

## ОЦЕНКА ИСХОДНОГО И СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ЛЮПИНА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К АНТРАКНОЗУ

Ю. А. ДАШКЕВИЧ

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, e-mail: dashkevich.u84@gmail.com

(Поступила в редакцию 15.03.2023)

*В статье представлены результаты исследований по оценке устойчивости к антракнозу на инфекционном фоне сортообразцов люпина белорусской и зарубежной селекции. Всего с 2015 по 2021 гг. на инфекционном фоне оценено 605 образцов узколистного люпина. Больше всего устойчивых образцов выделено в 2016 году – 35,7 %, меньше всего в 2021 – 2,7 %. Среди образцов зарубежной селекции устойчивых не выявлено. Установлено, что сорта и образцы белорусской селекции поражаются антракнозом в меньшей степени, чем зарубежные. Анализ связи развития антракноза образцов люпина с погодными условиями вегетационного периода 2015–2021 гг. показал прямую линейную зависимость между количеством осадков (май-июль) и развитием антракноза белорусской селекции ( $r=0,80$ ) и зарубежной ( $r=0,87$ ). Связь между температурой воздуха и развитием заболевания практически отсутствует ( $r=0,13$ ).*

*Оценка на антракнозостойчивость коллекционного материала люпина различного географического происхождения показала, что самое низкое развитие болезни наблюдалось у люпина белого (22,5–47,0 %). Из сортов узколистного люпина лучшими оказались Ладный 7 (31,5 %), Мелкосемянный (46,1 %), Олигарх (47,9 %), Yorrel (44,8 %). Сорта желтого люпина поражались в сильной степени (70,5–92,0 %). При этом сорта узколистного люпина белорусской селекции поражались антракнозом менее интенсивно, кроме люпина желтого. Среди изученных сортов лучшими по устойчивости выделялись сорта узколистного люпина Гусляр (27,9 %) и Альянс (22,5 %).*

**Ключевые слова:** люпин, селекционные образцы, инфекционный фон, антракноз, эпифитотии.

*The article presents the results of studies on the assessment of resistance to anthracnose against an infectious background of lupine varieties of Belarusian and foreign selection. Total from 2015 to 2021, 605 samples of narrow-leaved lupine were evaluated against an infectious background. Most of the resistant samples were isolated in 2016 – 35.7 %, the least in 2021 – 2.7 %. Among the samples of foreign selection, no resistant ones were found. It has been established that varieties and samples of Belarusian selection are affected by anthracnose to a lesser extent than foreign ones. Analysis of the relationship between the development of anthracnose in lupine samples and the weather conditions of the growing season 2015–2021 showed a direct linear relationship between the amount of precipitation (May–July) and the development of anthracnose of Belarusian selection ( $r=0.80$ ) and foreign ( $r=0.87$ ). The relationship between air temperature and the development of the disease is practically absent ( $r=0.13$ ).*

*Assessment of anthracnose resistance of the collection material of lupine of various geographical origin showed that the lowest development of the disease was observed in white lupine (22.5–47.0 %). Of the varieties of narrow-leaved lupine, the best were Ladny 7 (31.5 %), Melkosemiannyi (46.1 %), Oligarch (47.9 %), Yorrel (44.8 %). Varieties of yellow lupine were strongly affected (70.5–92.0 %). At the same time, varieties of narrow-leaved lupine of Belarusian breeding were affected by anthracnose less intensively, except for yellow lupine. Among the studied varieties, the varieties of narrow-leaved lupine Guslyar (27.9 %) and Alliance (22.5 %) were the best in terms of resistance.*

**Key words:** lupine, breeding samples, infectious background, anthracnose, epiphytities.

### Введение

Антракноз (возбудитель *Colletotrichum lupini*) является самой вредоносной болезнью всех видов люпинов в мире. В годы эпифитотий распространенность антракноза может достигать 90–100 %. При этом потери зерна достигают 85–100 %, зеленой массы – 55–80 % [1, с. 123; 2; 3].

Опасность антракноза заключена в особенностях жизненного цикла его возбудителя, способах передачи и сохранения инфекции. При благоприятных погодных условиях болезнь стремительно достигает эпифитотийного уровня развития, при котором посевы неустойчивых сортов полностью погибают, а устойчивые сорта снижают урожайность. При этом массовое распространение возбудителя отмечается даже при незначительном наличии инфекции (0,001–0,01 % зараженных семян) и нередко полностью уничтожает посев, поражая каждое растение [4, с. 72].

Согласно литературным данным, нет единого мнения об устойчивости сортов. Так в некоторых случаях сорт считают устойчивым к поражению антракнозом, а в других условиях он оказывается очень восприимчивым к возбудителю болезни. Возможно, это связано с тем, что при проведении исследований создаются неодинаковые условия, влияющие на степень поражения, то есть различаются изоляты, инфекционная нагрузка и погодные условия. Еще У. Уильямс отмечал, что в одинаковых условиях один и тот же генотип дает одинаковые фенотипы, а в разных условиях – различные фенотипы. При этом наследуется норма реакции генотипа, которая проявляется при взаимодействии его со средой и называется степенью устойчивости [5].

Цель наших исследований – оценка устойчивости к антракнозу на инфекционном фоне видов люпина белорусской и зарубежной селекции, исходного, и селекционного материала люпина узколистного, выделение образцов с повышенной устойчивостью к патогену.

## Основная часть

Исследования проводились в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» в лаборатории иммунитета в 2015–2021 гг. Погодные условия в годы исследований имели различный характер. Они отличались как по среднедекадной температуре, так и по количеству атмосферных осадков. Следует отметить, что погодные условия 2015, 2016, 2018 и 2021 гг. способствовали умеренному и депрессивному развитию антракноза, а условия 2017, 2019–2020 гг. вызвали эпифитотийное развитие болезни (рис. 1, 2).

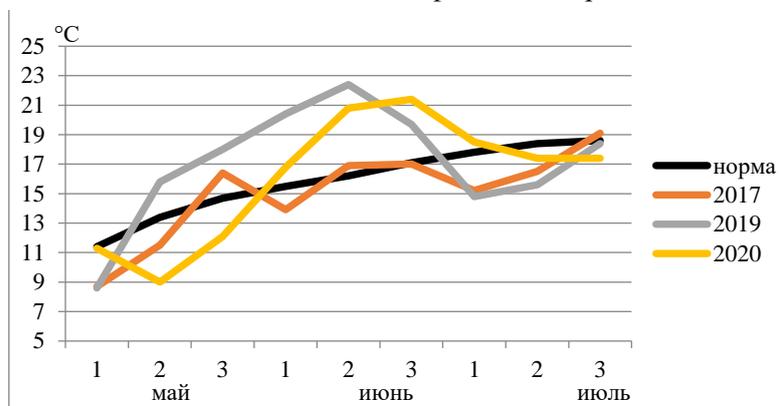


Рис. 1. Среднедекадная температура воздуха (°C) за 2017, 2019, 2020 гг. (метеостанция Борисов)

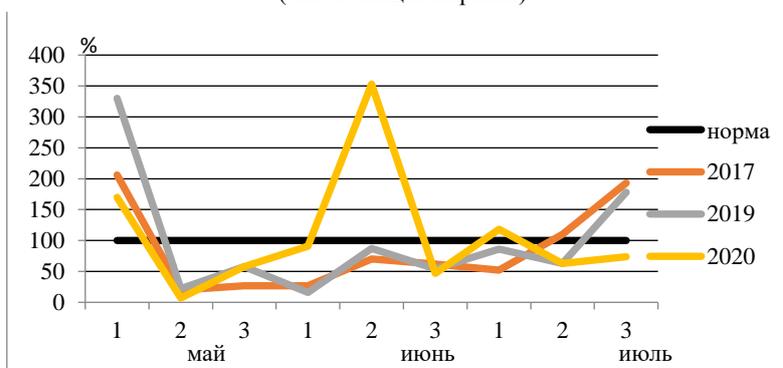


Рис. 2. Среднедекадное количество атмосферных осадков (% от нормы) за 2017, 2019, 2020 гг. (метеостанция Борисов)

Селекция на устойчивость к антракнозу проводилась при жестком контроле материала на искусственном инфекционном фоне. Для этого использовалась популяция возбудителя антракноза, собранная на территории республики и обладающая высокой патогенностью. Выделение, культивирование гриба и наращивание инфекционного материала осуществлялось на люпиновой среде (ЛГА) при температуре +22 °C и освещением ближним УФ-светом под эритемной лампой с 12-часовым режимом освещения [6].

Инфекционный фон размещался на участке, защищенном от ветра, где дольше всего сохраняется точка росы. Перед посевом проводилась инокуляция семенного материала в суспензии спор патогена, следующее заражение – в фазу бутонизации-цветения растений люпина. Плотность инокулята 3–5×10<sup>6</sup> спор в 1 мл воды. Семена помещались в полиэтиленовый пакетик, заливались споровой суспензией так, чтобы все семена были погружены в раствор. В таком виде образец находился при температуре не менее 22 °C в течение 8–12 часов. Затем семена высевались в почву одновременно с образцами без инокуляции (контроль). При появлении всходов проводился подсчет всхожести и поражение антракнозом по фазам развития растений люпина. Все пораженные растения удалялись и раскладывались в междурядья для накопления инфекции. К концу вегетации на делянке оставались растения без видимых признаков поражения антракнозом [6, 7].

Для развития эпифитотии заболевания растений необходимо сочетание трех факторов: благоприятные погодные условия, наличие источника инфекции и наличие восприимчивых сортов. Необходимо отметить, что, согласно литературным данным и нашим исследованиям, оптимальная температура воздуха для развития и распространения инфекции антракноза находится в интервале +20–25 °C, а влажность должна превышать 80 %. В ином случае вредоносность антракноза на люпине будет незначительной [8, 9].

Оценка и отбор устойчивого исходного и селекционного материала на инфекционном фоне проводились нами ежегодно. Отобранные устойчивые образцы люпина передавались в отдел зернобобовых культур для дальнейшей оценки селекционерами по хозяйственно полезным признакам. Следует отметить, что все сортообразцы оценивались в условиях равной качественной и количественной инфекционной нагрузки возбудителя.

По нашим наблюдениям, развитие антракноза на разных видах люпина зависело от совпадения восприимчивых к заболеванию фаз и благоприятных для развития болезни погодных условий. Желтый люпин поражен антракнозом на всех этапах онтогенеза, среди которых есть и наиболее восприимчивые фазы – стебление и бобообразование. Растения узколистного люпина поражались антракнозом преимущественно в фазы всходов и бобообразования (рис. 3). У белого люпина уязвимой фазой являлись всходы.



Рис. 3. Поражение антракнозом растений люпина узколистного в фазу всходов и бобообразования

По результатам многолетних наблюдений было выявлено, что сортообразцы люпина белорусской селекции поражаются антракнозом в меньшей степени, чем зарубежные. Это связано с тем, что они более приспособлены к климатическим условиям республики.

Проведен анализ связи развития антракноза образцов люпина белорусской и зарубежной селекции, и погодных условий вегетационных периодов 2015–2021 гг. Коэффициент корреляции показал прямую линейную зависимость между количеством выпавших осадков (май-июль) и развитием антракноза образцов люпина белорусской ( $r=0,80$ ) и зарубежной селекции ( $r=0,87$ ). Связь между температурой воздуха и развитием болезни слабая или отсутствует ( $r=0,13$ ). Коллекционный материал люпина получен из Национального банка семян генетических ресурсов хозяйственно-полезных растений. Большинство образцов относились к виду люпин узколистный. Селекционные сортообразцы узколистного люпина питомников (ПР, СП-2, СП-1, КП, КСИ) для оценки на устойчивость к антракнозу ежегодно поступали из отдела зернобобовых культур. Сорты отечественной селекции преимущественно селекции ННЦ по земледелию. Из коллекции сортов различного географического происхождения на инфекционном фоне оценивалось 32 сорта узколистного люпина, 6 желтого и 8 белого (табл. 1).

Антракноз в сильной степени повлиял на полевую всхожесть семян люпина, у большинства сортов она снизилась значительно, и находилась в пределах 15,0–58,8 %. Развитие болезни в период вегетации имело различный характер по сортам и варьировало от 22,5 до 93,3 %.

Таблица 1. Оценка коллекционных сортов люпина на устойчивость к антракнозу на инфекционном фоне

Сорт	Происхождение	Количество испытаний (лет)	Полевая всхожесть инокулированных семян, %	Развитие болезни, %
Узколистный люпин				
Немчиновский 846	Россия	4	55,3	67,7
Кристалл	Россия	3	62,9	72,4
Смена	Россия	3	74,6	61,7
Северный 3	Россия	2	15,0	93,1
Ладный 7	Россия	2	58,8	31,5
Олигарх	Россия	2	51,9	47,9
Узколистный 423	Россия	2	58,8	57,3
Мелкосемянный	Россия	2	78,2	46,1
Надежда	Россия	2	30,0	58,2
Дикаф	Россия	2	41,3	68,4
Брянский 1121	Россия	2	51,3	52,9
Высокорослый детерминант	Россия	2	40,7	72,0
Кормовой 344	Россия	2	33,8	69,7
Mirela	Польша	3	62,1	85,5
Пулавски ружовы вчесны	Польша	4	53,5	63,9
Эмир	Польша	3	37,1	84,1

Sonet	Польша	3	42,1	87,1
Казан	Польша	3	37,9	84,3
Фазан	Украина	3	37,5	87,7
Bora	Германия	2	78,2	59,1
Borweta	Германия	2	53,2	69,8
Gatersleben	Германия	3	62,9	66,2
Bordako	Германия	3	64,2	73,0
Bolivio	Германия	2	70,7	58,8
Uniharwest	Австралия	2	33,2	72,0
Unicrop	Австралия	2	70,0	63,5
Yorrel	Австралия	4	41,6	44,8
Myallie	Австралия	2	68,8	57,9
Rancher	США	2	72,5	65,8
Apendrilon	Греция	3	42,1	78,3
Prima	Дания	3	24,2	93,3
Stevens	Африка	2	51,3	55,4
Среднее	-	-	51,7	67,2
Желтый люпин				
Брянский 17	Россия	2	80,1	80,0
Обрий	Украина	2	63,2	92,0
Murzun	Польша	2	59,4	70,5
Надежный	Россия	2	52,5	90,8
Престиж	Россия	2	42,5	77,9
Tremosilla	Испания	2	77,5	82,5
Среднее	-	-	62,5	82,3
Белый люпин				
Дега	Россия	3	44,2	35,4
Гамма	Россия	3	38,3	34,7
Деснянский	Россия	2	88,3	43,4
Старт	Россия	2	85,0	22,5
Пищевой	Украина	2	50,0	36,9
Киевский мутант	Украина	2	41,7	47,0
Алый парус	Россия	2	40,0	30,6
Minogi	Германия	2	65,5	45,6
Среднее	-	-	56,6	37,0

Среди изученных сортов люпина лучшими по устойчивости к антракнозу оказались сорта, где развитие болезни не превышало 50,0 %. Из сортов узколистного люпина можно выделить Ладный 7 (31,5 %), Мелкосемянный (46,1 %), Олигарх (47,9 %) российской селекции и Yorrel (44,8 %) австралийской. У всех изученных сортов белого люпина наблюдалось не высокое развитие болезни (22,5–47,0 %). Однако сорта желтого люпина были поражены в сильной степени (70,5–92,0 %). Кроме того, проводилась оценка на устойчивость к антракнозу сортов люпина узколистного (15 шт.), желтого (6 шт.) и образцов белого (2 шт.) белорусской селекции (табл. 2).

Таблица 2. Оценка сортов и образцов люпина на устойчивость к антракнозу на инфекционном фоне

Сорт	Количество испытаний (лет)	Полевая всхожесть инокулированных семян, %	Развитие болезни в период вегетации, %
Узколистный люпин			
Миртан (контроль)	7	69,6	43,6
Ванюша	3	70,4	63,1
Талант	3	82,9	53,3
Жодзінскі	3	90,0	47,0
Кармавы	3	56,7	40,7
Гуливер	3	59,2	41,7
Купец	2	88,8	52,0
Чырвонец	2	92,5	53,5
Першацвет	3	85,0	38,7
Хвалько	2	92,5	56,3
Прывабны	2	90,0	50,0
Ян	3	78,5	66,3
Гусяр	4	75,7	27,9
Альянс	3	74,2	22,5
Ярык	3	80,0	31,3
Среднее	-	79,1	45,9
Желтый люпин			
Владко	4	42,8	73,5
Алтын	3	60,0	83,2
Магикан	2	50,0	88,8
Пингвин	2	47,5	94,7
Бригантина	2	32,5	89,6
Еврантус	2	32,5	78,1
Среднее	-	44,2	84,7
Белый люпин			
№ 21	2	80,7	33,7
№ 22	2	67,5	36,3
Среднее	-	74,1	35,0

Из таблицы видно, что сорта узколистного люпина белорусской селекции более устойчивы к антракнозу по сравнению с зарубежными. Сорта узколистного люпина Гусляр, Альянс и Ярык оказались лучшими по устойчивости к антракнозу среди всех изученных. Развитие болезни в период вегетации составило 27,9, 22,5 и 31,3 % соответственно. У образцов белого люпина развитие болезни в среднем составило 33,7–36,3 %. Сорта желтого люпина поражались антракнозом сильнее всех изученных видов люпина (73,5–94,7 %). Всего за годы исследований на устойчивость к антракнозу было оценено 605 образцов люпина узколистного белорусской и зарубежной селекции (табл. 3).

Таблица 3. Оценка селекционных образцов люпина узколистного на устойчивость к антракнозу на инфекционном фоне, 2015–2021 гг.

Образцы люпина белорусской селекции (ПР – КСИ)				Образцы люпина зарубежной селекции			
количество, шт.	Полевая всхожесть, %	развитие болезни, %	устойчивых, %	количество, шт.	полевая всхожесть, %	развитие болезни, %	устойчивых, %
2015 г.							
103	61,3	21,3	21,4	40	60,1	43,0	–
2016 г.							
56	86,5	35,6	37,5	8	33,8	65,4	–
2017 г.							
33	60,4	60,5	24,2	61	45,7	82,3	–
2018 г.							
26	75,6	46,7	23,1	21	55,0	74,0	–
2019 г.							
41	54,4	66,4	4,9	39	57,5	83,6	–
2020 г.							
30	90,0	67,8	16,7	–	–	–	–
2021 г.							
147	95,8	56,2	2,7	–	–	–	–

Всхожесть инокулированных образцов люпина белорусской селекции в разные годы исследований находилась в пределах 54,4–95,8 %, у зарубежных 33,8–60,1 % соответственно. Образцы люпина белорусской селекции за период исследований поражались антракнозом от 21,3 (2015 г.) до 67,8 % (2020 г.), у зарубежных образцов данный показатель варьировал от 43,0 (2015 г.) до 83,6 % (2019 г.).

В результате проведенной оценки люпина узколистного на устойчивость к антракнозу в условиях инфекционного фона ежегодно нами были выделены лучшие образцы, сочетающие устойчивость и продуктивность. Больше всего устойчивых образцов выделено в 2016 году – 37,5 %, меньше всего в 2021 – 2,7 %. Среди материала зарубежной селекции устойчивых не выявлено.

#### Заключение

Установлена прямая линейная зависимость между количеством выпавших осадков (май-июль) и развитием антракноза образцов белорусской ( $r=0,80$ ) и зарубежной селекции ( $r=0,87$ ). Связь между температурой воздуха и развитием болезни практически отсутствует ( $r=0,13$ ).

На инфекционном фоне поражение сортов люпина различного географического происхождения зависело от вида. Самое низкое развитие болезни в период вегетации наблюдалось у люпина белого (22,5–47,0 %). Из сортов узколистного люпина лучшими оказались Ладный 7 (31,5 %), Мелкосемянный (46,1 %), Олигарх (47,9 %) российской селекции и Yorrel (44,8 %) австралийской. Сорта желтого люпина поражались в сильной степени (70,5–92,0 %).

Сорта люпина узколистного белорусской селекции поражались антракнозом менее интенсивно. Среди изученных сортов лучшими по устойчивости выделялись сорта узколистного люпина Гусляр (27,9 %), Альянс (22,5 %) и Ярык (31,3 %). Сорта желтого люпина сильно восприимчивы к патогену, поражение составило 73,5–94,7 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Корнейчук, Н. С. Грибные болезни люпинов / Н. С. Корнейчук. – Киев.: «Колобиг», 2010. – 376 с.
2. Кунгурцева, О. В. Методы мониторинга антракноза люпина / О. В. Кунгурцева // Методы мониторинга и прогноза развития вредных организмов. ВИЗР. – СПб, 2002. – С. 75–81.
3. Алкалоиды люпина узколистного как фактор, определяющий альтернативные пути использования и селекции культуры / М. А. Вишнякова [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2020. – №24(6). – С. 625–635.
4. Результаты и перспективы селекции желтого и узколистного люпина на устойчивость к антракнозу / А. Е. Рябичева [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – №4. – С. 72.
5. Уильямс, У. Генетические основы селекции растений. Пер. с англ. под ред. Б.С. Сидорова. – Москва, 1968. – 448 с.
6. Создание инфекционных фонов возбудителя антракноза узколистного люпина (*Colletotrichum lupini*): методические рекомендации / Ю. К. Шашко [и др.]. – Жодино, 2014. – 22 с.
7. Будевич, Г. В. Инфекционные фоны в селекции зерновых и зернобобовых культур на устойчивость к болезням / Г. В. Будевич, Ю. К. Шашко // Принципы и методы оптимизации селекционного процесса сельскохозяйственных растений: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2005. – С. 120–125.
8. Такунов, И. П. Люпин в земледелии России / И. П. Такунов. – Брянск: Придесенье, 1996. – 372 с.
9. Кунгурцева, О. В. Биозоологические особенности возбудителя антракноза люпина: автореф. дис.... канд. биол. наук: 06.01.11 / О. В. Кунгурцева // ВИЗР. – Пушкин, 2006. – 19 с.