

*Issledovaniya provodilis' v 2018-2020 godakh na territorii Ryazanskoj oblasti na temno-seroy lesnoy tyazhelosuglinistoy pochve. Tsel'yu issledovaniya bylo opredeleniye kontsentratsii monoammoniyfosfata pri predposevnoy obrabotke semyan na osnove dinamiki rostovykh protsessov yarovoy myagkoj pshenitsy. Rezul'taty nashikh issledovaniy pokazyvayut, chto s ispol'zovaniem razlichnykh doz pitatel'nykh veshchestv v zavisimosti ot fazy razvitiya uvelichivalas' vysota rasteniy na 1,1–10,0 %, ploshchad' list'yevo odnogo rasteniya na 3,8–45,9 %, biomassa odnogo rasteniya na 22,6–45,2 %, urozhaynost' na 0,35–0,83 t/ga ili na 7,1–16,7 % otnositel'no varianta s primeneniyem tol'ko pestitsida. Dlya usloviy Ryazanskoj oblasti optimal'naya doza primeneniya monoammoniyfosfata – 1,5 kg/t, kotoraya luchshe podkhodit dlya razvitiya rasteniy yarovoy pshenitsy.*  
**Keywords:** yarovaya pshenitsa, monoammoniyfosfat, biometricheskiye pokazateli, vskhozhest', sokhrannost', gustota rasteniy

УДК 631.81:633.521

DOI: 10.25680/S19948603.2022.126.06

## ДИНАМИКА ВЕЛИЧИНЫ И КАЧЕСТВА УРОЖАЯ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

**А.Ю. Гаврилова<sup>1</sup>, к.б.н., А.М. Конова<sup>1</sup>, к.с.-х.н., Н.П. Морозова<sup>2</sup>, к.х.н.**

<sup>1</sup>Федеральный научный центр лубяных культур  
214025, Россия, г. Смоленск, ул. Нахимова, д. 21

<sup>2</sup>Смоленская государственная сельскохозяйственная академия,  
214000, Россия, г. Смоленск, ул. Большая Советская, д. 10/2

**Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема №FGSS-2019-0022)**

В полевом опыте на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в условиях Смоленской области изучали влияние возрастающих доз минеральных удобрений на урожайность и качество семян и волокна льна-долгунца сорта Феникс. Самое эффективное средство повышения урожайности семян льна-долгунца – внесение полного минерального удобрения в дозах  $N_{48}P_{48}K_{48}$  и  $N_{64}P_{64}K_{64}$ . Повышение урожайности льна-долгунца происходило ввиду изменения элементов её структуры. Так, применение минеральных удобрений способствовало росту массы 1000 семян на 0,3–0,7%, увеличивало количество коробочек с 10 растений – на 110%. Внесение удобрений в почву изменяло химический состав растений льна-долгунца и, как следствие, вынос основных элементов питания с урожаем семян и соломы.

**Ключевые слова:** лен-долгунец, минеральные удобрения, урожайность, качество зерна, дерново-подзолистая почва.

Для цитирования: Гаврилова А.Ю., Конова А.М., Морозова Н.П. Динамика величины и качества урожая льна-долгунца при применении минеральных удобрений// Плодородие. – 2022. – №3. – С. 23-26.

DOI: 10.25680/S19948603.2022.123.06.

По сведениям Л.П. Кудрявцевой, Н.В. Пролетовой, Н.И. Лошаковой, Л.Н. Павловой, Е.Г. Виноградовой, Н.С. Соколовой лен на государственном уровне признан материалом 21 в. и является одной из немногих технических культур, которая дает одновременно два вида продукции – волокно и семена. Льняное масло широко используется в лакокрасочной, парфюмерной, фармацевтической отраслях промышленности. Льняное волокно применяют в текстильной, авиационной и других отраслях экономики. В последние десятилетия в мире идёт процесс активного замещения синтетических волокон натуральными поскольку давно действуют национальные проекты и программы, направленные на улучшение экологической обстановки окружающей среды [1, 2].

Установлено, что одним из основных факторов увеличения урожайности и качества продукции льна-долгунца является научно обоснованное применение минеральных удобрений [3-5]. По данным [6], лен-долгунец является специфической культурой, которая характеризуется малоразвитой корневой системой и, вследствие этого, отличается требовательностью к наличию в почве питательных веществ в легкодоступной форме. Также лен-долгунец сильнее, чем другие культуры, нуждается в равномерном распределении удобрений по всей площади, в четком соблюдении доз и правильном соотношении элементов питания [6].

По-прежнему остро стоит вопрос повышения за счёт применения удобрений урожайности волокна при одновременном улучшении (или хотя бы сохранении) его качества. Усиление роста надземной массы растений льна-долгунца, происходившее под воздействием удобрений, всегда связано с увеличением поперечного диаметра стебля, и в этом случае техническое волокно теряет гибкость [7].

Поэтому разработка методов оптимизации доз минеральных удобрений на льне-долгунце с учетом биологических особенностей культуры, агрохимических свойств почвы и уровня агротехники является актуальной задачей.

**Цель исследований** – изучить влияние возрастающих доз минеральных удобрений на урожайность и качество семян и волокна льна-долгунца сорта Феникс.

**Методика.** Исследования по изучению возрастающих доз минеральных удобрений проводили в 2019-2021 г. согласно Методике полевого опыта по Б.А. Доспехову [8] в трех полях шестипольного севооборота. Опытный участок расположен в п. Стодолище Починковского района Смоленской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Агрохимическая характеристика исходной почвы опытного участка: содержание гумуса – 2,0%,  $pH_{KCl}$  5,4,  $P_2O_5$  – 142,  $K_2O$  – 98 мг/кг.

Изучали последовательно возрастающие дозы азотных (аммиачная селитра), фосфорных (двойной суперфосфат) и калийных (калий хлористый) минеральных удобрений на новом сорте льна-долгунца Феникс смоленской селекции. В 2018 г. сорт был внесен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, а в 2019 г. на него получен патент.

Полная схема опыта состояла из 27 вариантов в трехкратной повторности. В статье представлена выборка из 12 вариантов. Единичная доза удобрений –  $N_{16}P_{16}K_{16}$ .

Норма высева семян льна-долгунца – 60 кг/га. Посевная площадь делянок – 60 м<sup>2</sup> (12 х 5). Число полей – 3. Предшественник – горчица. Территория, занятая опытом составляет – 1,5 га.

В почвенных образцах органическое вещество определяли по методу Тюрина в модификации ЦИНАО, pH солевой вытяжки – потенциометрическим методом, подвижные соединения фосфора и калия – по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. В растительных образцах содержание азота и фосфора определяли фотометрическим методом, калия – пламенно-фотометрическим.

Показатели структуры урожая измеряли согласно методике Госсортсети [9]. Статистическую обработку данных осуществляли методом дисперсионного анализа с использованием программы STRAZ.

Погодные условия 2019-2021 г. существенно различались [10]. Вегетационный период 2019 г. можно охарактеризовать как благоприятный для роста и развития растений льна-долгунца. Температура воздуха и сумма выпавших осадков в мае и августе практически не отличались от среднесезонных значений. В июне – июле наблюдались небольшое похолодание и нехватка влаги в почве (отклонение от нормы составило: по температуре – 3,2°C, по осадкам – 23 мм). Первая половина вегетационного периода 2020 г. была жаркой с обильным количеством осадков (превышение по температуре воздуха составляло 4,0-5,1°C, а по сумме осадков в мае – июне – 27 мм). Конец вегетации также характеризовался повышенными на 6,7°C температурами воздуха, количество выпавших осадков было близко к норме (52 мм).

Погодные условия 2021 г. были неблагоприятными для роста и развития растений льна-долгунца. Обильное количество осадков, почти в 2 раза больше нормы, привело к тому, что сроки посева затянулись. В период роста и развития растений, наоборот, наблюдалась сильная засуха. Превышение температуры воздуха относительно нормы составило 3,3-4,1°C. Период созревания семян проходил при избыточной влажности, сумма выпавших осадков превысила среднесезонные значения на 72 мм. Таким образом, вся совокупность вышеперечисленных факторов привела к тому, что в 2021 г. была самая низкая урожайность семян и соломы льна-долгунца за все годы исследования.

**Результаты и их обсуждение.** В среднем за три года исследования минимальная урожайность семян льна-долгунца получена на контроле без удобрения (табл. 1). Одностороннее внесение в почву азота, фосфора и калия в дозе по 48 кг д.в/га каждого увеличило урожай на 0,8-1,3 ц/га, или на 22-36% относительно контроля. Наиболее эффективным приемом было совместное применение перечисленных минеральных удобрений. Максимальная прибавка урожайности получена в вари-

антах  $N_{48}P_{48}K_{48}$  и  $N_{64}P_{64}K_{64}$  и составила 2,8-2,9 ц/га, или 77-80% к контролю.

#### 1. Эффективность применения минеральных удобрений на льне-долгунце (в среднем за 2019 – 2021 г.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка урожайности к контролю		Окупаемость 1 кг НРК прибавкой урожая, кг
		ц/га	%	
1. $N_0P_0K_0$	3,6	-	-	-
2. $N_{48}P_0K_0$	4,9	1,3	36	2,7
3. $N_0P_{48}K_0$	4,4	0,8	22	1,6
4. $N_0P_0K_{48}$	4,9	1,3	36	2,7
5. $N_{48}P_{48}K_{48}$	6,5	2,9	80	2,0
6. $N_{16}P_{16}K_{16}$	4,2	0,6	16	1,2
7. $N_{32}P_{32}K_{32}$	5,0	1,4	38	1,4
8. $N_{64}P_{64}K_{64}$	6,4	2,8	77	1,4
9. $N_{80}P_{80}K_{80}$	6,0	2,4	66	1,0
10. $N_{96}P_{96}K_{96}$	5,4	1,8	50	0,6
11. $N_{112}P_{112}K_{112}$	5,0	1,4	38	0,4
12. $N_{128}P_{128}K_{128}$	4,9	1,3	36	0,3
НСР <sub>0,5</sub>	1,2			

Окупаемость минеральных удобрений прибавкой урожая семян льна-долгунца зависела от доз минеральных удобрений. При повышении дозы комплексного удобрения наблюдалось снижение окупаемости НРК по отношению к вариантам с односторонним их внесением (варианты  $N_{48}P_0K_0$  и  $N_0P_0K_{48}$ ) на 0,7-2,4 кг зерна. Тем не менее, варианты с неполными дозами минеральных удобрений нельзя рекомендовать для постоянного использования, так как со временем без применения комплексного удобрения баланс основных элементов питания в почве станет отрицательным, что приведёт к полному истощению почвенных запасов.

Эффективность функционирования агробиоценоза оценивают по доле семян в общебиологическом урожае, характеризуем показателем хозяйственного коэффициента, значение которого, как правило, в большей степени зависит от генетических параметров растения и в меньшей – от факторов минерального питания. Исследованиями установлено, что минеральные удобрения положительно влияли на увеличение хозяйственного коэффициента льна-долгунца, повышая его на 0,2-4,2% (табл. 2). Это означает, что общая масса репродуктивных органов была выше, чем на растениях контрольного варианта без удобрений, что очень важно для получения высокого урожая семян льна-долгунца.

#### 2. Влияние минеральных удобрений на элементы структуры урожая льна-долгунца сорта Феникс (в среднем за 2019-2021 г.)

№ варианта	Хозяйственный коэффициент, %	Масса 1000 семян, г	Число коробочек с 10 растений	Высота растений, см
1	15,8	4,6	19	73
2	19,0	4,9	32	75
3	16,0	4,9	31	74
4	20,0	4,9	33	76
5	16,9	5,3	36	84
6	15,3	4,9	26	79
7	17,1	5,1	30	81
8	15,9	5,3	38	85
9	15,1	5,3	40	84
10	14,8	5,1	38	83
11	17,0	5,0	34	76
12	16,8	4,9	31	73

Масса 1000 семян позволяет определить количество питательных веществ в семенах, т.е. чем она выше, тем больше в них питательных веществ. Применение минеральных удобрений способствовало получению более

тяжеловесных семян, увеличивая этот показатель на 0,3-0,7%. С увеличением дозы минеральных удобрений выросло и число коробочек с 10 растений льна-долгунца на 110%.

Высота растений является определяющим показателем для высококачественного длинного льняного волокна. Наилучшее волокно получают при длине стеблей от 70 см и выше [11]. В наших исследованиях минеральные удобрения способствовали росту растений льна-долгунца, увеличивая их высоту на 11-12 см. Повышенные дозы удобрений, наоборот, замедляли их рост.

При создании новых сортов льна-долгунца большое значение уделяют содержанию волокна в соломе, особенно длинного. Однако, его содержание обуславливается не только особенностями сорта, но и условиями его выращивания. Согласно характеристике, сорт Феникс в среднем содержит 22,8% длинного волокна. Применение минеральных удобрений увеличивало выход длинного волокна относительно контроля на 6,5% (рис. 1). Наибольшее значение изучаемого показателя было отмечено при внесении в почву по 112 кг д.в/га азота, фосфора и калия.

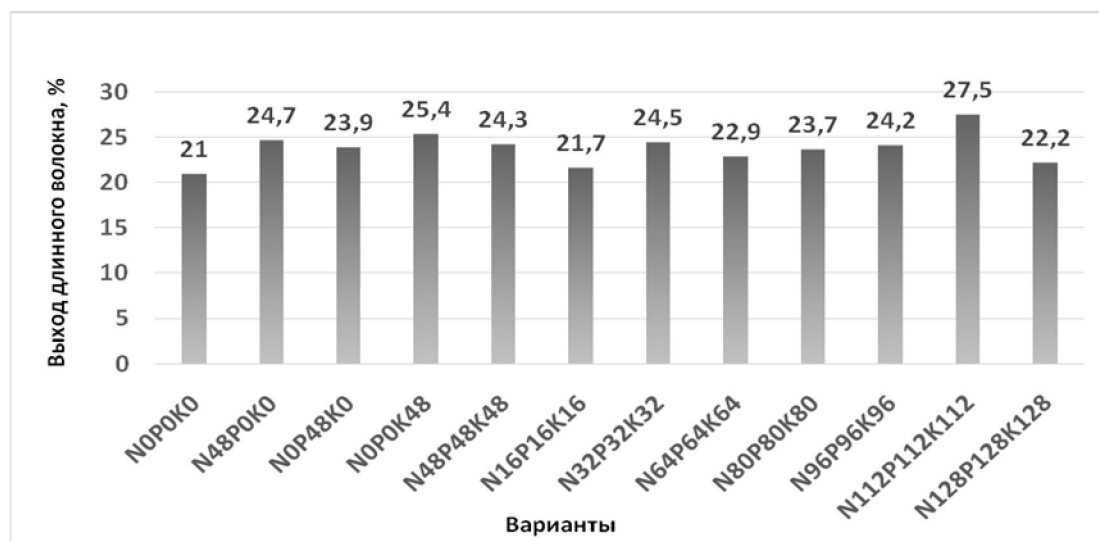


Рис. 1. Выход длинного льноволокна при применении минеральных удобрений, % (в среднем за 2019 – 2020 г.)

Применение минеральных удобрений изменяло химический состав растений льна-долгунца (табл. 3). Концентрация азота в семенах увеличивалась на 0,28-0,47%, в соломе изменялась незначительно. Содержание фосфора и калия в семенах при применении минеральных удобрений так же практически не изменялось. Внесение удобрений повышало концентрацию фосфора в льносоломе на 0,04-0,08% и калия – на 0,02-0,10%.

Вынос основных элементов питания зависел от их концентрации и величины урожая семян и массы соломы (рис. 2). Применение минеральных удобрений повышало вынос основных элементов питания урожаем ячменя: азота на 25-89%, фосфора – на 21-105, калия – на 6-86% относительно контроля.

### 3. Содержание основных элементов питания в семенах и соломе льна-долгунца, % на воздушно-сухое вещество (в среднем за 2019 – 2021 г.)

№ варианта	Семена			Солома		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	4,00	0,97	0,75	0,58	0,36	0,88
2	4,28	0,98	0,69	0,62	0,38	0,88
3	4,33	0,95	0,80	0,59	0,39	0,89
4	4,47	0,99	0,68	0,59	0,40	0,90
5	4,40	0,98	0,68	0,62	0,42	0,98
6	4,36	0,96	0,72	0,59	0,39	0,92
7	4,38	1,00	0,83	0,62	0,42	0,93
8	4,40	0,98	0,67	0,60	0,43	0,94
9	4,39	1,10	0,70	0,61	0,44	0,96
10	4,41	0,95	0,67	0,61	0,42	0,98
11	4,39	1,00	0,69	0,62	0,43	0,97
12	4,46	0,96	0,78	0,62	0,44	0,98

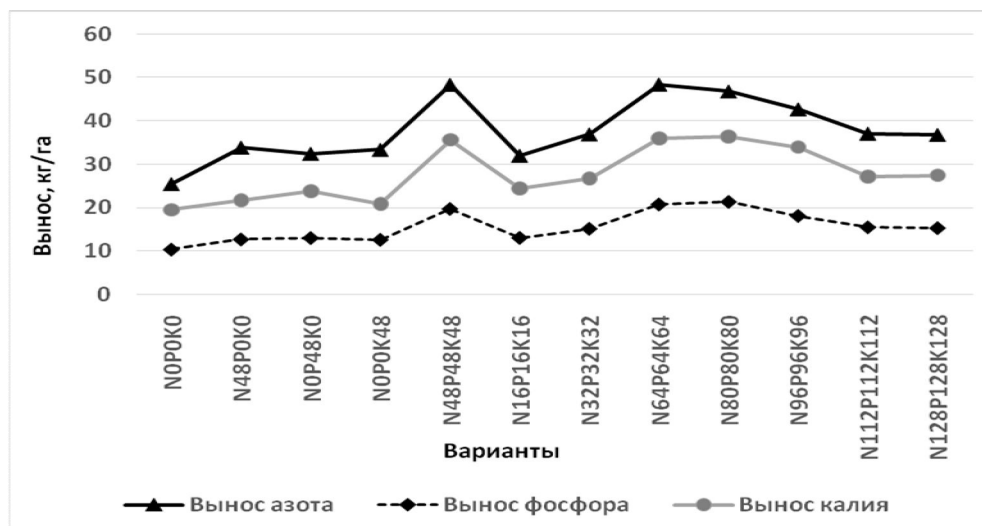


Рис. 2. Вынос основных элементов питания урожаем ячменя (в среднем за 2019 – 2021 г.)

**Заключение.** В полевом опыте по результатам трехлетних исследований установлено, что применение минеральных удобрений на льне-долгунце нового сорта Феникс – высокоэффективный приём, обеспечивающий повышение урожайности льносемян на 77-80%. Повышение урожайности происходило за счёт увеличения массы 1000 семян и числа коробочек на растении. При этом улучшались их качественные показатели, повышались содержание азота, фосфора и калия в семенах и соломе, а также вынос основных питательных веществ с урожаем и окупаемость удобрений прибавкой урожайности.

#### Литература

1. Кудрявцева Л.П. Методы оценки и отбора исходного материала при селекции льна-долгунца на устойчивость к антракнозу / Л.П. Кудрявцева, Н.В. Пролетова, Н.И. Лошакова, Л.Н. Павлова, Е.Г. Виноградова, Н.С. Соколова. – Тверь: Тверской государственный университет, 2013. – 52 с.  
2. Кулик Л.К. Основные результаты и перспективы развития селекции и семеноводства льна – долгунца в Смоленской области / Л.К. Кулик, А.М. Конова, С.М. Чехалков, В.М. Новиков, А.Ю. Гаврилова // Инновационные разработки производства и переработки лубяных культур. Материалы Международной научно-практической конференции. – Тверь: Тверской государственный университет, 2016. – С. 61-65.

3. Налиухин А.Н. Эффективность применения азотных удобрений под лен-долгунец в зависимости от агрохимических свойств дерново-подзолистых почв / А.Н. Налиухин, С.А. Шафран // Агрохимия. – 2014. – № 9. – С. 26-34.  
4. Кузьменко Н.Н. Повышение эффективности комплексного удобрения под лен-долгунец / Н.Н. Кузьменко // Агрохимия. – 2020. – № 8. – С. 37-42.  
5. Сорокина О.Ю. Анализ изменения оптимальных доз минеральных удобрений под лен-долгунец / О.Ю. Сорокина // Агрохимический вестник. – 2014. – № 3. – С. 16-19.  
6. Сорокина О.Ю. Рекомендации по применению удобрений при выращивании льна-долгунца с учетом плодородия почвы и сортовых особенностей культуры / О.Ю. Сорокина. – Тверь: Тверской государственный университет, 2015. – 10 с.  
7. Дмитриевская И.И. Влияние длительного применения удобрений на урожайность льна-долгунца и качество волокна / И.И. Дмитриевская, Д.С. Степанова, С.Л. Белопухов, В.А. Раскатов // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – №10. – С. 50-52.  
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1973. – 366 с.  
9. Практикум по агрохимии / Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Колос, 2001. – 512 с.  
10. GISMETEО: Погода в Смоленске. – URL: <https://www.gismeteo.by/weather-smolensk-4239/> (дата обращения 24.02.2022)  
11. Понажев В.П. Проблемы обеспечения льняной отрасли высококачественным льносырьем / В.П. Понажев, Т.А. Рожмина, Л.Н. Павлова // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 3. – С. 61-63.

#### CHANGES IN THE SIZE AND QUALITY OF THE FLAX CROP WHEN USING MINERAL FERTILIZERS

A.Yu. Gavrilova<sup>1</sup>, A.M. Konova<sup>1</sup>, N.P. Morozova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal Research Center for Bast Fiber Crops,  
Nakhimova ul., 21, Smolensk, 214025, Russia

<sup>2</sup>Smolensk State Agricultural Academy,  
Bolshaya Sovetskaya ul., 10/2, Smolensk, 214000, Russia

*In a field experiment on sod-podzolic medium loamy soil in the conditions of the Smolensk region, the effect of increasing doses of mineral fertilizers on the yield and quality of seeds and fibers of a new variety of flax-long-lived Phoenix was studied. The most effective means of increasing the yield of flax seeds was the introduction of a complete mineral fertilizer in doses of N48P48K48 and N64P64K64. The increase in the yield of flax was due to changes in the elements of its structure. Thus, the use of mineral fertilizers contributed to an increase in the mass of 1000 seeds by 0.3 – 0.7%, increased the number of boxes from 10 plants by 110%. The introduction of fertilizers into the soil changed the chemical composition of flax plants and, as a result, the removal of the main elements of nutrition with the harvest of seeds and straw.*

**Keywords:** flax, mineral fertilizers, yield, grain quality, sod-podzolic soil.

УДК 631.816:633.521

DOI: 10.25680/S19948603.2022.126.07

## ДОЗЫ БОРА И ФОРМЫ БОРНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ЛЕН-ДОЛГУНЕЦ

О.Ю. Сорокина, д.с.-х.н., ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»

170041, г. Тверь, Комсомольский проспект, д. 17/56,

e-mail: [olga-sorokina@bk.ru](mailto:olga-sorokina@bk.ru)

**Работа выполнена по госзаданию ФНЦ ЛК № FGSS – 2019 – 0017 при поддержке  
Минобрнауки России**

*Изучено влияние бора на формирование продуктивности льна-долгунца, выращиваемого в условиях Нечерноземной зоны. Исследования показали, что на легкосуглинистой почве доза бора 1,5 кг д.в./га является избыточной для льна и сопровождается визуальным проявлением в виде краевого ожога листьев. Дозы бора 0,25 кг/га (в составе борного суперфосфата) и 0,4 кг/га (в составе аммофоса) увеличили урожайность льноволокна, соответственно, на 2,3 и 3,0 ц/га и его качественные параметры, но в то же время снижали микробиологическую активность почвы (общее число бактерий и полностью уничтожались актиномицеты). Применение бора в составе комплексных удобрений – азотно-фосфорно-калийного с бором и ОМУ «Льняное», позволяющих внести бор в оптимальных дозах эффективно. Урожайность льносоломы возросла на 7,8 и 8,1 ц/га, льносемян – на 0,4 и 0,9 ц/га в сравнении с применением азотфоски в выравненной дозе по азоту.*

**Ключевые слова:** лен-долгунец, борные удобрения, доза, урожайность.

Для цитирования: Сорокина О.Ю. Дозы бора и формы борных удобрений под лен-долгунец // Плодородие. – 2022. – №3. – С. 26-29. DOI: 10.25680/S19948603.2022.126.07.