

## ВЛИЯНИЕ ПРИПОСЕВНОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО НА ЧЕРНОЗЕМЕ

*К.А. Есаулко, А.Ю. Ожередова, к.с.-х.н., А.Н. Есаулко, д.с.-х.н.,  
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»  
355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12.  
e-mail: [alena.gurueva@mail.ru](mailto:alena.gurueva@mail.ru)*

*Эксперимент проводили в 2021–2023 г. с целью изучения влияния фонов минерального питания и припосевного внесения комплексных макроудобрений на урожайность и качество семян льна масличного, возделываемого на черноземе выщелоченном. Место исследований – зона неустойчивого увлажнения Ставропольского края (учебно-опытная станция СтГАУ). В опыте рассматривались фоны (фактор А): контроль (без применения удобрений), доза  $N_{60}P_{70}K_{40}$ , внесённая под основную обработку почвы и дозы минеральных удобрений, применённые при посеве культуры, выравненные по фосфору (фактор В): контроль (без удобрений),  $N_4P_{16}$ ,  $N_{16}P_{16}K_{16}$ ,  $N_7P_{32}$ ,  $N_{32}P_{32}K_{32}$ .*

*Изучали раннеспелый сорт льна масличного ВНИИМК 620. В зоне неустойчивого увлажнения на изучаемой культуре удобрения вносят под основную обработку почвы, в наших исследованиях упор сделан на внедрении высокоэффективных и рентабельных агротехнологий, способствующих бережному использованию природных ресурсов и снижению энергопотребления в аграрном секторе. Вторым изучаемым фактором стало применение доз минеральных удобрений при посеве культуры.*

*Проведённое исследование позволило выявить оптимальные схемы минерального питания льна масличного, обеспечивающие высокую урожайность и улучшенные качественные характеристики семян. Так на оптимальном фоне минерального питания  $N_{60}P_{70}K_{40}$  дополнительное внесение удобрений при посеве значительно увеличивало структурные компоненты урожая, особенно с применением дозы  $N_{32}P_{32}K_{32}$ , что способствовало увеличению урожайности до 2,02 т/га.*

*В варианте с основным внесением  $N_{60}P_{70}K_{40}$  повышался уровень белка и улучшалось йодное число, делая продукцию более ценной для переработки и потребления. Припосевная доза  $N_7P_{32}$  обеспечивала значительное увеличение масличности семян по отношению к контролю – на 1,2%, а доза  $N_{32}P_{32}K_{32}$  – белка на 1,0%.*

*Ключевые слова: припосевное внесение, минеральные удобрения, структура урожая, урожайность, качество, лен масличный, белок, масличность.*

Для цитирования: Есаулко К.А., Ожередова А.Ю., Есаулко А.Н. Влияние припосевного внесения минеральных удобрений на урожайность и качество семян льна масличного на черноземе// Плодородие. – 2026. – №1. – С. 16-20. DOI: 10.25680/S19948603.2026.148.03.

Основными масличными культурами в Российской Федерации являются подсолнечник, соя, рапс, лен. В 2024 г. они занимали 9,76; 4,29; 2,73; 1,67 млн га посевных площадей. По сравнению с 2023 г. сократились площади только под подсолнечником – на 0,6%, а под соей, рапсом и льном возросли, соответственно, на 18,4; 29,3 и 18,3% [14].

О подсолнечнике, сое, рапсе имеется много данных о влиянии различных систем удобрения на урожайность и качество этих культур, а по льну таких сведений недостаточно. К крупнейшим регионам, производящим семена льна, по данным экспертно-аналитического центра агробизнеса, относятся Алтайский край, Ростовская, Омская, Курганская области и Ставропольский край, где валовый сбор семян составил, соответственно, 1,34; 1,20; 0,74; 0,60; 0,53 тыс. т [15]. Ставропольский край находится на пятом месте по производству льна, поэтому необходимо повысить его продуктивность за счет оптимизации минерального питания. Это относится к приоритетному направлению научно-технического развития нашей страны, утверждённому указом Президента от 18 июня 2024 г. [2, 6].

Минеральные удобрения обеспечивают льну доступ к

макроэлементам, таким как азот, фосфор и калий, которые необходимы для полноценного роста и формирования урожая. Азот стимулирует развитие вегетативной массы, а фосфор и калий играют важную роль в развитии корневой системы, фотосинтезе и повышении устойчивости к стрессам [10, 12, 13]. Внесение NPK в оптимальных дозах повышает урожайность семян льна на 20–30% в сравнении с контрольными вариантами [4, 5, 7, 8]. Основных способов внесения удобрений три – допосевное, припосевное и подкормки. На первых двух остановимся более подробно, так как они изучаются в наших исследованиях.

Удобрения, применяемые под основную обработку почвы на льне масличном – это базовый элемент технологии возделывания культуры, формирующий питательный фон для устойчивого роста. Без достаточного допосевного использования минеральных удобрений даже высокие дозы припосевного внесения не обеспечивают реализации потенциальной продуктивности льна. Например, дозы NPK 75–45–35 и 100–60–50 кг д.в./га в сочетании с подкормкой бором обеспечивают максимальную урожайность и качество семян, одновременно повышаются маслоёмкость и концентрация отдельных

микроэлементов. Дефицит азота и фосфора в основном фоне приводит к недоразвитию генеративных органов и снижению масличности, тогда как сбалансированное питание улучшает налив семян и повышает долю масла в урожае [9].

Припосевное (стартерное) внесение удобрений под лен масличный является основным приёмом интенсификации технологии, так как культура отличается медленным ростом в начале вегетации и относительно слабой корневой системой. Поэтому лен особенно чувствителен к обеспеченности доступными формами фосфора и азота в зоне посева семян. Такой способ внесения удобрений обеспечивает дружные всходы, устойчивое начальное развитие, рост урожайности семян и масла [1, 11].

**Цель наших исследований** – изучить влияние основного и припосевного внесения минеральных удобрений на урожайность и качество семян льна масличного, возделываемого на черноземе выщелоченном.

Полученные данные будут учтены при разработке и внедрении эффективных и экономически выгодных технологий, направленных на рациональное использование ресурсов и сокращение энергетических затрат в сельскохозяйственном производстве.

**Методика.** Исследования проводили с 2021 по 2023 г. на учебно-опытной станции Ставропольского ГАУ, расположенной в зоне неустойчивого увлажнения. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный мощный малогумусный тяжелосуглинистый. Агрохимическая характеристика почвы в слое 0–20 см:  $pH_{вод.}$  (потенциометрическим методом) 6,4 ед. (нейтральная); содержание органического вещества (по методу Тюрина) – 5,2% (среднее);  $N-NO_3$  (установлен ионометрическим методом) – 16–30 мг/кг почвы (среднее, высокое); подвижных форм фосфора и калия (по методу Мачигина), соответственно, 24–34 мг/кг (среднее, повышенное) и 240–270 мг/кг (среднее).

Опыт проведен на основе метода организованных повторений, повторность – 3-кратная. Ширина деланки 3,6 м, длина – 14,8 м, общая площадь деланки – 54 м<sup>2</sup>, учетная 30 м<sup>2</sup>. В эксперименте возделывали сорт льна масличного ВНИИМК 620 ФН (среднеспелый). В 2020 г. включен в Госреестр. Продолжительность вегетации от 78 до 83 дней. Среднерослый – высота 62–68 см, потенциальная урожайность 2,7 т/га. Предшественник – озимая пшеница.

Опыт двухфакторный: фактор А – фон (контроль),  $N_{60}P_{70}K_{40}$ , фактор В – доза минеральных удобрений (контроль,  $N_4P_{16}$ ,  $N_{16}P_{16}K_{16}$ ,  $N_7P_{32}$ ,  $N_{32}P_{32}K_{32}$ ). Первый фактор: 1. контроль – без применения удобрений, 2. доза  $N_{60}P_{70}K_{40}$ , вносили под основную обработку почвы 135 кг/га аммофоса ( $N_{16}P_{70}$ ) + 127 кг/га аммиачной селитры ( $N_{44}$ ) + калия хлористого 71 кг/га ( $K_{40}$ ). Второй фактор: 1. контроль (без применения удобрений), 2.  $N_4P_{16}$  – 33 кг/га аммофоса, 3.  $N_{16}P_{16}K_{16}$  – 100 кг/га нитроаммофоски, 4.  $N_7P_{32}$  – 58 кг/га аммофоса, 5.  $N_{32}P_{32}K_{32}$  – 200 кг/га нитроаммофоски. [3]. Все дозы минеральных удобрений внесены при посеве.

Выбор доз припосевного внесения минеральных удобрений ( $N_4P_{16}$ ,  $N_{16}P_{16}K_{16}$ ,  $N_7P_{32}$ ,  $N_{32}P_{32}K_{32}$ ) основывался на рекомендациях припосевного внесения удобрений под лен масличный для зоны проведения опытов, использовании наиболее распространенных в регионе удобрений (аммофос и нитроаммофоска) и выравнивании доз сравниваемых удобрений по содержанию фосфора).

Урожайность, структуру урожая учитывали в соответствии с методиками Госсортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019 г.) и Агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами (2022 г.). Белок определяли по ГОСТу Р 71208-2024, масличность по ГОСТу 10857-64. Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли корреляционно-регрессионным и дисперсионным методами.

Посев льна осуществлен 16.04.2021 г., 12.04.2022 г., 10.04.2023 г. Уборку проводили 19.07.21 г., 11.07.2022 г., 10.07.2023 г.

По количеству выпавших осадков в период вегетации культуры в сравнении со среднемноголетним показателем данного периода (250,3 мм), 2021 г. был переувлажненный (346,5 мм), 2022 г. – типичный (228,6 мм), 2023 г. – оптимальный (296,5 мм). По температурному режиму по сравнению со среднемноголетним значением (16,4<sup>0</sup>С) вегетационный период соответственно годам превышал норму на 2,0; 0,8; 0,6<sup>0</sup>С.

Лен масличный при формировании 1 т продукции в среднем выносит из почвы 30–35 кг/га N, 10–15 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 20–30 кг/га K<sub>2</sub>O. Коэффициенты использования питательных веществ из минеральных удобрений для льна масличного обычно составляют – 40–50% N, 15–25 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 40–60% K<sub>2</sub>O.

**Результаты и их обсуждение.** Лучшие структурные показатели льна масличного отмечены на фоне с применением дозы  $N_{60}P_{70}K_{40}$  под основную обработку почвы. Этот вариант превышал контроль (без удобрений) по элементам структуры: высота растений на 13 см, густота растений на 1 м<sup>2</sup> на 27 шт., биомасса растений на 1 м<sup>2</sup> на 99 г, количество коробочек на 0,8 шт., количество семян в коробочке на 0,5 шт., количество семян на 8,9 шт./раст., масса семян с 1 растения на 0,08 г, масса 1000 семян на 0,35 г. Увеличение было достоверным по всем показателям, кроме густоты растений и массы 1000 семян. Все изучаемые дозы минеральных удобрений по сравнению с контрольным вариантом способствовали существенному увеличению структуры урожая: биомассы растений (на 43, 66, 77, 93 г/м<sup>2</sup>) и массы 1000 семян (на 0,63, 0,65, 0,42, 0,59 г). Высота растений и масса семян с 1 растения достоверно по сравнению с контролем возрастали при внесении при посеве  $N_{16}P_{16}K_{16}$ ,  $N_7P_{32}$ ,  $N_{32}P_{32}K_{32}$  (на 5, 4, 9 см и 0,02, 0,04, 0,05 г). Лучшими вариантами, на которых количество семян с одного растения существенно превышало контроль, оказались  $N_{16}P_{16}K_{16}$  и  $N_{32}P_{32}K_{32}$  (на 3,2, 4,4 шт./раст.), а количество коробочек с достоверной разницей отмечено только при внесении дозы  $N_{32}P_{32}K_{32}$  (+ 9,5 шт.). Дозы минеральных удобрений не оказали влияния на густоту растений и количество семян в коробочке (табл. 1).

Все три года наибольшая урожайность льна масличного формировалась на фоне дозы минеральных удобрений  $N_{60}P_{70}K_{40}$ , по сравнению с контролем она существенно повышала продуктивность в 2021 г. на 0,59 т/га, в 2022 г. на 0,57, в 2023 г. на 0,27 т/га. Все дозы минеральных удобрений в 2021 и 2022 г. по сравнению с контролем существенно увеличивали урожайность культуры (на 0,13, 0,20, 0,27, 0,37; 0,12, 0,21, 0,27, 0,40 т/га). В 2023 г. она была достоверно выше контроля в вариантах с внесением при посеве  $N_{16}P_{16}K_{16}$ ,  $N_7P_{32}$ ,  $N_{32}P_{32}K_{32}$  (0,10; 0,14; 0,18 т/га). Максимальная урожайность льна масличного, независимо от изучаемых факторов, отмечена в 2022 г. – 2,05 т/га, она превысила показатель 2021 и 2023 г., соответственно, на 0,52 и 0,58 т/га.

**1. Влияние припосевого внесения минеральных удобрений на разных фонах на формирование структуры урожая льна масличного (в среднем за 2021-2023 г.)**

| Фон (фактор А)                                  | Доза минеральных удобрений (фактор В)           | Высота растений, см | Число растений на 1 м <sup>2</sup> | Биомасса растений, г/м <sup>2</sup> | Элементы структуры урожая |                         |                        |                             |                     |
|---|---|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------|
|   |   |                     |                                    |                                     | Число коробочек           | Число семян в коробочке | Число семян на 1 раст. | Масса семян с 1 растения, г | Масса 1000 семян, г |
| Контроль (без удобрений)                        | Контроль (без удобрений)                        | 59                  | 455                                | 361                                 | 8,6                       | 7,0                     | 60,2                   | 0,27                        | 5,65                |
|   | N <sub>4</sub> P <sub>16</sub>                  | 62                  | 462                                | 442                                 | 8,7                       | 7,0                     | 60,9                   | 0,29                        | 6,90                |
|   | N <sub>16</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub> | 66                  | 470                                | 478                                 | 8,9                       | 7,3                     | 65,0                   | 0,31                        | 6,92                |
|   | N <sub>7</sub> P <sub>32</sub>                  | 64                  | 460                                | 488                                 | 8,8                       | 7,2                     | 63,4                   | 0,34                        | 6,46                |
|   | N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> | 71                  | 472                                | 503                                 | 9,2                       | 7,4                     | 68,1                   | 0,35                        | 6,76                |
| N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>40</sub> | Контроль (без удобрений)                        | 75                  | 484                                | 535                                 | 9,4                       | 7,6                     | 71,4                   | 0,38                        | 6,86                |
|   | N <sub>4</sub> P <sub>16</sub>                  | 75                  | 486                                | 540                                 | 9,5                       | 7,6                     | 71,6                   | 0,38                        | 6,88                |
|   | N <sub>16</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub> | 77                  | 491                                | 549                                 | 9,6                       | 7,7                     | 72,9                   | 0,39                        | 6,90                |
|   | N <sub>7</sub> P <sub>32</sub>                  | 78                  | 495                                | 562                                 | 9,6                       | 7,7                     | 72,9                   | 0,39                        | 6,90                |
|   | N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> | 80                  | 499                                | 578                                 | 9,7                       | 7,8                     | 73,4                   | 0,40                        | 6,93                |
| НСР <sub>05</sub> : фактор А                    |   | 4,8                 | 32,8                               | 32,6                                | 0,58                      | 0,44                    | 3,86                   | 0,022                       | 0,448               |
| В   |   | 2,6                 | 18,8                               | 18,4                                | 0,38                      | 0,34                    | 2,88                   | 0,018                       | 0,246               |
| АВ  |   | 7,2                 | 48,2                               | 48,8                                | 0,92                      | 0,72                    | 6,64                   | 0,036                       | 0,722               |

В среднем за три года фон N<sub>60</sub>P<sub>70</sub>K<sub>40</sub> достоверно повышал продуктивность льна масличного по сравнению с контролем на 0,47 т/га. Все дозы минеральных удобрений в опыте за исключением N<sub>4</sub>P<sub>16</sub> по сравнению с контролем существенно увеличивали урожайность – на 0,17; 0,22; 0,31 т/га (табл. 2, рис. 1).

Фон минерального питания не оказал влияния на накопление в семенах льна масла, доза N<sub>60</sub>P<sub>70</sub>K<sub>40</sub> в 2021 г. (+0,5%), в 2022 г. (+0,3%), в 2023 г. (+0,1%) и в среднем за три года (+0,2%) показатель существенно не превышал контроль.

В 2021 и 2022 г. только доза N<sub>7</sub>P<sub>32</sub> достоверно повышала масличность культуры на 1,0 и 0,7%, в 2023 г. дозы N<sub>7</sub>P<sub>32</sub> и N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub>, соответственно, на 1,8 и 3,6%.

Анализ средних данных по годам показал, что оптимальная масличность культуры, получена в 2022 г. – 48,1%, что выше, чем в 2021 г. на 0,3%, в 2023 г. на 4,8%.

**2. Влияние припосевого внесения минеральных удобрений на разных фонах на урожайность льна масличного**

| Фон (А)   | Доза минеральных удобрений (В)                  | Урожайность, т/га |         |         |                         |
|---|---|-------------------|---------|---------|-------------------------|
|   |   | 2021 г.           | 2022 г. | 2023 г. | Средняя за 2021-2023 г. |
| Контроль (без удобрений)                        | Контроль (без удобрений)                        | 0,95              | 1,48    | 1,19    | 1,21                    |
|   | N <sub>4</sub> P <sub>16</sub>                  | 1,16              | 1,66    | 1,26    | 1,36                    |
|   | N <sub>16</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub> | 1,25              | 1,78    | 1,35    | 1,46                    |
|   | N <sub>7</sub> P <sub>32</sub>                  | 1,36              | 1,88    | 1,40    | 1,55                    |
|   | N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> | 1,48              | 2,06    | 1,44    | 1,66                    |
| N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>40</sub> | Контроль (без удобрений)                        | 1,73              | 2,23    | 1,56    | 1,84                    |
|   | N <sub>4</sub> P <sub>16</sub>                  | 1,77              | 2,30    | 1,55    | 1,87                    |
|   | N <sub>16</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub> | 1,83              | 2,35    | 1,60    | 1,93                    |
|   | N <sub>7</sub> P <sub>32</sub>                  | 1,86              | 2,37    | 1,63    | 1,95                    |
|   | N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> | 1,94              | 2,43    | 1,68    | 2,02                    |
| НСР <sub>05</sub> : фактор А                    |   | 0,092             | 0,116   | 0,102   | 0,100                   |
| В   |   | 0,074             | 0,084   | 0,060   | 0,074                   |
| АВ  |   | 0,150             | 0,196   | 0,151   | 0,164                   |

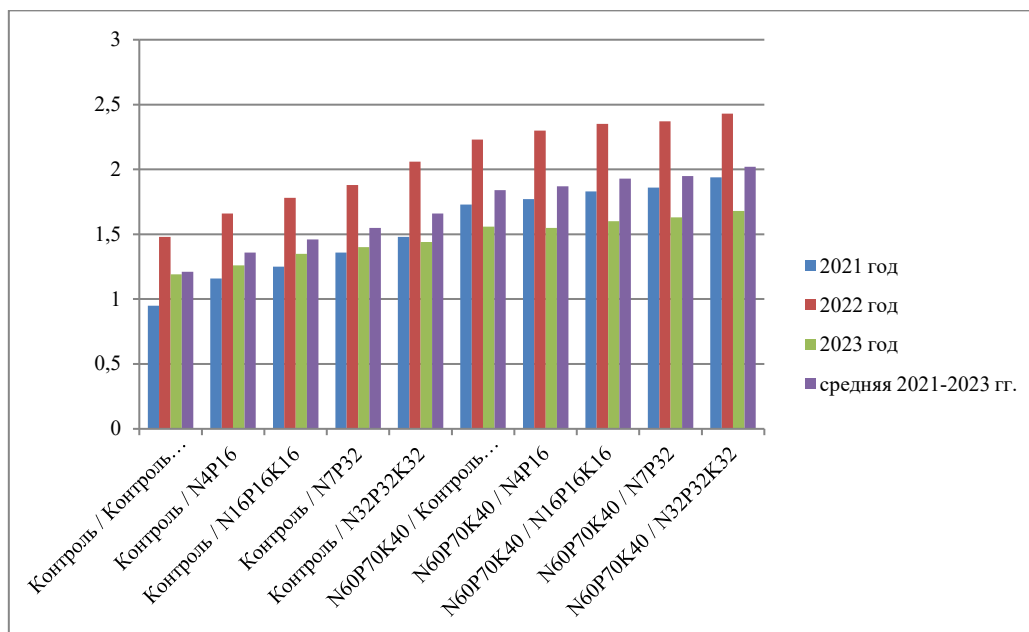


Рис. Урожайность льна масличного в зависимости от припосевого внесения минеральных удобрений на разных фонах, т/га

Фон N<sub>60</sub>P<sub>70</sub>K<sub>40</sub> в среднем за три года достоверно увеличивал сбор масла по сравнению с контролем на 0,22 т/га, как и все применяемые при посеве дозы минеральных удобрений (на 0,05; 0,08; 0,13; 0,15 т/га) (табл. 3).

Концентрация белка в семенах льна масличного по годам варьировала, существенное увеличение по

сравнению с контролем на фоне N<sub>60</sub>P<sub>70</sub>K<sub>40</sub> было зафиксировано только в 2022 и 2023 г., соответственно, на 1,4 и 3,0%. В 2021 г. показатель достоверно превышал естественный агрохимический фон при внесении доз N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub> (+1,2%) и N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> (+1,3%), в 2022 г. – N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> (+1,0%), в 2023 г. – N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub> (+1,1%).

В анализируемый период фон достоверно увеличивал количество белка в семенах льна масличного по сравнению с контролем на 1,8%. Только доза N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> по сравнению с естественным агрохимическим фоном существенно повышала показатель на 1,0%. В среднем в опыте содержание белка в семенах льна масличного в 2021 г. составило 23,7 %, в 2022 г. – 22,1, в 2023 г. 26,0%. Только по фактору А было зафиксировано достоверное повышение йодного числа по сравнению с контролем на 7 г /100 г (табл. 4).

### 3. Влияние припосевого внесения минеральных удобрений на разных фонах на % содержания масла в семенах льна масличного

| Фон (А)   | Доза минеральных удобрений (В)                  | Масличность, % |         |         |      | Средняя за 2021-2023 г. | Сбор масла (в среднем за 2021-2023 г.), т/га |
|---|---|----------------|---------|---------|------|-------------------------|--|
|   |   | 2021 г.        | 2022 г. | 2023 г. |      |                         |  |
| Контроль (без удобрений)                        | Контроль (без удобрений)                        | 46,8           | 47,2    | 42,0    | 45,3 | 0,55                    |  |
|   | N <sub>4</sub> P <sub>16</sub>                  | 47,9           | 48,0    | 42,5    | 46,1 | 0,63                    |  |
|   | N <sub>16</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub> | 47,0           | 48,0    | 43,0    | 46,0 | 0,67                    |  |
|   | N <sub>7</sub> P <sub>32</sub>                  | 48,4           | 48,5    | 44,5    | 47,1 | 0,73                    |  |
|   | N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> | 47,8           | 48,0    | 44,0    | 46,6 | 0,78                    |  |
| N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>40</sub> | Контроль (без удобрений)                        | 48,2           | 48,0    | 43,0    | 46,4 | 0,85                    |  |
|   | N <sub>4</sub> P <sub>16</sub>                  | 48,5           | 48,0    | 43,5    | 46,6 | 0,87                    |  |
|   | N <sub>16</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub> | 47,9           | 48,0    | 43,0    | 46,3 | 0,89                    |  |
|   | N <sub>7</sub> P <sub>32</sub>                  | 48,5           | 48,5    | 44,2    | 47,1 | 0,92                    |  |
|   | N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> | 47,2           | 48,3    | 42,8    | 45,6 | 0,92                    |  |
| НСР <sub>05</sub> : фактор А                    |   | 1,22           | 1,46    | 1,12    | 1,10 | 0,048                   |  |
| В   |   | 0,74           | 0,66    | 0,62    | 0,80 | 0,026                   |  |
| АВ  |   | 1,94           | 2,12    | 1,68    | 1,88 | 0,072                   |  |

### 4. Влияние припосевого внесения минеральных удобрений на разных фонах на накопление в семенах льна масличного белка

| Фон (А)   | Доза минеральных удобрений (В)                  | Содержание белка, % |         |         |                         | Йодное число, г/100 г (среднее за 2021-2023 г.) |
|---|---|---------------------|---------|---------|-------------------------|---|
|   |   | 2021 г.             | 2022 г. | 2023 г. | Среднее за 2021-2023 г. |   |
| Контроль (без удобрений)                        | Контроль (без удобрений)                        | 22,8                | 21,2    | 24,4    | 22,8                    | 170   |
|   | N <sub>4</sub> P <sub>16</sub>                  | 23,5                | 21,3    | 23,9    | 22,9                    | 174   |
|   | N <sub>16</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub> | 24,0                | 21,4    | 25,0    | 23,5                    | 176   |
|   | N <sub>7</sub> P <sub>32</sub>                  | 22,1                | 20,9    | 24,5    | 22,5                    | 174   |
|   | N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> | 23,8                | 22,1    | 24,5    | 23,5                    | 178   |
| N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>40</sub> | Контроль (без удобрений)                        | 23,7                | 22,7    | 27,1    | 24,5                    | 182   |
|   | N <sub>4</sub> P <sub>16</sub>                  | 24,0                | 22,1    | 27,0    | 24,4                    | 180   |
|   | N <sub>16</sub> P <sub>16</sub> K <sub>16</sub> | 24,9                | 23,4    | 28,3    | 25,5                    | 183   |
|   | N <sub>7</sub> P <sub>32</sub>                  | 23,0                | 22,0    | 26,4    | 23,8                    | 179   |
|   | N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> | 25,3                | 23,9    | 28,5    | 25,8                    | 181   |
| НСР <sub>05</sub> : фактор А                    |   | 1,44                | 1,32    | 1,62    | 1,42                    | 5,2   |
| В   |   | 0,98                | 0,90    | 1,02    | 0,88                    | 4,8   |
| АВ  |   | 2,32                | 2,18    | 2,45    | 2,28                    | 9,6   |

Расчет показателей экономической эффективности позволил установить, что на контроле (без применения удобрений) припосевное внесение минеральных удобрений увеличивало прибыль с 1 га на 3,3-9,6 тыс. руб., а максимальный показатель 18,96 тыс. руб. обеспечило припосевное внесение N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub>.

На фоне основного внесения N<sub>60</sub>P<sub>70</sub>K<sub>40</sub> показатели экономической эффективности производства льна масличного оказались выше, чем на контроле (без удобрений). Однако в вариантах с припосевным внесением удобрений основные показатели (прибыль – с 1 га 19,4-

20,4 тыс. руб, рентабельность – 38,5-41%) оказались ниже или были на уровне контроля N<sub>60</sub>P<sub>70</sub>K<sub>40</sub>.

**Выводы.** Применение фона N<sub>60</sub>P<sub>70</sub>K<sub>40</sub> под основную обработку почвы обеспечивало наиболее высокие показатели структуры урожая льна масличного по сравнению с контролем, включая: высоту растений (+ 13 см), биомассу (+ 99 г/м<sup>2</sup>), число коробочек (+ 0,8 шт.), семян в коробочке (+ 0,5 шт.), общее количество семян (+ 8,9 шт/раст.), массу семян с растения (+0,08 г). Возрастали в среднем за 2021-2023 г. урожайность (на 0,47 т/га) и качество продукции (белка и йодного числа на 1,8% и 7 г/100 г).

Ряд структурных показателей достоверно возрастал с припосевным применением всех доз удобрений (биомасса растений на 43-93 г/м<sup>2</sup>, масса 1000 семян (на 0,42-0,65 г), но достоверное увеличение урожайности относительно естественного агрохимического фона отмечалось в вариантах N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub>, N<sub>7</sub>P<sub>32</sub>, N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> (на 0,17, 0,22, 0,31 т/га).

По сравнению с контролем (без удобрений) существенно увеличивал масличность только вариант, где при посеве применяли дозу N<sub>7</sub>P<sub>32</sub> (+1,2%), а сбор масла достоверно повышали все дозы. Единственной дозой, значительно повысившей концентрацию белка по сравнению с контролем, оказалась N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> (+1,0%). По анализу данных урожайности и качественных характеристик льна масличного, можно рекомендовать производство в зоне неустойчивого увлажнения под основную обработку почвы вносить дозу N<sub>60</sub>P<sub>70</sub>K<sub>40</sub> и при посеве N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub>, что формирует стабильно значимую прибавку урожая (на 0,18 т/га) и улучшает качественные характеристики культуры.

Расчет экономических показателей подтвердил высокую эффективность припосевого внесения минеральных удобрений на фоне без применения основного удобрения, а максимальный показатель обеспечило припосевное внесение N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub>.

#### Литература

1. Антонова О.И., Латарцев П.Ю. Эффективность припосевого внесения аммиачной селитры и азотоски под лен масличный при его повторном посеве // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 6. – С. 5-10.
2. Дридигер В.К., Есаулко А.Н., Дорожек Г.Р. Лен масличный на Ставрополье: монография. – Ставрополь: Параграф, 2013. – 148 с.
3. Есаулко К. А. Ожередова А. Ю., Устименко Е. А. Влияние припосевого внесения минеральных удобрений на химический состав семян льна масличного на черноземе выщелоченном // International agricultural journal. – 2025. – №. 6. – С. 256-269. DOI: <https://doi.org/10.55186/25880209>
4. Кузнецкин И. А., Рожмина Т. А. Скрининг образцов коллекции масличного льна по урожайности и их адаптивность в условиях Северо-Запада России // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 8. – С. 30-36. DOI 10.53859/02352451\_2022\_36\_8\_30.
5. Подплетная А.А., Виноградов Д.В. Урожайность льна масличного в зависимости от доз удобрений в условиях Нечерноземной зоны // Известия Дагестанского ГАУ. – 2023. – № 3(19). – С. 48-55. DOI 10.52671/26867591\_2023\_3\_48.
6. Ситников В.Н., Есаулко А.Н., Письменная Е.В. Влияние климатических условий на продуктивность озимой пшеницы в Центральном Предкавказье // International Agricultural Journal. – 2024. – Т. 67, № 4. DOI 10.55186/25880209-2024-8-4-8.
7. Сухопалова Т.П. Урожайность льна масличного в зависимости от агротехнических приемов в Центральном районе Нечерноземной зоны // Плодородие. – 2022. – № 3. – С. 57-61. DOI 10.25680/S19948603.2022.126.16.
8. Урожайность, накопление масла и качество семян льна масличного в условиях Северного Казахстана / О.О. Крадецкая, С.М. Дашкевич, М.У. Утебаев, И.В. Чилимова, Е.А. Тен // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2022. – № 3. – С. 41-48. DOI 10.48136/2222-0364\_2022\_3\_41.

9. Abdulazeez S. D. Salih R. F. Growth and yield of linseed (*Linum usitatissimum* L.) enhanced through adding organic and inorganic fertilizers // *Journal of Medicinal and Industrial Plants*. – 2025. – Vol. 3 (1). – P. 80- 89.

10. *Enhancing* drought tolerance of flax and improving oil quality features by priming seeds in folic acid / E.G. Budran, N.M. Hassan, Z.M. El-bastawisy, E.H. El-Harary, M.M.N. Alla // *Agrochimica*. 2023. Vol. 67, No. 1. P. 45-65. DOI 10.12871/000218572023124.

11. *Flax* Response to a Wide Range of Nitrogen & Phosphorus Fertilizer Rates in Western Canada (Project №20150105) / C. Holzapfel, J.Schoenau, J. Pratchler, M. Hall, R. Mohr, J. Webe, B.Nybo, L.Shaw, J. Slaski // Final Report for the Saskatchewan Ministry of Agriculture (ADF Program), Saskatchewan Flax Development Commission (SFDC) & Western Grains

Research Foundation (WGRF), 2018. P. 1-37.

12. *Increasing* Flax Crop Performance and Oil Content with Phosphorus and Foliar Zinc Supplementations / A. Rahman, N. Ali, M.M. Anjum, F. Jalal, B. Khan, G.R. Khan, S. Ali // *Gesunde Pflanzen*. 2023. Vol. 75, No. 6. P. 2773-2783. DOI 10.1007/s10343-023-00906-4.

13. *Variety* of oil flax Angelit / L.G. Ryabenko, V.S. Zelentsov, L.R. Ovcharova, S.V. Zelentsov // *Oil Crops*. 2024. Vol. 4, No. 200. P. 155-157. DOI 10.25230/2412-608x-2024-4-200-155-157.

14. URL: <https://glavagronom.ru/news/posevnye-ploshchadi-v-rossii-v-2024-godu-sokratilis-pochti-na-1-mln-ga> (дата обращения 06.05.2025 г.).

15. URL: <https://ab-centre.ru/news/rynok-lna-rossii-v-2023-godu-perspektivy-na-2024-god> (дата обращения 06.05.2025 г.).

## THE EFFECT OF PRE-SOWING APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS ON THE YIELD AND QUALITY OF OIL FLAX SEEDS ON LEACHED CHERNOZEM

**K.A. Esaulko, postgraduate student of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology,  
A.Yu. Ozheredova, Ph.D. Sci., Associate Professor, Department of Agrochemistry and Plant Physiology,  
A.N. Esaulko, doctor of agricultural sciences Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology,  
Professor of the Russian Academy of Sciences, Stavropol State Agrarian University,  
355017, Stavropol, the lane Zootechnicheskij12. e-mail: [alena.gurueva@mail.ru](mailto:alena.gurueva@mail.ru)**

*The experiment was conducted from 2021 to 2023 to study the effect of mineral nutrition backgrounds and pre-sowing application of complex macrofertilizers on the yield and seed quality of oilseed flax grown on leached chernozem. The study was conducted in the unstable moisture zone of the Stavropol Territory (the educational and experimental station of the Stavropol State Agrarian University). The following background conditions (factor A) were considered in the experiment: control (no fertilizer application),  $N_{60}P_{70}K_{40}$  dose (applied during primary tillage), and mineral fertilizer doses applied during crop sowing, adjusted for phosphorus (factor B): control (no fertilizer application),  $N_4P_{16}$ ,  $N_{16}P_{16}K_{16}$ ,  $N_7P_{32}$ ,  $N_{32}P_{32}K_{32}$ .*

*The early-ripening oilseed flax variety VNIMK 620 was studied. In the zone of unstable moisture, fertilizers are applied during primary tillage. Our research focused on the implementation of highly efficient and cost-effective agricultural practices that promote the careful use of natural resources and reduce energy consumption in the agricultural sector. The second factor studied was the application of mineral fertilizers during sowing.*

*The study identified optimal mineral nutrition regimens for oilseed flax that ensure high yields and improved seed quality. Thus, with an optimal mineral nutrient regimen of  $N_{60}P_{70}K_{40}$ , additional fertilizer application during sowing significantly increased the structural components of the yield, especially with the application of  $N_{32}P_{32}K_{32}$ , which contributed to a yield increase of 2,02 t/ha.*

*The variant with primary application of  $N_{60}P_{70}K_{40}$  increased protein levels and improved the iodine value, making the product more valuable for processing and consumption. The pre-sowing dose of  $N_7P_{32}$  provided a significant increase in seed oil content relative to the control by +1,2%, and the dose of  $N_{32}P_{32}K_{32}$  provided a protein content by +1,0%.*

*Keywords: pre-sowing application, mineral fertilizers, crop structure, yield, quality, oil flax, protein, oil content.*