

Научная статья
УДК 633.521: 631.416.9
doi: 10.28983/asj.y2021i12pp27-31

Управление продуктивностью льна-долгунца путем обработки семян микроэлементами и нанопрепаратом

Аминат Мсостовна Конова¹, Анна Григорьевна Прудникова², Анна Юрьевна Гаврилова¹

¹ Федеральный научный центр лубяных культур, г. Смоленск, Россия

² Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, г. Смоленск, Россия
augavrilova@gmail.com

Аннотация. Цель исследований заключалась в сравнении эффективности действия нанопрепарата Нутривант Плюс и микроэлементов на рост, развитие и урожайность льна-долгунца. Опыт проводился в 2017–2018 годах на поле Смоленской ГСХА. Объектом исследования являлся сорт льна-долгунца С-108, районированный в Смоленской области и выведенный в Смоленском НИИСХ (бывшая Смоленская ГОСХОС). По результатам эксперимента установлено, что микроэлементы и нанопрепарат повысили всхожесть семян льна-долгунца до 93,6 %. Густота стояния растений и их количество перед уборкой в вариантах с использованием микроэлементов была выше, чем при использовании нанопрепарата. Обработка семян льна растворами микроэлементов в большей степени способствовала повышению урожайности льнопродукции. Наибольшая прибавка по льносолоне получена от смачивания посевного материала сульфатом железа и цинка – 3,2–4,2 т/га (53–70 %); по льноволокну – 0,8–1,1 т/га (89–122 %). Наибольший урожай по семенам был получен от обработки нанопрепаратом, прибавка относительно контроля составила 0,2 т/га, или 67 %. Для достижения высокой прибыли и рентабельности при возделывании льна-долгунца целесообразно проводить обработку семян перед посевом (смачивание) 0,05%-й водно-дисперсной суспензией нанопрепарата Со и Fe.

Ключевые слова: лен-долгунец; льноволокно; семена; микроэлементы; нанопрепараты; урожайность.

Для цитирования: Конова А.М., Прудникова А.Г., Гаврилова А.Ю. Управление продуктивностью льна-долгунца путем обработки семян микроэлементами и нанопрепаратом // Аграрный научный журнал. 2021. № 12. С. 27–31. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i12pp27-31>.

AGRONOMY

Original article

Control the productivity of flax by treating seeds with microelements and nanopreparation

Aminat M. Konova¹, Anna G. Prudnikova², Anna Yu. Gavrilova¹

¹Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Smolensk, Russia,

²Smolensk State Agricultural Academy, Smolensk, Russia
augavrilova@gmail.com.

Abstract. The purpose of the research was to compare the effectiveness of nanopreparation Nutrivant Plus and trace elements on the growth, development and yield of flax. The experiment was conducted in 2017-2018 on the field of the Smolensk State Agricultural Academy. The object of the study was the flax variety S-108, zoned in the Smolensk region and bred in the Smolensk Research Institute of Agricultural Sciences (former Smolensk State Agricultural Station). According to the results of the experiment, it was found that trace elements and nanopreparation increased the germination of flax seeds to 93.6 %. The density of standing plants and their number before harvesting in the variants with the use of trace elements was higher than when using nanopreparation. Treatment of flax seeds with solutions of trace elements to a greater extent contributed to an increase in the yield of flax products. The largest increase in flax straw was obtained from wetting the seed material with iron and zinc sulfate – 3.2 – 4.2 t/ha (53-70 %); for flax fiber – 0.8 – 1.1 t/ha (89 – 122 %). The highest yield for seeds was obtained from treatment with nanopreparation, the increase relative to the control was 0.2 t/ha or 67 %. To achieve high profit and profitability in the cultivation of flax, it is advisable to combine seed treatment before sowing (wetting) with 0.05 % water-dispersed suspension nanopreparation of Co and Fe.

Keywords: flax; flax fiber; seeds; trace elements; nanopreparation; yield.

For citation: Konova A.M., Prudnikova A.G., Gavrilova A.Yu. Control the productivity of flax by treating seeds with microelements and nanopreparation. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2021;(12): 27–31 (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i12pp27-31>.

Введение. Лен является одной из лучших прядильных культур. В основном его выращивают для изготовления натурального волокна, а также семян, из которых добывают масло. Стебель льна-долгунца содержит от 18 до 33 % волокна. Льняное волокно отличается высокой прочностью, эластичностью и является перспективным материалом для текстильной промышленности. Льняные изделия красивы, износостойки, легки и гигиеничны. Немаловажное значение имеют и семена льна. В них заключается до 39 % масла и до 23 % белка. Из семян льна вырабатывается масло, которое преимущественно идет на технические цели. Льняной жмых, содержащий до 30–36 % белковых и до 32 % переваримых безазотистых веществ, особенно хорошо используется для откорма молодняка [7].





В Российской Федерации в 2020 году посевная площадь льна – долгунца составила около 100 тыс. га, в Смоленской области – 4,9 тыс. га. Основные посевы его сосредоточены в Тверской, Смоленской, Ярославской, Нижегородской, Псковской, Кировской областях [3, 8].

На продуктивность льна-долгунца влияет ряд факторов: почвенные, климатические, наличие севооборота, применение макро- и микроудобрений и другие. Одним из наиболее значимых факторов и наименее затратных средств повышения эффективности льноводства является использование новых высокоурожайных сортов [4]. Новые сорта льна-долгунца, как правило, имеют значительное преимущество перед сменяемыми сортами по урожайности соломы, семян, волокна, пряжи, полнее отвечающим требованиям текстильной промышленности, а также по биологическим свойствам, что позволяет применять интенсивную технологию возделывания этой культуры, обеспечивающую значительное повышение производительности труда и увеличение производства льнопродукции сельскохозяйственных предприятиях нашей области [6].

Ещё одним резервом повышения продуктивности льна-долгунца является применение физиологически активных веществ, которые позволяют существенно увеличить урожайность сельскохозяйственных культур при минимальных затратах труда и средств. К таким веществам относят различные микроэлементные препараты [9]. Повысить эффективность микроэлементов можно использованием их наночастиц в виде дисперсных взвесей нанопорошков. При этом способе улучшается проникновение микроэлементов в клетки меристем, так как не надо преодолевать протонный барьер клеточных мембран и ускоряется процесс их встраивания в ферментные системы клеток. При использовании наночастиц микроэлементов в 10–20 раз уменьшаются дозы их использования и исключается загрязнение почв тяжелыми металлами (цинком, кобальтом). Наиболее экономичная форма их внесения – обработка семян (одновременно с протравливанием). Для Смоленской области, где большая часть почв имеет низкую обеспеченность этими микроэлементами, – выяснение этого вопроса достаточно актуально [1].

Целью исследований было сравнение эффективности действия нанопрепаратов и микроэлементов на рост, развитие и урожайность льна-долгунца.

Методика исследований. Опыт по изучению влияния нанопрепаратов и микроэлементов был заложен в 2017–2018 гг. на опытном поле ФГБОУ ВО «Смоленская ГСХА». Схема опыта состояла из семи вариантов: 1) контроль – без обработки; 2) Co нано; 3) ZnO нано; 4) Fe нано; 5) CoSO₄; 6) ZnSO₄; 7) Fe₂(SO₄)₃.

Эксперимент проводили в 4-кратной повторности, размер учетной площади делянки составил 12 м² (1,2×10), размещение вариантов – рендомизированное.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, среднекультуренная. Содержание гумуса в пахотном слое – 2,03 %, подвижного фосфора – 107 мг/кг, обменного калия – 113 мг/кг почвы, pH – 5,7, мощность пахотного слоя 22 см.

Для обработки посевного материала нанопрепаратом Нутривант Плюс готовили в лаборатории 0,05%-ю водно-дисперсную суспензию, затем воздействовали на нее ультразвуком и нагревали до 40°C на ультразвуковой ванне УЗ ПСБ-Галс с двумя излучателями мощностью 150 Вт для дробления комков металлов до однородного состояния. Остужали, тщательно встряхивали, затем смачивали семена льна, перемешивали и оставляли на 12 ч. Из микроэлементов готовили 0,05%-й рабочий раствор, также смачивали семена льна, тщательно перемешивали и оставляли на 12 ч. После этого семена подсушивали до сыпучего состояния. Норма расхода изучаемых препаратов составила 1 л/т семян.

Посев льна проводили в первой декаде мая, норма высева составила 20 млн всхожих семян на гектар. Агротехника возделывания общепринятая для Смоленской области. Предшественником льна-долгунца являлись озимые зерновые. Уборку проводили в фазу ранней желтой спелости.

Объектом исследования служил сорт льна-долгунца С-108. Сорт выведен в Обособленном подразделении Смоленский НИИСХ ФГБНУ ФНЦ ЛК, высокоурожайный по волокну (до 33,4 ц/га) и семенам (8–10 ц/га). Высота растений – 72 см. Устойчив к осыпанию семян. Устойчивость к полеганию – 4,8 баллов. Vegetационный период – 74 дня. Масса 1000 семян – 5,1 г. Среднеустойчив к ржавчине. Восприимчив к фузариозному увяданию. Поражается пасмо, антракнозом, полиспорозом.

Фенологические наблюдения проводили по методике Госсортоиспытания [10]. Учет урожая проводили сплошным методом с последующим пересчетом на 1 га. Обработку полученных экспериментальных данных осуществляли по Б.А. Доспехову [2].

Погодные условия в годы проведения опыта были различными. В 2017 г. тепловой режим был на уровне среднегодовом значений, сумма активных температур – 2100–2200 °С. Количество выпавших осадков было умеренным, ГТК за летний период составил 1,4. Vegetационный период 2018 г. характеризовался засухой в первой половине вегетации. Высокая сумма активных температур (более 2400 °С) и обильные осадки с июля по август (ГТК 1,6) способствовали ускорению созревания растений льна-долгунца.

Результаты исследований. На всхожесть и выживаемость растений льна-долгунца влияют различные факторы. Основными из них являются: температура, влажность почвы, а также запас доступных питательных элементов в пахотном горизонте. Одновременно существенное значение оказывает качество семенного материала, высокая лабораторная всхожесть, отсутствие болезней. Изучаемые агроприемы способствуют стимуляции физиологических процессов в семенах, формированию более развитой корневой системы и более быстрому появлению семядолей на поверхности почвы [5].

Определение полевой всхожести льна-долгунца по годам показало, что наибольшей она была в более благоприятном по погодным условиям 2017 году (на 1,2–4,8 % выше относительно 2018 г.), табл. 1. В среднем этот показатель изменялся по вариантам: от 83,4 до 92,0 % в вариантах со смачиванием посевного материала водно-дисперсной суспензией нанопрепарата, до 91,2–93,6 % – при смачивании 0,05%-м водным раствором микроэлементов, что больше контроля на 16–29 %.

Полевая всхожесть и выживаемость растений льна-долгунца

Варианты	Полевая всхожесть, %			Густота стояния растений, шт./м ²			Количество растений перед уборкой, шт./м ²			Выживаемость растений, %		
	2017 г.	2018 г.	среднее	2017 г.	2018 г.	среднее	2017 г.	2018 г.	среднее	2017 г.	2018 г.	среднее
Контроль	73,0	71,4	72,2	1468	1420	1444	1245	1197	1221	84,8	84,2	84,6
Со нано	84,4	83,2	83,8	1726	1626	1676	1290	1190	1240	74,7	73,2	73,9
ZnO нано	85,6	82,2	83,4	1698	1638	1668	1507	1447	1477	88,7	88,3	88,5
Fe нано	94,0	90,0	92,0	1860	1820	1840	1267	1227	1247	68,1	67,5	67,8
CoSO ₄	95,2	90,4	92,8	1886	1826	1856	1740	1680	1710	92,3	91,9	92,1
ZnSO ₄	92,0	90,4	91,2	1848	1800	1824	1774	1726	1750	96,0	95,8	95,9
Fe ₂ (SO ₄) ₃	94,8	92,4	93,6	1960	1920	1940	1840	1770	1790	92,5	92,1	92,3

По сравнению с аналогичными вариантами нанопрепарата, полевая всхожесть в вариантах с обработкой семян водным раствором микроэлементов существенно повышалась: в варианте CoSO₄ полевая всхожесть была выше, чем в варианте Со нано на 9,0 %; ZnSO₄ выше ZnO нано на 7,8 %; Fe₂(SO₄)₃ выше Fe нано на 1,6 %.

Густота стояния растений в вариантах с использованием микроэлементов была выше, чем при использовании нанопрепарата. Также микроэлементы способствовали большей сохранности растений перед уборкой – до 1790 шт./м² (относительно вариантов с применением нанопрепарата – до 1477 шт./м²). Выживаемость растений в среднем за два года составила 67,8–95,9 %.

Анализ структуры урожая льна-долгунца в опыте показал незначительное варьирование показателей по вариантам опыта (табл. 2). Высота растений по годам практически не изменялась. В среднем по вариантам она составила от 80,7 до 87,8 см, что значительно выше контроля. Техническая длина растений от применения нанопрепарата и микроэлементов увеличилась на 5–15 %. Количество коробочек на 1 растении изменялось в пределах 3,7–6,7 шт. (в среднем 5,1 шт.). Масса 1000 семян не превышала 4,86 г. Наибольшей она оказалась в вариантах CoSO₄ и ZnSO₄ (4,80 и 4,86 г соответственно).

Таким образом, изучаемые агроприемы существенно влияют на продуктивность волокна и семян льна-долгунца.

Таблица 2

Влияние нанопрепаратов и микроэлементов на структуру урожая льна-долгунца

Варианты	Высота растений, см			Техническая длина, см			Количество коробочек на растении, шт.		
	2017	2018	среднее	2017	2018	среднее	2017	2018	среднее
0 – контроль	77,6	77,0	77,3	61,9	61,3	61,6	5,3	5,1	5,2
Со нано	84,7	79,9	84,3	64,8	64,0	64,4	6,8	6,6	6,7
ZnO нано	83,6	82,0	82,8	68,6	67,0	67,8	4,6	4,4	4,5
Fe нано	81,2	80,2	80,7	66,3	65,3	65,8	4,8	4,6	4,7
CoSO ₄	87,2	86,0	86,6	66,5	65,3	65,9	6,5	6,3	6,4
ZnSO ₄	88,5	87,1	87,8	71,4	70,0	70,7	4,3	4,1	4,2
Fe ₂ (SO ₄) ₃	83,2	82,0	82,6	70,2	69,0	69,6	3,8	3,6	3,7

Влияние микроэлементов на урожайность льнопродукции доказана многими исследованиями и подтверждена практикой льноводства. Что касается действия нанопрепаратов, то исследования по этому вопросу более скромны, отмечается лишь начало опытных работ по этой проблеме [8, 9].

Наиболее экономически важным показателем льнопродукции является урожайность и выход льноволокна, так как от урожайности и количества волокна зависит главная прибыль льноводческой отрасли.

Анализ урожайности льноволокна показал, что как нанопрепарат, так и микроэлементы, способствовали увеличению урожайности по годам исследования (табл. 3). Наибольшая урожайность была получена в более благоприятном 2017 году. Общая закономерность действия применяемых средств отражена в усредненных данных. Урожайность льноволокна увеличивалась по сравнению с контролем во всех вариантах. Наиболее высокая прибавка урожая волокна при обработке семян нанопрепаратом отмечена в вариантах ZnO нано и Fe нано – 0,6 т/га (67 %) и во всех изучаемых вариантах с микроэлементами – 0,6–1,1 т/га (78–122 %). От действия ZnSO₄ урожайность волокна возросла более чем в 2 раза. Таким образом, эффективность микроэлементов была выше нанопрепарата.

Следует отметить также действие нанопрепарата и микроэлементов на выход волокна. По сравнению с контролем (23,8 %) выход волокна увеличился на 4,3–6,3 %, за исключением Fe нано и Fe₂(SO₄)₃ – на 3,9–3,3 %.

Ценность культуры льна-долгунца состоит в том, что он дает два вида продукции – волокно и семена, имеющие важное народнохозяйственное значение.



Урожайность льноволокна при применении нанопрепаратов и микроэлементов

Варианты	Урожайность волокна, т/га			Прибавка к контролю в среднем		Выход волокна, %		
	2017 г.	2018 г.	среднее	т/га	%	2017 г.	2018 г.	среднее
Контроль	1,0	0,8	0,9	–	–	24,3	23,3	23,8
Со нано	1,4	1,2	1,3	0,4	44	28,7	27,5	28,1
ZnO нано	1,7	1,3	1,5	0,6	67	29,2	28,4	28,8
Fe нано	1,6	1,4	1,5	0,6	67	28,1	27,3	27,7
CoSO ₄	1,8	1,4	1,6	0,7	78	30,4	29,8	30,1
ZnSO ₄	2,2	1,8	2,0	1,1	122	29,6	29,0	29,3
Fe ₂ (SO ₄) ₃	1,8	1,6	1,7	0,8	89	27,4	26,8	27,1
HCP ₀₅			0,2					

Исследования показали, что изучаемые препараты в среднем за два года обеспечили прибавку урожая семян по отношению к контролю (табл. 4): нанопрепараты – 0,2 т/га (Со нано), 0,1 т/га – ZnO нано и 0,2 т/га – Fe нано; прибавка от микроэлементов CoSO₄ и Fe₂(SO₄)₃ составила 0,1 т/га. Наиболее продуктивным оказался 2017 г. Таким образом, нанопрепараты по способности повышать продуктивность льносемян оказались эффективнее микроэлементов на 67 % (Со нано и Fe нано) и 33 % (ZnO нано).

Таблица 4

Влияние обработки льносемян нанопрепаратами и микроэлементами на их урожайность

Варианты	Урожайность, т/га			Прибавка к контролю		Прибавка к микроэлементам (в среднем)	
	2017 г.	2018 г.	среднее	т/га	%	т/га	%
0 – контроль	0,32	0,28	0,3	–	–	–	–
Со нано	0,56	0,44	0,5	0,2	67	0,1	25
ZnO нано	0,45	0,35	0,4	0,1	33	0,1	25
Fe нано	0,55	0,45	0,5	0,2	67	0,1	25
CoSO ₄	0,44	0,36	0,4	0,1	33	–	–
ZnSO ₄	0,33	0,27	0,3	–	–	–	–
Fe ₂ (SO ₄) ₃	0,43	0,37	0,4	0,1	33	–	–
HCP ₀₅			0,1				

Экономическая оценка предполагает сопоставление материальных и денежных затрат на единицу площади возделываемой культуры и получение с этой площади урожая в натуральном или стоимостном выражении.

Анализ экономических показателей позволяет констатировать (табл. 5), что применение нанопрепаратов металлов для предпосевного смачивания семян 0,05%-ми водно-дисперсными суспензиями и 0,05%-х водных растворов микроэлементов способствуют повышению урожайности льнотресты и семян, что приводит к повышению стоимости урожая по сравнению с контролем на 14 760–16 850 руб./га при использовании нанопрепаратов и 12 500–23 000 руб./га – при использовании микроэлементов по сравнению с контролем (36 400 руб./га).

Таблица 5

Экономическая эффективность применения микроэлементов и нанопрепаратов при возделывании льна-долгунца (в среднем за 2017–2018 гг.)

Показатели	Контроль	Со нано	ZnO нано	Fe нано	CoSO ₄	ZnSO ₄	Fe ₂ (SO ₄) ₃
Урожайность, т/га:							
- льноволокна	0,9	1,3	1,5	1,5	1,6	2,0	1,7
- льносемян	0,3	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4
Стоимость урожая, руб./га:							
- льноволокна	4500	6500	7500	7500	8000	10000	8500
- льносемян	30 000	50 000	40 000	50 000	40 000	30 000	40 000
Всего, руб./га	34 500	56 500	47 500	57 500	48 000	40 000	48 500
Прямые и дополнительные затраты, руб./га	36 446	36 946	36 946	36 946	36 696	36 696	36 696
Себестоимость 1 т, руб:							
- льноволокна	40 495	28 420	24 630	24 630	22 935	18 348	21 585
- льносемян	121 486	73 892	92 365	73 892	91 740	122 320	91 740
Чистая прибыль, руб./га	–	19 554	10 554	20 554	11 304	3304	11 804
Рентабельность, %	–	52	28	55	30	9	32





Стоимость обработки гектарной нормы семян нанопрепаратами обходится всего 500 руб., а микроэлементами 200–300 руб., поэтому прямые производственные затраты отличаются от контроля незначительно.

Себестоимость льнотресты снизилась по сравнению контролем в 1,20–1,36 раза в вариантах с нанопорошками и в 1,33–1,81 раза – с микроэлементами. Наиболее сильное снижение себестоимости отмечено в вариантах Fe нано и ZnSO₄ – до 669,3 и 502,7 руб./ц соответственно, при себестоимости тресты на контроле 911,15 руб./ц.

Наибольшая себестоимость льносемян отмечена в контрольном варианте – 11576,8 руб./ц. В вариантах с применением нанопрепаратов ее значения снизились в 1,8–1,4 раза, причем больше всего от применения кобальта. Применение микроэлементов снизили себестоимость льносемян в 1,2–1,3 раза.

Чистая прибыль от применения изучаемых факторов составила: от нанопрепаратов 14000 (кобальт и цинк) – 16,6 тыс./га (железо); от микроэлементов – от 12000 (CoSO₄) до 18800 (Fe₂(SO₄)₃) – 22704 (ZnSO₄) рублей.

Рентабельность производства льна-долгунца изменялась от применения нанопрепаратов в пределах 38–45 %, микроэлементов – от 33 до 62 % (ZnSO₄). Без применения нанопрепаратов и микроэлементов производство льна-долгунца было нерентабельным.

Заключение. Современные инновационные технологии, такие как ультрадисперсные порошки металлов и микроэлементы следует внедрять в технологию возделывания льна-долгунца с целью повышения урожайности льнопродукции. Предпосевная обработка льносемян перед посевом 0,05%-ми водно-дисперсными суспензиями нанопрепаратов и 0,05%-ми водными растворами микроэлементов способствовала повышению полевой всхожести растений на 11,2–21,4 % соответственно. Использование Co нано и CoSO₄ для предпосевной обработки семян приводит к формированию более полноценных семян с массой 1000 семян 4,68–4,80 г и всхожестью 83,8–92,8 %. Обработка микроэлементами ZnSO₄ и Fe₂(SO₄)₃ обеспечила получение прибавки урожая льнотресты до 3,3 т/га (82 %) к контролю, льноволокна – до 1,1 т/га, что в 2 раза больше контроля. Выход волокна составил 29,3 %. Нанопрепараты наиболее эффективно повышали семенную продуктивность льна по сравнению с микроэлементами: Co нано и Fe нано – на 67 %, ZnO нано – на 33 %. Смачивание посевного материала льна-долгунца 0,05%-ми водно-дисперсными суспензиями кобальта, цинка и железа и 0,05%-ми растворами микроэлементов CoSO₄, ZnSO₄ и Fe₂(SO₄)₃ экономически целесообразно, так как повышает рентабельность производства до 38–45 и 33–62 % соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голуб И. А. Инновационные разработки для белорусского льноводства. Минск, 2015. 211 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
3. Региональная система земледелия Смоленской области / сост.: А. М. Конова [и др.]. Смоленск, 2013. 277 с.
4. Кулик Л. К., Конова А. М., Чехалков С. М., Новиков В. М., Гаврилова А. Ю. Основные результаты и перспективы развития селекции и семеноводства льна-долгунца в Смоленской области // Инновационные разработки производства и переработки лубяных культур: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Тверь, 2016. С. 61–65.
5. Понажев В. П., Павлова Л. Н., Рожмина Т. А. Селекция и первичное семеноводство льна-долгунца. Тверь, 2014. 140 с.
6. Понажев В. П., Павлова Л. Н., Сорокина О. Ю. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна-долгунца. М., 2008. 68 с.
7. Посыпанов Г. С. Растениеводство. М., 2007. 612 с.
8. Прудников А. Д., Кучумов А. В., Рыбченко Т. И., Романова И. Н., Прудникова А. Г., Глушаков С. Н. Потенциал льняного поля. М., 2018. 120 с.
9. Прудников А. Д., Рыбченко Т. И., Романова И. Н., Прудникова А. Г., Глушаков С. Н. Адаптивное льноводство. Смоленск, 2016. 216 с.
10. Федин М. А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. 267 с.

REFERENCES

1. Golub I. A. Innovative developments for Belarusian flax growing. Minsk; 2015. 211 p. (In Russ.).
2. Dospikhov B. A. Method of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). Moscow; 2012. 352 p.
3. Regional farming system of the Smolensk region / comp.: A. M. Konova et al. Smolensk; 2013. 277 p. (In Russ.).
4. Kulik L. K., Konova A. M., Chehalkov S. M., Novikov V. M., Gavrilova A. Yu. The main results and prospects for the development of breeding and seed production of fiber flax in the Smolensk region. *Innovative development of production and processing of bast crops*. Tver; 2016: 61–65. (In Russ.).
5. Ponazhev V. P., Pavlova L. N., Rozhmina T. A. Selection and primary seed production of fiber flax. Tver; 2014. 140 p. (In Russ.).
6. Ponazhev V. P., Pavlova L. N., Sorokina O. Yu. Perspective resource-saving technology of fiber flax production. Moscow; 2008. 68 p. (In Russ.).
7. Posypanov G. S. Plant growing. Moscow; 2007. 612 p. (In Russ.).
8. Prudnikov A. D., Kuchumov A. V., Rybchenko T. I., Romanova I. N., Prudnikova A. G., Glushakov S. N. Potential of a flax field. Moscow; 2018. 120 p. (In Russ.).
9. Prudnikov A. D., Rybchenko T. I., Romanova I. N., Prudnikova A. G., Glushakov S. N. Adaptive flax growing. Smolensk; 2016. 216 p. (In Russ.).
10. Fedin M. A. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Moscow; 1985. 267 p. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 14.05.2021; одобрена после рецензирования 22.06.2021; принята к публикации 10.07.2021.
The article was submitted 14.05.2021; approved after reviewing 22.06.2021; accepted for publication 10.07.2021.