

Влияние системных фунгицидов на урожайность и качество льнопродукции

Н. В. Степанова, кандидат с.-х. наук,
С. Р. Чуйко, старший научный сотрудник
РУП «Институт льна»

(Дата поступления статьи в редакцию 30.07.2024)

В работе обобщены результаты исследований по влиянию системных фунгицидов, действующие вещества которых представлены химическими классами триазолов, стробилуринов, морфолинов, на урожайность и качество льносырья в зависимости от сроков их применения. Определены биологическая эффективность препаратов, величина прибавки урожайности семян, тресты, волокна, воздействие на физико-механические характеристики трепаного волокна и период вегетации льна-долгунца.

The paper summarizes the results of the research on the effect of systemic fungicides, the active ingredients of which are represented by chemical classes of triazoles, strobilurins, morpholines, on the yield and quality of flax raw materials, depending on the dates of their application. The biological efficiency of the preparations, the amount of the increase of seed yield, retted stalks, fiber and the effect on physical and mechanical characteristics of beaten fiber and the vegetation period of fiber flax are identified.

Введение

Листовой аппарат растения льна-долгунца является фотосинтезирующим органом, обеспечивающим формирование будущего урожая, а его стебель – главным продукционным органом по накоплению растительного волокна. Поэтому изучение болезней листа и стебля с последующим применением правильных приемов их защиты от развития патогенных микроорганизмов являются стратегически важной задачей для сохранения урожая и качества льнопродукции.

Многолетние исследования фитопатологического состояния селекционно-семеноводческих и производственных посевов льна-долгунца в Беларуси позволяют отнести к основным, ежегодно встречающимся болезням льна антракноз (коллетотрихоз), септориоз (пасмо) и фузариозное увядание (трахеомикоз) [1, 2]. Уровень развития и распространенность фитопатогенов зависят от почвенно-климатических условий, системы земледелия, технологии возделывания, сортовых особенностей культуры [3, 4, 5, 6, 7]. Льноводство не располагает абсолютно устойчивыми к патогенам сортами льна-долгунца, а применяемая агротехника не в состоянии радикально снижать развитие и распространение болезней [8]. Поэтому результаты многолетних исследований обуславливают обязательную необходимость применения химических мер защиты льна. Предпочтение следует отдавать комбинированным системным (контактно-системным) фунгицидам с малыми нормами расхода, которые проникают внутрь растения, распространяются по его сосудистой системе и подавляют развитие возбудителя вследствие непосредственного воздействия на него [9]. Эффективность фунгицидов определяется скоростью проникновения их в ткани растений и меньшей зависимостью от погодных условий. Двухкомпонентность препаратов позволяет расширить спектр их действия и снижает возможность привыкания патогенов к фунгициду.

Цель исследований заключалась в определении эффективности применения системных фунгицидов в технологии возделывания льна-долгунца.

Методика и условия проведения исследований

Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт льна» в засушливых условиях вегетации

льна 2021 г. (ГТК Г.Т. Селянинова – 0,74), в слабо засушливых – 2022 г. (ГТК – 1,24) и экстремальных – 2023 г. (ГТК мая – 0,08; июня – 0,68; июля – 3,71; периода вегетации – 1,63). Период вылежки соломы в 2021 г. установлен как оптимальный (ГТК – 1,53), в 2022 г. и 2023 г. – переувлажненные (ГТК – 1,85 и 2,16).

Опыты закладывали согласно общепринятой методике проведения полевых опытов (Б. А. Доспехов, 1979) в 4-кратной повторности с площадью учетной делянки 6,25 м². Дерново-подзолистая среднесуглинистая почва характеризовалась содержанием органического вещества 1,6–1,8 %, повышенным и высоким содержанием подвижных форм фосфора (160–275 мг/кг), средним и повышенным калия (185–225 мг/кг), средним и высоким бора (0,6–0,8 мг/кг), низким цинка (1,3–1,9 мг/кг почвы) при кислотности рН_{KCl} 5,3–5,4. Посев льна-долгунца осуществляли семенами первой репродукции ранне-спелого сорта Дукат с нормой высева 22 млн шт./га, с шириной междурядий 12,5 см, при внесении минеральных удобрений: цинка 1,0, азота 30, фосфора 60, калия 90 кг д.в./га. Уход за посевами в период вегетации проводили согласно отраслевому технологическому регламенту возделывания льна-долгунца. Качество трепаного волокна определяли согласно СТБ 1195-2008, зараженность семян болезнями – ГОСТ 12044-93.

Результаты исследований и их обсуждение

Для защиты растений льна-долгунца от комплекса грибковых патогенов в посевах льна-долгунца изучались двух и трехкомпонентные фунгициды профилактического и лечебного действия: Алиот, КЭ; Абакс ультра, СЭ; Догода, КЭ, Солигор, КЭ; Спирит, СК, действующие вещества которых представлены тремя химическими классами: триазолы, стробилурины, морфолины. Обработка растений фунгицидами осуществлялась в фазы «елочка» и бутонизации на фоне обработки ценоза гербицидами Гербитокс, 0,7 + Секатор турбо, 0,05 л/га, Миура, 1,0 л/га.

Развитие возбудителей болезней грибной этиологии зависит от погодных условий года. В условиях вегетации 2021 г. в посевах льна отмечалась средняя распространенность антракноза (34 %), слабая – фузариоза (6 %) и септориоза (14 %); в 2022 г. – средняя антракноза (25 %), слабая фузариоза (4 %), эпифитотийная – септориоза

(65 %), в 2023 г. – эпифитотийная антракноза (64 %), средняя септориоза (35 %), слабая фузариоза (10 %).

В среднем за 2021–2023 гг. исследований развитие и распространенность антракноза к уборке без обработки льна составили 12 и 41 %, септориоза – 11 и 38 %, фузариоза – 6 % соответственно (таблица 1). Применение изучаемых фунгицидов в фазу «елочка» снижало развитие антракноза к уборке до 4–5 % с биологической эффективностью препаратов 64–68 %, фузариоза – до 2–3 % и 57–71 %, септориоза – до 5–6 % и 45–52 % соответственно. Применение фунгицидов в фазу бутонизации

льна по отношению к фазе «елочка» повышало их биологическую эффективность по развитию септориоза на 15–20 % и снижало по развитию антракноза на 8–11 %.

Максимальная биологическая эффективность фунгицидов к уборке установлена при двукратном их применении в фазы «елочка» + бутонизация: по развитию антракноза – 76–77 %, фузариоза – 68–87 %, септориоза – 74–83 %. По отношению к фазе «елочка» биологическая эффективность препаратов против антракноза повышалась на 10–14 %, фузариоза – на 11–19 %, септориоза – на 23–33 %.

Таблица 1 – Биологическая эффективность системных фунгицидов в посевах льна-долгунца к уборке в зависимости от срока применения (среднее за 2021–2023 гг.)

Препарат, норма расхода, л/га	Вид инфекции, %						Биологическая эффективность, %			
	антракноз		фузариоз		септориоз		антракноз	фузариоз	септориоз	
	P	R	P	R	P	R				
Контроль	40,8	12,4	6,3	6,3	38,0	10,6	-	-	-	
Фаза обработки льна – «елочка»										
Алиот, 0,4	16,0	4,2	2,5	2,5	22,0	5,8	66,1	60,3	45,3	
Абакус ультра, 0,5	15,8	4,0	1,8	1,8	19,5	5,2	67,7	71,4	50,9	
Догода, 1,0	17,2	4,3	2,7	2,7	19,5	5,1	65,3	57,1	51,9	
Солигор, 0,4	15,5	4,3	1,5	1,5	19,8	5,2	65,3	68,3	50,9	
Спирит, 0,6	16,5	4,5	2,2	2,2	21,2	5,6	63,7	65,1	47,2	
Фаза обработки льна – бутонизация										
Алиот, 0,4	20,2	5,5	2,2	2,2	14,0	3,7	55,6	65,1	65,1	
Абакус ультра, 0,5	18,5	5,0	2,5	2,5	14,5	3,6	59,7	60,3	66,0	
Догода, 1,0	19,5	5,4	2,3	2,3	13,5	3,5	56,5	63,5	67,0	
Солигор, 0,4	20,8	5,6	1,5	1,5	13,0	3,5	54,8	76,2	67,0	
Спирит, 0,6	20,2	5,5	2,0	2,0	14,3	3,7	55,6	68,3	65,1	
Фаза обработки льна – «елочка» + бутонизация										
Алиот, 0,4	11,8	3,0	1,5	1,5	9,0	2,3	75,8	76,2	78,3	
Абакус ультра, 0,5	11,0	2,8	0,8	0,8	10,7	2,8	77,4	87,3	73,6	
Догода, 1,0	11,7	2,9	2,0	2,0	10,2	2,6	76,6	68,3	75,5	
Солигор, 0,4	11,5	2,9	0,8	0,8	8,0	1,8	76,6	87,3	83,0	
Спирит, 0,6	11,2	2,8	1,3	1,3	9,8	2,5	77,4	79,4	76,4	

Примечание. P – распространенность микозов, R – развитие микозов.

Двукратное применение фунгицидов на основе стробилуринов (Абакус ультра, Спирит) в фазы «елочка» + бутонизация удлиняло период вегетации

льна-долгунца на 4–6 суток за счет удлинения межфазного периода «цветение – зеленая спелость» (ДК ВВСН 60–81) (рисунок).



Контроль (без обработки растений)



Абакус ультра, СЭ, 0,5 л/га, двукратная обработка растений

Рисунок – Развитие льна-долгунца на календарную дату 10.07.2021 г.

Защитное действие фунгицидов составляло около 15–25 дней и оказывало положительное влияние на урожайность льнопродукции. В среднем за 2021–2023 гг. исследований обработка растений в фазу «елочка» обеспечила тенденцию к повышению урожайности семян на 2–4 % (кроме фунгицида Алиот),

тресты – на 4 % и достоверное повышение урожайности волокна на 6–7 %, в том числе длинного – на 6–8 % (таблица 2). Обработка растений льна фунгицидами в фазу бутонизации повышала урожайность семян на 6–12 %, тресты – на 5–7 %, волокна – на 10–12 %, в том числе длинного – на 10–13 %.

Таблица 2 – Влияние системных фунгицидов на урожайность льнопродукции (среднее за 2021–2023 гг.)

Препарат, норма расхода, л/га	Фаза обработки растений	Урожайность льнопродукции							
		семена		треста		волокно			
		ц/га	%	ц/га	%	общее		длинное	
						ц/га	%	ц/га	%
Контроль	–	5,0	-	37,2	-	11,0	-	7,9	-
Алиот, 0,4	«елочка»	5,0	-	38,7	4,0	11,8	7,3	8,4	6,3
Абакус ультра, 0,5		5,2	4,0	38,8	4,3	11,8	7,3	8,5	7,6
Догода, 1,0		5,2	4,0	38,6	3,8	11,8	7,3	8,4	6,3
Солигор, 0,4		5,2	4,0	38,8	4,3	11,7	6,4	8,4	6,3
Спирит, 0,6		5,1	2,0	38,5	3,5	11,6	5,5	8,4	6,3
Алиот, 0,4	бутонизация	5,3	6,0	39,1	5,1	12,1	10,0	8,7	10,1
Абакус ультра, 0,5		5,4	8,0	39,5	6,2	12,2	10,9	8,8	11,4
Догода, 1,0		5,6	12,0	39,7	6,7	12,3	11,8	8,8	11,4
Солигор, 0,4		5,4	8,0	39,3	5,6	12,1	10,0	8,9	12,7
Спирит, 0,6		5,4	8,0	39,6	6,5	12,2	10,9	8,8	11,4
Алиот, 0,4	«елочка» + бу- тонизация	5,5	10,0	39,7	6,7	12,3	11,8	8,8	11,4
Абакус ультра, 0,5		5,6	12,0	39,9	7,3	12,3	11,8	9,0	13,9
Догода, 1,0		5,8	16,0	40,0	7,5	12,3	11,8	8,9	12,7
Солигор, 0,4		5,5	10,0	40,1	7,8	12,5	13,6	9,0	13,9
Спирит, 0,6		5,6	12,0	40,1	7,8	12,4	12,7	8,9	12,7
НСР ₀₅ , ц/га		0,33 (0,25–0,46)		1,7 (1,2–2,1)		0,67 (0,53–0,92)		0,37 (0,19–0,52)	

Максимальные прибавки урожайности льнопродукции получены в вариантах с двукратной обработкой льна фунгицидами: семян – 10–16 %, тресты – 7–8 %, волокна – 12–14 %, в том числе длинного – 11–14 %.

В среднем за годы исследований применение фунгицидов в фазу бутонизации повышало качество длинного трепаного волокна на 0,3–1,0 номера пре-

имущественно за счет повышения его разрывной нагрузки на 9–14 % (таблица 3). Значительное повышение качества волокна обеспечила двукратная обработка льна фунгицидами на 1,0–1,3 номера за счет повышения его горстевой длины на 3–6 %, гибкости – на 2–5 %, разрывной нагрузки – на 15–17 % и цвета – на 30–43 %.

Таблица 3 – Влияние системных фунгицидов на качество семян и длинного трепаного волокна (среднее за 2021–2022* и 2021–2023 гг.)**

Препарат, норма расхода, л/га	Качество семян *			Качество длинного трепаного волокна **				
	лабораторная всхожесть, %	зараженность, %		группа цвета	горстевая длина, см	гибкость, мм	разрывная нагрузка, Н	номер
		микозы	бактериоз					
Контроль	94,8	12,3	5,3	2,3	52,0	47,7	188,7	9,7
Фаза обработки льна – «елочка»								
Алиот, 0,4	95,5	9,3	4,8	2,3	52,7	49,0	196,0	9,7
Абакус ультра, 0,5	95,8	9,6	3,8	2,3	52,7	48,3	193,7	9,7
Догода, 1,0	96,0	9,3	3,4	2,7	52,3	49,3	200,7	10,0
Солигор, 0,4	96,8	9,4	3,8	2,7	52,0	46,7	199,0	10,0
Спирит, 0,6	97,2	10,3	3,3	2,7	52,3	49,0	193,7	10,0
Фаза обработки льна – бутонизация								
Алиот, 0,4	96,4	10,0	4,5	2,7	53,0	48,7	206,0	10,0
Абакус ультра, 0,5	96,1	9,6	4,3	3,0	53,3	49,7	210,3	10,3
Догода, 1,0	96,5	9,3	4,0	3,0	53,0	50,7	213,0	10,3
Солигор, 0,4	97,2	9,6	3,5	3,3	53,7	49,0	214,7	10,7
Спирит, 0,6	96,3	8,2	4,3	3,3	53,3	48,0	212,0	10,3
Фаза обработки льна – «елочка» + бутонизация								
Алиот, 0,4	97,0	8,7	2,9	3,0	53,3	50,0	218,7	10,7
Абакус ультра, 0,5	97,5	8,9	4,2	3,3	55,0	48,7	218,7	11,0
Догода, 1,0	97,3	7,9	3,3	3,0	53,7	50,0	216,7	10,7
Солигор, 0,4	97,5	7,9	2,8	3,3	54,0	50,3	219,3	11,0
Спирит, 0,6	97,3	6,7	3,7	3,3	54,0	49,3	220,7	11,0

В условиях 2021 г. изучаемые фунгициды повышали качество длинного трепаного волокна на 1 номер (с 12 до 13) только при двукратной обработке льна в фазы «елочка» + бутонизация. В 2022 г. использование фунгицида Догода повышало качество волокон на 1 номер во все сроки применения; Солигор – на 1 номер при обработке льна в фазу «елочка» и на 2 номера – в фазы бутонизация и «елочка» + бутонизация; Спирит – на 1 номер при обработке льна в фазу «елочка» и бутонизации, на 2 номера – в фазы «елочка» + бутонизация. В 2023 г. применение фунгицидов в фазу «елочка» обеспечило номер волокна на уровне контрольного варианта; в фазы бутонизации (кроме фунгицида Алиот) и «елочка» + бутонизация повышало на 1 номер (с 8 до 9).

Корреляционным анализом установлено, что при обработке растений льна фунгицидами в фазу «елочка» развитие фитопатогенов к уборке не влияло на физико-механические показатели длинного трепаного волокна. При двукратной обработке растений и в фазу бутонизации в среднем за 3 года установлено достоверное на уровне значимости (0,05–0,01) отрицательное влияние развития основных микозов на цвет ($r = -0,82$ – $(-0,97)$), горстевую длину ($r = -0,82$ – $(-0,94)$) и разрывную нагрузку волокна ($r = -0,94$ – $(-1,0)$). Гибкость волокна находилась в достоверной отрицательной взаимосвязи только с развитием септориоза при двукратной обработке растений фунгицидами ($r = -0,85$).

Полученные в 2021–2022 гг. семена льна при оптимальных сроках уборки и послеуборочной их доработки имели снижение зараженности микозами в вариантах с применением системных фунгицидов в фазу «елочка», или бутонизации на 2–4 % по сравнению с контролем, при двукратной обработке льна – на 3–6 %, повышая лабораторную всхожесть семян на 2–3 %.

Заключение

Для снижения развития болезней микозной этиологии и получения конкурентоспособного льносырья необходимо проводить двукратную обработку посевов льна-долгунца системными фунгицидами (Алиот, КЭ; Абакус ультра, СЭ; Догода, КЭ, Солигор, КЭ; Спирит, СК) в фазы «елочка» и бутонизации, обеспечивающую к уборке снижение развития антракноза на 76–77 %, септориоза – на 74–83 %, фузариоза – на 68–87 %, зараженность получаемых семян – на 3–6 %, повышение качества трепаного волокна – на 1,0–1,3 номера,

прибавку семян 10–13 %, тресты – 7–8 %, волокна – 12–14 %.

Двукратное применение фунгицидов на основе стробилуринов (Абакус ультра, Спирит) удлиняет период вегетации льна-долгунца на 4–6 суток за счет удлинения межфазного периода «цветение – зеленая спелость» (ДК ВВСН 60–81).

При однократном применении фунгицидов целесообразно обрабатывать посевы в фазу бутонизации, отдавая предпочтение защите льна от наиболее опасного патогена второй половины вегетации *Septoria linicola* (Speg.) Gar., снижающего прочность получаемого трепаного волокна ($r = -0,96$), при условии обязательной предпосевной обработки семян протравителями фунгицидного действия. Применение фунгицидов в фазу бутонизации льна снижало развитие антракноза на 55–60 %, септориоза – на 65–67 %, фузариоза – на 60–76 %, зараженность получаемых семян – на 2–4 %, повышение качества трепаного волокна – на 0,3–1,0 номера, прибавку семян – 6–12 %, тресты – 5–7 %, волокна – 10–12 %.

Литература

1. Формирование продуктивности и качества льна-долгунца в зависимости от применения средств химизации / В. А. Прудников [и др.]. – Устье: РУП «Институт льна», 2023. – 28 с.
2. Степанова, Н. В. Болезни льна-долгунца: фитопатологический анализ / Н. В. Степанова // Наше сельское хозяйство. Агрономия. – 2023. – № 15. – С. 56–63.
3. Дорожко, Г. Р. Система интегрированной защиты сельскохозяйственных культур от сорной растительности, вредителей и болезней / Г. Р. Дорожко, В. К. Целовальников, А. П. Шутко // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – Спецвып. № 2. – С. 67–71.
4. Оценка устойчивости генотипов сортов льна к неблагоприятным факторам среды / С. Ф. Тихвинский [и др.] // Вестник ВНИИМК. – 2005. – № 2. – С. 14–17.
5. Королев, К. П. Фитопатологический тестинг *LINUM USITATISSIMUM* L. в условиях Северного Зауралья / К. П. Королев, Н. А. Боме // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 8 (122). – С. 1–5.
6. Роль «Коллекции фитопатогенных микроорганизмов – возбудителей болезней льна» в селекции льна на групповую устойчивость к болезням / Н. И. Лошакова [и др.] // Масличные культуры. – 2014. – № 2 (159-160). – С. 172–178.
7. Котова, В. В. Антракноз сельскохозяйственных растений / В. В. Котова, О. В. Кунгурцева // Приложение к журналу «Вестник защиты растений». – СПб., 2014. – № 11. – 133 с.
8. Эффективность применения фунгицидов на льне-долгунце и льне масличном / В. А. Прудников [и др.] – Орша: КПУП «Оршанская типография», 2011. – 35 с.
9. Миренков, Ю. А. Химические средства защиты растений / Ю. А. Миренков, П. А. Саскевич, С. В. Сорока. – 2-е изд., перераб. и доп. – Несвиж: Несвиж. укрупн. типогр. им. С. Будного, 2011. – 394 с.

