

УДК 635.655:631.53

## ВЛИЯНИЕ АКТИВИЗАЦИИ СИМБИОТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

**Дозоров Александр Владимирович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Гаранин Михаил Николаевич**, аспирант  
ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П. А. Столыпина»  
miha.garanin@yandex.ru  
432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1

**Ключевые слова:** зерновые бобовые культуры, биологический азот, симбиотическая деятельность, инокуляция, микроэлементы, показатели симбиоза, урожайность.

*Проведены исследования по изучению симбиотической деятельности различных зерновых бобовых культур. Установлено, что инокуляция семян, совместно с микроэлементами, положительно влияет на величину и продолжительность активного симбиоза, а также достоверно увеличивает урожайность культур. Выявлена тесная корреляционная связь между показателями симбиотической деятельности и урожайностью. Наибольшую урожайность сформировали кормовые бобы (3,96 т/га).*

Одним из важнейших факторов современной системы земледелия является применение научно обоснованной системы удобрений. основополагающее место в этой системе занимают минеральные удобрения и, в частности, азотные, производство и применение которых сопровождается рядом проблем. Наиболее острые из них: экономические - большие затраты на производство, транспортировку и внесение этих удобрений, и экологические - загрязнение водоемов, атмосферы и нарушение естественной биоты почвы [7,11].

В связи с этим актуальным остается вопрос увеличения доли использования растениями биологически фиксированного азота, который в настоящее время - единственная альтернатива промышленному [1,3]. Кроме того, фиксация биологического азота из воздуха осуществляется за счет солнечной энергии, что значительно сокращает энерго-

затраты земледелия в целом [4]. Известно, что симбиотическая азотфиксация зерновыми бобовыми культурами возможна лишь при соблюдении целого ряда условий, важнейшим из которых является наличие в почве азотфиксирующих бактерий. В случае их отсутствия, эффективность симбиотической азотфиксации можно повысить предпосевной обработкой семян бобовых растений активными штаммами ризобий [5,2,12,14].

Наряду с традиционными для Ульяновской области культурами, горохом и викией, нами были изучены различные по биологическим особенностям зернобобовые культуры: кормовые бобы, люпин, соя и фасоль. Для активизации процессов симбиотической деятельности семена перед посевом обрабатывались специфичным для каждой культуры штаммом клубеньковых бактерий и микроэлементами, обработка семян молибденовокислым аммонием и сульфа-

Таблица 1

Динамика сырой массы клубеньков (числитель - всего, знаменатель - активных) на зерновых бобовых растениях (кг/га), 2010...2012 гг.

культура	вариант	фаза развития растений			
		стеблевание, третий наст. лист	бутонизации- цветения	начало на- лива	полный на- лив
2010 год					
горох	контроль	$\frac{11,4}{11,4}$	$\frac{3,4}{1,6}$	-	-
	250a +Mo+Mn	$\frac{17,3}{17,3}$	$\frac{4,1}{1,8}$	-	-
люпин	контроль	$\frac{18,0}{4,0}$	$\frac{68,0}{68,0}$	$\frac{15,0}{6,0}$	-
	363a +Mo+Mn	$\frac{28,0}{20,0}$	$\frac{85,0}{85,0}$	$\frac{21,0}{9,0}$	-
вика	контроль	$\frac{31,3}{28,1}$	$\frac{9,6}{2,7}$	-	-
	1-32 +Mo+Mn	$\frac{38,9}{34,2}$	$\frac{13,5}{5,2}$	-	-
кормовые бобы	контроль	$\frac{24,2}{24,2}$	$\frac{33,2}{33,2}$	$\frac{1,9}{0,5}$	-
	96 +Mo+Mn	$\frac{21,6}{21,6}$	$\frac{36,6}{36,6}$	$\frac{2,1}{0,9}$	-
soя	контроль	$\frac{5,0}{5,0}$	$\frac{7,8}{7,8}$	$\frac{3,2}{1,7}$	-
	6346 +Mo+Mn	$\frac{5,3}{5,3}$	$\frac{8,8}{8,8}$	$\frac{4,4}{2,0}$	-
2011 год					
горох	контроль	$\frac{49,0}{45,7}$	$\frac{92,5}{65,6}$	$\frac{66,6}{31,4}$	-
	250a +Mo+Mn	$\frac{48,4}{46,0}$	$\frac{135,8}{111,6}$	$\frac{80,9}{67,9}$	-
люпин	контроль	$\frac{2,4}{1,4}$	$\frac{738,3}{586,4}$	$\frac{959,1}{793,5}$	$\frac{811}{115}$
	363a +Mo+Mn	$\frac{11,0}{8,3}$	$\frac{1643,6}{1203,7}$	$\frac{1453,1}{1211,6}$	$\frac{1202}{278}$
вика	контроль	$\frac{25,7}{22,0}$	$\frac{47,3}{25,6}$	$\frac{37,6}{0}$	-
	1-32 +Mo+Mn	$\frac{44,3}{41,5}$	$\frac{57,4}{47,2}$	$\frac{42,9}{0}$	-
кормовые бобы	контроль	$\frac{43,5}{43,5}$	$\frac{375,6}{375,6}$	$\frac{200,4}{159,0}$	$\frac{116}{40}$
	96 +Mo+Mn	$\frac{50,2}{50,2}$	$\frac{477,9}{477,9}$	$\frac{556,6}{434,9}$	$\frac{256}{174}$
soя	контроль	$\frac{22,3}{22,3}$	$\frac{335,6}{335,6}$	$\frac{469,5}{279,3}$	$\frac{255}{125}$
	6346 +Mo+Mn	$\frac{44,0}{44,0}$	$\frac{462,3}{462,3}$	$\frac{513,8}{424,7}$	$\frac{351}{262}$
2012 год					
горох	контроль	$\frac{30,6}{24,9}$	$\frac{19,2}{19,2}$	$\frac{10,5}{6,7}$	-
	250a +Mo+Mn	$\frac{39,8}{33,4}$	$\frac{38,0}{38,0}$	$\frac{27,1}{17,2}$	-

люпин	контроль	<u>32,7</u> 25,1	<u>207,4</u> 207,4	<u>150,6</u> 150,6	<u>137,5</u> 41,2
	363a +Mo+Mn	<u>115,4</u> 105,4	<u>601,5</u> 601,5	<u>1078,9</u> 1078,9	<u>956,8</u> 387
вика	контроль	<u>84,8</u> 68,3	<u>6,2</u> 0	-	-
	1-32 +Mo+Mn	<u>111,9</u> 94,0	<u>13,2</u> 0	-	-
кормовые бобы	контроль	<u>67,2</u> 49,3	<u>289,6</u> 289,6	<u>259,3</u> 210,8	<u>127,2</u> 51,8
	96 +Mo+Mn	<u>81,2</u> 59,8	<u>442,2</u> 442,2	<u>409,4</u> 318,7	<u>321,3</u> 172,1
soя	контроль	<u>97,9</u> 82,5	<u>278,3</u> 278,3	<u>273,3</u> 223,4	<u>266,5</u> 117,8
	634b +Mo+Mn	<u>124,4</u> 100,8	<u>335,6</u> 335,6	<u>412,3</u> 325,6	<u>311,7</u> 209,1

том марганца (0,5% раствор из расчёта 2 л на центнер семян) проводилась с учетом их недостатка, по физиологическим параметрам в почве. В опытах использовался сорт гороха Самариус, для инокуляции применяли штамм 250a, сорт люпина Снежить - штамм 363a, сорт вики Львовская 22 - штамм 1-32, сорт кормовых бобов Пензенские 16 - штамм 96, сорт сои УСХИ 6 - штамм 634 б, сорт фасоли Гелиада - штамм 653a.

Исследования проводились в 2010... 2012 гг. на опытном поле Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. Полевой опыт закладывали в четырехкратном повторении, в соответствии с методикой и техникой постановки полевых опытов на стационарных участках, размещение делянок систематическое со смещением. Учетная площадь делянки 15 кв. м. Посев проводили селекционной сеялкой ССФК-6-10. Нормы и способы посева устанавливались ввиду биологических особенностей культур.

#### Схема опыта

1. горох;
2. люпин;
3. вика;
4. кормовые бобы;
5. соя;
6. фасоль.

Все культуры испытывались в двух вариантах: контроль и ризоторфин+Mo+Mn  
Результаты исследований

Известно, что симбиоз бобовых культур с клубеньковыми бактериями позволяет фиксировать и вовлекать в биологический круговорот азот воздуха [6]. Возможно, в современных условиях этот процесс может стать основным направлением в решении проблемы повышения урожайности и качества продукции. Однако на продуктивность симбиоза оказывают влияние множество факторов: климатические и почвенные условия, биологические и сортовые особенности культуры, а также наличие в почве специфичных штаммов клубеньковых бактерий. Изучаемые нами в опыте зернобобовые культуры, ввиду их биологических особенностей и влияния погодных условий, сформировали разный по величине симбиотический аппарат (таблица 1). Необходимо отметить, что изучаемый нами сорт фасоли обыкновенной Гелиада за годы исследований не вступил в симбиоз ни с имеющимися в почве спонтанными расами бактерий, ни с искусственно инфицированными, специфичными для данной культуры штаммами. Объясняется это, по нашему мнению, во-первых, сортовыми особенностями культуры, выражающимися в способности вступать в симбиоз с клубеньковыми бактериями при определенных условиях, во-вторых, отсутствием вирулентности у используемых нами специфичных для фасоли штаммов.

К моменту реализации, в наибольшей степени, симбиотического потенциала (фаза бутонизации - цветение - начало налива семян), величина симбиотического аппарата

Таблица 2

## Активный симбиотический потенциал зернобобовых культур (кг\*дн/га), 2010...2012 гг.

культура	вариант	фаза развития растений				
		стеблевание, третий наст. лист	бутонизации- цветения	начало налива	полный налив	за вегета- цию
2010 год						
горох	контроль	125	16	-	-	141
	250a +Mo+Mn	190	18	-	-	208
люпин	контроль	36	748	48	-	832
	363a +Mo+Mn	180	935	72	-	1187
вика	контроль	141	49	-	-	190
	1-32 +Mo+Mn	171	94	-	-	265
кормовые бобы	контроль	290	365	8	-	663
	96 +Mo+Mn	259	403	15	-	677
соя	контроль	75	101	27	-	203
	6346 +Mo+Mn	82	114	32	-	228
2011 год						
горох	контроль	360	1518	186	-	2064
	250a +Mo+Mn	414	2800	544	-	3758
люпин	контроль	2	14064	11910	1035	27011
	363a +Mo+Mn	40	28896	18180	2780	49896
вика	контроль	132	409	-	-	541
	1-32 +Mo+Mn	249	897	-	-	1146
кормовые бобы	контроль	352	9400	2385	320	12457
	96 +Mo+Mn	450	11950	6525	1740	20665
соя	контроль	352	5376	5580	1000	12308
	6346 +Mo+Mn	792	7392	8500	2620	19304
2012 год						
горох	контроль	100	499	47	-	646
	250a +Mo+Mn	167	988	138	-	1293
люпин	контроль	25	5185	1506	288	7004
	363a +Mo+Mn	316	15038	10789	3483	29626
вика	контроль	478	0	-	-	478
	1-32 +Mo+Mn	658	0	-	-	658
кормовые бобы	контроль	493	7240	2740	207	10680
	96 +Mo+Mn	718	11055	4143	1033	16949
соя	контроль	743	2783	2904	1767	8197
	6346 +Mo+Mn	1109	3356	4233	3555	12253

изучаемых культур была различной. Наибольших размеров симбиотический аппарат растений был сформирован в 2011 году. Максимального значения масса активных клубеньков достигла у люпина в фазу на-

чала налива семян - 793,5...1211,6 кг/га соответственно по вариантам, у кормовых бобов и сои в фазу бутонизации - цветения по вариантам этот показатель составил - 375,6...477,9 и 335,6...462,3 кг/га соответ-

ственно. Горох и вика сформировали значительно меньший симбиотический аппарат, масса активных клубеньков в фазу бутонизации - цветение составила 65,6...111,6 и 25,6...47,2 кг/га по вариантам соответственно. Применение инокуляции и микроэлементов способствовало увеличению массы активных клубеньков в 1,5 - 2 раза на всех изучаемых культурах, за счет создания оптимальных условий для реализации симбиотического потенциала.

Эффективность деятельности бобово-ризобиального симбиоза отражает не только масса клубеньков с леггемоглобином, но и продолжительность их функционирования. Производное этих показателей называется симбиотическим потенциалом (СП). Общий симбиотический потенциал (ОСП) учитывает всю массу клубеньков, активный (АСП) - массу клубеньков с леггемоглобином. С научной точки зрения наибольший интерес представляет активный симбиоз, который всегда будет иметь меньшую величину, чем общий.

Из результатов расчета АСП посевов зерновых бобовых культур, приведенных в таблице 2, хорошо просматривается зависимость этого показателя от погодных условий. В благоприятном по погодным условиям 2011 году симбиотический потенциал изучаемых культур достиг максимальных значений. Наибольший АСП был сформирован у люпина узколистного, на инокулированном фоне 49896 кг\*дн/га, у кормовых бобов и сои значения АСП достигли примерно одного уровня в пределах 20665 и 19304 кг\*дн/га соответственно, а также на варианте с применением инокуляции и микроэлементов. Величина АСП гороха и вики достигла максимума в том же 2011 году и составила соответственно 3758 и 1146 кг\*дн/га. В острожасушливом 2010 году показатели АСП гороха, люпина, кормовых бобов и сои составили в среднем 2 - 6 % от показателей 2011 года, у вики этот показатель был ниже в 5 раз. Об отрицательном воздействии водного дефицита на развитие клубеньковых бактерий указывают многие ученые [8,9,10].

Необходимо отметить, что эффективность применения инокуляции и микро-

удобрений на показатели АСП повышалась с созданием оптимальных для симбиоза условий, в благоприятные по осадкам годы.

В процессе изучения взаимосвязи между АСП и урожаем зерновых бобовых культур методом корреляционно-регрессионного анализа выявлено, что существует тесная связь между этими признаками ( $R=0,89...0,97$ ).

Нашими исследованиями установлено, что урожайность сильно варьировала по годам, и связано это в первую очередь с разной биологией изучаемых культур - отношение к влаге, теплу, особенности питания, развития растений и т. д. (табл. 3). Максимальных значений урожай семян достиг в 2011 году. В среднем за годы исследований наиболее урожайной культурой оказались кормовые бобы - 3,96 т/га, растения гороха, люпина, вики и сои сформировали урожай семян примерно на одном уровне 2,90...3,14 т/га. При отсутствии инокуляции в вариантах с фасолью, тенденция к повышению урожайности наблюдалась лишь в 2011 году. Несмотря на значительные колебания урожайности семян по годам, просматривается четкая закономерность достоверного увеличения этого показателя на фоне с применением инокуляции и микроэлементов.

На основании полученных результатов можно предположить, что в условиях Среднего Поволжья предпосевная обработка семян всех зерновых бобовых культур специфичным, вирулентным, активным штаммом ризобий положительно влияет на массу активных клубеньков, увеличивает показатели активности и продолжительности бобово-ризобиального симбиоза. Активизация этих показателей способствует увеличению урожайности изучаемых культур и, самое важное, происходит повышение плодородия почвы за счет большего накопления в ней биологически фиксированного азота.

#### Библиографический список

1. Буянкин, Н.И. Биологизация земледелия и растениеводства - перспективное направление / Н.И. Буянкин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, 2005. - № 2. - С. 40-42.

2. Гамзиков, Г.П. Азотфиксирующая способность традиционных и новых зерно-бобовых культур в Западной Сибири / Г.П. Гамзиков, П.Р. Шотт, А.П. Кожемяков // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 2008. - №2. - С. 23-25.

3. Моисеев, А.А. Симбиотический азот и продуктивность земледелия в условиях южной лесостепи. Монография / А.А. Моисеев. Изд-во Мордов. ун-та. - Саранск, 2008. - 212 с.

4. Посыпанов, Г.С. Соя в Подмосковье / Г.С. Посыпанов. - М., 2007. - С. 56-59.

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

6. Vanotti M.B., Bundy L.G. // Agron. J, 1995. - V.87.

7. Парахин, Н.В. Эффективность использования биологического азота бобовыми растениями в производственных условиях / Н.В. Парахин, А.В. Амелин, С.Н. Петрова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, 2007. - № 5. - С. 63- 66.

8. Головина, Е.В. Влияние инокуляции на продукционный процесс сортов сои при различной влагообеспеченности / Е.В. Головина, В.И. Зотикова // Земледелие, 2010. - № 8. - С. 41- 43.

9. Космынина. О.Н. Влияние клубень-

ковых бактерий и грибных болезней на продуктивность гороха в лесостепи среднего Поволжья / О.Н. Космынина: Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. – Кинель, 2009. - 22 с.

10. Хамоков, Х.А. Влияние влагообеспеченности почвы на показатели симбиотической и фотосинтетической деятельности посевов гороха / Х.А. Хамоков // Зерновое хозяйство, 2002. - № 7. - С. 21-22.

11. Vance, C.P. Legume symbiotic nitrogen fixation: agronomic aspects. In: The Rhisobiaceae / Eds. H.P. Spaink, A. Kondorosi, P. J. J. / Hooakaas Dordrecht, 1998.

12. Костин, В. Симбиотическая активность гороха в зависимости от предпосевной обработки семян различными препаратами / В. Костин, В. Исайчев, Н. Андреев // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2004. - № 5. - С. 48 - 50.

13. Исайчев, В.А. Влияние регуляторов роста и хелатных микроудобрений на урожайность гороха и озимой пшеницы / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, Ф.А. Мударисов // Вестник УГСХА, 2012. - № 1. - С. 12 - 16.

14. Дозоров, А.В. Биологический азот и его значение в экологизации сельскохозяйственного производства / А.В. Дозоров // Труды научного центра «Ноосферные знания и технологии». – Изд. РАЕН. – Ульяновск, 2002. – Том 5, выпуск 1. – С. 70-72

УДК 633.521:631.526.32 (470.51)

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ

**Корепанова Елена Витальевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры растениеводства;

**Гореева Вера Николаевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства;

**Маслова Мария Павловна**, аспирант кафедры растениеводства  
ФГБОУ ВПО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия»  
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11 Тел.: 8 (3412) 58-99-64  
e-mail: [nir210@mail.ru](mailto:nir210@mail.ru)

**Ключевые слова:** сорт, лён-долгунец, урожайность, волокно, семена, структура урожайности, качество тресты.