

УДК 633.33:631.811

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ВИГНЫ VIGNA S. SSP. SINENSIS L.

Г. В. УСТИМЕНКО, В. П. ПОПОВ

(Кафедра растениеводства)

Для формирования высокого урожая семян зернобобовым культурам требуется в несколько раз больше азота, чем зерновым. Ряд исследователей полагает, что при обеспечении бобовых фосфором и калием внесение азотных удобрений малоэффективно, так как эти культуры используют азот атмосферы. Минеральные формы азота приводят к снижению симбиотической азотфиксации [3, 15, 16]. Однако в ранний период вегетации, когда процесс образования клубеньков на корнях только начинается, бобовые часто страдают от недостатка азота, и внесение его в почву весьма целесообразно [1, 2, 4, 5, 7]. Важно также правильно определить соотношение и оптимальные дозы макроэлементов в удобрительной смеси для зернобобовых культур [6, 9].

Устанавливая систему удобрения любой культуры, в первую очередь необходимо выявить потребности растений в элементах питания в онтогенезе. Наиболее изучены особенности минерального питания таких бобовых, как горох, соя, фасоль. В то же время для нута и вигны — культур, широко распространенных и имеющих важное значение в решении белковой проблемы в районах СССР с теплым климатом, эти вопросы исследованы недостаточно. В литературе, как правило, приводятся данные о влиянии минеральных удобрений на урожайность вигны [10—14]. Сведения о потребности ее в элементах питания в течение вегетационного периода практически отсутствуют. В связи с этим мы сочли необходимым изучить динамику элементов минерального питания вигны по фазам развития, чтобы получить данные, необходимые для определения оптимальных доз удобрений.

Условия и методика исследований

Опыты проводились на Сухумской опытной станции ВИРа в 1975—1976 гг. Почвы участка подзолистые. Содержание гидролизующего азота по Тюрину и Кононовой — 9,7—12,5; подвижных форм фосфора по Ониани — 7,6—10,0; калия по Масловой и Чернышевой — 12,1—19,0 мг на 100 г почвы. Учетная площадь делянки 12 м², повторность 4-кратная; густота посевов 83,33 тыс. растений на 1 га (60×20 см). Сорт вигны — Гибридная 7. Схема опыта: контроль, N₃₀P₀K₀, N₀P₆₀K₃₀, N₃₀P₆₀K₃₀, N₄₅P₇₅K₄₅, N₆₀P₉₀K₆₀.

Растительные пробы для химического анализа брали в фазы ветвления, бутонизации, цветения, начала образования бобов, массового образования бобов, созревания. Сжигание проводили по методу Гинсбурга и др. В одной навеске определяли общий азот способом полумикрогельдаля, фосфор — калориметрически, калий — на пламенном фотометре.

По метеорологическим условиям годы исследований несколько различались. Вегетационный период 1976 г. характеризовался пониженной (на 3,7°) среднесуточной температурой воздуха. Приход фотосинтетически активной солнечной радиации на 1 га за вегетацию 1975 г. составил около 3,89 млрд. ккал, в 1976 г. — только 2,94 млрд. ккал.

Результаты исследований

Элементы питания поступали в растения в течение всей вегетации, но с различной интенсивностью в зависимости от периода онтогенеза. В вегетативных органах как на удобренной, так и на неудобренной почве содержалось больше азота, меньше калия и гораздо меньше фосфора (табл. 1).

Наиболее высокий процент азота, калия и фосфора отмечен в начальные фазы развития вигны (ветвление, бутонизация), по мере нарастания надземной массы он постоянно снижался.

Содержание азота в вегетативной части в среднем было в 7 раз выше содержания фосфора и в 2 раза выше, чем калия. Особенно бо-

Т а б л и ц а 1

Содержание NPK в растениях в среднем за 1975—1976 гг.
(% на абсолютно сухое вещество)

Варианты	Листья			Стебли			* Все растение		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ветвление									
Контроль	3,55	0,67	0,83	3,25	0,65	1,99	3,46	0,67	1,17
N ₃₀ P ₀ K ₀	4,38	0,75	0,83	4,05	0,84	2,13	4,29	0,90	1,80
N ₀ P ₆₀ K ₃₀	4,35	0,76	1,01	2,74	0,81	3,53	3,78	0,77	1,91
N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	4,08	0,64	0,85	3,06	0,65	3,19	3,71	0,68	1,61
N ₄₅ P ₇₅ K ₄₅	4,40	0,66	0,99	2,77	0,75	3,10	3,80	0,70	1,75
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	4,62	0,66	1,16	2,77	0,78	3,10	3,68	0,70	1,86
Бутонизация									
Контроль	4,62	0,54	1,24	3,28	0,64	2,51	4,05	0,59	1,82
N ₃₀ P ₀ K ₀	4,84	0,49	1,45	3,33	0,68	2,42	4,13	0,57	1,90
N ₀ P ₆₀ K ₃₀	4,84	0,73	1,53	2,37	0,72	3,23	3,85	0,72	2,34
N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	4,90	0,51	1,09	3,07	0,58	3,05	3,92	0,55	1,93
N ₄₅ P ₇₅ K ₄₅	4,70	0,54	1,22	3,08	0,61	3,07	3,88	0,57	2,32
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	4,76	0,54	1,22	3,08	0,57	3,16	3,98	0,55	2,41
Цветение									
Контроль	4,49	0,44	1,15	2,84	0,63	2,37	3,65	0,53	1,77
N ₃₀ P ₀ K ₀	4,35	0,43	1,13	2,82	0,51	2,21	3,55	0,46	1,65
N ₀ P ₆₀ K ₃₀	3,98	0,42	0,97	2,62	0,49	2,83	3,32	0,39	1,88
N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	4,59	0,48	1,13	2,83	0,58	2,20	3,72	0,52	1,65
N ₄₅ P ₇₅ K ₄₅	4,38	0,43	0,89	2,94	0,51	2,85	3,64	0,46	1,65
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	4,28	0,40	1,02	3,22	0,47	2,50	3,77	0,44	1,85
Массовое образование бобов									
Контроль	4,46	0,38	1,08	2,74	0,46	2,06	3,51	0,43	1,66
N ₃₀ P ₀ K ₀	4,35	0,40	0,99	2,75	0,40	2,05	3,55	0,42	1,67
N ₀ P ₆₀ K ₃₀	3,54	0,36	0,99	2,51	0,32	1,79	3,01	0,36	1,50
N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	4,36	0,46	1,00	2,74	0,45	1,96	3,72	0,51	1,62
N ₄₅ P ₇₅ K ₄₅	4,28	0,40	0,99	2,75	0,40	2,02	3,54	0,43	1,62
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	4,15	0,36	0,97	2,94	0,37	2,26	3,50	0,40	1,80
Созревание									
Контроль	3,82	0,36	0,78	2,60	0,33	1,78	3,63	0,44	1,42
N ₃₀ P ₀ K ₀	4,33	0,37	0,82	2,53	0,35	1,90	3,64	0,41	1,43
N ₀ P ₆₀ K ₃₀	3,11	0,35	0,75	2,41	0,26	1,51	3,57	0,42	1,41
N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	3,80	0,36	0,73	2,64	0,35	1,91	3,57	0,41	1,44
N ₄₅ P ₇₅ K ₄₅	3,90	0,33	0,89	2,65	0,34	1,96	3,65	0,55	1,49
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	3,90	0,35	0,84	2,77	0,33	2,12	3,92	0,47	1,64

Потребление азота, фосфора и калия растениями в среднем за 1975—1976 гг.
(кг/га)

Варианты	Ветвление	Бутонизация	Цветение	Начало образова- ния бобов	Созревание
А з о т					
Контроль	5,31	17,88	30,47	96,43	124,96
$N_{30}P_0K_0$	8,17	25,81	41,93	123,48	136,63
$N_0P_{60}K_{30}$	6,01	12,81	22,89	61,46	102,97
$N_{30}P_{60}K_{30}$	7,90	20,94	40,17	104,05	157,66
$N_{45}P_{75}K_{45}$	9,62	23,81	58,31	140,08	172,18
$N_{60}P_{90}K_{60}$	11,31	29,23	62,31	175,90	168,00
Ф о с ф о р					
Контроль	1,02	2,61	4,43	11,90	15,26
$N_{30}P_0K_0$	1,48	3,60	5,50	14,37	15,81
$N_0P_{60}K_{30}$	1,24	2,40	3,15	7,29	12,12
$N_{30}P_{60}K_{30}$	1,45	2,91	5,73	14,04	18,46
$N_{45}P_{75}K_{45}$	1,74	3,46	7,47	17,04	21,41
$N_{60}P_{90}K_{60}$	2,22	4,03	7,50	14,83	20,23
К а л и й					
Контроль	1,79	8,16	14,17	45,74	49,61
$N_{30}P_0K_0$	2,29	11,96	19,46	57,58	53,66
$N_0P_{60}K_{30}$	3,10	7,77	13,00	30,55	40,95
$N_{30}P_{60}K_{30}$	3,38	9,89	17,98	45,08	63,66
$N_{45}P_{75}K_{45}$	4,29	14,56	26,84	64,23	71,17
$N_{60}P_{90}K_{60}$	5,76	17,69	31,11	90,86	69,98

гаты этим элементом оказались листья. Наивысший процент азота во всех вариантах опыта отмечен в фазу бутонизации; к концу вегетации он оставался на довольно высоком уровне — от 4,33 (в варианте $N_{30}P_0K_0$) до 3,11 ($N_0P_{60}K_{30}$). В стеблях он был заметно ниже. Внесение полного минерального удобрения (NPK) приводило в начальные фазы развития к некоторому увеличению процентного содержания азота в листьях, в стеблях наблюдалась обратная зависимость. Внесение одних фосфорно-калийных удобрений привело к снижению уровня азота в листьях, начиная с фазы цветения, в стеблях данного варианта этот показатель был ниже, чем в других вариантах, в течение всего вегетационного периода. С конца цветения и начала образования бобов в листьях и стеблях содержание азота начинало заметно снижаться. В то же время в бобах отмечалось его резкое повышение.

Внесение минеральных удобрений не привело к значительному увеличению процента фосфора в надземных органах вигны, различия между содержанием фосфора в листьях и стеблях были не столь резкими, как в случае азота и калия. В среднем же фосфора в стеблях содержалось несколько больше, чем в листьях. Наиболее высокое содержание этого элемента отмечено в фазу ветвления. В последующие фазы оно постепенно снижалось.

Максимум калия в вегетативной массе вигны приходился на фазы ветвления и бутонизации. С цветения содержание его начинало снижаться. Применение калийных удобрений совместно как с фосфорными, так и с азотными привело к резкому повышению уровня калия в стеблях в начальные фазы развития, но в фазу цветения различия постепенно сглаживались. Содержание калия в стеблях более чем в 2 раза превышало его содержание в листьях. Погодные условия также оказали значительное влияние на поступление калия, азота и фосфора в растения. Содержание этих элементов в более теплое 1975 г. было ниже, чем в 1976 г.

Наибольшее количество питательных веществ поступало в растения

в фазы активного роста, особенно с конца цветения и начала образования бобов (табл. 2). В этот период отмечался максимум накопления основных элементов питания. В надземной массе вигны как при использовании удобрений, так и в контроле содержалось больше азота и калия и значительно меньше фосфора. Под влиянием удобрений усилилось потребление элементов питания, особенно после внесения $N_{45}P_{75}K_{45}$. В то же время, согласно полученным данным, при внесении только фосфорно-калийных удобрений ($P_{60}K_{30}$) потребление NPK растениями вигны тормозилось. Применение $N_{45}P_{75}K_{45}$ способствовало формированию оптимальной листовой поверхности, наиболее эффективному использованию поступающей фотосинтетически активной солнечной радиации, усиленному накоплению сухого вещества и в результате всего этого — созданию наивысшей урожайности хозяйственно-ценных органов. В среднем за 2 года урожай семян по 1—6-му вариантам опыта составил соответственно 16,63; 17,44; 12,47; 20,12; 22,93; 19,48 ц/га.

Внесение минеральных удобрений значительно улучшало распределение элементов питания по отдельным органам; в период формирования бобов поступление питательных элементов в растения было выше, чем в контроле, особенно в варианте с $N_{45}P_{75}K_{45}$ (табл. 3).

Общий вынос элементов питания растениями определяется уровнем урожая. В общем урожае вигны содержалось больше азота, меньше калия и меньше всего фосфора. Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению выноса с урожаем элементов питания во всех вариантах, за исключением $P_{60}K_{30}$. Самым высоким он был при дозах $N_{45}P_{75}K_{45}$ и в среднем за 2 года составил в расчете на 1 га N — 172,18 кг, P_2O_5 — 21,41, K_2O — 71,17 кг, или на 27,43; 28,73 и 29,11% превосходил контроль (табл. 4). Но в расчете на 1 ц семян выносы NPK у контрольных и подопытных растений в этом варианте оказались почти одинаковыми: в среднем за 2 года у контрольных растений N — 7,50 кг, P_2O_5 — 0,92 и K_2O — 2,98 кг; у подопытных — соответственно 7,5; 0,93 и 3,10 кг (соотношение NPK — 8,19:1:3,25 и 8,04:1:3,32). Однако по конечному выносу элементов минерального питания нельзя объективно судить о действительных затратах макроэлементов на создание продукции [8]. Кроме того, вследствие различной степени отмирания листьев и побегов к началу созревания в разных вариантах конечные данные о выносе NPK искажаются.

Т а б л и ц а 3

Содержание элементов питания в бобах вигны в начале их образования (% к содержанию во всей надземной массе) в среднем за 1975—1976 гг.

Варианты	N	P_2O_5	K_2O
Контроль	14,69	13,38	12,87
$N_{30}P_0K_0$	26,99	26,35	25,13
$N_0P_{60}K_{30}$	16,09	18,62	14,10
$N_{30}P_{60}K_{30}$	19,57	22,35	20,56
$N_{45}P_{75}K_{45}$	22,53	25,86	20,61
$N_{60}P_{90}K_{60}$	19,57	23,99	16,07

Т а б л и ц а 4

Вынос основных элементов питания урожаем вигны в среднем за 1975—1976 гг.

Варианты	N	P_2O_5	K_2O
Общий, кг/га			
Контроль	124,96	15,26	49,61
$N_{30}P_0K_0$	136,63	15,81	58,66
$N_0P_{60}K_{30}$	102,97	12,12	40,95
$N_{30}P_{60}K_{30}$	157,66	18,46	63,66
$N_{45}P_{75}K_{45}$	172,18	21,41	71,17
$N_{60}P_{90}K_{60}$	168,00	20,23	69,98
На 1 ц семян, кг/га			
Контроль	7,50	0,92	2,98
$N_{30}P_0K_0$	7,83	0,91	3,08
$N_0P_{60}K_{30}$	8,26	0,97	3,28
$N_{30}P_{60}K_{30}$	7,83	0,92	3,16
$N_{45}P_{75}K_{45}$	7,50	0,93	3,10
$N_{60}P_{90}K_{60}$	8,62	1,04	3,59
N : P_2O_5 : K_2O			
Контроль	8,19	1	3,25
$N_{30}P_0K_0$	8,64	1	3,39
$N_0P_{60}K_{30}$	8,49	1	3,38
$N_{30}P_{60}K_{30}$	8,54	1	3,45
$N_{45}P_{75}K_{45}$	8,04	1	3,32
$N_{60}P_{90}K_{60}$	8,30	1	3,46

Таблица 5
Максимальное потребление элементов
минерального питания растениями вигны
в среднем за 1975—1976 гг.

Варианты	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Общее, кг/га			
Контроль	174,38	23,09	86,70
N ₃₀ P ₀ K ₀	182,19	21,07	86,00
N ₀ P ₆₀ K ₃₀	135,25	16,22	67,67
N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	198,96	28,17	99,17
N ₄₅ P ₇₅ K ₄₅	216,70	28,04	106,28
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	199,43	24,01	104,94
На 1 ц семян, кг/га			
Контроль	10,48	1,39	5,21
N ₃₀ P ₀ K ₀	10,45	1,21	4,93
N ₀ P ₆₀ K ₃₀	10,68	1,30	5,43
N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	9,89	1,40	4,93
N ₄₅ P ₇₅ K ₄₅	9,45	1,22	4,63
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	10,24	1,23	5,39
Соотношение элементов минерального питания			
Контроль	7,55	1	3,75
N ₃₀ P ₀ K ₀	8,65	1	4,08
N ₀ P ₆₀ K ₃₀	8,21	1	4,17
N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	7,06	1	3,52
N ₄₅ P ₇₅ K ₄₅	7,73	1	3,79
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	8,31	1	4,37

Максимум потребления питательных веществ у вигны, как правило, приходился на момент массового образования бобов. По нашим расчетам он значительно превышал вынос основных элементов с конечным урожаем. Для получения 1 ц семян растения оптимального варианта (N₄₅P₇₅K₄₅) расходовали 9,45 кг азота, 1,22 кг P₂O₅ и 4,63 кг K₂O, т. е. меньше, чем в контроле, на 9,93; 12,25 и 11,14% соответственно. Несколько отличалось и соотношение питательных элементов от полученного по конечному выносу, оно равнялось 7,73:1:3,79. Без симбиотической фиксации азота соотношение элементов питания для вигны (почва+минеральные удобрения) было 3,34:1:3,79. В то же время вынос фосфора в вариантах N₃₀P₆₀K₃₀ и N₄₅P₇₅K₄₅ оказался практически одинаковым и поэтому, по-видимому, на подзолистых почвах Абхазской АССР нецелесообразно применять в удобрительной смеси дозы P₂O₅ выше 60 кг/га.

Выводы

1. У вигны, как и других бобовых — сои, фасоли, содержание азота, фосфора и калия зависит от доз удобрений. До образования бобов азот в большей степени накапливается в листьях, калий — в стеблях, фосфор содержится в этих органах в почти равных количествах. Максимальный вынос питательных веществ отмечен в период массового образования бобов.

2. Внесение только азотного удобрения в количестве 30 кг/га не дало существенных положительных результатов; только фосфорно-калийных — оказало ярко выраженное отрицательное действие.

3. В варианте с оптимальными дозами элементов питания (N₄₅P₇₅K₄₅) на 1 ц семян с соответствующим количеством вегетативной массы расходовалось 9,45 кг азота; 1,22 кг P₂O₅ и 4,63 кг K₂O при соотношении NPK — 7,73 : 1 : 3,79 (по максимальному выносу).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гукова М. М. Особенности питания бобовых растений свободным и связанным азотом. Автореф. докт. дис. М., 1974. — 2. Гнетиева Л. Н., Летунковский В. И. Дозы и соотношение минеральных удобрений под фасоль. Науч. тр. ВНИИ зернобобовых культур. Т. II. Приокское кн. изд-во, 1968. — 3. Жуков М. С. Влияние азотных удобрений на урожай зернобобовых культур и фиксацию ими атмосферного азота. Науч. тр. ВНИИ зернобобовых культур. Орел, 1972. — 4. Калниньш А. Д. Влияние соединений азота на эффективность клубеньковых бактерий. Тезисы

докл. XV науч. конференции Латв. с.-х. акад. Рига — Елгава, 1961. — 5. Ле Гх и Кань Куен. Фотосинтетическая продуктивность сои в зависимости от условий минерального питания и инокуляции. Автореф. канд. дис. Киев, 1971. — 6. Мосолов И. В., Александровская В. А. Влияние фосфорно-калийных удобрений на обмен веществ, урожай и качество зерна фасоли. «Агрохимия», 1965, № 2, с. 65—72. — 7. Федоров М. В., Козлов И. В. Влияние связанных соединений азота на азотфиксирующую способность клубеньковых бактерий сои и фасоли и взаимоотношения между ними

и бобовыми растениями. «Микробиология», т. XIII, вып. 5, 1954, с. 60—64. — 8. Шатилов И. С., Бебин С. И., Положенцева Е. И. Потребление элементов минерального питания викией яровой. «Изв. ТСХА», 1977, вып. 2, с. 37—46. — 9. Bhangoo M. S., Albritton D. S. "Agron. J.", 1972, vol. 64, N 6, p. 743—746. — 10. Johnson W. A. a. Clyde E. Evans. Amer. Soc. Hort. Sci.", 1975, vol. 100, N 3, p. 261—263. — 11. Kurdikeri C. B., Patil R. V., Krishnamurthy K. "J. agr. Sci.", 1973, vol. 7, N 2, p. 170—174. — 12. Ray E.

Worley, Hegwood D. A., Harmon S. A. "J. Amer. Soc. Hort. Sci.", 1971, vol. 96, N 4, p. 531—533. — 13. Steward F. B., Reed M. "J. Amer. Soc. Hort. Sci.", 1969, vol. 94, p. 258—259. — 14. Steward F. B. "J. Amer. Soc. Hort. Sci.", 1969, vol. 94, p. 337—338. — 15. Singh N. P. a. Saxena M. L. "The Indian J. of Agrycultural Sci.", 1972, vol. 42, N 11, p. 211—215. — 16. Werner L., Nelson Ph. D. Fertilization of Soybeans. Oleaceineux Revue internationale des corps gras. 26 Annee, N 2, 1971.

Статья поступила 25 ноября 1977 г.

SUMMARY

The content of NPK in cow-pea plant depends on the age, meteorological conditions and then on the dosage of applied fertilizers. There is gradual decrease of the basic nutritional elements (NPK) with growth and development of cow-pea plant.

There was greater accumulation of nitrogen in the leaves, and that of potassium in the stem, while the content of phosphorus was almost equal in both organs shortly before pod formation. Maximum uptake of nutrients was observed during the period of intensive pod formation.

The application of nitrogen fertilizer alone yielded significant positive results where the application of NPK fertilizer resulted in glaring negative effects.

For the formation of 100 kg of seeds with the corresponding vegetative mass, there is an uptake of 9.45 kg of N; 1.22 kg of P₂O₅; and 4.63 kg of K₂O, the dosage of applied fertilizer being optimum (N₄₅P₇₅K₄₅).