EFFICIENCY OF DESICATION IN LODGED FIBER FLAX
S. R. Chuiko, N. V. Stepanova, A. A. Zrelik

This paper presents the results of the research conducted in 2024-2025 on the impact of desiccation of fiber flax under the conditions of stalk lodging on the yield and quality of flax products. The application of desiccants of various chemical classes to flax stalks with the lodging index of 3.0–3.6 provided the yield increase by 0.6–0.7 c/ha (10–12 %) and the reduction of costs for pulling and processing of flax heap in the field by 26–28 %. A reliable increase in the yield of long scutched fiber by 7–8 % and its quality by 1 number was provided by the desiccants Lifeline, WS, 1,3 l/ha (ammonium glufosinate, 280 g/l) and Tornado 500, WS, 2,0 l/ha (glyphosate acid, 500 g/l).

УДК 633.521:631.81.095.337

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХЕЛАТНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА НА ПОЧВЕ С ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ pH_{KCl} 6,2

***Н. В. Степанова**, кандидат с.-х. наук*
РУП «Институт льна», аг. Устье, Витебская область
(Дата поступления статьи в редакцию 04.05.2026)

Рецензент: Булавина Т.М., доктор с.-х. наук

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по эффективности применения хелатных микроэлементов при возделывании льна-долгунца на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с обменной кислотностью 6,2, средним содержанием бора и марганца, низким цинка и меди. Двукратное применение цинка (150 г д.в./га), меди (75 г д.в./га), марганца (130 г д.в./га), бора (150 г д.в./га) в фазы полных всходов и «елочка» (6–8 пар развернутых листьев), обеспечивает сохранение урожайности семян 0,6–1,1 ц/га (13–23 %), волокна – 1,5–2,4 ц/га (11–17 %), в том числе длинного – 1,1–2,0 ц/га (14–26 %), тресты – 2,7–4,1 ц/га (6–8 %) и её качества – 0,5–1,5 сортономера.*

Введение. Для большинства растений благоприятные условия роста и развития складываются при слабокислой реакции почвы – pH 5,6–5,8 солевой вытяжки [1]. Физиологический оптимум кислотности почвы для льна составляет pH_{KCl} 5,0–5,5 [2, 3, 4]. Избыточное известкование почв оказывает негативное влияние на развитие льна-долгунца, так как переводит необходимые для растений элементы питания в малодоступное состояние. Несбалансированное питание приводит к глубоким изменениям обмена веществ у растений, задержке их роста или гибели [2, 5–7].

Некорневые подкормки растений хелатными микроэлементами повышают устойчивость их к болезням и стрессам, вызванным абиотическими факторами, регулируют продукционный процесс [8–12]. Хелатные микроэлементы способствуют повышению урожайности семян и волокна льна,

содержания в семенах белков и липидов, в масле – ненасыщенных жирных кислот [13–17].

Цель исследований заключалась в изучении влияния хелатных микроэлементов на урожайность и качество льнопродукции при возделывании льна-долгунца на почве с повышенным уровнем pH_{KCl} 6,2.

Методика и условия проведения исследований. Исследования проводили в северо-восточной части Республики Беларусь на опытном поле РУП «Институт льна» по общепринятой методике Б. А. Доспехова в четырехкратной повторности с площадью учетной делянки 12 $м^2$. Полевой опыт закладывался на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, характеризующейся обменной кислотностью pH_{KCl} 6,2, содержанием органического вещества 1,65 %, повышенным содержанием подвижных форм фосфора (233 мг/кг), средним калия (190 мг/кг), бора (0,7 мг/кг) и марганца (4,9 мг/кг), низким цинка (2,2 мг/кг) и меди (1,5 мг/кг).

Эффективность применения микроэлементов устанавливалась в оптимальных погодных условиях вегетации 2024 г. (ГТК = 1,35; $\sum t \geq 5$ ºС – 1331,9 ºС; $\sum$ осадков – 179,9 мм) и переувлажненных условиях – 2025 г. (ГТК = 2,03; $\sum t \geq 5$ ºС – 1469,1 ºС; $\sum$ осадков – 298,5 мм). Вылежка соломы льна-долгунца осуществлялась в засушливых по влагообеспечению условиях 2024 г. (ГТК = 0,93; $\sum t \geq 5$ ºС – 782,5 ºС; $\sum$ осадков – 72,8 мм) и 2025 г. (ГТК = 0,83; $\sum t \geq 5$ ºС – 576,5 ºС; $\sum$ осадков – 47,8 мм).

Посев льна осуществлялся комбинированным посевным агрегатом Amazone D 9 4000 super_c шириной междурядий 12,5 см, нормой высева семян 22 млн шт/га, при внесении минеральных удобрений из расчета: азота 30, фосфора 60, калия 90 д.в. Уход за посевами осуществлялся согласно отраслевому регламенту возделывания льна-долгунца [18]. Против однолетних двудольных сорных растений применялась баковая смесь гербицидов Гербитокс, ВРК (0,7 л/га) + Секатор турбо, МД (0,06 л/га) + Лорнет, ВР (0,3 л/га), против злаковых – гербицид Миура, КЭ (1,0 л/га); против болезней – фунгицид Абакус ультра, СЭ (0,4 л/га), против вредителей – протравитель фунгицидного действия Табу, ВСК (1,0 л/га). Уборка льна осуществлялась теребление посева (ТЛН-1,5) с последующей вязкой стеблей в снопы, ручным обмолотом и расстилом в ленты для приготовления льнотресты. Физико-механические свойства длинного трепаного волокна и номер тресты определялись согласно действующим в стране СТБ 1194–2007 и 1195–2008.

На почве с повышенным уровнем обменной кислотности pH_{KCl} 6,2 эффективность хелатных микроэлементов в посевах льна-долгунца изучалась при использовании однокомпонентных хелатных микроудобрений Хелатем, П ЭДТА марок Zn (1,0 кг/га), Cu (0,5 кг/га), Mn (1,0 кг/га) (оригинатор – ОАО "Буйский химический завод", Россия); МикроСтим-Бор, ВРК (1,0 л/га) (оригинатор – РУП «Институт почвоведения», Беларусь).

Результаты исследований и их обсуждение. В полевом опыте хелатные микроэлементы применялись в фазы полных всходов льна-долгунца (ДК ВВСН 10 по К. Хеллеру) и «елочка» при 6–8 парах раскрытых листьев (ДК ВВСН 16–18), что соответствовало началу периода быстрого роста растений.

В среднем за годы исследований в контрольном варианте без обработки растений микроэлементами урожайность семян составила 4,8, тресты – 49,0, волокна – 14,0 ц/га, в том числе длинного – 7,7 ц/га (таблица 1). При обработке растений хелатными микроэлементами в фазе полных всходов достоверная прибавка семян 0,5–0,7 ц/га (10–15 %) получена в вариантах с цинком в дозе 150 г/га д.в. и медью в дозе 75 г/га д.в. Урожайность общего и длинного волокна достоверно повышалась во всех вариантах опыта на 1,0–1,8 ц/га (на 7–13 %) и 1,0–1,5 ц/га (на 13–19 %) соответственно.

Двукратная обработка посевов изучаемыми микроэлементами в фазы полных всходов и «елочка» по сравнению с контролем повышала урожайность семян на 0,6–1,1 ц/га (на 13–23 %), волокна – на 1,5–2,4 ц/га (на 11–17 %), в том числе длинного – на 1,1–2,0 ц/га (на 14–26 %); по сравнению со сроком применения в фазе полных всходов соответственно: семян – на 0,3–0,6 ц/га (на 6–12 %), общего волокна – на 0,4–0,6 ц/га (на 3–4 %), а также длинного – на 0,3–0,6 ц/га (на 3–7 %), кроме варианта с применением хелатного бора, который обеспечил урожайность длинного волокна на уровне обработки в фазе всходов. Максимальные прибавки семян 23 %, волокна 17 %, в том числе длинного 26 % обеспечила двукратная внекорневая обработка растений льна в фазы всходов и «елочка» хелатным цинком в дозе 150 г/га д.в.

Таблица 1. Влияние хелатных микроэлементов на урожайность льнопродукции при возделывании льна-долгунца на почве с pH_{KCl} 6,2 (среднее за 2024–2025 гг.)

Микроэлемент, норма расхода, г/га д.в. (фактор А)	Урожайность, ц/га				Удельный вес длинного волокна, %
	семена	треста	волокно		
			общее	длинное	
Контроль	4,8	49,0	14,0	7,7	55,0
Обработка растений в фазе полных всходов (ДК ВВСН 10) (фактор Б)					
Zn, 150	5,5	52,5	15,8	9,2	58,2
Cu, 75	5,3	51,6	15,1	8,8	58,3
Mn, 130	5,0	51,1	15,3	8,7	56,9
B, 150	5,0	50,3	15,0	8,7	58,0
Обработка растений в фазы всходы + «ёлочка» (ДК ВВСН 10 + 16-18)					
Zn, 150	5,9	53,1	16,4	9,7	59,0
Cu, 75	5,6	52,4	15,7	9,4	59,9
Mn, 130	5,4	51,7	15,7	9,0	57,3
B, 150	5,6	51,7	15,5	8,8	56,8
$НСР_{05}$ (А)	*0,45 (0,29-0,61)*	*1,9 (1,8-2,0)*	*0,80 (0,79-0,81)*	*0,56 (0,47-0,65)*	
$НСР_{05}$ (Б)	*0,25 (0,13-0,37)*	*0,60 (0,53-0,67)*	*0,40 (0,35-0,45)*	*0,26 (0,20-0,31)*	

Микроэлементы стимулировали закладку и формирование волокна в стеблях, о чем свидетельствует повышение удельного веса длинной фракции волокна в общем на 2–5 %.

Качество стланцевой тресты оценивается номерами от 0,50 до 4,00, которые определяются по числу процентономеров, складывающихся из выхода длинного волокна и его поправки по цвету, при цене одного сортономера 0,25 единиц.

В среднем за годы исследований номер тресты повышался на 0,13–0,25 единиц (на 0,5–1 сортономер) при обработке растений в фазе полных всходов хелатными цинком и медью (таблица 2). При двукратном применении изучаемых микроэлементов качество тресты повышалось на 0,13–0,38 единиц (на 0,5–1,5 сортономера) во всех вариантах опыта.

Таблица 2. Влияние хелатных микроэлементов на качество льняной стланцевой тресты при возделывании льна-долгунца на почве с pH_{KCl} 6,2 (среднее за 2024–2025 гг.)

Вариант	Технические характеристики объекта испытания				
	отделяемость волокна, ед.	выход длинного волокна из тресты, %	показатель цвета волокна	число процентономеров	номер тресты
Контроль	5,4	15,8	1,3	128,0	1,00
Обработка растений в фазе полных всходов (ДК ВВСН 10)					
Zn, 150	5,2	17,5	1,8	152,0	1,25
Cu, 75	5,0	17,0	1,5	141,0	1,13
Mn, 130	5,2	17,0	1,3	133,0	1,00
B, 150	5,4	17,3	1,4	135,5	1,00
Обработка растений в фазы всходы + «ёлочка» (ДК ВВСН 10 + 16–18)					
Zn, 150	5,1	18,3	1,7	156,5	1,38
Cu, 75	5,0	17,8	1,7	149,5	1,25
Mn, 130	5,1	17,3	1,5	142,5	1,13
B, 150	5,1	17,0	1,5	141,0	1,13

Номер длинного трепаного волокна зависит от комплекса физико–механических свойств (горстевой длины, цвета, гибкости, разрывной нагрузки) и при его выведении низкие значения одного показателя могут быть компенсированы высокими значениями другого [19]. В среднем за годы исследований применение хелатных микроэлементов повышало качество длинного трепаного волокна на 0,5–1,2 номера и практически не зависело от срока их внесения (таблица 3). Улучшению качества способствовало повышение горстевой длины волокна на 7–14 %, гибкости – на 13–35 %. Максимальный средний номер волокна 9,5 установлен при двукратной некорневой обработке растений хелатным цинком в дозе 150 г д.в./га.

Заключение

При возделывании льна-долгунца на дерново-подзолистой почве с повышенным уровнем pH_{KCl} 6,2, средним содержанием бора и марганца, низким цинка и меди целесообразно двукратное применение хелатных микроэлементов цинка (150 г/га), меди (75 г/га), марганца (130 г/га) в фазы всходы

Таблица 3. Влияние хелатных микроэлементов на качество длинного трепаного волокна при возделывании льна-долгунца на почве с pH_{KCl} 6,2 (среднее, 2024–2025 гг.)

Вариант	Физико-механические свойства волокна				Номер волокна
	горстевая длина, см	группа цвета	гибкость, мм	разрывная нагрузка, Н	
Контроль	51,8	1,8	27,5	161,5	8,3
Обработка растений в фазе полных всходов (ДК ВВСН 10)					
Zn, 150	59,0	2,0	33,8	167,0	9,3
Cu, 75	57,5	1,8	31,0	174,3	9,0
Mn, 130	56,0	1,8	31,0	163,8	8,8
B, 150	55,5	1,8	37,0	163,3	8,8
Обработка растений в фазы всходы + «ёлочка» (ДК ВВСН 10 + 16-18)					
Zn, 150	59,3	2,0	34,0	170,3	9,5
Cu, 75	57,0	2,0	31,5	164,8	9,0
Mn, 130	56,5	1,8	32,8	167,8	9,0
B, 150	56,0	1,8	32,5	163,3	8,8

и «елочка» (6–8 пар развернутых листьев) при сохранении урожайности семян 0,6–1,1 ц/га (13–23 %), волокна – 1,7–2,4 ц/га (12–17 %), в том числе длинного – 1,3–2,0 ц/га (17–26 %), качества стланцевой тресты – 0,5–1,5 сортономера, длинного трепаного волокна – 0,7–1,2 номера. Двукратное применение хелатного бора (150 г/га) по сравнению с однократным повышало только урожайность семян на 0,6 ц/га (на 12 %), но не влияет на урожайность и номер длинного волокна. Максимальные прибавки семян 23 %, волокна – 17 %, в том числе длинного – 26 %, а также лучшее качество стланцевой тресты 1,38 номера и длинного трепаного волокна 9,5 номера обеспечила двукратная листовая подкормка льна-долгунца хелатным цинком в дозе 150 г д. в./га.

Литература

1. Кедров-Зихман, О. К. Главные итоги изучения известкования почв и применения микроудобрений в Белоруссии / О. К. Кедров-Зихман // Сборник научных трудов по известкованию дерново-подзолистых почв: науч. тр. / Акад. с-х наук БССР. – Минск, 1960. – С. 17–33.

2. Прудников, В. А. Лён-долгунец в условиях интенсивного известкования / В. А. Прудников // Наше сельское хозяйство. – 2016. – № 1. – С. 36–38.

3. Прудников, В. А. Исследования по агротехнике льна / В. А. Прудников. – Минск: Поликрафт, 2016. – 174 с.

4. Прудников, В. А. Проблемы кальциевого хлороза льна-долгунца / В. А. Прудников, П. А. Евсеев, Д. А.Белов // Льноводство: реалии и перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Устье, 27–28 июня 2013 г. / РУП «Институт льна»; редкол.: В. А. Прудников [и др.]. – Могилев, 2013. – С. 127–133.

5. Bear, F. Jnfluence of calcium on availability of other soil cations / F. Bear, S. Toth // Soil sei. 1998. – V. 65 - № 1. – P. 69–74.

6. Backe, B. The effects of pH on absorption and desorption of potassium in a granitic soil / B. Backe, Z. Varbanova // J.Sc.Food Agr. – 1995. – V. 26. – № 6. – P. 855–860.

7. Тихомирова, В. Я. Опасность для льна-долгунца очагового переизвесткования почвы и способы её ослабления / В. Я. Тихомирова // Вопросы известкования почв: сб. тр. / ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова; под ред. И. А. Шильникова, Н. И. Акановой. – М., 2002. – С. 192–194.

8. Широков, С. Г. Разработка и освоение энерго- и ресурсосберегающе техгологии синтеза жидких микроудобрений в хелатной форме и жидких макро-NPK-удобрений с микроэлементами в хелатной форме / С. Г. Широков [и др.] // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: материалы Междунар. науч.-технич. конф., посвящ. 75-летию БГТУ, Минск, 16–18 нояб. 2005 г. – Минск, 2005. – Ч. 1. – С. 328–332.

9. Пукалова, Е. Н. Эффективность применения микроудобрений при возделывании льна масличного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Е. Н. Пукалова, М. В. Рак // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 2 (57). – С. 99–106.

10. Микроудобрения на хелатной основе: опыт и перспективы использования / Е. Ю. Гейгер, Л. Д. Варламова, В. В. Семенов [и др.] // Агрохимический вестник. – 2017. – № 2 – С. 29–32.

11. Жарких, О. А. Влияние хелатных препаратов на урожай льна-долгунца и качество льнопродукции / О. А. Жарких, И. И. Дмитревская, С. Л. Белопухов // Плодородие. – 2021. – №. 4 (121). – С. 19–22.

12. Жарких, О. А. Влияние новых хелатных препаратов на урожайность и качество продукции льна в условиях центрального района Нечерноземной зоны России / Жарких Ольга Андреевна: автореф. … дис. канд. биол. наук, 06.01.04 – Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева. Москва, 2022. – 21 с.

13. Овсеенко, Л. Микроудобрения для макроэффекта / Л. Овсеенко, Л. Гомолко // Наука и инновации. – 2020. – №5 (207). – С. 41–44.

14. Современные хелатные препараты при возделывании льна-долгунца и льна масличного / Н. В. Цирульникова, Т. С. Фетисова, Т. С. Чайка [и др.] // Агрохимический вестник. – 2022. – № 1 – С. 45–50.

15. Жарких, О. А. Применение новых хелатных препаратов на льне масличном / О. А. Жарких, И. И. Дмитревская, С. Л. Белопухов // Известия ТСХА. – 2021. – Вып. 4. – С. 30–40.

16. Лыбенко, Е. С. Изучение влияния хелатных форм меди, цинка и бора на семенную продуктивность льна масличного в условиях Кировской области / Е. С. Лыбенко, А. А. Хлопов, Е. Л. Титова // Вестник аграрной науки. – 2023. – № 1 (100). – С. 87–92.

17. Рак, М. В. Влияние борных удобрений на урожайность и качество семян льна масличного в зависимости от обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы бором / М. В. Рак, Е. Н. Барашкова // Почвоведение и агрохимия. – 2013. – № 1. – С. 213–220.

18. Возделывание льна-долгунца. Типовые технологические процессы / В. А. Прудников, Н. С. Савельев, Г. Н. Шанбанович [и др.] // Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных, технических и кормовых растений: сб. отраслевых регламентов, / Науч. практ. центр НАН Беларуси по земледелию»; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск, 2023. – С. 391–399.

19. Оценка неопределенности при измерении разрывной нагрузки и гибкости длинного трепаного льноволокна / А. С. Дягилев, И. А. Петюль, А. Н. Бизюк [и др.] // Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 6 (366). – С. 69–74.

EFFICIENCY OF CHELATED MICROELEMENTS IN CULTIVATION OF FIBER FLAX ON SOILS WITH INCREASED pH_{KCl} 6,2

N. V. Stepanova

The paper presents the results of the research on the efficiency of using chelated microelements when cultivating flax on sod-podzolic medium loamy soil with exchangeable acidity of 6.2, average content of boron and manganese and low content of zinc and copper. Double application of zinc (150 g /ha), copper (75 g/ha), manganese (130 g/ha), boron (150 g/ha) at the full germination and "herringbone" stages (6–8 pairs of unfolded leaves) ensures saving 0.6–1.1 c/ha (13–23 %) of seed yield, 1.5–2.4 c/ha (11–17 %) of fibre, including 1.1–2.0 c/ha (14–26 %) of long fiber, 2.7–4.1 c/ha (6–8 %) of retted straw and 0.5–1.5 of its quality.

УДК 631.811.1:631.816.12:633.854.54

ВЛИЯНИЕ ДОЗ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

С. В. Копылович, *аспирант*
РУП «Институт льна», аг. Устье, Витебская область
(Дата поступления статьи в редакцию 15.05.2026)

Рецензент: Урбан Э.П., доктор с.-х. наук

Аннотация. *Азот является основным элементом роста растений, влияющим на формирование их вегетативной массы, образование хлорофилла и белков. В статье представлены результаты исследований по влиянию дозы минерального азота на урожайность льна-долгунца при возделывании его на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. При содержании в почве 1,7–1,9 % органического вещества в оптимальных (ГТК 2024 г. – 1,41) и переувлажненных (ГТК 2025 г. – 2,25) условиях вегетации оптимальной дозой азотного удобрения установлено 30 кг д. в./га с получением урожайности семян 9,6 ц/га, стланцевой тресты – 70,2 ц/га, общего волокна – 20,2 ц/га, в том числе длинного трепаного – 13,4 ц/га. Доза азота 40 кг д. в./га снижала урожайность семян на 7–27 %, волокна – на 6–7 %, в том числе длинного – на 6–10 %.*

Введение. Лен-долгунец является стратегической технической культурой для Беларуси, из которого получают три вида сырья для промышленности: семена, волокно, костру. В настоящее время главной задачей для льняного подкомплекса является создание конкурентоспособной отечественной сырьевой базы для перерабатывающих предприятий [1]. Основными проблемами факторами в выращивании льна-долгунца для льносеющих организаций является низкая урожайность и качество тресты, а также получаемого из нее волокна, и, как следствие, убыточность его производства [2]. Для получения высоких урожаев и качества льнопродукции необходимо соблюдать все элементы технологического процесса возделывания и уборки льна-долгунца, рекомендуемые наукой и передовым производственным опытом, в том числе связанные с системой питания растений.