

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ КАС-32 И ДИАММОФОСКИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ПО МИНИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВ В ПРИСАЛАИРСКОЙ ЗОНЕ

EFFECTIVENESS OF UREA-AMMONIA LIQUOR KAS-32 AND COMPOUND NPK FERTILIZER IN LINSEED FLAX GROWING WITH MINIMAL TILLAGE IN THE SALAIR ZONE

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, КАС-32, диаммофоска, густота, количество коробочек, урожайность, белок, масло, окупаемость, основные элементы питания.

Среди основных элементов питания лен масличный потребляет и выносит в большем количестве, по сравнению с другими элементами, азот. Допосевное внесение КАС-32 в дозах 100 и 150 л/га совместно с припосевным внесением диаммофоски по 1 ц/га способствовало большему потреблению азота. В семенах в среднем за 2 года оно составляло 3,38-3,74% против 3,19% на контроле, содержание калия при 0,65% на контроле по вариантам с КАС-32 находилось в пределах 0,54-0,77%, при 0,73% по сочетанию $N_{74}P_{26}K_{26}$, составляя 0,54% по $N_{53}P_{26}K_{26}$. Уровень фосфора был в пределах 0,50-0,53%, против 0,48% на контроле. При этом в соломе уровень азота и фосфора был ниже, а калия – выше, чем в семенах, – соответственно, 0,53-0,79; 0,065-0,9 и 0,88-1,08% против 3,19-3,74; 0,48-0,65 и 0,54-0,77%. Проведенные опыты показали положительное влияние вносимых удобрений на такие основные элементы структуры урожая. По вариантам с КАС-32 густота растений в среднем за 2 года составляла 331-341 шт/м² против 272 на контроле, а количество коробочек – 13,8-13,9 шт. на растении против 9 шт., или было выше в 1,4-1,42 раза. Урожайность семян увеличилась с 1,28 до 1,76-1,85 т/га, или на 37,5 и 44,5%. Содержание белка повысилось с 18,5 до 20,3-21,9%, а масличность – с 46,7 до 46,2-47,8%. Одно припосевное внесение диаммофоски обеспечило в оба года высокое накопление масла – 50,6 и 44,6%, в среднем за 2 года 47,6%. Окупаемость 1 кг д.в. составляла от 2,09 кг по варианту с диаммофоской и по 4,52-4,57 кг по сочетаниям с КАС-32.

Keywords: leached chernozem, urea-ammonia liquor KAS-32, compound NPK fertilizer (diammophoska), crop density, number of capsules, yielding capacity, protein, oil, payback, major nutrients.

Of the major nutrients, linseed flax consumes and removes more nitrogen than other nutrients. Pre-sowing application of urea-ammonia liquor KAS-32 in rates of 100 and 150 L ha together with seedbed application of compound NPK fertilizer (diammophoska) (100 kg ha) contributed to greater nitrogen consumption. In seeds, on two-year average, it was 3.38-3.74% compared to 3.19% in the control; the potassium content at 0.65% in the control for the variants with KAS-32 was in the range of 0.54-0.77%, at 0.73% for the combination of $N_{74}P_{26}K_{26}$, amounting to 0.54% for $N_{53}P_{26}K_{26}$. The phosphorus level was in the range of 0.50-0.53% compared to 0.48% in the control. At the same time, the content levels of nitrogen and phosphorus in straw were lower, and potassium content was higher than in linseeds, respectively 0.53-0.79%, 0.065-0.9% and 0.88-1.08% compared to 3.19-3.74, 0.48-0.65 and 0.54-0.77%. The experiments showed the positive effect of fertilizers applied on such basic elements of the yield formula. In the variants with urea-ammonia liquor KAS-32, the two-year average plant density was 331-341 pcs m² compared to 272 in the control; the number of capsules was 13.8-13.9 pcs per plant compared to 9 pcs, or it was 1.4-1.42 times higher. Linseed yields increased from 1.28 t ha to 1.76-1.85 t ha, or by 37.5 and 44.5%. The protein content increased from 18.5 to 20.3-21.9%, and the oil content increased from 46.7 to 46.2-47.8%. One seedbed application of compound NPK fertilizer (diammophoska) provided high oil accumulation of 50.6 and 44.6% on both years and on two-year average - 47.6%. The cost recovery of 1 kg of primary nutrient ranged from 2.09 kg in the variant with of compound NPK fertilizer (diammophoska) and 4.52-4.57 kg in combinations with urea-ammonia liquor KAS-32.

Латарцев Павел Юрьевич, управляющий, АО «Орбита», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: latarcev-pavel@mail.ru.

Latartsev Pavel Yurevich, Managing Director, AO "Orbita", Barnaul, Russian Federation, e-mail: latarcev-pavel@mail.ru.

Введение

Востребованность на рынке семян льна масличного и его масла обусловлена особенностью их состава. Его применяют и в медицине, и в промышленности (лакокрасочной, бу-

мажной, текстильной), а жмых – прекрасный корм для животных и птиц. Даже солома льна используется для получения ваты, которую применяют не только в медицине, но и в военной промышленности.

Такой спектр заслуг льна масличного обусловил усиление селекции сортов для разных регионов РФ.

В Алтайском крае с 2000 г. широко используется сорт Северный омской селекции.

Расширение площадей его возделывания произошло благодаря способности произрастания в острозасушливых и умеренно увлажненных зонах, при этом долгие годы не удается получение потенциальной урожайности сорта – 20-25 ц/га.

Известно, что в формировании урожайности культур кроме сортовых особенностей, погодных условий важное место занимают удобрения. И от того, как правильно они размещены в почве и обеспечивают растения необходимым количеством питательных веществ, зависит величина урожайности. Минимальная обработка почвы с прямым посевом льна исключает внесение высоких доз удобрений с учетом их выноса урожаем и сводит систему их применения к припосевному приему с последующей подкормкой небольшим количеством макро- и микроудобрений.

В литературе приводится много результатов исследований с изучением эффективности допосевого внесения простых минеральных удобрений, при их заделе под основную обработку почвы или под предпосевную культивацию. Чаще использовалась аммиачная селитра, суперфосфат, KCl, калийная соль или добавляли комплексные удобрения. Дозы удобрений рассчитывались на определенную величину урожая [1-5].

В наших исследованиях в 2012-2014 гг. было изучено влияние припосевого внесения аммиачной селитры и азофоски в дозах N_{31} , $N_{16}P_{16}K_{16}$, $N_{41}P_{24}K_{24}$ в условиях Кытмановского района на урожайность, качество и потребление элементов питания льном сорта Северный и показано, что все изучаемые сочетания обеспечивают рост урожайности с 9,15 до 10,35-11,55 ц/га с содержанием в семенах азота от 3,02 до 4,1%, фосфора – 0,74-0,9% и K_2O – 1,94-2,2%. Наибольшая эффективность получена по $N_{41}P_{24}K_{24}$ [6, 7].

Действие $N_{41}P_{24}K_{24}$ было нестабильно по годам, что связано с размещением удобрений в верхнем слое почвы, подвергающемуся высушиванию.

Использование жидкого азотного удобрения КАС-32 будет способствовать лучшему усвое-

нию азота и элементов питания комплексных удобрений, внесенных одновременно с посевом.

В 2017 г. при появлении на рынке безводного аммиака и КАС-32 в Мамонтовском районе был проведен опыт с внесением КАС-32 до посева опрыскивателем с заделкой под предпосевную обработку, а комплексное удобрение аммофос в дозе 0,5 ц/га при посеве. Дозы КАС-32 составляли 100 и 150 л/га. Для сравнения была внесена аммиачная селитра дозой 1 ц/га. Под влиянием совместного внесения КАС-32 с аммофосом по сочетанию $N_{69}P_{26}$ получена урожайность семян 1,73 т/га с содержанием белка 25,2%, масла 43,6%, а N_{63} – соответственно, 1,52 т/га, 31,8% и 41%, в то время как по селитре (N_{24}) – 1,29 т/га, 21,7% белка и 43,6% масла [8].

Аналогичный опыт с разными дозами КАС-32, внесенного опрыскивателем перед посевом, и аммофоса по 0,8 ц/га при посеве был проведен в Присалаирской зоне в 2020 г. При урожайности семян на контроле 1,08 т/га при внесении одного аммофоса $N_{10}P_{42}$ она составляла 1,3 т/га, а по сочетанию с КАС-32 $N_{42}P_{42}$ – 1,4 т/га и $N_{73}P_{42}$ – 1,48 т/га с увеличением содержания масла с 42,9 до 43,4-44,6%. При близком содержании белка по вариантам 16,4-17,1% его выход увеличился с 1,77 до 1,92-2,29 ц/га [8, с. 36; 9, с. 10].

Однако внесение КАС-32 опрыскивателем сопровождается потерями азота с поверхности поля. При этом использование агрегата Ликвилайзер обеспечивает закрепление всех форм азота в почве на глубине 10-15 см.

В связи с этим изучение действия припосевого внесения КАС-32 в разных дозах агрегатом Ликвилайзер и диаммофоски при посеве льна комплексом John Deere (Джон Дир) при минимальной обработке почвы на потребление питательных веществ, формирование структуры урожая, урожайности и качества семян льна в условиях Присалаирской природно-экономической зоны, где под посевами льна занято около 10 тыс. га, актуально.

Объекты и методы исследований

Представлены результаты опытов с льном масличным сорта Северный, проведенных в условиях Присалаирской зоны в Кытмановском районе в 2022-2023 гг.

Перед закладкой опытов в эти годы, согласно проведенным анализам, почва характеризовалась близкой к нейтральной реакцией почвы (pH_c – 5,5-6), средней гумусированностью (4,4-4,5%), низкой обеспеченностью азотом ($N-NO_3$ – 6-8,4 мг/кг) и повышенной подвижным фосфором (140-148 мг/кг) и обменным калием (97-109 мг/кг), что для повышения урожайности льна требует внесения минеральных удобрений.

Опыты были заложены по схеме: 1) контроль; 2) $N_{10}P_{26}K_{26}$; 3) $N_{53}P_{26}K_{26}$; 4) $N_{74}P_{26}K_{26}$.

КАС-32 в дозах 100 и 150 л/га вносили Ликвилайзером, а диаммофоску по 1 ц/га одновременно с посевом комплексом Джон Дир 1890.

Площадь опытной делянки 200 м², повторность 4-кратная.

В течение вегетации льна применяли средства защиты растений: Зингер, СП – 8 г/га, Линтаплант, ВК – 0,6 л/га и дважды Форвард, МКЭ – 1,2 л/га.

В фазы елочка, цветение и в уборку отбирали растения по 100 шт. с вариантов, в которых определяли содержание основных элементов питания методом мокрого озоления.

В семенах льна определяли массу 1000 семян (ГОСТ 10842-89), белок (ГОСТ 10846-91) и масло (ГОСТ 10857-64). Достоверность полученных результатов устанавливали дисперсионным анализом по Б.А. Доспехову [10].

Результаты исследований

Погодные условия вегетационного периода в 2022 г. при меньшем количестве осадков (149 мм против 216 мм в 2023 г.) сложились более благоприятно, особенно в 1-й половине: ГТК составлял в июне в 2022 г. 1,2, а в 2023 г. – 0,49, в этот период закладывается основа урожая. При этом большее количество осадков в августе 2023 г. обеспечили формирование сравнительно выполненных семян по вариантам внесения удобрений.

Химический анализ почвы в оба года исследований показал положительное влияние локального внесения КАС-32 совместно с диаммофоской при возделывании льна. Повышалось содержание подвижных питательных веществ в почве и их накопление в растениях, особенно в период, когда закладывается количественная сторона урожая.

По вариантам с внесением удобрений густота растений и образование коробочек в оба го-

да превосходили контроль. В среднем за 2 года при 272 шт/м² по вариантам сочетаний КАС-32 с диаммофоской их насчитывалось 331-341 шт., при незначительном изменении длины с 53 см на контроле и на диаммофоске – до 55-56 см. При этом отмечалась разница по количеству образовавшихся на растении коробочек. В среднем за 2 года оно с 9,8 шт. на растении на контроле увеличилось до 10,9 шт. на варианте с диаммофоской, составляя 13,8-13,9 шт. по вариантам с обеими дозами КАС-32.

Определение содержания элементов питания в семенах и соломе выявило особенности действия удобрений на уровень их накопления.

Согласно полученным данным в среднем за 2 года наибольшее количество азота и фосфора накапливалось в семенах, а калия – в соломе. Так, азота в семенах содержится 3,19-3,74% в зависимости от сочетания удобрений, а в соломе – от 0,53 до 0,79%. Содержание фосфора соответственно составляет 0,48-0,63 и 0,065-0,07%, а калия – 0,65-0,77% в семенах и 0,88-1,08% в соломе. На содержание азота в семенах наибольшее влияние оказывают сочетания с КАС-32, на уровень фосфора и калия все удобренные варианты с диаммофоской, а в соломе всех элементов больше содержится по вариантам сочетания КАС-32 с диаммофоской.

Более высокий уровень потребления основных элементов питания растениями обусловил формирование большей урожайности семян по вариантам с включением допосевого внесения КАС-32 в сочетании с припосевным – диаммофоски (табл. 1).

В оба года проявилась закономерность получения достоверных прибавок урожайности по удобренным вариантам: в 2022 г. в пределах 0,2-0,87 т/га и в 2023 г. – 0,06-0,27 т/га. При этом по диаммофоске прирост, соответственно, по годам составил 0,2 т/га (13%) и 0,06 т/га (5,8%), по сочетанию $N_{53}P_{26}K_{26}$ – 0,8 т/га (52,2%) и 0,16 (15,5%), а по сочетанию $N_{74}P_{26}K_{26}$ был самым высоким – 0,87 т/га (56,8%) и 0,27 т/га (26,2%).

В среднем за 2 разных по метеорологическим условиям года при урожайности семян на контроле 1,28 т/га внесение диаммофоски повысило ее уровень на 0,13 т/га, или на 10,1%, 100 л/га КАС-32 с 1 ц/га диаммофоски на 0,48 т/га, или на 37,5%, а увеличение дозы КАС-32 до 150 л/га обеспечило наибольший уровень прироста 0,57 т/га, или 44,5%.

Таблица 1

Урожайность и масса 1000 семян

| Вариант | Урожайность, т/га | | | Прибавка | | | | | | Масса 1000 семян, г | | |
|---|-------------------|---------|------|----------|---------|------|---------|---------|------|---------------------|---------|------|
| | | | | т/га | | | % | | | | | |
| | 2022 г. | 2023 г. | ср. | 2022 г. | 2023 г. | ср. | 2022 г. | 2023 г. | ср. | 2022 г. | 2023 г. | ср. |
| Контроль | 1,53 | 1,03 | 1,28 | - | - | - | - | - | - | 7,25 | 6,65 | 6,95 |
| N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ | 1,73 | 1,09 | 1,41 | 0,20 | 0,06 | 0,13 | 13,0 | 5,8 | 10,1 | 7,33 | 7,12 | 7,22 |
| N ₅₃ P ₂₆ K ₂₆ | 2,33 | 1,19 | 1,76 | 0,80 | 0,16 | 0,48 | 52,2 | 15,5 | 37,5 | 7,60 | 7,41 | 7,50 |
| N ₇₄ P ₂₆ K ₂₆ | 2,40 | 1,30 | 1,85 | 0,87 | 0,27 | 0,57 | 56,8 | 26,2 | 44,5 | 7,89 | 7,81 | 7,85 |
| НСП ₀₅ | 0,07 | 0,06 | | | | | | | | | | |

Масса 1000 семян в оба года была выше контроля и достигала наибольших значений по вариантам с КАС-32.

Семена льна используются как сырье для получения ценного масла, а отход при производстве масла – жмых является отличным кормом для животных благодаря содержанию белка. В таблице 2 показано количество масла и белка в семенах.

Из приведенных в таблице 2 данных следует, что по показателям качества семян содержание белка было сравнительно выше в 2022 г. и варьировало в пределах 20,6-26,7% при

20,6% на контроле, а содержание масла составляло 49-51,6% при 49,6% на контроле. В 2023 г. эти оба показателя были ниже: белок находился в интервале 15,5-19,2% при 16,4% на контроле, а содержание масла – 43,4-44,6% при 43,9% на контроле. Как по годам, так и в среднем за 2 года содержание белка было больше в семенах льна по вариантам внесения КАС-32 (20,3-21,3%), а содержание масла при внесении одной диаммофоски (47,6%) и ее сочетании с меньшей дозой КАС-32 – 100 л/га (47,8%) против 46,7% на контроле и сочетанию N₇₄P₂₆K₂₆ (46,2%).

Таблица 2

Содержание белка и масла в семенах

| Вариант | Белок, % | | | Масличность, % | | |
|---|----------|---------|-------|----------------|---------|-------|
| | 2022 г. | 2023 г. | сред. | 2022 г. | 2023 г. | сред. |
| Контроль | 20,6 | 16,4 | 18,5 | 49,6 | 43,9 | 46,7 |
| N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ | 21,4 | 15,5 | 18,45 | 50,6 | 44,6 | 47,6 |
| N ₅₃ P ₂₆ K ₂₆ | 21,4 | 19,2 | 20,3 | 51,6 | 44,1 | 47,8 |
| N ₇₄ P ₂₆ K ₂₆ | 26,7 | 17,1 | 21,9 | 49,0 | 43,4 | 46,2 |
| НСП ₀₅ , % | 1,1 | 0,35 | | 0,95 | 0,27 | |

Двухлетние опыты показали перспективу допосевного внесения азота при возделывании льна масличного сорта Северный на выщелоченных черноземах Присалаирской зоны в виде КАС-32 в дозах 100 и 150 л/га совместно с припосевным диаммофоски. Сочетания N₅₃P₂₆K₂₆ и N₇₄P₂₆K₂₆ в среднем за 2 года обеспечили рост урожайности с 1,28 до 1,76-1,85 т/га, или на 37,5-44,5% с содержанием масла 46,2-47,8% и белка – 20,3-21,9%.

Окупаемость 1 кг д.в. вносимых удобрений составила в среднем за 2 года 2,09 кг семян по диаммофоске, 4,57 кг по N₅₃P₂₆K₂₆ и 4,52 кг по N₇₄P₂₆K₂₆. С учетом выхода белка и масла более эффективно внесение 150 л/га КАС-32 с 1 ц/га диаммофоски.

Библиографический список

1. Система применения удобрений при возделывании льна масличного в Алтайском крае: научно-методические рекомендации / О. И. Антонова, Л. А. Ступина, П. Ю. Латарцев [и др.]. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2021. – 47 с. – Текст: непосредственный.
2. Виноградов, Д. В. Влияние норм высевы и удобрений на продуктивность льна масличного / Д. В. Виноградов, А. В. Поляков, А. А. Кунцевич. – Текст: непосредственный // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6. – С. 182-186.
3. Особенность формирования продуктивности льна масличного при разном уровне питания / Д. В. Виноградов, В. Н. Перегудов, Н. А. Артемова, А. В. Поляков. – Текст: непо-

средственный // *Агрохимический вестник*. – 2010. – № 3. – С. 23-24.

4. Колотов, А. П. Реакция льна масличного на условия внешней среды Среднего Урала / А.П. Колотов. – Текст: непосредственный // *Достижения науки и технологии АПК*. – 2021. – Т. 35, № 6. – С. 20-24.

5. Носевич, М. А. Особенности развития и урожайность льна масличного в зависимости от доз минеральных удобрений / М. А. Носевич, Е. В. Абушинова. – Текст: непосредственный // *Известия Санкт-Петербургского аграрного университета*. – 2016. – № 42. – С. 26-30.

6. Кочкин, А. С. Оптимизация минерального питания льна масличного на черноземе выщелоченном / А. С. Кочкин, А. Н. Есаулко. – Текст: непосредственный // *Плодородие*. – 2010. – № 2. – С. 34-36.

7. Антонова, О. И. Эффективность припосевного внесения аммиачной селитры и азофоски под лён масличный при его повторном посеве / О. И. Антонова, П. Ю. Латарцев. – Текст: непосредственный // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2014. – № 6 (116). – С. 5-10.

8. Латарцев, П. Ю. Особенности потребления основных элементов питания льном масличным в связи с внесением удобрений / П. Ю. Латарцев, О. И. Антонова. – DOI 10.53083/1996-4277-2021-204-10-32-37. – Текст: непосредственный // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2021. – № 10 (204). – С. 32-37.

9. Латарцев, П. Ю. Сравнительная оценка действия разных видов и доз минеральных удобрений на элементы структуры, урожайность и качество семян льна масличного / П. Ю. Латарцев. – DOI 10.53083/1996-4277-2022-215-9-5-11. – Текст: непосредственный // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2022. – № 9 (215). – С. 5-11.

10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: Альянс, 2011. – 352 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Antonova O.I. Sistema primeneniia udobrenii pri vzdelyvanii lna maslichnogo v Altaiskom

krae: nauchno-metodicheskie rekomendatsii / O.I. Antonova, L.A. Stupina, P.Iu. Latartsev, E.M. Komiakova, M.N. Tretiakova, N.V. Akulinin. – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2021. – 47 s.

2. Vinogradov D.V. Vliianie norm vyseva i udobrenii na produktivnost lna maslichnogo / D.V. Vinogradov, A.V. Poliakov, A.A. Kuntsevich // *Vestnik KrasGAU*. – 2015. – No. 6. – S. 182-186.

3. Vinogradov D.V. Osobennost formirovaniia produktivnosti lna maslichnogo pri raznom urovne pitaniia / D.V. Vinogradov, V.N. Peregudov, N.A. Artemova, A.V. Poliakov // *Agrokhimicheskii vestnik*. – 2010. – No. 3. – S. 23-24.

4. Kolotov A.P. Reaktsiia lna maslichnogo na uslovia vneshnei sredy Srednego Urala / A.P. Kolotov // *Dostizheniia nauki i tekhnologii APK*. – 2021. – T. 35. – No. 6. – S. 20-24.

5. Nosevich M.A. Osobennosti razvitiia i urozhainost lna maslichnogo v zavisimosti ot doz mineralnykh udobrenii / M.A. Nosevich, E.V. Abushinova // *Izvestiia Sankt-Peterburgskogo agrarnogo universiteta*. – 2016. – No. 42. – S. 26-30.

6. Kochkin A.S. Optimizatsiia mineralnogo pitaniia lna maslichnogo na chernozeme vyshchelochennom / A.S. Kochkin, A.N. Esaulko // *Plodorodie*. – 2010. – No. 2. – S. 34-36.

7. Antonova O.I. Effektivnost priposevnogo vneseniia ammiachnoi selitry i azofoski pod len maslichnyi pri ego povtornom poseve / O.I. Antonova, P.Iu. Latartsev // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2014. – No. 6 (116). – S. 5-10.

8. Latartsev P.Iu. Osobennosti potrebleniia osnovnykh elementov pitaniia lnom maslichnym v sviazi s vneseniem udobrenii / P.Iu. Latartsev, O.I. Antonova // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2021. – No. 10 (204). – S. 32-37.

9. Latartsev P.Iu. Sravnitelnaia otsenka deistviia raznykh vidov i doz mineralnykh udobrenii na elementy struktury, urozhainost i kachestvo semian lna maslichnogo / P.Iu. Latartsev // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2022. – No. 9 (215). – S. 5-11.

10. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniia) / B.A. Dospekhov. – Moskva: Izd-vo Alians, 2011. – 352 s.

