

Эффективность протравливания семян льна препаратом с длительным защитным действием

Н. А. Кудрявцев¹✉

¹Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

✉E-mail: info.trk@fncl.ru

Аннотация. Цель – испытание нового способа протравливания семян льна новым фунгицидным препаратом «Систива» с длительным защитным действием. Были использованы *методы*, апробированные при проведении полевых экспериментов по регистрационным испытаниям пестицидов и определению экономической эффективности применения в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ. **Актуальность и народно-хозяйственная значимость** разработки определяются ее востребованностью АПК России при возможности повышения эффективности протравливания семян льна, замены старых препаратов новым, способствующим повышению биологических и хозяйственно-экономических показателей технологии возделывания льна. **Научная новизна** НИР связана с приоритетом поиска ФГБНУ ФНЦ ЛК для льноводства РФ приемлемых технологических приемов, в т. ч. эффективных мер защиты растений. **Результаты.** Выявлен новый для льноводства фунгицидный протравитель семян «Систива» (0,5 л/т), подтвердивший в полевых регистрационных испытаниях заявленное в предварительных опытах длительное защитное действие и статистически достоверно превзошедший по эффективности стандартный протравитель семян ТМТД (4 л/т). Проанализированы показатели влияния названных химических препаратов на проявление болезней всходов льна (антракноза, озонииза (крапчатости)) и созревающих растений льна-долгунца (антракноза, септориоза (пасмо), ауреобазидиоза (полиспороза)), на урожайность льнопродукции. В производственной обстановке с применением автоматизированной протравочной машины ПС-10А показаны эффективное достоверное снижение проявления болезней льна и повышение его урожайности, связанные с применением препарата «Систива». Он и в производственном опыте превзошел по биологической эффективности и положительному влиянию на урожайность льнопродукции базовый протравитель семян ТМТД. Экономический эффект нового рекомендуемого варианта в сравнении с базовым составил +15 257 руб/га. Отмечены природоохранные и санитарно-гигиенические преимущества применения препарата «Систива» перед ранее практикуемым протравливанием семян токсичными химическими препаратами.

Ключевые слова: лен, семена, болезни, дезинфекция, защитно-стимулирующее воздействие, фунгицид, повышение урожайности, эффективность.

Для цитирования: Кудрявцев Н. А. Эффективность протравливания семян льна препаратом с длительным защитным действием // Аграрный вестник Урала. 2023. № 08 (237). С. 2–11. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-237-08-2-11.

Дата поступления статьи: 01.03.2023, **дата рецензирования:** 10.04.2023, **дата принятия:** 12.04.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Льном-долгунцом в 2022 г. было засеяно всего 36,2 тыс. га российских полей. Масличным льном – около 1,5 млн. га. Кроме замещения импортного хлопка в производстве тканей, взрывчатых веществ, ракетного и торпедного топлива, лен необходим для спецодежды космонавтов, водолазов, военных [1, с. 28]. Повышение объемов и эффективности производства льнопродукции в РФ – важнейшая задача, ориентированная на обеспечение стратегической независимости страны. Решение данной задачи возможно с привлечением инноваций.

В льноводстве, как правило, необходимы мероприятия по защите растений, которые должны обеспечивать достаточно здоровые и чистые от сорняков посевы. Они должны формировать полноценный урожай льнопродукции с необходимыми количественными и качественными показателями [2, с. 903].

Из болезней льна как наиболее вредоносные в условиях большинства регионов России и некоторых зарубежных стран, многие исследователи отмечали ржавчину, фузариоз, антракноз, септориоз (пасмо) и ауреобазидиоз (полиспороз) [3; 4, с. 2665; 5, с. 367; 6, с. 223].

К ржавчине и фузариозному увяданию на уровне 84,3–100 % устойчивы некоторые сорта льна-долгунца селекции ОП НИИЛ ФГБНУ ФНЦ ЛК, например, Александрит, Зарянка, Универсал. К антракнозу относительно устойчивы сорта Тонус и Дипломат, к септориозу – сорт Цезарь [7, с. 41]. Устойчивость сортов льна, разумеется, важный элемент защиты этой культуры от болезней, но, как правило, он не избавляет растениеводо-в от необходимости проводить предусмотренные технологией возделывания химические меры, например, протравливание семян, считающееся в льноводстве обязательным [8, с. 45].

Вредоносность болезней льна зависит от условий внешней среды, которые отличаются по зонам возделывания культуры. На их распространение и развитие большое влияние оказывают метеорологические условия периода вегетации, степень зараженности патогенами семенного материала, засоренность семян, а потом посевов, условия уборки урожая. Защита льна от болезней основывается на их последовательном изучении, в т. ч. и выполненном нами [9, с. 71–76].

Применительно к протравливанию семян мы в теоретическом плане выделили из общепринятой классификации группу болезней, распространяющихся и сохраняющихся преимущественно с семенами льна. В эту группу включены фузариозное побурение (принципиально отличающееся от фузариозного увядания основным путем распространения и сохранения инфекции), антракноз, септориоз (пасмо), ауреобазидиоз (полиспороз), озониз (крапчатость), бактериоз и некоторые другие патологии льна [10, с. 22–27].

Приоритетный объект нашей фитопатологической работы – крапчатость (озониз) льна. Применительно к нему мы определили согласно современным критериям коэффициенты вредоносности, принципы распространения и сохранения инфекции, биологическую специализацию патогенного организма, которому дали морфологическое описание и систематическое название – *Ozonium vinogradovi* Kudryavtsev [11, с. 170]. Вид назван в честь В. П. Виноградова, начавшего изучать крапчатость как отдельную болезнь льна и погибшего в 1941 г. на Волховском фронте. Симптомы проявления озониза (крапчатости) льна – яркие красные пятна на проростках семян – позволяют по ним наглядно определять эффективность протравливания этих семян.

Семена льна протравливают, как правило, фунгицидными химическими препаратами. В Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных на территории РФ [12] зарегистрировано более 30 наименований препаратов, с положительными результатами испытанных при обработке ими семян льна. Например, несколько лет

назад испытан «Редиго Про», концентрат суспензии (КС) (пропиконазол + тебуконазол, 150 + 20 г/л), 0,5 л/т. Значительно раньше был изучен старый стандартный протравитель семян льна – ТМТД, водно-суспензионный концентрат (ВСК) (тирам, 400 г/л), 3,0 л/т.

На перспективу для протравливания семян льна следует испытывать новые препараты. Возможно, будет изучаться в льноводстве комбинированный фунгицид «Скарлет», микроэмульсия (МЭ) (имазаил + тебуконазол), эффективный, по данным некоторых исследователей, как протравитель семян зерновых культур [13].

Мечта льноводов – использовать такой протравитель семян, ресурса фунгицидного действия которого было бы достаточно для защиты растений льна не только в фазе всходов, как бывает обычно со стандартными препаратами, но и значительно дольше – во время дальнейшей вегетации этой культуры. Надежду на это дает препарат «Систива», КС (флуксапироксад, 333 г/л), известный как протравитель семян зерновых культур [14].

Основной способ обработки семян – влажное протравливание с расходом рабочей жидкости до 10 л/т. При этом влажность семян теоретически повышается всего на 1 %. При качественном разбрызгивании и перемешивании с семенами нам удавалось избегать образования больших комков слипшихся семян при расходе рабочей жидкости до 7 л/т. Объемы протравливания семян льна в 80–90-е годы прошлого века в СССР были порядка 100 000 т семян в год. В настоящее время эти объемы стали во много раз меньше.

Обработка семян льна реализуется на серийных протравочных машинах. Нам удавалось получить приемлемые результаты на отечественных протравителях семян ПС-5, ПС-10, ПС-20, ПС-30 и других, на импортных – «Рёбер», «Аграно», «Мобитокс-супер» и других.

Цель работы – испытание нового способа протравливания семян льна фунгицидным препаратом «Систива» с длительным защитным действием.

Методология и методы исследования (Methods)

Эксперименты по полевым испытаниям и разработке регламентов применения препарата «Систива», КС (флуксапироксад, 333 г/л) для протравливания семян льна проведены в соответствии с классическими методическими рекомендациями по агрономическим наукам и регистрационным испытаниям пестицидов [15; 16].

Полевые эксперименты в четырехкратной повторности с учетной площадью каждой делянки 25 м² по методике научной агрономии выполнены в Тверской области в 2019–2021 гг. на сорте льна-долгунца Тверской, возделываемом в соответствии с сортовой зонально-адаптивной технологией, разработанной для него. В 2022 г. проведен экспери-

мент в производственной обстановке с использованием оборудования ПС-10А в АО «Ленпром» – его подразделении ООО «Пасечник» Торжокского района Тверской области – в соответствии с методикой определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ [17]. Статистико-агрономический анализ данных наших экспериментальных учетов выполнен с применением пакета программ анализа полевых опытов «Ландшафт» [18].

Фитосанитарно-агроценологические и эколого-микробиологические исследования проведены с учетом апробированных современных методов по этим профилям науки [19; 20].

Почва на опытных участках характеризовалась как дерново-подзолистая, легкосуглинистая. Она имела рН (в КС1) от 5,3 до 5,5. Содержание в ней подвижных форм фосфора – 201–207; калия – 195–203 мг/кг почвы, гумуса – 1,6–1,8 %.

Метеорологические условия вегетационных периодов 2019–2022 гг. в Тверской области сложились без экстремальных проявлений по температуре и влажности (были близкими к оптимальным параметрам для роста и развития льна-долгунца).

Результаты (Results)

В 2019–2021 гг. были выполнены полевые опыты на базе ОП НИИЛ ФГБНУ ФНЦ ЛК, показавшие положительные результаты испытаний нового средства защиты растений льна. Они выявили фунгицидный протравитель семян «Систива» (0,5 л/т), подтвердивший заявленное защитное действие против болезней всходов льна и статистически достоверно превзошедший по биологической эффек-

тивности протравитель семян ТМТД (4 л/т), что иллюстрирует таблица 1.

В полевых посевах льна опытов 2019–2021 гг. дифференцированно в связи с применением препаратов «Систива» и ТМТД мы изучали проявление антракноза, полиспороза и пасмо льна на протяжении всего периода вегетации.

Фитопатологический анализ растений льна, ежегодно отбираемых перед уборкой, показал, что они были поражены в основном антракнозом и пасмо (таблица 2). В контрольном и стандартном вариантах встречался полиспороз. Следует отметить, что протравливание семян препаратом «Систива» значительно снижало распространённость этих болезней и перед уборкой льна.

Мы убедились, что предпосевная обработка семян препаратом «Систива» защищает растения льна-долгунца от болезней на протяжении всего вегетационного периода. Распространенность антракноза в 2019–2021 гг. на делянках контроля составила 30,4–43,2 %, пасмо – 36,2–6,0 %. Обработка семян препаратом «Систива» снизила их проявление до уровня распространенности менее 10 %.

Отмечено положительное влияние обработки семян препаратом «Систива» на морфологические параметры растений льна. Справедливо предположение об их положительном влиянии на реакции метаболизма растений льна, приводящие к усилению физиологических процессов не только устойчивости к возбудителям болезней (к патогенам, сосредоточенным в семенах, а также и к тем, заражение которыми происходит в поле), но и формирующим урожай льнопродукции. Данные по влиянию препарата «Систива» на урожайность соломы и семян льна-долгунца представлены в таблице 3.

Таблица 1

Распространенность болезней всходов льна в зависимости от обработки семян препаратами ТМТД и «Систива» (ОП НИИЛ ФГБНУ ФНЦ ЛК, в среднем за 2019–2021 г.)

Вариант	Распространенность болезней, %		
	Антракноз	Крпчатость	Бактериоз
1. Контроль	12,5	23,3	19,0
2. Стандарт, ТМТД (4 л/т)	6,1	9,5	16,2
3. Систива (0,5 л/т)	2,0	2,3	10,2
НСР ₀₅	0,2	0,4	0,3

Table 1

Prevalence of flax seedling diseases depending on seed treatment with TMTD and “Sistiva” preparations (Institute of Flax – separate subdivision of Federal Scientific Center of Fiber Crops, 2019–2021)

Variant	Disease prevalence, %		
	Anthracoноse	Mottling	Bacteriosis
1. Control	12.5	23.3	19.0
2. Standard, TMTD (4 l/t)	6.1	9.5	16.2
3. Sistiva (0.5 l/t)	2.0	2.3	10.2
LSD ₀₅	0.2	0.4	0.3

Таблица 2
Влияние протравливания семян на распространенность болезней (%)
в посевах льна-долгунца в 2019–2021 гг.

Вариант (препарат)	Антракноз			Полиспороз			Пасмо		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
1. Контроль (без обработки)	43,2	33,1	30,4	10,4	0	0	45,4	46,0	36,2
2. Стандарт. ТМТД, ВСК, 4,0 л/т	37,4	26,2	24,5	3,2	0	0	40,3	45,2	35,7
3. Систива, КС, 0,5 л/т	9,8	8,4	8,7	0	0	0	9,6	6,5	6,3
НСР ₀₅	1,8	1,4	1,2	1,8	0	0	1,5	1,4	1,5

Table 2
The effect of seed etching on the prevalence of diseases (%) in flax crops in 2019–2021

Option (drug)	Anthracnose			Polysporosis			Pasm		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
1. Control (without processing)	43.2	33.1	30.4	10.4	0	0	45.4	46.0	36.2
2. Standard. TMTD, water-suspension concentrate, 4.0 l/t	37.4	26.2	24.5	3.2	0	0	40.3	45.2	35.7
3. Sistiva, suspension concentrate, 0.5 l/t	9.8	8.4	8.7	0	0	0	9.6	6.5	6.3
LSD ₀₅	1.8	1.4	1.2	1.8	0	0	1.5	1.4	1.5

Таблица 3
Влияние препарата «Систива» при обработке семян на урожайность соломы
и семян льна-долгунца (в среднем за 2019–2021 гг.).

Вариант	Урожайность, ц/га		Преимущество, по сравнению с контролем, в урожайности, ц/га	
	Льносоломы	Льносемян	Льносоломы	Льносемян
1. Контроль (без обработки)	30,4	3,6	–	–
2. Стандарт. ТМТД, ВСК, 4,0 л/т	41,2	4,9	10,8	1,3
3. Систива, КС, 0,5 л/т	48,8	6,8	18,4	3,2
НСР _{0,5}	1,3	0,2	1,3	0,2

Table 3
The effect of the “Sistiva” preparation in seed treatment on the yield of straw and flax seeds
(on average for 2019–2021)

Option	Yield, c/ha		Advantage, compared to the control, in yield, c/ha	
	Flax	Seeds	Flax	Seeds
1. Control (without processing)	30.4	3.6	–	–
2. Standard. Pre-sowing seed treatment TMTD, water-suspension concentrate, 4.0 l/t	41.2	4.9	10.8	1.3
3. Pre-sowing seed treatment with Sistiva, suspension concentrate, 0.5 l/t	48.8	6.8	18.4	3.2
LSD _{0,5}	1.3	0.2	1.3	0.2

В производственной обстановке АО «Ленпром» в 2022 г. системный протравитель семян «Систива» после обработки им семян льна-долгунца с помощью протравочной машины ПС-10А статистически достоверно уменьшил показатели распространенности болезней всходов льна, что проиллюстрировано таблицей 4. Антракноз в начале появления всходов культуры отмечен в контроле – на 10,0 % растений. В варианте с обработкой семян стандартным фунгицидом ТМТД – 5,5 %; с обработкой семян «Систивой» – 2,0 %. Этот показатель достоверно

меньше уровня контроля и стандарта. Распространенность крапчатости льна обработка семян «Систивой» тоже достоверно снизила по сравнению с контролем.

В дальнейших фитопатологических учетах отмечено, что обработка семян препаратом «Систива» в производственной обстановке снизила проявление антракноза и пасмо в фазе созревания льна до уровня их распространенности 5 и 6 %, в то время как в варианте с ТМТД – 21 и 34 %, а в контроле – 37 и 48 %.

Таблица 4
Распространенность болезней всходов льна в зависимости от обработки семян препаратами ТМТД и «Систива» (АО «Ленпром», 2022 г.)

Вариант	Распространенность болезней, %		
	Антракноз	Крапчатость	Бактериоз
1. Контроль	10,0	12,5	15,0
2. Стандарт, ТМТД (4 л/т)	5,5	6,5	12,5
3. Систива (0,5 л/т)	2,0	2,0	10,0
НСР ₀₅	0,5	0,5	0,5

Table 4
Prevalence of flax disease depending on the development of seed preparations TMTD and the system (Lenprom JSC, 2022)

Variants	Prevalence of the disease, %		
	Anthraco-nose	Speckled	Bacteriosis
1. Control	10.0	12.5	15.0
2. Standard, TMTD (4 l/t)	5.5	6.5	12.5
3. Sistiva (0.5 l/t)	2.0	2.0	10.0
LSD ₀₅	0.5	0.5	0.5

Таблица 5
Хозяйственно-экономическая эффективность применения инкрустирования семян препаратом «Систива» (лен-долгунец, АО «Ленпром», 2022 г.)

Показатель	Сравнение элементов технологии	
	Базовый вариант: ТМТД (4 л/т)	Новый вариант: Систива (0,5 л/т)
Урожайность льнотресты, т/га	3,01	3,96
Прибавка к базовому варианту, т/га	–	0,95
Стоимость дополнительной продукции, руб/га	–	15 723
Затраты на доработку доп. продукции, руб/га	–	466
Экономический эффект рекомендуемого варианта в сравнении с базовым (прибыль от доп. продукции), руб/га	–	15 257

Table 5
Economic and economic efficiency of the use of seed inlaying with “Sistiva” preparation (fiber flax, Lenprom JSC, 2022)

Indicator	Comparison of technology elements	
	Basic version: TMTD (4 l/t)	New version: Sistiva (0.5 l/t)
Yield of flax, t/ha	3.01	3.96
Increase to the basic version, t/ha	–	0.95
The cost of additional products, rub/ha	–	15 723
Costs for the completion of additional products, rub/ha	–	466
The economic effect of the recommended option in comparison with the basic one (profit from additional products), rub/ha	–	15 257

Хозяйственно-экономическая оценка эффективности применения инкрустирования семян препаратом «Систива» проведена при сравнении его с базовым (стандартным) вариантом (ТМТД) – с учетом затрат на проведение фитосанитарных мероприятий и реализацию дополнительного урожая, а также его стоимость по фактическим ценам, сложившимся в АО «Ленпром», производящего

льнотресты. Стоимость 1 л препарата «Систива» – 6 500 руб. Затраты на его применение (0,5 л/т) при замене ТМТД (4 л/т) по цене 1 000 руб/л не выше, чем в базовом варианте. Принятая в основу расчета фактическая цена реализации 1 т тресты номером 2,50 – 16 550 руб. Общие затраты на производство 1 т тресты – 490 руб. Учтены все фактические затраты, в т. ч. на уборочные работы.

По результатам расчетов, представленным в таблице 5, экономический эффект нового рекомендуемого варианта в сравнении с базовым составил +15 257 руб/га.

При применении средств защиты растений они обычно попадают в почву, где взаимодействуют с организмами, играющими важную роль в плодородии и самоочищении растительного субстрата. Важность оценки последствий пестицидов на биоту почвы очевидна.

В соответствии с «Положением о регистрационных испытаниях и регистрации пестицидов в Российской Федерации» при эколого-токсикологической оценке средств защиты растений принимается во внимание их токсичность для почвенных микроорганизмов.

Почва для исследований была отобрана из пахотного горизонта (слоя 0–20 см глубины) делянок вариантов полевого опыта в производственной обстановке. Микробиологический анализ субстрата выполнен путем глубинного посева 4-го последовательного разведения в 10 раз 1 г почвы в 10 мл дистиллированной воды. Тестируемые бактерии (*Bacteria*) учитывались на почвенном агаре при просмотре их колоний на 5-е сутки после посева; грибы (*Fungi*, *Mycetes*, *Eumycota*, *Muchomycota*) – на сусло-агаре (тоже на 5-е сутки); актиномицеты («лучистые грибы») (*Actinomycetes*) – на селективной крахмало-аммиачной среде на 10-е сутки.

В результате анализов выяснилось, что обработка семян льна в 2022 г. (таблица 6) изучаемым протравителем «Систива» повлияла в тенденции положительно на содержание в почве микроорганизмов различных биологических групп. Удельное количество проявившихся колоний почвенных

бактерий, грибов и актиномицетов в варианте с применением препарата «Систива» отмечено чуть большее (с учетом НСР – на уровне контроля (без пестицидов)). В варианте со старым протравителем семян ТМТД отмечена тенденция уменьшения содержания в почве микроорганизмов.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В 2019–2021 гг. в полевом опыте убедительно показана высокая эффективность препарата «Систива» как мощного фунгицидного и защитно-стимулирующего средства (против грибных болезней льна, для повышения урожайности льнопродукции).

Выявлена существенная высокая эффективность обработки семян препаратом «Систива» против болезней всходов льна: эффективность против антракноза составила 95,8–97,9 %; против крапчатости – 95,2–96,8 %. Очевидно гораздо более мощное фунгицидное действие нового протравителя семян льна по сравнению со стандартным ТМТД (при его биологической эффективности против болезней от 51,9 до 54,8 %).

Предпосевная обработка семян препаратом «Систива» защищала растения льна-долгунца от болезней на протяжении всего вегетационного периода. В то время как распространенность антракноза на делянках контроля составила 30,4–43,2%, пасмо – 36,2–46,0%, препарат «Систива» снизил их проявление до уровня распространенности менее 10 %.

Обработка семян льна препаратом «Систива» способствовала получению урожайности льнопродукции, превышающей уровень контроля на величины, большие, чем НСР₀₅.

Таблица 6

Отсутствие отрицательного последствия на содержание микроорганизмов в почве после применения препарата «Систива» для обработки семян льна (АО «Ленпром», 2022 г.)

Вариант	Численность колоний на 1 г почвы (шт.)		
	Бактерий	Грибов	Актиномицетов
1. Контроль	2814	418	1022
2. Стандарт, ТМТД (4 л/т)	2810	412	1014
3. Систива (0,5 л/т)	2818	424	1024
НСР ₀₅	17	10	12

Table 6

No negative impact on the content of microorganisms in the soil after the use of the preparation Sistiva for flax seed treatment (Lenprom JSC, 2022)

Variants	Option number of colonies per 1 g of soil (pcs.)		
	Bacteria	Fungi	Actinomycetes
1. Control	2814	418	1022
2. Standard, TMTD (4 l/t)	2810	412	1014
3. Sistiva (0.5 l/t)	2818	424	1024
LSD ₀₅	17	10	12

Таблица 7

Рекомендуемые регламенты применения препарата «Систива» при обработке семян льна

Торговое название, препаративная форма, д. в., концентрация	Норма применения препарата	Культура	Назначение	Способ применения
Систива, КС, флуксапироксад, 333 г/л	0,5 л/т	Лен-долгунец	Защита растений льна от грибных болезней на протяжении периода вегетации, повышение урожайности	Предпосевная обработка семян. Расход рабочей жидкости – 7 л/т

Table 7

Recommended regulations for the use of the “Sistiva” preparation when processing flax seeds

Rade name, preparative form, active substance, concentration	Rate of use of the drug	Culture	Purpose	Method of application
<i>Sistiva, suspension concentrate, fluxapiroxad, 333 g/l</i>	<i>0.5 l/t</i>	<i>Fiber flax</i>	<i>Protection of flax plants from fungal diseases during the growing season, increase in yield</i>	<i>Pre-sowing seed treatment. Working fluid consumption – 7 l/t</i>

Фунгицидный протравитель семян «Систива» (0,5 л/т) в 2022 г. в производственной обстановке подтвердил заявленное длительное действие и статистически достоверно превзошел по биологической эффективности и положительному влиянию на урожайность льнопродукции – протравитель семян ТМТД (4 л/т). Экономический эффект нового рекомендуемого варианта в сравнении с базовым составил +15 257 руб/га.

Следовательно, проведенные в 2019–2022 гг. испытания показали высокую биологическую и хозяйственную эффективность применения препарата «Систива» на культуре льна-долгунца при обработке семян.

На основании положительных результатов многолетних полевых испытаний ФГБНУ ФНЦ ЛК предлагает рекомендовать применение на террито-

рии Российской Федерации препарата «Систива» на культуре льна-долгунца с регламентами использования, представленными в таблице 7.

Обработка семян льна изучаемым протравителем «Систива» повлияла в тенденции положительно на содержание в почве микроорганизмов различных биологических групп. Удельное количество проявившихся колоний почвенных бактерий, грибов и актиномицетов в варианте с применением препарата «Систива» отмечено чуть большее: с учетом НСР – на уровне контроля (без пестицидов).

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема: FGSS-2019-0017).

Библиографический список

1. Мазурова Л. А. Волшебник синий лен // Литературная газета. 2023. № 4. С. 28.
2. Kudryavtsev N. A., Zaitseva L. A., Savoskina O. A., Chebanenko S. I. Herbological and agrotechnological approaches to weeding plants in modern flax growing // Caspian journal of environmental sciences. 2021. Vol. 19. No. 5. Pp. 903-908. DOI: 10.22124/cjes.2021.5263.
3. Novakovskiy R. O., Dvorianinova E. M., Rozhmina T. A., Pushkova E. N., Povkhova L. V., Snezhkina A. V., Krasnov G. S., Kudryavtseva A. V., Melnikova N. V., Dmitriev A. A., Gryzunov A. A. Data on genetic polymorphism of flax (*Linum usitatissimum* L.) pathogenic fungi of *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Aureobasidium*, *Septoria* and *Melampsora* genera // Data in Brief. 2020. T. 31. Article number 105710. DOI: 10.1016/j.dib.2020.105710.
4. Samsonova A., Kanapin A., Bankin M., Logachev A., Gretsova M., Rozhmina T., Samsonova M. A genomic blueprint of flax fungal parasite *Fusarium oxysporum* f. sp. lini // International Journal of Molecular Sciences. 2021. Vol. 22. No. 5. Article number 2665. DOI: 10.3390/ijms22052665.
5. Stafacka I., Grauda D., Stramcale S. The evolution of disease resistance of flax genotypes in relation to environmental factors // Zemdirbyste-Agriculture. 2019. Vol. 106. No. 4. Pp. 367–375. DOI: 10.13080/z-a. 2019.106.047.
6. Cheng Y., Tang X., Gao Ch., Li J., Chen J., Guo L., Wang T., Xu J. Molecular diagnostics and pathogenesis of flax fungal pathogens on bast fiber crops // Pathogens. 2020. No. 9 (3). Pp. 223–242. DOI: 10.3390/pathogens9030223.
7. Кудрявцева Л. П. Устойчивость сортов – важный элемент интегрированной защиты льна-долгунца от болезней // Аграрный вестник Урала. 2021. № 11. С. 36–44.

8. Понажев В. П. Влияние методов отбора растений на эффективность создания оригинальных семян льна-долгунца в семеноводстве // Аграрный вестник Верхневолжья. 2020. № 2 (31). С. 51–56.
9. Vasiliev A. S., Farinyuk Y. T., Yakovleva S. V., Kudryavtsev N. A. Phytopathological condition of flax crops during treatment with hightech preparations // Annals of Biology. 2022. Vol. 38. No. 1. Pp. 71–76.
10. Кудрявцев Н. А., Кудрявцева Л. П., Зайцева Л. А., Курбанова З. К. Ресурсы улучшения фитосанитарного состояния посевов льна // Защита и карантин растений. 2020. № 8. С. 22–26. DOI: 10.47528/1026-8634_2020_8_22.
11. Кудрявцев Н. А. Фитосанитарная стабилизация льноводства: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.11. Москва: РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2007. 497 с.
12. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2019 год // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». 2019. № 5. С. 799–810.
13. Власенко Н. Г., Павлюшин В. А., Теплякова О. И. [и др.] Эффективность защиты пшеницы фунгицидами // Вестник защиты растений. 2022. № 4. С. 181–192.
14. Моргачева С. Г., Остапенко Н. Н., Федорянская И. С. Эффективность протравителя Систива на озимой пшенице // Инновационные технологии отечественной селекции и семеноводства: сборник тезисов по материалам II научно-практической конференции молодых ученых Всероссийского форума по селекции и семеноводству. Краснодар, 2018. С. 81–83.
15. Кирюшин Б. Д. Методика научной агрономии: учеб. пособие для студентов агроном. специальностей. Часть 2. Постановка опытов и статистико-агрономическая оценка их результатов. Москва: МСХА, 2005. 200 с.
16. Голубев А. С., Маханькова Т. А. Методические рекомендации по испытанию пестицидов. Санкт-Петербург: ВИЗР, 2020. 80 с.
17. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ / Н. И. Мжельский [и др.]. Москва: МСХ СССР, 1979. 45 с.
18. Кулаичев А. П. Пакет программ анализа полевых опытов «Ландшафт» для ПК Stadia. Версия 7.0. Свидетельство Госрегистрации № 0115-1.0 RUS. Тверь: ВНИИМЗ. 2020. 25 с.
19. Savoskina O. A., Chebanenko S. I., Kurbanova Z. K., Shitikova, Kudryavtsev N. A. Optimization of the phytosanitary condition of agrocenoses in the nonchernozem zone of the Russian Federation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 579. International Symposium “Earth sciences: history, contemporary issues and prospects”, Moscow, 2020. Pp. 2–15. DOI: 10.1088/1755-1315/579/1/012055.
20. Yevdokimov I. V. Methods for measuring soil microbial biomass // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2018. Vol. 3 (3). DOI: 10.21685/2500-0578-2018-3-5.

Об авторе:

Николай Александрович Кудрявцев¹, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, ORCID 0000-0001-7681-3559, AuthorID 742676; +7 920-686-64-10, n.kudryavtsev.trk@fncl.ru

¹ Федеральное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур», Тверь, Россия

The effectiveness of etching flax seeds with the preparation with a long-lasting protective effect

N. A. Kudryavtsev¹✉

¹ Federal Scientific Center of Bast Crops, Tver, Russia

✉ E-mail: info.trk@fncl.ru

Abstract. The purpose is testing of a new method of etching flax seeds with a new fungicidal drug with a long-term protective effect of “Sistiva”. **Methods.** Tested during field experiments on registration tests of pesticides and determination of the economic efficiency of using the results of scientific research in agriculture. **The relevance and national economic significance** of the development are determined by its relevance to the agroindustrial complex of Russia with the possibility of increasing the efficiency of flax seed etching, replacing old preparations with new ones, contributing to the improvement of biological and economic indicators of flax cultivation technology. **The scientific novelty** of the research is associated with the priority of searching for acceptable technological methods, including effective plant protection measures, for the flax growing of the Russian Federation. **Results.** A fungicidal seed protectant “Sistiva” (0.5 l/t), new for flax growing, was identified, which confirmed in field registration tests the long-term protective effect claimed in preliminary experiments and statistically significantly

exceeded the effectiveness of the standard seed protectant TMTD (4 l/t). The indicators of the influence of these chemicals on the manifestation of diseases of flax seedlings (anthracnose, ozoniosis (mottling)) and maturing flax plants (anthracnose, septoria (pasm), aureobazidiosis (polysporosis)), on the yield of flax products are analyzed. In a production environment with the use of an automated etching machine PS-10A, an effective reliable decrease in the manifestation of flax diseases and an increase in its yield associated with the use of the “Sistiva” preparation are shown. In the production experience, he surpassed in biological efficiency and a positive effect on the yield of flax products – the basic seed protectant TMTD. The economic effect of the new recommended option in comparison with the basic one was +15,257 rubles/ha. The environmental and sanitary-hygienic advantages of the use of “Sistiva” over the previously practiced seed etching with toxic chemicals are noted.

Keywords: flax, seeds, diseases, disinfection, protective and stimulating effect, fungicide, yield increase, efficiency.

For citation: Kudryavtsev N. A. Effektivnost' protravlivaniya semyan l'na preparatom s dlitel'nym zashchitnym deystviem [The effectiveness of etching flax seeds with the preparation with a long-lasting protective effect] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 08 (237). Pp. 2–11. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-237-08-2-11. (In Russian.)

Date of paper submission: 01.03.2023, **date of review:** 10.04.2023, **date of acceptance:** 12.04.2023.

References

1. Mazurova L. A. Volshebnyk siniy len [The Wizard of blue flax] // Literaturnaya gazeta. 2023. No. 4. P. 28. (In Russian.)
2. Kudryavtsev N. A., Zaitseva L. A., Savoskina O. A., Chebanenko S. I. Herbological and agrotechnological approaches to weeding plants in modern flax growing // Caspian journal of environmental sciences. 2021. Vol. 19. No. 5. Pp. 903–908. DOI: 10.22124/cjes.2021.5263.
3. Novakovskiy R. O., Dvorianinova E. M., Rozhmina T. A., Pushkova E. N., Povkhova L. V., Snezhkina A. V., Krasnov G. S., Kudryavtseva A. V., Melnikova N. V., Dmitriev A. A., Gryzunov A. A. Data on genetic polymorphism of flax (*Linum usitatissimum* L.) pathogenic fungi of *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Aureobasidium*, *Septoria* and *Melampsora* genera // Data in Brief. 2020. T. 31. Article number 105710. DOI: 10.1016/j.dib.2020.105710.
4. Samsonova A., Kanapin A., Bankin M., Logachev A., Gretsova M., Rozhmina T., Samsonova M. A genomic blueprint of flax fungal parasite *Fusarium oxysporum* f. sp. *lini* // International Journal of Molecular Sciences. 2021. Vol. 22. No. 5. Article number 2665. DOI: 10.3390/ijms22052665.
5. Stafeca I., Grauda D., Stramcale S. The evolution of disease resistance of flax genotypes in relation to environmental factors // Zemdirbyste-Agriculture. 2019. Vol. 106. No. 4. Pp. 367–375. DOI: 10.13080/z-a.2019.106.047.
6. Cheng Y., Tang X., Gao Ch., Li J., Chen J., Guo L., Wang T., Xu J. Molecular diagnostics and pathogenesis of flax fungal pathogens on bast fiber crops // Pathogens. 2020. No. 9 (3). Pp. 223–242. DOI: 10.3390/pathogens9030223.
7. Kudryavtseva L. P. Ustoychivost' sortov – vazhnyy element integrirovannoy zashchity l'na-dolguntsa ot bolezney [Resistance of varieties is an important element of integrated protection of fiber flax from diseases] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 11. Pp. 36–44. (In Russian.)
8. Ponazhev V. P. Vliyanie metodov otbora rasteniy na effektivnost' sozdaniya original'nykh semyan l'na-dolguntsa v semenovodstve [The influence of plant selection methods on the effectiveness of creating original flax seeds in seed production] // Agrarian Journal of the Upper Volga region. 2020. No. 2 (31). Pp. 51–56. (In Russian.)
9. Vasiliev A. S., Farinyuk Y. T., Yakovleva S. V., Kudryavtsev N. A. Phytopathological condition of flax crops during treatment with hightech preparations // Annals of Biology. 2022. Vol. 38. No. 1. Pp. 71–76.
10. Kudryavtsev N. A., Kudryavtseva L. P., Zaytseva L. A., Kurbanova Z. K. Resursy uluchsheniya fitosanitarnogo sostoyaniya posevov l'na [Resources for improving the phytosanitary condition of flax crops] // Zashchita i karantin rasteniy. 2020. No. 8. Pp. 22–26. DOI: 10.47528/1026-8634_2020_8_22. (In Russian.)
11. Kudryavtsev N. A. Fitosanitarnaya stabilizatsiya l'novodstva: dis. ... d-ra s.-kh. nauk [Phytosanitary stabilization of flax growing: dissertation ... candidate of agricultural sciences]. Moscow: RGAU-MSHA imeni K. A. Timiryazeva, 2007. 497 p. (In Russian.)
12. Spisok pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiyskoy Federatsii. 2019 god [List of pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation. 2019] // supplement to the journal “Zashchita i karantin rasteniy”. 2019. № 5. Pp. 799–810. (In Russian.)
13. Vlasenko N. G., Pavlyushin V. A., Teplyakova O. I. et al. Effektivnost' zashchity pshenitsy fungitsidami [Effectiveness of wheat protection with fungicides] // Plant Protection News. 2022. No. 4. Pp. 181–192. (In Russian.)
14. Morgacheva S. G., Ostapenko N. N., Fedoryanskaya I. S. Effektivnost' protravitelya Sistiva na ozimoy pshenitse [Effectiveness of the Sistiva mordant on winter wheat] // Innovatsionnye tekhnologii otechestvennoy selektsii i

semenovodstva: sbornik tezisov po materialam II nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh Vserossiyskogo foruma po selektsii i semenovodstvu. Krasnodar, 2018. Pp. 81–83. (In Russian.)

15. Kiryushin B. D. Metodika nauchnoy agronomii: ucheb. posobie dlya studentov agronom. Spetsial'nostey. Chast' 2. Postanovka opytov i statistiko-agronomicheskaya otsenka ikh rezul'tatov [Methodology of scientific agronomy: textbook. manual for agronomist students. specialties. Part 2. Setting up experiments and statistical-agronomic evaluation of their results]. Moscow: MSKHA, 2005. 200 p. (In Russian.)

16. Golubev A. S., Mahan'kova T. A. Metodicheskie rekomendatsii po ispytaniyu pestitsidov [Methodological recommendations for testing pesticides]. Saint Petersburg: VIZR, 2020. 80 p. (In Russian.)

17. Metodika opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti ispol'zovaniya v sel'skom khozyaystve rezul'tatov nauchno-issledovatel'skikh rabot [Methodology for determining the economic efficiency of using the results of scientific research in agriculture] / N. I. Mzhel'skiy et al. Moscow: MSKH SSSR, 1979. 45 p. (In Russian.)

18. Kulaichev A. P. Paket programm analiza polevyh opytov "Landshaft" dlya PK "Stadia". Versiya 7.0. Svidetel'stvo Gosregistratsii № 0115-1.0 RUS [Software package for analysis of field experiments "Landscape" for PK "Stadia". Certificate of State registration № 0115-1.0 RUS]. Tver: VNIIMZ, 2020. 25 p. (In Russian.)

19. Savoskina O. A., Chebanenko S. I., Kurbanova Z. K., Shitikova, Kudryavtsev N. A. Optimization of the phytosanitary condition of agrocenoses in the nonchernozem zone of the Russian Federation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 579. International Symposium "Earth sciences: history, contemporary issues and prospects", Moscow, 2020. Pp. 2–15. DOI: 10.1088/1755-1315/579/1/012055.

20. Yevdokimov I. V. Methods for measuring soil microbial biomass // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2018. Vol. 3 (3). DOI: 10.21685/2500-0578-2018-3-5.

Author's information

Nikolay A. Kudryavtsev¹, doctor of agricultural sciences, chief researcher, ORCID 0000-0001-7681-3559, AuthorID 742676; +7 920-686-64-10, n.kudryavtsev.trk@fncl.ru

¹Federal Research Center of Bast Crops, Tver, Russia