

ПЗО
БИБЛИОТЕЧКА АГРОХИМИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ
8 II 191



А.И. ПЕТРОВА

**УДОБРЕНИЕ
ЛЬНА-
ДОЛГУНЦА**

БИБЛИОТЕЧКА АГРОХИМИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Л. И. ПЕТРОВА,
кандидат сельскохозяйственных наук

УДОБРЕНИЕ
ЛЬНА-
ДОЛГУНЦА

811191

МОСКВА
РОССЕЛЬХОЗИЗДАТ — 1975

П 30

УДК 633.521

Библиотечка агрохимических знаний освещает вопросы применения минеральных, органических и известковых удобрений, их экономической эффективности, механизации использования, организации хранения и др.

Общая редакция кандидата сельскохозяйственных наук А. В. ПОСТИКОВА.

ЛЕН-ДОЛГУНЕЦ выращивают на обширной территории нашей страны — от Прибалтики до Байкала и от Архангельской до Житомирской области. Основная часть посевов сосредоточена в нечерноземной полосе на дерново-подзолистых почвах.

Производство льняного волокна постоянно увеличивается и превышает ежегодно 400 тыс. т. В народном хозяйстве льняное волокно идет преимущественно на изготовление разнообразных тканей. Льняные ткани характеризуются отличными гигиеническими свойствами, красивы и долго служат.

Многие льноводческие колхозы и совхозы, применяя прогрессивную технологию, выращивают высокие урожаи льпа-долгуница. Например, в 1972 г. в колхозе «Радянска Украина» Богородчанского района Ивано-Франковской области на площади 200 га получили по 14,0 ц волокна, а в целом по району на площади около 2000 га в среднем собрали по 9,4 ц с гектара.

В 1973 г. в Овручском районе Житомирской области с каждого из 4600 га получили по 8,2 ц волокна. Более 300 звеньев области добились урожайности 10 ц. В шести звеньях колхоза имени Тельмана Овручского района урожай волокна составил 16,0—17,2 ц с гектара. Рекордный урожай — по 17,5 ц на площади 30 га — выращен в звене Л. С. Сербин колхоза имени Щорса Емельчинского района Житомирской области.

Передовые льноводческие хозяйства уже в 1973 г. выполнили свои пятилетние планы по продаже льнопродукции государству. В настоящее время перед льноводческими странами стоит задача — довести производство льняного волокна до 520 тыс. т. Основной вклад в решение этой

задачи должны внести льносеющие области и автономные республики нечерноземной зоны РСФСР, где заготавливается половина всего волокна, производимого в стране.

Для развития сельского хозяйства нечерноземной зоны, в том числе и дальнейшего увеличения производства и улучшения качества льнопродукции, постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР (1974 г.) предусмотрено осуществить, наряду с другими мероприятиями, известкование кислых почв и широкое применение минеральных удобрений.

Крупная химическая промышленность, созданная в СССР, позволила применять минеральные удобрения под лен-долгунец в значительных количествах. В 1956—1957 гг. в основных льноводческих областях их уже было внесено в среднем около 2 ц на каждый гектар посева льна; спустя 10 лет (в 1966—1967 гг.) — по 5,3—5,5 ц, а в 1973 г. — по 6,4 ц стандартных туков.

Целесообразность повышения доз минеральных удобрений под лен подтверждается опытом льноводческих хозяйств в районах комплексной химизации. Например, в Калининской области при увеличении дозы удобрений на 30 кг действующего вещества на гектар сбор льняного волокна в 1967—1970 гг. возрос по сравнению с 1964—1966 г. на 0,27 ц. В Торжокском районе комплексной химизации за эти же годы при повышении норм удобрений на посевах льна на 65 кг действующего вещества прирост урожайности льняного волокна достиг 0,66 ц.

Практика передовых льноводных хозяйств показывает, что высокая отдача минеральных удобрений возможна только при внесении их с учетом требований льна-долгунца к условиям почвенного питания и применения правильной системы удобрения культур льняного сезонооборота.

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

ПОСТУПЛЕНИЕ питательных веществ в растения льна-долгунца зависит от физиологических особенностей каждой фазы роста и развития.

От всходов до начала «елочки» общая потребность растений в минеральных элементах невелика, так как стебель растет медленно, а лубяные волокна только начинают появляться. Однако в это время быстро развивается корневая система, в клетках усиленно образуются сложные белковые вещества, в том числе и нуклеиновые кислоты, которые имеют решающее значение в сохранении и проявлении наследственных свойств сорта. Первые три недели роста являются критическими в отношении фосфора и калия. Их недостаток в период всходы — «елочка» приводит к необратимому нарушению биохимических процессов роста и развития, снижает устойчивость льна к болезням, отрицательно отражается на урожае соломки, семян и качестве волокна.

В фазу «елочки» быстро увеличиваются число и размер листьев, возрастает количество элементарных волокон. Для тканей льна характерны высокое содержание минеральных веществ (2,4—4,3% азота, 0,6—0,9% фосфора, 3,0—4,5% калия) и повышенное осмотическое давление, что указывает на интенсивный обмен веществ.

В зависимости от погоды, условий агротехники и содержания в почве питательных веществ в фазу «елочки» растения льна усваивают 16—36% азота, 6—15% фосфора и 11—12% калия от общего количества этих элементов, необходимого для формирования всего урожая соломки и семян.

Потребление элементов питания растениями льна резко возрастает в фазу быстрого роста и бутонизации.

Наряду с энергичным приростом стебля в высоту и накоплением органической массы в процессе фотосинтеза, усиленно образуются элементарные волокна и лубяные пучки.

В этот период рост льна идет в основном за счет азота. Например, за 15 дней, прошедших после внесения азота на окультуренной дерново-среднеподзолистой почве, стебли льна выросли в высоту на 10,1 см, от фосфора — на 7,3 см и от калия — на 3,3 см, а на слабоокультуренной дерново-сильноподзолистой — соответственно на 16,4; 8,4 и 4,7 см.

Хотя калий оказывает слабое действие на прирост льна в высоту, он во многом определяет внутреннюю структуру стебля — размер, форму и расположение элементарных волокон и лубяных пучков. Интенсивное поступление калия в период быстрого роста и бутонизации обеспечивает энергичный синтез углеводов, их передвижение из листьев в стебли, где они служат источником образования волокна.

К моменту цветения лен усваивает 70—84% азота, 67—80% фосфора и 71—96% калия от общего количества этих элементов, требующихся для создания всего урожая. В период цветения построение элементарных волокон и лубяных пучков в основном завершается. К этому времени стебли льна содержат 76,5% целлюлозы от ее количества в ранней желтой спелости.

После цветения рост стебля почти прекращается, происходит выравнивание его по толщине. Потребность льна в питательных элементах снижается — они расходуются в основном для формирования семян и утолщения стенок элементарных волокон.

Поступление питательных элементов в растения, как и любой другой биологический процесс, в значительной мере зависит от обеспеченности льна теплом и влагой.

Хорошие условия для роста и развития льна, а следовательно, и усвоения питательных веществ в период всходов создаются при среднесуточной температуре воздуха 9—12°, в фазу «елочки» — 14—16°, в фазу цветения растений и при образовании семян — 16—18°.

Оптимальная обеспеченность водой в течение периода всходы — «елочка» имеет место при влажности 60%, во время быстрого роста и цветения — 80% и в фазу созревания — 40—60% от полной влагоемкости почвы.

Избыток или недостаток влаги снижает использование льном подвижных форм питательных элементов. Например, в вегетационном опыте при влажности почвы 60% от капиллярной влагоемкости растения льна за весь период вегетации от всходов до созревания усвоили из дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы 30,2% азота (легкогидролизуемого), 16,4% подвижного фосфора и 16,3% обменного калия.

По данным А. П. Лимонова (1973), при влажности почвы 90% от капиллярной влагоемкости усвоение азота снизилось до 26,4% и фосфора — до 11,5%. Недостаток влаги (30% от капиллярной влагоемкости) уменьшил использование азота до 21,0%, фосфора — до 7,8% и калия — до 13,5%.

В производстве уровень урожайности волокна при посеве льна в начале мая (преобладающий оптимальный срок для большинства льносеющих районов) определяют осадки июня, так как в этом месяце растения проходят фазы быстрого роста и бутонизации, когда идет максимальное потребление питательных элементов из почвы.

Для примера можно сравнить урожай волокна в опытах по изучению системы удобрения культур на дерново-подзолистой почве в ОПХ Всесоюзного научно-исследовательского института льна (ВНИИЛ) в годы с достаточным количеством осадков в июне (1965, 1969 и 1971) и с засушливым июнем (1964, 1968 и 1972).

В те годы, когда в июне выпадало в среднем 65,7 мм осадков, урожай волокна и его прибавка как на удобренной, так и неудобренной почве были почти вдвое больше, чем в годы с засушливым июнем при снижении количества осадков до 25,1 мм (табл. 1).

Данные таблицы свидетельствуют о том, что при длительном применении в севообороте навоза и минеральных удобрений, несмотря на большой ущерб от засушливой погоды (50,1%), урожай льняного волокна можно было сохранить на среднем уровне (5,6 ц). На почве без удобрений при ущербе от засухи в размере 58% урожай волокна был низким — 3,6 ц с гектара.

Действие азота, фосфора и калия на рост и развитие растений льна. Питательные элементы, усвояемые растениями из почвы и внесенных удобрений, оказывают определенное влияние на формирование морфологических

признаков растения, анатомическое строение стеблей, содержание и качество волокна.

Таблица 1
ВЛИЯНИЕ ОСАДКОВ (ИЮНЬ) И УДОБРЕННОСТИ ПОЧВЫ
В СЕВООБОРОТЕ НА УРОЖАЙ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА
(ОПХ ВНИИЛ, Калининская область)

Годы	Сумма осадков в июне, мм	Урожай волокна, ц с 1 га			
		без применения удобрений		при длительном применении в севообороте на воза и минеральных удобрений	
		средний	от—до	средний	от—до
1964, 1968, 1972	25,1	12,3—37,5	3,6	3,0—5,5	5,6 4,1—7,7
1965, 1969, 1971	65,7	37,7—114,7	6,2	3,8—9,3	11,0 7,8—13,1
Разница в пользу обеспеченных влагой лет	40,6	25,4—77,2	2,6	0,8—4,8	5,4 3,7—5,4

Участвуя в обмене веществ общебиологического характера, азот стимулирует развитие мощной вегетативной массы стеблей и листьев с нежными, сочными и молодыми тканями.

Фосфор способствует сохранению и передаче наследственных признаков сорта, входит в состав соединений—носителей энергии и минеральных солей, поддерживающих реакцию клеточного сока на определенном уровне. Известно положительное влияние фосфора на развитие корневой системы: он повышает холодостойкость и засухоустойчивость растений, ускоряет созревание.

Калий во многом определяет углеводный обмен—образование, передвижение и превращение углеводов из одной формы в другую. Хорошее калийное питание необходимо для активного проявления таких важных свойств растения, как устойчивость к заморозкам, болезням и полеганию.

Товарной частью льна является стебель (соломина), поэтому очень важно получить высокорослые растения с длинными стеблями.

Положительное действие азота на рост льна при посеве его на дерново-подзолистой почве было отмечено на 28-й день после всходов. На 33-й день разница по высоте стеблей за счет внесения азота составила 4,5—5,0 см, на 38-й — 10,1—11,5 см. На слабоокультуренной дерново-подзолистой почве эта разница по высоте стеблей у растений в возрасте 43 дней достигла 16,8 см (табл. 2).

Сравнительно позднее воздействие азота аммиачной селитры на рост льна можно объяснить тем, что в начале вегетации до наступления фазы «елочки» он использует очень незначительную часть азота удобрений. Это следует учитывать при разработке системы удобрений под лен.

Излишнее поступление азота приводит к расстройству углеводно-белкового обмена, является причиной неоднородности и плохой (неграненой) формы элементарных волокон, рыхлого расположения волокон и лубяных пучков в стебле.

Высокие дозы азота усиливают полегание, поражение ржавчиной и другими болезнями, что в конечном итоге снижает качество волокна, содержание жира в семенах и достоинства льняного масла.

Избыточное азотное питание повышает чувствительность растений льна к гербициду 2М-4Х.

Разница по высоте растений за счет внесения фосфора (суперфосфат) проявилась на 10 дней раньше, чем от внесения азота, и на 38-й день стала максимальной: на хорошо оккультуренной почве — 14,8 см, на слабоокультуренной — 17,4 см.

Действие калия на прирост льна в высоту было менее энергичным, чем азота и фосфора. Оно начало проявляться, как и действие фосфора, рано — на 18-й день после всходов. Наибольший прирост стеблей в высоту (4,6—10,5 см) за счет калия (калий хлористый) наблюдался на 38-й день после всходов.

Следовательно, для выращивания высокорослого льна на дерново-подзолистой почве различной степени оккультуренности фосфор имеет не меньшее значение, чем азот. Роль калия по сравнению с этими двумя элементами скромнее, но необходимость его внесения до посева льна (так же, как и фосфора) очевидна.

Положительное действие азота на рост льна отмечено при высоте стеблей 27,4—42,5 см. Это говорит о том, что

Таблица 2

ВЛИЯНИЕ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ НА РОСТ ЛЬНА В ВЫСОТУ

Возраст растений льна (число дней после всходов)	Почва дерново-сильноподзолистая среднесуглинистая слабоокультуренная			Почва дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая окультуренная				
	высота растений, см (внесено NPK)	разница по высоте стеблей (см) за счет внесения			высота растений, см (внесено NPK)	разница по высоте стеблей (см) за счет внесения:		
		азота	фосфора	калия		азота	фосфора	калия
18	4,8	0	0,9	0,7	7,4	0	2,2	0,2
23	14,2	0	5,0	2,5	22,7	0	7,5	1,3
28	27,4	0,4	8,8	5,1	42,5	1,2	12,7	2,4
33	40,9	4,5	13,3	8,0	58,4	5,0	13,3	2,3
38	64,3	11,5	17,4	10,5	82,7	10,1	14,8	4,6
43	84,2	16,8	17,2	9,8	93,8	7,7	8,5	1,5
48	89,1	16,0	10,7	2,5	94,6	6,9	6,6	0,4
53	89,1	15,8	9,2	1,3	94,6	6,7	6,6	0,2

Примечание. Почва слабоокультуренная — pH 4,7, P₂O₅ — 3,0 мг и K₂O — 9,4 мг на 100 г почвы; почва окультуренная — pH 5,5, P₂O₅ — 8,8 мг, K₂O — 10,3 мг на 100 г почвы.

азотные удобрения могут быть эффективными как при допосевном внесении, так и в случае применения их в подкормку.

Минеральные удобрения не только усиливали рост, но и ускоряли развитие растений. Так, на слабоокультуренной почве при внесении полного минерального удобрения фаза цветения наступила на 4 дня раньше. Это произошло главным образом за счет фосфора, который ускорил наступление фазы цветения на 3 дня.

Растения льна, обеспеченные фосфором, бывают стадийно старше тех, которые испытывают недостаток этого элемента. Фосфор не только ускоряет созревание, он благоприятно действует на урожай и качество семян.

Фосфор определяет также анатомическое строение нижней части стебля, от которой зависит устойчивость льна к полеганию.

Химический состав растений льна в процессе их роста и развития изменяется. Наибольшее количество питательных элементов содержат молодые растения.

Как показали средние из 20 опытов (1960—1972 гг.) данные ВНИИЛ, листья, особенно богатые азотом и фосфором, по мере созревания постепенно отмирают и опадают, а основное количество этих элементов концентрируется в семенах (табл. 3).

Таблица 3
СОДЕРЖАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В РАСТЕНИЯХ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Фаза роста и развития льна	Содержание (в процентах на воздушносухое вещество)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
«Елочка»	2,94	0,71	3,89	0,92
Быстрый рост	1,89	0,61	2,80	0,46
Цветение	1,41	0,52	2,01	0,37
Раннежелтая спелость:				
соломка	0,45	0,18	1,32	0,45
семена	3,59	1,24	1,31	0,24

Кроме азота, фосфора, калия и кальция, соломка и семена льна содержат магний, серу, кремний, натрий, бор и другие химические элементы. Среднее содержание

MgO в соломке — 0,2%, в семенах — 0,47; SO₃ — соответственно 0,2 и 0,08%; SiO₂ — 0,17 и 0,04%; Na₂O — 0,25 и 0,07%; В — 0,003 и 0,002%.

Между химическим составом растений льна и величиной урожая не существует тесной связи. Содержание азота, фосфора и калия в растениях в зависимости от климатических, почвенных и агротехнических условий изменяется, но не в таких больших пределах, как размер урожая волокна и семян. Например, в опытах ВНИИЛ на окультуренной дерново-подзолистой почве в фазу «елочки» растения льна на протяжении 4 лет содержали 2,4—3,0% азота, 0,65—0,70% фосфора и 3,0—3,6% калия. Этот довольно постоянный уровень содержания питательных веществ в растениях в разные годы соответствовал урожаю волокна от 3,9 до 8,1 и семян — от 3,1 до 6,1 ц с гектара.

На слабоокультуренной дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в 1964—1965 гг. соломка в ранней желтой спелости содержала 1,08—1,45% калия, а урожай волокна был в пределах 4,1—12,7 ц.

За весь период вегетации от всходов до ранней желтой спелости растения льна образуют значительную массу органического вещества, из которой на формирование волокна, в соответствии с коэффициентом хозяйственной эффективности фотосинтеза, расходуется 12,5—26,1%.

Современные высоковолокнистые сорта (Т-10, К-6 и др.) при благоприятных условиях выращивания на образование волокна используют примерно четверть общей биомассы растения. При этом реализуются все потенциальные возможности сорта и урожай волокна достигает 20 ц с гектара.

Средний вынос питательных элементов из почвы растениями льна на 1 ц волокна составляет 5—8 кг азота (N), 1,5—4 кг фосфора (P₂O₅) и 6—10 кг калия (K₂O). Следовательно, на формирование высокого урожая, порядка 10—15 ц волокна с гектара, растениям льна требуется 50—120 кг азота, 15—60 кг фосфора и 60—150 кг калия.

Льняное волокно состоит в основном из целлюлозы — вещества, из которого состоят клеточные стенки элементарных волокон. В зависимости от способа выделения волокна из соломки содержание в нем целлюлозы может

быть от 70 до 90%. В образовании волокна участвуют также гемицеллюлоза, пектиновые и воскообразные вещества.

ВИДЫ УДОБРЕНИЙ, ДОЗЫ, СРОКИ И СПОСОБЫ ИХ ВНЕСЕНИЯ ПОД ЛЕН-ДОЛГУНЕЦ

У СТАНОВЛЕНО, что действие азотных удобрений на урожай и качество льна зависит от предшественника и общего уровня окультуренности почвы.

При размещении льна по хорошему клеверищу на окультуренной дерново-подзолистой почве (если собрали больше 40 ц клеверного сена с гектара) азот под лен не применяют, так как в результате разложения дернины в почве образуется вполне достаточное количество азота для получения 8—10 ц волокна.

На средних клеверицах после хорошо удобренных картофеля, озимых и яровых зерновых культур под лен эффективно внесение 15—30 кг азота.

После плохого клеверища или яровых зерновых культур на слабоокультуренных почвах доза азота под лен должна быть 45 кг, а на хорошо окультуренных почвах — 20—30 кг на гектар. В редких случаях (при возделывании льна после яровых зерновых на слабоокультуренных тяжелых суглинках) дозу азота увеличивают до 50—60 кг.

В пределах указанных интервалов повышенные дозы азота применяют на юге и востоке льноводной зоны СССР (Украинская ССР, Волго-Вятский, Поволжский, Уральский и Западно-Сибирский районы РСФСР), где активность бактерий, мобилизующих азот, понижена в связи с высокой температурой воздуха и недостатком осадков.

В Белоруссии дозу азота под лен по клеверищу дифференцируют в зависимости от планируемого урожая соломки. Для получения 15—20 ц льняной соломки вносят по клеверицу 15—20 кг, а по мягким предшественникам — 30—35 кг азота на гектар; для урожая 30—40 ц соломки соответственно 20—30 и 40—45 кг, для урожая 45—50 ц — 30—40 и 50—60 кг.

Следует отметить, что нормы азота, как и других удобрений, устанавливают на основе данных полевого опыта.

При внесении азота под лен учитывают также срок посева и норму высева семян. На семеноводческих, разреженных и широкорядных посевах дозу азота повышают по сравнению с более густыми товарно-сортовыми посевами. При поздних сроках сева льна по любому предшественнику применяют минимальную дозу азотных удобрений.

В зарубежных странах по непластовым предшественникам: овсу, ячменю, озимой ржи и картофелю — под лен вносят 15—30 кг (Франция), до 40 кг (Голландия), 20—40 кг (ГДР) и до 35 кг (Чехословакия) азота на гектар.

Лучший срок внесения минерального азота под лен — весной в предпосевную обработку почвы. Что касается форм азотных удобрений, то на окультуренных слабо-кислых почвах хорошие результаты обеспечивают аммиачная селитра, мочевина и сульфат аммония. На слабо-окультуренных кислых почвах сульфат аммония, как физиологически кислое удобрение, может оказаться неэффективным.

Медленно действующее мочевинно-формальдегидное удобрение (карбамидформ, содержащий 37—38% общего азота, с индексом усвоемости — 51—53%) не создает избыточной концентрации азота в начальный период роста льна. Более равномерное поступление азота в растения по сравнению с аммиачной селитрой обеспечивает и более благоприятное действие карбамидформа на качество волокна при посеве льна по клеверищу на окультуренной дерново-подзолистой почве.

Азот минеральных удобрений в зависимости от дозы, почвенно-климатических и агротехнических условий выращивания льна используется растениями на 30—90%.

Потребность в азотной подкормке может возникать в тех случаях, когда азотные удобрения до посева льна не применяли. При недостатке азота лен растет слабо, листья и стебель имеют бледно-зеленую с желтоватым оттенком окраску, листья узкие, прижаты к стеблю.

Наблюдения, проведенные в опытах ВНИИЛ, показали, что внешние признаки недостатка азота у растений льна проявляются в фазу «елочки» и в начале быстрого

роста. На окультуренной почве, хорошо обеспеченной фосфором и калием, признаки, указывающие на недостаток азота, начинают проявляться раньше, чем на слабоокультуренной почве, где лен вообще отстает в росте.

Для подкормки льна лучше всего использовать аммиачную селитру — 0,5—0,6 ц на гектар.

Фосфорные удобрения. В целях прогноза эффективности фосфорных удобрений и дифференциации их доз определяют содержание в почве подвижного фосфора (табл. 4).

Таблица 4

ПРИМЕРНЫЕ ДОЗЫ ФОСФОРНЫХ И КАЛИЙНЫХ
УДОБРЕНИЙ ПОД ЛЕН В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ
(ВНИИЛ)

Содержание в почве фосфора (P ₂ O ₅) или калия (K ₂ O), мг на 100 г почвы	Нормы питательных веществ для льна, кг на 1 га	
	фосфора	калия
Меньше 5	80—90	90—120
5—7	70—80	80—90
7,1—10	60—70	70—80
10,1—15	40—60	60—70
Больше 15	меньше 40	меньше 60

Положительное действие фосфорных удобрений на урожай и качество льна наиболее ярко проявляется на почвах, слабо обеспеченных подвижным фосфором. Например, в 1964 г. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве опытного хозяйства ВНИИЛ, содержащей 2,5—4,5 мг P₂O₅ (на 100 г почвы), под влиянием фосфорных удобрений выход волокна в конце цветения увеличился на 5,1% и в зеленую спелость — на 3,1%. В итоге урожай длинного волокна повысился на 1,44 ц с гектара и его качество улучшилось на два номера.

Фосфор, накопленный в почве при систематическом удобрении ее в севообороте, используется льном очень слабо. Например, лен, посевной на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, при недостатке влаги усваивал 5,9% и при оптимальной влажности — 13,4% P₂O₅. Из дерново-подзолистой песчано-легкосуглинистой поч-

вы, обеспеченной влагой, он выносил 21,6 % подвижного фосфора.

Из фосфорных удобрений, внесенных непосредственно под лен, растения могут забирать из почвы лишь 10—25 % действующего вещества. Невысокие коэффициенты использования льном фосфора вызывают значительную потребность этой культуры в фосфорных удобрениях.

По данным научных и опытных учреждений льноводной зоны, для получения высокого урожая (не менее 10 ц волокна с гектара) на дерново-подзолистых почвах, содержащих до 15 мг Р₂O₅, необходимо вносить под лен 90—120 кг фосфора. На почвах, богатых подвижным фосфором (больше 15 мг Р₂O₅ на 100 г почвы), эффективно применение 30—60 кг действующего вещества.

Как уже отмечалось, при одинаковой обеспеченности почвы подвижным фосфором лен усваивает различное количество этого вещества в зависимости от ее механического состава. Так, на тяжелых и средних суглинках целесообразно вносить более высокую дозу фосфорных удобрений, чем на легких суглинках и супесях.

Среди сортов льна на повышенные дозы фосфора (120—150 кг на гектар) положительно реагируют Л-1120, Тверца и Шокинский. Получены данные, свидетельствующие о том, что по мере возрастания дозы фосфора уменьшается чувствительность льна к гербицидам.

Известно, что увеличение дозы фосфора повышает холодостойкость растений, способность культуры формировать высокий урожай при недостатке тепла. Следовательно, более высокие нормы фосфорных удобрений необходимо применять в северных и северо-восточных районах льноводства, а также на холодных тяжелосуглинистых почвах северных склонов, на полях, расположенных в пизинах.

При выращивании прядильного льна в Голландии вносят 60—70, в ЧССР — 30—80 и в ГДР — 40—60 кг действующего вещества фосфорных удобрений. Во Франции средняя доза фосфора под лен — 70 кг на гектар.

Фосфорные удобрения оказывают благоприятное действие на урожай и качество льна при внесении их рано весной (после схода снега) или осенью (под зяблевую вспашку). Преимущество осеннего внесения (под плуг) по сравнению с весенным (под культивацию) может проявиться на слабокислых окультуренных почвах,

где нет опасности закрепления фосфора в малоподвижные соединения. Повышенные дозы фосфора целесообразно применять дробно — основную часть (75%) осенью и остальную (25%) — весной.

Наиболее распространенным фосфорным удобрением является суперфосфат, особенно гранулированный. Подлен с успехом можно применять и другие формы фосфорных удобрений — обесфторенный фосфат, термофосфат, преципитат.

При использовании фосфоритной муки ее добавляют к суперфосфату в различном соотношении: на сильно-кислых почвах — $\frac{3}{4}$, на среднекислых — половину и на слабокислых — $\frac{1}{4}$ всей дозы фосфора, предназначеннай для применения.

Гранулированный суперфосфат (0,25—0,5 ц простого или 0,12—0,25 ц двойного) пригоден для припосевного, рядкового внесения комбинированными сеялками СУЛ-48, СЛН-48, СЛН-32.

На слабоокультуренных кислых почвах, где фосфорные удобрения до посева или в рядок с семенами не вносились, может возникнуть потребность льна в подкормке.

Подкормку проводят сразу после появления всходов, используя для этого 1,5—2 ц суперфосфата (30—40 кг действующего вещества на гектар).

Калийные удобрения. Калий обуславливает целый ряд очень важных свойств растений льна, в том числе их анатомическое строение, устойчивость к полеганию и болезням. Он определяет суточный ритм питания, работу некоторых ферментов и углеводный обмен.

Если в почве мало калия, то элементарные волокна остаются овальными, с большими просветами и тонкими стенками. Рыхлые лубяные пучки не образуют в стебле сплошного кольца, и техническое волокно получается легковесным и грубым.

Применение под лен калийных удобрений оказывает благоприятное действие на урожай и качество волокна. По результатам 14 опытов, проведенных ВНИИЛ и некоторыми областными сельскохозяйственными опытными станциями, внесение калия под лен увеличило урожай длинного волокна на 1,5 ц и улучшило его качество на 1,1 номера. На песчано-легкосуглинистой почве, характеризующейся низким содержанием калия, калийные

удобрения в среднем за 4 года повысили урожай волокна на 1,2 ц и улучшили его качество на 2,3 номера.

Дозу калийных удобрений под лен устанавливают с учетом обеспеченности почвы обменным калием (табл. 4).

Необходимость применения калийных удобрений под лен на почвах, в различной степени обеспеченных калием, вызывается тем, что запасы почвенного калия мало доступны для растений.

Так, по данным Института льна, на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве при недостатке влаги лен использовал обменный калий на 11,7% и при хорошей обеспеченности влагой — на 13,0%.

Коэффициент использования калийных удобрений растениями равнялся 26—28%. В различных почвенно-климатических условиях использование калия растениями льна из калийных удобрений колебалось от 13 до 60%.

В Белоруссии для получения 45—50 ц соломки на почвах, содержащих 5—10 мг K_2O , рекомендуется применять 80—90 кг, а там, где запасы калия больше (20—30 мг K_2O), — 30—40 кг действующего вещества на гектар.

Повышенные нормы калийных удобрений (120—180 кг) эффективны при выращивании сортов льна-долгунца: Т-10, ВНИИЛ-11, К-6, Л-1120.

В Голландии лен по потребности в калии приравнивается к сахарной свекле. При высокой обеспеченности глинистой почвы калием его вносят 20 кг на гектар, при хорошей — 120, низкой — 180 и очень низкой — 200 кг. На легких почвах норма калия под лен-долгунец составляет 80—160 кг.

В других странах под лен применяют также преимущественно высокие дозы калия: в ЧССР — 80—110 кг, в ГДР — 80—120 кг, во Франции — 120 кг на гектар.

Однако чрезмерно высокими нормами калия не следует увлекаться, так как избыток калийного питания может усиливать отрицательное влияние гербицида 2М-4Х на формирование урожая.

Кроме того, хлорсодержащие калийные удобрения в повышенных дозах иногда оказываются малоэффективными в связи с вредным действием хлора: расход углеводов увеличивается, что наносит ущерб формированию

ванию волокна; поступление азота усиливается в фазу цветения, вызывая снижение качества волокна.

При изучении различных форм калийных удобрений выявилось преимущество сернокислого калия перед хлористым калием. В опытах ВНИИЛ на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве при систематическом применении в севообороте сернокислый калий давал лучшие результаты. Так, в 1969 г. он повысил по сравнению с хлористым калием качество трепаного волокна на 0,5 номера, чесаного — на один помер, метрический номер пряжи — на 0,9, ее добротность — на 0,3 км, уменьшил неровноту пряжи по номеру на 1% и по прочности — на 3,6%. Улучшение качества волокна и пряжи наблюдалось при высоком уровне урожайности волокна по обоим видам удобрений — 12,7—12,8 ц с гектара.

Для выращивания высоких урожаев льна на легких почвах большое значение имеют удобрения, содержащие, кроме калия, также магний. На легкосуглинистой почве в опыте Института льна при систематическом применении кали-магнезии в севообороте и под лен в 1969 г. было получено 13,1 ц волокна и 12 ц семян, или на 1,9 ц волокна и на 0,4 ц семян льна больше, чем по сернокислому калию.

На дерново-подзолистых почвах, содержащих подвижного магния меньше 7 мг на 100 г почвы, внесение сульфата магния (1—1,5 ц на гектар) повышало урожай семян на 0,5—1,16 ц и соломки — на 4,7 ц.

Льноводческие хозяйства Овручского района Житомирской области, систематически применяющие под лен, кроме хлористого калия, также калийно-магниевый концентрат и кали-магнезию, при соблюдении прогрессивной технологии возделывания культуры в 1973 г. с каждого из 4600 га собрали в среднем по 8,3 ц волокна. В шести звеньях колхоза им. Тельмана урожай волокна составил 16,0—17,2 ц с гектара.

При средних урожаях льна (5—6 ц волокна и 4—5 ц семян) в опытах ВНИИЛ на легкосуглинистых и средне-суглинистых дерново-подзолистых почвах, где систематически применяли различные формы калийных удобрений в севообороте и под лен, преимущества по урожаю и качеству волокна бесхлорных и магнийсодержащих форм удобрений по сравнению с хлорсодержащими концентрированными и низкопроцентными солями не наблюдалось.

В производстве сульфат калия и кали-магнезио подлен вносят очень редко вследствие их неудовлетворительных физических свойств (гигроскопичны, слеживаются), высокой стоимости действующего вещества и ограниченного выпуска.

В настоящее время промышленность освоила производство метаfosфата калия, содержащего 36—39% K₂O и 39—59% общей P₂O₅. При внесении этого удобрения лен получает одновременно два питательных элемента—фосфор и калий. В качестве источника калийного питания в опытах ВНИИЛ на слабоокультуренной дерново-подзолистой среднесуглинистой почве метаfosфат несколько превосходил сульфат калия по урожаю волокна на 0,6 ц и его качеству — на 0,6 номера.

Метаfosфат можно считать перспективным удобрением как при посеве льна на слабоокультуренных почвах с низким содержанием подвижного фосфора и обменного калия, так и на хорошо окультуренных (когда он нуждается лишь в фосфорно-калийном удобрении без азота).

Перед промышленностью стоит задача — улучшить физические свойства метаfosфата и выпускать это удобрение только в гранулах, что позволит равномерно рассеивать его по площади.

Калийные удобрения под лен применяют одновременно с фосфорными — осенью под зяблевую вспашку или рано весной после схода снега. Осеннее внесение калийных удобрений целесообразно на средне- и тяжелосуглинистых почвах, где нет опасности потери калия от вымывания. Для подкормки посевов льна используют хлористый калий по 0,5—0,6 ц на гектар при высоте растений 6—8 см.

Применение микроэлементов. Для благоприятного развития анатомической структуры стебля, а также своевременного образования и созревания семян в течение всего периода вегетации лен должен быть обеспечен бором. Этот микроэлемент выполняет важную роль в структурной организации клеток всех тканей, оказывает решающее влияние на развитие корней, имеет большое значение в процессах развития пыльцы, оплодотворения и семяобразования. Работами Института льна установлено, что борные удобрения могут улучшать качества семян и снижать заболевание льна бактериозом.

Окислительно-восстановительные процессы в клетках и активность некоторых ферментов определяет медь. Ее недостаток может служить препятствием в получении высокого урожая при размещении льна на осушенных землях.

Эффективность бора и меди зависит от содержания доступных форм этих элементов в почве.

Потребность льна в боре усиливается в сухую и жаркую погоду, на известкованных и дерново-карбонатных почвах, а также при внесении под лен высоких доз минеральных удобрений.

Например, на песчано-легкосуглинистой почве опытного поля ВНИИЛ в 1961 г., когда в июне и июле стояла сухая и жаркая погода (осадков выпало 45% от нормы), лен в период цветения при внесении высокой дозы удобрений— $N_{20}P_{120}K_{180}$ —был поражен бактериозом на 50,0%. Применение $N_{20}P_{80}K_{80}$ сопровождалось меньшим поражением растений — 22,7%.

Без внесения бора во время жаркой и сухой погоды (например, в 1964, 1968 и 1972 гг.) посевы льна повсеместно пострадали от бактериоза, в результате чего значительно снизился урожай волокна и семян.

В опытах Института льна и других научных учреждений внесение борных удобрений под лен при выращивании его на дерново-подзолистых почвах повышало урожай соломки в среднем на 4,5, семян — на 1,2 и волокна — на 0,9 ц с гектара. На торфяно-болотных и серых лесостепных почвах прибавка урожая семян составляла 1 ц и волокна — 0,8 ц.

Промышленность выпускает несколько видов борных удобрений: бормагниевое удобрение, борный концентрат, борную кислоту, борсуперфосфат гранулированный, борный двойной суперфосфат гранулированный.

Действие всех этих видов удобрений на урожай и качество льна практически одинаково. Однако по удобству применения преимущество имеет борный суперфосфат. Его вносят по 0,5 ц в рядки при посеве льна комбинированной сеялкой или по 1—3 ц вразброс под культивацию.

Дозы двойного суперфосфата, содержащего бор, уменьшают вдвое.

Производство достаточного количества борного суперфосфата поможет повсеместно обеспечить посевы льна-

долгунца бором. При его отсутствии вносят бормагний— по 0,2—0,3 ц весной вместе с другими удобрениями, а борную кислоту используют для опудривания семян льна — по 100 г на 1 ц семян или по 100—200 г на гектар вместе с гербицидами при химической прополке посевов.

Микроудобрения, содержащие медь — пиритные огарки, эффективны на торфяно-болотных почвах при внесении (по 2,5—5,0 ц на гектар) под зяблевую вспашку. Медный купорос (20—25 кг) на этих почвах применяют под лен весной.

По данным Житомирского сельскохозяйственного института, на торфяно-болотных почвах урожай и качество льняного волокна, кроме меди и бора, могут улучшать также молибден и кобальт (по 1 кг на гектар) при внесении до посева льна под культивацию. Урожай и качество льняного волокна повышаются, если семена льна перед посевом обработать ванадием. Для этой цели используют 1,25%-ный раствор соли ванадата аммония.

Комплексные удобрения. В ассортименте минеральных удобрений с каждым годом увеличивается доля сложных, содержащих в своем составе азот, фосфор и калий.

Изучение комплексных концентрированных удобрений в Институте льна показало, что гранулированные монофосфаты калия — аммония (P_2O_5 — 48%, K_2O — 12,4%, N — 7,1 или 9,8%, P_2O_5 — 29,5%, K_2O — 26,8%) на дерново-подзолистых слабоокультуренных средне- и легкосуглинистых почвах оказывают лучшее действие на рост, развитие и урожай льна по сравнению с односторонними удобрениями.

Массовое производство этих удобрений еще не налажено, и в льноводстве из комплексных удобрений применяют преимущественно нитрофоску.

Псковской областной государственной сельскохозяйственной опытной станцией установлено, что на дерново-слабоподзолистых средне- и слабоокультуренных почвах наиболее эффективно внесение под лен-долгунец нитрофоски, в которой на одну часть азота приходится две части фосфора и две части калия. На дерново-карбонатных и хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах лучше всего применять нитрофоску, содержащую азот, фосфор и калий в соотношении 1:3:3.

Нитрофоска и нитроаммофоска, поступающие в настоящее время в льноводческие хозяйства, содержат по 11—16% азота, фосфора и калия. Следовательно, на одну часть азота в удобрении приходится одна часть фосфора и одна часть калия. Это соотношение неблагоприятно для льна, и на любой почве нитрофоску и нитроаммофоску приходится дополнять односторонними фосфорными и калийными удобрениями. Их вносят весной под культивацию по 1—4 ц на гектар, в зависимости от потребности льна в азоте. Недостающее количество фосфора и калия компенсируют суперфосфатом и хлористым калием.

При размещении льна на слабоокультуренных почвах после зерновых культур нитрофоску сульфатную из расчета $N_{7,5}P_{7,5}K_{7,5}$ можно вносить при посеве (в рядок) комбинированными сеялками. Сеялками, которые позволяли бы заделать рядковое удобрение глубже семян на 3 см, чтобы избежать нежелательного контакта семян с удобрениями, льноводческие хозяйства пока не располагают.

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ВЫХОД И КАЧЕСТВО ВОЛОКНА

ВЫХОД волокна из соломки при выращивании льна на почве легкого механического состава зависит прежде всего от обеспеченности льна влагой. Например, в опыте Института льна недостаток влаги в 1960 г. по сравнению с оптимальными условиями увлажнения почвы 1952 г. на песчано-легкосуглинистой почве без удобрений привел к снижению выхода волокна в 1,5 раза, а в засушливом 1968 году — в 1,7 раза.

Формированию волокна в соломке способствовало внесение калия. Действие фосфора на выход волокна было неустойчивым. Азот снижал выход волокна и особенно заметно при недостатке влаги в почве (табл. 5).

Калий имеет большое значение для формирования крепости, гибкости и метрического номера волокна. В условиях резкой засухи 1968 г. основные показатели, характеризующие физико-механические свойства волокна, были лучшими при систематическом внесении фосфорно-калийных удобрений (табл. 6).

Таблица 5

ДЕЙСТВИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ВЫХОД ВОЛОКНА (%)
ИЗ СОЛОМКИ ЛЬНА

Год	Обеспеченность льна влагой	Выход волокна	Варианты		Отклонение в содержании волокна от внесения удобрений		
			без удобрений	NPK	азота (на фоне PK)	фосфора (на фоне NK)	калия (на фоне NP)
1952	Хорошая	Всего	24,4	24,4	-0,2	1,7	1,9
		В том числе длинного	19,4	19,3	-0,5	0,9	2,0
1960	Ограниченнaя	Всего	16,3	16,2	-1,8	-1,3	-0,6
		В том числе длинного	12,8	13,8	-2,4	-1,5	0,1
1968	Плохая	Всего	13,9	14,6	-3,3	2,1	3,1
		В том числе длинного	10,9	11,1	-3,9	1,6	1,7
Средние данные		Всего	18,2	18,4	-1,8	0,8	1,5
		В том числе длинного	14,4	14,7	-2,3	0,3	1,3

Таблица 6

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕСАННОГО ВОЛОКНА ПРИ СИСТЕМАТИЧЕСКОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ НА ПЕСЧАНО-ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

Удобрения в севообороте	1960 г. (влажный)				1963 г. (сухой)			
	прочность, кгс	гибкость, мм	метрический номер	расчетная добротность пряжи, км	прочность, кгс	гибкость, мм	метрический номер	расчетная добротность пряжи, км
Без удобрений	10	86	710	21,9	8,4	64	243	13,3
NP	11	77	470	18,1	9,1	67	249	13,9
NK	13	90	630	21,9	9,4	65	260	13,9
PK	14	78	660	21,3	13,1	60	271	14,2
NPK	12	88	765	23,2	9,8	62	255	13,6

Калий повышал качество длинного волокна на 1,4—4,0 номера при любых погодных условиях. При неблагоприятном гидротермическом режиме 1968 г. действие фосфора на качество волокна было положительным, а действие азота — отрицательным.

Наиболее существенное снижение выхода и качества волокна происходит от внесения избыточной дозы азота. При этом в соломке и волокне повышается содержание азота и лигнина, а содержание целлюлозы, калия и пектиновых веществ снижается.

По данным Белорусского научно-исследовательского института земледелия, низкономерная соломка (№ 1,0—1,25) и плохая треста (№ 0,50—0,75) содержали 0,50—0,59%, а высокономерная соломка и треста (№ 2,0—2,5) — 0,41% азота.

В волокне высокого качества (№ 16—18) было 0,49%, а низкого качества (№ 8—9) — 0,74% азота.

В 1973 г. в группе хозяйств Торжокского района Калининской области («Призыв Ильича», имени XX съезда КПСС, «Путь к коммунизму» и др.), где под лен (при посеве его по клеверищу) не вносили азотные удобрения, треста была на 0,3 номера выше по сравнению с хозяйствами, которые применяли 30—40 кг азота (например, им. Калинина, «Ленинец», «Знамя»).

На среднесуглинистой почве лен в засушливый год меньше страдает от недостатка влаги, чем на песчано-легкосуглинистой, однако и здесь содержание длинного волокна определяют в первую очередь метеорологические условия.

По данным ВНИИЛ, при хорошей обеспеченности льна влагой в 1965 г. выход волокна от соломки был на 3,5% больше, чем в засушливом 1964 г., а длинного — на 8,1%.

Самое заметное увеличение выхода волокна (1,6%) было от применения калийных удобрений. Эффективность фосфора повышалась (на 1,2%) в засушливый год, а отрицательное влияние азота особенно проявлялось в дождливый, выход волокна снижался на 1,2%.

Гибкость, метрический номер и расчетная добротность пряжи зависели в первую очередь от погодных условий. В сухой год эти показатели были ниже, чем в дождливый.

Крепость волокна при недостатке влаги повышалась от калия (на фоне NP), а в дождливый год — от фосфора (на фоне NK). При внесении азота (на фоне PK) волокно становилось крепче (табл. 7).

Таблица 7
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕСЛНОГО ВОЛОКНА
ПРИ УДОБРЕНИИ СРЕДНЕСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ

Удобрения в севообороте	1964 г. (сухой)				1965 г. (дождливый)			
	прочность, кгс	гибкость, мм	метрический номер по рас- щепленности	расчетная доб- ротность при- жги, км	прочность, кгс	гибкость, мм	метрический номер по рас- щепленности	расчетная доб- ротность при- жги, км
Без удоб- рений	12,2	60	491	16,9	14,5	80	541	20,0
NP	12,2	57	479	16,5	18,9	74	469	19,4
NK	15,6	59	422	16,6	15,9	85	459	19,8
PK	12,8	55	434	15,8	13,3	89	491	20,0
NPK	16,9	58	456	17,2	17,0	81	513	20,3

Качество длинного волокна на слабоокультуренной среднесуглинистой почве при внесении азота, фосфора или калия (на фоне двух других элементов) повысились одинаково — в среднем на один номер. В засушливую погоду положительное действие фосфора на качество волокна проявилось вдвое сильнее азота и калия.

По данным ВНИИЛ и других научно-исследовательских и опытных учреждений, лучшие результаты по величине и качеству урожая льна-долгунца дало внесение полного минерального удобрения.

В среднем за 1951—1966 гг. урожай семян повысился на 1,7 ц, волокна — на 3 ц, в том числе длинного — на 2,3 ц по сравнению с контролем. Качество волокна улучшилось на 1,6 номера.

Известно, что расширение или сужение соотношений между азотными, фосфорными и калийными удобрениями изменяет обмен веществ в растениях льна, влияет на устойчивость льна к полеганию и болезням, действует на содержание и качество волокна.

Для выращивания устойчивых к полеганию посевов льна, обеспечивающих высокие урожаи волокна хорошего качества, в большинстве случаев эффективно внесе-

сение NPK в соотношении 1:2:3, а на почвах с недостатком фосфора — 1:3:3.

Наибольшее количество центнеро-номеров волокна на окультуренной дерново-слабоподзолистой супесчаной почве после удобренных озимых зерновых получено от внесения $N_{40}P_{80}K_{120}$.

В опытах, проведенных на светло-серой оподзоленной супесчаной почве, при размещении льна по пропашным применение под лен $N_{30}P_{60-90}K_{90-120}$ показало лучшие результаты по прочности, гибкости и добротности пряжи.

В условиях относительно бедных среднеоподзоленных суглинистых почв хорошие урожай длинного волокна высокого качества получают от внесения $N_{30}P_{120}K_{60-120}$, а на торфяно-болотных почвах — от $P_{90}K_{120}$ (без применения азотных удобрений).

На почвах, богатых гумусом, рекомендуется применять под лен $N_{15}P_{70}K_{120}$.

Правильной системой удобрений предусматривается внесение органических удобрений в двух полях льняного севооборота под озимые зерновые и пропашные, а также ежегодное применение минеральных удобрений под все культуры, в том числе под лен. При систематическом внесении органических удобрений в сочетании с минеральными повышается потенциальное и эффективное плодородие почвы, улучшаются ее агрохимические свойства, растет урожайность всех культур севооборота.

Улучшение агрохимических свойств почвы положительно отражается на выходе и качестве длинного волокна в соломке. С повышением окультуренности почвы возрастает урожай луба и улучшаются основные показатели его качества.

В опытах ВНИИЛ на среднеокультуренной дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почве систематическое внесение навоза в сочетании с минеральными удобрениями в течение двух ротаций семипольного севооборота улучшило по сравнению с неудобренной почвой качество длинного волокна в среднем за два года (1962 и 1969) на 2,2 номера и увеличило количество центнеро-номеров всего волокна почти в 2 раза. При этом не отмечалось существенного изменения выхода волокна из соломки. Под влиянием навоза и полного минерального удобрения он увеличился на 1,4%, а выход длинного — на 0,7% по сравнению с контролем.

СИСТЕМА ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТЕ СО ЛЬНОМ

НА УРОЖАЙ и качество льна в значительной мере влияют условия почвенного питания, сложившиеся в почве к моменту его посева под влиянием системы удобрения всех культур севооборота. Эти условия наиболее благоприятно складываются при сочетании в льняных севооборотах **органических удобрений с минеральными**, когда навоз и компосты вносят в двух полях — паровом и под картофель, а минеральные удобрения — ежегодно под озимые, многолетние травы, лен, картофель, яровую пшеницу и другие культуры.

В льноводстве основным органическим удобрением является навоз. Установлено, что при длительном применении до $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ навоза он полностью минерализуется и служит источником питания растений, а остальная часть его закрепляется в почве в форме гумуса. При этом качество почвенного гумуса улучшается за счет увеличения в его составе гуминовых кислот.

Под влиянием длительного сочетания в севообороте органических удобрений с минеральными улучшаются природные свойства почвы, идет процесс ее окультуривания, повышаются плодородие почвы и ее производительность. В опыте Института льна от внесения на протяжении 24 лет навоза и минеральных удобрений производительность одного гектара пашни в льняном севообороте на дерново-подзолистой почве увеличилась на 30 ц корм. ед., а продуктивность неудобренной почвы уменьшилась на 29 ц корм. ед. Урожай льна находится в большой зависимости от свойств почвы, определяющих уровень ее окультуренности. На слабоокультуренной кислой почве, характеризующейся малой суммой оснований и значительным количеством подвижного, вредного для льна алюминия, можно добиться высокого эффекта от минеральных удобрений, но трудно получить такой урожай, как на окультуренной, слабокислой, богатой основаниями почве. Например, в 1971 г. в колхозе «Большевик» Торжокского района Калининской области на дерново-подзолистой слабокислой почве ($\text{рН } 7,3$; сумма оснований 5,1 мг·экв и подвижный алюминий — 0,02 мг на 100 г

почвы) без удобрений получили 55,6 ц соломки с гектара, а на кислой слабоокультуренной почве (рН 4,6; сумма оснований 1,7 мг·экв и подвижный алюминий — 3,24 мг на 100 г почвы) — 36,2 ц. При внесении под лен на обоих типах почв 0,5 ц нитрофоски в рядок, 3 ц суперфосфата, 1,5 ц хлористого калия и 0,3 ц бормагния весной под культивацию урожай соломки на слабоокультуренной почве увеличился на 10,8 ц и достиг 47 ц с гектара. На хорошо оккультуренной почве при меньшей эффективности удобрений (прибавка соломки 5,1 ц) собрали более высокий урожай — 60,6 ц.

Исследования ВНИИЛ показали, что сочетание в севообороте органических удобрений с минеральными на дерново-подзолистой среднесуглинистой слабоокультуренной почве обеспечивает максимальные урожаи льна и увеличивает сборы льняного волокна во второй ротации севооборота по сравнению с первой (табл. 8).

Таблица 8

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА УРОЖАЙ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА

Удобрения в сево- обороте	Удобрения под лен	1-я ротация (1964—1965 гг.)			2-я ротация (1971—1972 гг.)		
		урожай, ц с 1 га		центнеро-но- меров всего волокна	урожай, ц с 1 га		центнеро-но- меров всего волокна
		семян	волок- на		семян	волок- на	
Минеральные	$N_{45}P_{60}K_{90}$	5,8	7,8	78	5,5	9,0	87
Навоз	без удобрений	4,6	5,2	57	4,7	8,5	89
Навоз + мине- ральные (по $\frac{1}{2}$ дозы)	$N_{45}P_{60}K_{90}$	6,2	8,5	92	6,2	10,4	108

Примечание. За одну ротацию севооборота в форме минеральных удобрений, навоза или их сочетания (в равной доле по сумме элементов питания) на гектар вносили $N_{525}P_{263}K_{630}$.

Для получения высоких урожаев льна-долгунца и других культур на дерново-подзолистых слабоокультуренных почвах, преобладающих в льноводческих хозяйствах, большое значение имеет увеличение степени насыщенности севооборота удобрениями. В опытах, кото-

рые проводятся на таких почвах в ОПХ ВНИИЛ с 1962 по 1969 г., увеличение уровня удобренности до 15 т на ваза и 8 ц минеральных туков на гектар пашни ежегодно привело к резкому повышению урожайности всех культур севооборота, в том числе и льняного волокна. Так, урожай зерна озимой ржи на фоне вышеуказанных доз составил 26,6 ц, картофеля — 285 ц, яровой пшеницы — 29,8 ц, овса — 29,7 ц, семян льна — 6,2 и волокна — 8,9 ц с гектара (без удобрений соответственно было 11,4; 79; 16,0; 18,7; 3,4 и 3,4 ц).

Денежный доход от удобрений за ротацию севооборота при этом был максимальным и достиг 2568 руб. сектара.

В благоприятные по метеорологическим условиям годы при высоком уровне удобренности почвы урожай зерновых достигал 35 ц, картофеля — 321,4 ц и льняного волокна — 14,5 ц.

Повышение уровня удобренности почвы в производстве дает хорошую отдачу. Например, в 10 колхозах Торжокского района Калининской области, применяющих в льняном севообороте по 6,5 т органических и 5,3 ц минеральных удобрений на гектар пашни, в 1971 г. было получено 5,6 ц льняного волокна, 25,3 ц зерна, 147 ц картофеля и 22,4 ц сена многолетних трав. В другой группе 10 хозяйств, где на гектар вносили по 2,9 т павоза и 5 ц минеральных туков, урожай всех культур был ниже на 30—40%!

В настоящее время при постоянно возрастающем уровне химизации льноводства проявляется интерес к запасному внесению фосфорных и калийных удобрений на 3—5 лет. Отечественные и зарубежные данные свидетельствуют о преимуществе этого способа применения удобрений с хозяйственной и организационной точек зрения. Однако он оказывается невыгодным на легких, с низкой поглотительной способностью почвах из-за потери калия от вымывания, на слабоокультуренных кислых почвах — от превращения фосфора в недоступные для растений соединения и при использовании повышенных доз хлорсодержащих калийных удобрений — от ограничения азотного питания растений за счет угнетения процессов нитрификации и аммонификации. На песчаных и супесчаных почвах в первый год внесения высоких

норм минеральных удобрений может создаваться избыточная, губительная для корней концентрация солей.

В опытах Института льна на кислой дерново-подзолистой среднесуглинистой почве одноразовое применение фосфорно-калийных удобрений в звене севооборота: горохо-овсяная смесь, яровая пшеница, лен — по урожаю волокна уступало ежегодному. При ежегодном удобрении культур в благоприятном для льна дождливом году собрали по 13,1 ц волокна и в засушливом — по 7,7 ц, а за счет последействия удобрений при внесении их в запас в урожайном году было получено 10,4 ц волокна и в засушливом — 5,9 ц, то есть меньше на 2,7—1,8 ц с гектара.

В льняном севообороте на любой почве оправдывает себя периодическое (один раз в 3—4 года) внесение органических удобрений — в паровом поле и под картофель. Постепенно разлагаясь, навоз, торф и компости служат источником питания и повышают биохимическую активность почвы.

Органические и минеральные удобрения в полях льняного севооборота размещают с учетом особенностей питания культур и плодородия почвы.

Известкование кислых дерново-подзолистых почв. Как уже указывалось, льноводство СССР развито преимущественно в зоне дерново-подзолистых почв. Такие почвы чаще всего залегают на бедных кальцием алюмосиликатных породах ледникового происхождения.

Недостаточное количество кальция для осаждения и нейтрализации кислот, которые образуются в почве при разложении органического вещества, приводит к тому, что почва становится кислой.

Кроме того, в условиях влажного климата льноводной зоны, где количество осадков больше, чем их испарение, постоянно происходит подкисление почв.

Например, при возделывании культур льняного севооборота в течение 18 лет без применения удобрений кислотность дерново-среднеподзолистой песчано-легкосуглинистой почвы на участке опытного хозяйства ВНИИЛ (Калининская область) изменилась с pH 5,0 до pH 4,6.

Сильнокислые почвы характеризуются целым рядом отрицательных свойств, которые снижают их плодородие и производственную ценность. В этих почвах ослаблена деятельность полезных микроорганизмов, которые

оказывают большое влияние на питание растений, и сильно распространены вредные бактерии и грибы, вызывающие заболевания льна, клевера и других культур. Лен сильно поражается фузариозом.

В кислой почве плохо размножаются клубеньковые бактерии, живущие на корнях бобовых культур, быстро погибает свободный азотобактер, усваивающий азот воздуха, не находят благоприятных условий нитрифицирующие бактерии. В связи с этим в почве образуется мало доступных для растений форм азота.

Известно, что вредное действие кислотности на рост и развитие растений тесно связано с наличием в кислых почвах подвижного алюминия. Отрицательное действие избытка алюминия в первую очередь оказывается на росте, развитии и активности корневой системы: нарушаются процессы клеточного деления в кончиках корня, что приводит к изменениям в структуре нуклеиновых кислот, играющих большую роль в передаче наследственных свойств. Избыток подвижного алюминия вызывает нарушение азотного, углеводного и фосфорного обмена в растениях, вследствие чего изменяется химический состав растений, уменьшается урожай и ухудшается его качество.

С повышением кислотности почв снижается доступность фосфора, кальция, магния и молибдена растениям.

Вредно влияя на работу ферментов в тканях растений, кислая среда может замедлять или даже приостанавливать синтез белков и сложных сахаров, что снижает устойчивость растений к низким температурам.

В сильнокислых почвах неудовлетворительно складывается водно-воздушный режим.

Посевы льна, клевера, яровой пшеницы и других культур на кислых почвах сильно засоряются торицей полевой, пикульником, щавельком и хвошом.

Отношение культур льняного севооборота к почвенной кислотности. На кислых почвах в льняных севооборотах особенно сильно страдает клевер красный, который испытывает недостаток в очень важных для бобовых культур элементах пищи—кальции и молибдене, и в результате большая часть его всходов погибает в начале жизни под покровной культурой.

Избыточную кислотность почвы плохо переносит горох; яровая пшеница и ячмень на кислых почвах имеют слабую корневую систему и плохо усваивают питательные вещества; озимая рожь, овес, тимофеевка и картофель сравнительно стойки к почвенной кислотности.

Лен-долгунец характеризуется узким интервалом оптимальных значений почвенной реакции; для получения высоких и устойчивых урожаев этой культуры наиболее пригодны слабокислые почвы.

Озимая рожь, овес и гречиха развиваются при широком интервале показателей почвенной кислотности, картофель мирится со среднекислой почвой, а люпин может расти при высокой кислотности.

В передовых льноводческих колхозах «Новая жизнь», имени В. И. Ленина и имени Ильича Бежецкого района Калининской области высокие и устойчивые урожаи льна-долгунца получают на почвах, имеющих рН солевой вытяжки 5,3—7,0. Исследования, проведенные в полевых опытах в северо-западной части льноводной зоны СССР, свидетельствуют о том, что при рН не меньше 5,3—5,5 реакцию почвы для большинства культур льняного севооборота можно считать удовлетворительной.

При выборе дозы и места внесения известковых удобрений в севообороте учитывают не только отношение культур к почвенной кислотности, но также их потребность в кальции и отношение к этому элементу пищи. Например, клевер красный предпочитает нейтральную почву и выносит с урожаем большое количество кальция, а лен-долгунец хорошо развивается на слабокислой почве, но отрицательно реагирует на избыток этого элемента.

Влияние известкования на урожай культур севооборота. Среди культур льняного севооборота особенно отзывчивы на известкование клевера, которые потребляют большое количество кальция и плохо переносят избыточную кислотность.

Из зерновых культур первое место по отзывчивости на известкование занимает ячмень. Известь оказывает положительное влияние на белковость зерна ячменя, пшеницы и других зерновых культур.

Внесение извести один раз в ротацию 7—8-польного льняного севооборота повышает общую его продуктивность за счет увеличения урожайности всех культур. Например, 8 хозяйств Торжокского района Калининской

области, где преобладают сильнокислые почвы («Путь Ленина», «1 Мая», «Призыв Ильича», «Победа», «Верный путь», «Знамя труда», «Родина», «Мир»), ежегодно проводили известкование и в среднем за 1971—1973 гг. они получали зерновых на 2,7 ц, льноволокна — на 0,7 ц, картофеля — на 14,9 ц и сена многолетних трав — на 3,8 ц с гектара больше по сравнению с 5 колхозами («40 лет Октября», имени XXII съезда КПСС, имени Мичурина, имени Володарского, имени Кирова), где кислые почвы известковали один раз в три года.

Из четырех сортов льна: Л-1120, ВНИИЛ-11 (позднеспелые), Тверца (среднеспелый) и 1288/12 (раннеспелый) наибольшую прибавку семян, соломки и волокна дал Тверца. Это — новый высоковолокнистый сорт, выведенный в Институте льна на хорошо окультуренной слабокислой почве. Максимальное содержание волокна в соломке у всех четырех сортов было при внесении извести в дозе 0,25 г. к. Увеличение дозы извести до 1 г. к. снижало содержание и качество волокна у всех четырех сортов.

Отрицательное действие избытка кальция чаще всего проявляется на почвах легкого механического состава, которые быстро пересыхают при недостатке дождей. В сухое и жаркое лето, когда лен испытывает недостаток влаги, усиливается отрицательное действие больших доз извести. Это связано с тем, что высокая температура увеличивает потребность льна в боре, который может регулировать поступление элементов пищи в растения льна и улучшать оводненность тканей, а при известковании доступность бора уменьшается.

Кроме недостатка бора, а также калия, кобальта, цинка и марганца, при внесении большого количества извести на почвах легкого механического состава наблюдается неблагоприятное для льна соотношение между кальцием и магнием, между азотом и калием. Нарушение процессов роста и развития льна при избытке извести особенно губительно в первые 20—40 дней после всходов. В конечном итоге оно проявляется в отмирании точки роста и утолщении стебля, который начинает ветвиться, образуя побеги из верхних пазух листьев. Это приводит к снижению урожая и качества семян и волокна.

Дозы, формы, сроки и способы внесения известковых удобрений. При известкована-

нии кислых почв в севооборотах со льном необходимо всегда учитывать особенность основной культуры и вносить известь в дозах, которые являются оптимальными для льна-долгунца.

Кислая реакция почвенного раствора вредна для льна-долгунца в основном из-за наличия подвижного алюминия. Урожай соломки и семян льна наиболее существенно увеличивается при изменении реакции почвы под воздействием извести до pH 4,8—5,0 — точки осаждения подвижного алюминия из почвенного раствора. Известкование почв, имеющих уровень реакции в пределах pH 5,1—5,5, менее эффективно, а при pH 5,6 и выше известковать почву в льняном севообороте не рекомендуется.

В первую очередь известкуют сильнощелочные почвы, имеющие pH в солевой вытяжке 4,5 и ниже, во вторую очередь — кислые (pH 4,6—5,0) и в третью — среднекислые (pH 5,1—5,5). Дозы извести (в пересчете на CaCO₃) для полей первой очереди известкования составляют 2—3 т, второй очереди — 1,4—2,5 и третьей — 1—1,8 т на гектар (табл. 9).

Таблица 9
ДОЗЫ ИЗВЕСТИ В ЛЬНЯНОМ СЕВООБОРОТЕ
ПО ВЕЛИЧИНЕ РН СОЛЕВОЙ ВЫТЯЖКИ

Почвы	Дозы CaCO ₃ (т на 1 га) при различных показателях pH					
	4, 5 и менее	4, 6	4, 8	5, 0	5, 2	5,4—5,
Супесчаные и легкие суглинки	2,0	1,6	1,5	1,4	1,2	1,0
Средние и тяжелые суглинки	3,0	2,5	2,3	2,0	1,8	1,5

При pH 5,4—5,5 известковые удобрения в севообороте используются в основном клеверами, а также компенсируют неизбежные потери кальция, происходящие в почве за счет вымывания.

При наличии данных гидролитической кислотности можно рассчитать дозу CaCO₃ по ее величине. Например,

если гидролитическая кислотность (H) равна 2 мг·экв на 100 г почвы, то полная доза CaCO_3 составит 3 т (2 умножается на постоянный коэффициент 1,5).

В льняном севообороте применяют половину, $\frac{1}{3}$ или $\frac{1}{4}$ полной дозы CaCO_3 . Меньшие дозы вносят на почвах легких супесчаных и легкосуглинистых, а также на всех слабоокультуренных и недавно освоенных землях. Такие дозы извести на фоне правильной системы применения органических и минеральных удобрений в любом агропочвенном районе льноводной зоны обеспечивают более высокие урожаи и качество льна-долгунца.

Эффективность известкования повышается при использовании извести тонкого помола мельче 0,25 мм.

Для известкования чаще всего применяют известняковую и доломитовую муку.

Кроме этих удобрений, поставляемых промышленностью, можно использовать рыхлые известковые породы местного значения — известковый туф, мергель, озерную известь и торфотуфы, а также отходы промышленности — золу горючих сланцев, дефекат, отзол и др.

Лучшая форма известкового удобрения для севооборотов со льном — доломитовая мука. Она содержит магний, очень полезный для льна и клевера. Преимущество доломитовой муки по сравнению с молотым известняком наиболее резко проявляется на песчаных и супесчаных почвах, которые бедны магнием от природы.

В льняных севооборотах известь лучше всего вносить под покровную для красного клевера культуру. Известкование проводят до посева клевера: в паровом поле, осенью и зимой по озимой ржи или пшенице, под которые весной будет подсеян клевер, а также осенью, зимой или весной до посева яровых зерновых (ячмень, овес, яровая пшеница) с подсевом клевера. Известкование повторяют через каждые 7—8 лет, то есть каждую ротацию.

При размещении льна-долгунца на известкованных почвах вносят борные удобрения: бормагний — по 0,2—0,3 ц на гектар или борный суперфосфат — от 0,5 ц в рядок при посеве и до 3 ц вразброс.

Дозы калийных удобрений под лен на известкованной почве повышают до 120—160 кг действующего вещества на гектар.

Известкование кислых почв в льняных севооборотах в сочетании с применением органических и минеральных удобрений дает высокий экономический эффект, о чем свидетельствуют данные, полученные в опытном хозяйстве ВНИИЛ при размещении культур севооборота на дерново-сильноподзолистой среднесуглинистой почве (рН 4,3). Расходы, связанные с известкованием (1,5 т CaCO_3 на гектар), а также уборкой и доработкой прибавки урожая за одну ротацию семипольного севооборота, здесь составили 181 руб. на гектар. Условно чистый доход от извести равнялся 616,1 руб. На каждый рубль затрат получено 3,4 руб. дохода.

СОДЕРЖАНИЕ

Особенности питания льна-долгунца	5
Виды удобрений, дозы, сроки и способы их внесения под лен-долгунец	13
Влияние удобрений на выход и качество волокна	23
Система применения органических и минеральных удобрений в севообороте со льном	28

Петрова Л. И.

П 30 Удобрение льна-долгунца. М., Россельхозиздат, 1975.

38 с. (Б-чка агрохимических знаний).

В брошюре освещены исследования автора и опыт передовых хозяйств по применению различных видов и форм минеральных удобрений под лен-долгунец.

Рекомендуются оптимальные дозы, сроки и способы их внесения.

631.8

Любовь Ивановна Петрова
УДОБРЕНИЕ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Зав. редакцией А. Л. Скульская
Редактор А. Е. Быковская
Технический редактор Н. Н. Шуневич
Корректор Т. Д. Звягинцева

Л 52452. Сдано в производство 13/V 1975 г.
Подписано к печати 19/IX 1975 г.
Объем 2,1 усл. печ. л., 1,88 уч.-изд. л. Бум. № 2.
Формат 84×108¹/₃₂. Тираж 9000. Изд. № 1347.
Заказ 278. Цена 7 коп.
Россельхозиздат, г. Москва, Б-139,
Орликов пер., 3а

Типография № 1 Росглавполиграфпрома
Государственного комитета СМ РСФСР
по делам издательств, полиграфии и книжной
торговли. Москва, Садово-Самотечная, 1