Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

УДК 633.521: 631.416.9

Совершенствование системы удобрений и микроэлементного состава для повышения устойчивости агроценозов льна-долгунца в Смоленской области

Богданова Л.И., Прудникова А.Г., Прудников А.Д.

Смоленская ГСХА

Аннотация

Лен-долгунец относится к культурам, требовательным к уровню плодородия почв и условиям минерального питания. Поэтому в технологиях возделывания этой культуры важное значение имеет выбор почв по показаниям кислотно-основных свойств и сбалансированное внесение макро- и микроудобрений.

Ключевые слова: ЛЕН-ДОЛГУНЕЦ, КОМПЛЕКСНЫЕ УДОБРЕНИЯ – ЭКОГУМ, ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС (ОМК), КОМПЛЕКСНЫЕ МИКРОЭЛЕМЕНТЫ - МУЛЬТИЛЕН, НУТРИВАНТ ПЛЮС, ЛЬНОВОЛОКНО, СЕМЕНА

Введение

Обеспечение многих отраслей народного хозяйства России продукцией льноводства является стратегической задачей. Льняное волокно и семена широко используются для получения натуральных тканей, масла, топлива, взрывчатых веществ и др., поэтому необходимость в получении качественного льноволокна и семян ежегодно возрастает.

Для получения высококачественной продукции льноводства необходимо обеспечение посевов не только средствами защиты от болезней, вредителей и сорняков [1-4], важными элементами питания [5-11], но и микроэлементами, повышающими устойчивость растений к болезням, активизирующих начальные фазы роста и

дальнейшего развития и способствующих формированию качественного волокна и высокой завязываемости семян [12-20]. Особенно актуально предпосевное смачивание семян 0,05% водно-дисперсными суспензиями нанопрепаратов Co, ZnO, Fe, активизирующими начальные этапы продукционного процесса и повышающие устойчивость посевов льна к неблагоприятным факторам среды и погодным условиям и формирующим высокопродуктивный стеблестой [21-26].

Немаловажное значение для увеличения семенной продуктивности льна-долгунца и защиты растений от болезней имеет обработка в фазу «елочка» микроэлементами B, Zn, Co, Mo, Fe и др. [18, 20].

Оптимизация минерального питания в сочетании с обработкой посевов в фазу «елочка» микроэлементами весьма актуальна сегодня в льноводстве Нечерноземной зоны.

Методика

Опыт по изучению действия комплексных удобрений и комплексных микроэлементов проводился в 2019–2022 гг. на опытном поле Смоленской ГСХА в пос. Михновка. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Содержание элементов питания – гумуса - 2,04–2,07%, P_2O_5–68–69, K_2O -97,7-98,3 мг/кг почвы, pH-5,22–5,27, мощность пахотного слоя 20–22 см, содержание цинка, бора, кобальта в почве не превышало ПДК.

Целью опыта было:

1. изучить действие комплексных удобрений и комплексных микроэлементов на полевую всхожесть и выживаемость растений льна-долгунца;
2. показать изменение структуры урожая льна-долгунца в зависимости от изучаемых факторов;
3. дать анализ действия комплексных удобрений и комплексных микроэлементов на урожайность волокна и семян;
4. рассчитать экономическую эффективность внедрения инновационных элементов в технологию возделывания льна-долгунца.

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

Схема опыта включала изучение следующих факторов:

№	Фактор А - комплексные удобрения	Фактор В – комплексные микроэлементы:
1	$N_{20}P_{90}K_{120}$ кг/га д.в. (NPK)	Без микроэлементов- контроль
2	Экогум	Мультилен
3	ОМК – органо-минеральный комплекс (культимар+фульвомин)	Нутривант плюс;

Опыт заложен методом рандомизированных повторений в четырехкратной повторности. Учетная площадь делянки первого порядка 90 м^2(3х30), второго порядка -30 м^2 (3х10). Предшественниками льна-долгунца в опыте были яровые зерновые культуры. В опыте возделывали сорт льна-долгунца Импульс. Сорт среднеспелый, высокоурожайный по волокну (24,7 ц/га) и семенам. Высоковолокнистый, содержание волокна в стеблях 30,4%, выход длинного волокна 22,3%. Прядильные свойства хорошие. Устойчив к ржавчине, фузариозу и полеганию. Голубоцветковый. Включен в Госреестр по центральному региону с 2002 года.

Методы исследований общепринятые:

1. Фенологические наблюдения (Методика Госсортоиспытания,1987). Наступление фаз развития отмечали, когда 75% растений находились в данной фазе.

2. Определение густоты стояния растений (методика Госсортоиспытания, 1984) проводили на постоянных площадках 0,25м^2 в четырехкратной повторности.

3. Засоренность посевов (Методика, 1982) определяли методом подсчета сорняков на постоянных площадках.

4. Учет урожая проводили сплошным методом с последующим пересчетом на 1 га.

5. Устойчивость к полеганию (Методика,1982) определяли по 5 балльной шкале: 5 баллов - нет полегания; 4 балла - полегание местами; 3 балла - растения наклонены под углом 45°; 2 балла - растения лежат в одну сторону; 1 балл - растения лежат в разные стороны.

6. Определение горстевой длины (Практикум, 1983) - динамометром ДЛ-3 в10-кратной повторности.

7. Засоренность снопов (Методика, 1987) определяли путем разбора горсти

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

льносоломы массой не менее 100 г от каждого из 10 снопов. Засоренность вычисляли по формуле - $x = (m - m_1)mx100\%$, где: x - процент засоренности, m -масса горстей до удаления сорняков, m_1 -масса горстей после удаления сорняков.

8. Влажность почвы – термостатно - весовым методом при t 105° в течение 6 часов.

9. Содержание луба в соломе - на лабораторной мялке ЛМ -3. Показатель содержания луба в соломе вычисляют как среднее арифметическое из результатов двух навесок, разница между которыми не превышает 3%.

10. Прочность соломы - на динамометре ДКВ -60.

11. Диаметр стеблей - на стеблемере С-2 по результатам 10 замеров.

12. Номер льносоломы - по ГОСТ 14897–69

Характеристика комплексных удобрений и микроэлементов

В основу минеральных удобрений была взята азофоска ($N_{16}P_{16}K_{16}$) с добавлением двойного суперфосфата и калийной соли.

Экогум - комплексный препарат, в состав которого входит медь 30 г/л, цинк -80 г/л, гуминовые вещества -10 г/л. Применяется для опрыскивания растений льна-долгунца в дозах 0,1–0,5 л/га, причем нижняя доза – до цветения, максимальная – при образовании завязей.

Органоминеральный комплекс (ОМК) представляет собой смесь удобрений культимар + фульвомин в хелатной форме на основе водорослей.

Фульвомин: общий азот -2,1%, органическое вещество-88,6%, фульвокислота -24%, pH-4,7± 0,5.

Культимар: Комплексные микроэлементы применяются в виде водных растворов в фазу елочки.

Мультилен: Произведен в Республике Беларусь. В его состав входят:

Zn -40-50 г/л; B - 5-10 г/л; Cu – 1-2 г/л; Mn – 0,5-1,0 г/л; Co - 0,05-0,1 г/л; Mo-0,025-0,05 г/л; Mg-0,5-1,0 г/л. Расход препарата 3л/га на 200л воды в фазу елочки.

Нутривант Плюс Универсальный фертивант

Поставщик – фирма Ветерра (официальный представитель в РФ).

Состав: $N_{19}P_{19}K_{19}$ плюс фертивант – вещество, защищающее микроэлементы от смывания дождем. Кроме того: Mg – 3,0 г/л; SO_3 -2,45 г/л; B -0,02 г/л; Fe -0,2 г/л; Mn -

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

0,0025 г/л; Cu -0,0025 г/л; Zn -0,0052г/л; Mo -0,0025 г/л.

Норма расхода препарата 1,5–2,0 кг/га на 200л воды в фазу елочки.

Агротехника льна-долгунца в опыте.

Агротехника возделывания общепринятая для условий Смоленской области, за исключением изучаемых факторов. После уборки яровой пшеницы проводили зяблевую вспашку оборотным плугом на 20-22см.

Предпосевная обработка в годы исследований (2020–2022) состояла из ранневесеннего боронования тяжелой зубовой бороной для закрытия влаги при физической спелости почвы, внесения минеральных удобрений и проведения предпосевной культивации с прикатыванием комбинированным агрегатом РВК-5,4.

Посев льна долгунца осуществляли в ранние сроки – 5–7 мая, норма высева 20 млн всхожих семян на 1 га узкорядным способом.

Результаты исследований

Применение комплексных удобрений направлено на наиболее полное удовлетворение растений в элементах минерального питания. Появление на рынке хелатных форм минеральных удобрений (как отечественных, так и зарубежных производителей), способных легко преодолевать протонные барьеры их поступления в растительную клетку, изменило подход к их внесению, а, следовательно, и поступление в растения. При опрыскивании минеральные вещества и микроэлементы через устьица поступают непосредственно в клетку фотосинтезирующего органа – стебля, листа и др., что приводит к быстрому вовлечению их в жизненно важные физиологические процессы фотосинтеза, обмена веществ, дыхания, функционирования электрон-транспортных систем, синтез хлорофилла и т.д. Поэтому очень важно предоставить растительному организму как можно более разнообразный микро-и макроэлементный состав удобрений и микроэлементов.

Наши исследования показали более высокую эффективность комплексных удобрений и микроэлементов по сравнению с традиционными (табл. 1).

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

Таблица 1. Полевая всхожесть и выживаемость растений льна-долгунца в зависимости от комплексных удобрений и микроэлементов, 2020–2022 годы

Удобрения	Микроэлементы	Полевая всхожесть, %	Количество растений перед уборкой, шт/м^2	Выживаемость, %
NPK	Без микроэлементов - контроль	71,0	1520	76,0
	Мультилен	77,7	1664	83,2
	Нутривант	80,7	1728	86,4
Экогум	Без микроэлементов - контроль	75,5	1617	80,8
	Мультилен	81,6	1746	87,3
	Нутривант	83,8	1794	89,2
ОМК	Без микроэлементов - контроль	78,4	1678	83,9
	Мультилен	81,9	1754	87,7
	Нутривант	88,1	1887	94,4

Выживаемость растений подсчитывали перед уборкой с метровых делянок. Установлено, что комплексные удобрения способствовали большей устойчивости и сохранности растений в течение вегетации. Так, выживаемость растений повышалась по сравнению с контролем на 4,8(экогум) – 7,9% (ОМК).

Комплексные микроэлементы повышали сохранность растений на всех вариантах изучаемых удобрений: мультилен- на 7,2%(NPK); 6,8% (ОМК); 6,5% (экогум); нутривант –на 10,4% (NPK); 10,5% (ОМК); 8,4% (экогум).

Следовательно, комплексные удобрения и микроэлементы способствуют большей устойчивости растений в агроценозе и лучшей выживаемости в среднем на 7–10%.

Структура урожая отражает качественные характеристики растений, имеющих важное значение в получении оценочных показателей и товарности продукции (табл. 2).

Наиболее важными из них являются выход волокна и семян, выход длинного волокна и его номер, масса 1000 семян, их всхожесть и др., влияющих на стоимость продукции.

Как следует из результатов исследований, применение комплексных удобрений мало повлияло на высоту растений льна-долгунца. Во всех вариантах ее значения находились в пределах 83 см. При обработке микроэлементами высота растений увеличивалась на 2–3 см.

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

Таблица 2. Структура урожая льна-долгунца при использовании комплексных удобрений и микроэлементов (среднее из 10 растений, 2020–2022 годы)

Удобрения	Микроэлементы	Высота растений, см	Техническая длина, см	Диаметр стебля, мм	Кол-во коробочек шт/раст.	Кол-во семян шт/раст.	Масса семян с 1м^2, г
NPK	0	83,3	65,6	1,17	5,9	49,3	74,9
	Мультилен	87,1	72,8	1,12	6,1	51,2	85,2
	Нутривант	86,4	73,2	1,14	6,3	49,1	84,8
Экогум	0	82,9	63,3	1,03	6,4	54,5	88,1
	Мультилен	84,1	74,7	1,0	6,8	55.6	97,0
	Нутривант	85,3	75,1	0,9	7,1	55,9	100,3
ОМК	0	83,9	69,2	0,9	6,1	56,4	94,6
	Мультилен	88,0	77,0	1,04	7,2	57,2	100,3
	Нутривант	84,4	79,4	1,0	5,8	57,9	109,2

Техническая длина растений изменялась от действия комплексных удобрений от 65,6 см (азофоска) до 69,2 см (ОМК). Комплексные микроэлементы способствовали повышению технической длины стебля до 73-77см (мультилен) и до 73–79,4 см (нутривант).

Количество коробочек на 1 растении находилось в пределах 5–7 шт., а количество семян с 1м^2 - собрано примерно 75–109 г. Наибольшую продуктивность семян обеспечили комплексные удобрения экогум и ОМК в сочетании с применением комплексных микроэлементов мультилен и нутривант. Следовательно, комплексные удобрения и микроэлементы значительно повышали семенную продуктивность льна-долгунца.

От удобрений и микроэлементов в значительной степени изменяется качество льноволокна и прядильные свойства (табл. 3).

Таблица 3. Влияние комплексных удобрений и микроэлементов на урожайность льноволокна (средние данные за 2020–2022 гг.)

Удобрения	Микроэлементы	Урожайность, т/га	Прибавка к NPK		Прибавка от микроэлементов	
			т/га	%	т/га	%
NPK	Без микроэлементов -контроль	0,67	-	-	-	-
	Мультилен	0,79			0,12	17,9
	Нутривант	0,91			0,24	35,8
Экогум	Без микроэлементов -контроль	0,78	0,11	16,4	-	-
	Мультилен	0,87			0,09	11,5
	Нутривант	0,94			0,16	20,5
ОМК	Без микроэлементов -контроль	0,88	0,21	31,3	-	-
	Мультилен	1,01			0,13	14,8
	Нутривант	1,17			0,29	33,0
$НСР_{05}$ ч.р		0.16				
$НСР_{05}$NPK		0,07	0,07			
$НСР_{05}$микроэлементов		0,11			0,11	

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

Исследования показали, что применение комплексных удобрений увеличивает урожайность льноволокна на 0,11(экогум)- 0,21 (ОМК) т/га по сравнению с минеральными удобрениями.

В целом урожайность изменялась от вариантов от 0,67 т/га до 1,17 т/га (ОМК + нутривант). Микроэлементы повышали урожайность на 0,09–0,13 т/га (мультилен), 0,16–0,29 т/га – нутривант, что объясняется его более разнообразным составом микроэлементов и плюс макроэлементы И19Р19К19.

На семенную продуктивность льна-долгунца оказывали влияние удобрения и микроэлементы (табл. 4).

Таблица 4. Урожайность льносемян в зависимости от комплексных удобрений и микроэлементов, 2020–2022 гг.

Удобрения	Микроэлементы	Урожайность, т/га	Прибавка к NPK		Прибавка от микроэлементов	
			т/га	%	т/га	%
NPK	Без микроэлементов -контроль	0,37	-	-	-	-
	Мультилен	0,49			0,12	32,4
	Нутривант	0,61			0,24	64,8
Экогум	Без микроэлементов -контроль	0,44	0,07	18,9	-	-
	Мультилен	0,57			0,13	29,5
	Нутривант	0,66			0,22	50,0
ОМК	Без микроэлементов -контроль	0,52	0,15	40,5	-	-
	Мультилен	0,70			0,18	34,6
	Нутривант	0,83			0,31	59,6
$НСР_{05}$ч.р.		0.12				
$НСР_{05}$NPK		0,04	0,04			
$НСР_{05}$микроэлементов		0,10			0,10	

Применяемые комплексные удобрения и микроэлементы позволили сформировать хороший урожай полноценных семян льна-долгунца. По вариантам удобрений она изменялась от 0,37т/га (NPK), до 0,44(экогум) и 0,52 т/га–ОМК.

Применение препарата мультилен на разных фонах удобрений позволило получить прибавку урожая льносемян 0,12–0,13 т/га на фоне минеральных удобрений и «экогум», 0,18т/га –по фону ОМК.

Наибольшую прибавку урожая обеспечило применение для опрыскивания растений препаратом нутривант - 0,24–0,22 и 0,31 т/га соответственно по вариантам удобрений, что составило 64,8-50,0-59,6% к необработанному варианту.

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Качество волокна и семян определяет их товарную стоимость, а следовательно, и рентабельность производства. Важными качественными показателями являются такие, как массовая доля луба, прочность волокна, номер льнотресты, выход волокна, а выполненность и масса 1000 семян, всхожесть и чистота определяют качество семян (табл. 5).

Таблица 5. Влияние комплексных удобрений и микроэлементов на качество льноволокна и семян (средние данные за 2020–2022 гг.)

Удобрения	Микроэлементы	Массовая доля луба, %	Прочность волокна	Пригодность	Номер льнотресты	Выход волокна, %	Масса 1000 семян, г
NPK	0	15,1	17,6	0,63	0,75	24,2	4,87
	Мультилен	17,3	18,0	0,71	1,0	26,0	5,28
	Нутривант	17,9	18,4	0,74	1,25	27,8	5,64
Экогум	0	15,8	17,9	0,65	1,0	25,3	5,12
	Мультилен	17,5	17,9	0,70	1,25	25,9	5,37
	Нутривант	18,0	18,3	0,77	1,5	26,1	5,73
ОМК	0	16,2	18,8	0,79	1,25	28,6	5,36
	Мультилен	19,1	19,5	0,85	1,75	29,0	5,68
	Нутривант	20,3	19,9	0,89	2,0	31,8	5,94

Лабораторные исследования показали, что системы удобрений мало изменили содержание луба в стеблях льна-долгунца. Его доля составляла 15,1–16,2% соответственно. Прочность волокна возрастала в вариантах с микроэлементами: с 18 до 19,5 (мультилен), 18,4 до 19,9 (нутривант).

В РФ номер льнотресты определяет в основном выручку от ее сдачи за счет надбавок. В наших исследованиях номер льнотресты изменялся от 1 до 2,0. Самым большим он был в вариантах с микроэлементами- 1,75–2,0 при органо-минеральной системе удобрений.

Следовательно, внедрение новых систем удобрений в технологию возделывания льна-долгунца способствует повышению урожайности не только льноволокна и семян, но и их качества.

Заключение

1. Устойчивость льна-долгунца и выживаемость растений в агроценозе зависит от внесения комплексных удобрений и микроэлементов в технологии возделывания.

2. Микроэлементы мультилен и нутривант оказывают влияние на формирование более высокой технической длины стеблей льна-долгунца до 77–79 см и увеличивают количество коробочек на 1 растении в среднем до 5–7 шт.

3. Комплексные удобрения Экогум и ОМК обеспечивают прибавку урожая до 37,5–53,2% по сравнению с NPK.

4. Нутривант плюс, благодаря более сбалансированному составу входящих в его состав микроэлементов, способствует повышению урожая льнотресты на всех фонах удобрений: 67,5% на NPK; 25,4% экогум, 27,4%-ОМК.

5. Комплексные удобрения способствуют повышению урожайности льноволокна на 0,11–0,21 т/га; микроэлементы - на 0,09–0,13 т/га (мультилен); 0,16-0,29 т/га – нутривант.

6. Урожайность льносемян зависит от системы удобрений и микроэлементов: экогум обеспечил прибавку урожая льносемян на 18,9%, ОМК-на 40,5% по сравнению с NPK.

Микроэлементы обеспечивали получение прибавки урожая льносемян на всех фонах удобрений- мультилен- на 29,5–34,6%; нутривант-на 50–64,8%.

7. Применение новых систем удобрений и микроэлементов приводит к повышению качества льнопродукции.

Список использованных источников:

1. Алибеков М.Б. Влияние защитно-стимулирующих обработок семян и посевов на фитосанитарное состояние агроценоза и урожайность льна-долгунца в условиях ЦРНЗ. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. с-хнаук. - М., 2019. - 23 с.

2. Алырчиков Ф.В. Эффективность гербицидов в формировании устойчивых агроценозов льна-долгунца в Нечерноземной зоне. Автор. дисс. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук. - М., 2018. - 23 с.

3. Матюхин А.П. Кудрявцев Н.А. и др. // Система защиты льна-долгунца от болезней, вредителей и сорняков: Рекомендации. - М.: Росинформагротех. - 2003. - 56 с.

4. Савоськина О.А. Агрономическое обоснование применения гербицидов в посевах льна, как элемента технологии его возделывания / О.А. Савоськина, Ф.В. Алырчиков // Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии. - 2017. - № 289. - С. 28–30.

5. Акимов А.А. Приемы повышения продуктивности сортовых посевов льна-

долгунца при выращивании на залежных землях / А.А. Акимов, Н.Н. Иванютина, А.С. Васильева, И.А. Дроздов, Ю.Т. Фаринюк, С.С. Зайцев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2019. - № 12. - С. 206–211.

6. Кузьменко Н.Н. Повышение эффективности комплексного удобрения под лен-долгунец // Агрохимия. - 2020. - № 8. - С. 37–42.

7. Наумкин В.Н., Ступин А.С. Технологии растениеводства. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - С. 592.

8. Прудников А.Д. Адаптивное льноводство / А.Д. Прудников, Т.И. Рыбченко, А.Г. Прудникова, И.Н. Романова, С.Н. Глушаков, Смоленск: Универсум, 2016. - 216 с.

9. Сорокина О.Ю. Влияние применения органо-минеральных удобрений на продуктивность масличного льна сорта Уральский в условиях Центрального Нечерноземья // Владимирский земледелец. – 2019. - № 2(88). - С. 11–14.

10. Тихомирова В.Я. Урожайность и качество волокнистой льнопродукции при разной обеспеченности фосфором и калием // Плодородие. - 2010. - № 1. - С. 9–10.

11. Ториков В.Е., Шаков В.М. Лен-долгунец: биология и технология возделывания. - Брянск, 2010. - 98 с.

12. Белопухов С.А. Изучение качества льнопродукции при обработке льна-долгунца физиологически активными веществами / С.А. Белопухов, А.Ф. Сафонов, И.И. Дмитриевская // Длительному полевому стационарному опыту ТСХА 100 лет, итоги научных исследований. Научное издание. - М.: Издательство РГАТУ-МСХА, 2012. – С. 206–212.

13. Дмитриевская И.И. Действие биостимуляторов на урожай и качество волокна льна-долгунца при выращивании на дерново-подзолистых почвах // Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. - М.: 2010. - 19 с.

14. Жарких О.А. Применение новых хелатных препаратов на льне-долгунце и льне масличном / О.А.Жарких. И.И. Дмитриевская // В сб. 1 Всероссийской конференции «Рациональное использование природных ресурсов: теория, практика и региональные проблемы». - Омск, 2021. - С. 101–104.

15. Картавенкова Л.П. Эффективность применения микроэлементов в хелатной форме и ростовых веществ на льне-долгунце // Льноводство Беларуси. - Минск, 2015. - С. 56–60.

16. Конова А.М., Прудникова А.Г., Прудников А.Д., Гаврилова Л.Ю., Чехалков С.М., Трегубова Е.А., Зуева С.М. Влияние микроэлементов и нано порошков на урожайность льнопродукции // Агрохимический вестник. - 2020, № 4. - С. 57–61.

17. Корепанова Е.В. Микроудобрения в формировании урожая льна-долгунца в Среднем Предуралье: монография / Е.В. Корепанова, В.Н. Гореева, И.Ш. Фатыхов. - Ижевск: ФГОУ ВПО «Ижевская ГСХА», 2011. - 156 с.

18. Понажев В.П. Производство льна – на уровень современных требований // Защита и карантин растений. - 2013. - № 2. - С. 6–9.

19. Прудников В.А. Эффективность применения микроудобрений при возделывании льна-долгунца на супесчаной почве / В.А. Прудников. Д.П. Чирик, В.Н. Степанова, С.Р. Чуйко // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - № 1. - С. 139–142.

20. Рогальская Н.Б. Отбор устойчивых к бактериозу гибридов льна-долгунца сибирской селекции / Н.Б. Рогальская, Г.А. Мичкина, Г.А. Попова // Научные достижения – льноводству. Матер. научно-практич. конференции «Основные результаты и направления развития научных исследований по льну долгунцу». - Торжок: ГНУ ВНИИЛ Россельхозакадемии. - 2010. - С. 145–146.

21. Виноградов Д.В. Использование нано кристаллического железа для предпосевной обработки семян рапса / Д.В. Виноградов, П.Н. Балабко // АПК Эксперт, 2011. - № 1–2(23). - С. 18–19.

22. Дегтярев М. Нанотехнологии-основа технического прогресса / М. Дегтярев, А. Поликарпов //Главный агроном. -2011, №4. С. 5–10.

23. Коваленко Л.В. Биологически активные порошки железа / Л.В. Коваленко, Г.Э. Фолманис. – Наука, 2006. - С. 126.

24. Полищук С.Д., Чурилова В.В., Петросян А.Д. Сравнение новых технологий обработки семян и растений нано структурными микроэлементами / Матер. национальной научно-практической конференции «Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии». - Рязань, 2021. - С. 328–332.

25. Фаринюк Ю.Т. Экономическая эффективность применения внекорневой подкормки борсодержащими соединениями при возделывании льна-долгунца / Ю.Т. Фаринюк, А.А. Петрова, Т.И. Смирнова, М.Н. Павлов // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. - 2021. - № 1(70). - С. 72–76.

26. Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С., Голубев И.Г., Неменущая Л.А. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур применением нанотехнологий: научное издание. - М.: ФГБНУ «Росинформагротех, 2013. - 96 с.

==========

Цитирование:

Богданова Л.И., Прудникова А.Г., Прудников А.Д. Совершенствование системы удобрений и микроэлементного состава для повышения устойчивости агроценозов льна-долгунца в Смоленской области [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2024. – № 1. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/1/st_116.pdf DOI: https://doi.org/10.51419/202141116.