

УДК 633.52:631.84

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЗОТА РАСТЕНИЯМИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА И УРОЖАЙ СОЛОМКИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ НОРМАХ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Б. А. ЯГОДИН, В. В. КРЕМИН, В. М. ЗУБКОВА

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Исследовали действие различных норм азотных удобрений на урожай соломки льна-долгунца и использование азота растениями методом меченых атомов — ^{15}N . Подтверждена зависимость урожая соломки от общего выноса азота. Установлено, что при внесении азотных удобрений (30—60 кг N на 1 га) урожайность льна-долгунца повысилась в 1,4—1,9 раза, улучшилось и качество продукции. Коэффициент использования азота при увеличении нормы удобрения снизился.

Повышение продуктивности и улучшение качества льна-долгунца связаны прежде всего со сбалансированным питанием растений и агрохимически обоснованным использованием удобрений.

Лен-долгунец очень требователен к плодородию почвы, что определяется биологическими особенностями культуры: слабо развитой корневой системой, отличающейся невысокой способностью усваивать различные соединения и прежде всего труднорастворимые; коротким периодом поглощения питательных веществ; отрицательной реакцией на высокую концентрацию почвенного раствора в период появления всходов [6].

Как показали исследования, про-

веденные в различных районах возделывания льна, эта культура особенно резко реагирует на содержание в почве доступного азота. Его недостаток или избыток отрицательно сказывается на росте и развитии растений, урожае и качестве соломки льна-долгунца, поэтому рекомендуется вносить умеренные нормы азота — 0—30 кг на 1 га [12]. Однако однозначного мнения по данному вопросу нет. Ряд исследователей отмечают снижение урожая и ухудшение качества соломки льна при нормах азота, превышающих 30 кг на 1 га [2, 7, 11, 14, 17, 19]. Имеются также сведения о повышении урожая соломки и сохранении хорошего качества льноволокна при более высоких нормах

азотных удобрений, по крайней мере до 60 кг N на 1 га [4, 7—10, 16, 19]. Вероятно, разноречивость данных в большой степени определяется разными почвенно-климатическими условиями.

Применение в агрохимических исследованиях стабильного изотопа ^{15}N позволило расширить представления об усвоении азота удобрений и установить истинную величину его использования [1, 3, 13].

Общий размер и интенсивность потребления азота почвы и удобрения в процессе вегетации растений во многом зависят от биологических особенностей сельскохозяйственных культур, норм, сроков внесения и форм удобрений, а также почвенно-климатических условий [1, 5, 15, 18].

Нами изучалось влияние разных норм азотных удобрений на продуктивность и качество льна-долгунца и использование растениями азота удобрений.

Методика

Микрополевые опыты проводили в совхозе «Молот» Ярославского района Ярославской области. Использовали районированный сорт льна-долгунца Тверца.

Известно, что влагообеспеченность и температура оказывают значительное влияние на рост и развитие льна [19]. Погодные условия в период проведения опытов были неравноценны для роста и развития льна-долгунца. По погодным условиям 1987 г. относится к благоприятным — умеренно теплый и влажный, а 1988 г. характеризовался высокими температурами и неравномерным выпадением большого количества осадков.

Почва опытных участков дерново-подзолистая, по механическому со-

Таблица 1
Агрохимическая характеристика почвы опытных участков

Год	Гумус, %	Общий азот, %	pH _{сол}	N _г , мг экв на 100 г	P ₂ O ₅ K ₂ O	
					мг на 1 кг	
1987	1,9	0,11	5,2	3,2	275	97
1988	1,5	0,10	5,6	2,7	291	42

ставу — легкий суглинок, ее агрохимическая характеристика представлена в табл. 1.

Опыты были заложены в полиэтиленовых сосудах без дна площадью 0,10 м², глубиной 0,25 м. Повторность опытов 8-кратная.

В двух повторностях использовали меченный ^{15}N сульфат аммония (обогащение ^{15}N в 1987 г. — 9,79; в 1988 г. — 23,32 ат. %). Вносили его из расчета 30, 45 и 60 кг N на 1 га.

Фосфорные удобрения применяли в виде двойного суперфосфата, калийные — хлористого калия по 90 кг P₂O₅ и K₂O на 1 га.

В растительных и почвенных образцах в динамике определяли содержание общего азота по методу Кьельдаля — Йодльбауэра; изотопный состав азота — на масс-спектрометре МИ-1305.

Результаты

Продуктивность льна-долгунца изменялась в зависимости от нормы азотного удобрения (табл. 2).

В оба года исследований при всех нормах азота урожай соломки льна достоверно повышался. Наибольший урожай во всех вариантах был в 1987 г.

В среднем за 2 года прибавка урожая при нормах азота 30 и 45 кг на 1 га составила соответственно 41,8 и 62,3 %. Повышение нормы

Т а б л и ц а 2
Урожай соломки льна-долгунца (г/0,10 м²)

Вариант	1987 г.	1988 г.	Среднее за 2 года
90P90K (фон)	35,3	39,8	37,6
Фон+30N	53,7	52,9	53,3
+45N	64,3	57,8	61,1
+60N	84,3	63,3	73,8
НСР ₀₅	6,2	3,2	

азота до 60 кг привело к дальнейшему увеличению прибавки урожая — до 96,3 % к урожаю в варианте РК.

При внесении 30—60 кг азота на 1 га качество соломки льна-долгунца было лучше, чем в варианте РК. В результате применения 30 кг N на 1 га горстевая длина возросла в среднем на 7—24 см, массовая доля луба — на 8—9 %, прочность соломки — на 7—8 кгс, номер увеличился на 1,0—1,5. При повышении нормы азота до 45—60 кг качество соломки в 1987 г. не изменилось, а в 1988 г. — несколько ухудшилось (табл. 3).

Имеющиеся в литературе данные о выносе азота удобрения и почвы противоречивы, что можно объяснить неодинаковым распределением осадков и температуры в период вегетации [2, 11].

В микрополевых опытах общий вынос азота льном-долгунцом находился в прямой связи с урожаем. Наибольший вынос был в варианте 60N, а самый низкий — по фону РК (табл. 4).

Использование азота удобрений льном-долгунцом во многом зависело от погодных условий. Сравнение коэффициентов использования азота удобрения, определенных на основании данных опытов с применением ¹⁵N показывает, что с увеличением нормы азота использование азота удобрений снижалось (табл. 4). Коэффициенты использования растениями азота удобрений, рассчитанные по разнице с контролем (РК), были значительно выше, чем определенные изотопным методом.

Наблюдались некоторые различия в динамике усвоения льном-долгунцом азота почвы и удобрения (табл. 5). Так, к началу быстрого роста при внесении 30N доля азота удобрения в общем выносе его в 1987 г. составила 59,2 %, в 1988 г. — 24,8 %, доля азота почвы соответственно 40,8 и 75,2 %. К концу вегетации (ранняя желтая спелость) доля азота удобрения в 1987 г. снижалась до 22,9 %, в 1988 г. — до 10 %, а доля азота

Качество соломки льна-долгунца

Таблица 3

Вариант	1987 г.				1988 г.			
	Горстевая длина, см	Массовая доля луба, %	Прочность соломки, кгс	Номер	Горстевая длина, см	Массовая доля луба, %	Прочность соломки, кгс	Номер
90P90K (фон)	57	18	17	0,75	70	29	18	1,50
Фон + 30N	81	26	25	1,75	77	38	35	3,00
+ 45N	82	30	24	2,00	79	33	32	2,50
+ 60N	85	28	23	2,00	81	31	29	2,50

Таблица 4

Использование льном-долгунцом азота удобрения и почвы

Вариант	Вынос азота, мг/сосуд	Коэффициент использования азота (разностный метод)	Использование азота (изотопный метод)			
			удобрений		почвы	
			мг/сосуд	% к внесенному	мг/сосуд	% к общему выносу
<i>1987 г.</i>						
90P90K (фон)	357	—	—	—	—	—
Фон+30N	676	106,3	155	51,7	521	77,1
» +45N	811	100,9	212	47,1	599	73,9
» +60N	1113	126,0	265	44,2	847	76,2
<i>1988 г.</i>						
90P 90K (фон)	485	—	—	—	—	—
Фон+30N	768	94,3	77	25,7	691	90,0
» +45N	749	58,7	110	24,5	639	85,3
» +60N	784	49,8	141	23,5	643	82,0

Таблица 5

Динамика потребления льном-долгунцом азота почвы и удобрения (% к общему выносу)

Вариант	Азот удобрений				Азот почвы			
	Фаза роста*							
	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>1987 г.</i>								
Фон**+30N	59,2	31,8	31,6	22,9	40,8	68,2	68,4	77,1
» +45N	58,5	33,3	34,2	26,1	41,5	66,7	65,8	73,9
» +60N	54,4	37,8	25,5	23,8	45,7	62,2	74,5	76,2
<i>1988 г.</i>								
Фон**+30N	24,8	16,9	15,0	10,0	75,2	83,1	85,0	90,0
» +45N	31,4	23,1	23,9	14,7	68,6	76,9	76,1	85,3
» +60N	32,5	30,8	27,8	18,0	67,5	69,2	72,2	82,0

* Здесь и в табл. 6:1 — начало быстрого роста, 2 — бутонизация — цветение, 3 — зеленая спелость, 4 — ранняя желтая спелость.

** РК — 100 % (почвенный азот).

почвы возрастала соответственно до 77,1 и 90,0 %. Аналогично изменялись доля азота почвы и доля азота удобрения и в других вариантах опыта. Это связано с тем, что меченый азот удобрений интенсивнее, чем азот почвы, потребляется растениями в первые 3—4 нед вегетации, затем усвоение его снижается. В данный период меченого азота удобрений в минеральной форме в почве практически не обнаружи-

вается. Усвоение же азота почвы продолжается до конца вегетации, поэтому к уборке доля его в общем выносе повышается, а азота удобрения снижается [11].

Азот удобрения интенсивно использовался льном-долгунцом в период быстрого роста. К фазе ранней желтой спелости вынос азота из удобрения несколько снижался, несмотря на рост общего выноса азота растениями (табл. 6).

Таблица 6

Баланс меченного ^{15}N сульфата аммония в системе почва — растение (% к внесенному азоту)

Фаза роста	1987 г. (по фону)			1988 г. (по фону)		
	30N	45N	60N	30N	45N	60N
<i>Использовано растениями</i>						
1	46,7	44,0	43,7	23,0	24,9	25,6
2	58,2	51,2	50,0	28,6	29,0	28,6
3	57,6	52,3	42,8	25,6	27,0	25,6
4	51,7	47,1	44,2	25,7	24,5	23,5
<i>Закрепилось в почве</i>						
1	48,3	44,3	39,6	43,9	36,6	34,8
2	36,3	33,5	32,6	28,6	29,6	28,6
3	34,6	30,6	27,1	26,8	25,1	24,2
4	30,5	29,1	24,9	23,4	22,5	19,4
<i>Потери в слое почвы 0—20 см</i>						
1	5,0	11,7	16,7	33,1	38,5	39,6
2	5,5	15,3	17,4	42,8	41,4	42,8
3	7,8	17,1	30,1	47,6	47,9	50,2
4	17,8	23,8	30,9	50,9	52,0	57,1

Закрепление азота удобрения в почве начиналось с момента его внесения и к периоду быстрого роста достигало 34—44 %. В момент уборки количество азота, оставшегося в почве, уменьшалось до 19 % к внесенному. Потери азота в почве различались по годам. Если в 1987 г. к началу быстрого роста в зависимости от нормы удобрения они составили 5,0—16,7 %, то в 1988 г.— 33,1—39,6 %, т. е. до начала быстрого роста терялась $\frac{1}{3}$ всего внесенного азота, и потери его продолжали увеличиваться до уборки.

К концу вегетации потери азота достигали значительных размеров (в 1987 г.— 17,9—30,9 %, в 1988 г.— 50,9—57,1 %), причем с увеличением нормы азотного удобрения они возрастали.

Выводы

1. Внесение 30—60 кг N на 1 га обеспечивает повышение урожая

льна-долгунца в 1,4—1,9 раза и способствует получению продукции хорошего качества.

2. Общй вынос азота льном-долгунцом находится в прямой связи с урожаем.

3. Коэффициент использования азота удобрения растениями зависит от погодных условий и нормы удобрений. В благоприятные годы этот показатель колеблется от 44,2 до 51,7 %, в менее благоприятные — от 23,5 до 25,7 %. При увеличении нормы азота коэффициент использования азота удобрения снижается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безлюдный Н. Н., Малец Т. Н., Ковтун В. М. Баланс азота удобрений в дерново-подзолистых почвах.— Применение ^{15}N в агрохимических исследованиях.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1988, с. 160.— 2. Гулякин И. В., Дерюгин И. П. Поглощение питательных веществ льном-долгунцом и эффективность минеральных удобрений на дерново-подзолистых почвах Удмуртской АССР.— Агрохимия, 1975, № 12, с. 78—84.— 3. Державин Л. М., Седова Е. В. Использование сельскохозяйственными культурами питательных веществ минеральных удобрений.— Агрохимия, 1979, № 1, с. 133—146.— 4. Жигарев В. М., Штин В. П. Влияние удобрений на урожай льна и его качество при возделывании льна-долгунца на почвах разной окультуренности.— Химия в сельск. хоз-ве, 1972, т. 10, № 1, с. 13—15.— 5. Иванов С. Н., Ворошилова А. И., Шмигельский А. А., Санько Т. В. Использование растениями азота почвы и удобрений при возрастающих уровнях питания. Докл. АН СССР, т. 25, № 1, с. 80—82.— 6. Лен-долгунец / Под общ. ред. М. М. Труша.— М.: Колос, 1976.—

7. Михайлова А. М. Формирование урожая и качества льна-долгунца в зависимости от уровня азотного питания.— Автореф. канд. дис. Жодино, 1970.— 8. Мякинкова Л. Л. Выращивание и переработка льна-долгунца в странах Западной Европы.— Агропромышленное производство: опыт, проблемы и тенденции развития. Серия 2, № 3. М.: ВНИИТЭИагропром, 1990, с. 20—28.— 9. Мякинкова Л. Л. Прогрессивные технологии производства льна.— М.: ВНИИТЭИагропром, 1988.— 10. Новиков В. В. Применение минеральных удобрений под лен в Калининской области.— Химия в сельск. хоз-ве, 1972, т. 8, № 5, с. 34—35.— 11. Петрова Л. И., Новожилова М. И., Барцева А. К. Питание льна-долгунца и эффективность удобрений в связи с условиями увлажнения.— Сб. научн. тр.: Селекция, семеноводство и агротехника возделывания льна.— М.: ВНИИЛ, 1984, вып. 21, с. 149—157.— 12. Руководство по освоению интенсивной технологии возделывания льна-долгунца / Под ред. А. М. Старовойтова.— Минск: Ураджай, 1987.— 13. Смирнов П. М. Вопросы агрохимии азота (в исследованиях с ^{15}N).— М.: ТСХА, 1977.— 14. Фролова А. Ф. Влияние различных доз минеральных удобрений на урожай и качество льнопродукции.— Тр. Костромского с.-х. ин-та «Караваяво».— Кострома, 1973, вып. 45, с. 62—68.— 15. Цикл азота в почве и эффективность удобрений / В. Н. Кудеяров.— М.: Наука, 1989.— 16. Шевчук А. Я. Урожай и качество льна-долгунца в зависимости от высоких доз минеральных удобрений.— Селекция, семеноводство и технология возделывания лубяных культур / Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина.— М.: Агропромиздат, 1985, с. 82—86.— 17. Юршиц И. А. Влияние азотных удобрений на урожай и качество льна.— Лен и конопля, 1978, № 4, с. 24—25.— 18. Ягодин Б. А., Зубкова В. М., Зубков Н. В. Влияние ингибитора нитрификации «N-serve» на урожайность соломки льна-долгунца и превращение азота удобрений.— Эффективность азотных удобрений, азотный режим почв и урожайность с.-х. растений. Горький: Межвуз. сб. науч. тр., 1988, с. 4—8.— 19. Hocking P. J., Randall P. J., Pinkerton A.— Advances in agronomy. 1987, vol. 41, p. 221—296.

Статья поступила 9 июля 1990 г.

SUMMARY

The effect of different rates of fertilizer nitrogen on the yield of fiber flax straw and on utilization of nitrogen by plants was investigated by labelled atoms — ^{15}N — technique. Dependence of straw yield on total removal of nitrogen has been confirmed. After application of nitrogenous fertilizers (30—60 kg of nitrogen per 1 ha) the yield of fiber flax got 1.4—1.9 times higher, and the quality of product was improved. With higher rate of fertilizer the coefficient of nitrogen utilization became lower.