

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ПРИЕМОВ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Н. А. САПЕГО

РУП «Институт льна»,
аг. Устье, Республика Беларусь, 211003

(Поступила в редакцию 24.06.2022)

В статье представлены результаты исследований по эффективности использования минеральных макро- и микроудобрений в почву при возделывании льна масличного, а также в качестве некорневых подкормок по вегетации с применением стандартных и новых форм жидких комплексных удобрений (хлорсодержащее и бесхлорное), их совместного использования с регуляторами роста растений (Экосил, Эпин) и микроудобрениями (Экогум). Установлено, что внесение минеральных удобрений в предпосевную обработку обеспечивает увеличение урожайности семян льна масличного на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в среднем на 3,9 ц/га к контролю (без удобрений) и на 0,9–1,4 ц/га к фону 1 (N₆₀P₄₀K₈₀). Применение различных модификаций жидких комплексных удобрений, а также в сочетании с регуляторами роста растений и микроудобрениями в некорневые подкормки по вегетации позволило дополнительно повысить урожайность на 1,2–3,5 ц/га. Установлено, что внесение N₂₀ в некорневую подкормку повышало урожайность льна масличного на 4,5 ц/га по отношению к контролю, на 0,6 ц/га – к фону 2 (N₄₀P₄₀K₈₀), а совместно с микроудобрениями и микроэлементами B, Zn – еще на 0,5–1,4 ц/га в среднем за годы исследований.

Определено доленое влияние условий вегетационного года и исследуемых удобрений на урожайность льна масличного за 2018–2021 годы. Установлено, что как внесение стандартных и новых форм жидких комплексных удобрений, так и влияние метеорологических условий оказывали влияние на повышение урожайности. При этом внесение азота дробно показало максимальное влияние на урожайность – 44,7 %.

Ключевые слова: лен масличный, жидкие комплексные удобрения, некорневые подкормки, урожайность.

The article presents results of research into the efficiency of the use of mineral macro- and microfertilizers in the soil during the cultivation of oil flax, as well as in foliar top dressing during the growing season using standard and new forms of liquid complex fertilizers (chlorine-containing and chlorine-free), their joint use with plant growth regulators (Ekosil, Epin) and microfertilizers (Ekogum). It has been established that the application of mineral fertilizers during pre-sowing treatment provides an increase in the yield of oil flax seeds on soddy-podzolic medium loamy soil by an average of 0.39 t/ha compared to the control (without fertilizers) and by 0.09–0.14 t/ha compared to background 1 (N₆₀P₄₀K₈₀). The use of various modifications of liquid complex fertilizers, as well as in combination with plant growth regulators and microfertilizers in foliar top dressing during the growing season, made it possible to further increase the yield by 0.12–0.35 t/ha. It was established that the introduction of N₂₀ into foliar feeding increased the yield of oil flax by 0.45 t/ha compared to control, by 0.06 t/ha compared to background 2 (N₄₀P₄₀K₈₀), and together with micronutrient fertilizers and trace elements B, Zn – even more by 0.05–0.14 t/ha on average over the years of research.

The share influence of the conditions of the growing year and the studied fertilizers on the yield of oil flax during 2018–2021 was determined. It was established that both the introduction of standard and new forms of liquid complex fertilizers and the influence of meteorological conditions had an impact on increasing yields. At the same time, the introduction of nitrogen fractionally showed the maximum effect on the yield – 44.7 %.

Key words: oil flax, liquid complex fertilizers, foliar top dressing, productivity.

Введение

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства и льноводства, в частности, одним из основных направлений является применение более прогрессивных и высокотехнологичных методов воздействия на растения и агроценоз в целом для повышения их продуктивности и улучшения качества продукции. Как правило, это предусматривает повышение эффективности использования минеральных удобрений путем их более рационального использования [1]. Одним из таких методов является применение некорневых подкормок растений азотом, не только зерновых культур, но и льна [2]. При этом исследователи отмечают, что на формирование урожая зерна и его качественных показателей основное влияние оказывает азот, поступающий в растения, как в ранние, так и поздние фазы развития, более того, чем позднее он внесен, тем в большем количестве обнаруживается в зерне [3]. В число таких методов входит некорневое внесение азота в более поздние фазы онтогенеза. Поскольку применение удобрений является одним из важнейших факторов интенсификации возделывания любой культуры, в том числе и льна масличного [4, 5], основное внимание в своей работе мы уделили анализу эффективности его использования при возделывании этой культуры в Беларуси.

Исследования последних лет свидетельствуют о том, что наиболее эффективной формой микроэлементов для растений являются комплексные соединения металлов в форме хелатов, обеспечивающих лучшую доступность для растений микроэлементов, являющихся одним из средств регулирования физиолого-биохимических процессов в растениях и способствующих их большей продуктивности. Поэтому разработка новых, более экономичных, технологичных, экологических и универсаль-

ных по назначению видов микроудобрений и рациональных способов их применения под сельскохозяйственные культуры, возделываемые по интенсивным технологиям, а также на почвах с низким содержанием микроэлементов является сегодня весьма перспективной [6]. Одним из таких эффективных способов применения удобрений на льне масличном являются некорневые подкормки.

Основная часть

Опыты со льном масличным проведены на полях РУП «Институт льна» Оршанского района Витебской области в период 2018–2021 гг.

Сорт льна, выбранный для исследований, – Илим. Сорт допущен к возделыванию в Республике Беларусь с 2010 года, а с 2018 – в Волго-Вятском и Западно-Сибирском округах Российской Федерации. Обладает высокой урожайностью семян – до 21,1 ц/га (средняя урожайность семян за 2010–2012 годы испытания составила 14,2 ц/га, максимальная – 30,6 ц/га получена на Щучинском ГСУ в 2012 году), масличность – до 57 % (при среднем показателе 43,2 %). Содержание масла в семенах составило 43,2 %, белка – 24,2 %; сбор масла – 6,3 ц/га, белка – 3,4 ц/га. Содержание олеиновой кислоты составляет 18,3 %, линолевой – 15,9 %, линоленовой – 56,4 %. Илим является одним из самых крупносемянных сортов льна масличного с массой 1000 семян 7,3 г, что выше по сравнению с другими сортами на 1,1–1,5 г, или 15,1–15,5 %. Масса 1000 семян в среднем по республике за годы испытаний ГСИ составила 6,2 г. Устойчивость к полеганию оценивается в 4,5 балла. Сорт высокоустойчив к фузариозному увяданию [7].

В среднем по республике в 2018–2021 годы сорт Илим занимал 1571 га, или 41,1 % от посевов льна масличного (рис. 1). По сортовой структуре возделывания льна масличного максимальная площадь сорта Илим была в 2019 году – 70,9 % (рис. 2).

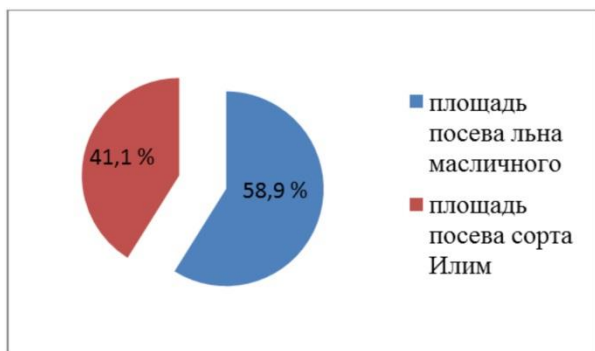


Рис. 1. Возделывание сорта Илим в Беларуси, среднее за 2018–2021 гг.

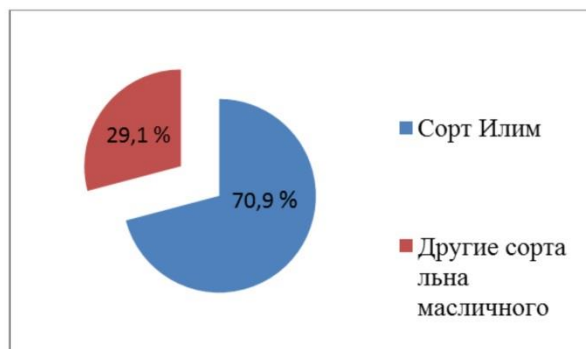


Рис. 2. Возделывание сорта Илим в Беларуси в 2019 году

Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы следующие: $pH_{(KCl)}$ – 5,03–5,05; гумус – 1,50–1,75 %; P_2O_5 – 208–242 мг/кг; K_2O – 208–273 мг/кг; CaO – 93,7–113,8 мг/кг; MgO – 26,0–27,1 мг/кг; Cu – 1,5–2,9 мг/кг; Zn – 2,2–2,9 мг/кг; B – 0,5–0,8 мг/кг.

Делянки, общей площадью 16 м², учетной – 12 м², заложены в 4-кратной повторности по каждому варианту, расположение – рендомизированное. Норма высева – 10 млн. всхожих семян на гектар. Предшественниками во все годы исследований были зерновые культуры.

Схема опыта включала в себя три блока (в качестве абсолютного контроля – почва без удобрений):

1. Удобрения вносили только в предпосевную обработку почвы на фоне 1 – $N_{60}P_{40}K_{80}$ (смесь стандартных удобрений: карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый кальций). В данном блоке изучали жидкие азотно-серосодержащие NS (10:12) и азотно-калийные NK (20:4) микроудобрения без модифицирующих добавок и с добавками микроэлементов B (0,15), Zn (0,10), а также жидкое комплексное удобрение для льна масличного (марка $N_{10-13}P_{8-11}K_{17-22}$ с B, Zn, Fe).

2. Удобрения для основного внесения в почву на фоне 1 с двумя дополнительными некорневыми подкормками: в фазу всходы в дозе 4,0 л/га и в фазу «елочка» в дозе 6,0 л/га. В блоке изучали следующие удобрения:

– жидкое комплексное азотно-фосфорно-калийное хлорсодержащее удобрение для льна масличного с микроэлементами NPK (5:7:10) и добавлением хелатных форм микроэлементов B (0,15 %), Zn (0,10 %), Cu (0,10) – ЖКУ 1;

– жидкое комплексное азотно-фосфорно-калийное бесхлорное удобрение для льна масличного с микроэлементами NPK (5:7:10) и добавлением хелатных форм микроэлементов B (0,15 %), Zn (0,10 %), Cu (0,10) – ЖКУ 2;

– Калия монофосфат жидкий с содержанием P_2O_5 (7,21 %), K_2O (не менее 4,79 %) без добавок – РК;

– Калия монофосфат жидкий с содержанием P_2O_5 (7,21 %), K_2O (не менее 4,79 %) с модифицирующими добавками В (0,15 %), Zn (0,10 %) – РК, В, Zn.

3. Изучали влияние азотно-серосодержащих NS (10:12) и азотно-калийных НК (20:4) микроудобрений без добавок и с добавками микроэлементов В (0,15 %), Zn (0,10 %) в форме сульфатов на фоне 2 – $N_{40}P_{40}K_{80} + N_{20}$ при внесении их в некорневую подкормку по вегетации.

Все работы по обработке почвы, севу, уходу за посевами выполняли в оптимальные сроки (с учетом метеорологических условий) в течение одного дня, в соответствии с регламентом [5].

Эффективность некорневой подкормки зависит от множества факторов, к которым относятся: увлажненность, уровень плодородия и гранулометрический состав почвы, биологические особенности культур, условия агротехники, применяемые удобрения.

Наибольший эффект от некорневых подкормок наблюдается в районах с достаточным увлажнением, особенно на почвах с легким гранулометрическим составом. Это объясняется тем, что внесение полной нормы минеральных веществ в основной прием приводит к потерям элементов питания за счет вымывания их за пределы корнеобитаемого слоя. При этом происходит загрязнение окружающей среды и снижение эффективности удобрений.

ГТК 1,6-1,3 характеризует влажный год, а ГТК 1,3-1,0 – слабо засушливый, поэтому 2019 год, имеющий ГТК в средних значениях между названными, можно считать оптимальным годом, который оказался наиболее благоприятным для роста и развития растений, что способствовало формированию высокого урожая льна масличного. Так, среднесуточная температура воздуха в мае – первой декаде июня была выше средних значений на 1,7–4,2 °С, а количество выпавших осадков составляло на превысило среднее многолетнее на 53 %.

Вегетационный период 2020 года оказался экстремальным для роста и развития льна масличного из-за избыточной влажности. Так, в мае количество выпавших осадков превысило средние значения в 3 раза при средней температуре воздуха 10,9 °С, в июне – в 3,3 раза. Период уборки также характеризовался большим количеством осадков – 137,7 мм при среднемноголетнем 23,3 мм. ГТК в августе 2020 года составил 2,5, а в сентябре – 1,7 при средней норме 0,5–0,6 соответственно. Избыточное количество осадков привело к значительному снижению урожайности льна масличного.

2021 года также оказался экстремальным для роста и развития льна масличного – по причине засушливости и повышенных температур в период вегетации. Так, в июне средняя температура воздуха превышала среднее многолетнее значение на 3,5 °С, а в целом за вегетационный период года – на 2,2 °С, количество выпавших осадков в июле оказалось ниже на 35 % среднего значения. Таким образом, повышенные температуры сказались неблагоприятным образом на формировании урожайности льна масличного.

Установлено, что и избыток влаги (2020 год), и ее дефицит (2021 год), существенно снижают урожайность маслосемян. Так, при внесении удобрений только в почву во влажный 2020 год средняя урожайность снизилась на 28,0 % по сравнению с 2018 и на 31,9 % – с 2019 годом, а в засушливый 2021 – на 16 % и 20,5 % соответственно. При внесении ЖКУ (блок 2) в некорневые подкормки по вегетации произошло снижение урожайности маслосемян в 2020 г. на 25,4 % по сравнению с 2018 г. и на 30,7 % – по сравнению с 2019 г., в 2021 г. – на 9,2 % и 15,6 % соответственно. При дробном внесении азота с микроудобрениями в некорневую подкормку во влажный 2020 год урожайность снизилась на 24,9 % по отношению к 2018 г, и на 28,8 % – к 2019 г., в 2021 – 12,7 % и 17,3 % соответственно.

Экспериментальным путем установлено, что при применении одних и тех же микроудобрений, но разными способами и на разных фонах наблюдается существенная разница по уровню формирования урожайности семян (блоки 1 и 3). Дробное внесение азота является одним из важнейших элементов интенсивной технологии выращивания зерновых культур, поскольку недостаток азота в начале вегетации резко снижает их урожай [6]. Та же тенденция нами отмечена и при возделывании льна масличного – при дробном внесении азота в некорневую подкормку урожайность была выше, однако эффективность этого приема зависит от ГТК вегетационного периода.

При внесении NS и N_{20} в некорневую подкормку в фазу «ёлочка» урожайность маслосемян увеличилась в среднем за 2018–2021 гг. на 1,2 ц/га, или на 7,1 %; NS, В, Zn – на 1,3 ц/га, или на 7,6 %; НК – на 0,6 ц/га, или на 3,6 %; НК, В, Zn – на 1,0 ц/га, или на 5,9 % (табл.).

Дисперсионный анализ экспериментальных данных показал, что при внесении удобрений в предпосевную обработку почвы влияние удобрений на урожайность за 2018–2021 годы составило 33,5 %, влияние условий вегетационного года – 61,4 %; при некорневой обработке посевов жидкими комплексными удобрениями – 43,2 и 51,9 %, т. е. зависимость от условий вегетационного периода снизилась на 9,5 %. Дробное внесение минерального азота оказало еще большее влияние на повышение

урожайности маслосемян, достоверно увеличив их влияние на урожайность семян по сравнению с вариантами внесения минеральных удобрений только в почву на 11,2 %, что является значимой величиной. Следовательно, дробное внесение минерального азота (40 кг/га в основное и 20 кг/га в подкормку) повышает эффективность внесения минерального азота на 3,2–7,9 % по сравнению с внесением полной дозы азота в предпосевную культивацию в зависимости от ГТК конкретного года.

Доля влияния минеральных удобрений и микроудобрений на урожайность маслосемян льна масличного, 2018–2021 гг.

Варианты (фактор А)	Влияние метеорологических условий (фактор Б)				
	2018 ГТК–1,36	2019 ГТК–1,54	2020 ГТК–1,7	2021 ГТК–1,14	Среднее 2018–2021
Удобрения для основного внесения в почву (блок 1)					
Контроль (без удобрений)	10,6	15,2	8,2	10,2	11,0
N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ – фон 1	15,6	18,1	12,2	13,7	14,9
фон 1 + NS	17,4	18,5	12,5	14,7	15,8
фон 1 + NS, В, Zn	17,3	19,2	12,4	14,7	15,9
фон 1 + NK	18,6	18,1	13,0	15,1	16,2
фон 1 + NK, В, Zn	18,1	18,5	12,5	14,9	16,0
фон 1 + комплексное NPK с В, Zn, Fe для льна масличного	18,2	18,8	12,9	15,2	16,3
НСР ₀₅ блок 1	0,13	0,78	1,03	0,52	1,35
Удобрения для основного внесения в почву + некорневые подкормки по вегетации (блок 2)					
фон 1 + ЖКУ 1	17,5	19,2	12,6	14,9	16,1
фон 1 + ЖКУ 2	16,7	20,5	12,7	15,2	16,3
фон 1 + ЖКУ 2 + Экосил	19,5	21,7	15,2	18,4	18,4
фон 1 + ЖКУ 2 + Экогум	19,0	19,2	14,1	17,2	17,1
фон 1 + ЖКУ 2 + Эпин	18,9	21,1	14,9	18,0	18,0
фон 1 + РК	18,1	18,5	14,0	16,5	16,5
фон 1 + РК, В, Zn	19,7	19,2	13,2	17,1	17,0
НСР ₀₅ блок 2	0,73	0,72	0,68	0,43	1,38
Удобрения для основного внесения в почву + подкормки азотом в фазу «ёлочка» (блок 3)					
N ₄₀ P ₄₀ K ₈₀ + N ₂₀ - фон 2	17,6	17,9	12,7	15,1	15,5
фон 2 + В, Zn (в форме сульфатов)	17,9	18,5	13,0	15,3	16,0
фон 2 + NS	19,1	18,6	14,1	16,0	16,6
фон 2 + NS, В, Zn	18,2	20,0	14,2	16,2	16,9
фон 2 + NK	18,2	19,0	14,0	15,9	16,5
фон 2 + NK, В, Zn	17,8	20,3	13,8	16,0	16,8
НСР ₀₅ блок 3	0,53	0,56	0,45	0,45	1,39
НСР ₀₅ схема опыта	0,53	0,43	0,51	0,31	0,78

Заключение

Величина формируемого урожая льна масличного зависит от способов внесения азотных удобрений в сочетании с микроэлементами, а также от сроков их внесения. Установлено, что дробное внесение азота (N₄₀ – в основную заправку и N₂₀ – по вегетирующим растениям в фазу «ёлочка») по сравнению с разовым внесением дозы N₆₀ в почву обеспечивает стабильность величины урожая маслосемян. Этот прием повышает урожайность семян льна масличного сорта Илим на 9,2–7,9 % по сравнению с однократным внесением азотных удобрений, при этом снижается зависимость величины урожайности от внешних условий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богдевич, И. М. Роль удобрений в интенсификации производства / И. М. Богдевич // Интенсификация с.-х. производства – основа возрождения села, энергетической и продовольственной безопасности: акад. Чтения, посвящ. 85-летию М. М. Севернева / РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси». – Минск, 2006. – С. 28-42.
2. Степанова, Н. В. Возделывание льна масличного на волокно / Национальная академия наук Беларуси, Институт льна; Н. В. Степанова. – Минск: Беларуская навука, 2021. – 134 с.
3. Воллейдт, Л. П. Поступление и использование азота N₁₅ на синтез белка в зерне озимой пшеницы / Л. П. Воллейдт, С. С. Кузнецова // С-х биология. – 1974. – № 4. – С. 505–509.
4. Гусаков, В. Г. Сущность, средства и факторы интенсификации сельского хозяйства / В. Г. Гусаков, А. П. Святогор // Изв. НАН Беларуси. – 2005. – 2012. – С. 2–15.
5. Отраслевой регламент. Комплексные удобрения с микроэлементами в технологии возделывания льна масличного. Типовые технологические процессы / Г. В. Пироговская [и др.]: утв. Минсельхозпрод РБ. – Минск: РУП «Институт почвоведения и агрохимии», 2012. – 12 с.
6. Применение микроудобрений и регуляторов роста в интенсивном земледелии: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш, Т. Ф. Перикова, П. А. Саскевич [и др.] // Горки: БГСХА, 2015. – 46 с.
7. Сорты, включенные в Государственный реестр – основа высоких урожаев. Часть 8. Характеристика сортов, включенных в Государственный реестр с 2013 года. – Минск, 2013.