

ISSN 1817-7204 (Print)
ISSN 1817-7239 (Online)

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНАВОДСТВА AGRICULTURE AND PLANT CULTIVATION

УДК 633.353:631.531.027.2:632.9(476)
<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-3-296-311>

Поступила в редакцию 09.03.2022
Received 09.03.2022

Ф. И. Привалов¹, А. А. Запрудский², Д. В. Войтка², А. М. Яковенко², Д. Ф. Привалов²

¹Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию,
Жодино, Республика Беларусь

²Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси,
аг. Прилуки, Минская область, Республика Беларусь

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В АГРОЦЕНОЗЕ КОРМОВЫХ БОБОВ В БЕЛАРУСИ

Аннотация. Производство отечественного высокобелкового корма является ключевой проблемой в животноводческой отрасли Республики Беларусь, решить которую можно путем расширения посевных площадей под зернобобовые культуры, в частности кормовые бобы. Особую актуальность приобретают исследования по оценке эффективности биологических препаратов в посевах культуры против болезней как возможность получения экологически чистой продукции с минимальным негативным воздействием на окружающую среду. Предпосевная обработка семян биологическим препаратом Фунгилекс, Ж (*Trichoderma* sp. D-11) – (8,0–10,0 л/т) позволяет, наравне с химическим протравителем Скарлет, МЭ (имазалил, 100 г/л + тебуконазол, 40 г/л) – (0,4 л/т), снизить поражение посевов культуры альтернариозом на 73,8–78,8 %, фузариозом – на 53,3–56,7 %, что обеспечивает сохранение 2,8–3,0 ц/га зерна культуры относительно контроля. Внесение в почву перед посевом кормовых бобов инокулянта микробиологического Ресойлер, Ж (*Trichoderma* sp. L-3 и *Trichoderma* sp. L-6) – (6,0–8,0 л/га) способствует нарастанию вегетативной массы на 3,2–3,5 %, снижению развития фузариоза на 69,1–70,6 % и повышению семенной продуктивности на 3,1–3,6 ц/га относительно контроля. Комплексное применение биопрепаратов Фунгилекс, Ж (8,0 и 10,0 л/т) и Ресойлер, Ж (6,0 и 8,0 л/га) способствует нарастанию надземной части растений на 3,5–3,8 %, снижению развития альтернариоза на 88,7–90,1 %, фузариоза – на 76,5–79,4 %. Это обеспечивает статистически достоверное сохранение 5,1–5,6 ц/га зерна культуры относительно контроля и получение максимального чистого дохода 231,5–249,5 руб/га, что на 32,6–50,6 руб/га выше по сравнению с протравителем Скарлет, МЭ (0,4 л/т). Важно отметить, что защитное действие как биологических препаратов, так и химического протравителя отмечалось до фазы полного стеблевания культуры (ВВСН 35). Использование биологических препаратов позволяет снизить пестицидную нагрузку на культуру, защитить растения от болезней и обеспечить получение экологически чистой продукции. Результаты исследований могут широко применяться в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: кормовые бобы, микробиологические препараты, *Trichoderma*, штаммы, развитие болезней, эффективность, урожайность

Для цитирования: Эффективность применения биологических препаратов в агроценозе кормовых бобов в Беларуси / Ф. И. Привалов [и др.] // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2022. – Т. 60, № 3. – С. 296–311. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-3-296-311>

Fiodor I. Privalov¹, Alexander A. Zaprudsky², Dmitry V. Voytka², Anna M. Yakovenko², Dmitry F. Privalov²

¹Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Arable Farming,
Zhodino, Republic of Belarus

²Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus,
agro-town Priluki, Minsk Region, Republic of Belarus

EFFICIENCY OF APPLICATION OF BIOLOGICAL PREPARATIONS IN AGROCENOSIS OF FABA BEANS IN BELARUS

Abstract. Production of domestic high protein fodder is a key problem for the livestock sector in the Republic of Belarus. It is possible to solve it due to extension of arable lands for legume crops, particularly for faba beans. The research on evaluating the efficiency of biological preparations applied to crops against diseases is highly prioritized. This allows obtaining organic

products with a minimum impact on the environment. Presowing treatment of seeds with preparation Fungilex, L (*Trichoderma* sp. D-11) – (8.0–10.0 l/t) as well as with chemical protectant Scarlet, ME (imazalil, 100 g/l + tebuconazole, 40 g/l) – (0.4 l/t) allows reducing *Alternaria* blight by 73.8–78.8 % and *Fusarium* blight by 53.3–56.7 %, which ensures saving of 2.8–3.0 dt/ha of grains compared to the control. Soil application with microbiological inoculant Resoiler, L (*Trichoderma* sp. L-3 and *Trichoderma* sp. L-6) – (6.0 and 8.0 l/ha) before filed beans sowing contributes to growing vegetative mass by 3.2–3.5 %, decreasing *Fusarium* blight development by 69.1–70.6 % and increasing seed productivity by 3.1–3.6 dt/ha compared to the control. Combined use of biopreparations Fungilex, L (8.0 and 10.0 l/t) and Resoiler, L (6.0 and 8.0 l/ha) promotes the growth of aerial parts of the plant by 3.5–3.8 % and reduction of *Alternaria* blight development by 88.7–90.1 % and *Fusarium* blight development by 76.5–79.4 %. This ensures statistically significant saving of 5.1–5.6 dt/ha of grain in relation to the control and obtaining the maximum net profit of 231.5–249.5 rubles/ha, which is 32.6–50.6 rubles/ha higher in comparison with Scarlet, ME (0.4 l/t). It's important to underline that a protective effect of the biological preparations as well as the chemical protectant was observed before the booting stage of the crop (BBCH 35). The application of biological preparations allows reducing pesticide load on the crop, protecting plants from diseases and obtaining organic products. The research findings can be widely applied in agriculture.

Key words: faba beans, microbiological preparations, *Trichoderma*, strains, development of diseases, efficiency, yield

For citation: Privalov F. I., Zaprudsky A. A., Voytka D. V., Yakovenko A. M., Privalov D. F. Efficiency of application of biological preparations in agroecosis of faba beans in Belarus. *Vesti Natsyynal'nyay akademii navuk Belarusi. Seriya agrarnykh navuk* = *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2022, vol. 60, no. 3, pp. 296–311 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2022-60-3-296-311>

Введение. Главным направлением в развитии сельского хозяйства Республики Беларусь на протяжении многих лет остается дальнейшая его интенсификация, активное и повсеместное внедрение адаптивных ресурсосберегающих технологий, повышение эффективности производства продукции животноводства [1–3]. Тем не менее обеспеченность сельскохозяйственных животных растительным кормовым белком в стране не превышает 80–85 % от его потребности, что отрицательно сказывается на их продуктивности. В этой связи многие сельскохозяйственные организации при составлении рациона питания прибегают к перерасходу не обогащенных белком злаковых культур или закупке дорогостоящего белкового растительного сырья за пределами республики. Это приводит к значительному расходу валютных средств и лимитирует дальнейшее развитие животноводческой отрасли как в технологическом, так и в экономическом аспекте [4–6].

С усилением техногенной нагрузки, увеличением дефицита ресурсов окружающей среды вопрос расширения посевных площадей под зернобобовые культуры, являющиеся одним из самых доступных, дешевых и полноценных источников растительного белка, приобретает особую актуальность. Согласно Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 гг. обеспеченность сельскохозяйственных животных отечественным растительным белком к 2025 г. должна составлять не менее 70 % от общей потребности. В этой связи перед аграриями нашей страны ставится задача по доведению посевных площадей до 350 тыс. га под горох, вику, сою и люпин [7]. Однако в последние годы особое внимание стало уделяться кормовым бобам (*Vicia faba* L.) как одной из высокобелковых зернобобовых культур. Кормовые бобы являются достойным резервом для стабилизации объемов производства растительного белка.

Широкое признание специалистов сельского хозяйства и ученых Беларуси они получили в начале – середине 1960-х годов. Об этом свидетельствуют не только данные по внедрению культуры в севооборот, но и научные исследования, результаты которых обобщены в диссертационных работах Л. А. Дозорцева (1965), Н. А. Мороз (1965), А. Т. Воронова (1967) и других ученых. Тем не менее при имеющемся научно-практическом опыте выращивания кормовых бобов дальнейшего активного продвижения культуры в производство не отмечалось [8].

В условиях современного развития кормопроизводства в нашей стране с внедрением новых, адаптивных к условиям произрастания сортов кормовых бобов наметилась тенденция к расширению посевных площадей под культуру. Однако, несмотря на ее высокий продуктивный потенциал, средняя урожайность зерна и зеленой массы кормовых бобов не отличается стабильностью. Одной из причин такой ситуации является ухудшение фитосанитарного состояния агроценозов культуры, при этом серьезную проблему создают болезни. Отмечено, что потенциальную опасность из всего комплекса фитопатогенов представляют: альтернариоз (*Alternaria* spp.), фузариоз (*Fusarium* spp.), шоколадная пятнистость (*B. fabae*), ржавчина (*U. fabae*) и др. [9–12]. Нашими исследованиями установлено, что от общего объема применения средств защиты расте-

ний вклад фунгицидов в сохраненный урожай зерна кормовых бобов является максимальным – 41,0–42,0 % [13].

В то же время многократное использование химических средств защиты против агрономически вредных организмов провоцирует угнетение процессов жизнедеятельности растений, особенно при неблагоприятных условиях произрастания, а также способствует возникновению резистентности (устойчивости) к используемым препаратам в популяциях фитопатогенов и фитофагов. В мировом сельском хозяйстве наметилась тенденция к сокращению использования пестицидов и внедрению экологически безопасных технологий защиты растений от вредных организмов на основе использования биологических препаратов [14].

Помимо основного назначения в качестве препаратов инсектицидного или фунгицидного действия биологические препараты стимулируют рост и развитие растений, улучшают водное и минеральное питание, повышают засухоустойчивость, способствуют сохранению динамического равновесия в агробиоценозах и снижают негативное воздействие пестицидов на экосистему [15]. Среди преимуществ биологических препаратов в сравнении с химическими пестицидами необходимо отметить отсутствие фитотоксичности, безвредность для теплокровных, полезных насекомых, микробиоценозов, отсутствие возможности экологически опасного накопления в окружающей среде [14, 16].

Исходя из вышеизложенного, целью наших исследований являлось изучение эффективности биологических препаратов против болезней наравне с химическими, а также их влияния на динамику роста и процессы формирования продуктивности кормовых бобов в Беларуси.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в РУП «Институт защиты растений» Национальной академии наук Беларуси (аг. Прилуки Минского района) в лабораторных и полевых экспериментах.

Опыт 1. Оценка эффективности предпосевной обработки семян кормовых бобов биологическим препаратом Фунгилекс, Ж. Препарат биологический Фунгилекс, Ж (ТУ ВУ 600052677.009-2013) создан на основе высокоактивного штамма гриба-антагониста *Trichoderma* sp. D-11 с антибиотической, гиперпаразитической и ферментативной активностью. Препаративная форма – жидкость. Штамм-основа препарата обладает выраженным антагонистическим действием по отношению к широкому спектру возбудителей болезней растений. Препарат предназначен для защиты зерновых, овощных, зеленных, цветочно-декоративных, масличных, кормовых культур от болезней. Согласно классификации ГОСТ 12.1.007 препарат биологический Фунгилекс, Ж относится к 4-му классу опасности – малоопасные вещества. **Разработчик:** лаборатория микробиологического метода защиты растений от вредителей и болезней РУП «Институт защиты растений».

Для проведения фитопатологической экспертизы семян кормовых бобов использовали биологический метод на агаризованной питательной среде. Для этого отбирали среднюю пробу из 100 семян каждого образца кормовых бобов. Семена промывали проточной водой в течение 1 ч, затем поверхностно стерилизовали 70%-м спиртом в течение 1 мин. В дальнейшем семена просушивали между слоями фильтровальной бумаги. Стерильным пинцетом раскладывали семена на поверхность агаризованной питательной среды, в которую добавляли 5%-й раствор стрептомицина для элиминирования роста бактерий и детергента. Через 10–12 суток анализировали количество инфицированных семян. Посевные качества семян кормовых бобов определяли методом «бумажных рулонов» [17–19].

Общую зараженность семян кормовых бобов (x , %) рассчитывали по следующей формуле [18]:

$$x = \frac{N}{n} 100, \quad (1)$$

где N – суммарное количество зараженных семян, шт.; n – количество семян, взятых для анализа, шт.

Для изучения видового состава возбудителей болезней на растениях кормовых бобов проводили микологический анализ тканей пораженных органов путем микроскопирования смывов (соскобов) пораженных частей. Поверхностную стерилизацию вырезанных из органов растения

пораженных очагов (пятен) проводили в 70%-м этиловом спирте. Время экспозиции – 1 мин. Стерильные фрагменты (2–5 мм) исследуемого объекта раскладывали равномерно на агаризированную питательную среду.

В полевых условиях в 2019–2021 гг. проводили оценку эффективности биологического препарата Фунгилекс, Ж по следующей схеме:

1. Контроль; 2. Скарлет, МЭ (имазалил, 100 г/л + тебуконазол, 60 г/л) – 0,4 л/т (эталон химический препарат); 3. Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т; 4. Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т.

Предпосевную обработку семян кормовых бобов проводили на протравочной машине Hege 11 с увлажнением из расчета 10 л рабочего раствора на тонну семян.

Опыт закладывали в четырехкратной повторности, размер опытных делянок – 20 м², сорт кормовых бобов – Стрелецкие. Посев проводили рядовым способом (15 см) с нормой высева 250 кг/га. Агротехника в опытах – общепринятая для возделывания культуры в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь.

В период проведения исследований отмечали дату появления первых признаков болезни. Показателями проявления болезней кормовых бобов служили распространенность (проявление на стеблях, листьях или на всех органах растений одновременно), а также интенсивность (развитие) поражений (размер некроза или гибель растения) вегетативных органов, выраженные в процентах или баллах [18].

Опыт 2. Влияние применения микробиологических препаратов Ресойлер, Ж и Фунгилекс, Ж на урожайность зерна кормовых бобов. Инокулянт микробиологический Ресойлер, Ж (ТУ ВУ 600052677.010-2018) предназначен для оздоровления почвы и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур. Основу препарата составляют штаммы сапротрофных грибов-антагонистов *Trichoderma* sp. L-3 и *Trichoderma* sp. L-6 с высокой антагонистической и целлюлозолитической активностью. Препаративная форма – жидкость. Технология применения препарата предполагает его внесение в почву перед посевом или (и) после уборки культуры. Препарат Ресойлер, Ж способствует снижению количества фитопатогенных и токсинообразующих микроорганизмов в почве, улучшению разложения целлюлозосодержащих субстратов. Препарат предназначен для использования в технологиях возделывания зерновых, овощных культур открытого и закрытого грунта, картофеля и др. Согласно классификации ГОСТ 12.1.007 инокулянт микробиологический Ресойлер, Ж относится к 4-му классу опасности – малоопасные вещества. **Разработчик:** лаборатория микробиологического метода защиты растений от вредителей и болезней РУП «Институт защиты растений».

В полевых условиях в 2019–2021 гг. проводили оценку влияния микробиологического препарата Ресойлер, Ж как в чистом виде, так и совместно с препаратом Фунгилекс, Ж на урожайность зерна кормовых бобов по следующей схеме:

1. Контроль; 2. Ресойлер, Ж – 6,0 л/га; 3. Ресойлер, Ж – 8,0 л/га; 4. Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т + Ресойлер, Ж – 6,0 л/га; 5. Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т + Ресойлер, Ж – 8,0 л/га; 6. Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т + Ресойлер, Ж – 6,0 л/га; 7. Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т + Ресойлер, Ж – 8,0 л/га.

Опыт закладывали в четырехкратной повторности, размер опытных делянок – 20 м², сорт кормовых бобов – Стрелецкие. Препарат Ресойлер, Ж вносили в почву перед посевом в норме расхода рабочей жидкости 300 л/га. Предпосевную обработку семян биологическим препаратом Фунгилекс, Ж проводили перед посевом в норме расхода рабочей жидкости 10 л/т. Посев проводили рядовым способом (15 см) с нормой высева семян 250 кг/га. Агротехника в опытах – общепринятая для возделывания культуры в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь.

Оценка развития болезней в полевых условиях. В посевах кормовых бобов возбудителями фузариозной корневой гнили являются грибы рода *Fusarium*, которые вызывают загнивание корневой системы и увядание надземной части растений. Болезнь проявляется в виде почернения корней, корневой шейки и основания стебля, листья приобретают красный оттенок. При сильном развитии болезни корни загнивают, стебель больного растения легко выдергивается из почвы. Во влажную погоду на пораженных участках корней и стебля формируется бело-розовый налет мицелия. Распространяются возбудители болезни при обработке почвы, с ветром и осадками.

Инфицирование происходит при прорастании семян. Вредоносность корневой гнили в посевах кормовых бобов заключается в снижении урожая зерна до 30 %. Источниками инфекции являются зараженные семена, почва и растительные остатки [12, 19, 20].

Также на ранних этапах онтогенеза кормовых бобов растения подвержены поражению фузариозом (*Fusarium* spp.). Основным возбудителем является гриб *F. oxysporum*, также встречаются другие виды: *F. culmorum*, *F. avenacium*, *F. Solani* [20]. В период всходов болезнь проявляется в виде загнивания прикорневой части стебля (буреет кончик корня и подсемядольное колено). На семядольных листочках образуются бурые пятна. На стебле болезнь проявляется в виде перетяжки, а на листьях образуются темно-коричневые, почти черные, округлые пятна. В сухую погоду пораженные листья обезвоживаются и опадают. Во влажную погоду на пораженных органах возможно образование розового или красноватого налета. Больные фузариозом растения желтеют, усыхают и легко выдергиваются из почвы. Возбудитель болезни проникает от корневой шейки вверх по стеблю, поражая сосудистую систему растения и **вызывая увядание**. Болезнь чаще всего возникает очагами. Вредоносность фузариоза заключается в изреживании посевов и потерях зерна. Источниками инфекции служат почва, растительные остатки и семена [12, 19, 20].

Альтернариозом (*Alternaria* Nees) поражаются семядольные листочки и листья кормовых бобов. Первые симптомы обнаруживаются на семядольных листьях. Болезнь проявляется в виде пятен различного размера и формы, имеющих коричневую или темно-коричневую окраску с желтым ободком или без него. Пятна могут увеличиваться, разрушая большие участки листьев. Вредоносность болезни заключается в снижении посевных качеств семян и преждевременном отмирании пораженных частей растений. Поражение культуры альтернариозом приводит к сокращению фотосинтетической поверхности листьев, плесневению семян, снижению урожая. Источниками инфекции являются семена и послеуборочные остатки растений, в которых патоген сохраняется в форме конидий и мицелия [12, 19, 21].

Учет развития фузариозной корневой гнили проводили по 4-балльной шкале: 0 – отсутствие видимых симптомов поражения корней; 1 – слегка обесцвеченные буроватые пятна на эпикотиле или на первичных и вторичных корнях; 2 – бурые или темно-коричневые сливающиеся пятна охватывают до 50 % поверхности корней; 3 – гниль охватывает большую часть корней, растения низкорослые; 4 – обширные поражения корней с разрушением ткани и отмиранием боковых корней, низкорослость растения, резкое снижение продуктивности или гибель растения [19].

Учет развития фузариоза проводили по 4-балльной шкале: 0 – здоровое растение; 1 – растение слабо угнетено, нижние листья слегка пожелтели; 2 – заметно угнетение и отставание в росте растения, нижние листья пожелтели и засохли; 3 – растение сильно угнетено, листья нижнего и среднего яруса пожелтели и увяли; 4 – очень сильное угнетение растения, увядание и (или) гибель [19].

Учет развития альтернариоза на листьях проводили по 5-балльной шкале: 0 – здоровое растение; 1 – поражено не более 10 % поверхности листьев; 2 – поражено не более 25 % поверхности листьев; 3 – поражено до 50 % поверхности листьев; 4 – поражено свыше 50 %, но не более 75 % поверхности листьев; 5 – поражено свыше 75 % поверхности листьев [19].

Развитие болезней в посевах кормовых бобов (R , %) рассчитывают по следующей формуле [18]:

$$R = \frac{\sum(ab)100}{NK}100, \quad (2)$$

где a – число больных растений; b – соответствующий балл их поражения; N – общее количество учетных растений; K – высший балл шкалы учета.

Биологическую эффективность защитных мероприятий ($БЭ$, %) рассчитывают по формуле [18]:

$$БЭ = \frac{P_k - P_o}{P_k}100, \quad (3)$$

где P_k – показатель распространенности или развития болезни в контроле (вариант, где защитные мероприятия не проводили); P_o – показатель распространенности или развития болезни в опыте (вариант, где защитные мероприятия проводили).

Оценку биометрических показателей растений проводили в соответствии с методиками, разработанными Ю. К. Новоселовым [22]. Стадии развития растений кормовых бобов приведены в соответствии с десятичным кодом ВВСН [23, 24].

Уборка урожая. Структуру урожайности зерна кормовых бобов проводили согласно общепринятым методикам [25]. Уборку делянок осуществляли путем прямого комбайнирования и обмолота комбайном Hege MDW с последующим пересчетом на 100%-ю чистоту и стандартную влажность зерна 14,0 %. Статистический анализ полученных результатов проведен в соответствии с рекомендациями Б. А. Доспехова [26].

Агрометеорологические условия в годы проведения исследований отличались по количеству выпавших осадков и температурному режиму, что позволило в полной мере оценить эффективность биологических препаратов в агроценозе кормовых бобов. В 2019 г. межфазный период прорастание – бутонизация кормовых бобов характеризовался повышенным на 2,5–4,0 °С температурным режимом с суммой осадков 48,6–69,8 мм, что благоприятно сказалось на росте и развитии культуры. Вторая половина вегетации проходила при температуре воздуха, близкой к уровню среднегодовым значений, с достаточным влагообеспечением. В 2020–2021 гг. избыточное увлажнение и недостаток тепла задержали прохождение межфазного периода прорастание – бутонизация на 10–12 дней по сравнению с 2019 г. Дальнейший рост и развитие кормовых бобов проходил при оптимальном гидротермическом режиме.

Результаты и их обсуждение. Оценка эффективности предпосевной обработки семян кормовых бобов биологическим препаратом Фунгилекс, Ж.

Зараженность семенного материала сельскохозяйственных культур патогенными микроорганизмами является одной из главных причин ухудшения их посевных качеств и возникновения болезней в период вегетации. В этой связи предпосевная обработка семян является основным приемом защиты растений от болезней [27]. Помимо препаратов химического происхождения достаточно хорошо зарекомендовали себя биологические средства защиты. Согласно данным польских исследователей предпосевная обработка семян биологическими препаратами на основе *Trichoderma* sp. обеспечивает снижение пораженности растений кормовых бобов ризиктониозом [28, 29]. Исследованиями сотрудников РУП «Институт защиты растений» установлено, что биологический препарат Фунгилекс, Ж обеспечивает высокую биологическую эффективность в посевах овса и льна масличного [30, 31].

В наших исследованиях при проведении фитопатологической экспертизы посевного материала кормовых бобов установлено, что комплекс контаминантов семян представлен грибами *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Botrytis fabae*, а также прочими микромицетами из родов *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, вызывающих плесневение семян [27, 32]. Инфицированность необработанных семян кормовых бобов комплексом возбудителей составляла 57,1–77,0 %, доминировал на семенах альтернариоз – 16,0–22,0 %. Протравитель Скарлет, МЭ¹ (0,4 л/т) снижал развитие грибов рода *Alternaria* до 2,0–7,0 %. Биологический препарат Фунгилекс, Ж² (8,0–10,0 л/т) также проявил высокую ингибирующую активность в подавлении грибов рода *Alternaria* (до 3,5–14,5 %) (табл. 1) [19, 27].

Зараженность семян грибами рода *Fusarium* в варианте с применением препарата Скарлет, МЭ (0,4 л/т) снижалась до 1,0–4,0 %, препарата Фунгилекс, Ж в норме расхода 8,0 л/т – 2,0–4,5 %, в норме расхода 10,0 л/т – 2,0–4,0 %, тогда как в варианте без обработки (контроль) инфицированность семян варьировала от 13,0 до 17,0 %. Инфицированность семян грибом *B. fabae* составляла 4,5–6,5 %.

В условиях 2019 г. высокую ингибирующую активность в подавлении гриба *B. fabae* обеспечивал биологический препарат Фунгилекс, Ж (8,0–10,0 л/т) – было отмечено полное подавление возбудителя, тогда как в варианте с применением препарата Скарлет, МЭ зараженность семян не превышала 1,0 %.

¹ Скарлет, МЭ // Пестициды.by. URL: <https://www.pesticides.by/protraviteli/skarlet-me> (дата доступа: 26.02.2022).

² Препарат биологический Фунгилекс, Ж // Пестициды.by. URL: <https://www.pesticides.by/biopreparaty/preparat-biologicheskij-fungileks-zh> (дата доступа: 26.02.2022).

Таблица 1. Влияние предпосевной обработки на инфицированность семян кормовых бобов, лабораторный опыт, Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси

Table 1. Impact of presowing treatment on infection of faba beans seeds, laboratory experiment, Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus

Вариант	Общая	Инфицированность семян грибами, %			
		в том числе			
		<i>Alternaria</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>B. fabae</i>	Прочие
2019 г.					
Контроль	77,0	22,0	17,0	6,5	31,5
Скарлет, МЭ – 0,4 л/т (эталон)	21,5	7,0	1,0	1,0	12,5
Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т	28,0	14,5	2,0	0,0	11,5
Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т	23,5	14,0	2,0	0,0	7,5
2020 г.					
Контроль	59,5	16,0	13,0	4,5	26,0
Скарлет, МЭ – 0,4 л/т (эталон)	10,0	2,0	4,0	1,0	3,0
Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т	16,0	6,0	4,5	1,0	4,5
Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т	14,5	5,5	4,0	1,0	4,0
2021 г.					
Контроль	57,1	16,0	14,0	5,1	22,0
Скарлет, МЭ – 0,4 л/т (эталон)	10,5	3,0	2,5	1,0	2,0
Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т	12,5	4,0	3,5	1,5	2,5
Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т	11,0	3,5	3,5	1,0	2,0

Примечание. Прочие – *Penicillium* spp., *Mucor* spp., *Rhizopus* spp., *Cladosporium* spp., *Aspergillus* spp.

Необходимо отметить, что во все годы исследований биологический препарат Фунгилекс, Ж (8,0–10,0 л/т) не уступал, а в отношении некоторых патогенов превосходил в эффективности химический протравитель Скарлет, МЭ (0,4 л/т).

В лабораторных опытах предпосевная обработка семян протравителем Скарлет, МЭ в норме расхода 0,4 л/т способствовала повышению всхожести на 2,0 %, в вариантах с применением биологического препарата Фунгилекс, Ж в нормах расхода 8,0 и 10,0 л/т – на 1,5 и 1,8 % соответственно при всхожести в контрольном варианте 93,0 % (табл. 2).

Таблица 2. Влияние предпосевной обработки на всхожесть семян кормовых бобов, Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси, 2019–2021 гг.

Table 2. Impact of presowing treatment on germination of faba beans seeds, Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus, 2019–2021

Вариант	Лабораторная всхожесть, %	Полевая всхожесть, %
Контроль	93,0	87,0
Скарлет, МЭ – 0,4 л/т (эталон)	95,0	91,0
Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т	94,5	92,1
Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т	94,8	92,3

Полевая всхожесть семян кормовых бобов была несколько ниже, чем лабораторная, что объясняется загниванием семян в почве под воздействием патогенных микроорганизмов при неблагоприятных погодных условиях в период «посев – всходы» (ВВСН 00–09) культуры. Установлено, что биологический препарат Фунгилекс, Ж в нормах расхода 8,0 и 10,0 л/т обеспечивал повышение полевой всхожести на 5,0 и 5,3 % соответственно, что было выше, чем при применении протравителя Скарлет, МЭ в норме расхода 0,4 л/т.

В полевых опытах в период «всходы – развитие листьев» (ВВСН 01–19) кормовых бобов отмечалось поражение альтернариозом (*Alternaria* spp.). На листьях образовывались мелкие темно-

Таблица 3. Биологическая эффективность предпосевной обработки семян в снижении развития болезней в посевах кормовых бобов, полевой опыт, Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси

Table 3. Biological efficiency of presowing seed treatment in reducing the development of diseases in faba beans, field experiment, Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus

Вариант	2019 г.		2020 г.		2021 г.	
	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %
<i>Альтернариоз (Alternaria spp.)</i>						
Контроль	3,2	—	7,6	—	6,5	—
Скарлет, МЭ – 0,4 л/т (эталон)	1,0	68,8	1,2	84,2	1,3	80,0
Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т	1,6	50,0	2,0	73,7	1,7	73,8
Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т	1,2	62,5	1,8	76,3	1,6	77,8
<i>Фузариоз (Fusarium spp.)</i>						
Контроль	6,0	—	2,2	—	4,8	—
Скарлет, МЭ – 0,4 л/т (эталон)	2,4	60,0	0,8	63,6	1,8	62,5
Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т	2,8	53,3	1,2	45,5	2,5	47,9
Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т	2,6	56,7	1,0	54,5	2,1	56,3

Примечание. Учет проведен в фазе стеблевания (ВВСН 35 – видно 5-е растянутое междоузлие); R – развитие; БЭ – биологическая эффективность.

коричневые пятнышки, в основном с желтой каймой (*A. alternata*) или без нее (*A. tenuissima*) [19]. В зависимости от года исследований биологическая эффективность протравителя Скарлет, МЭ в норме расхода 0,4 л/т колебалась от 68,8 до 84,2 %. Снижение пораженности болезнями в вариантах Фунгилекс, Ж (8,0 и 10,0 л/т) составляла 50,0–73,8 и 62,5–77,8 % соответственно и незначительно уступала протравителю Скарлет, МЭ (0,4 л/т) (табл. 3).

Опасным заболеванием кормовых бобов является фузариоз (*Fusarium spp.*) [19]. Болезнь проявлялась в период «всходы – развитие листьев» (ВВСН 01–19) в виде почернения и загнивания корней и основания стебля. Против фузариозной корневой гнили биологическая эффективность протравителя Скарлет, МЭ (0,4 л/т) составила 60,0–63,6 %, препарата Фунгилекс, Ж (8,0 и 10,0 л/т) – 45,5–53,3 и 54,5–56,7 % соответственно.

Предпосевная обработка семян биопрепаратом Фунгилекс, Ж (8,0–10,0 л/т) оказала положительное влияние на формирование отдельных элементов структуры урожайности кормовых бобов. Отмечено увеличение числа плодоносящих узлов до 7,1–7,3 шт./растение, количества бобов на растении до 10,1–10,3 шт., количества семян в бобе до 2,9 шт., массы 1000 зерен до 421,0–421,5 г, что превышало показатели структуры урожайности в контроле и несущественно отличалось от варианта Скарлет, МЭ (0,4 л/т) (табл. 4).

Таблица 4. Влияние предпосевной обработки семян на элементы структуры урожайности кормовых бобов, полевой опыт, Институт защиты растений Национальной академии наук, 2019–2021 гг.

Table 4. Impact of presowing seed treatment on structural elements of faba beans yield, field experiment, Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus, 2019–2021

Вариант	Число плодоносящих узлов, шт./растение	Количество бобов на растении, шт.	Количество семян в бобе, шт.	Масса 1000 зерен, г
Контроль	6,2	9,8	2,8	420,9
Скарлет, МЭ – 0,4 л/т (эталон)	7,4	10,4	2,9	421,2
Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т	7,1	10,1	2,9	421,0
Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т	7,3	10,3	2,9	421,5

Таким образом, в посевах кормовых бобов применение биологического препарата Фунгилекс, Ж в сравнении с химическим протравителем Скарлет, МЭ (0,4 л/т) обеспечивает эффективную защиту культуры от комплекса фитопатогенов до фазы полного стеблевания (ВВСН 35), способствует повышению урожайности культуры и снижению пестицидной нагрузки на агробиоценоз.

Влияние микробиологических препаратов Ресойлер, Ж и Фунгилекс, Ж на урожайность зерна кормовых бобов.

Предпосевная обработка семян имеет ограниченный срок защитного действия, а поражение растений болезнями происходит на протяжении всего периода вегетации. По мнению Д. В. Войтки и др. [33], обработка почвы перед посевом зерновых культур инокулянтом микробиологическим Ресойлер, Ж¹ обеспечивает не только оздоровление почвы и повышение продуктивности культуры, но и защищает посевы от комплекса болезней.

В наших исследованиях внесение в почву инокулянта микробиологического Ресойлер, Ж² оказало влияние на динамику линейного роста надземной части растений кормовых бобов. Отмечено, что в фазе окончания налива зерна нижних ярусов культуры в вариантах с препаратом Ресойлер, Ж (6,0 и 8,0 л/га) высота растений была выше контроля на 4,9 и 5,8 см соответственно. В варианте опыта с применением биологического препарата Фунгилекс, Ж в нормах расхода 8,0 и 10,0 л/т на фоне обработки почвы инокулянтом микробиологическим Ресойлер, Ж в норме расхода 6,0 и 8,0 л/га отмечено максимальное увеличение высоты растений кормовых бобов до 127,3–127,9 см (табл. 5).

Таблица 5. Биометрические показатели растений кормовых бобов в зависимости от применения препаратов, полевой опыт, Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси, 2019–2021 гг.

Table 5. Biometrical indicators of faba beans plants in relation to the application of preparations, field experiment, Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus, 2019–2021

Вариант	Высота растений, см	Масса надземной части, ц/га	Отклонение к контролю	
			ц/га	%
Фаза окончания налива зерна нижних ярусов культуры				
Контроль	121,4	382,4	—	—
Ресойлер, Ж – 6,0 л/га	126,3	395,1	12,7	3,2
Ресойлер, Ж – 8,0 л/га	127,2	396,3	13,9	3,5
Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т + Ресойлер, Ж – 6,0 л/га	127,4	397,3	14,9	3,8
Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т + Ресойлер, Ж – 8,0 л/га	127,6	396,4	14,0	3,5
Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т + Ресойлер, Ж – 6,0 л/га	127,9	396,1	13,7	3,5
Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т + Ресойлер, Ж – 8,0 л/га	127,3	396,7	14,3	3,6

Применение биологического препарата Фунгилекс, Ж (8,0–10,0 л/т) на фоне инокулянта микробиологического Ресойлер, Ж (6,0–8,0 л/га) способствовало повышению массы надземной части кормовых бобов на 13,7–14,9 ц/га, или на 3,5–3,8 %. В целом можно констатировать положительное влияние микробиологических препаратов Ресойлер, Ж и Фунгилекс, Ж на биометрические показатели растений кормовых бобов, что в последующем предопределяло повышение их семенной продуктивности.

В посевах кормовых бобов, помимо ростостимулирующего действия инокулянта микробиологического Ресойлер, Ж, отмечено снижение развития фузариозной корневой гнили (*Fusarium* spp.). Установлено, что в 2019 г. биологическая эффективность инокулянта микробиологического Ресойлер, Ж в нормах расхода 6,0 и 8,0 л/га была на невысоком уровне и составила 43,5 и 45,7 % соответственно, что связано с засушливыми погодными условиями на начальном этапе онтогенеза кормовых бобов и неблагоприятными гидротермическими факторами для активности действующего начала микробиологического препарата (табл. 6).

В дальнейших исследованиях 2020–2021 гг. эффективность была несколько выше и варьировала от 62,7 до 70,6 % при депрессивном (4,6–6,8 %) характере развития болезни в вариантах без применения микробиологических препаратов.

¹ Инокулянт микробиологический «Ресойлер», Ж // Пестициды.by. URL: <https://www.pesticidy.by/regulatory-rosta-rastenij/inokulyant-mikrobiologicheskij-resojler-zh> (дата доступа: 26.02.2022).

² Дополнение к Государственному реестру средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь // Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений. URL: https://www.ggiskzr.by/archive/inspection_protection-plants/Дополнение%20декабрь%202020.pdf (дата доступа: 26.02.2022).

Таблица 6. Биологическая эффективность препарата Ресойлер, Ж в снижении развития фузариозной корневой гнили в посевах кормовых бобов, полевой опыт, Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси

Table 6. Biological efficiency of preparation Resoiler, L in reducing the development of fusarium root rot in faba beans, field experiment, the Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus

Вариант	2019 г.		2020 г.		2021 г.	
	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %
Контроль	4,6	—	5,1	—	6,8	—
Ресойлер, Ж – 6,0 л/га	2,6	43,5	1,9	62,7	2,1	69,1
Ресойлер, Ж – 8,0 л/га	2,5	45,7	1,8	64,7	2,0	70,6

Примечание. Учет проведен в фазе полного стеблевания (ВВСН 35 – видно 5-е растянутое междоузлие); R – развитие; БЭ – биологическая эффективность.

В 2019–2021 гг. при применении биологического препарата Фунгилекс, Ж в комплексе с обработкой почвы микробиологическим инокулянт Ресойлер, Ж установлено подавление развития альтернариоза от 70,2–78,4 до 88,7–90,1 %, фузариозной корневой гнили от 65,2–67,4 до 76,5–79,4 % (табл. 7). Необходимо отметить, что при дальнейших учетах развития болезней отмечено снижение ингибирующего эффекта биологических препаратов. Таким образом, применение инокулянта микробиологического Ресойлер, Ж в нормах расхода 6,0 и 8,0 л/га с посевом семян, обработанных биологическим препаратом Фунгилекс, Ж в нормах расхода 8,0 и 10,0 л/т в различных комбинациях, позволяет сдерживать развитие альтернариоза и фузариоза до фазы полного стеблевания культуры (ВВСН 35). Фитотоксического действия на растения кормовых бобов биологические препараты не оказывали.

Таблица 7. Биологическая эффективность препаратов Фунгилекс, Ж и Ресойлер, Ж в снижении развития болезней в посевах кормовых бобов, полевой опыт, Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси

Table 7. Biological efficiency of preparations Fungilex, L and Resoiler, L in reducing the development of diseases in faba beans, field experiment, Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus

Вариант	2019 г.		2020 г.		2021 г.	
	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %
<i>Альтернариоз (Alternaria spp.)</i>						
Контроль	3,7	—	5,8	—	7,1	—
Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т + Ресойлер, Ж – 6,0 л/га	1,1	70,2	1,2	79,3	0,8	88,7
Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т + Ресойлер, Ж – 8,0 л/га	0,9	75,6	1,0	82,8	0,7	90,1
Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т + Ресойлер, Ж – 6,0 л/га	0,9	75,6	0,9	84,5	0,7	90,1
Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т + Ресойлер, Ж – 8,0 л/га	0,8	78,4	0,9	84,5	0,7	90,1
<i>Фузариоз (Fusarium spp.)</i>						
Контроль	4,6	—	5,1	—	6,8	—
Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т + Ресойлер, Ж – 6,0 л/га	1,6	65,2	1,2	76,5	1,6	76,5
Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т + Ресойлер, Ж – 8,0 л/га	1,5	67,4	1,1	78,4	1,5	77,9
Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т + Ресойлер, Ж – 6,0 л/га	1,5	67,4	1,0	80,4	1,5	77,9
Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т + Ресойлер, Ж – 8,0 л/га	1,5	67,4	1,0	80,4	1,4	79,4

Примечание. Учет проведен в фазе полного стеблевания (ВВСН 35 – видно 5-е растянутое междоузлие); R – развитие; БЭ – биологическая эффективность.

Анализ элементов структуры урожайности показал, что за счет применения инокулянта микробиологического Ресойлер, Ж в нормах расхода 6,0 и 8,0 л/га увеличилось количество плодоносящих узлов на 1,0 и 1,2 шт/растение и количество бобов на растении на 0,3 и 0,4 шт. относительно контрольного варианта соответственно (табл. 8).

Таблица 8. Влияние биологических препаратов на элементы структуры урожайности зерна кормовых бобов, полевой опыт, Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси, 2019–2021 гг.

Table 8. Impact of biological preparations on the structural elements of faba beans yield, field experiment, Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus, 2019–2021

Вариант	Число плодоносящих узлов, шт/растение	Количество бобов на растении, шт.	Количество семян в бобе, шт.	Масса 1000 зерен, г
Контроль	6,2	9,8	2,8	420,9
Ресойлер, Ж – 6,0 л/га	7,2	10,1	2,9	421,2
Ресойлер, Ж – 8,0 л/га	7,4	10,2	2,9	421,5
Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т + Ресойлер, Ж – 6,0 л/га	7,6	10,3	2,9	422,6
Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т + Ресойлер, Ж – 8,0 л/га	7,6	10,3	2,9	422,1
Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т + Ресойлер, Ж – 6,0 л/га	7,7	10,4	2,9	422,5
Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т + Ресойлер, Ж – 8,0 л/га	7,8	10,5	2,9	422,2

Таблица 9. Хозяйственная эффективность применения микробиологических препаратов в технологии возделывания кормовых бобов, полевой опыт, Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси, 2019–2021 гг.

Table 9. Economic efficiency of the application of microbiological preparations in the technology of faba beans cultivation, field experiment, Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus, 2019–2021

Вариант	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га*	Затраты на защиту, руб/га**	Чистый доход, руб/га
Контроль***	36,5	—	—	—
<i>Опыт 1</i>				
Скарлет, МЭ – 0,4 л/т (эталон)	40,3	3,8	15,5	198,9
Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т	39,3	2,8	26,7	131,3
Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т	39,5	3,0	31,8	137,5
<i>Опыт 2</i>				
Ресойлер, Ж – 6,0 л/га	39,5	3,0	29,8	139,5
Ресойлер, Ж – 8,0 л/га	39,8	3,3	35,0	151,2
Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т + Ресойлер, Ж – 6,0 л/га	41,6	5,1	56,2	231,5
Фунгилекс, Ж – 8,0 л/т + Ресойлер, Ж – 8,0 л/га	41,9	5,4	61,3	243,4
Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т + Ресойлер, Ж – 6,0 л/га	41,8	5,3	61,3	237,7
Фунгилекс, Ж – 10,0 л/т + Ресойлер, Ж – 8,0 л/га	42,1	5,6	66,4	249,5

Примечание. НСР_{0,5} 2019 г. – 2,5 ц/га; 2020 г. – 2,7 ц/га; 2021 г. – 2,4 ц/га.

* Стоимость сохраненного урожая зерна кормовых бобов приведена в пересчете на содержание кормовых единиц в 100 кг сухого вещества [34, 35]. В дальнейшем путем перевода на цену 1 т молока высшего сорта = 811,77 руб. (по состоянию на декабрь 2021 г.).

** В затраты вошли: стоимость препаратов для предпосевной обработки семян по предоплате, затраты на предпосевную обработку семян – 20,8 руб/т, затраты на внесение инокулянта микробиологического Ресойлер, Ж (300 л/га рабочего раствора) – 13,3 руб/га, затраты на уборку, перевозку и доработку сохраненного урожая – 0,53 руб/ц [36].

*** Урожайность в варианте контроль, ц/га.

Посев семян, обработанных биологическим препаратом Фунгилекс, Ж (8,0 и 10,0 л/т), на фоне опрыскивания почвы инокулянт микробиологическим Ресойлер, Ж (6,0 и 8,0 л/га) обеспечил повышение количества плодоносящих узлов и бобов на растении до 7,6–7,8 шт/растение. Во всех вариантах опыта количество семян в бобе было незначительно выше – 2,9 шт., чем в контроле, – 2,8 шт. Показатели массы 1000 зерен были на уровне 421,2–422,5 г относительно варианта без обработки – 420,9 г.

Описание хозяйственной эффективности изучаемых препаратов. Оценка хозяйственной эффективности микробиологических препаратов в технологии защиты кормовых бобов показала, что за счет предпосевной обработки семян препаратом Фунгилекс, Ж в нормах расхода 8,0 и 10,0 л/т сохранено соответственно 2,8 и 3,0 ц/га относительно варианта без обработки, что незначительно ниже, чем в варианте опыта с применением протравителя Скарлет, МЭ (0,4 л/т) – 3,8 ц/га. Разница в хозяйственной эффективности между вариантами Фунгилекс, Ж (8,0 и 10,0 л/т) была несуще-

ственной. Повышение семенной продуктивности растений и посева в целом обеспечивалось за счет большего числа завязавшихся плодов на растении, а также увеличения массы семян с растения к уборке (табл. 9).

Расчеты хозяйственной эффективности инокулянта микробиологического Ресойлер, Ж в нормах расхода 6,0 и 8,0 л/га показали, что за счет его применения достоверно сохранено 3,1 и 3,6 ц/га зерна кормовых бобов соответственно. Разница в хозяйственной эффективности между вариантами Ресойлер, Ж (6,0 и 8,0 л/га) была незначительной. Комбинация сочетаний биологического препарата Фунгилекс, Ж в нормах расхода 8,0 и 10,0 л/т с обработкой почвы инокулянт микробиологическим Ресойлер, Ж в нормах расхода 6,0 и 8,0 л/га способствовала максимальному сохранению зерна кормовых бобов – 5,1–5,6 ц/га.

Несмотря на более высокие затраты на защиту, предпосевная обработки семян кормовых бобов препаратом Фунгилекс, Ж в комбинации с обработкой почвы инокулянт микробиологическим Ресойлер, Ж обеспечила максимальный чистый доход 231,5–249,5 руб/га, что на 32,6–50,6 руб/га выше по сравнению с протравителем Скарлет, МЭ (0,4 л/т).

Заключение. Предпосевная обработка семян кормовых бобов биологическим препаратом Фунгилекс, Ж (8,0 и 10,0 л/т) способствовала снижению развития грибов рода *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *B. fabae*, а также повышению лабораторной и полевой всхожести, что несущественно отличалось по эффективности от протравителя Скарлет, МЭ (0,4 л/т). Максимальная биологическая эффективность препарата Фунгилекс, Ж (8,0–10,0 л/т) сохранялась до фазы полного стеблевания (ВВСН 35) и составляла против альтернариоза 73,8–77,8 %, фузариоза – 53,3–56,7 %, что позволило сохранить 2,8–3,0 ц/га семян относительно варианта без обработки.

Опрыскивание почвы перед посевом кормовых бобов инокулянт микробиологическим Ресойлер, Ж (6,0–8,0 л/га) (*Trichoderma* sp. L-3 и *Trichoderma* sp. L-6) позволяет снизить развитие фузариозной корневой гнили до фазы полного стеблевания культуры (ВВСН 35) до 69,1–70,6 %, повысить семенную продуктивность культуры на 3,1–3,6 ц/га относительно контроля.

Предпосевная обработка семян кормовых бобов препаратом Фунгилекс, Ж (8,0 и 10,0 л/т) в сочетании с внесением в почву инокулянта микробиологического Ресойлер, Ж (6,0 и 8,0 л/га) обеспечивает до фазы полного стеблевания культуры (ВВСН 35) снижение развития альтернариоза до 88,7–90,1 %, фузариоза до 76,5–79,4 %, нарастание надземной части растений на 3,5–3,8 %, достоверное сохранение 5,1–5,6 ц/га зерна и получение максимального чистого дохода 231,5–249,5 руб/га, что на 32,6–50,6 руб/га выше по сравнению с протравителем Скарлет, МЭ (0,4 л/т). Последующие учеты, проведенные в фазе конец стеблевания – начало бутонизации культуры (ВВСН 39–51) во всех вариантах опытов, указывают на снижение защитного действия препарата.

На основании результатов исследований препарат биологический Фунгилекс, Ж и инокулянт микробиологический Ресойлер, Ж включены в Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь на кормовых бобах со следующими регламентами: предпосевная обработка семян культуры биологическим препаратом Фунгилекс, Ж в нормах расхода 8,0–10,0 л/т, расход рабочей жидкости 10 л/т; опрыскивание почвы перед посевом инокулянт микробиологическим Ресойлер, Ж в нормах расхода 6,0–8,0 л/га, расход рабочей жидкости 300 л/га.

Использование биологических препаратов позволяет снизить пестицидную нагрузку на культуру, защитить растения от болезней и обеспечить получение экологически чистой продукции. Результаты исследований могут широко применяться в сельском хозяйстве.

Благодарности. Исследования выполнены в рамках ГПНИ «Качество и эффективность агропромышленного производства», подпрограмма «Сохранение и повышение плодородия почв» № 20190306; ГНТП «Агропромкомплекс – развитие агропромышленного комплекса» № 20213757; грантового финансирования Национальной академии наук Беларуси аспирантам, докторантам, соискателям на выполнение НИР в 2021 году по договору № 2021-31-190 от 1 апреля 2021 г., № 20212308.

Acknowledgments. The research has been carried out in the framework of the State Research Program “Quality and Efficiency of Agro-Industrial Production”, subprogram “Preservation and Increase of Soil Fertility” no. 20190306; State Scientific and Technical Program “Agro-industrial complex – Development of Agro-Industrial Complex” no. 20213757; grant financing of the National Academy of Sciences of Belarus for PhD students for research and development in 2021 under the agreement no. 2021-31-190 of April 1, 2021, no. 20212308.

Список использованных источников

1. Привалов, Ф. И. Стратегия развития кормопроизводства до 2020 года / Ф. И. Привалов // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1 (110). – С. 6–8.
2. Заяц, Л. К. Решение проблем производства кормового белка – важнейший резерв укрепления аграрной экономики / Л. К. Заяц // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1 (110). – С. 3–5.
3. Шлапунов, В. Н. Кормовое поле Беларуси: состояние и резервы / В. Н. Шлапунов, Т. Н. Лукашевич // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2016. – Вып. 52. – С. 165–171.
4. Кукреш, Л. Потенциал бобовых культур как основа решения проблемы кормового белка / Л. Кукреш, Н. Купцов // Аграр. экономика. – 2007. – № 4. – С. 35–36.
5. Шлапунов, В. Н. Резервы производства белка из однолетних кормовых культур / В. Н. Шлапунов, Т. Н. Лукашевич, Н. Н. Зенькова // Проблемы дефицита растительного белка и пути его решения : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 13–15 июля 2006 г., Жодино / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т земледелия и селекции НАН Беларуси ; редкол.: М. А. Кадыров [и др.]. – Минск, 2006. – С. 252–258.
6. Казанцева, И. Л. Перспективные направления развития переработки зернобобовой культуры нут в Саратовской области / И. Л. Казанцева, С. Н. Бутова // Аграр. Россия. – 2016. – № 11. – С. 30–34.
7. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 1 марта 2021 г., № 59 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/C22100059_1612904400.pdf. – Дата доступа: 10.04.2021.
8. Запрудский, А. А. Биологическая и хозяйственная оценка сортов кормовых бобов в условиях центральной части Беларуси / А. А. Запрудский // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2021. – № 2. – С. 85–89.
9. Uprawa bobiku na nasiona / Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Karniowicach. – Karniowice : [s. n.], 1994. – 10 s.
10. Фитосанитарное состояние агроценозов кормовых бобов в Республике Беларусь / А. А. Запрудский [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 5 (138). – С. 28–31.
11. Лихачев, А. Н. Грибы рода *Botrytis* Micheli (Fungi, Deuteromycota): биология, экология, микроэволюция : дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.24 / А. Н. Лихачев. – М., 2000. – 350 л.
12. Куркина, Ю. Н. Грибные болезни бобов / Ю. Н. Куркина // Защита и карантин растений. – 2008. – № 10. – С. 41–42.
13. Защита кормовых бобов от вредных организмов в Республике Беларусь / А. А. Запрудский [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 1 (37). – С. 37–46. <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-1-37-46>
14. Перспективы биологического контроля численности вредной энтомофауны в посевах озимого рапса / А. В. Рожнов [и др.] // Защита растений : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Несвиж, 2013. – Вып. 37. – С. 179–185.
15. Эль-Фар, И. А. Э. Р. Формирование и редукция органов плодоношения кормовых бобов в зависимости от условий возделывания : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / И. А. Э. Р. Эль-Фар ; Белорус. с.-х. акад. – Горки, 1991. – 24 с.
16. Технологические основы процессов использования средств защиты растений / В. А. Вялых [и др.]. – Ростов н/Д : Терра Принт, 2007. – 279 с.
17. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями = Насенне сельскагаспадарчых культур. Метады вызначэння заражанасці хваробамі : ГОСТ 12044-93. – Взамен ГОСТ 12044-81 ; введ. РБ 01.01.96. – Минск : Госстандарт, 2013. – 55 с.
18. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. С. Ф. Буга. – Несвиж : Несвиж. укрп. тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.
19. Мероприятия по защите бобов кормовых от болезней в условиях Беларуси : рекомендации / А. А. Запрудский [и др.]. – Минск : Колорград, 2020. – 37 с.
20. Куркина, Ю. Н. Фузариоз бобов / Ю. Н. Куркина // Защита и карантин растений. – 2009. – № 10. – С. 35–36.
21. Куркина, Ю. Н. «Красная» пятнистость листьев бобов / Ю. Н. Куркина // Защита и карантин растений. – 2013. – № 7. – С. 44–46.
22. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т кормов ; ред.: Ю. К. Новоселов, Г. Д. Харьков, Н. С. Шеховцова. – 2-е изд. – М. : [б. и.], 1987. – 197 с.
23. Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen / Biol. Bundesanstalt für Land- u. Forstwirtschaft ; ed. U. Meier. – Berlin : Blackwell, 1997. – 622 S.
24. Супранович, Р. В. Определитель фаз развития однодольных и двудольных растений по шкале BBCH / Р. В. Супранович, С. В. Сорока, Л. И. Сорока. – Минск : Колорград, 2016. – 100 с.
25. Растениеводство. Полевая практика : учеб. пособие / Д. И. Мельничук [и др.] ; ред. Д. И. Мельничук. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 296 с.
26. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1979. – 416 с.
27. Роль протравителей семян в защите кормовых бобов от болезней / А. А. Запрудский [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 4 (137). – С. 38–41.
28. El-Dabaa, M. A. T. Field application of *Clethodim* herbicide combined with *Trichoderma* spp. for controlling weeds, root knot nematodes and *Rhizoctonia* root rot disease in two faba bean cultivars / M. A. T. El-Dabaa, H. Abd-El-Khair, W. M. A. El-Nagdi // J. of Plant Protection Research. – 2019. – Vol. 59, № 2. – P. 255–264. <https://doi.org/10.24425/jppr.2019.129287>

29. Abdel-Kader, M. M. Essential oils and *Trichoderma harzianum* as an integrated control measure against faba bean root rot pathogens / M. M. Abdel-Kader, N. S. El-Mougy, S. M. Lashin // *J. of Plant Protection Research*. – 2011. – Vol. 51, № 3. – P. 306–313. <https://doi.org/10.2478/v10045-011-0050-8>
30. Нехведович, С. И. Влияние предпосевной обработки семян на распространенность и развитие болезней льна масличного / С. И. Нехведович, Д. В. Войтка // *Земледелие и растениеводство*. – 2021. – № 6 (139). – С. 35–39.
31. Поплавская, Н. Г. Биологический препарат Фунгилекс, ж. в защите овса от болезней / Н. Г. Поплавская // *Инновационные экологически безопасные технологии защиты растений : материалы Междунар. науч. конф.*, 24–25 сент. 2015 г. / Каз. науч.-исслед. ин-т защиты и карантина растений. – Алматы, 2015. – С. 436–441.
32. Ходенкова, А. М. Биологический контроль альтернариоза в посевах подсолнечника масличного и бобов кормовых / А. М. Ходенкова, Е. С. Белова, А. А. Запрудский // *Биологический метод защиты растений: достижения и перспективы : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Одесса, 1–5 окт. 2018 г.) / Нац. акад. аграр. наук Украины, Инженер.-технол. ин-т «Биотехника»*. – Одесса, 2018. – С. 314–318.
33. Войтка, Д. В. Эффективность микробиологического инокулянта Ресойлер в оздоровлении почвы и повышении продуктивности пшеницы яровой / Д. В. Войтка, Е. К. Юзефович, А. В. Бородич // *Инновационные разработки АПК: резервы снижения затрат и повышения качества продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (12–13 июля 2018 г., аг. Тулово) / Нац. акад. наук Беларуси, Витеб. зон. ин-т сел. хоз-ва ; ред.: О. И. Борисенок [и др.]*. – Минск, 2018. – С. 99–102.
34. Нормативы для учета питательности заготавливаемых кормов / Н. Ф. Надточаев [и др.] // *Белорус. сел. хоз-во*. – 2009. – № 5. – С. 18–23.
35. Новая система оценки кормов в ГДР / М. Бейер [и др.] ; пер. с нем. Г. Н. Мирошниченко. – М. : Колос, 1974. – 248 с.
36. Информация о ценах на средства защиты для растений на 2021 год [Электронный ресурс] // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/ceny/market/bdc3ceb6e3f272e9.html>. – Дата доступа: 12.02.2022.

References

1. Privalov F. I. Strategy for the development of fodder production until 2020. *Zemledelie i zashchita rastenii = Agriculture and Plant Protection*, 2017, no. 1 (110), pp. 6–8 (in Russian).
2. Zayats L. K. Solving the problems of feed protein production is the most important reserve strengthening the agricultural economy. *Zemledelie i zashchita rastenii = Agriculture and Plant Protection*, 2017, no. 1 (110), pp. 3–5 (in Russian).
3. Shlapunov V. N., Lukashevich T. N. Fodder field in Belarus: state and resources. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi: sbornik nauchnykh trudov* [Arable Farming and Plant Breeding in Belarus: collection of scientific papers]. Zhodino, 2016, iss. 52, pp. 165–171 (in Russian).
4. Kukresh L., Kuptsov N. The potential of leguminous crops as the basis for solving the feed protein problem. *Agrarnaya ekonomika = Agrarian Economics*, 2007, no. 4, pp. 35–36 (in Russian).
5. Shlapunov V. N., Lukashevich T. N., Zen'kova N. N. Protein production reserves from annual forage crops. *Problemy defitsita rastitel'nogo belka i puti ego resheniya: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, 13–15 iyulya 2006 g., Zhodino* [Problems of plant protein deficiency and solutions: proceedings of the International scientific and practical conference, July 13–15, 2006, Zhodino]. Minsk, 2006, pp. 252–258 (in Russian).
6. Kazantseva I. L., Butova S. N. Perspective directions of development of processing legumes chickpeas in the Saratov oblast'. *Agrarnaya Rossiya = Agrarian Russia*, 2016, no. 11, pp. 30–34 (in Russian).
7. On the State Programme “Agrarian Business” for 2021–2025: resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus, March 1, 2021, no. 59. *National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus*. Available at: https://pravo.by/upload/docs/op/C22100059_1612904400.pdf (accessed 10.04.2021) (in Russian).
8. Zaprudskii A. A. Biological and economic assessment of fodder legume varieties in the conditions of the central part of Belarus. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy*, 2021, no. 2, pp. 85–89 (in Russian).
9. Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Karniowicach. *Uprawa bobiku na nasiona* [Growing horse beans for seeds]. Karniowice, 1994. 10 p. (in Polish).
10. Zaprudsky A. A., Yakovenko A. M., Penyaz E. V., Belova E. S. Phytosanitary condition of fodder bean agrocoenoses in the Republic of Belarus. *Zemledelie i rasteniyevodstvo* [Crop Farming and Plant Growing], 2021, no. 5 (138), pp. 28–31 (in Russian).
11. Likhachev A. N. *Fungi of Botrytis Micheli (Fungi, Deuteromycota): biology, ecology, microevolution*. Moscow, 2000. 350 p. (in Russian).
12. Kurkina Yu. N. Fungal diseases of beans. *Zashchita i karantin rastenii = Plant Protection and Quarantine*, 2008, no. 10, pp. 41–42 (in Russian).
13. Zaprudsky A. A., Yakavenka A. M., Pryvalau D. F., Belova E. S., Penyaz E. V. Fodder beans protection against noxious organisms in the Republic of Belarus. *Zernobobovye i krupnyanye kultury = Legumes and Groat Crops*, 2021, no. 1 (37), pp. 37–46 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-1-37-46>
14. Rozhnov A. V., Bobovich A. N., Zaprudskii A. A., Voitka D. V. Perspectives of noxious entomofauna number biological control in winter rape crops. *Zashchita rastenii: sbornik nauchnykh trudov = Plant Protection: collection of scientific papers*. Nesvizh, 2013, iss. 37, pp. 179–185 (in Russian).

15. El-Far I. A. E. R. *Formation and reduction of fruiting organs of forage beans depending on cultivation conditions*. Gorki, 1991. 24 p. (in Russian).
16. Vyalykh V. A., Alekhin, V. T., Taranov, M. A., Bondarenko, A. M. *Technological bases for applying plant protection means*. Rostov-on-Don, Terra Print Publ., 2007. 279 p. (in Russian).
17. State Standard 12044-93. Seeds of agricultural crops. Methods for determination of disease infestation. Minsk, Gosstandart Publ., 2013. 55 p. (in Russian).
18. Buga S. F. (ed.). *Methodological guidelines for registration trials of fungicides in agriculture*. Nesvizh, Nesvizh Enlarged Printing House n.a. S. Budny, 2007. 511 p. (in Russian).
19. Zaprudskii A. A., Yakovenko A. M., Belova, Privalov D. F. *Measures for protecting forage beans against diseases in the conditions of Belarus*. Minsk, Kolorgrad Publ., 2020. 37 p. (in Russian).
20. Kurkina Yu. N. Fusarium of beans. *Zashchita i karantin rastenii = Plant Protection and Quarantine*, 2009, no. 10, pp. 35–36 (in Russian).
21. Kurkina Yu. N. “Red” leaf spot of beans. *Zashchita i karantin rastenii = Plant Protection and Quarantine*, 2013, no. 7, pp. 44–46 (in Russian).
22. Novoselov Yu. K., Khar'kov G. D., Shekhovtsova N. S. (eds.). *Methodological guidelines for conducting field experiments with fodder crops*. 2nd ed. Moscow, 1987. 197 p. (in Russian).
23. Meier U. (ed.). *Growth stages of mono- and dicotyledonous plants*. Berlin, Blackwell, 1997. 622 p. (in German).
24. Supranovich R. V., Soroka S. V., Soroka L. I. *Identifier of developmental phases of monocotyledonous and dicotyledonous plants on the BBCH scale*. Minsk, Kolorgrad Publ., 2016. 100 p. (in Russian).
25. Mel'nychuk D. I., Mukhametov E. M., Tupikova L. K., Starovoitov M. N., Panasyuga P. I., Vinnikov V. F., Zaprudskii A. A. *Plant production. Field practice*. Minsk, IVTs Minfina Publ., 2013. 296 p. (in Russian).
26. Dospekhov B. A. *Methodology of a field experiment (with the basics of statistical processing of research results)*. 4th ed. Moscow, Kolos Publ., 1979. 416 p. (in Russian).
27. Zaprudsky A. A., Yakovenko A. M., Privalov D. F., Belova E. S. The role of seed dressers in fodder beans protection against the diseases. *Zemledelie i rastenievodstvo [Crop Farming and Plant Growing]*, 2021, no. 4 (137), pp. 38–41 (in Russian).
28. El-Dabaa M. A. T., Abd-El-Khair H., El-Nagdi W. M. A. Field application of Clethodim herbicide combined with *Trichoderma* H. spp. for controlling weeds, root knot nematodes and Rhizoctonia root rot disease in two faba bean cultivars. *Journal of Plant Protection Research*, 2019, vol. 59, no. 2, pp. 255–264. <https://doi.org/10.24425/jppr.2019.129287>
29. Abdel-Kader M. M., El-Mougy N. S., Lashin S. M. Essential oils and *Trichoderma harzianum* as an integrated control measure against faba bean root rot pathogens. *Journal of Plant Protection Research*, 2011, vol. 51, no. 3, pp. 306–313. <https://doi.org/10.2478/v10045-011-0050-8>
30. Nekhvedovich S. I., Voitka D. V. Influence of pre-sowing seed treatments on the extension and development of oil flax diseases. *Zemledelie i rastenievodstvo [Crop Farming and Plant Growing]*, 2021, no. 6 (139), pp. 35–39 (in Russian).
31. Poplavskaya N. G. Biological preparation Fungilex, L. for protection of oats against diseases. *Innovatsionnye ekologicheski bezopasnye tekhnologii zashchity rastenii: materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, 24–25 sentyabrya 2015 g.* [Innovative environmentally friendly technologies of plant protection: proceedings of the International scientific and practical conference, Almaty, September 24–25, 2015]. Almaty, 2015, pp. 436–441 (in Russian).
32. Khodenkova A. M., Belova E. S., Zaprudskii A. A. Biological control of *Alternaria* in oilseed sunflower and fodder bean crops. *Biologicheskii metod zashchity rastenii: dostizheniya i perspektivy: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Odessa, 1–5 oktyabrya 2018 g.)* [Biological method of plant protection: achievements and prospects: proceedings of the International scientific and practical conference, Odessa, October 1–25, 2018]. Odessa, 2018, pp. 314–318 (in Russian).
33. Voitka D. V., Yuzefovich E. K., Borodich A. V. Effectiveness of the microbiological inoculant Resoiler in improving soil health and productivity of spring wheat. *Innovatsionnye razrabotki APK: rezervy snizheniya zatrat i povysheniya kachestva produktov: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (12–13 iyulya 2018 g., ag. Tulovo)* [Innovations of AIC: reserves of cost reduction and product quality increase: materials of the international scientific and practical conference, Tulovo, July 12–13, 2018]. Minsk, 2018, pp. 99–102 (in Russian).
34. Nadtochaev N. F., Shlapunov V. N., Abraskova S. V., Burduk P. I. Standards for recording the nutritional value of harvested fodder. *Belorusskoe sel'skoe khozyaistvo [Belarusian Agriculture]*, 2009, no. 5, pp. 18–23 (in Russian).
35. Beyer M., Chudy A., Hoffmann B., Hoffmann L., Jentsch W., Laube W., Nehring K., Schiemann R. *Das DDR-Futterbewertungssystem* [New feed evaluation system in the GDR]. Berlin, Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1972. 255 p. (in German).
36. Information on the price of plant protection products for 2021. *Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus*. Available at: <https://mshp.gov.by/ceny/market/bdc3ceb6e3f272e9.html> (accessed 02.12.2022) (in Russian).

Информация об авторах

Привалов Федор Иванович – академик, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, генеральный директор Научно-практического центра Национальной академии по земледелию (ул. Тимирязева, 1, 222160, г. Жодино, Республика Беларусь). E-mail: privalov-f@tut.by. <http://orcid.org/0000-0002-5086-7468>

Information about the authors

Fiodor I. Privalov – Academician, D. Sc. (Agriculture), Professor, Director General of the Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Arable Farming (1, Timiryazeva Str., 222160, Zhodino, Republic of Belarus). E-mail: privalov-f@tut.by; <http://orcid.org/0000-0002-5086-7468>

Запрудский Александр Анатольевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор Института защиты растений Национальной академии наук Беларуси (ул. Мира, 2, 223011, аг. Прилуки, Минский район, Минская обл., Республика Беларусь). E-mail: a.zaprudski@mail.ru. <http://orcid.org/0000-0002-7209-4099>

Войтка Дмитрий Владимирович – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией микробиологического метода защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней, Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси (ул. Мира, 2, 223011, аг. Прилуки, Минский район, Минская обл., Республика Беларусь). E-mail: d.voitka@tut.by. <http://orcid.org/0000-0002-4316-3139>

Яковенко Анна Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией кормовых и технических культур, Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси (ул. Мира, 2, 223011, аг. Прилуки, Минский район, Минская обл., Республика Беларусь). E-mail: vacha.ganna@yandex.by. <http://orcid.org/0000-0001-7691-7999>

Привалов Дмитрий Федорович – кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по информационным технологиям, Институт защиты растений Национальной академии наук Беларуси (ул. Мира, 2, 223011, аг. Прилуки, Минский район, Минская обл., Республика Беларусь). E-mail: dmitriyizr@mail.ru. <http://orcid.org/0000-0002-2210-1940>

Alexander A. Zaprudsky – Ph. D. (Agriculture), Associate Professor, Director of the Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus (2, Mira Str., 223011, agro-town Priluky, Minsk District, Minsk Region, Republic of Belarus). E-mail: a.zaprudski@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-7209-4099>

Dmitry V. Voytka – Ph. D. (Biology), Head of the Laboratory of Microbiological Method of Crop Protection from Pests and Diseases, Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus (2, Mira Str., 223011, agro-town Priluky, Minsk District, Minsk Region, Republic of Belarus). E-mail: d.voitka@tut.by; <http://orcid.org/0000-0002-4316-3139>

Anna M. Yakovenko – Ph. D. (Agriculture), Head of the Laboratory of Fodder and Industrial Crops, Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus (2, Mira Str., 223011, agro-town Priluky, Minsk District, Minsk Region, Republic of Belarus). E-mail: vacha.ganna@yandex.by; <http://orcid.org/0000-0001-7691-7999>

Dmitry F. Privalov – Ph. D. (Agriculture), Director Deputy for Information Technology, Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of Belarus (2, Mira Str., 223011, agro-town Priluky, Minsk District, Minsk Region, Republic of Belarus). E-mail: dmitriyizr@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-2210-1940>