

УДК 633.31(470.13):631.811.1+631.452

## **ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ЛЮЦЕРНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ**

**Г. С. ПОСЫПАНОВ, В. И. ЧЕРНОВА, Б. А. ЧЕРНОВ, М. А. КАШИН**

**(Кафедра растениеводства ТСХА,  
Государственная сельскохозяйственная опытная станция Коми АССР)**

В настоящее время люцерна интенсивно продвигается в центральные и северные районы Нечерноземной зоны, которые по почвенно-климатическим условиям резко отличаются от районов традиционного возделывания люцерны. В этой связи представляют теоретический и практический интерес сведения о зависимости динамики потребления и выноса элементов минерального питания люцерной от плодородия и кислотности почв, а также обеспеченности минеральным азотом на фоне фосфорно-калийных удобрений в годы с различной влажностью.

Известно, что при повышении количества минерального азота в почве содержание его в люцерне увеличивается, фосфора и кальция — несколько уменьшается, а содержание калия остается на прежнем уров-

не [1, 2, 5]. Хорошая обеспеченность почвы влагой способствует большому потреблению элементов питания растениями [3, 4]. Все эти сведения касаются в основном районов традиционного выращивания люцерны. Для севера Нечерноземной зоны с ее специфическими почвенно-климатическими условиями такие данные отсутствуют.

### Методика и условия проведения опытов

Исследования проводились в 1972—1977 гг. с люцерной сорта Северная гибридная 69 на Государственной сельскохозяйственной опытной станции и в учхозе «Михайловское» Московской области. Физико-химическая характеристика почв опытных участков приведена в табл. 1.

Климат в Коми АССР умеренно континентальный, лето короткое и прохладное, зима длинная и холодная с устойчивым снежным покровом. Метеорологические условия вегетационных периодов: 1975 год — сухой (сумма осадков 196 мм), первая половина периода холоднее, а вторая — теплее обычного,  $\Sigma t +5^\circ$  и выше составила  $1164^\circ$ ,  $+10^\circ$  и выше —  $513^\circ$ . 1976 год — умеренно теплый, сумма температур соответственно 1116 и  $521^\circ$ , сумма осадков — 283 мм. 1977 год — теплый (1490 и  $656^\circ$ , 225 мм).

В Московской области 1972 год был жарким и засушливым, сумма активных температур ( $+10^\circ$  и выше) составила 2297°, сумма осадков 256 мм при норме 370 мм. 1973 год — переувлажненный, прохладный ( $1754^\circ$  и 482 мм). В 1974 г. эти показатели были близкими к среднегодовым ( $1794^\circ$  и 308 мм).

Влияние кислотности почвы и подвижных пулоторных окислов на потребление элементов питания растениями изучали в специально заложенных опытах на участках с различной степенью известкования. Действие минеральных удобрений на кислых и нейтральных почвах исследовали по схеме: 1 — контроль (без удобрений); 2 — известкование + РК (условно СаРК); 3 — СаРК +  $N_{1/3}$ ; 4 — СаРК +  $N_{1/2}$  (предпола-

галось, что в вариантах 3 и 4 растения могут использовать и минеральный, и симбиотически связанный азот); 5 — СаРК +  $N_1$  (полная обеспеченность азотом на планируемый урожай); 6 — СаРК  $N_2$  (избыточная обеспеченность минеральным азотом). Во всех вариантах вносили борные удобрения в форме бору из расчета 1 кг бора на гектар.

Нормы минеральных удобрений рассчитывали по выносу питательных веществ урожаем сена 100 ц/га в течение трех лет пользования с учетом плодородия почвы. В различных опытах они колебались в следующих пределах:  $P_2O_5$  — от 20 до 152,  $K_2O$  — от 89 до 115,  $N_1$  — от 218 до 330 кг/га в год. Фосфорно-калийные удобрения (простой суперфосфат и 40%-ную калийную соль) вносили под вспашку, борные — под культивацию в год посева на все годы пользования травостоем. Аммиачную селитру применяли в весенние и поукосные подкормки (кроме последнего укоса). Семена перед посевом обрабатывали молибденовокислым аммонием и инокулировали активным штаммом клубеньковых бактерий 441А. Агротехника в опытах общепринятая для выращивания люцерны на кормовые цели. Учетная площадь делянок 25—100 м<sup>2</sup>, повторность опыта 4-кратная, размещение делянок рендомизированное.

Для химического анализа растения отбирали в ранние фазы развития по 200 шт., в более поздние — по 40 шт. с двух повторностей каждого варианта через 10 дней с момента появления всходов до конца вегетации. Химический состав люцерны изучали общепринятыми методами.

Таблица 1

Физико-химическая характеристика почв опытных участков

Почва	Пахотный горизонт Н, см	Гумус, %	$pH_{\text{сол}}^*$	Доступные растениям, мг/100 г		
				$N_{\text{лг}}$	$P_2O_5$	$K_2O$
Сильнопodzолистая легкосуглинистая слабокультуренная (Коми АССР)	10—16	0,6—1,5	$\frac{4,2-5,3}{6,5}$	2,5—5	3—9	6—12
Подзолистая среднесуглинистая окультуренная (Коми АССР)	20—23	2,0—2,5	$\frac{6,0-6,3}{6,8}$	4—7	30—45	16—30
Дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая (Московская обл.)	20—25	1,6—2,0	$\frac{5,0-5,2}{6,6-7,1}$	5—7	12—20	15—24

\* В числителе — до известкования, в знаменателе — после известкования.

## Результаты исследований

Содержание основных элементов питания в люцерне зависело от уровня плодородия и кислотности почвы, метеорологических условий вегетационного периода, фазы развития растений и удобрения. На окультуренной подзолистой почве оно было выше, чем на слабоокультуренной. Максимальное содержание азота, фосфора и калия в надземной массе люцерны отмечалось в годы с недостаточным увлажнением почвы. Так, в 1977 г., когда в июне-июле влажность почвы снижалась до 43—49 % ППВ и прирост сухого вещества был минимальным, содержание общего азота в фазу стеблевания достигало на окультуренной почве 4,7 % и было в 1,3 раза больше, чем во влажные годы.

В периоды весеннего и послеукосного отрастания растения содержали питательных веществ значительно больше, чем в последующие фазы, так как поступление их из почвы опережало темпы прироста сухого вещества. В фазы бутонизации и начала цветения содержание макроэлементов снижалось. Особенно заметно уменьшалось количество азота: на окультуренной почве в среднем за 3 года с 3,94 до 2,91 %, на слабоокультуренной — с 3,25 до 2,03 %, что связано с уменьшением обильности растений и интенсивным расходом азота на их рост.

Подкормка люцерны азотными удобрениями на окультуренной подзолистой почве, в которой обычно происходит активная азотфиксация, приводила к незначительному повышению содержания общего азота только в фазы весеннего и послеукосного отрастания, т. е. в периоды, когда азотфиксация ослаблена из-за низкой температуры весной и уменьшения поступления углеводов в клубеньки в послеукосный период. На слабоокультуренной кислой почве внесение азотных удобрений во всех дозах всегда повышало содержание азота в растениях, так как азотфиксация здесь была незначительной или отсутствовала и источником азота для растений являлся только азот почвы и удобрений.

В Московской области при повышении рН почвы с 5,0—5,5 до 6,5—7,0 увеличивалась численность клубеньков на корнях люцерны и активизировался процесс симбиотической азотфиксации, поэтому содержание азота, а также его потребление растениями с единицы площади возрастало в 2,5 раза, фосфора — в 1,3 и калия — в 1,5 раза (табл. 2). Подкормка азотными удобрениями на кислых почвах (рН 5,0—5,5) способствовала повышению содержания азота, сбора сухого вещества и потребления азота растениями. При полной и двойной нормах азотных удобрений потребление его посевами возрастало соответственно в 1,6 и 1,9 раза, или на 83 и 125 кг/га. Потребление фосфора и калия в вариантах с азотными удобрениями также увеличивалось, но лишь на 20—25 %. В то же время на известкованной почве, когда на корнях растений развивается мощный симбиотический аппарат и активно идет азотфиксация, подкормка минеральным азотом не влияла на размеры суммарного потребления азота растениями, так как в данном случае поглощенный азот удобрений компенсировал снижение фиксации азота воздуха. Количество потребляемого фосфора и калия увеличивалось незначительно.

Потребление элементов питания в большой степени зависело от уровня плодородия почвы (табл. 3). На слабоокультуренной подзолистой почве с низким плодородием и высокой кислотностью люцерна потребляла азота и фосфора в 2,5 раза, калия — в 3,3 и кальция — в 2,3 раза меньше, чем на окультуренной почве. Известкование слабоокультуренной почвы и внесение фосфорно-калийных удобрений позволило повысить потребление азота и калия растениями в 2 раза, фосфора — в 2,2, а кальция — в 2,7 раза. На окультуренной почве эффект этих приемов был ниже. При подкормке люцерны  $N_1$  на слабоокультуренной почве при низкой активности симбиоза потребление азота уве-

Таблица 2

Потребление элементов минерального питания люцерной (кг/га) в зависимости от кислотности почвы и уровня обеспеченности минеральным азотом, 1973—1974 гг.

Интервалы рН	РК	РКN <sub>0,5</sub>	РКN <sub>1</sub>	РКN <sub>2</sub>
N				
5,0—5,5	144	198	227	269
5,5—6,0	251	304	390	297
6,0—6,5	302	327	326	387
6,5—7,0	362	372	394	410
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				
5,0—5,5	56	58	66	69
5,5—6,0	65	58	74	75
6,0—6,5	69	71	67	75
6,5—7,0	72	78	72	86
K <sub>2</sub> O				
5,0—5,5	122	146	153	162
5,5—6,0	129	156	187	176
6,0—6,5	175	189	175	190
6,5—7,0	181	197	197	203

личивалось в 1,5 раза, фосфора и калия — в 1,4, кальция — в 1,1 раза по сравнению с вариантом СаРК. На подзолистой окультуренной почве Коми АССР и дерново-подзолистой почве Московской области весенние и поукосные подкормки азотом в дозах по 40—50 и даже по 70—110 кг/га в одну подкормку не оказывали заметного влияния на изучаемые показатели. Лишь при избыточной обеспеченности минеральным азотом (660 кг д. в. на 1 га за 3 подкормки) потребление азота возросло в 2 раза, калия — в 1,8, кальция — в 1,6 раза по сравнению с их потреблением в варианте СаРК. Необходимо отметить, что такие нормы не следует использовать в практике, так как они полностью подавляют симбиоз и небезопасны для окружающей среды.

Потребление питательных веществ люцерной зависело и от метеорологических условий года. Так, во влажном 1976 г. потребление азота было на 86 %, фосфора — на 14, калия — на 25 % больше, чем в засушливый 1977 г., за счет увеличения урожайности посевов. Но абсолютные его размеры зависели от кислотности и окультуренности, влагообеспеченности и других факторов.

Динамика потребления элементов питания в течение вегетации была аналогичной во всех опытах. Во время весеннего отрастания растения использовали мало питательных веществ (табл. 4). Наиболее интенсивно они накапливались в период от бутонизации до начала цветения. В это же время происходило интенсивное нарастание вегетативной массы. Азотные подкормки несколько повышали потребление элементов питания в фазу отрастания. В последующем оно было практически таким же, как и в варианте без азота.

Таблица 3

Потребление элементов минерального питания люцерной (кг/га) в зависимости от типа почвы и обеспеченности минеральным азотом

Элемент минерального питания	Контроль	СаРК	СаРКN <sub>1/3</sub> *	СаРКN <sub>1</sub>	СаРКN <sub>2</sub> **
Подзолистая слабоокультуренная почва (1975—1977 гг.)					
N	70	147	156	228	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	14	31	34	44	—
K <sub>2</sub> O	35	72	78	98	—
CaO	30	80	71	88	—
Подзолистая окультуренная почва (1975—1977 гг.)					
N	177	211	121	235	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	34	41	41	44	—
K <sub>2</sub> O	131	173	172	182	—
CaO	70	88	76	77	—
Дерново-подзолистая почва (1972—1974 гг.)					
N	144	223	234	270	446
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	38	56	58	67	108
K <sub>2</sub> O	77	126	134	159	230
CaO	68	97	101	108	160

\* В опыте на дерново-подзолистой почве СаРКN<sub>1/2</sub>.

\*\* Данные приведены за 1 год.

Потребление элементов питания люцерной (кг/га) на дерново-подзолистой почве (среднее за 1973—1974 гг.)

Фазы развития	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	CaPK	CaPKN <sub>1</sub>	CaPK	CaPKN <sub>1</sub>	CaPK	CaPKN <sub>1</sub>
Отрастание	16	21	4	5	9	11
Стеблевание	50	60	15	15	35	39
Бутонизация	58	72	15	15	35	46
Начало цветения:						
1-й укос	111	123	30	30	71	73
2-й укос	78	83	22	22	39	47

Вынос элементов питания единицей урожая является важным параметром при расчете доз удобрений. Как показали наши исследования, данный показатель находится в тесной зависимости от типа почвы.

Т а б л и ц а 5

Вынос питательных веществ (кг) 1 т сена люцерны

Элемент минерального питания	Контроль	CaPK	CaPKN <sub>1/3</sub> *	CaPKN <sub>1</sub>
Подзолистая слабокультуренная почва (1975—1977 гг.)				
N	17,9	24,6	25,4	25,6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,6	5,0	4,9	4,9
K <sub>2</sub> O	10,4	14,0	13,8	12,7
CaO	4,0	6,8	5,7	5,2
Подзолистая окультуренная почва (1975—1977 гг.)				
N	24,5	25,7	25,0	25,6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5,3	5,5	5,1	4,8
K <sub>2</sub> O	19,4	21,6	21,1	20,8
CaO	9,8	10,7	9,3	8,8
Дерново-подзолистая почва (1972—1974 гг.)				
N	17,2	18,2	17,1	17,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,7	5,0	4,4	4,2
K <sub>2</sub> O	9,1	10,9	10,0	10,6
CaO	8,5	9,0	8,0	7,3

\* В опыте на дерново-подзолистой почве CaPKN<sub>1/2</sub>.

На кислых известкованных почвах вынос всех элементов 1 т сена был значительно меньше, чем при известковании и внесении фосфорно-калийных удобрений. На окультуренной подзолистой и дерново-подзолистой почвах эти приемы не были столь эффективными. Применение азотных удобрений на фоне CaPK практически не изменило выноса азота, но несколько снизило вынос фосфора, калия и кальция.

### Заключение

Потребление элементов питания люцерной в большой степени зависит от условий ее выращивания. При известковании дерново-подзолистых почв Подмосквья и повышении рН<sub>сол</sub> с 5,0 до 7,0 потребление азота растениями возрастает в 2—2,5, фосфора и калия — в 1,5—2 раза.

Известкование подзолистых слабокультуренных кислых почв Коми

АССР и внесение фосфорно-калийных удобрений увеличивают потребление азота в 2 раза за счет фиксации его из воздуха. Потребление других элементов увеличивается вдвое. На окультуренной подзолистой почве внесение СаРК менее эффективно.

Применение азотных удобрений на кислой дерново-подзолистой почве ( $pH_{\text{сол}} 5,0-5,5$ ) способствует резкому повышению потребления люцерной всех элементов питания, а при снижении кислотности почвы до  $pH_{\text{сол}} 6,5-7$  эти удобрения мало влияют на данные показатели. Лишь на слабоокультуренной подзолистой почве даже после известкования азотные удобрения способствовали существенному увеличению потребления элементов питания.

Вынос НРКСа 1 т сена также изменялся в значительном диапазоне в зависимости от условий выращивания: N — от 17,2 до 25,7;  $P_2O_5$  — от 3,6 до 5,5;  $K_2O$  — от 9,1 до 21,6; CaO — от 4,0 до 10,7 кг.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А ф е н д у л о в К. П., Л а н т у х о в а А. И. Удобрения под планируемый урожай. М.: Колос, 1973. — 2. Б е л и к Е. Г. Агробиологические особенности возделывания синегибридной люцерны на корм в Ростовской области. Автореф. канд. дис. Нальчик, 1972. — 3. Б о г о с л о в с к и й Э. Удобрение люцерны минеральным азотом при разных уровнях РК и почве. — Рефер. журн.: Кормовые культуры, 1974, № 2. — 4. В е р е д ч е н к о Б. В. и д р. Люцерна, эспарцет, клевер. Воронеж, 1967. — 5. Г у к о в а М. М. Особенности питания бобовых растений свободным и связанным азотом. — Автореф. докт. дис. М., 1974. — 6. И н ь к о в а М. А. Приемы возделывания и использования люцерны в условиях Калининградской области. — Автореф. канд. дис. М., 1973. — 7. Л е в о ш к и н А. Н. Люцерна. Л.: Лениздат, 1971. — 8. Л и т в и н о в В. Н., Б о я р и н о в а В. Н. Сельск. хоз-во Таджикистана. 1969, № 2, с. 18—21.

*Статья поступила 2 июня 1980 г.*

#### SUMMARY

Field trials with alfalfa of Severnaja gibridnaja 69 variety were conducted on soddy-podzolic soils of Moscow region, and on podzolic slightly cultivated and well cultivated soils of the Komi Republic. The rates of fertilizers were calculated so as to obtain 100 hwt of hay per 1 ha, 4 levels of nitrogenous nutrition being studied;  $N_{1/3}$ ,  $N_{1/2}$ ,  $N_1$  and  $N_2$ . When soil acidity varied from 5.0 to 7.0, the uptake of nitrogen by plants increased 2—2.5 times, that of phosphorus and potassium — 1.5—2 times. In Komi Republic, even on limed slightly cultivated podzolic acid soil supplied with PK the uptake of nitrogen by plants is 1.5 times lower, and that of potassium — 2.5 times lower than on the cultivated soil.

The application of nitrogenous fertilizers sharply increases the uptake of all nutrient elements by alfalfa on acid soil ( $pH_{\text{sol}} 5-5.5$ ), while at  $pH_{\text{sol}} 6.5-7$  it does not affect it much. Only on slightly cultivated podzolic soil nitrogenous fertilizers significantly increase the uptake of nutrient elements.