

Н.А. Кудрявцев

Научно-исследовательский институт льна,
Торжок, Тверская обл., Россия

✉ n.kudryavtsev.trk@fncl.ru

Поступила в редакцию:
28.03.2023

Одобрена после рецензирования:
11.07.2023

Принята к публикации:
25.07.2023

Nikolay A. Kudryavtsev

The Federal Scientific Center of Bast Crops is
a separate subdivision of the Flax Research
Institute, Torzhok, Tver Region, Russia

✉ n.kudryavtsev.trk@fncl.ru

Received by the editorial office:
28.03.2023

Accepted in revised:
11.07.2023

Accepted for publication:
25.07.2023

Испытание фунгицидных обработок семян и посевов льна

РЕЗЮМЕ

Актуальность и народнохозяйственная значимость разработки определяются ее востребованностью АПК России при возможности повышения эффективности защиты льна от болезней, замены старых фунгицидов новым, способствующим повышению хозяйственно-экономических показателей технологии возделывания льна.

Научная новизна связана с приоритетом поиска ФГБНУ «ФНЦЛК» для льноводства РФ приемлемых технологических приемов, в том числе эффективных мер защиты растений.

Методы. Апробированные при проведении полевых экспериментов по регистрационным испытаниям пестицидов и определению эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ.

Результаты. Выявлен новый для льноводства фунгицид — Абига-Пик, показавший в полевых регистрационных испытаниях эффективное защитное действие против ряда болезней льна (антракноза, озонииоза (крапчатости), септориоза (пасмо), ауреобазидиоза (полиспороза)). Отмечено положительное влияние фунгицида Абига-Пик на урожайность льнопродукции. В производственной обстановке с применением автоматизированной протравочной машины ПС-10А и опрыскивающего агрегата ОП-18-2500 + МТЗ-1221.2 еще более убедительно показаны эффективное достоверное снижение проявления болезней льна и повышение его урожайности, связанные с применением препарата Абига-Пик. Обработка семян и посевов льна изучаемым препаратом не повлияла отрицательно на содержание в почве бактерий, грибов и актиномицетов.

Ключевые слова: лен, семена, посевы, болезни, фунгицид, повышение урожайности, эффективность

Для цитирования: Кудрявцев Н.А. Испытание фунгицидных обработок семян и посевов льна. *Аграрная наука*. 2023; 373(8): 98–105. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-373-8-98-105>

© Кудрявцев Н.А.

Testing of fungicidal treatments of flax seeds and crops

ABSTRACT

The relevance and economic significance of the development are determined by its relevance to the agroindustrial complex of Russia with the possibility of increasing the effectiveness of flax protection from diseases, replacing old fungicides with new ones, contributing to the improvement of economic indicators of flax cultivation technology.

The scientific novelty is connected with the priority of the search for acceptable technological methods for flax growing in the Russian Federation, including effective plant protection measures.

Methods. Tested during field experiments on registration tests of pesticides and determination of the effectiveness of the use of research results in agriculture.

Results. A fungicide new to flax growing, Abiga-Peak, has been identified, which has shown in field registration tests an effective protective effect against a number of flax diseases (anthracnose, ozoniosis (mottling), septoria (pasmus), aureobazidiosis (polysporosis)). The positive effect of the fungicide Abiga-Peak on the yield of flax products was noted. In a production environment with the use of an automated etching machine PS-10A and a spraying unit OP-18-2500 + MTZ-1221.2 even more convincingly shows an effective reliable reduction in the manifestation of flax diseases and an increase in its yield associated with the use of the drug Abiga-Peak. The treatment of flax seeds and crops with the studied preparation did not negatively affect the content of bacteria, fungi and actinomycetes in the soil.

Key words: flax, seeds, crops, diseases, fungicide, yield increase, efficiency

For citation: Kudryavtsev N.A. Testing of fungicidal treatments of flax seeds and crops. *Agrarian science*. 2023; 373(8): 98–105 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-373-8-98-105>

© Kudryavtsev N.A.

Льном-долгунцом в последние годы засеваются ежегодно около 50 тыс. га российских полей, масличным льном — 500 тыс. га. Кроме замещения импортного хлопка в производстве тканей, взрывчатых веществ, ракетного и торпедного топлива, лен необходим для спецодежды космонавтов, водолазов, военных, для получения масла медицинского, пищевого и технического назначения. Повышение объемов и эффективности производства льнопродукции в РФ — важная задача, ориентированная на обеспечение стратегической независимости страны [1]. 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 формируют полноценный урожай льнопродукции с необходимыми количественными и качественными показателями [2].

Из болезней льна, наиболее вредоносных в условиях большинства регионов России и некоторых зарубежных стран, многие исследователи отмечали ржавчину (возбудитель — *Melampsora* sp.), фузариоз (*Fusarium* sp.), антракноз (*Colletotrichum lini* M. et B.), септориоз (пасмо) (*Septoria linicola* (Speg.) Gar.) и ауреобазидиоз (полиспороз) (*Aureobasidium* sp.) [3–6].

К ржавчине и фузариозному увяданию на уровне 84,3–100% устойчивы некоторые сорта льна-долгунца селекции Института льна ФНЦЛК, например Александрит, Зарянка, Универсал. К антракнозу относительно устойчивы сорта Тонус и Дипломат, к септориозу — Цезарь [7].

Устойчивость сортов льна, разумеется, важный элемент защиты этой культуры от болезней, но, как правило, он не избавляет растениеводо-дов от необходимости проводить предусмотренные технологией возделывания химические меры, например протравливание семян, считающееся в льноводстве обязательным, опрыскивание пестицидами посевов.

Вирулентность болезней льна зависит от условий внешней среды, которые отличаются по зонам возделывания культуры. На их распространение и развитие большое влияние оказывают метеосостояния периода вегетации, степень зараженности патогенами семенного материала, засоренность семян, а потом посевов, условия уборки урожая. Защита льна от заболеваний основывается на их последовательном изучении [8].

Применительно к протравливанию семян и опрыскиванию посевов в теоретическом плане выделяют из общепринятой классификации группы болезней, распространяющихся преимущественно с семенами льна и в его посевах (воздушным путем). В эти группы включены антракноз, озонийоз (крапчатость) (патоген — *Ozonium vinogradovi* Kudr.), бактериоз (данная патология связана с *Bacillus* (*Clostridium*) *macerans* Schard., *B. polymyxa* Br., *B. mesentericus-vulgatus* Flugge., *B. herbicola* Bur., *B. solanacearum* E. F. Sm.), септориоз (пасмо), ауреобазидиоз (полиспороз).

Приоритетный объект фитопатологической работы — крапчатость (озонийоз) льна. Применительно к нему определяют (согласно современным критериям) коэффициенты вредоносности, принципы распространения и сохранения инфекции, биологическую специализацию патогенного организма, которому дали морфологическое описание и систематическое название — *Ozonium vinogradovi* Kudryavtsev. Вид назван нами в честь В.П. Виноградова, начавшего изучать крапчатость как отдельную болезнь льна и погибшего в 1941 г. на Волховском фронте. Симптомы проявления озонийоза (крапчатости) льна — яркие красные пятна на проростках семян — по-

зволяют 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 зарегистрировано более 30 наименований препаратов с положительными результатами испытаний при обработке ими семян льна. Несколько лет назад испытан Редиг Про (регистрант — «Байер КрокСайенс АГ», Германия), КС (действующие вещества: пропиконазол, 150 г/л + тебуконазол, 20 г/л) с основной рекомендованной нормой применения 0,5 л/т. Значительно раньше был изучен старый стандартный протравитель семян льна — ТМТД (регистрант — АО «Фирма «Август», Россия), ВСК (тирам, 400 г/л), широко применяемый в норме расхода 3,0 л/т.

При модернизации системы защиты льна от болезней для протравливания семян следует испытывать новые препараты. Представляет интерес для льноводства комбинированный фунгицид Скарлет (регистрант — АО «Щелково Агрохим», Россия), МЭ (имазалил, 100 г/л + тебуконазол 60 г/л), эффективный, по данным некоторых исследователей, как протравитель семян зерновых культур [9]. Также известен на зерновых протравитель семян с заявленным длительным фунгицидным действием Систива (регистрант — «БАСФ СЕ», Германия), КС (флуксапироксад, 333 г/л) [10].

Для обработки посевов льна против болезней пока испытано меньше препаратов, чем для протравливания семян. Как импортозамещающий для давно зарегистрированного на культуре льна фунгицида — Фундазол (регистрант — «Агро-Кеми Кфт.», Венгрия), СП (беномил, 500 г/кг) при опрыскивании посевов льна и конопли недавно был испытан Бенорад (регистрант — АО «Фирма «Август», Россия), СП (беномил, 500 г/кг) [11].

Особый интерес в этом плане представляет фунгицид Абига-Пик (регистрант — ООО «Сельхозхимия», Россия), ВС (меди хлорокись, 400 г/л), содержащий инновационный прилипатель, позволяющий ему прочно удерживаться на листьях и обеспечивать надежную защиту от болезней растений даже при неблагоприятных погодных условиях (роса, туман, дождь). Считается, что этот препарат не теряет защитных свойств при резком снижении температуры окружающей среды, что он совместим в смесях практически со всеми современными средствами защиты растений и благодаря новому прилипателю повышает их эффективность. Содержащаяся в составе препарата Абига-Пик медь доступна для растений и способна активизировать ростовые процессы, улучшать фотосинтез, повышать засухо-, жаро- и морозоустойчивость растений. Данный фунгицид характеризуется широким спектром действия. Он показал высокую эффективность против болезней картофеля, яблони и других сельскохозяйственных культур [12].

Цель работы — установление биологической и хозяйственной эффективности препарата Абига-Пик, ВС (меди хлорокись, 400 г/л) в качестве протравителя семян и фунгицида для обработки посевов льна-долгунца.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Эксперименты по полевым испытаниям и разработке регламентов применения препарата Абига-Пик для протравливания семян льна и опрыскивания посевов этой культуры проведены в соответствии с апробированной в предыдущих исследованиях методикой научной агрономии¹ и испытаний пестицидов².

Полевые эксперименты в четырехкратной повторности с учетной площадью каждой делянки 25 м² по методике научной агрономии выполнены на угодьях Института льна ФНЦЛК (Торжокский район, Тверская область, Россия) на протяжении 2019–2021 гг. на сорте льна-долгунца Тверской, возделываемом в соответствии с сортовой зонально-адаптивной технологией, разработанной для него. В качестве стандартов при испытании препарата Абига-Пик (регистрант — ООО «Сельхозхимия»), ВС (меди хлорокись, 400 г/л) для протравливания семян взят препарат ТМТД (регистрант — АО «Фирма «Август»»), ВСК (тирам, 400 г/л), а для опрыскивания посевов — Бенорад (регистрант — АО «Фирма «Август»»), СП (беномил, 500 г/кг). Они были испытаны нами ранее и уже применялись в производстве по аналогичным с испытываемым для фунгицида Абига-Пик назначениям [1].

Схема этих опытов по фактору обработки семян предусматривала три варианта: контроль, стандарт и изучаемый препарат (Абига-Пик). По фактору обработки посевов тоже предусматривалось три варианта: контроль, стандарт и препарат (Абига-Пик), каждый из которых по принципу полного факториального эксперимента взаимодействовал с каждым другим вариантом обработки семян, составляя девять вариантов общей схемы опытов. Она будет наглядно показана при представлении их результатов исследований в таблиц 1–6.

Таблица 1. Схема опыта
Table 1. Scheme of experience

№	Наименование варианта	
	Обработка семян	Обработка посевов
1	1. Контроль (без обработки)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)
2		2. Стандарт, Бенорад (1 кг/га)
3		3. Абига-Пик (2,8 л/га)
4	2. Стандарт, ТМТД (4 л/т)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)
5		2. Стандарт, Бенорад (1 кг/га)
6		3. Абига-Пик (2,8 л/га)
7	3. Абига-Пик (4 л/т)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)
8		2. Стандарт, Бенорад (1 кг/га)
9		3. Абига-Пик (2,8 л/га)

Таблица 2. Зараженность болезнями, энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян льна-долгунца (в среднем за 2019–2021 гг.)
Table 2. Infection with diseases, germination energy and laboratory germination of flax seeds (on average for 2019–2021)

Вариант (обработки семян)	Зараженность болезнями, %				Энергия прорастания, %	Всхожесть семян, %
	общая	в том числе антракноз	красчатость	бактериоз		
1. Контроль (без обработки)	35,0	10,5	12,0	12,5	75,0	76,25
2. ТМТД, ВСК (4 л/т), стандарт	12,5	2,0	2,5	8,0	75,25	77,0
3. Абига-Пик, ВС (4 л/т)	4,75	1,5	2,0	1,25	74,0	75,5
НСР ₀₅ (%)	0,5	0,25	0,25	0,25	1,25	1,5

¹ Кирушин Б.Д. Постановка опытов и статистико-агрономическая оценка их результатов. Методика научной агрономии. М.: МСХА. 2005; 200.

² Голубев А.С., Маханькова Т.А. Методические рекомендации по испытанию пестицидов. СПб.: ВИЗР. 2020; 80.

³ Мжельский Н.И. Методика определения эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ. М.: МСХ СССР. 1979; 45.

⁴ Долженко В.И., Лаптев А.Б., Буркова Л.А. и др. Методические указания по регистрационным испытаниям пестицидов в части биологической эффективности. М.: МСХ. 2018; 34–36.

⁵ 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.

⁶ Евдокимов И.В. Методы определения биомассы почвенных микроорганизмов. Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2018; 3: 5–7. DOI: 10.21685/2500-0578-2018-3-5

В 2022 году проведен эксперимент в производственной обстановке с использованием протравочной машины ПС-10А и опрыскивающего агрегата ОП-18-2500 + МТЗ-1221.2 — в АО «Ленпром» — ООО «Пасечник» Торжокского района Тверской области в соответствии с методикой определения эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ³.

Фитопатологические и энтомологические исследования (учеты проявления болезней и вредителей льна по вариантам опытов) проведены при соблюдении Методических указаний по регистрационным испытаниям пестицидов в части биологической эффективности⁴.

Статистико-агрономический анализ данных экспериментальных учетов выполнен с применением пакета IT-программ анализа полевых опытов «Ландшафт» (Россия)⁵.

Эколого-микробиологические исследования проведены согласно Методам определения биомассы почвенных микроорганизмов (РФ)⁶.

Почва на опытных участках характеризовалась как дерново-подзолистая, легкосуглинистая, имела pH 5,3–5,5. 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 и обсуждение / Results and discussion

В начале каждого сезона 2019–2021 гг. опыты на базе Института льна ФНЦЛК позволили оценить препарат Абига-Пик, ВС (меди хлорокись, 400 г/л) как новый протравитель. Зараженность болезнями семян льна-долгунца, их энергия прорастания и лабораторная всхожесть (в зависимости от обработки препаратом Абига-Пик в сравнении со стандартным протравителем ТМТД и с контролем без протравливания) проиллюстрированы в таблице 2.

Как протравитель семян препарат Абига-Пик уже при этом учете проявил существенное (с положительной разницей по сравнению с контролем, превышающей НСР₀₅) фунгицидное (и особенно бактерицидное) действие на известных возбудителей болезней льна (распространяющихся с семенами культуры) в норме рас-

хода 4 л/т. В такой относительно высокой дозировке он, однако, показал тенденцию снижения всхожести семян, но уровень этого снижения ниже НСР₀₅.

Показатели эффективности обработки семян выше-названными препаратами против проявившихся в поле антракноза, крапчатости (озониза), бактериоза и повреждения блошкой всходов льна представлены в таблице 3. При фитопатологических учетах в поле подтверждена закономерная эффективность обработки семян льна препаратом Абига-Пик (4 л/т) против болезней льна: пораженность всходов антракнозом снизилась с эффективностью (62,5%), крапчатостью (68,0%), бактериозом (50,0%). Эти показатели статистически достоверно выше, чем в варианте с протравливанием семян ТМТД.

Энтомологические учеты показали, что обработка семян препаратом Абига-Пик обеспечила заметное снижение поврежденности всходов льна блошкой льняной (по сравнению с контролем) на 1 балл.

Препарат Абига-Пик был эффективен как фунгицид для обработки посевов льна. Особенно высоки показатели снижения проявления болезней льна в начале фазы созревания — от 2,5–15,5% распространенности антракноза, полиспорова и пасмо в контроле без обработки до 0,0–1,5% в вариантах с применением изучаемого препарата (табл. 4). По всем изучаемым фонам обработки семян новый фунгицид при его внесении в фазе «елочки» культуры не уступил по эффективности эталону (Бенорад) и обеспечил к началу фазы созревания (с эффективностью 90,3–100%) защиту льна от антракноза, полиспорова и пасмо.

Эффективность снижения проявления болезней льна к концу фазы созревания в связи с внесением препарата

Абига-Пик (в фазе «елочки») несколько ослабла, но оставалась на уровне 80–85% по фону протравливания семян Абига-Пик.

В эксперименте проявился не только фунгицидный, но и рострегулирующий эффект применения препарата Абига-Пик на льне-долгунце. При обработке этим средством семян их полевая всхожесть (табл. 5) оказалась на 2,4% выше по сравнению с контролем.

Опрыскивание вегетирующих растений льна препаратом Абига-Пик снизило процент отмерших за вегетацию растений (на 16,5% по фону без протравливания семян) и обеспечило более высокую густоту стеблестоя культуры перед уборкой урожая (на 99 шт/м²) по сравнению с контролем (табл. 5).

Применение препарата Абига-Пик при обработке посевов вызвало увеличение общей и технической длины стеблей льна на 1,6 см и 1,8 см по сравнению с контролем (табл. 6). Отмечены тенденции положительного влияния изучаемого препарата на повышение устойчивости льна к полеганию и уменьшение засоренности посевов, объясняемые его действием на увеличение диаметра стебля льна и улучшением прилипаемости к сорнякам смеси применяемых гербицидов при добавлении препарата Абига-Пик.

Влияние изучаемых препаратов и композиций на урожайность соломы и семян льна проиллюстрировано в таблице 7. Варианты обработки посевов препаратом Абига-Пик (особенно в сочетании с обработкой им семян) способствовали получению урожайности льнопродукции, превышающей уровень контроля (вариант №1 — без обработки семян и посевов) на величины, большие, чем НСР₀₅.

Таблица 3. Пораженность болезнями и поврежденность фитофагами всходов льна (в среднем за 2019–2021 гг.)

Table 3. Disease infestation and damage by phytophages of flax seedlings (on average for 2019–2021)

Вариант	Пораженность болезнями (распространенность) / эффективность (%)			Поврежденность (балл)
	антракноз	крапчатость	бактериоз	
1. Контроль (без обработки)	12,0	12,5	12,0	2,7
2. ТМТД, ВСК (4 л/т), стандарт	5,0/58,3	4,5/64,0	8,0/33,3	2,4
3. Абига-Пик (4 л/т)	4,5/62,5	4,0/68,0	6,0/50,0	1,7
НСР ₀₅	0,3	0,4	0,2	0,1

Таблица 4. Влияние средств защиты растений при обработке семян и посевов на проявление болезней льна в начале фазы созревания (в среднем за 2019–2021 гг.)

Table 4. The effect of plant protection products in the treatment of seeds and crops on the manifestation of flax diseases at the beginning of the ripening phase (on average for 2019–2021)

№	Наименование варианта		Распространенность/эффективность (%)		
	Обработка семян	Обработка посевов	Антракноз	Полиспороз	Пасмо
1	1. Контроль (без обработки)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)	5,5/0	2,5/0	15,5/0
2		2. Стандарт, Бенорад (1 кг/га)	0,0/100	0,0/100	2,0/87,1
3		3. Абига-Пик (2,8 л/га)	0,0/100	0,0/100	1,5/90,3
4	2. Стандарт, ТМТД (4 л/т)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)	4,5/18,2	2,0/20,0	12,5/19,4
5		2. Стандарт, Бенорад (1 кг/га)	0,0/100	0,0/100	2,0/87,1
6		3. Абига-Пик (2,8 л/га)	0,0/100	0,0/100	1,0/93,5
7	3. Абига-Пик (4 л/т)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)	3,5/36,4	1,5/40,0	11,0/29,0
8		2. Стандарт, Бенорад (1 кг/га)	0,0/100	0,0/100	1,0/93,5
9		3. Абига-Пик (2,8 л/га)	0,0/100	0,0/100	0,5/96,8
НСР ₀₅			0,1/2,2	0,1/2,0	0,5/2,4

Таблица 5. Зависимость густоты стеблестоя растений льна от применения различных препаратов (в среднем за 2019–2021 гг.)
Table 5. Dependence of the density of the stem of flax plants on the use of various preparations (on average for 2019–2021)

№	Наименование варианта		Полевая всхожесть, %	Показатели плотности посевов		
	Обработка семян	Обработка посевов		Густота стеблестоя, шт/м ²		% отмерших за вегетацию растений
				в фазу всходов льна	перед уборкой урожая	
1	1. Контроль (без обработки)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)	56,6	1091	791	27,5
2		2. Стандарт, Бенорад (1 кг/га)			878	19,5
3		3. Абига-Пик (2,8 л/га)			890	18,4
4	2. Стандарт, ТМТД (4 л/т)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)	60,3	1189	1061	10,8
5		2. Стандарт, Бенорад (1 кг/га)			1115	6,2
6		3. Абига-Пик (2,8 л/га)			1122	5,6
7	3. Абига-Пик (4 л/т)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)	59,0	1180	1050	11,0
8		2. Стандарт, Бенорад (1 кг/га)			1114	5,6
9		3. Абига-Пик (2,8 л/га)			1119	5,2
НСР ₀₅			0,4	8	7	0,7

Таблица 6. Влияние средств защиты растений на морфологические признаки растений льна (в среднем за 2019–2021 гг.)
Table 6. The effect of plant protection products on the morphological characteristics of flax plants (on average for 2019–2021)

№	Наименование варианта		Показатели		
	обработка семян	обработка посевов	Длина стебля растения льна, см		Диаметр стебля, мм
			общая	техническая	
1	1. Контроль (без обработки)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)	62,9	56,1	1,48
2		2. Стандарт, Бенорад (1 кг/га)	64,2	57,3	1,51
3		3. Абига-Пик (2,8 л/га)	64,7	57,7	1,53
4	2. Стандарт, ТМТД (4 л/т)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)	64,4	56,9	1,50
5		2. Стандарт, Бенорад (1 кг/га)	64,6	57,8	1,52
6		3. Абига-Пик (2,8 л/га)	65,1	58,3	1,52
7	3. Абига-Пик (4 л/т)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)	64,0	56,2	1,50
8		2. Стандарт, Бенорад (1 кг/га)	64,3	56,6	1,51
9		3. Абига-Пик (2,8 л/га)	64,6	57,2	1,52
НСР ₀₅			0,3	0,2	0,01

Таблица 7. Влияние препарата Абига-Пик при обработке семян и посевов на урожайность соломы и семян льна (в среднем за 2019–2021 гг.)
Table 7. The effect of the Abiga-Pik preparation in the processing of seeds and crops on the yield of straw and flax seeds (on average for 2019–2021)

№	Наименование варианта		Показатели урожайности		
	Обработка семян	Обработка посевов	Урожайность, ц/га		Масса 1000 семян, г
			льносоломы	льносемян	
1	1. Контроль (без обработки)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)	30,3	4,2	4,7
2		2. Стандарт, Бенорад (1 кг/га)	34,6	4,8	4,8
3		3. Абига-Пик (2,8 л/га)	38,3	5,1	5,0
4	2. Стандарт, ТМТД (4 л/т)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)	41,2	5,5	5,0
5		2. Стандарт, Бенорад (1 кг/га)	42,9	6,0	5,1
6		3. Абига-Пик (2,8 л/га)	44,4	6,6	5,2
7	3. Абига-Пик (4 л/т)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)	40,3	5,3	5,0
8		2. Стандарт, Бенорад (1 кг/га)	41,8	6,1	5,2
9		3. Абига-Пик (2,8 л/га)	43,5	6,5	5, 3
НСР ₀₅			2,40	0,37	0,12

Не отмечено отрицательного действия, обнаружена тенденция положительного влияния применения препарата Абига-Пик на качество урожая. Обработка им посевов льна способствовала повышению номера соломы — в среднем за 2019–2021 гг. от 2,02 (в контроле) до 2,53. Качество семян льна урожая (в варианте с применением препарата Абига-Пик) более высокое, чем в контроле, например наблюдается тенденция повышения массы 1000 семян (табл. 7).

При закладке опыта в условиях производства семена льна были обработаны суспензией препарата Абига-Пик за 10 суток до посева (7 мая 2022 г.) с помощью протравочного аппарата ПС-10А. В производственной обстановке АО «Ленпром» подтвержден выявленный ранее уровень эффективности обработки семян льна-долгунца препаратом Абига-Пик, ВС (меди хлорокись, 400 г/л) (4 л/т) против проявившихся в поле антракноза, крапчатости (озонизма), бактериоза и повреждения блошкой всходов льна (табл. 8).

Влияние обработок изучаемым препаратом семян и посевов на проявление болезней льна (антракноза, полиспороза и пасмо) в фазе созревания отражено в таблицах 9, 10. В производственной обстановке сравнение проявления болезней льна по вариантам опыта выявило относительно эффективное защитное действие препарата Абига-Пик как протравителя семян и как фунгицида для обработки посевов льна-долгунца. Высокая эффективность отмечена в связи с обработкой изучаемым препаратом посевов льна в фазе «елочки». Против

антракноза, полиспороза и пасмо в начале фазы созревания (в июле) эффективность применения препарата Абига-Пик достигала 100% (табл. 9). В августе биологическая эффективность против болезней составляла 79,1–91,3% (табл. 10).

Влияние препарата Абига-Пик при обработке семян и посевов в реальных производственных условиях на полевую всхожесть семян, густоту стеблестоя и морфологические признаки растений льна закономерно подтвердилось на уровне предыдущего трехлетнего опыта. Подтвердилось и положительное влияние изучаемого препарата на повышение устойчивости льна к полеганию и уменьшение засоренности посевов.

Результаты влияния фунгицида Абига-Пик на урожайность соломы и семян льна-долгунца в условиях производства проиллюстрированы в таблице 11. Урожайность льнопродукции во всех вариантах с применением нового фунгицида Абига-Пик оказалась достоверно выше, чем в контроле.

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.

Почва для исследований была отобрана из пахотного горизонта (слой 0–20 см глубины) делянок вариантов полевого опыта в производственной обстановке. Микробиологический анализ субстрата выполнен путем глубинного посева четвертого последовательного разведения

Таблица 8. Проявление болезней и фитофагов на всходах льна в связи с применением препарата Абига-Пик в производственной обстановке (3 июня 2022 г.)
Table 8. Manifestation of diseases and phytophages on flax seedlings in connection with the use of the drug Abiga-Peak in the production environment (June 3, 2022)

Вариант	Пораженность болезнями (распространенность) / эффективность (%)			Поврежденность, балл
	Антракноз	Крапчатость	Бактериоз	Блошки
1. Контроль (без обработки)	12,5	12,5	12,0	2,5
2. Абига-Пик (4 л/т)	4,0/68,0	3,5/72,0	5,0/58,3	1,6
НСП ₀₅	0,4	0,4	0,3	0,2

Таблица 9. Влияние препарата Абига-Пик на проявление болезней льна в начале фазы созревания в производственной обстановке (22.07.2022)
Table 9. The effect of the drug Abiga-Peak on the manifestation of flax diseases at the beginning of the ripening phase in the production environment (22.07.2022)

№	Наименование варианта		Распространенность/эффективность (%)		
	Обработка семян	Обработка посевов	Антракноз	Полиспороз	Пасмо
1	1. Контроль (без обработки)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)	7,0/0	3,5/0	14,5/0
2	2. Абига-Пик (4 л/т)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)	4,5/35,7	2,0/42,9	11,0/24,1
3	1. Контроль (без обработки)	2. Абига-Пик (2,8 л/га)	0,0/100	0,0/100	1,0/93,1
4	2. Абига-Пик (4 л/т)	2. Абига-Пик (2,8 л/га)	0,0/100	0,0/100	0,0/100
НСП ₀₅			0,1/1,0	0,1/1,0	0,2/1,5

Таблица 10. Проявление болезней льна в конце фазы созревания в производственной обстановке (18.08.2022)
Table 10. Manifestation of flax diseases at the end of the ripening phase in the production environment (18.08.2022)

№	Наименование варианта		Распространенность/эффективность (%)		
	Обработка семян	Обработка посевов	Антракноз	Полиспороз	Пасмо
1	1. Контроль (без обработки)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)	16,0/0	11,5/0	64,5/0
2	2. Абига-Пик (4 л/т)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)	12,5/21,9	7,5/34,8	50,0/22,5
3	1. Контроль (без обработки)	2. Абига-Пик (2,8 л/га)	2,0/87,5	1,0/91,3	13,5/79,1
4	2. Абига-Пик (4 л/т)	2. Абига-Пик (2,8 л/га)	1,5/90,6	1,0/91,3	9,5/85,3
НСП ₀₅			0,2/2,2	0,2/1,4	0,4/1,7

Таблица 11. Влияние препарата Абига-Пик при обработке семян и посевов в производственной обстановке на урожайность соломы и семян льна (2022 г.)
Table 11. The effect of the drug Abiga-Peak in the processing of seeds and crops in a production environment on the yield of straw and flax seeds (2022)

№	Наименование варианта		Показатели урожайности		
	Обработка семян	Обработка посевов	Урожайность, ц/га		Масса 1000 семян, г
			Льносоломы	Льносемян	
1	1. Контроль (без обработки)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)	30,1	3,4	4,9
2	2. Абига-Пик (4 л/т)	1. Контроль (без фунгицида, гербициды)	34,4	4,3	5,1
3	1. Контроль (без обработки)	2. Абига-Пик (2,8 л/га)	40,2	5,6	5,1
4	2. Абига-Пик (4 л/т)	2. Абига-Пик (2,8 л/га)	43,9	6,2	5,2
НСР ₀₅			2,28	0,23	0,04

Таблица 12. Отсутствие отрицательного последствие на содержание микроорганизмов в почве после применения препарата Абига-Пик для обработки семян и посевов льна (АО «Ленпром», 2022 г.)
Table 12. The absence of a negative aftereffect on the content of microorganisms in the soil after the use of the drug Abiga-Peak for the treatment of seeds and flax crops (JSC «Lenprom», 2022)

Вариант	Численность колоний на 1 г почвы, шт.		
	бактерий	грибов	актиномицетов
1. Контроль	2814	418	1022
2. Абига-Пик (обработка семян и посевов льна)	2816	421	1025
НСР ₀₅	17	10	12

Таблица 13. Регламенты применения препарата Абига-Пик при обработке семян и посевов льна
Table 13. Regulations for the use of the drug Abiga-Peak in the processing of flax seeds and crops

Торговое название, препаративная форма, концентрация, регистрант	Норма применения препарата	Культура	Назначение	Способ применения
Абига-Пик, ВС (меди хлорокись, 400 г/л), ООО «Сельхозхимия»	4,0 л/т	Лен-долгунец и лен масличный	Повышение урожайности волокнистой и семенной продукции, ее качества	Предпосевная обработка семян. Расход рабочей жидкости — 7 л/т
	2,8 л/га			Опрыскивание посевов в фазе «елочки» льна. Расход рабочей жидкости — 200 л/га

в 10 раз 1 г почвы в 10 мл дистиллированной воды. Тестируемые бактерии (*Bacteria*) учитывались на почвенном агаре при просмотре их колоний на пятые сутки после посева, грибы (*Fungi, Mycetes, Eumycota, Myxomycota*) — на сусло-агаре [тоже на пятые сутки], актиномицеты («лучистые грибы») (*Actinomycetes*) — на селективной крахмало-аммиачной среде на 10-е сутки.

В результате анализов выяснилось, что обработка семян и посевов льна (табл. 12) изучаемым препаратом Абига-Пик 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 Абига-Пик отмечено чуть большее (с учетом НСР — на уровне контроля (без пестицидов)).

В процессе испытания обработки семян и посевов препаратом Абига-Пик разработаны регламенты его применения на культурах льна-долгунца и льна масличного (табл. 13).

Экономическую оценку эффективности применения препарата Абига-Пик при обработке им семян (4 л/т) и посевов (2,8 л/га) в производственной обстановке провели на масличном льне при сравнении его с базовым (стандартным) вариантом (ТМТД (4 л/т) и Бенорад (1 кг/га) с учетом затрат на проведение фитосанитарных мероприятий и реализацию дополнительного урожая, его стоимости по фактическим ценам, сложившимся

для КФХ «Бикусов Ю.А.» Балашовского района Саратовской области, производящего семена льна масличного на площади посева 70 га.

Принятая в основу расчета фактическая цена реализации 1 т семян — 100 тыс. руб. Общие затраты на производство 1 т семян — 3644 руб. (учтены все фактические затраты, в том числе на уборочные работы). По результатам расчетов применение препарата Абига-Пик при обработке им семян и посевов в условиях производства в 2022 г. обеспечило экономический эффект нового рекомендуемого варианта в сравнении с базовым плюс 34 689 руб/га. При этом прибавка урожайности к базовому варианту составила 0,36 т/га (1,86–1,50 т/га), стоимость дополнительной продукции — 36 тыс. руб/га, затраты на доработку дополнительной продукции — 1311 руб/га.

Выводы/Conclusion

Проведенные в 2019–2021 гг. полевые испытания и эксперименты в производственной обстановке 2022 г. показали высокую биологическую и хозяйственную эффективность, отсутствие отрицательного влияния на содержание в почве микроорганизмов различных биологических групп применения препарата Абига-Пик на культуре льна-долгунца и льна масличного при обработке семян и растений (посевов). Экономический эффект нового рекомендуемого варианта в сравнении с базовым на льне масличном в условиях КФХ «Бикусов Ю.А.»

Балашовского района Саратовской области в 2022 г. составил плюс 34 689 руб/га.

На основании положительных результатов полевых испытаний ФНЦЛК предлагает включить в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных

к применению на территории Российской Федерации, препарат Абига-Пик на культурах льна-долгунца и льна масличного в соответствии с разработанными нами регламентами (нормы применения препарата — 4 л/т при обработке семян, 2,8 л/га при обработке посевов).

Автор несет ответственность за работу и представленные данные.

The author bears responsibility for the work and presented data.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

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

FUNDING

The work was carried out with the financial support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the State Task of the Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Center of Bast Crops" (topic FGSS-2019-0017).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А., Алибеков М.Б., Савоскина О.А. Экологизированное применение регуляторов роста, фунгицидов и гербицидов при возделывании льна. *Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. Сборник научных трудов по материалам V Международной научной экологической конференции, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ*. Краснодар: КубГАУ. 2017; 313–317. <https://elibrary.ru/yjntop>
2. Понажев В.П. Влияние методов отбора растений и способов посева на эффективность создания оригинальных семян льна-долгунца в первичном семеноводстве. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2020; (2): 51–56. <https://doi.org/10.35523/2307-5872-2020-31-2-51-56>
3. Savoskina O.A., Chebanenko S.I., Kurbanova Z.K., Shitikova A.V., Kudryavtsev N.A. Optimization of the phytosanitary condition of agrocenoses in the non-chernozem zone of the Russian Federation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 579: 012055. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/579/1/012055>
4. Samsonova A. et al. A Genomic Blueprint of Flax Fungal Parasite *Fusarium oxysporum* f. sp. lini. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021; 22(5): 2665. <https://doi.org/10.3390/ijms22052665>
5. Stafecka I., Grauda D., Stramcale V. The evolution of disease resistance of flax genotypes in relation to environmental factors. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2019; 106(4): 367–376. <https://doi.org/10.13080/z-a.2019.106.047>
6. Cheng Y. et al. Molecular Diagnostics and Pathogenesis of Fungal Pathogens on Bast Fiber Crops. *Pathogens*. 2020; 9(3): 223. <https://doi.org/10.3390/pathogens9030223>
7. Кудрявцева Л.П. Устойчивость сортов — важный элемент интегрированной защиты льна-долгунца от болезней. *Аграрный вестник Урала*. 2021; (11): 36–44. <https://elibrary.ru/ltruel>
8. Novakovskiy R.O. et al. Data on genetic of flax (*Linum usitatissimum* L.) pathogenic fungi of *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Aureobasidium*, *Septoria* and *Melampsora* genera. *Data in Brief*. 2020; 31: 105710. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105710>
9. Власенко Н.Г., Павлюшин В.А., Теплякова О.И., Кулагин О.В., Морозов Д.О. Эффективность защиты яровой пшеницы биопрепаратами и фунгицидами в лесостепи Приобья: II. Особенности действия в условиях недостатка влаги. *Вестник защиты растений*. 2022; 105(4): 181–192. <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2022-105-4-15357>
10. 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: КубГАУ. 2018; 81–83. <https://elibrary.ru/yulrpv>
11. Плужникова И.И., Кривошин Н.В., Бакулова И.В. Оптимизация защиты растений конопля от вредных организмов на ранних стадиях ее развития. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2022; (1): 69–74. https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_1_69
12. Карпун Н.Н., Салов С.И. Эффективность Абига-Пик против черной пятнистости розы. *Защита и карантин растений*. 2013; (4): 37, 38. <https://elibrary.ru/mctcsxj>

ОБ АВТОРАХ

Николай Александрович Кудрявцев, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, Федеральный научный центр лубяных культур — обособленное подразделение «Научно-исследовательский институт льна», ул. Луначарского, д. 35, Торжок, Тверская обл., 172002, Россия n.kudryavtsev.trk@fncl.ru <https://orcid.org/0000-0001-7681-3559>

REFERENCES

1. Kudryavtsev N.A., Zaitseva L.A., Alibekov M.B., Savoskina O.A. Ecologizing application of growth regulators, fungicides and herbicides in the flax cultivation. *Problems of recultivation of household waste, industrial and agricultural production. Collection of scientific papers based on the materials of the V International Scientific Ecological Conference dedicated to the 95th anniversary of the Kuban State Agrarian University*. Krasnodar: Kuban State Agrarian University. 2017; 313–317 (In Russian). <https://elibrary.ru/yjntop>
2. Ponazhev V.P. Influence of methods for selection of plants and ways of seeding on efficiency of original seeds of flax-dolgunets growing in primary seed breeding. *Agrarian Journal of Upper Volga Region*. 2020; (2): 51–56 (In Russian). <https://doi.org/10.35523/2307-5872-2020-31-2-51-56>
3. Savoskina O.A., Chebanenko S.I., Kurbanova Z.K., Shitikova A.V., Kudryavtsev N.A. Optimization of the phytosanitary condition of agrocenoses in the non-chernozem zone of the Russian Federation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020; 579: 012055. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/579/1/012055>
4. Samsonova A. et al. A Genomic Blueprint of Flax Fungal Parasite *Fusarium oxysporum* f. sp. lini. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021; 22(5): 2665. <https://doi.org/10.3390/ijms22052665>
5. Stafecka I., Grauda D., Stramcale V. The evolution of disease resistance of flax genotypes in relation to environmental factors. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2019; 106(4): 367–376. <https://doi.org/10.13080/z-a.2019.106.047>
6. Cheng Y. et al. Molecular Diagnostics and Pathogenesis of Fungal Pathogens on Bast Fiber Crops. *Pathogens*. 2020; 9(3): 223. <https://doi.org/10.3390/pathogens9030223>
7. Kudryavtseva L.P. The stability of varieties is an important element of the integrated protection of flax from. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; (11): 36–44 (In Russian). <https://elibrary.ru/ltruel>
8. Novakovskiy R.O. et al. Data on genetic of flax (*Linum usitatissimum* L.) pathogenic fungi of *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Aureobasidium*, *Septoria* and *Melampsora* genera. *Data in Brief*. 2020; 31: 105710. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105710>
9. Vlasenko N.G., Pavlyushin V.A., Teplyakova O.I., Kulagin O.V., Morozov D.O. Protection of spring wheat with biopreparations and fungicides in the forest steppe of Priobye: II. Activity under conditions of moisture deficiency. *Plant Protection News*. 2022; 105(4): 181–192 (In Russian). <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2022-105-4-15357>
10. Morgacheva S.G., Ostapenko N.N., Fedoryanskaya I.S. The effectiveness of the disinfectant Sieves on winter wheat. *Innovative technologies of domestic breeding and seed production. Collection of abstracts based on the materials of the II scientific and practical conference of young scientists of the All-Russian Forum on Breeding and Seed Production*. Krasnodar: Kuban State Agrarian University. 2018; 81–83 (In Russian). <https://elibrary.ru/yulrpv>
11. Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V., Bakulova I.V. Optimizing hemp plant protection against harmful organisms in the early stages of its development. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal*. 2022; (1): 69–74 (In Russian). https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_1_69
12. Karpun N.N., Salov S.I. The effectiveness of Abiga-Peak against black spot roses. *Plant Protection and Quarantine*. 2013; (4): 37–38 (In Russian). <https://elibrary.ru/mctcsxj>

ABOUT THE AUTHORS

Nikolay Alexandrovich Kudryavtsev, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Federal Scientific Center of Bast Crops is a separate subdivision of the Flax Research Institute, 35 Lunacharsky Str., Torzhok, Tver Region, 172002, Russia n.kudryavtsev.trk@fncl.ru <https://orcid.org/0000-0001-7681-3559>