

## ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В УСЛОВИЯХ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2024. А. Ю. Гаврилова, А. М. Конова  
«Федеральный научный центр лубяных культур»,  
г. Тверь, Российская Федерация

*В 2019 – 2021 гг. исследовано действие росторегулирующего препарата нового поколения МедьАгро в сравнении с хорошо изученным Эпином на новом сорте льна-долгунца смоленской селекции Феникс. МедьАгро является препаратом нового поколения и представляет собой медно-аммиачно-карбонатный комплекс. Эксперимент проведен на опытном поле ОП Смоленский НИИСХ ФГБНУ ФНЦ ЛК на дерново-подзолистой, среднесуглинистой почве, с низким содержанием гумуса, слабокислой реакцией почвенной среды, повышенным содержанием фосфора и средним калия. Исследования показали, что применение препаратов как отдельно, так и в смеси привело к изменению элементов структуры урожая. В зависимости от варианта опыта увеличилась относительно контроля масса 1000 семян – на 13-39%, число коробочек с 10 растений – на 78-147%. Корреляционный анализ позволил выявить зависимость между массой 1000 семян и урожайностью льна-долгунца. Установлено, что между изучаемыми показателями имеется прямая связь, которая показывает, что на 64% изменения в урожайности связаны с изменением массы 1000 семян. Самая высокая прибавка урожая льносемян была получена на варианте азофоска+Эпин+МедьАгро в концентрации 0,8%, которая составила 105%. На вариантах с отдельной обработкой ростостимулирующими препаратами урожайность семян увеличилась на 2,5 – 3,1 ц/га. Высота стебля, от размера которого зависит выход длинного льноволокна, увеличилась от совместного применения азофоски и регуляторов роста на 14 см, или 19%. Положительное влияние исследованных препаратов проявилось и в увеличении урожайности длинного льноволокна (до 8,7 ц/га), его процентном выходе (до 26,0%), а также прочности льняных волокон (на 10 – 61%).*

**Ключевые слова:** лен-долгунец, МедьАгро, Эпин, урожайность, качество, волокно, минеральные удобрения.

**Благодарности:** исследования выполнены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2024-0004).

**Для цитирования:** Гаврилова А.Ю., Конова А.М. Влияние некорневых подкормок на урожайность и качество льна-долгунца в условиях Смоленской области. Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. 2024; 1(4):(12–18). DOI: 10.54016/SVITOK.2024.21.68.002

Поступила: 17.01.2024 Принята к публикации: 27.02.2024 Опубликована: 28.03.2024

## THE EFFECT OF FOLIAR NUTRITION ON THE YIELD AND QUALITY OF FIBER FLAX IN THE SMOLENSK REGION

© 2024. A. Yu. GavriloVA, A. M. Konova  
Federal Research Center for Bast Fiber Crops,  
Tver, Russian Federation

*The effect of a new generation growth–regulating drug MedAgro was studied in 2019-2021 in comparison with a well-studied Epin on a new variety of Smolensk breeding fiber flax Phoenix. MedAgro is a new generation drug and is a copper-ammonia-carbonate complex. The experiment was carried out on the experimental field of the Smolensk Research Institute of the Federal State Budgetary Research Institution “Federal Research Center for Bast Fiber Crops” on soddy-podzolic, medium loamy soil, with a low humus*

*content, a slightly acidic reaction of the soil environment, an increased phosphorus content and an medium potassium content. Research has shown that the use of drugs, both separately and in mixtures, led to changes in the elements of the crop structure. Depending on the variant of the experiment, the weight of 1000 seeds increased relative to the control by 13-39%, the number of bolls per 10 plants increased by 78-147%. Correlation analysis revealed the relationship between the weight of 1000 seeds and the yield of fiber flax. It has been established that there is a direct connection between the studied indicators, which shows that 64% of changes in yield are associated with changes in the mass of 1000 seeds. The highest increase in the yield of flax seeds was obtained on the nitrogen-phosphorus-potassium fertilizer + Epin + MedAgro in a concentration of 0.8%, which amounted to 105%. In variants with separate treatment with growth-stimulating drugs, the seed yield increased by 2.5 – 3.1 c/ha. The stem height, the size of which determines the yield of long flax fiber, increased due to the combined use of nitrogen-phosphorus-potassium fertilizer and growth regulators by 14 cm or 19%. The positive effect of the studied drugs was also manifested in an increase in the yield of long flax fiber (up to 8.7 c/ha), its percentage yield (up to 26.0%), as well as the strength of flax fibers (by 10 – 61%).*

**Keywords:** fiber flax, MedAgro, Epin, yield, quality, fiber, mineral fertilizers.

**Acknowledgments:** the work was carried out with the support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the State Assignment of the Federal State Budgetary Research Institution "Federal Research Center of Bast Fiber Crops" (topic No. FGSS-2024-0004).

**For citation:** Gavrilova A.Yu., Konova A.M. The effect of foliar nutrition on the yield and quality of fiber flax in the Smolensk region. Technical crops. Scientific agricultural journal. 2024; 1(4):(12–18). DOI: 10.54016/SVITOK.2024.21.68.002

Received: 17.01.2024 Accepted for publication: 27.02.2024 Published: 28.03.2024

**В**ведение. Лен-долгунец – одна из самых ценных сельскохозяйственных культур с широким спектром применения. Льняное волокно, обладая высокими технологическими свойствами, превосходит по прочности как хлопковое, так и шерстяное волокно. Из льняных волокон производят ткани, которые отличаются высокой износостойкостью и устойчивостью к гниению. Семена льна-долгунца находят широкое применение в пищевой промышленности, медицине и других отраслях [5, 8].

Благодаря своей неприхотливости, лен-долгунец широко выращивается в районах влажного и умеренного климата Нечерноземной зоны России. Установлена прямая зависимость высокой урожайности и качества льнопродукции от методов выращивания льна-долгунца, включая оптимальные минеральные дозы и использование сортов, приспособленных к местным почвенно-климатическим условиям. Регуляторы роста также играют значительную роль в этом процессе. Их уникальные характеристики, такие как биологическая безопасность, низкий расход и возможность управления ростом растений, определяют возможность их дальнейшего использования и совершенствования [1, 13].

Длительные полевые исследования, проведенные учеными С.Л. Белопуховым, И.И. Дмитриевской, А.Ф. Сафоновым и другими, показали, что использование биостимуляторов для обработки растений льна-долгунца в фазе «ёлочка» приводило к увеличению общей длины стебля на 16%, а также увеличению числа коробочек и массы 1000 семян. Применение биопрепаратов способствовало повышению урожая льносоломой на 11 ц/га и семян – на 2-3 ц/га [2, 3]. Работы Л.Э. Гунар и В.А. Прудникова с соавторами также подтверждают, что обработка вегетирующих растений льна биорегуляторами приводила к формированию растений с повышенной урожайностью семян и волокна, улучшенными физиологическими и механическими свойствами [6, 12].

Цель исследований заключалась в оценке эффективности применения нового регулятора роста МедьАгро в сравнении с ранее изученным при выращивании льна-долгунца в почвенно-климатических условиях Смоленского региона.

**Методика исследований.** Опыт проводили в 2019 – 2021 годах в трех полях севооборота ОП Смоленского НИИСХ ФГБНУ ФНЦ ЛК. Почва дерново-подзолистая, среднесуглинистая, слабокислая ( $pH_{KCL} = 5,4$ ),

содержание  $P_2O_5$  и  $K_2O$  – 142 и 98 мг/кг почвы соответственно, содержание гумуса – 2,0%.

Опыт заложен в трехкратной повторности, размер делянки – 60 м<sup>2</sup>. Объект исследований – позднеспелый сорт льна-долгунца Феникс, селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК. В 2018 году сорт включен в Госреестр селекционных достижений, в 2019 году получен патент на сорт [10].

Предшественник льна-долгунца – горчица. Посев – вторая декада мая, норма высева – 60 кг/га. Против однолетних и многолетних сорняков в фазу «ёлочка» использовали гербициды Пантера (1,2 л/га) и Секатор Турбо (0,015 л/га).

В качестве некорневой подкормки на растениях льна-долгунца изучали препарат нового поколения МедьАгро в сравнении с хорошо изученным Эпином на оптимальном минеральном фоне (азофоска 16:16:16 в дозе 300 кг/га). Обработку растений в концентрациях 0,8 и 0,9% препарата МедьАгро проводили в фазу «ёлочка» и «бутонизация». Регулятор роста МедьАгро представляет собой медно-аммиачно-карбонатный комплекс. Медь – химический элемент, который обладает высочайшими антигрибковыми и бактериальными свойствами, оказывая на них пагубное действие. Аммиак применяется в качестве азотной некорневой подкормки растений, и также имеет свойства антисептика. Благодаря уникальности своего состава,

структуры и размера частиц действующего вещества препарат равномерно распределяется по растению и после высыхания образует тонкую нанопленку из малахита, которая не смывается осадками (несмотря на отсутствие ПАВ и прилипателей), обеспечивая длительную и эффективную защиту.

Схема опыта включала следующие варианты: 1) Контроль; 2)  $N_{48}P_{48}K_{48}$  – Фон; 3) Фон + Эпин; 4) Фон + МедьАгро (0,8%); 5) Фон + МедьАгро (0,9%); 6) Фон + Эпин + МедьАгро (0,8%); 7) Фон + Эпин + МедьАгро (0,9%).

Наблюдения за ростом и развитием растений проводили по методике Госсортоиспытания, обработку полученных данных – по Б.А. Доспехову с использованием программы STAT VNIIA [7, 11].

Климатические условия по годам исследований существенно различались (табл. 1) [14]. Теплая и влажная погода в начале вегетации 2019 года благоприятно повлияла на формирование урожая семян льна-долгунца, оказавшегося самым высоким по сравнению с другими годами. 2020 год был избыточно влажным: сумма осадков на 21-30% превышала норму. В июне и июле 2021 года наблюдался почти 2-кратный недостаток осадков при среднемесячной температуре воздуха на 2,5–3,7 °С выше климатической нормы, что не способствовало процессу завязывания семян льна-долгунца и привело к снижению его урожайности.

Таблица 1 – Метеорологические условия в период проведения испытаний

Месяц	Температура воздуха, °С			Среднеголетние значения	Сумма осадков, мм			Среднеголетние значения
	2019 г.	2020 г.	2021 г.		2019 г.	2020 г.	2021 г.	
Май	14,0	10,2	12,1	13,1	80	118	90	95
Июнь	19,0	18,5	19,1	16,6	62	93	69	99
Июль	15,3	16,7	21,1	17,4	62	130	42	107
Август	15,5	16,6	17,2	17,0	93	90	139	69

**Результаты и их обсуждение.** Масса 1000 семян и число коробочек на растении являются теми показателями, от которых напрямую зависит урожайность культуры. В опыте применение ростостимулирующих препаратов как по отдельности, так и в комплексе привело к увеличению семенной продуктивности льна-долгунца. В среднем за три года исследования раздельное использование Эпина и МедьАгро на фоне азофоски увеличило до 21% массу 1000 семян и до 119% число коробочек с 10 растений относительно контроля. Наибольший эффект достигнут при применении МедьАгро в концентрации 0,8%. Максимальные прибавки были получены при обработке растений льна-долгунца смесью препаратов в варианте Азофоска+Эпин+МедьАгро (0,8%) и составили 39% и 145%, соответственно, по массе 1000 семян и количеству коробочек на растении.

Регуляторы роста, в сочетании с минеральным удобрением, способствовали активации роста растений льна-долгунца, и как следствие – увеличению его урожайности. Согласно таблице 2 можно отметить, что

урожайность изучаемого сорта значительно колебалась по годам. Наибольшая урожайность льносемян (8,6 ц/га) была получена в более благоприятном по погодным условиям 2019 году, вегетационный период которого сопровождался достаточным количеством осадков и температурой воздуха. Наименее продуктивным оказался острозасушливый 2020 год. Урожайность семян льна-долгунца в этом году относительно 2019 года снизилась почти в 1,5 раза. В среднем за три года исследований применение азофоски повысило урожайность льносемян на 57% относительно контроля. Некорневая подкормка растений льна-долгунца ростостимулирующими препаратами способствовала дальнейшему росту урожайности семян. При одностороннем использовании наиболее эффективным оказался препарат МедьАгро в концентрации 0,8%, прибавка к контролю составила 88%. Максимальный урожай льносемян (в 2 раза выше контроля) был получен при обработке растений смесью ростостимулирующих препаратов.

**Таблица 2 – Влияние некорневой подкормки препаратами МедьАгро и Эпин на изменение урожайности семян льна-долгунца**

Вариант	Урожайность семян, ц/га				Прибавка к контролю (в среднем за 2019-2021 гг.)	
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее	ц/га	%
Контроль	4,6	3,0	3,1	3,5	-	-
$N_{48}P_{48}K_{48}$ – Фон	6,2	4,3	6,2	5,5	2,0	57
Фон+Эпин	6,9	4,8	6,4	6,0	2,5	71
Фон+МедьАгро (0,8%)	7,8	5,5	6,6	6,6	3,1	88
Фон+МедьАгро (0,9%)	6,7	4,8	6,1	5,8	2,3	65
Фон+Эпин+МедьАгро (0,8%)	8,6	6,1	7,1	7,2	3,7	105
Фон+Эпин+МедьАгро (0,9%)	7,4	5,4	6,5	6,4	2,9	82
$НСР_{0,5}$	1,3	1,0	2,0	1,6		

Установлена тесная корреляционная связь между показателем массы 1000 семян льна-долгунца и его урожайностью ( $r = 0,80$ ) (рис. 1). Так как  $r \neq 0$  зависимость прямопропорциональная, т.е. при изменении массы 1000 семян

на 1 г величина урожайности увеличивалась на 1,43 ц/га. Коэффициент детерминации ( $R^2$ ) составил 0,64. Значит, можно сделать вывод о том, что 64% колебаний в урожайности связано с изменением массы 1000 семян.



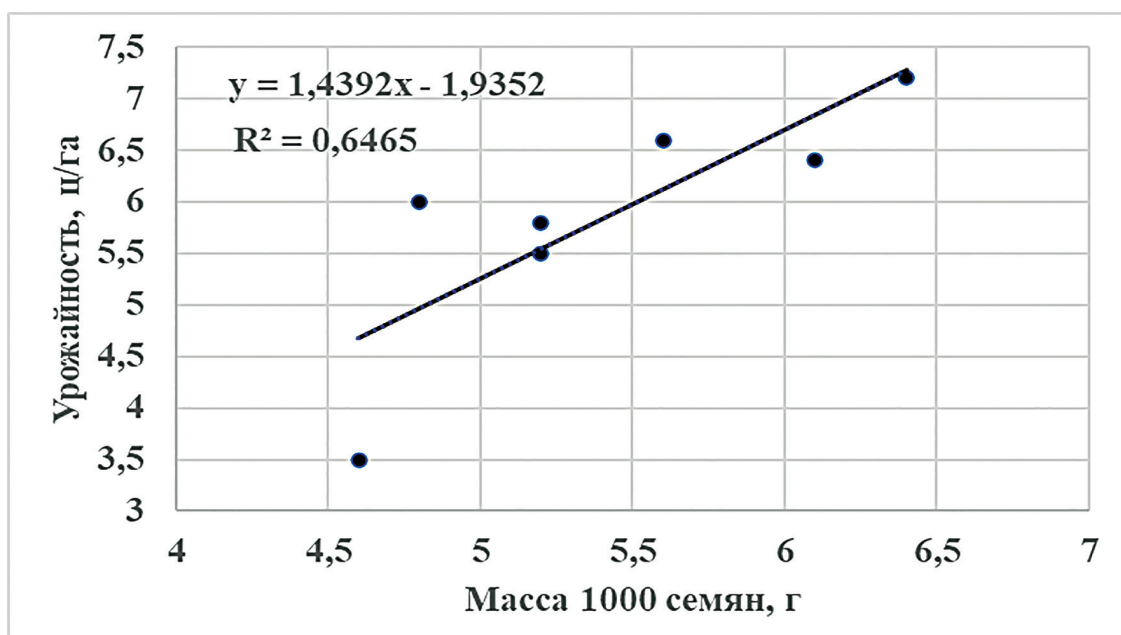


Рисунок 1. Взаимосвязь между урожайностью и массой 1000 семян льна-долгунца ( $r = 0,80$ )

По литературным данным ряда авторов высота растений является одним из основных факторов, который определяет размер урожая льносоломы и волокна [4]. В наших исследованиях применение регуляторов роста привело к увеличению высоты растений льна-долгунца до 86 см. Более высокие растения были отмечены в варианте совместного применения Эпина и МедьАгро в концентрации 0,8% на фоне азофоски. Прибавка к контролю составила 19%.

Урожайность льносоломы напрямую зависела от изучаемых приемов (рис. 2). Внешение азофоски увеличило урожай соломы в 2 раза, а одностороннее применение Эпина и МедьАгро на её фоне повысило урожайность до 114% относительно контроля. Некорневая подкормка растений льна-долгунца смесью изучаемых препаратов увеличила урожайность соломы на 148%. Наибольшую эффективность показал препарат МедьАгро в концентрации 0,8%.

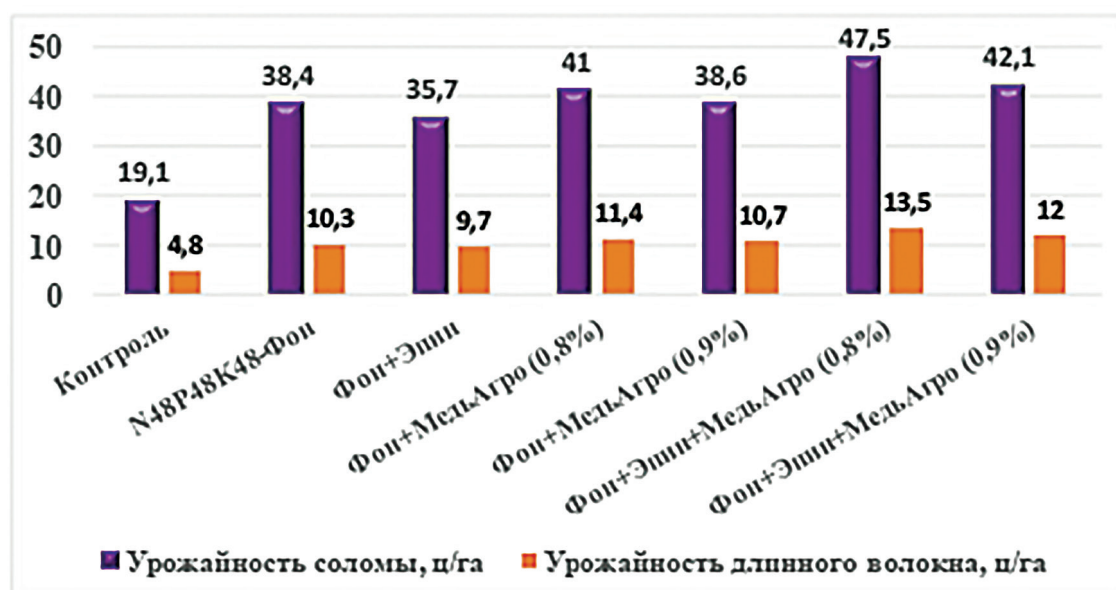


Рисунок 2. Влияние регуляторов роста на урожайность соломы (2019-2021 гг.) и длинного волокна (2019-2020 гг.) льна-долгунца

Такая же тенденция была отмечена и в отношении изменения урожайности длинного льноволокна. Наибольшие значения изучаемого показателя были получены в вариантах комплексного применения ростостимулирующих препаратов. Прибавка к контролю составила 150 – 181%.

Урожайность льносоломы тесно связана с процентным выходом волокна. В описании сорта Феникс указано, что выход длинного волокна составляет 21,8%. В опыте все изучаемые приемы оказали положительное влияние на изучаемый показатель. Совместное использование ростостимулирующих

препаратов Эпина и МедьАгро в концентрации 0,8% на фоне азофоски привело к увеличению выхода длинного льноволокна до 26,0%.

Льняная ткань производится из волокон льняного растения и отличается своей прочностью, долговечностью и износостойкостью. В ходе наших исследований было установлено, что обработка растений льна-долгунца регуляторами роста способствовала увеличению прочности льняных волокон до 61%. Но с увеличением дозировки препарата МедьАгро наблюдалось снижение его эффективности (табл. 3).

**Таблица 3 – Качество льноволокна при применении препаратов Эпин и МедьАгро**

Вариант	Прочность, кг/с			Гибкость, мм		
	2019 г	2020 г	сред	2019 г	2020 г	сред
Контроль	21,9	28,4	25,1	44,0	40,2	42,1
N <sub>48</sub> P <sub>48</sub> K <sub>48</sub> – Фон	28,5	29,8	29,1	41,2	40,8	41,0
Фон+Эпин	27,5	28,0	27,7	41,0	39,0	40,0
Фон+Медь (0,8%)	33,2	34,8	34,0	32,1	34,8	33,4
Фон+Медь (0,9%)	29,8	30,2	30,0	34,5	36,5	35,5
Фон+Эпин+Медь (0,8%)	41,0	40,0	40,5	31,7	32,3	32,0
Фон+Эпин+Медь (0,9%)	23,3	26,9	25,1	40,0	39,2	39,6

Литературные данные, представленные Н.Н. Кузьменко и Н.Б. Брач с соавторами [4, 9], указывают на то, что качество льноволокна, прежде всего, зависит от его гибкости. Увеличение гибкости стебля способствует повышению прядильных свойств льна. В опыте использование регуляторов роста на минеральном фоне привело к снижению изучаемого показателя.

**Выводы.** Проведенный анализ данных, полученных в ходе полевого эксперимента

на опытных полях ОП Смоленского НИИСХ ФГБНУ ФНЦ ЛК, подтверждает эффективность использования комплекса росторегулирующих препаратов Эпин и МедьАгро для обработки растений льна-долгунца в фазах «елочка» и «бутонизация». Этот прием приводит к увеличению количества коробочек и массы 1000 семян с растений, а, следовательно, и урожайности льносемян и соломы до 7,2 ц/га и 47,5 ц/га соответственно.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахтенко, Е. Ю. Сравнительное исследование эффективности регуляторов роста растений при выращивании льна-долгунца / Е. Ю. Бахтенко, Ю. А. Суслов, П. Б. Куратов, Т. В. Хуршкайнен // Агротехника. – 2011. – № 8. – С. 37-43.

2. Белопухов, С. Л. Влияние биостимуляторов на морфологические показатели и

урожайность льна-долгунца / С. Л. Белопухов, А. Ф. Сафонов, И. И. Дмитриевская // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 3. – С. 25-27.

3. Белопухов, С. Л. Влияние биопрепарата Флоравит на рост, развитие и урожайность льна-долгунца / С. Л. Белопухов, И. И. Дмитриевская, И. С. Прохоров, А. И. Григораш //

- Агрохимический вестник. – 2014. – № 6. – С. 28-30.
4. Брач, Н. Б. Разнообразии признаков льна, связанных с формированием волокна, и влияние условий выращивания на их проявление / Н. Б. Брач, И. Я. Шаров, А. В. Павлов, Е. А. Пороховинова // Экологическая генетика. – 2010. – Т. 8. – №1. – С. 25-35.
5. Гаврилова, А. Ю. Динамика величины и качества урожая льна-долгунца при применении минеральных удобрений / А. Ю. Гаврилова, А. М. Конова, Н. П. Морозова // Плодородие. – 2022. – № 3 (126). – С. 23-26. DOI: 10.25680/S19948603.2022.126.06
6. Гунар, Л. Э. Применение биопрепаратов Экофус и Циркон на льне-долгунце / Л. Э. Гунар, И. И. Дмитриевская, Л. А. Дорожкина, В. А. Караваев, О. А. Калмацкая // Агрохимия. – 2017. – № 1. – С. 41-45.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Книга по требованию. – 2012. – 352 с.
8. Кудряшова, Н. А. Комплексное применение удобрений и средств защиты растений – залог высокой урожайности и качества льнопродукции / Н. А. Кудряшова, Н. И. Нефедова, О. В. Шадрина, А. Н. Налиухин // Защита и карантин растений. – 2013. – № 5. – С. 56-58.
9. Кузьменко, Н. Н. Влияние систем удобрения на урожайность льна-долгунца и качество продукции в льняном севообороте / Н. Н. Кузьменко // Агрохимия. – 2017. – № 8. – С. 43-47.
10. Кулик, Л. К. Основные результаты и перспективы развития селекции и семеноводства льна-долгунца в Смоленской области / Л. К. Кулик, А. М. Конова, С. М. Чехалков, В. М. Новиков, А. Ю. Гаврилова // Инновационные разработки производства и переработки лубяных культур: материалы Международной научно-практической конференции. – Тверской государственный университет, 2016. – С. 61-65.
11. Практикум по агрохимии / Под ред. В. Г. Минеева. – Москва: Колос, 2001. – 512 с.
12. Прудников, В. А. Эффективность применения микроудобрений при возделывании льна-долгунца на супесчаной почве / В. А. Прудников, Д. П. Чирик, Н. В. Степанова, С. Р. Чуйко // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1. – С. 139-142.
13. Рябчинская, Т. А. Средства, регулирующие рост и развитие растений в агротехнологиях современного растениеводства / Т. А. Рябчинская, Т. В. Зимица // Агрохимия. – 2017. – № 12. – С. 62-92.
14. GISMETEO: Погода в Смоленске. – URL: <https://www.gismeteo.by/weather-smolensk-4239/> (дата обращения 16.01.2024).

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Гаврилова Анна Юрьевна**, кандидат биол. наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный научный центр лубяных культур, 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6340-8439>, e-mail: [a.gavrilova.sml@fncl.ru](mailto:a.gavrilova.sml@fncl.ru)

**Коновина Аминат Мсостовна**, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный научный центр лубяных культур, 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3719-573X>, e-mail: [a.konova.sml@fncl.ru](mailto:a.konova.sml@fncl.ru)

**Anna Yu. Gavrilova**, PhD in Biology Sciences, leading researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56, Komsomolsky pr., Tver, Russian Federation, 170041, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6340-8439>, e-mail: [a.gavrilova.sml@fncl.ru](mailto:a.gavrilova.sml@fncl.ru)

**Aminat M. Konova** PhD in Agricultural Sciences, leading researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56, Komsomolsky pr., Tver, Russian Federation, 170041, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3719-573X>, e-mail: [a.konova.sml@fncl.ru](mailto:a.konova.sml@fncl.ru)