

УДК 635.655:631.53

ДИНАМИКА АЗОТА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР

Дозоров Александр Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Растениеводство и селекция»

Гаранин Михаил Николаевич, аспирант

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П. А. Столыпина»

e-mail: miha.garanin@yandex.ru

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1

Ключевые слова: бобовые культуры, содержание азота, потребление азота, инокуляция, урожайность, содержание белка, белковая продуктивность.

Приведены данные полевых исследований за 2010 – 2012 гг., по изучению динамики содержания и потребления азота растениями бобовых культур, под влиянием бактериальных препаратов и микроэлементов. Установлено, что предпосевная обработка семян увеличивает урожайность семян на 5...22%, белковую продуктивность на 11...20%.

Для нормального роста и развития сельскохозяйственных культур необходимым условием является их обеспеченность элементами минерального питания [6,7].

Обеспечение культурных растений азотом является одной из основных задач земледелия в любой сельскохозяйственной зоне. С возрастанием стоимости удобрений и затрат на их внесение ранее использовавшиеся системы удобрения сельскохозяйственных культур стали ресурсо- и энергозатратными [1,2,5]. Бобовые культуры отличаются от других сельскохозяйственных культур тем, что способны некоторую часть потребности в этом элементе удовлетворить за счет биологически фиксированного азота воздуха. Под культуры этого семейства обычно не вносят азотные удобрения, вследствие этого содержание и потребление ими азота в значительной степени зависит от условий симбиоза и активности симбиотической азотфиксации [3,4].

В этой связи научно-теоретический и практический интерес представляют данные по динамике содержания азота в ор-

ганах растений, его потреблению по фазам развития под влиянием бактериальных препаратов и микроэлементов.

Объектом исследований являлись: горох Самариус, люпин узколистый Снежить, вика Львовская 22, кормовые бобы Пензенские 16, соя УСХИ 6, фасоль Гелиада. Для активизации процесса симбиотической деятельности семена перед посевом обрабатывались специфичным для каждой культуры штаммом клубеньковых бактерий и микроэлементами, обработка семян молибденовокислым аммонием и сульфатом марганца (0,5% раствор из расчёта 2 л на центнер семян) проводилась с учетом их недостатка, по физиологическим параметрам в почве.

Полевой опыт расположен в четырехкратной повторности, размещение делянок систематическое со смещением. Предшественник – озимая пшеница. Посев проводили селекционной сеялкой ССФК-6-10. Способ посева широкорядный (45 см) – соя, фасоль, и рядовой (15 см) – горох, люпин, вика, кормовые бобы. Норма высева семян: горох – 1,2 млн. всхожих семян на 1 га; лю-

Таблица 1

Содержание азота в органах бобовых растений по фазам развития в среднем за 2010 – 2012гг.,
% от АСВ

Культура	Вариант	Фаза развития				
		стеблевание, третий наст. лист	бутонизация- цветение	начало налива се- мян	полный на- лив семян	полная спелость семян
листья						
горох	контроль	4,53	3,10	2,80	2,60	-
	250а+Мо+Mn	4,84	3,18	2,97	2,49	-
люпин	контроль	4,63	4,11	3,80	3,14	-
	363а+Мо+Mn	4,76	4,57	4,05	3,25	-
вика	контроль	4,24	3,21	2,72	2,08	-
	1-32+Мо+Mn	4,50	3,32	2,97	2,21	-
кормовые бобы	контроль	4,67	4,20	4,12	3,31	-
	96 +Мо+Mn	5,02	4,34	4,34	3,40	-
соя	контроль	4,81	4,28	3,98	3,28	-
	634б+Мо+Mn	5,19	4,57	4,21	3,36	-
фасоль	контроль	3,50	3,04	2,81	2,44	-
	653а+Мо+Mn	3,57	3,14	2,88	2,60	-
стебли						
горох	контроль	3,64	2,63	2,38	2,12	0,97
	250а+Мо+Mn	3,82	2,79	2,53	2,35	1,08
люпин	контроль	3,52	2,06	1,96	1,76	1,04
	363а+Мо+Mn	3,81	2,55	2,12	1,89	1,16
вика	контроль	3,50	2,71	1,84	1,67	0,91
	1-32+Мо+Mn	3,74	2,90	2,06	1,81	1,01
кормовые бобы	контроль	4,48	2,72	2,03	1,70	1,14
	96 +Мо+Mn	4,51	2,88	2,12	1,88	1,32
соя	контроль	2,55	2,06	1,79	1,62	0,61
	634б+Мо+Mn	2,77	2,43	2,07	1,76	0,69
фасоль	контроль	2,45	1,95	1,52	1,33	0,84
	653а+Мо+Mn	2,38	2,01	1,54	1,38	0,87
корни						
горох	контроль	2,48	2,05	1,95	1,59	1,43
	250а+Мо+Mn	2,67	2,33	1,95	1,73	1,63
люпин	контроль	1,85	1,37	1,22	0,96	0,61
	363а+Мо+Mn	2,29	1,54	1,30	1,13	0,73
вика	контроль	2,21	1,78	1,41	1,12	1,07
	1-32+Мо+Mn	2,72	2,14	1,59	1,34	1,22
кормовые бобы	контроль	2,38	2,07	1,43	1,07	0,79
	96 +Мо+Mn	2,89	2,16	1,58	1,24	1,02
соя	контроль	1,43	1,33	1,07	0,95	0,63
	634б+Мо+Mn	1,64	1,48	1,24	1,07	1,09
фасоль	контроль	1,42	0,98	0,93	0,68	0,51
	653а+Мо+Mn	1,67	1,14	0,82	0,65	0,68

Таблица 1 (продолжение)

Содержание азота в органах бобовых растений по фазам развития в среднем за 2010 – 2012 гг., % от АСВ

Клубеньки						
горох	контроль	4,39	3,05	1,97*	-	-
	250a+Mo+Mn	4,49	3,39	2,16*	-	-
люпин	контроль	3,97	3,95	3,30*	1,47*	-
	363a+Mo+Mn	4,16	4,23	4,25*	1,92*	-
вика	контроль	3,84	2,79	-	-	--
	1-32+Mo+Mn	4,17	2,99	-	-	-
кормовые бобы	контроль	3,61	3,36	3,47	1,94*	-
	96 +Mo+Mn	3,91	3,85	3,70	2,32*	-
соя	контроль	5,05	5,13	4,48	3,79*	-
	634б+Mo+Mn	5,16	5,23	4,71	4,10*	-
фасоль	контроль	-	-	-	-	-
	653a+Mo+Mn	-	-	-	-	-
бобы						
горох	контроль	-	-	3,48	3,32	3,39
	250a+Mo+Mn	-	-	3,60	3,64	3,42
люпин	контроль	-	-	3,39	4,35	3,64
	363a+Mo+Mn	-	-	3,52	4,56	3,78
вика	контроль	-	-	3,46	3,27	2,90
	1-32+Mo+Mn	-	-	3,74	3,44	3,18
кормовые бобы	контроль	-	-	4,87	4,43	3,97
	96 +Mo+Mn	-	-	5,07	4,66	3,95
соя	контроль	-	-	3,52	4,66	3,69
	634б+Mo+Mn	-	-	3,74	4,82	3,83
фасоль	контроль	-	-	2,73	2,54	2,31
	653a+Mo+Mn	-	-	2,73	2,74	2,45

Примечание: * приведены данные за 2011 – 2012 гг.

пин – 1,1 млн.; вика – 2,1 млн.; кормовые бобы и соя – 0,6 млн.; фасоль – 0,45 млн. всхожих семян на 1 га. Уборка осуществлялась селекционным комбайном Террион 2010, с одновременным измельчением вегетативной массы.

Результаты исследований

Независимо от погодных условий, во все годы исследований динамика содержания азота в органах изучаемых растений имела сходную тенденцию. Наименьшее содержание азота отмечено в корнях, несколько выше в стеблях, наибольшее в листьях, причем в фазу стеблевания, третьего настоящего листа значения этого показателя были максимальными. С момента бутонизации – цветения и начала налива семян

наблюдается снижение азота в листьях, стеблях и корнях, и увеличение содержания его в бобах, с момента их появления до фазы полного налива семян. Такое перераспределение азота в органах изучаемых культур объясняется усиливающейся потребностью в этом элементе, обусловленной синтезом белка при формировании урожая семян. В клубеньках динамика содержания азота более стабильна и снижается только при их разрушении (табл. 1).

В полевых опытах с зерновыми бобовыми культурами за 2010 - 2012 гг. было установлено, что лучшее развитие симбиотического аппарата обуславливало более высокое содержание азота в органах растений: в листьях на 0,08...0,24 %, в стеблях на 0,02...0,23 %, в корнях на 0,09...0,28 %, в бобах на 0,02...0,23 %, в клубеньках на 0,02...0,23 %.

Таблица 2

Динамика потребления азота растениями бобовых культур, кг/га

Культура	Вариант	Фазы развития				
		стеблевание, третий наст. лист	бутонизация- цветение	начало налива семян	полный налив семян	полная спе- лость семян
2010 год						
горох	контроль	15	35	88	93	67
	250а+Мо+Mn	16	45	110	123	78
люпин	контроль	11	30	63	115	103
	363а+Мо+Mn	15	42	78	142	129
вика	контроль	16	35	65	82	51
	1-32+Мо+Mn	21	44	77	91	58
кормовые бобы	контроль	11	32	91	119	99
	96 +Мо+Mn	14	37	103	137	113
соя	контроль	7	24	70	88	60
	634б+Мо+Mn	9	31	91	109	80
фасоль	контроль	11	25	46	83	74
	653а+Мо+Mn	12	30	55	97	92
2011 год.						
горох	контроль	6	56	133	212	149
	250а+Мо+Mn	7	65	137	257	193
люпин	контроль	5	71	134	233	162
	363а+Мо+Mn	6	91	169	271	191
вика	контроль	3	79	106	154	124
	1-32+Мо+Mn	4	90	132	186	146
кормовые бобы	контроль	6	64	191	265	214
	96 +Мо+Mn	7	77	224	290	245
соя	контроль	12	64	230	299	208
	634б+Мо+Mn	15	77	255	340	269
фасоль	контроль	12	30	39	64	48
	653а+Мо+Mn	13	36	42	77	61
2012 год						
горох	контроль	5	64	118	122	91
	250а+Мо+Mn	6	73	140	165	118
люпин	контроль	10	92	150	176	139
	363а+Мо+Mn	11	123	204	223	197
вика	контроль	5	79	126	146	92
	1-32+Мо+Mn	7	99	164	175	109
кормовые бобы	контроль	10	106	181	196	143
	96 +Мо+Mn	12	122	198	216	192
соя	контроль	28	58	108	184	123
	634б+Мо+Mn	32	68	125	205	158
фасоль	контроль	23	31	48	60	55
	653а+Мо+Mn	26	34	54	70	66

в клубеньках на 0,21...0,46 %, в бобах на 0,08...0,24 %.

Динамика потребления азота у всех изучаемых культур в исследуемые годы имела сходный характер. Начиная с ранних

фаз развития, растения интенсивно начинают потреблять азот, достигая максимальных значений к фазе полного налива семян, затем, вследствие отчуждения листьев, опада недоразвитых бобов, частичного отмирания

Таблица 3

Урожайность семян бобовых культур, т/га

Культура	Вариант		годы исследований			в среднем т/га
			2010 (ГТК – 0,4)	2011 (ГТК – 1,6)	2012 (ГТК – 1,0)	
горох	контроль		1,87	4,07	2,19	2,71
	ризоторфин+Мо+ Mn		2,05	4,56	2,81	3,14
люпин	контроль		1,86	3,66	2,23	2,58
	ризоторфин+Мо+ Mn		2,17	4,42	2,73	3,11
вика	контроль		2,38	3,08	2,46	2,64
	ризоторфин+Мо+ Mn		2,51	3,54	2,70	2,91
кормовые бобы	контроль		2,26	5,1	3,59	3,65
	ризоторфин+Мо+ Mn		2,30	5,7	3,89	3,96
соя	контроль		1,72	3,3	2,46	2,49
	ризоторфин+Мо+ Mn		2,0	3,84	2,87	2,90
фасоль	контроль		0,27	3,18	1,76	1,73
	ризоторфин+Мо+ Mn		0,28	3,34	1,78	1,80
НСР ₀₅	Фактор	А	0,08	0,11	0,10	-
		В	0,14	0,18	0,17	-

корневой системы, этот показатель к фазе полной спелости несколько снижается, по отношению к максимуму. Наибольшее количество потребленного азота в этой фазе наблюдалось в 2011 году (ГТК – 1,6). Значения в острозасушливом 2010 году (ГТК – 0,4) в эту же фазу были в 1,9...3,3 раза меньше значений 2011 года. В среднем за три года максимальные значения в потреблении азота в фазе полного налива семян отмечены у сои, кормовых бобов и люпина, соответственно по вариантам – 190...218, 193...214 и 174...212 кг/га (табл. 2).

Исследованиями установлено, что вариант, активизирующий симбиотическую деятельность, в фазе максимальных значений этого показателя (полный налив семян), способствует более интенсивному потреблению азота растениями, у всех изучаемых культур на 10...22%.

Интенсивность потребления азота органами растений определяет условия питания и формирования продуктивности зерновых бобовых культур. Перспективным направлением более полной реализации потенциала бобовых растений является инокуляция семян специфическими, вирулентными, активными штаммами ризобий, совместно с молибденовыми и марганцевыми микроэлементами, способными сы-

грать важную роль в усвоении азота растениями, стимуляции ростовых процессов и повышения продуктивности. Несмотря на значительные колебания урожайности семян по годам, просматривается четкая закономерность достоверного увеличения этого показателя по вышеуказанному фону (на 5...22%). При отсутствии инокуляции в вариантах с фасолью, тенденция к повышению урожайности наблюдалась лишь в 2011 году (табл. 3).

В процессе изучения и производства продукции зерновых бобовых культур важно учитывать не только урожайные характеристики культуры, но и качество, в первую очередь содержание белка.

Полевыми опытами установлено, что содержание белка в семенах изучаемых культур зависит в первую очередь от вида бобового растения, метеорологических условий вегетационного периода и предпосевной обработки семян специфическими штаммами ризобий и микроэлементами.

В среднем за годы исследований наибольшее содержание белка в семенах отмечено у сои – 35,3...36,7 %, люпина – 31,1...32,0% и кормовых бобов – 25,8...27,4%, у гороха, вики и фасоли значения этого показателя варьируют примерно в одном диапазоне – 24,2...25,7% (табл. 4).

Таблица 4

Содержание азота и белка в семенах изучаемых бобовых культур за 2010 - 2011 гг.

Культура	Вариант	Содержание, %							
		годы исследований						в среднем, %	
		2010		2011		2012			
		азот	белок	азот	белок	азот	белок		белок
горох	контроль	4,33	27,0	3,63	22,6	3,72	23,2	24,2	
	250а +Mo+Mn	4,49	28,0	4,01	25,0	3,87	24,1	25,7	
люпин	контроль	5,10	31,8	4,85	30,3	5,03	31,4	31,1	
	363а +Mo+Mn	5,16	32,2	5,05	31,6	5,18	32,3	32,0	
вика	контроль	4,17	26,0	4,03	25,1	3,72	23,2	24,8	
	1-32 +Mo+Mn	4,29	26,8	4,04	25,2	3,84	24,0	25,3	
кормовые бобы	контроль	4,14	25,8	3,87	24,1	4,41	27,6	25,8	
	96 +Mo+Mn	4,38	27,3	4,03	25,2	4,75	29,7	27,4	
соя	контроль	6,17	38,5	5,52	34,4	5,28	33,0	35,3	
	634б +Mo+Mn	6,40	39,8	5,58	34,9	5,70	35,6	36,7	
фасоль	контроль	4,35	27,1	3,71	23,1	3,93	24,5	24,9	
	653а +Mo+Mn	4,44	27,7	3,72	23,2	4,0	25,0	25,3	
НСР ₀₅	Фактор	А	0,052	0,32	0,051	0,32	0,056	0,35	-
		В	0,091	0,55	0,089	0,55	0,096	0,61	-

Белковая продуктивность находится в прямой зависимости от урожайности и содержания белка в семенах. В наших исследованиях в среднем за 2010 – 2012 гг. максимальный сбор белка получен в опытах с кормовыми бобами, соей и люпином (0,79...1,06) т/га.

Оптимизация условий симбиотической деятельности увеличивала содержание белка в семенах изучаемых культур на 0,5...1,6% и существенно повышала белковую продуктивность на 11...20%.

В процессе исследований было установлено, что содержание белка в семенах изучаемых культур и сбор его с единицы площади коррелируют с активностью симбиотической деятельности ($R = 0,77... 0,97$).

Таким образом, предпосевная обработка семян ризоторфином и микроэлементами повышает содержание азота в органах растений, увеличивает потребление его во все фазы развития растений, что способствует повышению продуктивности зерновых бобовых культур.

Библиографический список

1. Минеев, В.Г. Устойчивость созданного длительным применением агрохимических средств плодородия дерново-подзолистой почвы / В.Г. Минеев, Н.Ф. Гомонова,

М.Ф. Овчинникова //Агрохимия. – 2003. - № 2. – С. 5 – 9.

2. Фарниев, А.Т. Азотфиксация и белковая продуктивность бобовых культур в РСО-Алания. Биологический азот, сборник научных статей / А.Т. Фарниев, под ред. Г.С. Посыпанова. - Москва, 2006. – С. 61 – 67.

3. Дозоров, А.В. Влияние предпосевной обработки семян микроэлементами на динамику азота в растениях яровой пшеницы и сои /А.В. Дозоров, В.А. Исайчев // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1999. – № 4. – С. 53 – 54.

4. Дозоров, А.В. Оптимизация продукционного процесса гороха и сои в лесостепи Поволжья: монография/А.В. Дозоров, О.В. Костин.- Ульяновск. ГСХА, 2003. - 166 с.

5. Моисеев, А.А. Симбиотический азот и продуктивность земледелия в условиях южной лесостепи: монография /А.А. Моисеев, Ш.И. Ахметов. - Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2008. - 212с.

6. Посыпанов, Г.С. Растениеводство /Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: КолосС, 2006. – 612 с.: ил.

7. Седов, А.И. Потребление азота, фосфора и калия растениями фасоли в полевых условиях / А.И. Седов // Труды науч. – иссл. Ин-та ВНИИЗБ и КК. – Орел. – 1972. – Т. 4. – С. 329 – 336.