

ENERGY EFFICIENCY OF SPRING WHEAT CULTIVATION AND HARVESTING TECHNOLOGY DEPENDING ON VARIETY AND NITROGEN DOSES

I.I. Berestov, E.L. Dolgova

Abstract. It is shown that Sudarynya variety provided higher energy efficiency of cultivation and harvesting technology of spring soft wheat than Rassvet, Laska, and Lybawa varieties. The energy efficiency coefficient increased by 14.7-18.2% when considering the energy in the grain, and the energy intensity of 1 ton of grain decreased by 10.4-15.7%. Application of nitrogen fertilizer at a dose of 100 kg/ha of active agent increased the energy content in the aboveground wheat mass by 34.4% and by 49.2% at a dose of 160 kg/ha of active agent. At the same time, the energy efficiency coefficient was equal to 7.9 and 7.0 units respectively; the energy intensity of 1 ton of grain was 4.9 and 5.5 GJ.

УДК 631.81.095.337+631.811.1:631.559:633.854.54

ВЛИЯНИЕ ДРОБНОГО ВНЕСЕНИЯ АЗОТА И МИКРОУДОБРЕНИЙ НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

*Н.А. Сапего, соискатель
РУП «Институт льна»
(Поступила 28.03.2022)*

Рецензент: Холодинский В.В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье представлены данные по эффективности дробного внесения минерального азота в дозе $N_{40} + N_{20}$ как самостоятельного приема, так и в сочетании с обработкой вегетирующих посевов льна масличного в фазу «елочка» совместно с микроэлементами в хелатной форме $NS=20-4$, $NK=10-12$ и микроудобрений с модифицирующими добавками В, Zn в форме сульфатов.

Установлено, что дробное внесение минерального азота в дозе $N_{40} + N_{20}$ повышает урожайность льносемян на 0,8 ц/га или 5,2 % по сравнению с внесением N_{60} под предпосевную культивацию. Совместное применение дробного внесения азота с микроудобрениями позволяет повысить урожайность семян льна масличного (в среднем за 2018–2020 гг.) на 0,4–1,4 ц/га или 2,5–8,7 %.

Мировое производство маслосемян базируется на многих культурах, в число которых входит лен масличный. В целом, в мире наметился рост его посевных площадей, особенно в таких странах, как Россия, Казахстан, Украина и некоторых других. При этом продукция востребована не только на внутренних рынках упомянутых выше стран, но и успешно экспортируется в страны Западной Европы [1]. Специалисты из Казахстана мотивируют данную тенденцию возросшим спросом на льняной жмых на международном рынке, а не только на льняное растительное масло. Однако в Республике Беларусь эта культура занимает весьма ограниченные площади [2]. В целях повышения урожайности мас-

лосемян и уровня стабильности этого показателя у возделываемых в Беларуси сортов льна масличного в Институте почвоведения и агрохимии разработаны специализированные комплексные удобрения с различными добавками специально для льна масличного [3], поскольку применение удобрений является одним из важнейших урожаеобразующих факторов масличных культур. Кроме того, сбалансированность питания оказывает существенное влияние не только на величину урожайности маслосемян, но и их качество, особенно для льна [4], что требует обязательного включения в состав комплексных удобрений и микроэлементов. Известно, что микроэлементы оказывают существенное влияние на физиологические и биохимические процессы, улучшают обмен веществ в растениях, поэтому применение комплексных минеральных удобрений и микроудобрений в хелатной форме позволяет оптимизировать питание растений, что, в конечном итоге, положительно влияет на повышение урожайности семян как у нас в Беларуси [5], так и за ее пределами [6].

Семенная продуктивность льна масличного во многом связана с агротехническими условиями возделывания, важнейшим из которых является питательный режим, обеспечивающий повышение урожайности семян до 48 % и выше [6]. Однако для льна в силу его мелкосемянности с самого начала возникает необходимость создавать оптимальные условия для перехода от состояния покоя семян к вегетации растений в целях формирования достаточно плотного агроценоза [4]. В целом лен масличный хорошо отзывается на применение минеральных удобрений независимо от уровня плодородия почвы [6]. При этом некоторые авторы отмечают, что внесение минеральных удобрений под лен масличный мало чем отличается от доз в зоне дерново-подзолистых почв, рекомендованных для льна-долгунца [6, 8].

Цель наших исследований заключалась в выявлении эффективности использования оптимизированных при возделывании льна масличного комплексных минеральных удобрений для повышения урожайности льносемян.

Методика и условия проведения исследований. Для объективной оценки эффективности применения минеральных комплексных удобрений необходимо учитывать погодные условия в период вегетации, которые довольно часто имеют определяющее значение. Изменчивостью погодных условий объясняется 25–60 % изменений эффективности удобрений в Нечерноземной зоне для большинства полевых культур [7].

Ряд авторов отмечают, что условия Витебской области [9] требуют постоянного повышения эффективности земледелия в связи с изменениями климата в последние годы, и это необходимо учитывать в оптимизации возделывания любой культуры, в том числе и льна масличного, который выращивается в Беларуси не так давно.

Исследования были проведены в 2018–2020 гг., которые существенно различались по метеорологическим условиям вегетационного периода. Гидротермический коэффициент в 2018 г. составил 1,36, в 2019 г. – 1,54, в 2020 г. – 1,70. Условия вегетации от посева до уборки были неодинаковыми как по количеству выпавших осадков, так и температурному режиму, что повлияло на эффек-

тивность использования питательных веществ из комплексных удобрений, разработанных в Институте почвоведения и агрохимии.

Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт льна» (Оршанский район, Витебская область) в условиях, которые представлены в таблице 1. Характеристика почвы опубликована нами ранее [10].

Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационных периодов

Год	Показатель	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	За вегетационный период
2018	Осадки, мм	12,7	21,0	89,9	153	55,6	332,2
	Средняя $t^{\circ}\text{C}$	8,7	16,7	16,5	19,0	18,8	15,9
	Сумма $t > 5^{\circ}\text{C}^0$	262	517,7	496	589	583,8	2448,5
	ГТК	0,48	0,41	1,81	2,6	0,95	1,36
2019	Осадки, мм	1,5	103,7	49,2	106,1	90,1	350,6
	Средняя $t^{\circ}\text{C}$	7,8	14,3	20,2	16,0	16,3	14,9
	Сумма $t > 5^{\circ}\text{C}^0$	233	442,3	606	496	505,3	2282,6
	ГТК	0,06	2,34	0,81	2,14	1,78	1,54
2020	Осадки, мм	5,5	60,8	101,8	69,7	137,7	371,8
	Средняя $t^{\circ}\text{C}$	6,0	10,9	19,2	17,7	17,6	14,3
	Сумма $t > 5^{\circ}\text{C}^0$	180	338	575	550	546	2189,0
	ГТК	0,30	1,80	1,80	1,30	2,50	1,70

Объектом исследования был крупносемянный сорт *Илим*. По результатам государственного сортоиспытания сорт *Илим* устойчив к полеганию и расам фузариозного увядания на инфекционном фоне, средняя урожайность его семян в ГСИ 14,2 ц/га, а максимально полученная – 30,6 ц/га [11].

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведения исследований было установлено, что применение минеральных удобрений при возделывании в качестве одного из основных приемов формирования семян льна масличного существенно влияет на повышение их урожайности. В среднем их применение за три года исследований обеспечивало прибавку урожайности более, чем на треть (рисунок 1).

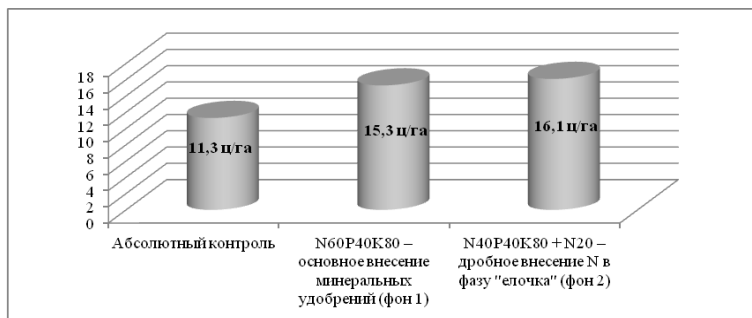


Рисунок 1 - Урожайность льносемян сорта *Илим* в зависимости от доз минеральных удобрений, ц/га (среднее за 2018-2020 гг.)

При внесении минеральных удобрений под предпосевную культивацию в дозе $N_{60}P_{40}K_{80}$, рекомендованной регламентом возделывания льна масличного [12], урожайность льносемян возросла на 35,4 %, то есть, внесение минеральных удобрений является одним из основных приемов, повышающих урожайность льносемян.

Ранее исследованиями, проведенными в Институте льна [4, 11], установлено, что внесение минерального азота совместно с другими основными элементами, фосфором и калием, повышающими урожайность льна масличного, наиболее оптимально в дозе N_{60} . Дальнейшее повышение дозы азота до N_{90} не всегда обеспечивает необходимое качество масла в семенах. Поэтому мы ограничились изучением дозы N_{60} как наиболее оптимальной и рекомендованной нормативными документами при возделывании льна масличного [12]. Кроме того, эта доза также рекомендована и при возделывании данной культуры и в Нечерноземной зоне России [6]. Вместе с тем имеются сообщения [11, 13] о повышении эффективности применения основных удобрений, особенно азотных, дробно. Ранее изучалось внесение азотных удобрений в дозе N_{60} под предпосевную культивацию. Схемой опыта было предусмотрено внесение этой дозы дробно: N_{40} под предпосевную культивацию и дополнительно N_{20} в фазу «елочка» совместно с разными формами минеральных микроудобрений. Установлено, что внесение минерального азота в дозе N_{40} под предпосевную культивацию и N_{20} в подкормку обеспечивает повышение урожайности не только по сравнению с неудобренным контролем, но и с дозой N_{60} под предпосевную культивацию (рисунок 1).

В среднем за годы исследований установлено, что по сравнению с абсолютным контролем, обеспечивающим урожайность маслосемян только благодаря естественному плодородию почвы, одноразовое внесение дозы N_{60} под предпосевную культивацию обеспечило повышение урожайности маслосемян, как отмечено выше, почти на треть (35,4 %) по отношению к контролю, а при дробном внесении азота – на 4,8 ц/га или 42,5 %.

В силу своих особенностей лен предъявляет повышенные требования к плодородию почвы ввиду недостаточной поглотительной способности корневой системы [14]. Поэтому одним из важнейших требований к плодородию почвы, обеспечивающему высокую урожайность, является сбалансированное минеральное питание растений макро- и микроэлементами [3]. Как правило, макроудобрения являются основой технологии возделывания культуры и оказывают всестороннее действие на ее развитие, в то время как микроэлементы обеспечивают важнейшие функции во всех процессах жизнедеятельности льна масличного и являются необходимым компонентом сбалансированного питания, особенно когда содержание их подвижных форм в почве является недостаточным [3, 14].

Применение азота дробно с микроудобрениями способствует формированию дополнительной урожайности семян не только по отношению к фону 1 ($N_{60}P_{40}K_{80}$), но и к фону 2 ($N_{40}P_{40}K_{80} + N_{20}$). Это наблюдалось не только в благоприятный год (2019), но и в переувлажненный 2020 год, когда 37 % осадков выпало в период созревания семян и уборки (таблица 1).

Таблица 2 – Урожайность семян льна масличного при внесении азота дробно, ц/га)

Варианты	2018 г.	± к фону 2 ц/га	2019 г.	± к фону 2 ц/га	2020 г.	+ , - к фону 2 ц/га
N ₄₀ P ₄₀ K ₈₀ + N ₂₀ -фон 2	17,6	-	17,9	-	12,7	-
N ₄₀ P ₄₀ K ₈₀ + N ₂₀ + В и Zn (в форме сульфатов)	17,9	+0,3	18,5	+0,6	13,0	+0,3
N ₄₀ P ₄₀ K ₈₀ + N ₂₀ + NS	19,1	+1,5	18,6	+0,7	14,1	+1,4
N ₄₀ P ₄₀ K ₈₀ + N ₂₀ + NS, В, Zn	18,2	+0,6	20,0	+2,1	14,2	+1,5
N ₄₀ P ₄₀ K ₈₀ + N ₂₀ + NK	18,2	+0,6	19,0	+1,1	14,0	+1,3
N ₄₀ P ₄₀ K ₈₀ + N ₂₀ + NK, В, Zn	17,8	+0,2	20,3	+2,4	13,8	+1,1
НСР ₀₅	0,44		0,40		0,36	

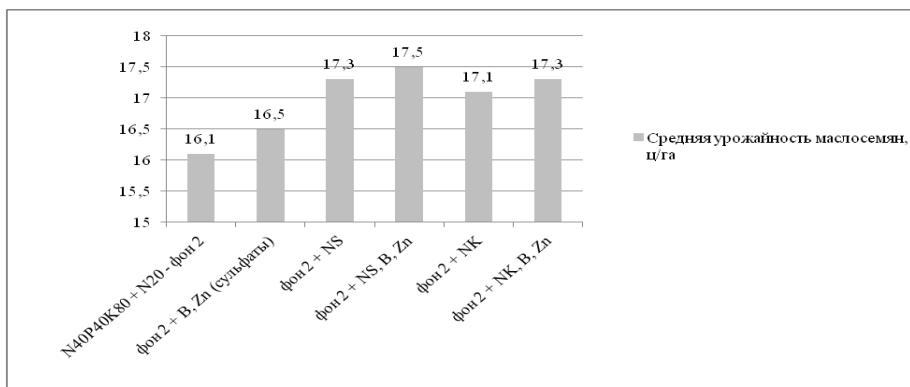


Рисунок 2 – Урожайность маслосемян при внесении минерального азота дробно, ц/га (среднее за 2018-2020 гг.)

При обработке посевов льна масличного микроэлементами наиболее эффективным было внесение цинка в фазу, когда сформировались семена. Прибавка урожайности маслосемян в этом случае составила 1,2-1,4 ц/га или на 7,5-8,7 % выше по сравнению с фоном 2 при средней урожайности за период исследований 17,3-17,5 ц/га (рисунок 2).

Выводы

1. Установлено, что дробное внесение минерального азота при возделывании льна масличного в дозе N₄₀ до посева + N₂₀ в подкормку более эффективно по сравнению с внесением дозы N₆₀ под предпосевную культивацию на фоне P₄₀K₈₀. Этот прием дополнительно повышает урожайность маслосемян в среднем за годы исследований на 0,8 ц/га или 5,3 % в зависимости от условий года.

2. Применение микроудобрений NS, NK, B, Zn в подкормку по вегетирующим растениям льна масличного в фазу «елочка» дополнительно повышает урожайность льносемян по сравнению с фоном $N_{40}P_{40}K_{80} + N_{20}$ в зависимости от их сочетаний на 0,4–1,4 ц/га или 2,5–8,7 %. Наиболее эффективным на фоне $N_{40}P_{40}K_{80} + N_{20}$ было использование азотно-серных удобрений (NS=10-12) с добавками микроэлементов B (0,15), Zn (0,10). Сочетание NS + B, Zn обеспечивало прибавку урожайности на 3,4–11,8 %, а сочетание удобрений NK + B, Zn обеспечивало повышение урожайности на 1,1-13,4 %.

Литература

1. Лен масличный в Беларуси – перспективы очевидны / Д. П. Чирик [и др.] // Наше сельское хозяйство. Серия Агрономия. – 2016. – № 19 (147). – С. 21–23.
2. Голуб, И.А. Научные разработки – льноводству / И.А. Голуб // Земледелие и защита растений. – 2017. – Прил. к № 6. – С. 36–37.
3. Пироговская, Г.В. Экономическая эффективность применения комплексных удобрений с модифицирующими добавками в технологии возделывания льна масличного / Г.В. Пироговская, Ю.Г. Милоста // Вести Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2013. – № 4. – С. 46–54.
4. Прудников, В.А. Сортовая реакция льна масличного на применение удобрений / В.А. Прудников // Земледелие и защита растений. – 2017. – Прил. к № 4. – С. 46–48.
5. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапа. – Минск: Беларус. навука, 2007. – 390 с.
6. Сорокина, О.Ю. Минеральное питание льна масличного при использовании традиционных и новых органоминеральных удобрений / О.Ю. Сорокина // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2018. – Вып. 3 – С. 46–51.
7. Мезенцева, Е.Г. Урожайность и качества маслосемян ярового рапса в зависимости от систем удобрений и погодных условий / Е.Г. Мезенцева [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 4 (137) – С. 15–19.
8. Сорокина, О.Ю. Рекомендации по применению удобрений при выращивании льна-долгунца с учетом плодородия почвы и сортовых особенностей культуры. – Тверь : Тверской гос. ун-т. – 2015. – 10 с.
9. Логинов, В.Ф. Основные принципы адаптации земледелия Беларуси к изменяющемуся климату / В.Ф. Логинов, М.А. Кадыров, Т.А. Камышенко // Природопользование. – Минск. 2010. – Вып. 17. – С. 23–39.
10. Голуб, И.А. Эффективность применения минеральных форм удобрений на льне масличном / И.А. Голуб, Н.А. Сапего // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 5 (132). – С. 47–50.
11. Степанова, Н.В. Возделывание льна масличного на семена и волокно / Национальная академия наук Беларуси, Институт льна / Н.В. Степанова. – Минск : Беларуская навука, 2021. – 134 с.
12. Отраслевой регламент. Возделывание льна масличного на семена // Организационно-технические нормативы возделывания кормовых и технических культур. Типовые технологические процессы: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2012. – С. 348–362.
13. Семененко, Н.Н. Пути повышения эффективности использования азотных удобрений в земледелии Беларуси / Н.Н. Семененко // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 3 (136) – С. 24–27.
14. Льноводство (коллективная монография). – Москва : «Колос», 1967. – 583 с.

**IMPACT OF A SPLIT APPLICATION OF NITROGEN AND
MICROFERTILIZERS ON SEED PRODUCTIVITY OF OIL FLAX**
N.A. Sapego

The article deals with the data on the efficiency of a split application of mineral nitrogen in a dose of $N_{40} + N_{20}$ both separately and while treating vegetative crops of oil flax when 5-6 pairs of leaflets unfold together with microelements in a chelate form $NS=20-4$, $NK=10-12$ and microfertilizers with modifying additives B, Zn in a sulphate form.

It's established that a split application of mineral nitrogen in a dose of $N_{40} + N_{20}$ increases the yield of flax seeds by 0.8 dt/ha or 5.2 % in comparison with N_{60} application during presowing cultivation. Combination of a split application of nitrogen and microfertilizers allows increasing the yield of oil flax seeds (on average over 2018-2020) by 0.4-1.4 dt/ha or 2.5-8.7 %.

УДК 632.952:631.5:633.11«324»

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДОВ
В ИНТЕНСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ**

В.В. Холодинский, кандидат с.-х. наук, **Ж.Е. Сенько**, **Н.В. Соболевская**
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
(Поступила 28.03.2022)

Рецензент: Сушевич Ю.А., кандидат с.-х. наук

Аннотация. *Представлены результаты изучения эффективности применения современных высокоэффективных фунгицидов в технологии возделывания озимой пшеницы. В двухлетних демонстрационных опытах установлена их высокая эффективность против болезней листового аппарата и колоса. Изучаемые системы применения фунгицидов позволили сформировать высокую урожайность зерна в пределах 74,5–80,6 ц/га, пригодного для использования на продовольственные цели.*

Введение. Современный процесс развития сельскохозяйственного производства характеризуется повышением его интенсивности [3, 5]. Защита растений – одна из важных составных частей технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Среди мер, гарантирующих увеличение производства продукции, она приобретает все большее значение [6].

Большой вред посевам озимой пшеницы наносят болезни, которые приводят к значительным экономическим потерям. Вредоносность их заключается в раннем и преждевременном отмирании листового аппарата, нарушении физиологических процессов, в результате чего резко снижается количество и качество урожая. Потери от болезней могут составлять более 30 % [4].