

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗНЫХ ДОЗ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Кузьменко Н.Н.

Федеральный научный центр лубяных культур, г. Тверь, Российская Федерация

**Аннотация.** При возделывании льна-долгунца расчет доз удобрений для основного внесения рекомендуется проводить методом компенсации их выноса урожаем. На дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с содержанием подвижного фосфора от повышенного до очень высокого, низким и средним содержанием калия фосфор за счет удобрений необходимо возмещать на 100, калий – на 120 %. Оптимальной дозой является  $N_{15}P_{22}K_{80}$ .

**Ключевые слова.** Лен-долгунец, доза удобрения, компенсация выноса, урожайность, качество.

## COMPARATIVE EFFICIENCY OF DIFFERENT DOSES OF FERTILIZERS WHEN CULTIVATING FIBER FLAX

Kuzmenko N.N.

Federal scientific center of bast crops, Tver, Russian Federation

**Abstract.** When cultivating fiber flax, it is recommended to calculate the doses of fertilizers for the main application by compensating for their removal by the crop. On sod-podzolic medium-loamy soil with mobile phosphorus content from high to very high, low and medium potassium content, phosphorus must be compensated by 100% due to fertilizers, and potassium-by 120 %. The optimal dose is  $N_{15}P_{22}K_{80}$ . Fiber flax

**Keyword.** Fiber flax, the dose of fertilizer, compensation for removal, productivity, quality.

Лен-долгунец – важнейшая российская прядильная культура, дающая одновременно два вида ценной продукции для промышленности: волокно и семена. Одной из основных проблем в льноводстве является получение высокой урожайности при одновременном улучшении качества волокна. В настоящее время потребность в льяном волокне более чем в 2,5 раза выше, чем его производство. При этом качество длинного волокна не превышает 9-10 номера [1].

В основных льносеющих областях РФ отмечается несбалансированное соотношение фосфора и калия в почве, что вызывает снижение качества льноволокна на 1,5-2,0 номера, а стоимость урожая на 25-30 %. Несбалансированность элементов питания в почве неблагоприятна для льна-долгунца, т.к. для получения льнопродукции высокого качества необходимо, чтобы калий в питании растений преобладал над фосфором и азотом [2, 3]. Важным элементом в технологии возделывания льна-долгунца является определение оптимальных доз удобрений. При выборе доз необходимо учитывать агрохимические показатели почвы, уровень агротехники, биологические особенности культуры. Для оптимизации питания льна-долгунца требуется применение элементов питания в определенном соотношении [4, 5]. В условиях острого дефицита удобрений особенно важно определить оптимальные дозы удобрений, обеспечивающие максимальную их оплату дополнительным урожаем продукции. При этом следует реализовать биологические, наследственно закрепленные особенности растений, присущие не только культуре, но и конкретному сорту [4, 5, 6]. Целью наших исследований было определение оптимальных доз минеральных удобрений при возделывании льна-долгунца.

**Материалы и методы.** При возделывании льна-долгунца на дерново-подзолистых почвах с содержанием подвижного фосфора более 15 мг/100 г для получения урожайности льносоломой не менее 40-50 ц/га, льноволокна 8-10 ц/га и льносемян 6-7 ц/га ранее рекомендовали вносить 10-15 кг/га д.в. азота, 80-100 кг/га д.в. фосфора и 100-125 кг/га д.в. калия [7].

Исследования по эффективности ранее рекомендованных для льна-долгунца доз фосфора и калия с дозами, рассчитанными на разный уровень интенсивности баланса, проведены в полевых опытах на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве со слабокислой реакцией почвенной среды (рН<sub>сол</sub> – 5,2-5,6), с содержанием подвижного фосфора от повышенного до очень высокого (120-284 мг/кг), низким и средним содержанием калия (74-120 мг/кг) в Центральном районе НЗ (Тверская обл.).

Схема опыта включала следующие варианты: 1 - без удобрений, 2 - N<sub>15</sub>P<sub>90</sub>K<sub>110</sub> (по рекомендациям), 3 - N<sub>15</sub>P<sub>22</sub>K<sub>110</sub> (интенсивность баланса Р - 100, К - 140 %), 4 - N<sub>15</sub>P<sub>22</sub>K<sub>80</sub> (интенсивность баланса Р - 100, К - 100 %), 5 - N<sub>15</sub>P<sub>22</sub>K<sub>40</sub> (интенсивность баланса Р - 100, К - 50 %), 6 N<sub>15</sub>Р0К<sub>80</sub> (интенсивность баланса Р - 0, К - 100 %), 7. N<sub>0</sub>Р0К<sub>80</sub> (интенсивность баланса Р - 0, К - 100 %).

Дозы фосфора и калия рассчитывали на планируемую урожайность льносолемы 40 ц/га (10 ц/га волокна). Для этого использовали нормативы расхода питательных веществ на формирование 1 единицы основной продукции (с учетом побочной). Для фосфора он составляет 0,55 кг, для калия – 1,97 кг. Доза фосфора при 100 % выносе в д.в. составила 22 кг/га. Дозы калия рассчитывали на 140, 100 и 50% вынос, в д.в. составили 110, 80 и 40 кг/га, соответственно. Доза азота для всех вариантов была одинаковая – 15 кг/га д.в.

В опытах использовали аммиачную селитру, суперфосфат и хлористый калий. Вносили удобрения вразброс под первую весеннюю культивацию. Возделывали лен-долгунец сорта Алексим. Общая площадь делянок составляла 35, учетная - 25 м<sup>2</sup>, которые располагались методом рендомизированных повторений в четырехкратной повторности. Наблюдения и исследования проводили в соответствии с Методическими указаниями по проведению полевых опытов со льном-долгунцом [8] и Методикой полевого опыта [9]. Энергетическую эффективность рассчитывали по методике [10].

**Результаты исследований.** Для льна-долгунца важным показателем является высота растений, т.к. основная продукция – льняное волокно формируется в стебле. Наблюдения, проведенные в опыте, показали, что снижение дозы фосфора с 90 до 22 кг/га д.в. и калия - со 110 до 80 кг д.в. не приводило к существенному снижению как общей высоты, так и технической длины. Достоверное снижение общей высоты растений отмечалось в вариантах без внесения фосфора, при применении невысокой дозы калия – 40 кг/га д.в. и в варианте, где был внесен только один калий.

Данные по урожайности, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что при выращивании льна-долгунца на почве с содержанием подвижного фосфора от повышенного до очень высокого уменьшение дозы фосфора для основного внесения с 90 до 22 кг/га д.в. не приводило к снижению урожайности льнопродукции. При этом повысился выход всего льноволокна на 1,8 %, его урожайность на 0,8 ц/га. При выращивании льна-долгунца на почве с низким и средним содержанием калия уменьшение дозы со 110 до 80 кг/га д.в. также не привело к снижению уровня урожайности льна-долгунца, но снизило качество трепаного волокна на 0,8 номера. При дальнейшем понижении дозы до 40 кг/га д.в. отмечалась тенденция к снижению урожайности льносемян на 0,6, льносолемы на 2,1 и волокна на 0,8 ц/га без снижения его качества. Внесение одних только калийных удобрений N<sub>0</sub>Р0К<sub>80</sub> было недостаточно, урожайность льнопродукции была получена на уровне контрольного варианта – без применения удобрений.

Таблица 1 – Изменение урожайности, качества льноволокна и интенсивности баланса элементов питания при разных дозах удобрений (среднее за 3 года)

Вариант	Урожайность, ц/га			Выход всего волокна, %	Номер трепаного волокна	Фактическая интенсивность баланса,	
	льно- семян	льно- солемы	льно- волокна			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
N0P0K0	4,5	28,7	7,6	26,4	10,6	-	-
N15P90K110	5,6	35,2	9,4	26,6	11,2	430	177
N15P22K110	5,7	35,6	10,2	28,4	11,4	102	169
N15P22K80	5,8	36,5	10,5	28,5	10,6	98	118
N15P22K40	5,2	34,4	9,7	28,1	10,8	105	61
N15P0K80	5,0	32,1	9,0	27,7	10,7	-	-
N0P0K80	4,5	28,9	8,1	27,8	10,8	-	-
HCP <sub>05</sub>	0,8	3,6	1,0	1,5			

По данным таблицы 1 в среднем за 3 года плановую урожайность волокна – 10,2 и 10,5 ц/га получили при расчете доз удобрений методом компенсации выноса элементов питания в вариантах N<sub>15</sub>P<sub>22</sub>K<sub>110</sub> и N<sub>15</sub>P<sub>22</sub>K<sub>80</sub> с заданной интенсивностью баланса для фосфора 100 и калия 140 и 100 %. По фосфору заданная и фактическая интенсивность баланса получены близкие 98 и 102 %, а по калию фактическая интенсивность была на 11-37 % больше – 169 и 118 %, что можно объяснить разницей между взятыми для расчета и фактическими значениями по выносу калия с урожаем, так как растения в зависимости от условий выращивания потребляют разное количество элементов питания на формирование единицы продукции. В условиях наших опытов больший урожай льнопродукции был

получен при применении дозы удобрения  $N_{15}P_{22}K_{80}$ , что соответствует интенсивности баланса фосфора 100 (98) и калия 120 (118) %.

Качество волокна прядильного льна связано с формой и строением, как элементарных волокон, так и лубяных пучков. Хорошее по качеству волокно дают образцы, имеющие лубяные пучки правильной удлиненно-овальной формы или вытянутой в тангентальном направлении формы, с ровными краями. Стебли, имеющие округлые лубяные пучки, а также разные по форме пучки с неровными краями дают низкое по качеству волокно. Лучшее по качеству волокно дают некрупные, равные по диаметру элементарные волокна граненой формы, с толстыми стенками и небольшим просветом внутри. Расположение волокна в пучке плотное. Чем меньше одревесневших волокон, тем волокно мягче и тоньше.

Результаты анатомического анализа стеблей льна показали, что при внесении удобрений в дозе  $N_{15}P_{90}K_{110}$  и  $N_{15}P_{22}K_{80}$  количестве пучков на срезе и количестве волокон на срезе было близким 23 и 22 и 776 и 732, соответственно. В первом случае волокна были округлой формы, во втором случае лубяные пучки были правильной овальной формы с ровными краями, лежащими связно, волокна в них были граненой формы. Количество одревесневших волокон при снижении дозы удобрений было на 10 %, меньше, что способствует получению волокна лучшего качества.

Расчет коэффициентов использования элементов питания из удобрений (КИУ) разностным методом показал, что при снижении дозы удобрений повышается коэффициент их использования растениями. По данным таблицы 2 при применении самой высокой дозы фосфора 90 кг/га д.в. коэффициент использования составил 3,1 %, достоверно увеличиваясь до 13,4-26,8 % при дозе 22 кг/га д.в.

Таблица 2 - Эффективность разных доз удобрений на льне-долгунце (среднее за 3 года)

Вариант	КИУ, %			Прибавка льноволокна, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK дополнительным урожаем волокна, кг	Затраты на применение удобрений, МДж/га	Биоэнергетический КПД, ед.
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O				
$N_{15}P_{90}K_{110}$	73,4	3,1	10,7	1,8	0,84	3410	3,0
$N_{15}P_{22}K_{110}$	51,4	16,4	13,8	2,6	1,77	2472	4,5
$N_{15}P_{22}K_{80}$	86,9	26,8	19,5	2,9	2,48	2208	5,6
$N_{15}P_{22}K_{40}$	49,3	13,4	29,6	2,1	2,73	1856	4,6
$N_{15}P_0K_{80}$	-	-	-	1,4	1,47	1904	2,8
$N_0P_0K_{80}$	-	-	-	0,5	0,62	704	0,4
HCP <sub>05</sub>	24,1	9,5	8,0				

При внесении удобрений в дозе  $N_{15}P_{22}K_{80}$ , когда получили наибольшую прибавку урожая льноволокна (2,9 ц/га) на каждый затраченный кг NPK дополнительно получили 2,48 кг льноволокна. Данные по энергетической эффективности показали, что в этом же варианте был получен самый высокий биоэнергетический коэффициент – 5,6 ед., затраты на применение удобрений в сравнении с самой высокой дозой  $N_{15}P_{90}K_{110}$  снизились на 1202 МДж/га. Данные представлены в таблице 2.

**Заключение.** Расчет доз удобрений методом компенсации их выноса урожаем позволил снизить дозу фосфора для основного внесения под лен-долгунец в 4,1 раза, калия в 1,4 раза при повышении коэффициента использования фосфора на 15,7 %, окупаемость 1 кг NPK прибавкой урожая льноволокна на 1,64 кг больше и биоэнергетическую эффективность на 2,6 ед.

При возделывании льна-долгунца на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с содержанием подвижного фосфора от повышенного до очень высокого, низким и средним содержанием калия фосфор за счет удобрений рекомендуется возмещать на 100 %, калий на 120 %. Оптимальной дозой удобрений является  $N_{15}P_{22}K_{80}$ , которая позволила получить урожайность льносемян 5,8, льноволокна 10,5 ц/га с номером 10,6.

#### Список использованных источников

1. Смирнова Л.А., Поздняков Б.А., Рожмина Т.А. Льняной комплекс России: факторы и условия эффективного развития. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. - 140 с.
2. Понажев В.П., Рожмина Т.А., Павлова Л.Н. Проблемы обеспечения льняной отрасли высококачественным льносырьем // Достижения науки и техники АПК. 2014. - №4. - С. 61-63.
3. Кузьменко Н.Н. Влияние систем удобрения на урожайность льна-долгунца и качество продукции в льняном севообороте // Агрехимия. 2017 - №8. - С. 43-47.

4. Сорокина О.Ю. Анализ изменения оптимальных доз минеральных удобрений под лен-долгунец // Агрохимический вестник. 2014.- №3. - С. - 16 – 19.
5. Налиухин А.Н. Эффективность применения азотного удобрения под лен-долгунец в зависимости от фона минерального питания на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве // Агрохимический вестник. 2012. - №1. - С. 5–7.
6. Сорокина О.Ю. Кузьменко Н.Н., Сухопалова Т.П., Ильина В. И. Приемы повышения урожайности льна-долгунца // Достижения науки и техники АПК. 2019. - № 8 (33). - С. - 18-23.
7. Выращивание льна-долгунца с учетом плодородия почвы и погоды (рекомендации). Торжок, 1986. - 10 с.
8. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом. Торжок, 1978. - 71 с.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. «Колос», 1979. - 415 с.
10. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве. М, 1955. - 95 с.

Работа выполнена по Госзаданию №075-00853-19-00 и финансовой поддержке Минобрнауки.