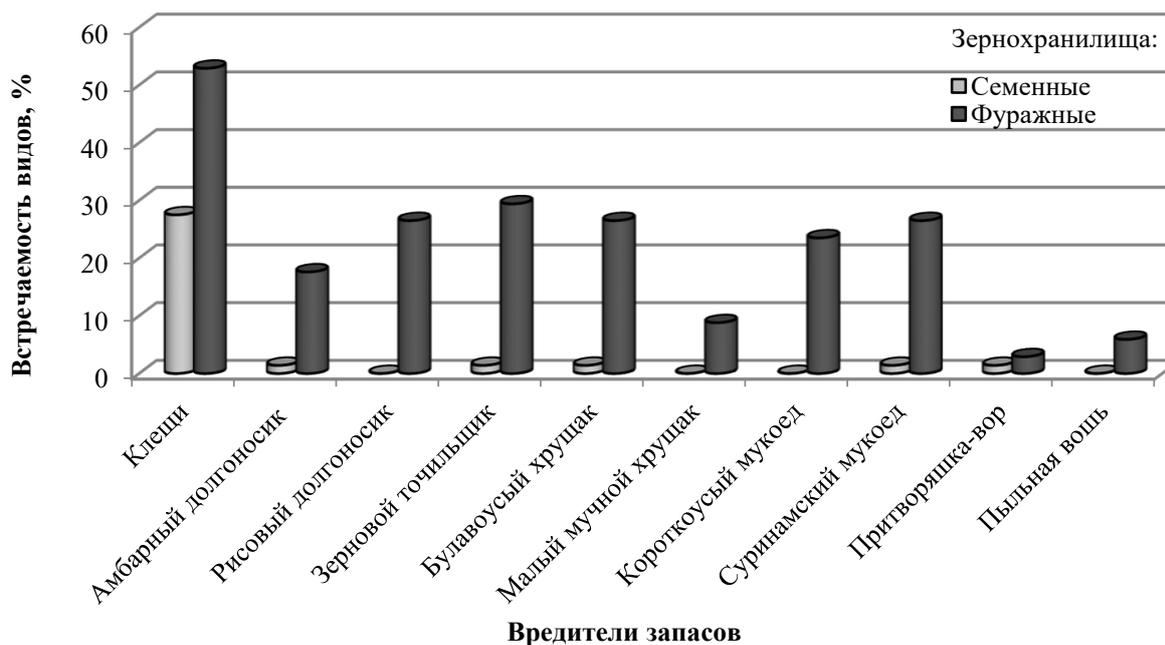


Рис. 2. Постоянство видов вредителей запасов в семенных и фуражных зернохранилищах республики, данные маршрутных обследований, 2019–2020 гг. Категория вида: постоянный – встречается более чем в 50 % выборок; добавочный – в 25–50 % выборок; случайный – менее чем в 25 % выборок

Fig. 2. Permanence of species of storage pests in seed and forage grain storage facilities of the republic, route survey data, 2019–2020. Species category: permanent – found in more than 50% of samples; additional – in 25–50 % of samples; random – in less than 25 % of samples

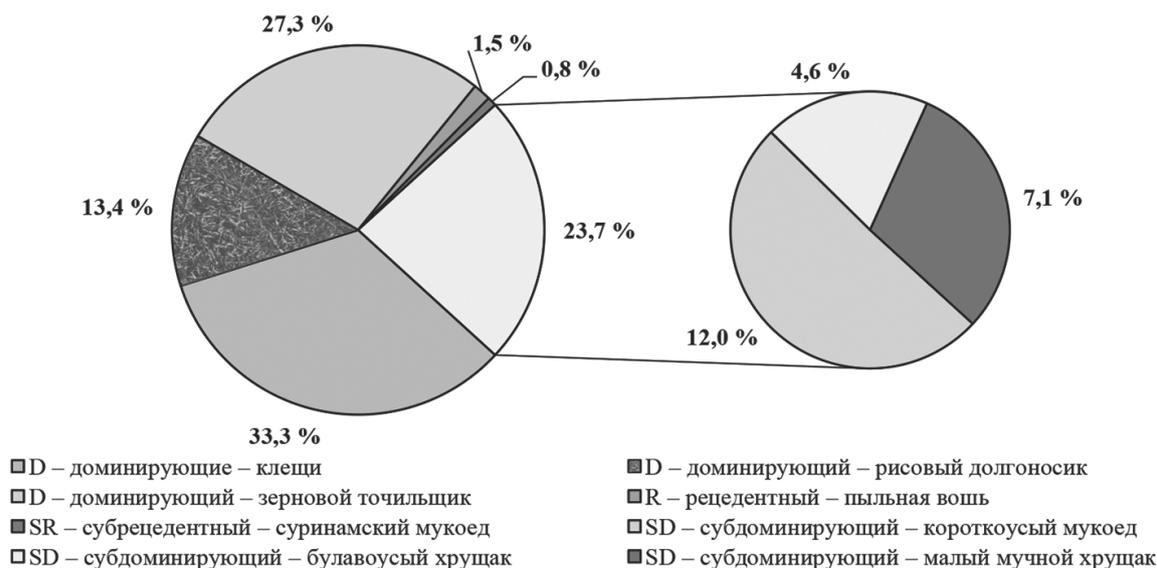
Сударыня, ячменя ярового сортов Радзіміч, Бровар, Добры, Мустанг, Водар, Батка, Фэст, Саломе, овса сортов Фристайл, Лидия вредителей не обнаружено, что соответствовало требованиям, предъявляемым к сортовым и посевным качествам семян зерновых культур, согласно которым к посеву не допускаются семена (оригинальные, элитные, репродукционные), где обнаружены живые насекомые и их личинки. Также наличие клещей не допускается в оригинальных и элитных семенах, за исключением семян 1-й, 2-й и последующих репродукций, в которых не должно превышать 20 ос/кг¹.

Анализ партии остаточного фуражного зерна ячменя ярового сорта Атаман при длительном хранении в нетиповом (негерметичном) складском помещении показал, что доминирующими видами являлись клещи (индекс доминирования 33,3 %), зерновой точильщик (27,3 %), рисовый долгоносик (13,4 %); субдоминирующими – короткоусый мукоед (12,0 %), булавоусый хрущак (4,6 %), малый мучной хрущак (7,1 %); рецедентным – пыльная вошь (1,5 %); субрецедентным – суринамский мукоед (0,8 %) (рис. 3).

Известно, что на размножение, развитие, продолжительность жизни, динамику численности членистоногих оказывают влияние различные абиотические факторы, важнейшие из которых температура и относительная влажность воздуха. Насекомые и клещи являются пойкилотермными животными, температура их тела в большей степени зависит от температуры окружающей среды. В табл. 3 по литературным данным обобщены минимальные и оптимальные показатели температуры, относительной влажности воздуха и влажности зерна [25]. Существует критерий – нижний температурный порог развития (НТПР) вредителей, при котором они живы, однако не откладывают яиц, практически не питаются и не развиваются.

Исследования, проведенные нами, выявили колебания численности вредителей в зернохранилищах под влиянием температуры и влажности воздуха как в условиях зимних, так и весенне-летних периодов.

¹ Семена зерновых культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия: СТБ 1073-97 // Зерновые культуры: сб. стандартов / Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь. – Минск, 2010. – С. 5–17.



Примечание. Классификация доминантности видов по шкале Н. D. Engelmann: доминирующие – 12,5–39,9 %; субдоминирующие – 4–12,4 %; рецидентные – 1,3–3,9 %; субрецидентные – < 1,3 %.

Рис. 3. Структура доминирования энтомоакарокомплекса, сформировавшегося в фуражном зерне при длительном хранении, зернохранилище, партия остаточного зерна ячменя ярового, сорт Атаман, Минская область, 2019–2020 гг.

Fig. 3. Structure of dominance of entomoacarocomplex formed in forage grain preserved for a long time, grain storage facility, a batch of residual grain of spring barley, Ataman variety, Minsk Region, 2019–2020

Таблица 3. Минимальные и оптимальные условия для развития доминантных вредителей запасов при хранении зерновых культур [25]

Table 3. Minimal and optimal conditions for the development of dominant storage pests in grain storage facilities [25]

| Вредитель | Нижний температурный порог развития (НТПР), °C | Оптимальная | | Минимальная влажность зерна, % |
|---------------------------------|--|-------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | | температура воздуха, °C | влажность воздуха, % | |
| Класс Насекомые (Insecta) | | | | |
| Амбарный долгоносик | +10,2 | +20–25 | 70 | 16 |
| Рисовый долгоносик | +13,5 | +27–29 | 70 | 17 |
| Зерновой точищик | +16,4 | +25–30 | 50 | 8 |
| Булавоусый хрущак | +15,2 | +25–30 | 65 | 1 |
| Малый мучной хрущак | +14,8 | +23–25 | 65 | 14,5 |
| Короткоусый мукоед | +18,5 | +20–23 | 50 | 15 |
| Суринамский мукоед | +15,6 | +25–27 | 65 | 16 |
| Класс Паукообразные (Arachnida) | | | | |
| Мучной клещ | +6 | +21–27 | 80 | 13 |
| Обыкновенный волосатый клещ | +5 | +24–30 | 80 | 13 |
| Удлиненный клещ | +7 | +25–30 | 80 | 13 |

В результате сравнительного анализа установлено, что на протяжении зимнего периода 2019/2020 г. (декабрь – январь – февраль) при варьировании положительных температур воздуха от +0,1 до +2,5 °C численность клещей была очень высокой и нарастала от 168 до 862 ос/кг зерна (рис. 4). В то время как в зимний период 2009/2010 г., когда преобладали высокие отрицательные температуры (до –13,9 °C), численность клещей в хранящемся фуражном зерне снижалась от 228 до 21 ос/кг. Подобное наблюдение можно объяснить тем, что клещи способны выживать при температуре воздуха –10... –15 °C: питающиеся стадии 3–8 сут, гипопус – 124–330 сут [3].

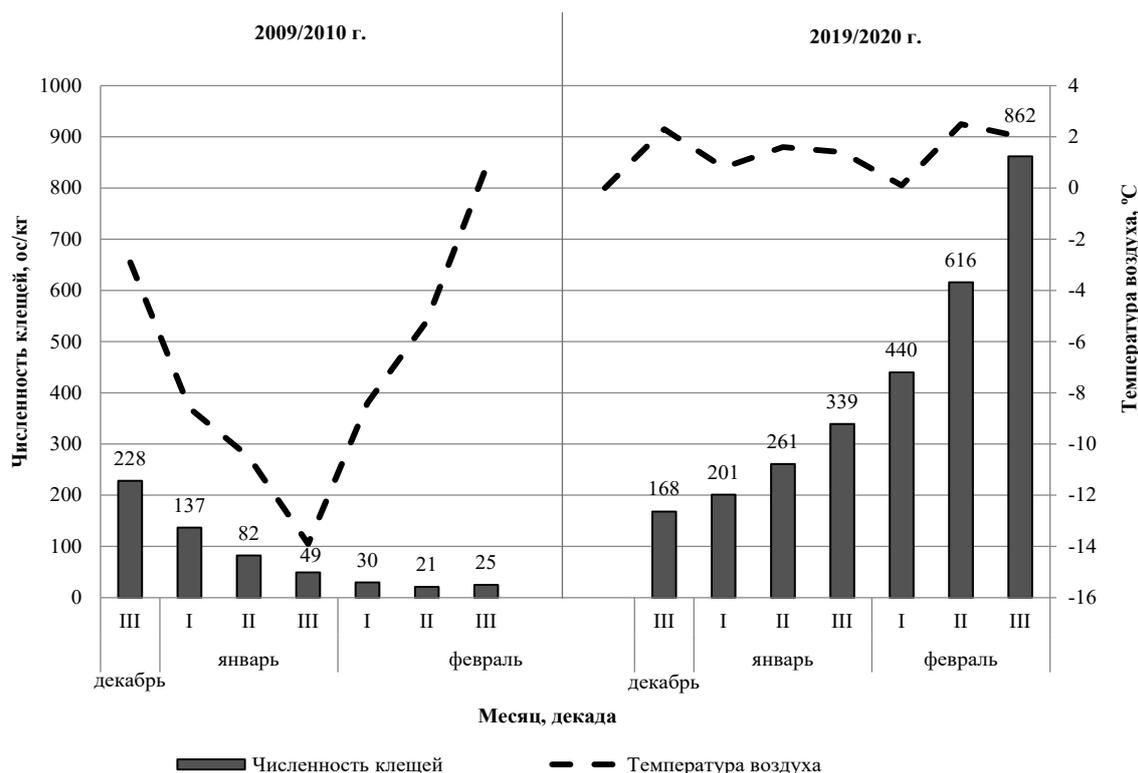


Рис. 4. Зависимость динамики численности клещей в фуражном зерне от температурного режима в зимний период, зернохранилища, Минский район

Fig. 4. Dependence of ticks' population dynamics in forage grain on temperature during winter period, grain storage facilities, Minsk District

На примере 2019 г. (Минский район) также показана динамика численности вредителей запасов в весенне-летний период при хранении фуражного зерна. Так, в марте установившаяся положительная температура воздуха достигала в среднем за месяц $+3$ °C и превышала среднемноголетнее значение на $3,8$ °C, что сказалось на температуре в складском помещении и способствовало развитию членистоногих. На рис. 5 продемонстрировано, что во II–III декадах апреля при среднесуточной температуре воздуха $+5,7..+12,6$ °C и относительной влажности воздуха 47–57 % отмечено увеличение численности насекомых: рисового долгоносика – до 275 ос/кг, зернового точильщика – до 433,1, короткоусого мукоеда – до 95, клещей – до 240 ос/кг.

Однако, в I декаде мая снижение температуры воздуха до уровня $+8,2$ °C (ниже НТПР для жесткокрылых насекомых) при относительной влажности воздуха 82 % способствовало уменьшению численности насекомых (5–215 ос/кг) и клещей (25 ос/кг) в хранящейся партии в 2–7 раз в зависимости от вида вредителя. Во II декаде мая увеличение среднесуточной температуры до $+15,2$ °C (выше НТПР) вновь привело к нарастанию численности вредителей запасов (до 310 ос/кг). С этого периода температуры воздуха выше НТПР благоприятствовали развитию и размножению членистоногих, а следовательно, и увеличению их численности: рисового долгоносика – до 280 ос/кг, зернового точильщика – до 460, короткоусого мукоеда – до 200, клещей – до 640 ос/кг.

Таким образом, показатели температуры и относительной влажности воздуха являются важными аспектами, регулирующими динамику численности амбарных вредителей, что можно использовать для разработки систем защитных мероприятий в период хранения зерновой продукции.

Следует отметить, что при высокой численности и вредоносности вредителей запасов применение химического метода становится радикальным. Так, обязательным приемом является дезинсекция незагруженных семенных складских помещений перед закладкой сельскохозяйственной продукции на хранение (обработке подлежит 99–100 % площадей зернохранилищ).

В связи с этим для изучения динамики численности членистоногих под влиянием инсектоакарицидов нами выбраны широко используемые в республике препараты разного механизма

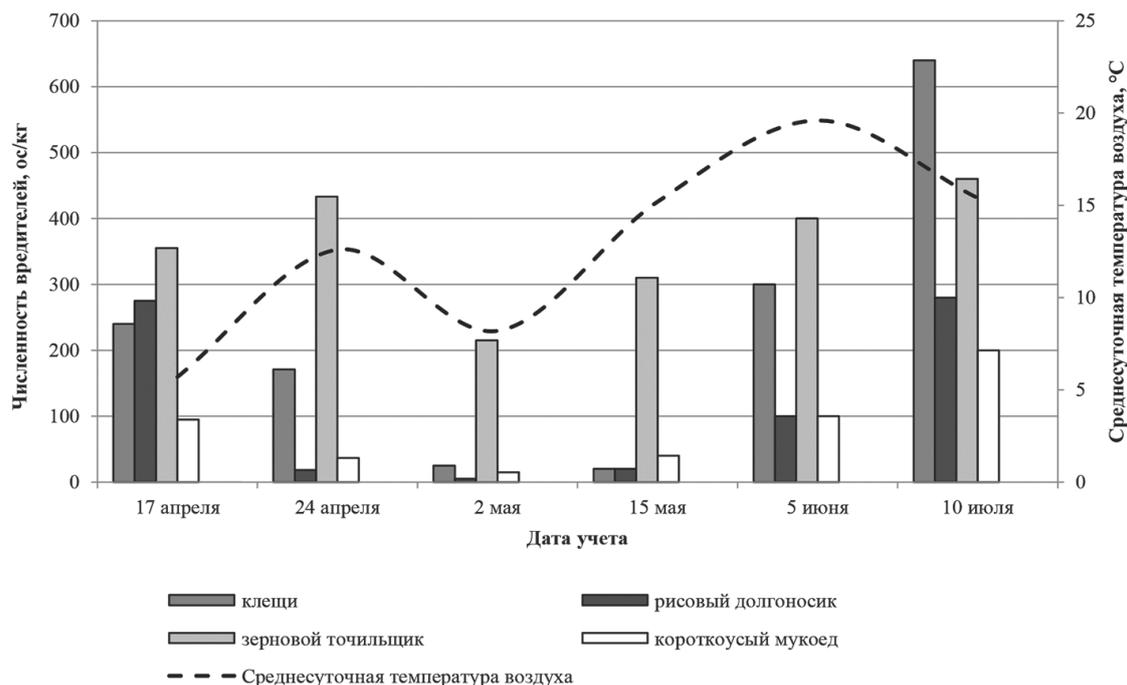


Рис. 5. Зависимость динамики численности амбарных вредителей в фуражном зерне от температурного режима в весенне-летний период, зернохранилище, партия остаточного зерна ячменя ярового, сорт Атаман, Минский район, 2019 г.

Fig. 5. Dependence of dynamics of storage pests' population in forage grain on temperature during spring and summer period, grain storage facility, a batch of residual grain of spring barley, Ataman variety, Minsk District, 2019

действия – Актеллик, КЭ и Простор, КЭ. Для исследований опытные образцы были отобраны из насыпи остаточной партии фуражного зерна ярового ячменя сорта Атаман, длительно хранящегося в фуражном зернохранилище напольного типа (Минская область). В дальнейшем образцы хранились в мешках в закрытом складском помещении.

Перед обработкой зерна (10 апреля, первый срок) препаратом Актеллик, КЭ численность имаго зернового точильщика составляла 1490 ос/кг, рисового долгоносика – 955, короткоусого мукоеда – 840 ос/кг. Клещи в структуре фауны занимали высокую долю, и их численность достигала 2255 ос/кг. Под влиянием пиримифос-метила на протяжении всего эксперимента отмечалась высокая гибель рисового долгоносика и короткоусого мукоеда (рис. 6).

Относительно зернового точильщика на 7-й день после обработки численность его снижалась только на 50 % и составляла 745 ос/кг, спустя 3 месяца численность все еще была на высоком уровне – 320 ос/кг. Данные, полученные нами, совпадают с результатами российских авторов, которые объясняют сложившуюся ситуацию тем, что, возможно, зерновой точильщик обладает природной устойчивостью к некоторым фосфорорганическим соединениям [26].

Что касается клещей, то на 7-й день после обработки численность снизилась в 3,8 раза (гибель 73,6 %), а через 14 дней – еще в 8,5 раза. Однако через 3 месяца она не снижалась до нулевого уровня и составляла 60 ос/кг.

Композиционный инсектоакарицид Простор, КЭ, содержащий 2 действующих вещества – малатион и бифентрин, применяли 23 июля (второй срок). Численность имаго зернового точильщика, рисового долгоносика, короткоусого мукоеда и клещей составляла соответственно 2420 ос/кг, 120, 100 и 660 ос/кг (рис. 6). После обработки на протяжении месяца численность варьировала в зависимости от даты учета и вида вредителя. Нами получены предварительные данные о снижении чувствительности насекомых и клещей к изучаемому комбинированному препарату. Так, низкие показатели гибели короткоусого мукоеда отмечались спустя 2 недели после обработки (20 %), рисового долгоносика – спустя 3 недели (50 %), клещей – спустя 4 недели (48,5 %). Однако можно отметить, что численность зернового точильщика спустя 1 неделю после обработки

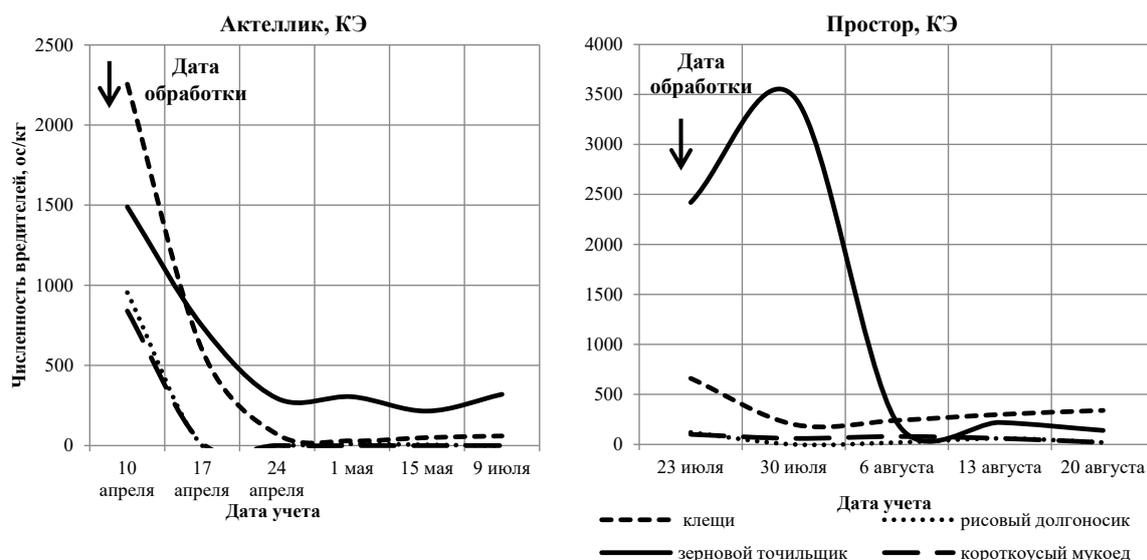


Рис. 6. Зависимость динамики численности вредителей запасов от применения инсектоакарицидов различного механизма действия при обработке фуражного зерна, зернохранилище, опытные образцы остаточной партии фуражного зерна ячменя ярового, сорт Атаман, Минская область, 2019 г.

Fig. 6. Dependence of dynamics of storage pests' population on insectoacaricides with different effects while treating forage grain, grain storage facility, experimental samples of a residual batch of spring barley forage grain, Ataman variety, Minsk Region, 2019

не снижалась, а увеличилась на 1060 ос/кг и достигла 3480 ос/кг. Действие препарата отмечалось лишь спустя 2 недели.

Согласно нашим наблюдениям спустя 3 месяца после обработки установлено, что изучаемые действующие вещества не оказывали положительного влияния на снижение численности как жесткокрылых насекомых, так и клещей: отмечалось увеличение, превышающее исходные значения на 60–3414 ос/кг в зависимости от вида вредителя. Вместе с тем анализ литературных источников показал, что при проведении аналогичных исследований в Российской Федерации (Саратовская область) биологическая эффективность препарата Простор, КЭ при обработке зерна пшеницы против рисового долгоносика и зернового точильщика через 3 месяца достигала 100%-го уровня, через 4 месяца – 90 и 100 % соответственно [26].

Таким образом, данное направление исследований требует дальнейшего глубокого изучения и оценки уровня чувствительности энтомоакарафауны зернохранилищ к препаратам, применяемым в настоящее время повсеместно в большом объеме.

Нами был выделен еще один аспект, определяющий динамику численности вредителей, – послеуборочная доработка зерна. Впервые проведенная сравнительная оценка семян ячменя ярового сорта Аванс (партия 200 т) и тритикале озимой сорта Импульс (80 т) репродукции элита по зараженности и загрязненности вредителями запасов показала наличие различной фитосанитарной ситуации, что связано с дополнительными технологическими приемами перед закладкой на хранение, такими как очистка и сушка.

Перед закладкой на хранение влажность зерна ячменя ярового и тритикале озимой составляла соответственно 12,5 и 14 %. Спустя 4 месяца хранения в партии ячменя ярового, которая подвергалась дополнительной очистке и сушке после уборки, вредителей не обнаружено, что соответствовало требованиям ГОСТа, предъявляемым к посевным качествам семян зерновых культур, согласно которым в элитных семенах наличие насекомых и клещей перед посевом не допускается. В то время как партия тритикале озимой была заселена клещами из семейства Мучные клещи (Acaridae): мучным (*Acarus siro* L.) и семейства Волосатые клещи (Glycyphagidae): обыкновенным волосатым (*Glycyphagus destructor* Schr.). Анализ средней пробы показал, что численность клещей достигала 105 ос/кг. В этой связи фумигация зерна препаратом Магтоксин, таблетки с соблюдением всех регламентов применения (норма расхода 12 г/м³ при температуре насыпи зерна +2 °С) через 2 недели обеспечила снижение численности клещей.

Выводы. В результате исследований, проведенных в 2019–2020 гг., в техноценозах зернохранилищ Беларуси уточнен видовой состав вредителей запасов, включающий 17 видов, которые согласно таксономической структуре относятся к 3 отрядам (Жесткокрылые, Сеноеды, Акариформные клещи), 4 подотрядам, 6 надсемействам, 9 семействам, 12 родам.

Установлено, что важнейшими аспектами, оказывающими влияние на динамику численности амбарных вредителей в складских помещениях, являются способ хранения, целевое назначение сельскохозяйственной продукции, а также тип и конструкция зернохранилищ. В складских помещениях семенного назначения клещи значились добавочными видами (27,5 %). В герметичных зернохранилищах, где проведена дезинсекция, при хранении семенного зерна вредители не обнаружены. В фуражных хранилищах клещи характеризовались как постоянные виды (52,9 %), зерновой точильщик (29,4 %), рисовый долгоносик, булавоусый хрущак и суринамский мукоед (по 26,5 %) – как добавочные.

Анализ данных показал, что при хранении полученного зерна на развитие вредителей запасов существенное влияние оказывают абиотические факторы (температура и относительная влажность воздуха). Данная тенденция четко прослеживалась как в зимний, так и в весенне-летний период. При среднесуточной температуре воздуха +12,6 °С (выше НТПР) в весенний период численность насекомых и клещей может увеличиваться до 1005 ос/кг, при положительных температурах до +2,5 °С в зимний период численность клещей – до 862 ос/кг.

Впервые в Беларуси установлено снижение чувствительности зернового точильщика и клещей к инсектоакарициду, содержащему действующее вещество пиримифос-метил (Актеллик, КЭ, 16 мл/т), и рисового долгоносика, короткоусого мукоеда и клещей – к композиции веществ бифентрина и малатиона (Простор, КЭ, 15 мл/т) под влиянием их систематического применения.

В республике впервые выявлено, что отсутствие послеуборочной очистки и сушки зерна может способствовать заражению и увеличению численности клещей в осенне-зимний период при хранении сельскохозяйственной продукции и требует проведения защитных мероприятий.

Полученные результаты исследований обладают как фундаментальным, так и прикладным значением и могут быть использованы специалистами для практического применения: прогноза видового состава, структуры доминирования, динамики численности, чувствительности популяций к инсектоакарицидам, а также для разработки антирезистентных и экологизированных систем защитных мероприятий при хранении зерна от вредителей запасов.

Благодарности. Исследования выполнены в рамках Государственной программы научных исследований «Качество и эффективность агропромышленного производства» на 2019–2020 годы, подпрограмма 2.49 «Сохранение и повышение плодородия почв».

Acknowledgments. The research was carried out in the framework of the State Research Program «Quality and Efficiency of Agro-Industrial Production» for 2019–2020, sub-program 2.49 «Preservation and Increase of Soil Fertility».

Список использованных источников

1. Современное фитосанитарное состояние агроценозов пшеницы озимой в Республике Беларусь / А. Г. Жуковский [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 3 (124). – С. 16–26.
2. Геворкян, И. С. Рисовый долгоносик (*Sitophilus oryzae* Linnaeus, 1763) и его хозяйственное значение / И. С. Геворкян // Mod. Science. – 2020. – № 8–2. – С. 14–24.
3. Закладной, Г. А. Вредители хлебных запасов / Г. А. Закладной // Защита и карантин растений. – 2006. – № 6. – С. 81–104.
4. Закладной, Г. А. Радиационная дезинсекция зерна / Г. А. Закладной. – М.: Центр подгот. специалистов, 2020. – 151 с.
5. Закладной, Г. А. АгроСтраж на защите органического зерна / Г. А. Закладной. – М.: Центр подгот. специалистов, 2020. – 132 с.
6. Окунев, А. М. Эффективность термоаэрозолей инсектоакарицидов в борьбе с вредителями хлебных запасов / А. М. Окунев, С. Н. Сушеница // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. ст. по материалам III науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. 95-летию Куб. гос. аграр. ун-та, 20 марта 2017 г. / Куб. гос. аграр. ун-т; редкол.: А. В. Степовой [и др.]. – Краснодар, 2017. – С. 504–511.
7. Metodyka integrowanej ochrony magazynów zbożowych dla doradców / T. Klejdysz [et al.]; pod red. T. Klejdysza, M. Mrówczyńskiego. – Poznań: TOTEM, 2017. – 228 s.
8. Влияние летучих соединений энтомопатогенных грибов на поведенческие реакции вредителей запасов / О. Г. Селицкая [и др.] // Вестн. защиты растений. – 2016. – № 3 (89). – С. 150–152.

9. Яковлев, П. А. Альтернативные методы борьбы с вредителями запасов / П. А. Яковлев // Защита и карантин растений. – 2018. – № 2. – С. 23–25.
10. Козич, И. А. Обоснование мероприятий по защите зерна и продуктов его переработки от амбарных вредителей: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / И. А. Козич; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений. – Прилуки, 2014. – 22 с.
11. Подгорная, Е. В. Особенности изменения климата на территории Республики Беларусь за последние десятилетия / Е. В. Подгорная, В. И. Мельник, Е. В. Комаровская // Тр. Гидрометеорол. науч.-исслед. центра Рос. Федерации. – 2015. – № 358. – С. 112–120.
12. Effect of different temperatures on some biological parameters of *Anisopteromalus calandrae*, (Howard) (Hymenoptera: Pteromalidae) and population fluctuation of the parasitoid and their insect hosts of the genus *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae) / M. A. El-Aw [et al.] // Int. J. Nematol. Entomol. – 2016. – Vol. 1, № 1. – P. 1–12.
13. Influence of temperature and humidity on the population growth of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) on milled rice / L. P. Astuti [et al.] // J. Entomol. – 2013. – Vol. 10, № 2. – P. 86–94. <https://doi.org/10.3923/jc.2013.86.94>
14. Effect of temperature and relative humidity on development of *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) / Mansoor-ul-Hasan [et al.] // J. Entomol. Zool. Stud. – 2017. – Vol. 5, № 6. – P. 85–90.
15. Мордкович, Я. Б. Основные методы обеззараживания зерна от вредителей запасов / Я. Б. Мордкович, П. А. Яковлев // Защита и карантин растений. – 2019. – № 12. – С. 24–25.
16. Закладной, Г. А. Ассортимент жидких инсектицидов против вредителей запасов зерна / Г. А. Закладной // Защита и карантин растений. – 2017. – № 9. – С. 32–33.
17. Закладной, Г. А. Биологическая оценка пиримифос-метила как средства дезинсекции зерна / Г. А. Закладной, А. Л. Догадин, А. В. Влащенко // Научно-инновационные аспекты хранения и переработки зерна / [Е. П. Мелешкина и др.]; под ред. Е. П. Мелешкиной. – М., 2014. – С. 290–297.
18. Закладной, Г. А. Реакция некоторых видов жесткокрылых (Coleoptera) – основных вредителей зерна на совместное действие пиримифос-метила и бифентрина / Г. А. Закладной // Энтомол. обозрение. – 2014. – Т. 93, № 3–4. – С. 527–531.
19. Resistance of strains of rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) to pirimiphos methyl / O. O. Odeyemi [et al.] // Julius-Kühn-Arch. – 2010. – № 425. – P. 167–172. <https://doi.org/10.5073/jka.2010.425.433>
20. Resistance status and associated resistance mechanisms to certain insecticides in rice weevil *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) / Manal A. Attia [et al.] // Alexandria J. of Agr. Sciences. – 2017. – Vol. 62, № 4. – P. 331–340. <https://doi.org/10.21608/ALEXJA.2017.67624>
21. Rossi, E. Insecticide resistance in Italian populations of *Tribolium* flour beetles / E. Rossi, S. Cosimi, A. Loni // Bull. Insectology. – 2010. – Vol. 63, № 2. – P. 251–258.
22. Tsaganou, F. C. Knockdown and mortality of five stored product beetle species after short exposures of thiamethoxam / F. C. Tsaganou, T. N. Vassilakos, C. G. Athanassiou // J. Econom. Entomol. – 2014. – Vol. 107, № 6. – P. 2222–2228. <https://doi.org/10.1603/ec14210>
23. Gautam, S. G. Phosphine resistance in adult and immature life stages of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) populations in California / S. G. Gautam, G. P. Opit, E. Hosoda // J. Econom. Entomol. – 2016. – Vol. 109, № 6. – P. 2525–2533. <https://doi.org/10.1093/jee/tow221>
24. Купреев, П. Ф. Хранение зерна / П. Ф. Купреев, Л. Н. Шибко. – Минск: Ураджай, 1984. – 94 с.
25. Закладной, Г. А. Защита зерна и продуктов его переработки от вредителей / Г. А. Закладной. – М.: Колос, 1983. – 215 с.
26. Путеводитель по вредителям хлебных запасов и «Простор» как средство борьбы с ними / Г. А. Закладной [и др.]; под общ. ред. Г. А. Закладного. – М.: Изд-во МГОУ, 2003. – 106 с.

References

1. Zhukovsky A. G., Trepashko L. I., Krupenko N. A., Soroka L. I., Soroka S. V. Current phytosanitary condition of winter wheat agrocenoses in the Republic of Belarus. *Zemledelie i zashchita rastenii = Agriculture and Plant Protection*, 2019, no. 3 (124), pp. 16–26 (in Russian).
2. Gevorkyan I. S. Rice weevil (*Sitophilus oryzae* Linnaeus, 1763) and its economic importance. *Modern Science*, 2020, no. 8–2, pp. 14–24 (in Russian).
3. Zakladnoi G. A. Pests of grain stocks. *Zashchita i karantin rastenii = Plant Protection and Quarantine*, 2006, no. 6, pp. 81–104 (in Russian).
4. Zakladnoi G. A. *Radiation disinsection of grain*. Moscow, Center for Training Specialists, 2020. 151 p. (in Russian).
5. Zakladnoi G. A. *AgroStrazh on the protection of organic grain*. Moscow, Center for Training Specialists, 2020. 132 p. (in Russian).
6. Okunev A. M., Sushenitsa S. N. Effectiveness of thermo-aerosol insectoacaricides in the control of grain pests. *Sovremennye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaistvennoi produktsii: sbornik statei po materialam III nauchno-prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, posvyashchennoi 95-letiyu Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 20 marta 2017 g.* [Modern aspects of production and processing of agricultural products: collection of articles based on the materials of the 3rd scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists dedicated to the 95th anniversary of the Kuban State Agrarian University, March 20, 2017]. Krasnodar, 2017, pp. 504–511 (in Russian).
7. Klejdysz T., Ignatowicz S., Kubasik W., Gorzala G., Olejarski P., Horoszkiewicz-Janka J. (et al.). *Metodyka integrowanej ochrony magazynów zbożowych dla doradców* [Methodology for integrated protection of cereal stores for consultants]. Poznan, TOTEM, 2017. 228 p. (in Polish).

8. Selitskaya O. G., Mitina G. V., Shchenikova A. V., Choglokhova A. A., Levchenko M. V. Effect of volatiles from the entomopathogenic fungi on the behavioral responses of the stock pests. *Vestnik zashchity rastenii = Plant Protection News*, 2016, no. 3 (89), pp. 150–152 (in Russian).
9. Yakovlev P. A. Alternative methods of storage pests control. *Zashchita i karantin rastenii = Plant Protection and Quarantine*, 2018, no. 2, pp. 23–25 (in Russian).
10. Kozich I. A. *Substantiation of measures to protect grain and its products against stored products pests*. Priluki, 2014. 22 p. (in Russian).
11. Padhornaya E. V., Melnik V. I., Kamarouskaya E. V. Characteristic features of the climate change on the territory of the Republic of Belarus in the last decades. *Trudy Gidrometeorologicheskogo nauchno-issledovatel'skogo tsentra Rossiiskoi Federatsii = Proceedings of Hydrometcentre of Russia*, 2015, no. 358, pp. 112–120 (in Russian).
12. El-Aw M. A., Askar S. I. S., Abd El-Latif A. M., Al-Assaal M. S. Effect of different temperatures on some biological parameters of *Anisopteromalus calandrae*, (Howard) (Hymenoptera: Pteromalidae) and population fluctuation of the parasitoid and their insect hosts of the genus *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae). *International Journal of Entomology and Nematology Research*, 2016, vol. 1, no. 1, pp. 1–12.
13. Astuti L. P., Mudjiono G., Rasminah S., Rahardjo B. T. Influence of temperature and humidity on the population growth of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) on milled rice. *Journal of Entomology*, 2013, vol. 10, no. 2, pp. 86–94. <https://doi.org/10.3923/je.2013.86.94>
14. Mansoor-ul-Hasan, Aslam A., Jafir M., Wajid Javed M., Shehzad M., Chaudhary Z. M., Aftab M. Effect of temperature and relative humidity on development of *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2017, vol. 5, no. 6, pp. 85–90.
15. Mordkovich Ya. B., Yakovlev P. A. Basic methods of grain disinfection from storage pests. *Zashchita i karantin rastenii = Plant Protection and Quarantine*, 2019, no. 12, pp. 24–25 (in Russian).
16. Zakladnoi G. A. Assortment of liquid insecticides against the pests of grain stocks. *Zashchita i karantin rastenii = Plant Protection and Quarantine*, 2017, no. 9, pp. 32–33 (in Russian).
17. Zakladnoi G. A., Dogadin A. L., Vlashchenko A. V. Biological evaluation of pyrimiphos-methyl as a grain disinfectant. *Nauchno-innovatsionnye aspekty khraneniya i pererabotki zerna* [Scientific and innovative aspects of grain storage and processing]. Moscow, 2014, pp. 290–297 (in Russian).
18. Zakladnoy G. A. Response of some coleoptera species, main grain pests to joint action of pirimiphos-methyl and bifenthrin. *Entomologicheskoe obozrenie = Entomological Review*, 2014, vol. 93, no. 3–4, pp. 527–531 (in Russian).
19. Odeyemi O. O., Ashamo M. O., Akinkurolere R. O., Olatunji A. A. Resistance of strains of rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) to pirimiphos methyl. *Julius-Kühn-Archiv*, 2010, no. 425, pp. 167–172. <https://doi.org/10.5073/jka.2010.425.433>
20. Attia Manal A., Wahba Trandil F., Mackled Marwa I., Shawir M. S. Resistance status and associated resistance mechanisms to certain insecticides in rice weevil *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Alexandria Journal of Agricultural Sciences*, 2017, vol. 62, no. 4, pp. 331–340. <https://doi.org/10.21608/ALEXJA.2017.67624>
21. Rossi E., Cosimi S., Loni A. Insecticide resistance in Italian populations of *Tribolium* flour beetles. *Bulletin of Insectology*, 2010, vol. 63, no. 2, pp. 251–258.
22. Tsaganou F. C., Vassilakos T. N., Athanassiou C. G. Knockdown and mortality of five stored product beetle species after short exposures of thiamethoxam. *Journal of Economic Entomology*, 2014, vol. 107, no. 6, pp. 2222–2228. <https://doi.org/10.1603/ec14210>
23. Gautam S. G., Opit G. P., Hosoda E. Phosphine resistance in adult and immature life stages of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) populations in California. *Journal of Economic Entomology*, 2016, vol. 109, no. 6, pp. 2525–2533. <https://doi.org/10.1093/jee/tow221>
24. Kupreev P. F., Shibeko L. N. *Grain storage*. Minsk, Uradzhai Publ., 1984. 94 p. (in Russian).
25. Zakladnoi G. A. *Protecting grain and its products against pests*. Moscow, Kolos Publ., 1983. 215 p. (in Russian).
26. Zakladnoi G. A., Sokolov E. A., Kogteva E. F., Chirkov A. M. *A guide to the pests of bread stocks and "space" as a means of controlling them*. Moscow, Publishing house Moscow State Regional University, 2003. 106 p. (in Russian).

Информация об авторах

Бречко Елена Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории энтомологии, Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси (ул. Мира, 2, 223011, аг. Прилуки, Минский р-н, Минская обл., Республика Беларусь). E-mail: brechkoelena@tut.by. <https://orcid.org/0000-0002-7242-1272>

Трепашко Людмила Ивановна – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории энтомологии, Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси (ул. Мира, 2, 223011, аг. Прилуки, Минский р-н, Минская обл., Республика Беларусь)

Information about the authors

Elena V. Brechko – Ph. D. (Agricultural), Associate Professor, Leading Researcher of the Laboratory for Entomology, 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: brechkoelena@tut.by. <https://orcid.org/0000-0002-7242-1272>

Ludmila I. Trepashko – D. Sc. (Biological), Professor, Chief Researcher of the Laboratory for Entomology, 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)