

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ/PLANT PROTECTION

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.2.198–206>
УДК 633.367:632.4:632.934



Перспективный фунгицид для защиты люпина узколистного от болезней в период вегетации

© 2024. Л. И. Пимохова, Г. А. Яговенко, Ж. В. Царапнева, Н. В. Мисникова✉

Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени им. В. Р. Вильямса», Брянская обл., Российская Федерация

В статье представлены результаты лабораторного и полевого изучения эффективности фунгицида Протазокс КС (концентрат суспензии) против антракноза и других болезней люпина. Работу проводили в 2020–2022 гг. в условиях Брянской области. Объект изучения – проростки и вегетирующие растения люпина узколистного сорта Витязь. Для определения эффективности защитных и лечебных свойств фунгицида Протазокс КС (азоксистробин + пропиконазол + дифеноконазол, 200 + 125 + 60 г/л) в лабораторных условиях изучали три нормы применения – 0,5; 1,0; 1,5 л/га. Биологическую эффективность оценивали по количеству пораженных проростков, выращенных в бумажно-полиэтиленовых рулонах, в сравнении с контролем (без обработки фунгицидом). Высокую биологическую эффективность защитного и лечебного свойств (98,7 и 97,4 %) против антракноза показала максимально взятая норма применения фунгицида – 1,5 л/га, что соответствует эффективности эталонного фунгицида Колосаль Про при норме 0,4 л/га. В полевом опыте фунгицид Протазокс (1,5 л/га) применяли в посевах люпина в фазы «1-2 пар настоящих листьев» и «бутонизация», действенность фунгицида оценивали в сравнении с контролем без обработки. Биологическая эффективность изучаемого фунгицида против антракноза составила 95,8 %, что на 4,5 % выше эталонного Колосаль Про. К фазе «блестящий боб» количество пораженных антракнозом бобов в варианте с обработкой фунгицидом Протазокс уменьшилось до 1,5 % при 26,5 % в контроле. Поражение растений фузариозом снизилось с 24,6 % в контроле до 12,0 % в варианте с фунгицидом. Распространение на бобах серой и белой гнили сократилось соответственно в 5,0 и 6,7 раза. Сохранность продуктивных растений к уборке повысилась на 41,3 %. При использовании фунгицида Протазокс КС (1,5 л/га) получена существенная прибавка урожайности семян люпина узколистного 0,91 т/га ($HCp_{05} = 0,04$), окупаемость затрат составила 2,56 рубля.

Ключевые слова: *Lupinus angustifolius* L., патогены, антракноз, препарат, эффективность, урожайность

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» (тема № FGGW-2022-0004).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Пимохова Л. И., Яговенко Г. А., Царапнева Ж. В., Мисникова Н. В. Перспективный фунгицид для защиты люпина узколистного от болезней в период вегетации. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024;25(2):198–206. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.2.198–206>

Поступила: 19.02.2024

Принята к публикации: 06.04.2024

Опубликована онлайн: 24.04.2024

A perspective fungicide for protection of narrow-leaved lupin from diseases during the growth season

© 2024. Ludmila I. Pimokhova, German L. Yagovenko, Zhanna V. Tsarapneva, Nadezhda V. Misnikova✉

All-Russian Lupine Scientific Research Institute – branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Bryansk region, Russian Federation

The article presents the laboratory and field tests results for the effectiveness of the fungicide Protazox SC (suspension concentrate) against anthracnose and other lupin diseases. The tests have been done in Bryansk region in 2020–2022. The study objects were seedlings and vegetative plants of the narrow-leaved lupin Vityaz variety. The effectiveness of protective and curative properties of the fungicide Protazox SC (azoxistrobin + prothioconazole + difenoconazole, 200 + 125 + 60 g/l) was tested for 0.5; 1.0 and 1.5 l/ha consumption rates under laboratory conditions. The biological effectiveness was evaluated according to the number of infected seedlings grown in paper-and-plastic rolls compared to the control variant (fungicide free). The maximal rate of the fungicide – 1.5 l/ha – had the highest biological effectiveness of protective and curative properties (98.7 and 97.4 %); this corresponds to the effectiveness of the reference fungicide Kolosal Pro with the using rate of 0.4 l/ha. In a field test the fungicide Protazox at using rate of 1.5 l/ha was applied for lupin crops at the growing stages of “1-2 pairs of true leaves” and “bud formation” of lupin. The fungicide effectiveness was evaluated compared to the control without treatment. Biological effectiveness of the tested fungicide against anthracnose made 95.8 %, it was 4.5 % higher than of the reference

fungicide Kolosal Pro. To the stage of "shiny pod" the number of anthracnose infected pods treated with the fungicide Protazox decreased to 1.5 % compared to 26.5 % in the control variant. Fusarium infection of plants decreased from 24.6 % in the control to 12.0 % in the variant with the fungicide. The spread of gray and white rot on beans decreased by 5.0 and 6.7 times, respectively. The viability of productive plants by the harvesting period increased by 41.3 %. Thanks to the application of the fungicide Protazox SC (1.5 l/ha) the significant narrow-leaved lupin seed yield rise of 0.91 t/ha was obtained (LSD₀₅ = 0.04); the cost recovery was 2.56 rubles.

Keywords: *Lupinus angustifolius* L., pathogens, anthracnose, chemicals, effectiveness, yield

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology (theme No. FGGW-2022-0004).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citations: Pimokhova L. I., Yagovenko G. L., Tsarapneva Zh. V., Misnikova N. V. A perspective fungicide for protection of narrow-leaved lupin to diseases during the growth season. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2024;25(2):198–206. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.2.198-206>

Received: 19.02.2024

Accepted for publication: 06.04.2024

Published online: 24.04.2024

Люпин узколистый (*Lupinus angustifolius* L.) – наиболее скороспелый из всех видов люпина. Для созревания семян сумма активных температур составляет 1600–1700 °С. В областях Нечерноземья, севернее и восточнее г. Москва, люпин является единственной культурой, зерно которой может конкурировать с импортной соей при производстве высокобелковых кормовых добавок и сбалансированных по энергии и протеину объемистых кормов [1, 2, 3]. Содержание сырого протеина в зерне узколистного люпина составляет 34–38 %, в сухом веществе зеленой массы – 17–20 %. Урожайность зерна достигает 3–4 т/га, зеленой массы – 40–60 т/га. Количество жира в сухом веществе зерна составляет 4,06–5,10 %, в зеленой массе – 1,31–1,63 % [3, 4].

Расширение посевных площадей и продуктивность люпина узколистного сдерживается болезнями [5, 6]. Самой вредоносной из них является антракноз. Возбудитель болезни гриб *Colletotrichum lupini* var. *Lupini* поражает все надземные органы растения с образованием в тканях большого количества репродуктивного спороношения. Патоген интенсивно развивается при температуре воздуха 18–25 °С и влажности 80–95 %. Урожайность зерна люпина может снижаться на 40–98 % [5, 6, 7].

На сегодняшний день отсутствуют сорта люпина узколистного с абсолютной устойчивостью к этому грибковому заболеванию.

Большой вред посевам люпина узколистного наносит фузариоз, поражая надземную часть растений и корневую систему. Болезнь вызывается несовершенными грибами из рода *Fusarium* Link. Эпифитотийное развитие болезни наступает при чередовании засушливых погодных условий с обильными осадками, что приводит к заражению растений и их гибели, значительному снижению урожайности люпина [1, 3].

Серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.) – широко распространенное и вредоносное грибковое заболевание люпина во второй половине вегетации. На пораженном стебле и бобах образуется серый мицелий с конидиями гриба. Интенсивность развития заболевания определяется условиями влажности в период вегетации люпина. Потери урожая семян могут варьировать от 18,6 до 26,3 % [3, 6].

Белая гниль (склеротиния) – возбудитель болезни гриб *Sclerotinia sclerotiana* Fuck. Пораженные части растений (стебли, бобы) бледно-зеленого цвета, размягченные, на них развивается белый ватообразный мицелий гриба. Первые признаки поражения склеротинией отмечаются в июне-июле. В теплую погоду и при продолжительных осадках болезнь приобретает массовый характер. Потери урожая семян люпина узколистного в одновидовом посеве могут достигать от 3,0 до 34,7 % [6, 8].

Для получения стабильных урожаев зерна люпина узколистного необходимо применять высокоэффективные средства защиты посевов от комплекса заболеваний и, в первую очередь, от антракноза [1, 6, 9].

В Российской Федерации для защиты посевов люпина разрешено небольшое количество фунгицидов, которые не обладают высокой эффективностью против антракноза – грибкового заболевания. Химические компании по производству средств защиты ежегодно представляют новые фунгициды с высокой эффективностью против широкого спектра возбудителей заболеваний для обработки посевов сельскохозяйственных культур. Одним из них является фунгицид Протазокс, КС (концентрат суспензии). В его состав входит два действующих вещества из триазольной группы – дифеноконазол (60 г/л) и протиоконазол (125 г/л)

и одно из группы стробилуринов – азоксистробин (200 г/л). Данный фунгицид не только защищает посевы от комплекса различных заболеваний, но и продлевает вегетацию растений, что повышает их продуктивность. Протазокс при нормах применения 0,5–1,0 л/га рекомендован для защиты зерновых колосовых культур от широкого спектра болезней¹.

Для защиты посева люпина узколистного этот фунгицид не применялся, поэтому необходимо было изучить его защитные и лечебные свойства против антракноза и других болезней и установить высокоэффективную норму его применения.

Цель исследований – изучить биологическую и продукционную эффективность фунгицида Протазокс против антракноза и других болезней люпина узколистного, установить высокоэффективную норму его применения для включения в технологию возделывания.

Научная новизна – впервые изучено действие фунгицида Протазокс на люпин узколистный, определена высокоэффективная норма его применения против антракноза, других болезней, рост и развитие растений.

Материал и методы. Исследования выполняли в 2020–2022 гг. в лабораторных и полевых условиях ВНИИ люпина – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса». Объект исследований – проростки и вегетирующие растения люпина узколистного сорта Витязь.

В лабораторном опыте для определения эффективности фунгицида Протазокс против антракноза изучали три нормы применения – 0,5; 1,0; 1,5 л/га. Эталон служил зарегистрированный фунгицид Колосаль Про, рекомендованный для применения на люпине нормой 0,4 л/га. Воздействие фунгицидов определяли на проростках, выращенных в бумажно-полиэтиленовых рулонах: защитные свойства – на 4-суточных здоровых, лечебные – на 3-суточных зараженных проростках. В первом случае

здоровые проростки погружали в рабочий раствор фунгицида и возвращали их на рулон. Проростки контрольного варианта погружали в дистиллированную воду. Затем, спустя 30 минут, на проростки во всех вариантах наносили суспензию спор гриба *C. lupini* с титром 5×10^6 . Во втором случае проростки, зараженные антракнозом, погружали в раствор фунгицида и возвращали на рулон. Рулоны с проростками закручивали и помещали обратно в кюветы. Учет поражения проростков антракнозом проводили через 7 суток по морфологическим признакам спороношения в световом микроскопе. Объем выборки проростков на вариант составлял 180 шт. (6 рулонов по 30 шт. проростков)^{2, 3}.

Полевые исследования фунгицида Протазокс проводили при норме применения 1,5 л/га. Опыты закладывали в 4-кратной повторности на делянках площадью 32 м². Почва участка серая лесная легкосуглинистая с содержанием подвижных форм фосфора – 10,8 мг/100 г почвы, обменного калия – 13,1 мг/100 г почвы⁴, гумуса – 2,5 %. Посев люпина узколистного проводили сеялкой СН-16 в первую декаду мая. Норма высева – 1,2 млн всхожих семян/га. Растения люпина фунгицидами обрабатывали в период появления 1-2 пар настоящих листьев и в фазу «бутонизация». Для обработки данных использовали метод дисперсионного анализа⁵. Учет распространения болезней на растениях проводили в период «конец стеблевания - начало цветения» и в фазу «блестящий боб». Возбудителей заболеваний определяли по характерным признакам поражения растений, при необходимости уточнения использовали влажную камеру и световой микроскоп^{6, 7}. Эффективность фунгицида и его влияние на рост растений люпина узколистного изучали в разные фазы развития культуры⁸. Урожай семян определяли с каждой делянки путем сплошного обмолота бобов комбайном «Сампо-500».

¹Каталог продукции химической компании средств защиты растений. М.: ООО «Агро Эксперт Групп», 2021. 30 с.

²Гаджиева Г. И., Гутковская Н. С. Методические указания по определению зараженности семян люпина антракнозом. Минск: РУП «Институт защиты растений», 2013. 20 с.

³Хохряков М. К. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов. Л.: ВИР, 1974. 69 с.

⁴ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. М.: Стандартинформ, 2013. 11 с.

⁵Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

⁶Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений. Пер. с нем. К. В. Попковой, В. А. Шмыгли. М.: Агропромиздат, 1987. 224 с.

⁷Кунгурцева О. В. Методы мониторинга антракноза люпина. СПб.: ВНИИ защиты растений, 2002. 11 с.

⁸Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. СПб, 2009. 378 с.

В период проведения полевых исследований (2020–2022 гг.) погодные условия были благоприятны для развития гриба *Colletotrichum lupini* и многих других патогенов в посевах люпина узколистного.

Вегетационный период 2020 года отличался теплыми и избыточно влажными (ГТК = 2,2) условиями. Май был прохладным и избыточно влажным (ГТК = 4,1). Достаточное количество тепла в июне и июле (20,3 и 18,8 °C) и осадков (104,7 и 75,9 мм) вызвали интенсивное развитие и распространение антракноза на растениях и молодых бобах с образованием розовых пятен, заполненных спороношением гриба.

В 2021 году погодные условия вегетационного периода были теплыми и влажными (ГТК = 1,97). Май характеризовался недостатком тепла (13,3 °C) и избыточным выпадением осадков (143,3 мм), что задержало развитие и проявление антракноза на растениях люпина. Оптимальная температура воздуха (19,9 °C) для развития патогена и избыточное количество осадков (153,7 мм) в июле способствовали интенсивному развитию и распространению заболевания в посевах.

Погодные условия вегетационного периода 2022 года сложились теплыми и влажными. (ГТК = 1,43). Май был холодным (11,4 °C) и избыточно-влажным (83,5 мм), июнь – жарким (19,4 °C) и влажным (89,8 мм), ГТК составил 1,57 единиц. Первые признаки антракноза на растениях люпина наблюдались уже в первую декаду июня. Болезнь массово отмечалась на

черешках листьев и листовых пластинках в виде пятен оранжевого цвета. В местах поражения черешки изгибались и надламывались, на листьях наблюдали оранжевые пятна со спороношением гриба. Условия вегетации в июле были также теплыми, влажными (ГТК = 1,52) и благоприятными для распространения антракноза. В этот период проходила фаза «образование бобов» люпина. На молодых бобах происходило интенсивное развитие патогена. Август отличался теплыми и засушливыми условиями (ГТК = 0,26), температура воздуха была выше среднеиюньской на 4,2 °C (20,8 °C). В этих условиях развитие и распространение серой и белой гнили на бобах не происходило, поэтому количество бобов с поражением этими болезнями было незначительным.

В годы проведения исследований интенсивность развития фузариоза на растениях люпина в период вегетации определялась как температурой, так и влажностью почвы. Смена дождливых дней жаркими и сухими приводила к резкому снижению влажности почвы, что способствовало ослаблению растений люпина, снижению их устойчивости к заболеваниям и увеличению количества поражения фузариозом.

Результаты и их обсуждение. Лабораторными исследованиями было установлено, что фунгицид Протазокс обладает высокой активностью против возбудителя антракноза. В зависимости от норм применения, эффективность его лечебных свойств составила 90,3–97,4 %, защитных 92,3–98,7 % (табл. 1).

Таблица 1 – Эффективность норм фунгицида Протазокс, применяемых против инфекции антракноза, и их влияние на рост проростков люпина узколистного сорта Витязь в лабораторных условиях /
Table 1 – The effectiveness of the rates of the fungicide Protazox against anthracnose infection and their effect on the growth of the narrow-leaved lupin seedlings var. Vityaz under laboratory conditions

Вариант / Variant	Норма, л/га / Rate, l/ha	Свойство / Property			
		защитное / protective		лечебное / curative	
		длина гипокотыля, мм / hypocotyl length, mm	эффективность, % / effectiveness, %	длина гипокотыля, мм / hypocotyl length, mm	эффективность, % / effectiveness, %
Контроль / Control	–	40,2	-	52,3	-
Колосаль Про (тебуконазол 200 + пропиконазол 300 г/л), эталон / Kolosal Pro (tebuconazole 200 + propiconazole 300 g/l), reference	0,4	32,3	98,3	25,5	97,4
Протазокс (азоксистробин + протиоконазол + дифеноконазол, 200 + 125 + 60 г/л) / Protazox (azoxistrobine + protioconazole + dipheconazole, 200 + 125 + 60 g/l)	0,5	41,2	92,3	52,1	90,3
	1,0	38,8	96,7	49,7	94,3
	1,5	37,7	98,7	49,0	97,4
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	-	0,36	-	0,47	-

Наибольшую эффективность против гриба *Colletotrichum lupini*, вызывающего у люпина антракноз, показала максимальная норма применения фунгицида – 1,5 л/га. Биологическая эффективность защитных и лечебных свойств составила 98,7 и 97,4 % соответственно – на уровне эффективности эталонного фунгицида Колосаль Про.

На пораженных патогеном проростках наблюдали темно-коричневые пятна со спороношением гриба на гипокотиле, семядольных и настоящих листьях. Изучение лечебных свойств

фунгицида против антракноза проводили на семенах с инфицированностью патогеном 88,5 %. В процессе исследований количество проростков с признаками антракноза в вариантах с фунгицидом Протазокс сократилось до 4 и 15 шт., в контроле количество таких проростков составило 155 шт. (86,1 %). При изучении защитных свойств фунгицидов в контрольном варианте количество 11-суточных проростков с признаками антракноза составило 172 шт. (95,6 % из 180 шт. проростков, взятых для опыта). Пораженные проростки в рулонах сначала увядали, затем погибали (рис. 1).



Рис. 1. Состояние 11-суточных проростков люпина узколистного сорта Витязь с защитным свойством фунгицидов против антракноза: 1 – контроль (без обработки фунгицидом); 2 – Колосаль Про – 0,4 л/га; Протазокс: 3 – 0,5 л/га; 4 – 1,0 л/га; 5 – 1,5 л/га /

Fig. 1. The condition of the 11-days old narrow-leaved lupin seedlings var. Vityaz in the tests with a protective property of the fungicides against anthracnose: 1 – control (fungicide free); 2 – Kolosal Pro – 0.4 l/ha; Protazox: 3 – 0.5 l/ha; 4 – 1.0 l/ha; 5 – 1.5 l/ha

В вариантах с фунгицидом Протазокс количество проростков с симптомами антракноза составило от 0,6 до 4,4 %. Изучаемый фунгицид Протазокс оказывал небольшое ингибирующее влияние на рост проростков. Наибольшее снижение длины гипокотиля проростков к контролю отмечали в варианте с нормой фунгицида 1,5 л/га. При изучении защитных и лечебных свойств фунгицида длина гипокотиля проростков достоверно снизилась на 2,5 и 3,3 мм, в эталонном варианте длина проростков уменьшилась на 7,9 и 26,8 мм соответственно. Данное влияние оказывает действующее вещество фунгицида Колосаль Про – тебуконазол, подавляя биосинтез гормона роста гибберелина, что замедляет процессы роста осевых органов растений [10].

Полученные в лабораторных условиях результаты изучения норм применения фунгицида Протазокс по активности против антрак-

ноза и влиянию на рост проростков показали, что для достижения наибольшей эффективности защиты посевов люпина узколистного от возбудителя антракноза его необходимо применять при норме 1,5 л/га. С учетом результатов лабораторных испытаний, в полевом опыте фунгицид изучали с нормой 1,5 л/га.

Многие авторы отмечают, что при наступлении теплой погоды с частыми дождями в период вегетации один прием протравливания семян не спасает посевы люпина и других культур от поражения многими вредоносными заболеваниями, что приводит к значительным потерям урожая. В связи с этим необходимо проводить обработки посевов высокоэффективными фунгицидами, начиная с ранних фаз развития культур [9, 11].

В годы проведения исследований благоприятные погодные условия для развития и распространения антракноза и многих других

болезней на люпине узколистом отмечали в первую половину вегетационного периода. Интенсивное развитие антракноза на растениях наблюдали в фазу «бутонизация» в виде светло-розовых пятен на стеблях и черешках листьев. Глубокое проникновение мицелия гриба в ткань стебля или черешка вызывало их искривление (рис. 2, а). Количество растений

с инфекцией возбудителя болезни стремительно возрастало. В дальнейшем при выпадении осадков инфекция антракноза в виде конидий гриба воздушно-капельным путем переносилась на молодые бобы. Со временем на пораженной ткани бобов появлялись пятна оранжевого цвета со спороношением гриба, вызывая их деформацию (рис. 2, б).



Рис. 2. Поражение антракнозом люпина узколистого сорта Витязь: а) искривление главного стебля растений в фазу «бутонизация»; б) деформация верхней части бобов в фазу «сизо-блестящий боб» /

Fig. 2. The anthracnose infection of the narrow-leaved lupin var. Vityaz: a) deviation of the main plants' stem in the bud formation stage; b) crippling of the pods' top in the stage of dove-shiny pods

В среднем за годы исследований поражение бобов антракнозом в контрольном посеве было на 11,3 % больше, чем поражение растений. Применение фунгицида Протазокс (1,5 л/га) на посевах люпина узколистом в период 1-2 пар настоящих листьев и в фазу «бутонизация»

значительно сократило количество пораженных растений антракнозом и другими болезнями, в фазу «цветение» количество пораженных растений уменьшилось с 37,8 % в контроле до 1,6 % (табл. 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность фунгицидов против комплекса болезней люпина узколистого сорта Витязь (полевой опыт, в среднем за 2020–2022 гг.) /

Table 2 – Biological effectiveness of fungicides against disease complex of the narrow-leaved lupin variety Vityaz (field experiment, average for 2020–2022)

Вариант / Variant	Норма, л/га / Rate, l/ha	Поражение болезнями в фазы роста и развития, % / Disease infection at growth and development stages, %					Эффективность против антракноза, % / Effectiveness against anthracnose, %
		стеблевание - цветение / stem formation - blooming		блестящие бобы / shiny pods			
		антракноз / anthracnose	фузариоз / fusariose	антракноз / anthracnose	серая гниль / gray rot	белая гниль / white rot	
Контроль / Control	-	37,8	24,6	26,5	1,6	0,2	-
Колосаль Про – эталон / Kolosal Pro – reference	0,4	3,3	16,7	3,2	0,4	0,06	91,3
Протазокс / Protazox	1,5	1,6	12,0	1,5	0,3	0,03	95,8
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	-	0,32	0,32	0,38	-	-	-

Биологическая эффективность изучаемого фунгицида против антракноза в фазу «стеблевание - цветение» превысила эталонный Колосаль Про на 4,5 % и составила 95,8 %. В фазу «блестящий боб» в варианте с фунгицидом Протазокс количество бобов, пораженных этим заболеванием, составило 1,5 % при 26,5 % в контроле. В вариантах с фунгицидами наблюдали меньшее количество больных фузариозом растений и бобов, пораженных серой и белой гнилью.

Фунгицид Протазокс сократил поражение растений фузариозным увяданием на 12,6 %, а эталонный фунгицид – на 7,9 %.

По мнению многих исследователей, фузариозное увядание люпина узколистного снижает урожай зерна на 17–50 %, а поражение серой гнилью – 20–30 % [11, 12, 13].

Биологическая эффективность изучаемого фунгицида против серой и белой гнили высокая – соответственно 81,3 и 85,0 %. На рост растений изучаемый фунгицид оказал небольшое ингибирующее действие. К фазе «полная спелость» высота растений уменьшилась по сравнению с контролем на 2,8 см (табл. 3).

Таблица 3 – Действие фунгицидов на рост растений и урожайность люпина узколистного сорта Витязь (полевой опыт, в среднем за 2020–2022 гг.) /
Table 3 – The effect of fungicides on the plant growth and yield of the narrow-leaved lupin variety Vityaz (field experiment, average for 2020–2022)

Вариант / Variant	Высота растений в фазу полной спелости, см / Plant height full ripeness stage, cm	Продуктивные растения к уборке, шт/м ² / Productive plants to the harvest, pcs/m ²	Количество бобов на растении, шт. / Pods number Per a plant, pcs.	Урожайность семян, т/га / Seed yield, t/ha	Прибавка урожая семян, т/га / Seed yield rise, t/ha	Окупаемость затрат, руб./руб. / Cost recovery, ruble / ruble
Контроль / Control	51,0	35,9	4,1	0,62	-	-
Колосаль Про (0,4 л/га) – эталон / Kolosal Pro – reference (0.4 l/ha)	46,4	52,6	4,8	1,27	0,65	5,28
Протазокс (1,5 л/га) / Protazox (1.5 l/ha)	48,2	61,2	5,1	1,53	0,91	2,56
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	0,88	-	0,33	0,04	-	-

Обработка посева люпина фунгицидом Протазокс позволила значительно сократить поражение его болезнями и к фазе полной спелости сохранить больше продуктивных растений. В данном варианте количество сохранившихся продуктивных растений составило 61,2 шт/м², в контроле – 35,9 шт/м², количество бобов соответственно составило 5,1 и 4,1 штук на растении.

Использование фунгицида Протазокс – 1,5 л/га для защиты люпина узколистного от комплекса болезней, в том числе и антракноза, позволило получить достоверную прибавку урожая семян 0,91 т/га и окупить затраты.

Заключение. Проведенные исследования фунгицида Протазокс в лабораторных и полевых опытах выявили его высокие лечебные и защитные свойства против возбудителя антракноза и многих других опасных болезней люпина узколистного. Наибольшую биологическую эффективность изучаемый фунгицид показал

при норме применения 1,5 л/га. Обработка посева в период 1-2 пар настоящих листьев и фазу «бутонизация» сократила поражение растений и бобов антракнозом на 95,8 и 94,3 % соответственно, а поражение растений фузариозом сократилось в 2 раза, распространение на бобах серой и белой гнили на 81,3 и 85,0 % соответственно. Увеличилась сохранность продуктивных растений к уборке на 25,3 шт. по сравнению с вариантом без обработки фунгицидом, что позволило повысить урожай семян на 0,91 т/га и окупить затраты в размере 2,56 руб/руб.

Авторы данных исследований надеются, что полученные положительные результаты по изучению биологической эффективности фунгицида Протазокс (1,5 л/га) против антракноза и других болезней люпина ускорят его регистрацию в качестве разрешенного на территории РФ препарата для защиты посевов люпина узколистного от комплекса болезней.

Список литературы

1. Конончук В. В., Тимошенко С. М., Назарова Т. О., Штырхунув В. Д., Меднов А. В. Ресурсосберегающая технология возделывания районированных в Центральном регионе Нечерноземной зоны сортов люпина узколистного в чистом виде и в смесях со злаковыми зерновыми культурами. М.: ФИЦ «Немчиновка», 2022. 48 с.
2. Taylor J. L., De Angelis G., Nelson M. N. How have narrow-leaved lupin genomic resources enhanced our understanding of lupin domestication? In: Singh K., Kamphuis L., Nelson M. (eds). The Lupin Genome. Compendium of Plant Genomes. Springer Cham., 2020. pp. 95–108. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-21270-4_8
3. Косолапов В. М., Яговенко Г. Л., Лукашевич М. И., Агеева П. А., Новик Н. В., Мисникова Н. В., Слесарева Т. Н., Такунов И. П., Пимохова Л. И., Яговенко Т. В. Люпин: селекция, возделывание, использование. Брянск: Брянское областное полиграфическое объединение, 2020. 304 с.
4. Агеева П. А., Почутина Н. А., Матюхина М. В. Люпин узколистный – источник ценных питательных веществ, для использования в кормопроизводстве. Кормопроизводство. 2020;(10):29–32. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44576992> EDN:NBXRDL
5. Конончук В. В., Тимошенко С. М., Назарова Т. О., Штырхунув В. Д., Никиточкин Д. Н., Шуркин А. Ю., Колотилица З. М. Зерновая продуктивность и азотфиксирующая способность люпина узколистного в зависимости от норм высева, удобрений и применения гербицидов при разных погодных условиях в центре Нечерноземной зоны России. Зернобобовые и крупяные культуры. 2021;2(38):104–114. DOI: <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-2-104-114> EDN: WBCOIS
6. Пимохова Л. И., Яговенко Г. Л. Болезни и вредители люпина: система и средства защиты. Брянск: Читайгород, 2020. 88 с.
7. Alkemade J. A., Messmer M. M., Voegelé R. T., Finckh M. R., Hohmann P. Genetic diversity of *Colletotrichum lupini* and its virulence on white and Andean lupin. Scientific Reports. 2021;11:13547. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92953-y>
8. Пимохова Л. И., Яговенко Г. Л., Царапнева Ж. В., Мисникова Н. В. Развитие белой гнили на люпине узколистном (*Lupinus angustifolius* L.) и белом (*Lupinus albus* L.) в одновидовых и смешанных посевах при разных погодных условиях Брянской области. Сельскохозяйственная биология. 2020;55(6):1257–1267. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.6.1257rus> EDN: EXYGKX
9. Ашмарина Л. Ф., Бакшаев Д. Ю., Ермохина А. И., Садохина Т. А. Болезни люпина в Западной Сибири. Защита и карантин растений. 2019;(2):19–20. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36922330&ysclid=142pic6d4j> EDN: PNZQEB
10. Побежимова Т. П., Корсукова А. В., Дорофеев Н. В., Грабельных О. И. Физиологические эффекты действия на растения фунгицидов триазольной природы. Известия ВУЗов. Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2019;9(3):461–476. DOI: <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2019-9-3-461-476> EDN: VLYINU
11. Запрудский А. А., Яковенко А. М., Гаджиева Г. И., Привалов Д. Ф., Белова Е. С., Гутковская Н. С., Пенязь Е. В. Защита посевов кормовых бобов и люпина узколистного от болезней в период вегетации. Наше сельское хозяйство. 2020;(9(233)):98–103.
12. Слободчиков А. А. Влияние средств защиты растений на продуктивность сортов яровой пшеницы. Достижения науки и техники АПК. 2020;34(2):10–14. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10202> EDN: YMHWRU
13. Андреева И. В., Ашмарина Л. Ф., Шаталова Е. И. Особенности изменения фитосанитарного состояния кормовых культур в условиях Западной Сибири. Достижения науки и техники АПК. 2019;33(10):26–30. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-11006> EDN: OKBZFW

References

1. Kononchuk V. V., Timoshenko S. M., Nazarova T. O., Shtyrkhunov V. D., Mednov A. V. Resource-saving technology of cultivation of narrow-leaved lupine varieties zoned in the Central region of the Non-Chernozem zone in pure form and in mixtures with cereal crops. Moscow: FITs «Nemchinovka», 2022. 48 p.
2. Taylor J. L., De Angelis G., Nelson M. N. How have narrow-leaved lupin genomic resources enhanced our understanding of lupin domestication? In: Singh K., Kamphuis L., Nelson M. (eds). The Lupin Genome. Compendium of Plant Genomes. Springer Cham., 2020. pp. 95–108. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-21270-4_8
3. Kosolapov V. M., Yagovenko G. L., Lukashevich M. I., Ageeva P. A., Novik N. V., Misnikova N. V., Slesareva T. N., Takunov I. P., Pimokhova L. I., Yagovenko T. V. Lupin: breeding, cultivation, use. Bryansk: *Bryanskoe oblastnoe poligraficheskoe ob"edinenie*, 2020. 304 p.
4. Ageeva P. A., Pochutina N. A., Matyukhina M. V. Blue lupine – source of valuable nutrients in forage production. *Kormoproduzstvo* = Forage Production. 2020;(10):29–32. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44576992>
5. Kononchuk V. V., Timoshenko S. M., Nazarova T. O., Shtyrkhunov V. D., Nikitochkin D. N., Shurkin A. Yu., Kolotilitsa Z. M. Grain productivity and nitrogen-fixing capacity of lupine narrow-leaf depending on seeding rates, fertilizers and application of herbicides under different weather conditions in the center of the Non-black earth zone of Russia. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2021;2(38):104–114. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-2-104-114>
6. Pimokhova L. I., Yagovenko G. L. Lupine diseases and pests: system and means of protection. Bryansk: *Chitaygorod*, 2020. 88 p.

7. Alkemade J. A., Messmer M. M., Voegelé R. T., Finckh M. R., Hohmann P. Genetic diversity of *Colletotrichum lupini* and its virulence on white and Andean lupin. Scientific Reports. 2021;11:13547.

DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92953-y>

8. Pimokhova L. I., Yagovenko G. L., Tsarapneva Zh. V., Misnikova N. V. Development of sclerotinia in narrowleaf (*Lupinus angustifolius* L.) and white (*Lupinus albus* L.) lupin single and mixed crops under different weather conditions in Bryansk region. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2020;55(6):1257–1267. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2020.6.1257rus>

9. Ashmarina L. F., Bakshaev D. Yu., Ermokhina A. I., Sadokhina T. A. Lupine diseases in western Siberia. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2019;(2):19–20. (In Russ.).

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36922330&ysclid=l42pjc6d4j>

10. Pobezhimova T. P., Korsukova A. V., Dorofeev N. V., Grabelnykh O. I. Physiological effects of triazole fungicides in plants. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya* = Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology. 2019;9(3):461–476. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2019-9-3-461-476>

11. Zaprudskiy A. A., Yakovenko A. M., Gadzhieva G. I., Privalov D. F., Belova E. S., Gutkovskaya N. S., Penyaz E. V. Protection of crops of forage beans and narrow-leaved lupine from diseases during the growing season. *Nashe sel'skoe khozyaystvo*. 2020;(9(233)):98–103. (In Belarus).

12. Slobodchikov A. A. The influence of plant protection products on the yield of spring wheat varieties. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2020;34(2):10–14. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10202>

13. Andreeva I. V., Ashmarina L. F., Shatalova E. I. Features of changes in the phytosanitary condition of forage crops in Western Siberia. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2019;33(10):26–30. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-11006>

Сведения об авторах

Пимохова Людмила Ивановна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, руководитель направления сортовых технологий возделывания люпина, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал ФГБНУ ФНЦ «ВИК им В. Р. Вильямса», д. 2, ул. Берёзовая, п. Мичуринский, Брянский р-н, Брянская обл., Российская Федерация, 241524, e-mail: lupin.fitopat@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9565-8176>

Яговенко Герман Леонидович, доктор с.-х. наук, директор, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал ФГБНУ ФНЦ «ВИК им В. Р. Вильямса», д. 2, ул. Берёзовая, п. Мичуринский, Брянский р-н, Брянская обл., Российская Федерация, 241524, e-mail: lupin_mail@mail.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3205-230X>

Царапнева Жанна Владимировна, старший научный сотрудник направления сортовых технологий возделывания люпина, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал ФГБНУ ФНЦ «ВИК им В. Р. Вильямса», д. 2, ул. Берёзовая, п. Мичуринский, Брянский р-н, Брянская обл., Российская Федерация, 241524,

e-mail: lupin.fitopat@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0311-5896>

✉ **Мисникова Надежда Викторовна**, кандидат с.-х. наук, ученый секретарь, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал ФГБНУ ФНЦ «ВИК им В. Р. Вильямса», д. 2, ул. Берёзовая, п. Мичуринский, Брянский р-н, Брянская обл., Российская Федерация, 241524, e-mail: lupin.fitopat@mail.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5746-6539>, e-mail: lupin_nvmsnikova@mail.ru

Information about the authors

Ludmila I. Pimokhova, PhD in Agricultural Science, leading researcher, Head of the Department for variety technologies of lupin cultivation, All-Russian Lupin Scientific Research Institute – branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Berezovaya street, 2, p/o Mitchurinsky, Bryansk region, Russian Federation, 241524, e-mail: lupin.fitopat@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9565-8176>

German L. Yagovenko, DSc in Agricultural Science, Director, All-Russian Lupin Scientific Research Institute – branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Berezovaya street, 2, p/o Mitchurinsky, Bryansk region, Russian Federation, 241524, e-mail: lupin_mail@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3205-230X>

Zhanna V. Tsarapneva, senior researcher, the Department for variety technologies of lupin cultivation, All-Russian Lupin Scientific Research Institute – branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Berezovaya street, 2, p/o Mitchurinsky, Bryansk region, Russian Federation, 241524, e-mail: lupin.fitopat@mail.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0311-5896>

✉ **Nadezhda V. Misnikova**, PhD in Agricultural Science, scientific secretary, All-Russian Lupin Scientific Research Institute – branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Berezovaya street, 2, p/o Mitchurinsky, Bryansk region, Russian Federation, 241524, e-mail: lupin.fitopat@mail.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5746-6539>, e-mail: lupin_nvmsnikova@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author