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.

Азот является элементом роста для растений, регулирующим обменные процессы от синтеза хлорофилла до усвоения витаминов, а также формирование корневой системы и вегетативной массы [3–4]. Внесение азота для льна-долгунца осуществляется под весеннюю культивацию или предпосевную обработку почвы при использовании азотных удобрений: сульфата аммония ($(NH_4)_2SO_4$), мочевины ($(CO(NH_2)_2$), нитроаммофоски ($N_6P_{16}K_{16}$), нитрофоски ($N_{12}P_{12}K_{12}$), аммофоса ($N_{12}P_{48}$), КАС ($N_{30,\ 32}$), комплексных удобрений ($N_6P_{21}K_{32}$, $N_7P_{15}K_{29}$, $N_5P_{16}K_{35}$).

Лен-долгунец не требует большого количества минерального азота. Недостаток его приводит к недобору урожая и снижению себестоимости льнопродукции, а избыток – к наращиванию биомассы в ущерб образованию волокна [5–6]. Установлено, что нитратный азот сильнее увеличивает урожайность льна, чем аммиачный и амидный, но при этом оказывает более негативное воздействие на качество волокна [3]. В формировании прибавки урожайности льна в составе полного минерального удобрения на азот приходится наибольшее долевое участие – около 40 %, на фосфор и калий – 33 и 27 % соответственно [4]. Эффективность азотных удобрений зависит от уровня плодородия и гранулометрического состава почвы, погодных условий вегетационных периодов [7–8].

Цель исследований заключалась в установлении влияния доз минерального азота на урожайность льнопродукции при возделывании льна-долгунца на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве.

Материалы и методика исследований. Объектом исследований являлись растения среднеспелого сорта льна-долгунца Алтын, выращенные в полевых условиях 2024–2025 гг. на опытном поле РУП «Институт льна» Оршанского района Витебской области. Полевые опыты закладывали согласно общепринятой методике в четырехкратной повторности с площадью общей делянки 12 $м^2$, учетной – 10,5 $м^2$ [9]. Пахотный слой дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы опытного участка, подстилаемой моренным суглинком с глубины до 1 метра, характеризовался оптимальной для льна обменной кислотностью – pH_{kcl} 5,5–5,9, , повышенным и высоким содержанием подвижных форм фосфора – 253–310 мг/кг, средним и высоким содержанием калия – 160–369 мг/кг почвы, содержанием органического вещества 1,7–1,9 %.

Вегетационный период льна-долгунца в 2024 г. характеризовался как оптимальный с гидротермическим коэффициентом (ГТК) 1,41 (сумма атмосферных осадков – 212,6 мм, сумма активных температур – 1505,0 ºС), 2025 г. – переувлажненный (ГТК –2,25) (сумма осадков – 326,3 мм, сумма активных температур – 1453,4 ºС). Межфазный период льна «всходы – цветение» в 2024 г. проходил в условиях засухи (ГТК – 0,91), в 2025 г. – в условиях избыточного увлажнения (ГТК – 2,49). Условия влагообеспеченности в период созревания льна определяет 50 % урожая [10]. В 2024 г. период созревания протекал в оптимальных (ГТК – 1,59), в 2025 г. – в переувлажненных (ГТК – 1,93) по влагообеспеченности условиях.

Посев льна-долгунца проводился сеялкой точного высева WINTERSTELGER PLOTSEED XL при норме высева семян 22 млн шт/га, ширине междурядий 10 см. Защитные мероприятия посевов проводились согласно отраслевому регламенту по возделыванию льна-долгунца [11]: против сорной растительности применяли баковую смесь гербицидов Гербитокс, ВК, 0,7 + Секатор турбо, МД, 0,1 л/га (фаза «ёлочка»), Миура, КЭ, 1,0 л/га (через 7 дней); против льняной блохи – Брейк, МЭ, 0,07 л/га, против болезней – Абакус ультра, СЭ, 0,5 л/га.

Азотное удобрение вносилось в виде КАС–32, содержащего амидную, аммонийную и нитратную форму азота, в дозах 20, 25, 30, 35, 40 кг д.в./га на фоне фосфорно-калийного питания $P_{42}K_{64}$. Уборка льна включала теребление стеблестоя в фазе ранней желтой спелости (ТЛН-1,5 + МТЗ-320) с последующим ручным обмолотом коробочек и расстилом соломы в ленты.

Развитие болезней в посевах и полегание стеблестоя льна-долгунца определялось перед уборкой [12–13]. Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась с помощью программы Excel-2016.

Результаты исследований и их обсуждение. Дозы минерального азота в диапазоне 0–40 кг д.в./га изучали в товарных посевах льна-долгунца при двойном использовании на семена и волокно.

Азотное питание совместно с погодными условиями вегетации оказывает сильное влияние на развитие в посевах болезней. Высокие дозы азотных удобрений и увеличение содержания азота в стеблях льна стимулируют образование труднорастворимых форм пектинов, что затрудняет отделяемость костры от волокна и снижает его номер [14], а также вызывает обводненность тканей растений, уменьшение толщины кутикулы и оболочки клетки, что облегчает проникновение возбудителей болезней в ткани растений [15].

Увеличение дозы минерального азота с 20 до 35–40 кг д.в./га существенно повышало развитие септориоза у льна-долгунца, вызываемого несовершенным грибом *Septoria linicola (Speg.) Gar.*: в оптимальных погодных условиях вегетации 2024 г. на 7–13 %, в условиях избыточного увлажнения 2025 г. – на 10–24 %. Развитие антракноза и фузариозного увядания растений в зависимости от дозы минерального азота изменялось незначительно и варьировало в условиях 2024 г. в пределах 4–5 и 4–7 %, в 2025 г. – 11–15 и 4–5 % соответственно.

В среднем за годы исследований на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, содержащей 1,7–1,9 % органического вещества, без внесения азота урожайность семян составила 6,2 ц/га (рисунок 1). Внесение 20–25 кг д.в./га азота достоверно повышало урожайность семян на 1,5–2,7 ц/га (на 24–43 %) в сравнении с контролем. Максимальную урожайность семян обеспечило внесение дозы минерального азота 30 кг д.в./га – 9,6 ц/га, что на 3,4 ц/га (на 55 %) больше, чем в контрольном варианте. Дальнейшее повышение дозы минерального азота до 35–40 кг д.в./га снижало урожайность семян на 0,7–2,6 ц/га (на 7–27 %).

Стланцевая треста – это стебли льна-долгунца, в которых в результате биологического, химического или физическо-химического воздействия на-

рушена связь лубяных пучков с окружающими тканями [16]. Льняная треста приготавливается биологическим методом росяной мочки, основанном на жизнедеятельности микроорганизмов, путем расстила в поле. Так как азот является основным элементом роста для формирования высоты и вегетативной биомассы растений внесение минерального азота в дозах 20–40 кг д.в./га по отношению к контролю достоверно повышало урожайность тресты на 3,1–6,1 ц/га (на 5–9 %) (рисунок 2). В среднем за годы исследований для получения максимальной урожайности тресты достаточно было внесения 30 кг д.в./га азота. Увеличение дозы с 30 до 35–40 кг д.в./га не обеспечивало повышения урожайности тресты, но провоцировало полегание стеблестоя. В 2025 г. стеблевое полегание растений составило 2,3–2,5 баллов при их средней высоте 79–83 см.

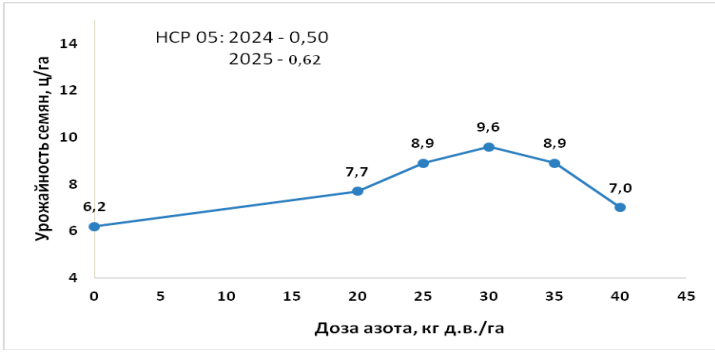


Рисунок 1. Влияние доз минерального азота на урожайность семян льна-долгунца (среднее за 2024–2025 гг.)

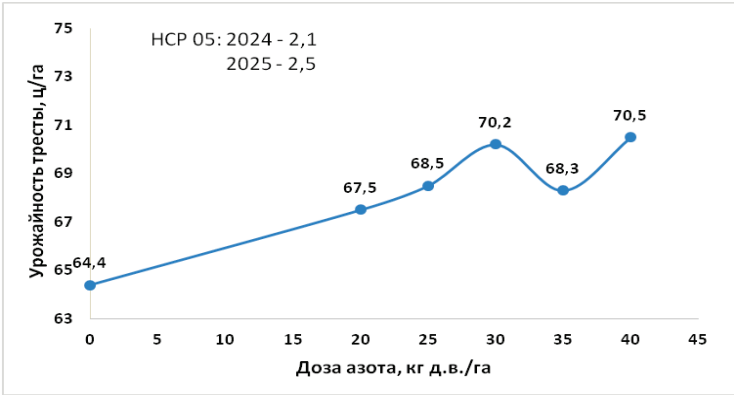


Рисунок 2. Влияние доз минерального азота на урожайность стланцевой льняной тресты (среднее за 2024–2025 гг.)

Основная продукция товарных посевов льна-долгунца – это льняное волокно, качество которого должно соответствовать стандартным образцам и требованиям СТБ 1195-2008. Средняя за 2024–2025 гг. исследований урожайность общего волокна без внесения азотного удобрения составила 17,7 ц/га, в том числе длинного – 11,2 ц/га (рисунок 3). Внесение 20–25 кг д.в./га азота обеспечило достоверное повышение урожайности общего волокна на 1,2–1,4 ц/га (на 7–8 %), в том числе длинного – на 1,2–1,7 ц/га (на 11–15 %). Доза азота 30 кг д.в./га обеспечила максимальную урожайность общего и длинного волокна 20,2 и 13,4 ц/га с прибавкой к контрольному варианту без внесения азотных удобрений 2,5 ц/га (14 %) и 2,2 ц/га (20 %) соответственно. Дальнейшее повышение дозы минерального азота до 35–40 кг д.в./га по отношению к дозе 30 кг д.в./га снижало урожайность общего волокна на 1,2–1,4 ц/га (6–7 %), в том числе длинного – на 0,8–1,4 ц/га (6–10 %). Снижение урожайности волокна происходило за счет снижения содержания в тресте длинной и общей фракций волокна на 3–12 и 4–6 %, соответственно, а также полегания стеблестоя.

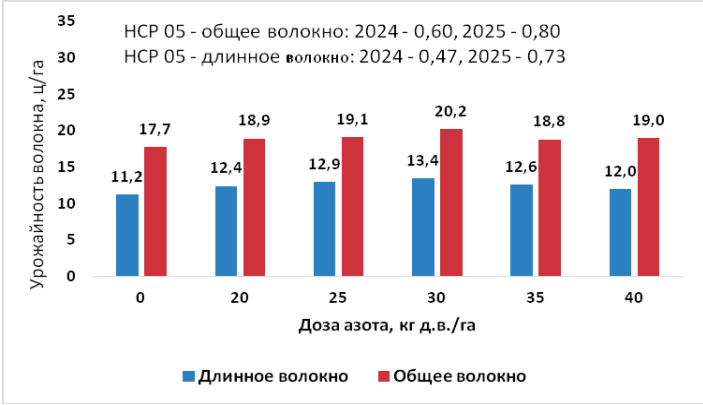


Рисунок 3. Влияние доз минерального азота на урожайность волокна льна-долгунца (среднее за 2024–2025 гг.)

Заключение

При возделывании льна-долгунца на дерново-подзолистой почве с содержанием 1,7–1,9 % органического вещества в оптимальных условиях вегетации 2024 г. и переувлажненных 2025 г. оптимальной дозой азотного удобрения была 30 кг д.в./га, обеспечивающая получение максимальной 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.

Повышение дозы минерального азота до 40 кг д. в./га провоцировало стеблевое полегание посевов и снижало урожайность семян на 0,7–2,6 ц/га

(на 7–27 %), волокна – на 1,2–1,4 ц/га (на 6–7 %), в том числе длинного – на 0,8–1,4 ц/га (на 6–10 %) по отношению к дозе азота 30 кг д. в./га.

Литература

1. Лен и конопля: зонально-адаптивные сорта и технологии производства / В. П. Понажев, Т. А. Рожмина, Л. Н. Павлова [и др.]. – Тверь : Тверской гос. ун-т, 2014. – 324 с.

2. Кожановский, В. А. Основные направления повышения эффективности возделывания и первичной обработки льна в сельскохозяйственных организациях Беларуси / В. А. Кожановский // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 4. – С. 7–12.

3. Попова, Г. А. Оценка сортообразцов льна по марфологическим показателям / Г. А. Павлова, А. П. Крепков // Селекция, семеноводство, агротехника, экномика и первичная обработка льна-долгунца : научные труды ВНИИЛ. – Торжок, 2002. – Вып. 30, Т. 1. – С. 22–25.

4. Державин, Л. М. Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии / Л. М. Державин. – М.: Колос, 1992. – 272 с.

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

6. Эффективность азотного удобрения при возделывании льна-долгунца на дерново-подзолистой связносупесчаной почве / В. А. Прудников, Н. В. Степанова, Д. П. Чирик [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 2 (135). – С. 48–51.

7. Прудников, В. А. Влияние азотного удобрения на урожайность льна-долгунца / В. А. Прудников // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 4. – С. 23–25.

8. Адаптивное льноводство: монография / под ред. А. В. Кучумова. – Смоленск: Универсум, 2016. – 216 с.

9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

10. Налиухин, А. Н. Почвенная диагностика азотного питания льна-долгунца / А. Н. Налиухин // Агрохимия. – 2016. – № 7. – С. 24–25.

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

12. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / А. Г. Жуковский, Н. А. Крупенко, С. Ф. Буга [и др.] ; под. ред. А. Г. Жуковского, Н. А. Крупенко, С. Ф. Буга. – Минск : Колорград, 2024. – 462 с.

13. Оценка состояния посевов озимой пшеницы по фазам вегетации в условиях Центрального района Нечерноземной зоны / П. В. Дацюк, О. А. Антошина, В. И. Петракова, В. З. Веневцева. – Рязань, 2007. – 38 с.

14. Соболев, М. А. Химия льна и лубоволокнистых материалов / М. А. Соболев. – Минск: Изд-во науч.-технич. Лит. Лег. пром. «Гизлепром», 1963. – 142 с.

15. Абушинова, Е. В. Продуктивность семян льна масличного в зависимости от применения азотных удобрений на дерново-карбонатных почвах в условиях Ленинградской области: дис. … канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Абушинова Елизовета Владимировна; ФГБОУ ВО СПбГАУ. – Санкт-Петербург, 2018. – 142 л.

16. Треста льняная. Требования при заготовках: СТБ 1194-2024. – Взамен СТБ 1194-2007; введ. 01.06.2025. – Минск: Госстандарт: Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2024. – 14 с.

EFFECT OF MINERAL NITROGEN DOSES ON FLAX YIELD
S. V. Kopylovich

Nitrogen is the main element for plants growth, affecting the formation of their vegetative mass, chlorophyll and proteins. The article presents the results of the research on the effect of mineral nitrogen doses on the yield of fiber flax when it is cultivated on sod-podzolic medium-loamy soil. With the content of 1.7–1.9 % of organic matter in soil under optimal (HTC 2024 – 1,41) and waterlogged (HTC 2025 – 2.25) vegetation conditions, the optimal dose of nitrogen fertilizer was established to be 30 kg of active ingredient/ha with the seed yield of 9.6 c/ha, dew retted straw –70.2 c/ha, total fiber – 20.2 c/ha, including scutched fibre – 13.4 c/ha. The nitrogen dose of 30–40 kg/ha reduced seed yield by 7–27 %, fiber yield by 6–7 % and long fiber yield by 6–10 %.

УДК 633.31:631.526.32:631.531.048

ПРОДУКТИВНОСТЬ И КОРМОВЫЕ ДОСТОИНСТВА СОРТОВ ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ НОРМАХ ВЫСЕВА СЕМЯН

С. В. Кравцов, А. А. Боровик, Н. Ф. Надточаев, Г. Н. Кот, И. А. Черепок,
кандидаты с.-х. наук, ***М. А. Мелешкевич, Н. С. Степаненко, А. С. Каменко***
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Дата поступления статьи в редакцию 29.01.2026)

Рецензент: Лужинский Д.В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. *В статье представлены результаты исследований за 2022–2025 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве девяти сортов люцерны посевной западноевропейской селекции. Увеличение нормы высева изучаемых сортов с 6 до 10 млн/га всхожих семян или на 67 % приводило к увеличению количества стеблей на 1 м^2 в первый год жизни люцерны на 37 %, во второй – на 15 %, в третий – на 11 % и в четвертый – на 6 %. Средняя урожайность сухого вещества за годы исследований с учетом покровной культуры (горохо-ячменная смесь) варьировала от 89,1 ц/га до 97,0 ц/га. У изучаемых сортов люцерны установлена средняя обратная связь между сбором сухого вещества и содержанием протеина или обменной энергии (r = –0,53 и –0,42 соответственно). Сорта Плато, Тимбале, Камила, Медиана и Фравер оказались наиболее урожайными по выходу кормовых единиц при обеих нормах высева семян, Екскуиз и Эзелина – при 10 млн/га. Наибольший сбор обменной энергии обеспечивали Камила, Фравер, Медиана при обеих нормах высева семян, Эзелина – при высеве 10 млн семян на 1 га.*

Введение. Традиционно важным источником высокобелковых кормов остаются многолетние бобовые травы, служащие в полевом кормопроизводстве гарантом долгосрочного обеспечения кормами, особенно в условиях ограниченных материально-технических ресурсов [1]. Одной из самых распространенных высокобелковых кормовых культур в мире является люцерна.