

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.54.15>

ВЛИЯНИЕ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Научная статья

Гриц Н.В.^{1,*}, Пискарев Н.С.²

¹ ORCID : 0000-0002-3954-2646;

¹ Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Российская Федерация

² Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Большие Вязёмы, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (ngritz[at]gmail.com)

Аннотация

Высокий уровень засоренности полей вызывает необходимость применения повышенных доз гербицидных композиций. При этом ряд культур, в частности лен-долгунец, является очень чувствительным к воздействию химических препаратов. В связи с этим в сельскохозяйственном производстве применяются вещества различного происхождения, обладающие адаптогенным действием. Так как для развития растений льна большое значение имеет обеспеченность микроэлементами, в качестве адаптогенных препаратов были выбраны кремнийсодержащие, применяемые в форме некорневой подкормки. Исследования проводились в полевом эксперименте в почвенно-климатических условиях Тверской области. Было изучено влияние кремнийсодержащих препаратов на продуктивность льна-долгунца на фоне повышенных доз гербицидов. Выявлено, что обработка всходов препаратом ApaSil стимулировала ростовые процессы и прохождение фаз, особенно на начальных этапах развития, что доказывается прибавкой урожайности 12,2 ц/га на фоне обработки гербицидами в рекомендуемых нормах.

Ключевые слова: лен-долгунец, кремний, некорневая подкормка, урожайность, гербициды.

INFLUENCE OF SILICON-CONTAINING DRUGS ON LINEN FLAX YIELD FORMATION

Research article

Grits N.V.^{1,*}, Piskarev N.S.²

¹ ORCID : 0000-0002-3954-2646;

¹ Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russian Federation

² All-Russian Scientific Research Institute of Phytopathology, Bolshye Vyazemye, Russian Federation

* Corresponding author (ngritz[at]gmail.com)

Abstract

The high level of weediness of fields necessitates the use of increased doses of herbicide compositions. At the same time, a number of crops, in particular, linen flax, are very sensitive to the impact of chemical drugs. In this regard, substances of various origin with adaptogenic effect are used in agricultural production. Since micronutrient supply is of great importance for the development of flax plants, silicon-containing drugs were chosen as adaptogenic ones, applied in the form of foliar feeding. Studies were conducted in a field experiment in soil and climatic conditions of Tver Oblast. The effect of silicon-containing drugs on the productivity of linen flax on the background of increased doses of herbicides was studied. It was found that the treatment of seedlings with ApaSil stimulated growth processes and the passage of phases, especially at the initial stages of development, which is proved by the yield increase of 12.2 kg/ha against the background of herbicide treatment in the recommended rates.

Keywords: linen flax, silicon, foliar fertilization, yield, herbicides.

Введение

Лён-долгунец характеризуется узким интервалом оптимальной реакции почвенного раствора, содержания гумуса, который варьирует для почв разного гранулометрического состава. При этом максимальную продуктивность льна-долгунца и высокое качество льнопродукции на дерново-подзолистой почве можно получить при обеспеченности растений микроэлементами, в частности, кремния, который играет важную роль в формировании устойчивости растений к стрессорам биотического и абиотического характера [5], [7], [9].

В настоящее время все больше внимания уделяется не просто комплексным препаратам, содержащим макро- и микроэлементы, а их препаративным формам и способам применения, в частности, некорневым подкормкам. Многие исследования направлены на решение вопросов использования биопрепаратов и новых форм удобрений при выращивании льноволокна. Стрессы, возникающие на отдельных этапах органогенеза, приводят к нарушению метаболических функций, генеративного развития, повреждению структур, и в результате снижению продуктивности растений. Применение соединений, индуцирующих комплекс защитных реакций, нивелирует негативное воздействие неблагоприятных факторов и способствует сохранению урожая сельскохозяйственных культур [1], [2], [6], [8].

Для активизации роста, увеличения выживаемости и продуктивности растений льна-долгунца на 20-60%, повышения качества льносоломы рекомендуется использование в технологиях возделывания нанопрепаратов и препаратов в хелатной форме [3], [10].

Цель исследований – изучение влияния некорневой подкормки микроэlementными препаратами на формирование урожайности соломы льна-долгунца. В соответствии с поставленной целью проведены фенологические наблюдения, учет урожайности льносоломы и элементов структуры урожая.

Методы и принципы исследования

Исследования проводились в Тверской области в 2023-2024 годах. Опыт был заложен на дерново-подзолистой почве, супесчаной по гранулометрическому составу, содержащей 1,87% гумуса, 338 мг/кг P_2O_5 , 74 мг/кг K_2O , 0,33 мг/кг В, 0,63 мг/кг Zn. Предшественник льна-долгунца в опыте – райграс однолетний.

Повторность опыта четырехкратная. Размещение вариантов рендомизированное. Опыт проводился при размещении каждой делянки на площади 8 м².

Объектами исследований в опыте выступили лен-долгунец сорта Универсал, препараты, содержащие кремний – АраSil, АгроНАН, Мивал-агро, а также гербицидная композиция Секатор-турбо, Хакер, Миура, Гербитокс Л (таблица 1).

Таблица 1 - Схема опыта

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.54.15.1>

Вариант	Некорневая подкормка	Гербицидная композиция
1 St.	Без обработки	Секатор-турбо (0,1 л/га), Хакер (0,1 кг/га), Миура (0,1 л/га), Гербитокс Л (1,5 л/га)
2		Секатор-турбо (0,11 л/га), Хакер (0,11 кг/га), Миура (0,11 л/га), Гербитокс Л (1,65 л/га)
3	Обработка препаратом АраSil (150 г/га)	Секатор-турбо (0,1 л/га), Хакер (0,1 кг/га), Миура (0,1 л/га), Гербитокс Л (1,5 л/га)
4		Секатор-турбо (0,11 л/га), Хакер (0,11 кг/га), Миура (0,11 л/га), Гербитокс Л (1,65 л/га)
5	Обработка препаратом АгроНАН (10,2 л/га)	Секатор-турбо (0,1 л/га), Хакер (0,1 кг/га), Миура (0,1 л/га), Гербитокс Л (1,5 л/га)
6		Секатор-турбо (0,11 л/га), Хакер (0,11 кг/га), Миура (0,11 л/га), Гербитокс Л (1,65 л/га)
7	Обработка препаратом Мивал-агро (100 г/га)	Секатор-турбо (0,1 л/га), Хакер (0,1 кг/га), Миура (0,1 л/га), Гербитокс Л (1,5 л/га)
8		Секатор-турбо (0,11 л/га), Хакер (0,11 кг/га), Миура (0,11 л/га), Гербитокс Л (1,65 л/га)

Закладка полевого опыта и наблюдения проводились согласно общепринятым методикам [4]. В полевом опыте применяли стандартную для Нечерноземной зоны РФ при возделывании льна-долгунца агротехнику за исключением изучаемых факторов. Некорневая подкормка растений изучаемым препаратом проводилась в фазу полных всходов, гербицидная обработка – в фазу елочки.

Норма высева семян 45 кг/га. Агрофон – азофоска (N16P16K16) 100 кг/га.

В условиях 2023 г. в период всходов льна и начальные фазы роста и развития отмечали оптимальную влажность почвы (от 12,4 до 14,8%), но низкую среднесуточную температуру воздуха (ниже среднемноголетней на 2,1 градуса). Гидротермический коэффициент по Селянину в мае составил 1,43 ед. Сложившиеся условия обеспечили появление дружных всходов. Анализ метеорологических условий, сложившихся в 2024 году показал, что в целом вегетационный период был засушливым: сумма осадков на 109 мм меньше среднемноголетнего показателя дней с осадками >1 мм меньше на 9, а сумма температур выше среднемноголетнего показателя на 235 градуса. Гидротермический коэффициент в мае составил 0,81 ед., что затормозило появление всходов. Во второй декаде июня наблюдалось обильное выпадение осадков (выпало 77 мм, по сравнению со среднемноголетним 23 мм, что составило 335% от нормы по данным Тверского ЦГМС). В период интенсивного роста льна и в период обработки растений удобрениями и пестицидами стояла сухая, в дневные часы жаркая погода, что отрицательно сказалось на дальнейшем развитии растений льна-долгунца. Лен-долгунец быстро перешел к фазе цветения, что не позволило сформировать высокий стеблестой.

Основные результаты

В начале развития расхождения по срокам прохождения фенологических фаз у растений разных вариантов были в пределах 5-7 дней. Прирост растений в межфазный период – елочка – начало бутонизации стал заметно выражен при обработке препаратами АраСил и Агронан – 52,4 и 52,1 см соответственно.

Лучший по сравнению с контролем – 29,2 см – результат в межфазный период – бутонизация – начало цветения показали второй и четвертый варианты – 31,9 и 32,1 см. Обработка препаратом АраСил на этом этапе развития растений результата не показала. Погодные условия в период интенсивного роста и развития растений льна складывались благоприятно, что позволило получить климатически обеспеченную урожайность.

Всхожесть растений льна-долгунца в среднем за годы опыта составила 92,4%. Обработка адаптогенными препаратами оказала положительное влияние на сохранность растений к уборке (таблица 2).

Таблица 2 - Сохранность растений льна-долгунца к уборке

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.54.15.2>

Вариант	2023 г, %	2024 г, %	В среднем за 2023-2024 гг, %
1	67,8	54,1	61,0
2	64,5	51,8	58,2
3	86,4	76,4	81,4
4	83,2	74,3	78,8
5	71,1	68,7	69,9
6	69,8	59,7	64,8
7	84,3	72,6	78,5
8	80,7	70,9	75,8

Во всех изучаемых вариантах сохранность растений льна-долгунца к моменту уборки была выше по сравнению с контролем. Прослеживается динамика увеличения сохранности при применении препарата АраСил – до 81,4% на фоне рекомендуемой дозы гербицидной композиции. На фоне повышения дозы гербицидов сохранность увеличилась на 20,6% при обработке посевов АраСил и на 17,6% при использовании Мивал-агро.

Применение гербицидной композиции в рекомендуемой дозе обеспечило гибель 70% наиболее распространенного сорняка вьюнка полевого, 86% пикульника обыкновенного и до 80% пырея ползучего. В вариантах с увеличенной дозой гербицидной композиции гибель сорных видов достигала 95%. При этом отмечено снижение урожайности льносолемы в пределах ошибки опыта (таблица 3).

Таблица 3 - Продуктивность льносолемы в среднем 2023-2024 гг

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.54.15.3>

Вариант	Средняя величина урожайности, ц/га	Прибавка, ц/га	Техническая длина стеблей, см
1	58,0	-	78,4
2	55,8	-2,2	75,0
3	70,2	12,2	86,0
4	66,9	8,9	84,7
5	61,9	3,9	72,0
6	64,0	6,0	74,4
7	65,3	7,3	80,0
8	62,0	4,0	81,5
НСР ₀₅		2,9	

Биологическая урожайность льна-долгунца сорта Универсал в среднем за два года в контрольном варианте составила 58,0 ц/га. Обработка всходов препаратом АраСил стимулировала ростовые процессы и прохождение фаз, особенно на начальных этапах развития, что доказывается прибавкой урожайности 12,2 ц/га на фоне обработки гербицидами в рекомендуемых нормах.

Обработка всходов препаратом Мивал-агро стимулировала ростовые процессы и прохождение фаз, особенно на начальных этапах развития, что доказывается прибавкой урожайности 7,3 ц/га. Обработка вегетирующих растений новым препаратом АгроНАН показала эффективность на ранних фазах роста, но в итоге – торможение роста стеблей до 74,4 см технической длины при урожайности 64,0 ц/га.

Обсуждение

Увеличение средней дозы гербицидов при сильном засорении участка без обработки посевов адаптогенными препаратами показало снижение урожайности на 3,9%. Применение кремнийсодержащих препаратов оказывало стимулирующее действие на рост растений льна. В условиях увеличения гербицидной нагрузки обработанные варианты дали прибавку урожайности на 4,0-8,9 ц/га льносоломы.

В период уборки урожая определялась структура урожая и одним из качественных ее показателей является техническая длина стеблей, что особенно важно при возделывании льна-долгунца для получения льноволокна. В данном случае – техническая длина стеблей коррелировала с величиной урожайности. Лучший результат – 86,0 см был получен при применении препарата АраSil, а Мивал-агро обеспечил прирост растений на 3,8% больше, чем на контроле.

Заключение

В результате проведенных исследований было выявлено, что в благоприятных для роста и развития растений погодных условиях наиболее быстрый прирост растений льна-долгунца отмечен при обработке посевов препаратами АраSil и Мивал-агро, что впоследствии подтверждается максимальной урожайностью и сформированной технической длиной стеблей.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Бочарникова Е.А. Кремниевые препараты в сельском хозяйстве / Е.А. Бочарникова, В.В. Матыченков, И.В. Матыченков // *Агрохимия*. — 2023. — № 12. — С. 106–113.
2. Гаврилова А.Ю. Эффективность минеральных удобрений и кремнийсодержащего препарата Контролфит-Si на льне-долгунце / А.Ю. Гаврилова, А.М. Конова, Н.Е. Самсонова // *Достижения науки и техники АПК*. — 2023. — Т. 37. — № 2. — с. 34–39.
3. Гриц Н.В. Влияние применения хелатных форм микроэлементов на продуктивность льна-долгунца / Н.В. Гриц, Н.А. Хархардинов // *Инновационные подходы к развитию науки и производства регионов: сборник научных трудов по материалам Национальной научно-практической конференции*. — Тверь: Тверская ГСХА, 2019. — С. 27–30.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов — Москва: Альянс, 2014. — 351 с.
5. Зубцов В.А. Лен – прядильная и масличная культура / В.А. Зубцов, Р.А. Ростовцев, И.Э. Миневиц [и др.]. — Тверь: ТвГУ, 2017. — 304 с.
6. Конова А.М. Продуктивность и качество льна-долгунца при применении минеральных удобрений и некорневой подкормки растений препаратом Контролфит / А.М. Конова, А.Ю. Гаврилова // *Аграрный научный журнал*. — 2022. — № 7. — С. 22–26.
7. Кудрявцев Н.А. Агроэкологическая адаптированная система интегрированной защиты льна в России / Н.А. Кудрявцев // *Аграрная Россия*. — 2024. — № 10. — С. 20-27.
8. Кудрявцев Н.А. Эффективность применения атрано-протатрановой композиции при обработке семян и посевов льна / Н.А. Кудрявцев, С.В. Логинов, П.А. Стороженко // *Journal of Agriculture and Environment*. — 2024. — № 4 (44). DOI: 10.23649/JAE.2024.44.9.
9. Порсев И.Н. Совершенствование технологии возделывания льна в условиях Южного Зауралья / И.Н. Порсев, Н.А. Купцевич // *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. — 2019. — № 12. — С. 3–14.
10. Шаповал О.А. Влияние новых форм кремнийорганических соединений на продуктивность льна – долгунца / О.А. Шаповал, С.В. Логинов, В.В. Вакуленко // *Плодородие*. — 2010. — № 2 (53). — С. 16–17.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bocharnikova E.A. Kremnievye preparaty v sel'skom hozjajstve [Silicon preparations in agriculture] / E.A. Bocharnikova, V.V. Matychenkov, I.V. Matychenkov // *Agrochemistry*. — 2023. — № 12. — P. 106–113. [in Russian]
2. Gavrilova A.Ju. Effektivnost' mineral'nyh udobrenij i kremnijsoderzhashego preparata Kontrolfit-Si na l'ne-dolguntse [The effectiveness of mineral fertilizers and the silicon-containing drug Controlfit-Si on flax] / A.Ju. Gavrilova, A.M. Konova, N.E. Samsonova // *Achievements of Science and Technology of Agriculture*. — 2023. — Vol .37. — № 2. — P. 34–39. [in Russian]
3. Grits N.V. Vlijanie primenenija helatnyh form mikroelementov na produktivnost' l'na-dolguntsa [The effect of the use of chelated forms of trace elements on the productivity of flax] / N.V. Grits, N.A. Harhardinov // *Innovative approaches to the development of science and production in the regions: collection of scientific papers based on the materials of the National Scientific and Practical Conference*. — Tver': Tverskaja GSHA, 2019. — P. 27–30. [in Russian]

4. Dospheov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)] / B.A. Dospheov — Moskva: Al'jans, 2014. — 351 p. [in Russian]
5. Zubtsov V.A. Len – prjadil'naja i maslichnaja kul'tura [Flax is a spinning and oilseed crop] / V.A. Zubtsov, R.A. Rostovtsev, I.E. Minevich [et al.]. — Tver': TvGU, 2017. — 304 p. [in Russian]
6. Konova A.M. Produktivnost' i kachestvo l'na-dolguntsa pri primenenii mineral'nyh udobrenij i nekornevoj podkormki rastenij preparatom Kontrolfit [Productivity and quality of flax when using mineral fertilizers and foliar top dressing of plants with Kontrolfit] / A.M. Konova, A.Ju. Gavrilova // *Agricultural Scientific Journal*. — 2022. — № 7. — P. 22–26. [in Russian]
7. Kudrjajtsev N.A. Agroekologicheskaja adaptirovannaja sistema integrirovannoj zaschity l'na v Rossii [Agroecological adapted system of integrated flax protection in Russia] / N.A. Kudrjajtsev // *Agrarian Russia*. — 2024. — № 10. — P. 20-27. [in Russian]
8. Kudrjajtsev N.A. Effektivnost' primenenija atrano-protatranovoj kompozitsii pri obrabotke semjan i posevov l'na [The effectiveness of the atran-protatran composition in the treatment of flax seeds and crops] / N.A. Kudrjajtsev, S.V. Loginov, P.A. Storozhenko // *Journal of Agriculture and Environment*. — 2024. — № 4 (44). — DOI: 10.23649/JAE.2024.44.9. [in Russian]
9. Porsev I.N. Sovershenstvovanie tehnologii vozdeľyvanija l'na v uslovijah Juzhnogo Zaural'ja [Improvement of flax cultivation technology in the conditions of the Southern Urals] / I.N. Porsev, N.A. Kuptsevich // *Feeding of Farm Animals and Feed Production*. — 2019. — № 12. — P. 3–14. [in Russian]
10. Shapoval O.A. Vlijanie novyh form kremnijorganicheskikh soedinenij na produktivnost' l'na – dolguntsa [The influence of new forms of organosilicon compounds on the productivity of flax] / O.A. Shapoval, S.V. Loginov, V.V. Vakulenko // *Fertility*. — 2010. — № 2 (53). — P. 16–17. [in Russian]