

Эффективность фунгицидов в защите льна масличного от болезней в период вегетации

С. И. Нехведович, научный сотрудник
Института защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 12.10.2021)

В статье представлены результаты исследований по изучению биологической, хозяйственной и экономической эффективности перспективных химических и биологических фунгицидов в защите льна масличного от доминирующих болезней (антракноза, фузариоза и септориоза) в период вегетации культуры. Установлено, что обработка посевов фунгицидами способствует снижению развития болезней на 22,1–100 % и сохранению от потерь урожая семян 0,3–24,2 ц/га.

In the article the results of researches on studying the biological, farming and economic efficiency of the perspective chemical and biological fungicides for oil flax protection against the dominant diseases (anthracnose, wilt of flax and septoria leaf spot) during crop vegetation are presented. It is determined that the fungicide treatment promotes the diseases development for 22,1–100 % and raising the crop yield for 0,3–24,2 cwt/ha.

Введение

Потенциал биологической и хозяйственной продуктивности льна масличного (*Linum usitatissimum* L.) в условиях Республики Беларусь как ценной технической культуры остается не использованным. Одной из серьезных причин, препятствующих получению стабильно высоких урожаев льна масличного, является широкое распространение болезней. Потенциальные потери льноводства от болезней составляют 27,0 % валового сбора урожая [7]. Проведенные ранее исследования показали, что решить проблему защиты льна от комплекса болезней только путем протравливания семян затруднительно. Связано это прежде всего с биологическими особенностями грибов, поражающих растения льна в течение всего вегетационного периода, и вызывающих такие болезни, как фузариозное увядание (*Fusarium oxysporum* v. *orthoceras* f. *lini* (Boll) Bilai), побурение (*F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. avenaceum* v. *herbarum* (Corda) Sacc.), антракноз (*Colletotrichum lini* Manns et Bolle), а также септориоз или «пасмо» (*Septoria linicola* (Speg.) Garass.), который наиболее вредоносен в поздних фазах вегетации [3]. К тому же ассортимент разрешенных к применению на льне масличном препаратов фунгицидного действия недостаточен. До 2016 г. в Республике Беларусь не было ни одного зарегистрированного фунгицида для применения на льне масличном, и только в 2016 г. в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» был включен препарат Феразим, КС (карбендазим, 500 г/л) против антракноза и пасмо [1]. Поэтому в задачу наших исследований, проводимых на протяжении 2013–2018 гг., входила оценка эффективности перспективных фунгицидов и биологических препаратов.

Методика и объекты исследований

Изучение эффективности фунгицидов проводили в полевых условиях на базе РУП «Институт защиты растений» в 2013–2016 гг. в соответствии с методиками [2, 4]. Объектами исследований служили возбудители болезней растений льна масличного.

Агротехнические условия проведения испытания – общепринятые для возделывания льна масличного в республике. Уход за посевами в опытах заключался в протравливании семян инсектицидным протравителем Табу, ВСК

(1,0 л/т), некорневых подкормках микроэлементами: комплексное жидкое удобрение КомплеМет Лен (2,0 л/га) в фазе «елочка» (ВВСН 19–20) совместно с гербицидами против двудольных сорных растений – Гербитокс, ВРК (0,7 л/га) + Секатор турбо, МД (0,05 л/га), а также в фазе начала быстрого роста (ВВСН 30) совместно с гербицидом против однолетних и многолетних злаковых сорных растений – Фюзилад форте, КЭ (1,5 л/га). Стадии развития растений льна масличного приведены в соответствии со шкалой ВВСН [8].

В опытах изучали эффективность перспективных фунгицидов системного действия: Абакус ультра, СЭ (эпоксиконазол, 62,5 г/л + пираклостробин, 62,5 г/л); Рекс дуо, КС (эпоксиконазол, 187 г/л + тиофанат-метил, 310 г/л); Амистар экстра, СК (азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л); Понезим, КС (карбендазим, 500 г/л) и биопрепаратов на основе грибов-антагонистов: Триходермин-БЛ, титр не менее 6 млрд жизнеспособных спор/г (*Trichoderma viride* (Ignorum), штамм Т 13–82) и препарат биологический Фунгилекс, Ж (*Trichoderma* sp., штамм D-11 БИМ F-457 Д).

Обработку фунгицидами проводили одно- и (или) двукратно в фазах всходов (ВВСН 9–10) и интенсивного роста (ВВСН 33). Распространенность, развитие болезней, расчет биологической, хозяйственной и экономической эффективности фунгицидов осуществляли согласно общепринятым методикам [4]. Уборка – методом пробного снопа (биологическая урожайность).

Производственную проверку эффективности технологии защиты льна масличного от болезней проводили на базе ОАО «Воложинский льнокомбинат» Минской области в 2018 г. на площади 10 га.

Результаты исследований и их обсуждение

В посевах льна масличного в вегетационные сезоны 2013–2016 гг. проявились такие болезни, как антракноз, фузариозное увядание и септориоз. Антракноз отмечен в период всходы – «елочка» (ВВСН 10–11). Установлено, что однократная обработка фунгицидами не снижала развитие антракноза на корнях, но препятствовала проявлению болезни на стебле. Следует отметить, что метеорологические условия вегетационного периода 2013 г. характеризовались достаточным количеством осадков и близкой к среднемноголетней температурой воздуха, что способствовало развитию болезней на льне

масличном. Так, в фазе интенсивного роста (стадия ВВСН 35) в контроле развитие антракноза достигало 15,8 %, в вариантах с применением фунгицидов показатель был намного ниже – 2,3–8,0 % (таблица 1).

Биологическая эффективность изучаемых препаратов по снижению развития антракноза в фазе интенсивного роста (ВВСН 35) составила в 2013 г. 49,4–85,4 %, в 2015 г. – 22,1–93,5 % и в 2016 г. – 77,1–92,5 %. В 2013 и 2014 г. препарат Понезим, КС (1,0 л/га) показал довольно низкую эффективность в контроле антракноза – 53,2 и 57,4 % соответственно (при развитии болезни в варианте без обработки – 15,8 и 17,6 %). Стабильно высокая эффективность против антракноза (85,8–93,5 %) была характерна для препарата Амистар экстра, СК (0,5 л/га).

В период проведения учета перед уборкой (созревание плодов и семян, ВВСН 83) из болезней были отмечены антракноз, септориоз и фузариоз. В 2013 г. распространенность септориоза в контрольном варианте достигала 90,6 % при развитии болезни 81,7 %, с применением препаратов – 66,4–96,0 % при развитии 45,3–59,0 %. Биологическая эффективность препаратов варьировала в 2013 г. от 27,8 % (Рекс дуо, КС и Понезим, КС) до 44,6 % (Абакус ультра, СЭ) и в 2015 г. – от 24,4 % (Абакус ультра, СЭ) до 48,8 % (Амистар экстра, КС). Биологическая эффективность изучаемых препаратов по снижению степени поражения растений льна масличного

антракнозом в 2013–2015 гг. составила 30,2–78,6 %. Лучшим вариантом по сдерживанию болезни был Амистар экстра, КС, биологическая эффективность которого составила 64,8–78,6 %.

Развитие фузариоза в 2013–2016 гг. носило депрессивный характер (до 4,7 %). К концу вегетации биологическая эффективность всех препаратов составила 42,6–100 %.

В связи с ограниченным периодом защитного действия фунгицидов против болезней представляло интерес изучить их эффективность при увеличении кратности обработок. В 2016 г. был проведен опыт с использованием двукратной обработки фунгицидами. Обработки проводили при проявлении первых признаков антракноза в период всходы – «елочка» (стадия ВВСН 10–11) и в фазе интенсивного роста (стадия ВВСН 33). Двукратная обработка посевов льна масличного фунгицидом Абакус ультра, СЭ снизила развитие антракноза на 83,3–92,6 %, Амистар экстра, СК – на 92,5–93,6 % и Рекс дуо, КС – на 91,6–93,4 %. Биологическая эффективность испытываемых препаратов в отношении септориоза составляла 81,9–84,8 %. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что двукратная обработка улучшает фитопатологическое состояние посевов, снижая развитие и распространенность болезней.

Установлено, что применение биологических препаратов Триходермин-БЛ и Фунгилекс, Ж путем опрыскивания

Таблица 1 – Эффективность фунгицидов в защите льна масличного от болезней

Вариант	Год	Норма расхода, л/га	Фаза интенсивного роста (стадия ВВСН 35)		Созревание плодов и семян (стадия ВВСН 83)					
			антракноз		антракноз		септориоз		фузариоз	
			Р, %	БЭ, %	Р, %	БЭ, %	Р, %	БЭ, %	Р, %	БЭ, %
Контроль	2013	–	15,8	–	14,0	–	81,7	–	4,7	–
	2014		17,6	–	17,8	–	29,5	–	0,0	–
	2015		23,1	–	38,1	–	4,1	–	0,0	–
	2016		31,5	–	49,8	–	62,0	–	0,9	–
Абакус ультра, СЭ	2013	0,5	5,5	65,2	7,0	50,0	45,3	44,6	0,0	100
	2015	0,5	3,5	84,8	15,4	59,6	3,1	24,4	0,0	–
	2016	0,5; 0,5	2,0	83,3	3,7	92,6	11,0	82,3	0,0	100
Рекс дуо, КС	2013	0,6	4,7	70,3	4,0	71,4	59,0	27,8	0,0	100
	2015		4,0	82,7	26,6	30,2	2,8	31,7	0,0	–
	2016		0,6; 0,6	1,0	91,6	3,3	93,4	11,2	81,9	0,0
Амистар экстра, СК	2013	0,5	2,3	85,4	3,0	78,6	49,7	39,2	0,0	100
	2015		1,5	93,5	13,4	64,8	2,1	48,8	0,0	–
	2016		0,5; 0,5	0,9	92,5	3,2	93,6	9,4	84,8	0,0
Понезим, КС	2013	1,0	7,4	53,2	6,0	66,3	59,0	27,8	2,3	51,1
	2014		7,5	57,4	8,0	55,1	20,3	31,2	0,0	–
Триходермин-БЛ	2013	2,0	4,7	70,3	5,0	64,2	×	×	2,7	42,6
	2015		17,7	23,4	15,0	60,6	×	×	0,0	–
Фунгилекс, Ж	2013	2,5	8,0	49,4	7,5	46,4	×	×	2,5	46,8
	2015		18,0	22,1	14,8	61,2	×	×	0,0	–
	2016	2,5; 2,5	7,2	77,1	22,7	54,8	6,6	9,6	0,0	100
	2013	5,0	4,7	70,3	6,5	53,6	×	×	2,0	57,4
	2015		17,7	23,4	12,0	68,5	×	×	0,0	–
	2016		5,0; 5,0	5,3	83,2	22,2	55,9	5,6	23,3	0,0

Примечание – Р – развитие болезни; БЭ – биологическая эффективность; исследования проводили на сортах Брестский и Илим; «×» – исследования не проводили.

растений в период вегетации культуры также способствовало снижению развития болезней и ограничивало их распространение. При применении Триходермина-БЛ и Фунгилекса, Ж развитие антракноза в фазе интенсивного роста варьировало в 2013 г. от 4,7 до 8,0 %, в 2015 г. – от 17,7 до 18,0, в 2016 г. – от 5,3 до 7,2 %, тогда как в контроле данный показатель составил 15,8–31,5 %. Исследования показывают, что при применении биопрепаратов биологическая их эффективность достигала в 2013 г. 70,3 %, в 2016 г. – 77,1–83,2 %. В фазе созревания плодов и семян (стадия ВВСН 83) использование биопрепаратов также положительно сказалось на стабилизации фитопатологической ситуации в посевах льна. Биологическая эффективность Триходермина-БЛ по снижению развития антракноза к концу вегетации варьировала от 60,6 до 64,2 %, а Фунгилекса, Ж – от 46,4 до 68,5 %.

Установлено, что в результате снижения развития болезней максимальная величина сохраненного урожая (24,2 ц/га) была получена в 2016 г. при применении препарата Фунгилекс, Ж (5,0 л/га) (таблица 2).

При производственной проверке эффективности технологии защиты льна масличного от болезней пороговый уровень развития антракноза (9,8 %) отмечен в начале фазы «елочка» (ВВСН 11), что послужило основанием к применению фунгицидов. К следующему учету (конец фазы «елочка», ВВСН 19) в варианте без применения

фунгицида было поражено антракнозом 86,1 % растений с развитием болезни 27,8 %, в вариантах с применением фунгицидов развитие болезни было значительно ниже и составляло 0,9–5,7 %. Поражение посевов септориозом и мучнистой росой носило депрессивный характер – 3,6 и 1,2 % соответственно.

Сохраненный урожай семян льна масличного был равен 2,2–3,7 ц/га (таблица 3). Чистый доход и уровень рентабельности составили: в варианте с препаратом Спирит, СК – 64,2 руб./га и 85,6 %; Амистар Экстра, КЭ – 182,81 руб./га и 104,8 %; Абакус ультра, СЭ – 315,08 руб./га и 150,0 %; Рекс дуо, КС – 148,63 руб./га и 104,16 %; Фунгилекс, Ж – 100,8 руб./га и 197,3 % соответственно.

Выводы

Применение фунгицидов в период вегетации льна масличного способствует сдерживанию распространенности и развития болезней. В фазе интенсивного роста (ВВСН 35) наибольшей эффективностью (85,8–93,5 %) против антракноза обладает фунгицид Амистар экстра, СК. Препарат биологический Фунгилекс, Ж способствует снижению развития болезни на 22,1–77,1 %.

Однократное применение фунгицидов в период вегетации не всегда позволяет эффективно сдерживать распространенность и развитие антракноза и септориоза до периода уборки. Двукратная обработка посевов



Фузариоз льна-масличного в период вегетации



Лен масличный (цветение) – двукратная обработка фунгицидами



Септориоз (пасмо) льна масличного в период вегетации



Лен масличный (созревание) – двукратная обработка фунгицидами

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность применения фунгицидов на льне масличном

Вариант	Год	Норма расхода, л/га	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, ц/га семян	Сохраненный урожай, ц/га семян
Контроль	2013	–	5,8	18,8	–
	2014		6,0	9,4	–
	2015		6,8	20,8	–
	2016		6,0	12,2	–
Абакус ультра, СЭ	2013	0,5	7,7	20,8	2,0
	2015	0,5	7,6	28,0	7,2
	2016	0,5; 0,5	7,7	21,0	8,8
Рекс дуо, КС	2013	0,6	7,5	22,0	3,2
	2015	0,6	7,6	30,7	9,9
	2016	0,6; 0,6	7,6	22,0	9,8
Амистар экстра, СК	2013	0,5	7,0	20,8	2,0
	2015	0,5	7,0	29,0	8,2
	2016	0,5; 0,5	7,8	30,5	18,3
Понезим, КС	2013	1,0	6,4	19,1	0,3
	2014	1,0	6,8	18,3	8,9
Триходермин-БЛ	2013	1,0	7,1	19,8	1,0
	2015	1,0	7,1	20,0	0,0
Фунгилекс, Ж	2013	2,5	7,2	19,6	0,8
	2015	2,5	7,1	40,0	19,2
	2016	2,5; 2,5	6,9	29,7	17,5
	2013	5,0	7,3	21,0	2,2
	2015	5,0	7,2	45,0	24,2
	2016	5,0; 5,0	7,0	33,4	21,2
НСР ₀₅	2013		0,2	0,5	
	2014		0,2	2,5	
	2015		0,3	0,4–2,0	
	2016		0,2	5,0–10,3	

Примечание – В 2013–2015 гг. исследования проводили на сортах Брестский и Илим, в 2016 г. – на сорте Салют.

Таблица 3 – Экономическая эффективность защиты льна масличного от болезней (производственный опыт, ОАО «Воложинский льнокомбинат», 2018 г.)

Показатель	Препараты для предпосевной обработки семян					
	без фунгицида	Витарос, ВСК (2,0 л/т)				Фунгилекс, Ж (5,0 л/т)
		препараты для обработки растений в период вегетации				
		Спирит, СК (0,5; 0,5 л/га)	Амистар экстра, СК (0,5; 0,5 л/га)	Абакус ультра, СЭ (0,5; 0,5 л/га)	Рекс дуо, КС (0,6; 0,6 л/га)	Фунгилекс, Ж (5,0; 5,0 л/га)
Развитие антракноза (конец фазы «елочка»), %	27,8	5,0	1,1	0,9	2,2	5,7
Биологическая эффективность, %	–	82,0	96,0	96,8	92,0	79,5
Развитие септориоза, % (фаза бутонизации)	3,6	0,8	0,8	0,7	0,8	2,5
Биологическая эффективность, %	–	77,8	77,8	80,6	77,8	30,6
Урожайность, ц/га семян	6,6	9,2	9,3	10,3	8,8	9,4
Сохраненный урожай, ц/га семян	–	2,6	2,7	3,7	2,2	2,8
Стоимость затрат на защиту растений, руб./га	–	75,0	174,4	209,8	142,7	51,1
Чистый доход, руб./га	–	64,2	182,81	315,08	148,63	100,8
Уровень рентабельности, %	–	85,6	104,8	150,0	104,16	197,3

Примечание – Расчет произведен в ценах на 01.10.2018 при использовании маслосемян на пищевые цели.

льна масличного фунгицидом Абакус ультра, СЭ позволяет снизить развитие антракноза на 83,3–92,6 %, Амистар экстра, СК – на 92,5–93,6 %, Рекс дуо, КС – на 91,6–93,4 % и получить биологическую эффективность на уровне 81,9–84,8 %.

Литература

1. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справ. изд. / сост. А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2020. – 742 с.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Теоретические и методические инновации в учетах и прогнозах болезней, вредителей и сорняков льна в испытании против них нового высокомолекулярного препарата, способствующего фитосанитарной стабилизации льноводства /

Н. А. Кудрявцев [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 3 (72). – С. 215–220.

4. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Институт защиты растений»; подгот.: С. Ф. Буга [и др.]. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.
5. Саскевич, П. А. Управление вредными организмами агроценозов льна-долгунца: монография. / П. А. Саскевич, С. Н. Козлов. – Горки: БГСХА, 2010. – 348 с.
6. Защита посевов льна масличного от болезней и вредителей в условиях Южного Федерального округа РФ / В. Т. Пивень [и др.] // Масличные культуры. Науч.-техн. бюл. Всерос. науч.-иссл. инстит. масл. к-р. – 2011. – Вып. 1 (146–147). – С. 138–146.
7. Снижение вредоносности основных вредителей и болезней льна масличного в условиях центральной зоны Краснодарского края / В. Т. Пивень [и др.]. // Агро XXI. – 2011. – № 4–6. – С. 25–27.
8. Яровые масличные культуры / Под общей ред. В. А. Щербакова. – Мн.: ФУАинформ, 1999. – 288 с.

УДК 633.521:58.056

Влияние метеорологических факторов на продуктивность и содержание масла в семенах льна масличного

Е. Л. Андроник¹, Е. В. Иванова¹, Е. М. Минина², Н. А. Дуктова³, кандидаты с.-х. наук

¹Институт льна

²Гродненский государственный аграрный университет

³Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 22.09.2021)

В статье представлены результаты проведения полного факторного эксперимента (анализ Парето) по изучению условий получения высоких показателей продуктивности и содержания масла у линий льна масличного селекционного сортоиспытания. Из обзора литературы следует, что в климате республики с каждым годом все более ощутимы последствия глобальных климатических изменений, которые требуют усиления изучения и улучшения условий роста и развития растений в процессе онтогенеза. Дано описание климатических условий вегетационных периодов 2016–2019 гг. и их влияния на величину урожаев и масличности селекционных линий льна масличного. Установлено, что оптимальными значениями суммы среднесуточных температур и суммы осадков, при которых формируется масличность семян не ниже 38 % в сочетании с высокой продуктивностью, являются 270 °C – 285 °C и 340 мм – 450 мм соответственно.

The article presents the results of a complete factorial experiment (Pareto analysis) in order to study the conditions for obtaining high productivity and oil content in flax lines of oilseed breeding variety testing. It follows from the literature review that the consequences of global climate changes are becoming more and more noticeable in the climate of the republic every year, which require increased study and improvement of plant growth and development conditions in the process of ontogenesis. The description of the climatic conditions of the growing seasons of 2016–2019 of the selection lines of oilseed flax and their influence on the value of yields and oil content is given. It was found that the optimal values of the sum of average daily temperatures and precipitation, at which the oil content of seeds is formed at least 38 % in combination with high productivity, are 270 °C – 285 °C and 340 mm – 450 mm, respectively.

Введение

В настоящее время интенсификация сельскохозяйственного производства идет по двум путям: выведение новых сортов соответствующего уровня урожайности и качества продукции и разработка системы земледелия, агротехнических приемов. Направление по созданию новых сортов использует теоретические разработки моделей сортов с определенными признаками и свойствами, соответствующими высоким уровням урожая и его качества в заданных условиях среды. Второй путь направлен на изучение и улучшение условий роста и развития растений в процессе онтогенеза с целью получения высококачественного и высокого урожая.

Однако надо отметить, что эти направления тесно взаимосвязаны между собой, так как они опираются на знание окружающей среды, в которой растет и развивается растение [1].

Климат Республики Беларусь характеризуется как умеренно-континентальный с мягкой и влажной зимой и относительно прохладным солнечным летом, однако и в нем с каждым годом все более ощутимы последствия глобальных климатических изменений. В Беларуси отмечается самый продолжительный период потепления за все время инструментальных наблюдений за последние 130 лет [2], особенность которого не только в небывалой его продолжительности, но и в более высокой температуре воздуха (за последние 25 лет она повысилась на