

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК: 633.521:632.4(92)

РАЗВИТИЕ ПАТОГЕННЫХ МИКОЗОВ В ПОСЕВАХ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Н. В. СТЕПАНОВА, С. Р. ЧУЙКО

РУП «Институт льна»,
аг. Устье, Республика Беларусь, 211003

(Поступила в редакцию 15.12.2021)

В статье представлены результаты мониторинга фитопатологической ситуации в посевах льна-долгунца на территории Беларуси в условиях 2019–2020 гг. Обследование девяти льносеющих организаций, относящихся к трем агроклиматическим зонам, свидетельствуют, что средние показатели гидротермических факторов агроклиматических зон не определяют общую тенденцию развития вредной биоты. Более информативна характеристика факторов среды в отдельные периоды развития льна и их влияние на инфицированность растений. Наиболее распространенными и вредоносными болезнями растений являются антракноз (коллетотрихоз) и септориоз (пасмо). Развитие и распространенность антракноза по льносеющим организациям составило 9–17 %, септориоза 19–57 % и 17–43 % соответственно. Не актуальными в посевах льна сегодня установлены фузариоз (увядание, побурение), полиспороз, оидиоз (мучнистая роса), развитие которых отмечается на депрессивном уровне до 3 %. Не выявлены в процессе обследования посевов ржавчина и фузариоз по ржавчине, аскохитоз и фомоз. Установлена высокая зависимость распространенности ($R^2 = 0,61$) и развития ($R^2 = 0,72$) инфекции антракноза (возбудитель *Colletotrichum lini* Manus & Bolley) в фазы бутонизации – цветения от количества осадков за май – июнь; распространенности ($R^2 = 0,79$) и развития ($R^2 = 0,66$) септориоза (возбудитель *Septoria linicola* (Speg.) Gar.) к фазе технической спелости льна от суммы осадков за период вегетации, а также общей зараженности растений микозами от суммы осадков за период вегетации ($r = 0,88$). С повышением зараженности растений льна микозами повышается инфицированность их семян ($R^2 = 0,85$).

Ключевые слова: лен-долгунец, микозы, распространенность, развитие, агроклиматическая зона, погодные условия.

The article presents results of monitoring the phytopathological situation in fiber flax crops in Belarus in the conditions of 2019–2020. A survey of nine flax-growing organizations belonging to three agro-climatic zones indicates that the average indicators of hydrothermal factors of agro-climatic zones do not determine the general trend in the development of harmful biota. More informative is the characterization of environmental factors in certain periods of flax development and their influence on plant infection. The most common and harmful plant diseases are anthracnose (colletotrichosis) and septoria (pasmus). The development and prevalence of anthracnose in flax-growing organizations was 9–17 %, septoria – 19–57 % and 17–43 %, respectively. Fusarium (withering, browning), polysporosis, oidiosis (powdery mildew), the development of which is noted at a depressive level of up to 3 %, are not relevant in flax crops today. Rust and fusarium rust, ascochitosis and phomosis were not detected during the examination of crops. A high dependence of prevalence ($R^2 = 0.61$) and development ($R^2 = 0.72$) of anthracnose infection (causative agent *Colletotrichum lini* Manus & Bolley) in the budding-flowering phase on the amount of precipitation in May–June was established; prevalence ($R^2 = 0.79$) and development ($R^2 = 0.66$) of septoria blight (causative agent *Septoria linicola* (Speg.) Gar.) to the phase of technical ripeness of flax on the total precipitation during the growing season, as well as the total infection of plants with mycoses on the total precipitation during the growing season ($r = 0.88$). With an increase in the infection of flax plants with mycoses, the infection of their seeds also increases ($R^2 = 0.85$).

Key words: long-fiber flax, mycoses, prevalence, development, agro-climatic zone, weather conditions.

Введение

Лен-долгунец является единственным источником растительного сырья в Беларуси для текстильной промышленности. Объемы производства и качество льноволокна сегодня не соответствуют в должной мере потребностям страны. Одной из причин недобора продукции является поражение льна болезнями, главным образом грибкового характера. В последние годы в стране произошло значительное изменение фитосанитарной ситуации в посевах льна-долгунца относительно возбудителей болезней. Полностью исчезли ржавчина льна и фузариоз по ржавчине. Практически не выявляются аскохитоз и фомоз льна. Пораженность растений фузариозом, оидиозом и полиспорозом стала мало актуальна.

В настоящее время культура возделывается во II-й (центральной) и III-й (южной) агроклиматических зонах страны по современной классификации. В связи с потеплением климата границы центральной агроклиматической области сместились с юга на север Беларуси практически на сто километров с выделением новой IV-й зоны [1]. В результате чего в I-й (северной) зоне сегодня расположена только одна льносеющая организация, а в IV-й (новой) зоне лен не выращивается. Основная посевная площадь льна-долгунца сосредоточена в Витебской области Беларуси (II агроклиматическая зона), где ежегодно высевается 27–29 % от общей площади льна [2]. На долю льнозаводов Минской и Могилевской областей приходится в среднем по 17–21 % площадей (II–III агроклиматические зоны). Брестская и Гомельская области (III агроклиматическая зона) имеют самый низкий процент посевной площади льна-долгунца по 9–12 %.

Целью работы являлось изучение фитосанитарной ситуации в посевах льна-долгунца относительно возбудителей грибковых болезней при возделывании его в разных агроклиматических зонах Беларуси.

Основная часть

Изучение патогенного комплекса возбудителей болезней льна-долгунца осуществлялось во время проведения маршрутных обследований фитопатологического состояния посевов в льносеющих хозяйствах по агроклиматическим зонам возделывания культуры: 1-я зона – ОАО «Верхнедвинский льнозавод»; 2-я зона – ОАО «Дубровенский льнозавод», ОАО «Кореличи-лен», ОАО «Горкилен», ОАО «Хотимский льнозавод»; 3-я зона – ОАО «Слуцкий льнозавод», ОАО «Пружанский льнозавод», КУП «Кормалён»; Филиал «Уваровичский льнозавод». Отбор растительных проб проводился в основные фазы роста и развития льна. Для получения информации о динамике развития болезней в каждом льносеющем хозяйстве выбирали 4–5 стационарных участка. Диагностика и степень поражения растений устанавливались согласно практическим руководствам по фитосанитарному контролю посевов льна-долгунца [3, 4, 5]. Для оценки влияния погодных условий на развитие микозов использовали сумму температур и сумму осадков в период вегетации растений, а также комплексный гидро-термический показатель (ГТК), рассчитанный от посева до уборки культуры.

Уровень развития и распространенности болезней зависит от многих факторов: почвенно-климатических условий, системы земледелия, технологии возделывания, сортовых особенностей культуры. Лен-долгунец поражается болезнями во все фазы развития – от всходов до созревания. В 2019–2020 гг. комплекс патогенов в посевах льна обследованных хозяйств был представлен возбудителями болезней: антракноза (коллетотрихоза) – *Colletotrichum lini* Manus & Bolley; септориоза (пасмо) – *Septoria linicola* (Speg.) Gar.; трахеомикоза (фузариозного увядания) – *Fusarium oxysporum* f. *lini* (Bolley) Snyder & Hansen; полиспороза – *Polyspora lini* Laff. & Peth.; оидиоза (мучнистой росы) – *Erysiphe cichoracearum* DC. f. *lini* Jacz.

Доминирующей инфекцией в посевах льна-долгунца в период от всходов до фазы цветения установлен антракноз, возбудитель которого является узко специализированным патогеном и поражает только растения льна культурного (*Linum usitatissimum* L.). Он может повреждать всходы, стебли, листья, семена и коробочки растений на протяжении всего периода вегетации. Особый вред наносит в прохладных и влажных погодных условиях, складывающихся в период сева и всходов. В фазе всходов льна болезнь поражает корневую систему и основание молодого стебля в виде язв и перетяжек корневой шейки. Часть пораженных растений образуют дополнительные корни выше поврежденных и визуально выздоравливают, но в дальнейшем отстают в росте, а при неблагоприятных погодных условиях надламываются. По мере роста растений болезнь распространяется на листья в виде бурых пятен. При сильном поражении коробочек льна образуются тусклые, щуплые семена с низкой всхожестью. Один процент развития антракноза к уборке может снижать содержание луба в соломе на 0,08 %, а его прочность на 1,7 Ньютона [6].

Антракноз широко распространен в посевах льна во всех агроклиматических зонах льносеяния Беларуси и встречается ежегодно. В среднем за годы исследования инфицирование растений было на умеренно-депрессивном уровне – от 9 до 17 % (табл. 1). Наибольшая пораженность льна 15–17 % антракнозом отмечалась в центральной агроклиматической зоне, на полях ОАО «Горкилен», ОАО «Хотимский льнозавод» и ОАО «Слуцкий льнозавод» южной зоны; наименьшая 9–11 % установлена в южной агроклиматической зоне на полях льносеющих организаций КУП «Кормалён», Филиал «Уваровичский льнозавод» и ОАО «Пружанский льнозавод».

Таблица 1. Пораженность льна-долгунца микозами при возделывании его в разных агроклиматических зонах Беларуси, фаза ранней желтой спелости, 2019–2020 гг.

Льносеющее хозяйство	Климатическая зона	Вид инфекции, %					Общая зараженность, %	ГТК вегетации (Селянинов)	
		антракноз	трахеомикоз	септориоз	полиспороз	оидиоз		2019 г.	2020 г.
ОАО «Верхнедвинский льнозавод»	I	12,8	2,0	35,3	0	0,9	51,0	1,14 ***	2,12 *****
ОАО «Дубровенский льнозавод»	II	14,0	1,5	38,2	0,7	1,6	56,0	1,49 ****	1,45 ****
ОАО «Кореличи-лен»	II	11,8	2,3	20,6	0	0,7	35,4	1,06 ***	1,53 ****
ОАО «Горкилен»	II	15,5	1,8	49,3	0,3	0,8	67,7	1,46 ****	1,84 *****
ОАО «Хотимский льнозавод»	II	17,4	2,0	56,5	0,8	0,6	77,3	1,31 ****	1,89 *****
ОАО «Слуцкий льнозавод»	III	15,8	2,8	46,2	1,3	0,2	66,3	1,61 *****	1,76 *****
ОАО «Пружанский льнозавод»	III	10,3	1,0	18,8	0,3	0,3	30,7	0,97 **	1,09 **
Филиал «Уваровичский льнозавод»	III	10,5	1,5	35,5	0,3	1,3	49,1	1,03 ***	1,36 ****
КУП «Кормалён»	III	9,5	2,5	39,3	0,4	0,4	52,1	1,0 **	1,68 *****

* – очень засушливый период, ** – засушливый, *** – слабо засушливый, **** – оптимальный, ***** – переувлажненный.

Обследование посевов льна-долгунца по агроклиматическим зонам возделывания установило сильную зависимость развития ($R^2 = 0,72$) и распространенности ($R^2 = 0,61$) антракноза в фазы бутонизации – цветения льна от количества осадков за май – июнь (рис. 1).

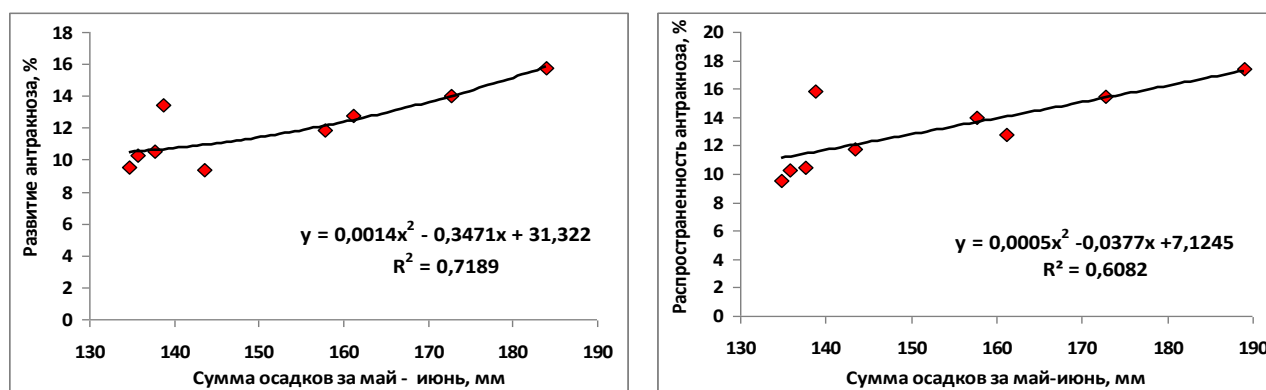


Рис. 1. Зависимость развития и распространенности антракноза льна-долгунца в фазы бутонизация – цветения от суммы осадков за период май – июнь, 2019–2020 гг.

Во второй половине вегетации ежегодно проявляется септориоз льна-долгунца. От фазы «елочка» до созревания льна болезнь может находиться в скрытом состоянии [7]. Но во второй половине вегетации на настоящих листьях и стеблях проявляются коричневые пятна. Пораженные листья засыхают, оголяя стебель. Коричневые пятна на стебле постепенно сливаются и при сильном поражении поле приобретает сероватый оттенок. Пораженные бутоны и (или) молодые коробочки засыхают и опадают. В случае поражения септориозом сформированных коробочек образуются инфицированные семена. Несмотря на то, что пасмо исключен из перечня карантинных объектов, вспышки болезни возможны при благоприятных для возбудителя условиях раз в 5–8 лет [8]. Активность патогена приводит к снижению прочности, гибкости, технической длины длинной фракции волокна и урожайности льнопродукции [9]. Сильное поражение растений может привести к недобору 20–50 % урожая семян, снижению содержания волокна в стеблях на 3 %, качества длинного трепаного волокна на 1–4 номера [10].

За 2019–2020 гг. в посевах льна обследованных хозяйств распространенность септориоза в предуборочный период составила 19–57 % при развитии болезни 17–43 %. Максимальные распространенность 46–57 % и развитие инфекции 31–43 % были установлены на полях ОАО «Горкилен», ОАО «Хотимский льнозавод» центральной агроклиматической зоны и ОАО «Слуцкий льнозавод» южной агроклиматической зоны. Наименьшее проявление септориоза льна отмечалось в ОАО «Кореличи-лен» центральной зоны и в ОАО «Пружанский льнозавод» южной зоны с распространенностью и развитием болезни 19–21 и 17–19 % соответственно.

С увеличением количества атмосферных осадков от всходов до технической спелости льна вредоносность возбудителя септориоза в посевах повышается. Установлена высокая зависимость распространённости ($R^2 = 0,79$) и развития ($R^2 = 0,66$) *Septoria linicola* (Speg.) Gar. от суммы осадков за период вегетации (рис. 2).

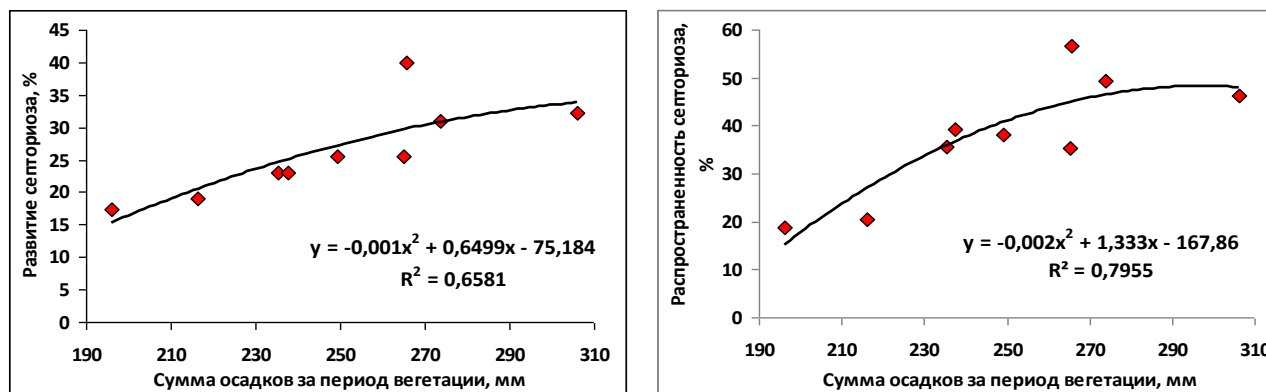


Рис. 2. Распространённость и развитие септориоза льна-долгунца к уборке в зависимости от суммы осадков за период вегетации, 2019–2020 гг.

В период обследования посевов льна-долгунца фузариозное побурение практически не встречалось, а фузариозное увядание было невысоким и имело ярко выраженный очаговый характер, так как сложившиеся погодные условия не способствовали его массовому развитию. В среднем за 2 года обследования посевов развитие и распространённость фузариозного увядания (трахеомикоза) не превышали 3 %. Проявление полиспороза в посевах льна-долгунца составило 0,3–1,3 %. Активность его возбудителя усиливается при повышении влажности, резких понижениях температуры и ярком освещении (в условиях изреженных посевов). Проявление оидиоза отмечалось в пределах 0,2–1,6 % в местах с пониженным рельефом на поздних и полеглых посевах льна-долгунца и также имело очаговый характер. В целом, развитие трахеомикоза, полиспороза и оидиоза сегодня отмечается на депрессивном уровне.

Проанализировав результаты мониторинга посевов льна-долгунца за 2019–2020 гг., можно констатировать, что разделение территории Беларуси на агроклиматические зоны фактически не соответствовало заявленным многолетним гидротермическим условиям. В 2019 г. погодные условия северной зоны имели слабозасушливый характер, а южной зоны – от засушливого до переувлажненного; в 2020 г. погодные условия северной зоны были переувлажненными, а в южной зоне – от слабозасушливых до переувлажненных. Усредненные показатели климатических факторов зон не определяют общую тенденцию развития вредной биоты. Более информативна характеристика факторов среды в отдельные периоды развития растений и их влияние на поражение льна грибковой инфекцией.

Корреляционный анализ полученных результатов установил наибольшее влияние на патогенез у льна температуры воздуха в июле ($r = -0,59$) и осадков в июне-июле ($r = 0,59-0,62$) (табл. 2).

Таблица 2. Коэффициенты корреляции между распространённостью (P), развитием (R) основных микозов в посевах льна-долгунца и гидротермическими факторами вегетации, 2019–2020 гг.

Вид инфекции		Сумма температур, °С				Сумма осадков, мм			
		май	июнь	июль	вегетация	май	июнь	июль	вегетация
Антракноз	P	-0,28	-0,55	-0,56	-0,53	0,20	0,66*	0,39	0,75*
	R	-0,13	-0,40	-0,47	-0,41	0,10	0,66*	0,41	0,74*
Трахеомикоз	P	-0,40	-0,39	-0,51	-0,46	0,15	0,52	0,26	0,58
	R	-0,31	-0,34	-0,31	-0,33	0,42	0,22	0,54	0,79*
Септориоза	P	0,12	-0,22	-0,46	-0,29	0,02	0,58	0,62*	0,81**
	R	-0,02	-0,32	-0,47	-0,36	0,13	0,74*	0,35	0,73*
Общая заражённость		0,03	-0,28	-0,59*	-0,34	0,16	0,62*	0,59*	0,88**

* – истинно при значении погрешности 0,05; ** – истинно при значении погрешности 0,01.

Распространённость антракноза и септориоза ($r = 0,75$ и $0,81$), а также развитие микозов льна ($r = 0,73-0,79$) находились в достоверной на уровне значимости 0,05–0,01 корреляционной связи с суммой осадков за период вегетации.

Комплексная оценка количественного состава патогенов и источников распространения инфекции необходима для создания фонда здоровых семян. С повышением заражённости растений к уборке грибковой инфекцией установлено повышение инфицированности полученных семян ($R^2 = 0,85$) (рис. 3).

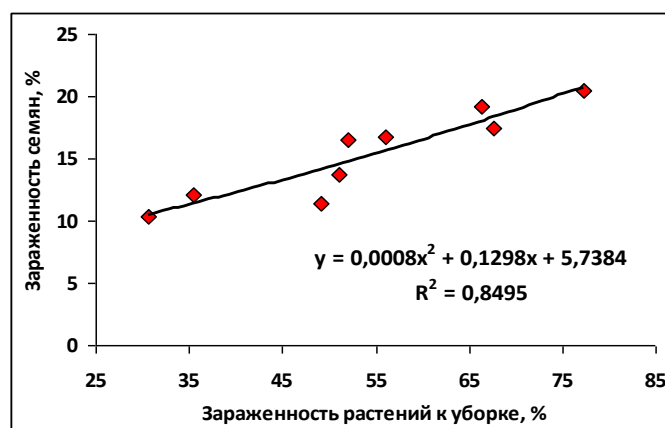


Рис. 3. Влияние зараженности растений льна-долгунца микозами к уборке на зараженность полученных семян, 2019–2020 гг.

Заключение

Полученные в 2019–2020 гг. результаты обследования посевов девяти льносеющих организаций, относящихся к трем агроклиматическим зонам, свидетельствуют, что средние показатели гидротермических факторов зон не определяют общую тенденцию развития вредной биоты. Более информативна характеристика факторов среды в отдельные (межфазные) периоды развития льна и их влияние на инфицированность растений.

Доминирующим патогеном в посевах льна установлен септариоз (возбудитель *Septoria linicola* (Speg.) Gar.), распространенность которого в предуборочный период составила 19–57 %, при развитии болезни 17–43 %. Развитие и распространенность антракноза (возбудитель *Colletotrichum lini* Manus et Bolley) по льносеющим организациям составила 9–17 %. Фузариозное увядание растений (возбудитель *Fusarium oxysporum* f. *lini*) имело очаговый характер и не превышало 3 %. Распространенность оидиоза (возбудитель *Erysiphe cichoracearum* DC. f. *lini* Jacz.) и полиспороза (возбудитель *Polyspora lini* Laff.) льна достигала до 1,3 и 1,6 % соответственно и не лимитировала урожайность льна-долгунца.

Установлены высокая зависимость распространенности ($R^2 = 0,61$) и развития ($R^2 = 0,72$) инфекции антракноза в фазы бутонизации – цветения от количества осадков за май – июнь; распространенности ($R^2 = 0,79$) и развития ($R^2 = 0,66$) септориоза к фазе технической спелости льна от суммы осадков за период вегетации, а также общей зараженности растений микозами от суммы осадков за период вегетации ($r = 0,88$). С повышением зараженности растений льна микозами повышается инфицированность их семян ($R^2 = 0,85$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата (в рамках разработки национальной стратегии адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Республике Беларусь): выполнение работ по проекту СЕЕФ2016-071-BL / В. Мельник [и др.]. – Минск – Женева, 2017. – 84 с.
2. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск: Информационно-вычислительный центр Национального статистического комитета РБ, 2020. – 178 с.
3. Сельскохозяйственная фитопатология: учебное пособие / Г. А. Зезюлина [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 584 с.
4. Практикум по сельскохозяйственной фитопатологии / В. А. Шкаликов [и др.]; под ред. В. А. Шкаликова. – М.: Колос, 2004. – 208 с.
5. Фитосанитарный контроль при возделывании льна-долгунца. Практическое руководство / П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2006. – 112 с.
6. Дмитриев, А. А. Комплексная вредоносность сорняков, болезней и вредителей в посевах льна-долгунца: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / А. А. Дмитриев; ВНИИЗР. – Санкт-Петербург, 2003. – 20 с.
7. Тихомирова, В. Я. Очаговые неинфекционные болезни льна-долгунца / В. Я. Тихомирова, Л. М. Захарова // Защита и карантин растений. – 2013. – № 4. – С. 49–50.
8. Нехведович, С. И. Фитосанитарное состояние льна в Беларуси и система мероприятий по защите культуры от вредных объектов / С. И. Нехведович // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 4. – С. 53–61.
9. Курчакова, Л. Н. Эколого-генетические аспекты устойчивости к септориозу (пасмо) в селекции льна-долгунца: дис. ... док. с.-х. наук: 06.01.05. / Л. Н. Курчакова. – Москва, 2009. – 142 л.
10. Прудников, В. А. Исследования по агротехнике льна / В. А. Прудников. – Минск: ООО «Поликraft», 2016. – 174 с.