



<https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-9-6>

УДК: 633.367:632.438

Тип статьи: оригинальная

Type of article: original

К ВОПРОСУ О ВЫЖИВАЕМОСТИ ГРИБА *COLLETOTRICHUM LUPINI* VAR. *LUPINI*, ЯВЛЯЮЩЕГОСЯ ВОЗБУДИТЕЛЕМ АНТРАКНОЗА ЛЮПИНА, В УСЛОВИЯХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Пимохова Л.И., Яговенко Г.Л., Царапнева Ж.В., Хараборкина Н.И., (✉) Мисникова Н.В.

Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса

Брянская область, п. Мичуринский, Россия

(✉) e-mail: lupin_nv misnikova@mail.ru

Представлены результаты изучения жизнеспособности гриба *Colletotrichum lupini* var. *lupini*, являющегося возбудителем опасного заболевания люпина – антракноза. Цель исследования – определить жизнеспособность гриба при разных сроках и условиях хранения семян и растительных остатков люпина в климатических условиях Брянской области. Работу проводили в 2018–2021 гг. Объект исследования – семена, проростки и растительные остатки люпина белого сорта Мичуринский и люпина узколистного сорта Витязь, хранившиеся в различных условиях в течение четырех лет. Зараженность семян антракнозом перед закладкой на хранение и после определяли методом бумажных рулонов. Идентификацию гриба осуществляли по типу конидий с использованием светового микроскопа. Жизнеспособность гриба на растительных остатках (створки бобов, стебли) определяли методом выделения в чистые культуры на питательную среду. Установлено, что основным источником инфекции антракноза служат зараженные семена. В условиях зернохранилища с естественным режимом температуры и влажности за первый год хранения инфицированность семян люпина белого антракнозом снизилась с 8,1 до 4,0%, узколистного – с 4,8 до 1,7%. Через три года хранения количество семян с жизнеспособной инфекцией гриба составило 1,1 и 0,4% соответственно. Следовательно, семена люпина прошлых лет представляют меньшую опасность в качестве источника инфекции. На зараженных растительных остатках в комнатных условиях и под крышей зернохранилища жизнеспособность гриба начиная с первого года хранения уменьшилась. К весне 2021 г. она составила 12,0 и 19,0% соответственно. Жизнеспособность гриба на незапаханных растительных остатках снижалась быстрее. Весной 2020 г. она составила 2,0%, к осени – полностью нивелировалась. В почве разложение остатков растений происходит быстрее, чем на поверхности, и после перезимовки находящийся на них гриб полностью теряет жизнеспособность и не может являться источником инфекции.

Ключевые слова: люпин, антракноз, источник инфекции, семена, растительные остатки, условия хранения

TO THE QUESTION OF SURVIVAL OF THE FUNGI *COLLETOTRICHUM LUPINI* VAR. *LUPINI* – THE LUPIN ANTHRACNOSE PATHOGEN – IN THE CONDITIONS OF THE BRYANSK REGION

Pimokhova L.I., Yagovenko G.L., Tsarapneva Zh.V., Kharaborkina N.I., (✉) Misnikova N.V.

The All-Russian Research Institute of Lupin – Branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

Michurinsky, Bryansk region, Russia

(✉) e-mail: lupin_nv misnikova@mail.ru

The results of studying the viability of the fungus *Colletotrichum lupini* var. *lupini*, which is the causative agent of a dangerous disease of lupine – anthracnose, are presented. The purpose of the study was to determine the viability of the fungus under different terms and conditions of storage of lupin seeds and plant residues in climatic conditions of the Bryansk region. The work was done in 2018–2021.

The object of research were the seeds, seedlings and plant residues of the Michurinsky variety white lupine and the Vityaz variety narrow-leaved lupine stored under different conditions for four years. Seed anthracnose infestation before and after storage was determined by paper roll method. The fungus was identified by conidia type using a light microscope. The viability of the fungus on plant residues (bean leaflets, stems) was determined by isolation into pure cultures on nutrient medium. It was found that infected seeds were the main source of anthracnose infection. In the conditions of a granary with a natural regime of temperature and humidity for the first year of storage the infection of white lupine seeds with anthracnose decreased from 8.1 to 4.0%, and narrow-leaved lupine – from 4.8 to 1.7%. After three years of storage, the number of the seeds with viable infection of the fungus was 1.1 and 0.4%, respectively. Consequently, lupin seeds from previous years pose less risk as a source of infection. The viability of the fungus decreased on the infected crop residues under room conditions and under the roof of the granary from the first year of storage. By spring 2021, it was 12.0 and 19.0%, respectively. The viability of the fungus decreased faster on unplowed crop residues. It was 2.0% in the spring of 2020 and leveled off completely by the fall. Decomposition of plant residues in the soil is faster than on the surface, and after overwintering, the fungus on them completely loses its viability and cannot be the source of infection.

Keywords: lupin, anthracnose, infection source, seeds, plant residues, storage conditions

Для цитирования: Пимохова Л.И., Яговенко Г.Л., Царапнева Ж.В., Хараборкина Н.И., Мисникова Н.В. К вопросу о выживаемости гриба *Colletotrichum lupini* var. *lupini*, являющегося возбудителем антракноза люпина, в условиях Брянской области // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 9. С. 49–59. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-9-6>

For citation: Pimokhova L.I., Yagovenko G.L., Tsarapneva Zh.V., Kharaborkina N.I., Misnikova N.V. To the question of survival of the fungi *Colletotrichum lupini* var. *lupini* – the lupin anthracnose pathogen – in the conditions of the Bryansk region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 9, pp. 49–59. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-9-6>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Работа выполнена в рамках бюджетного финансирования Программы фундаментальных научных исследований Российской академии наук (№ FGGW-2022-0006, пункт 152).

Acknowledgements

The work was carried out within the framework of the budgetary funding of the Basic Scientific Research Program of the Russian Academy of Sciences (no. FGGW-2022-0006, para. 152).

ВВЕДЕНИЕ

Люпин используется в сельском хозяйстве не только как концентрированный белковый корм для животных, но и как культура, обладающая способностью повышать плодородие почвы и обогащать ее азотом. В настоящее время в Российской Федерации культивируют два однолетних вида люпина: белый (*Lupinus albus* L.) и узколистный (*Lupinus angustifolius* L.). Посевные площади данных видов небольшие. Например, в 2021 г. они составили 150 тыс. га, из них 80,0% занимает люпин белый. Одним из основных факторов, препятствующих расширению посевных площадей и лимитирующих продуктивность люпина,

является грибковое заболевание – антракноз. Потери урожая семян от этой болезни могут достигать 30,0–90,0% [1]. Немецкими исследователями установлено, что в России данное заболевание на люпине вызывается несовершенным грибом *Colletotrichum lupini* var. *lupini*¹.

Повышение температуры и влагообеспеченности в летний период влечет за собой изменения микроклимата в посевах. В связи с этим стали появляться предпосылки для усиления развития многих заболеваний на различных культурах. По мере повышения температуры количество возбудителей болезней, изначально характерных для южных регионов, увеличивается, что приводит

¹Nirenberg H.I., Feiler U. Description of *Colletotrichum lupini* comb. nov. in modern terms // Hagedorn GM Mycologia. 2002. Vol. 94. N 2. P. 307–320.

к расширению ареала теплолюбивых видов грибов [2–4].

На территории Брянской области с 1976 по 2016 г. произошло повышение среднегодовой температуры воздуха на 2,1 °С. Например, в 1987 г. данный показатель зафиксирован на отметке 3,4 °С, в 2016 г. – 7,4 °С, при этом среднегодовое значение составило 6,2 °С. Начиная с 1996 г. отмечается устойчивый рост среднегодовой температуры воздуха [5].

В условиях изменения климата и расширения международной торговли посадочным и семенным материалом происходит распространение патогенной микрофлоры на большие расстояния² [6, 7]. Отечественными селекционерами в начале 80-х годов прошлого столетия из стран Южной Америки с семенами люпина был завезен антракноз, являющийся в указанном регионе одним из заболеваний, наносящих существенный вред культуре люпина³ [8].

При благоприятных для развития патогена погодных условиях (температура воздуха 18–25 °С, влажность воздуха 75,0–90,0%) и отсутствии устойчивых сортов люпина возникли идеальные предпосылки для эпифитотий. На территории России размножение и распространение заболевания в период вегетации происходит при помощи конидиального спороношения (см. сноску 3) [9, 10]. В полевых условиях на поверхности пораженных органов растений период жизнеспособности конидий непродолжителен: они нередко погибают при сухой погоде, длительном воздействии солнечного света, а также других биотических и абиотических факторов⁴.

Многими исследованиями установлено, что основным источником первичной инфекции антракноза на люпине в полевых условиях являются семена. Порог их зара-

женности составляет не более 0,001–0,01%, превышение которого может привести к существенным потерям урожая⁵ [10, 11]. Однако в литературе нет единого мнения о жизнеспособности гриба после перезимовки на растительных остатках люпина. Одни ученые утверждают, что в растительных остатках под открытым небом грибок не перезимовывает, в почве не сохраняется [10]. Другие авторы указывают, что кроме семян дополнительным источником инфекции антракноза выступают остатки пораженных растений люпина [11]. На многолетнем люпине грибок перезимовывает с трудом, и самостоятельных вспышек заболевания пока не наблюдалось. В связи с тем, что многолетний люпин может быть источником инфекции, его посевы не должны находиться вблизи полей, где возделываются однолетние кормовые люпины (см. сноску 3) [11].

Для эффективной защиты посевов люпина от антракноза в условиях изменения климата необходимо иметь полное представление об источниках его возникновения.

Цель исследования – изучить жизнеспособность гриба *Colletotrichum lupini* var. *lupini* при разных сроках и условиях хранения семян и растительных остатков люпина в климатических условиях Брянской области.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводили в 2018–2021 гг. в северо-восточной части Брянской области на базе лаборатории фитопатологии Всероссийского научно-исследовательского института люпина – филиала Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса. Объектом исследования являлись имеющие признаки антракноза семена, проростки и растительные остатки люпина белого сорта Мичуринский и люпина

²Magan N., Medina A., Aldred D. Possible climate-change effects on mycotoxin contamination of food crops pre- and postharvest // Plant Pathology. 2011. Vol. 45. N 4. P. 451–458.

³Корнейчук Н.С. Грибные болезни люпинов: монография. Киев, 2010. 374 с.

⁴Кунгурцева О.В. Биологические особенности возбудителя антракноза люпина: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб.: Пушкин, 2006. 19 с.

⁵Руцкая В.И., Миняйло В.А., Миняйло А.К. Разработка системы защиты люпина от антракноза в зависимости от биологических особенностей патогена // Новые сорта люпина, технология их выращивания и переработки, адаптация в системе земледелия и животноводства: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 30-летию со дня основания Всероссийского научно-исследовательского института люпина. Брянск, 2017. С. 226–236.

узколистного сорта Витязь. Образцы семян для определения инфицированности грибом *C. lupini* var. *lupini* отбирали после их сушки и сортировки в зернохранилищах. Для каждого режима хранения отбирали по три образца семян массой 5 кг, которые помещали в мешочки. Перед закладкой семян на хранение в каждом образце определяли зараженность антракнозом. При определении наружной инфекции стерилизацию семян не проводили, для определения внутренней инфекции семена погружали на 2 мин в 96%-й спирт. Семена проращивали в бумажно-полиэтиленовых рулонах при оптимальной для развития патогена температуре (22–24 °C) в течение 7 сут^{6, 7}. Выборка – 300 семян (шесть рулонов по 50 семян). Идентификацию возбудителя болезни осуществляли по типу конидий с помощью светового микроскопа [9, 11]. Средний процент заражения семян определяли по количеству пораженных проростков среди выращенных в бумажных рулонах.

Затем семена люпина хранили в комнатных условиях и в типовом складском помещении. Фитопатологический анализ семян проводили несколько раз – через 12 (в октябре 2018 г.), 24 (в октябре 2019 г.), 36 (в октябре 2020 г.) и 46 мес (в августе 2021 г.).

Изучение перезимовки конидий и мицелия гриба проводили на стеблях и створках бобов люпина, пораженных антракнозом. Данные части растений были собраны в фазу полной спелости. Створки бобов и части стеблей размером от 10 до 15 см помещали в капроновые сеточки и в сентябре одни из них закапывали в серую лесную легкосуглинистую почву на опытном поле лаборатории (глубина вспашки 22 см, культивации – 16 см, посева семян – 3 см), другие оставляли в комнатных условиях, на открытом воздухе под крышей зернохранилища и на поверхности почвы. В каждом образце было 50 створок бобов и

50 стеблей в четырех повторениях. Части растений для лабораторного изучения отбирали 2 раза в год – в мае и сентябре. Выделение и изучение патогена с остатков хранившихся частей растений проводили в соответствии с принятыми в микологии и фитопатологии методами^{8, 9}.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ семян, собранных из бобов, пораженных грибом *C. lupini* var. *lupini*, показал, что состояние семени зависит от местоположения относительно внедрения патогена. Семя, расположенное непосредственно в зоне внедрения, является нежизнеспособным. Его поверхность покрыта грибницей. Такие семена щуплые или сгнившие, при сортировке на машинах отделяются и не попадают в посевной материал. Семена, находящиеся рядом, жизнеспособны, имеют заметные признаки поражения семенной оболочки в виде темно- или светло-коричневых пятен разной формы и размера или вообще не имеют явных признаков поражения и внешне не отличаются от здоровых семян (см. рис. 1). Такие семена служат носителями инфекции.

Требовалось установить период жизнеспособности гриба *C. lupini* var. *lupini* в зараженных семенах люпина белого и узколистного с учетом продолжительности и условий хранения. В литературе есть сведения, что возбудитель антракноза теряет жизнеспособность в семенах люпина желтого примерно через 32 мес, узколистного – через 18 мес¹⁰.

Погодные условия в годы проведения исследований были различными. В декабре и январе 2018 г. наиболее низкая температура воздуха составила –10,8...–15,8 °C. Самым холодным оказался февраль – температура воздуха в течение 8 сут находилась в пределах –11,1...–19,9 °C. Высота снежного покрова составляла 50 см. Почва промерзла на глуби-

⁶ГОСТ 12044–93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. М.: Издательство стандартов, 2011. 55 с.

⁷Гаджиева Г.И., Гутковская Н.С. Методические указания по определению зараженности семян люпина антракнозом. Минск, 2013. 20 с.

⁸Хохлаков М.К. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов. Л., 1974. 69 с.

⁹Кирай З., Клемент З., Шоймоши Ф., Вереш Й. Методы фитопатологии. М.: Колос, 1974. 342 с.

¹⁰Lindebeck K., Moore K., Richards M., O'Connor G. GRDC Update Papers: The Watch outs for pulse diseases in 2017. URL: <https://grdc.com.au/Research-and-Development/GRDC-UpdatePapers/2017/02/The-watch-outs-for-pulse-diseases-in-2017>.



Рис. 1. Проявления заражения антракнозом:

а – бобы люпина белого сорта Мичуринский, пораженные грибом *C. lupini* var. *lupini*; *б* – семена с видимыми признаками поражения этим грибом; *в* – семена без видимых признаков поражения

Fig. 1. Manifestations of anthracnose infestation:

a – Michurinsky variety white lupine beans affected by the fungus *C. lupini* var. *lupini*; *b* – the seeds with visible signs of infection by this fungus; *c* – the seeds with no visible signs of infestation

ну 110 см. Относительная влажность воздуха варьировала от 67,0 до 90,0%. В июне, июле и августе максимальная температура воздуха составила 31 °С, минимальная – 5,5 °С. Относительная влажность воздуха находилась в пределах от 58,0 до 79,0%. Осадков в летний период выпало 188 мм (39,7% от общего количества за год).

В 2019 г. наибольшее снижение температуры воздуха (до –11,5...–17,1 °С) отмечалось в январе в течение 7 сут. Высота снежного покрова достигала 41 см. Относительная влажность воздуха в декабре, январе и феврале находилась в пределах от 83,0 до 92,0%. Глубина промерзания почвы составила 80 см. В период вегетации растений июнь оказался самым теплым и засушливым. Температура воздуха поднималась до отметки 31 °С. Относительная влажность воздуха составляла 59,0%.

В 2020 г. наиболее холодным был декабрь. Температура воздуха находилась в пределах –12...–20 °С. Относительная влажность воздуха составила 89,0%. Высота снежного покрова достигала 20 см, почва промерзла на глубину 70 см. В период вегетации самым теплым (10,3...31 °С) и дождливым (141 мм осадков) был июнь. Влажность воздуха составляла 69,0%.

В 2021 г. наибольшее снижение температуры воздуха (–11,8...–20,1 °С) отмечалось в феврале. Данный период продолжался 19 сут.

Высота снежного покрова достигала 48 см. Относительная влажность воздуха составляла 82,0%. Среднесуточная температура в декабре и январе зафиксирована на отметке –4,5 и –5 °С соответственно. Глубина промерзания почвы составила 50 см. В летний период самым теплым (11...32 °С) был август. Относительная влажность воздуха составляла 55,0%. Во время снеготаяния на опытных участках стояния воды не отмечено.

В условиях зернохранилища через год зараженность семян люпина белого сорта Мичуринский была выше, чем при хранении в комнатных условиях. По сравнению с исходным количеством (8,1%) доля инфекции сократилась в среднем до 4,0%, в комнатных условиях – до 3,1% (см. табл. 1).

После двух лет хранения зараженность составила 2,5 и 1,1%. В зернохранилище через четыре года зараженность достоверно ($HCP_{05} = 0,75$) снизилась до 0,4%, в комнатных условиях семена люпина белого были свободны от инфекции.

Исходная инфицированность семян люпина узколистного сорта Витязь была почти в 2 раза меньше (4,8%), чем семян люпина белого. Этот вид люпина отличается от других большей устойчивостью к антракнозу (см. сноску 1) [11].

В условиях зернохранилища после 12 мес хранения зараженность семян со-

Табл. 1. Количество семян люпина сортов Мичуринский и Витязь, содержащих инфекцию возбудителя антракноза, в зависимости от продолжительности и условий хранения

Table 1. The number of white lupine seeds of the Michurinsky and Vityaz varieties containing anthracnose pathogen infection depending on duration and storage conditions

Условия хранения	Номер образца	Исходная зараженность, %	Зараженность семян при разной продолжительности хранения, %			
			12 мес	24 мес	36 мес	46 мес
Сорт Мичуринский						
При комнатной температуре, в лаборатории	1	8,8	3,6	2,0	0,4	0
	2	7,2	2,4	1,2	0	0
	3	8,4	3,2	1,6	0,4	0
	Среднее	8,1	3,1	1,6	0,3	0
При изменяющейся температуре, в складском помещении	1	8,8	4,8	3,2	1,6	0,8
	2	7,2	3,2	2,0	0,4	0
	3	8,4	4,0	2,4	1,2	0,4
	Среднее	8,1	4,0	2,5	1,1	0,4
Сорт Витязь						
При комнатной температуре, в лаборатории	1	4,8	0,8	0,4	0	0
	2	5,2	1,2	0,8	0,4	0
	3	4,4	0,8	0,4	0	0
	Среднее	4,8	0,9	0,5	0,1	0
При изменяющейся температуре, в складском помещении	1	4,8	1,6	0,8	0,4	0
	2	5,2	2,4	1,2	0,8	0,4
	3	4,4	1,2	0,4	0	0
	Среднее	4,8	1,7	0,8	0,4	0,1

ставила 1,7%, в комнатных условиях – 0,9% (см. табл. 1).

После 46 мес хранения в условиях зернохранилища доля семян с инфекцией антракноза достоверно ($НСР_{05} = 0,49$) снизилась до 0,1%, тогда как в комнатных условиях семена были свободны от инфекции. Очевидно, активное снижение инфицированности семян данным патогеном в комнатных условиях происходило из-за более низкой влажности воздуха, при которой уменьшалось содержание влаги в семенах. Достоверное снижение жизнеспособности гриба произошло уже через 36 мес хранения у семян и белого ($НСР_{05} = 0,72$), и узколистного люпина ($НСР_{05} = 0,38$). Так, при закладке семян на хранение их влажность составляла 14,0%, при хранении в течение четырех лет она снизилась до 7,0%. Аналогичные результаты были получены при хранении семян люпина желтого сорта Быстрорастущий 4 (см. сноску 3).

Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что жизнеспособность возбудителя антракноза в инфицированных семенах люпина белого и узколистного сохраняется про-

должительное время. При этом количество семян с жизнеспособной инфекцией достоверно уменьшается начиная с первого года хранения. Поэтому семена прошлых лет по сравнению со свежесобранными представляют меньшую опасность в качестве источника инфекции антракноза в поле.

Фитопатологический анализ семян показал, что в первый год хранения сокращается количество семян с поверхностной инфекцией гриба, которая на проростках люпина проявляется на корневой шейке в виде темно-коричневых пятен, образуя перетяжки, что приводит к гибели проростка. Внутренняя инфекция патогена сохраняется продолжительное время и начинает погибать со второго года хранения. Она проявляется на семядольных листьях и точке роста в виде розовых пятен с большим количеством конидий гриба, которые в полевых условиях вымываются дождем, разносятся ветром по посеву и заражают здоровые растения (см. рис. 2).

В конце третьего и четвертого годов хранения семян люпина в зернохранилищах осталась только внутренняя инфекция гриба.



Рис. 2. Признаки пораженности 7-суточных проростков люпина белым грибом *C. lupini* var. *lupini*:
а – на гипокотиле; б – на семядолях

Fig. 2. Infection symptoms of the 7-day old white lupin seedlings with the fungi *C. lupini* var. *lupini*:
а – on the hypocotyl; б – on the cotyledon

В комнатных условиях эта инфекция погибла на четвертый год хранения. На рис. 3 представлены колония гриба *C. lupini* var. *lupini*, культивированная на картофельно-глюкозном агаре (КГА) в чашках Петри, и его конидии, выделенные в чистую культуру из семян после трех лет хранения в зернохранилище.

Установлено, что на питательной среде (картофельно-глюкозном агаре) гриб образует воздушный пепельно-серый мицелий. Цилиндрические с закругленными концами конидии обильно развиваются на воздушном мицелии. Размер конидий сильно варьирует – 7,0–21,5 × 3,5–7,0 мкм (см. сноску 1) [11]. Полученная нами колония гриба полностью соответствует по морфологическим признакам колониям, описанным ранее другими исследователями, что подтверждает ее принадлежность к возбудителю антракноза люпина.

Гриб на растительных остатках люпина сохраняется в форме мицелия и подушечек конидий, склеенных в виде студенистой массы, содержащей промен, который и обеспечивает защиту спор от отрицательного влияния абиотических и биотических факторов среды (см. сноску 3) [11].

При изучении роли растительных остатков люпина как дополнительного источника заболевания в полевых условиях установле-

но, что период жизнеспособности гриба зависит от условий, в которых он находится.

По результатам исследования изолятов гриба из растительного материала люпина, хранившегося в комнатных условиях разное время, можно отметить, что при хранении происходит потеря жизнеспособности спор возбудителя антракноза. Так, из четырех образцов 2011 г. не удалось получить ни одного изолята, в 2013 г. получили три изолята из четырех образцов. Следовательно, уже через три года подавляющее большинство спор теряет жизнеспособность, через пять лет происходит полная потеря их жизнеспособности [9].

В наших исследованиях гриб на растительных остатках, хранившихся в комнатных условиях и на открытом воздухе под крышей зернохранилища, сохранял жизнеспособность продолжительное время, при этом она постоянно снижалась. Части хранившихся растений с признаками поражения антракнозом переносили на питательную среду КГА. Результаты опыта представлены в табл. 2

За осенне-зимне-весенний период жизнеспособность гриба, находившегося на растительных остатках в комнатных условиях и на открытом воздухе под крышей зернохранилища, была выявлена у 76,0 и 83,0% проб соответственно, через год (весной 2021 г.) – только у 12,0 и 19,0%.

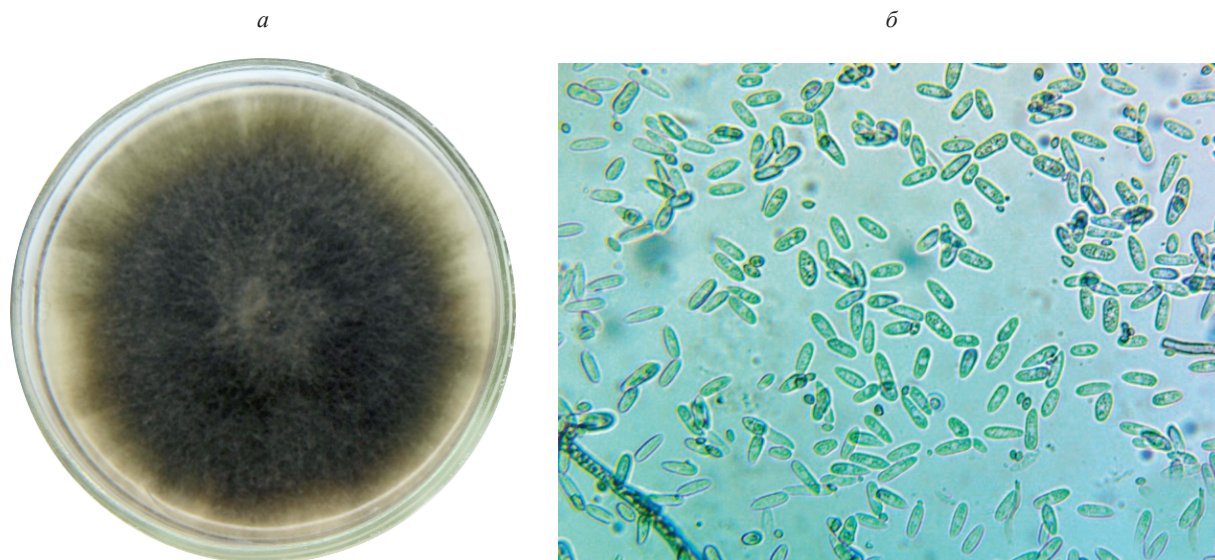


Рис. 3. Возбудитель антракноза люпина гриб *C. lupini* var. *lupini*:

a – внешний вид колонии; *б* – конидии гриба

Fig. 3. Lupin anthracnose pathogen – the fungi *C. lupini* var. *lupini*:

a – colony appearance; *б* – fungi conidia

Табл. 2. Жизнеспособность гриба *C. lupini* var. *lupini* на растительных остатках в зависимости от времени и способа хранения (опыт заложен 05.09.2019 г.)

Table 2. Viability of the fungi *C. lupini* var. *lupini* on plant residue depending on the period and storage conditions (experiment started 05.09.2019)

Срок проведения анализов	Доля образцов с жизнеспособным грибом при различных вариантах хранения, %					
	в комнатных условиях	под крышей зернохранилища	на поверхности почвы	в почве на глубине, см		
				22	16	3
15–21.05.2020 г.	76	83	2	0	0	0
07–13.09.2020 г.	49	54	0	0	0	0
23–29.05.2021 г.	12	19	0	0	0	0

На растительных остатках люпина с признаками поражения антракнозом, разложенных на поверхности почвы, в осенне-зимне-весенний период (с 05.09.2019 г. по 15.05.2020 г.) обнаружены жизнеспособные грибы только в 2,0% случаев. За летний период гриб полностью утратил жизнеспособность (данные за сентябрь 2020 г.). Гриб, находящийся на растительных остатках в почве на глубине 22, 16 и 3 см, в осенне-зимне-весенний период был нежизнеспособным. К концу мая 2021 г. эти растительные остатки почти полностью разложились и стали не пригодными для анализа.

Результаты исследований показывают, что на зараженных растительных остатках

в комнатных условиях и под крышей зернохранилища гриб сохраняет жизнеспособность, но начиная с первого года хранения она снижается.

Жизнеспособность гриба на незапаханных растительных остатках в весенне-летний период сохраняется и может являться источником инфекции при повторном посеве люпина на этом поле. Однако к осени его жизнеспособность полностью утрачивается. Пораженные остатки люпина, находящиеся в почве с осени, не могут быть источником заболевания растений люпина, так как возбудитель антракноза к весне полностью теряет жизнеспособность.

Зеленая масса люпинов желтого и узколистного, запаханная в фазу сизого боба в

почву, через 8,5 мес (к апрелю следующего года) разлагалась на 74,0–79,2%. Стерня и корни как более инертная масса для деятельности микроорганизмов минерализовались медленнее и через 2,0–2,5 мес разложились на 46,9–53,0%, к весне – на 65,1% (см. сноску 3).

При возделывании люпина по классической технологии в зоне достаточного увлажнения обработка почвы предполагает следующие этапы:

1) лущение стерни дисковыми лущильниками на глубину 10–12 см после уборки предшественника;

2) зяблевая вспашка на глубину 20–22 см через 10–14 дней.

Если лущение не проводится, то зяблевую вспашку проводят раньше. Весной (непосредственно перед посевом) почву культивируют на глубину 16 см. Глубина сева семян 2–3 см. В севообороте люпин необходимо возвращать на то же поле не раньше, чем через 2–3 года [1]. При возделывании люпина с такой системой обработки почвы и с соблюдением сроков чередования культур в севообороте зараженные антракнозом растительные остатки не могут служить дополнительным источником инфекции патогена. Это подтверждает проведенный нами опыт, в котором семена люпина белого и узколистного без признаков поражения возбудителем антракноза были посеяны на участке, где в предыдущем году находился посев люпина с признаками поражения антракнозом у растений (65,0%) и бобов (82,0%). После уборки урожая растительные остатки люпина были запаханы в почву на глубину 22 см. Весной на этом поле посеяли люпин. От всходов и до уборки урожая на растениях и бобах люпина белого и узколистного признаки поражения заболеванием не наблюдались. Фитопатологический анализ собранных семян не выявил инфекции антракноза. Данный факт свидетельствует о том, что на перегнивших в течение осенне-зимне-весеннего периода растительных остатках грибок полностью утрачивает жизнеспособность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что в климатических условиях Брянской области основным источником инфекции антракноза в посевах люпина являются зараженные семена. Гриб на семенах сохраняет жизнеспособность в условиях зернохранилищ с естественным режимом температуры и влажности до четырех лет. Начиная с первого года хранения количество семян люпина белого с жизнеспособной инфекцией снизилось с 8,1 до 4,0%, узколистного – с 4,8 до 1,7%. Поэтому для посева целесообразно использовать семена урожаев прошлых лет.

Жизнеспособность гриба на растительных остатках люпина, расположенных на поверхности почвы, за осенне-зимне-весенний период снизилась до 2,0%. За летний период грибок полностью утратил жизнеспособность. Конидии и мицелий гриба, перезимовавшие на растительных остатках, оставленных на поверхности почвы, жизнеспособны в течение лета и могут служить источником инфекции антракноза. На растительных остатках люпина, которые находились в почве с осени на глубине 22, 16 и 3 см, жизнеспособность гриба к началу следующего лета не сохранилась.

Если в основную систему обработки почвы в зоне достаточного увлажнения входит осенняя вспашка, тогда растительные остатки люпина не могут стать источником инфекции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косолапов В.М., Яговенко Г.Л., Лукашевич М.И., Агеева П.А., Новик Н.В., Мисникова Н.В., Слесарева Т.Н., Исаева Е.И., Такунов И.П., Пимохова Л.И., Яговенко Т.В. Люпин: селекция, возделывание, использование: монография. Брянск: Брянское областное полиграфическое объединение, 2020. 304 с.
2. Логинов В.Ф., Хитриков М.А. Прогноз изменений биоклиматического потенциала территории Беларуси на период 2016–2035 гг. // Известия национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. 2018. Т. 56. № 1. С. 51–64. DOI: 10.29235/1817-7204-2018-56-1-51-64.
3. Санин С.С. Проблемы фитосанитарии России на современном этапе // Защита и карантин растений. 2016. № 4. С. 3–7.
4. Левитин М.М. Микроорганизмы в условиях глобального изменения климата //

- Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50. № 5. С. 641–647. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.5.641rus.
- Мамеев В.В. Изменение агрометеорологических условий в юго-западной части центра России и их влияние на урожайность озимой пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. Т. 6. № 200. С. 5–13.
 - Игнатов А.Н., Кошкин Е.И., Андреева И.В., Гусейнов Г.Г., Гусейнов К.Г., Джалилов Ф.С. Влияние глобальных изменений климата на фитопатогены и развитие болезней растений // Агрохимия. 2020. № 12. С. 81–96. DOI: 10.31857/S0002188120120042.
 - Cui Jiag, Wang Yu, Han Jie. Analyses of the community compositions of root rot pathogenic fungi in the soybean rhizosphere soil // Chilean journal of agricultural research. 2016. Vol. 2. N 76. P. 179–187.
 - Будынкow Н.И., Михалева С.Н. Болезни нута на юге европейской территории России. Семенная инфекция // Достижение науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 7. С. 31–35. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10707.
 - Нам И.Я., Заякин В.В., Шашко Ю.К., Кобозева М.С., Земекова Л.А., Новикова М.А. Коллекция изолятов возбудителя антракноза люпина // Бюллетень Брянского отделения Русского ботанического общества. 2018. № 2 (14). С. 43–49.
 - Пимокхова Л.И., Яговенко Г.Л. Болезни и вредители люпина: система и средства защиты: монография. Брянск: Читай-город, 2020. 88 с.
 - Котова В.В., Кунгурцева О.В. Антракноз сельскохозяйственных растений: монография. Санкт-Петербург, 2014. 132 с. (Приложение к журналу «Вестник защиты растений», № 11).
 - Kosolapov V.M., Yagovenko G.L., Lukashevich M.I., Ageeva P.A., Novik N.V., Misnikova N.V., Slesareva T.N., Isaeva E.I., Taku-nov I.P., Pimokhova L.I., Yagovenko T.V. *Lupin: breeding, cultivation and use*. Bryansk, Bryansk Regional Printing Association, 2020, 304 p. (In Russian).
 - Loginov V.F., Khitrikov M.A. Predicting changes in bioclimatic potential in the territory of Belarus for the period of 2016–2035. *Izvestiya naciona-l'noy akademii nauk Belarusi. Seriya agrarnyykh nauk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series*, 2018, vol. 56, no. 1, pp. 51–64. (In Russian). DOI: 10.29235/1817-7204-2018-56-1-51-64.
 - Sanin S.S. Phytosanitary problems of Russia at the present stage. *Zashchita i karantin rasteniy = Plant Protection and Quarantine*, 2016, no. 4, pp. 3–7. (In Russian).
 - Levitin M.M. Microorganisms and global climate change. *Sel'skokhozyaistvennaya biologi-ya = Agricultural Biology*, 2015, vol. 50, no. 5, pp. 641–647. (In Russian). DOI: 10.15389/agro-biology.2015.5.641rus.
 - Mameyev V.V. The changes of agrometeorological conditions in the south-western part of the center of Russia and their influence on winter wheat yields. *Vestnik Altayskogo gosudarstven-nogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2021, vol. 6, no. 200, pp. 5–13. (In Russian).
 - Ignatov A.N., Koshkin E.I., Andreeva I.V., Guseinov G.G., Guseinov K.G., Dzhali-lyov F.S. Impact of global climate change on plant pathogens occurrence. *Agrokhimiya = Agricultural Chemistry*, 2020, no. 12, pp. 81–96. (In Russian). DOI: 10.31857/S0002188120120042.
 - Cui Jiag, Wang Yu, Han Jie. Analyses of the community compositions of root rot pathogenic fungi in the soybean rhizosphere soil. *Chilean journal of Agricultural Research*, 2016, vol. 2, no. 76, pp. 179–187.
 - Budynkow N.I., Mikhaleva S.N. Diseases of chickpea in the south of European Russia. Seed infection. *Dostizhenie nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2018, vol. 32, no. 7, pp. 31–35. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10707.
 - Nam I.Ya., Zayakin V.V., Shashko Yu.K., Kobozeva M.S., Zemekova L.A., Novikova M.A. Collection of isolates of the lupin anthracnose pathogen. *Byulleten' Bryanskogo otdeleniya RBO = Bulletin of Bryansk department of the RBS*, 2018, no. 2 (14), pp. 43–49. (In Russian). DOI: 10.22281/2307-4353-2018-2-43-49.
 - Pimokhova L.I., Yagovenko G.L. *Diseases and pests of lupin: system and protection*. Bryansk, Chitai-gorod Publ., 2020, 88 p. (In Russian).
 - Kotova V.V., Kungurceva O.V. *Anthraco-nose of agricultural plants*. Saint-Petersburg, 2014, 132 p. (Annex to the journal «Plant Protection Herald», no. 11). (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Пимохова Л.И., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

Яговенко Г.Л., доктор сельскохозяйственных наук, директор

Царапнева Ж.В., старший научный сотрудник

Хараборкина Н.И., научный сотрудник

✉ **Мисникова Н.В.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь; **адрес для переписки:** Россия, 241524, Брянская область, п. Мичуринский, ул. Березовая, 2; e-mail: lupin_nvnmisnikova@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

Ludmila I. Pimokhova, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher

German L. Yagovenko, Doctor of Science in Agriculture, Director

Zhanna V. Tsarapneva, Senior Researcher

Nina I. Kharaborkina, Researcher

✉ **Nadezhda V. Misnikova**, Candidate of Science in Agriculture, Academic Secretary; **address:** 2, Berezovaya St., Michurinsky, Bryansk Region, 241524, Russia; e-mail: lupin_nvnmisnikova@mail.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 27.03.2023

Дата принятия к публикации / Accepted for publication 13.07.2023

Дата публикации / Published 20.10.2023