

DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11046

УДК 635.652.2:631.52:631.461.5

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН ФАСОЛИ ПРЕПАРАТАМИ КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ И СИНТЕТИЧЕСКИМ РЕГУЛЯТОРОМ РОСТА МЕЛАФЕН

Г.П. ГУРЬЕВ, А.Г. ВАСИЛЬЧИКОВ, кандидаты биологических наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

E-mail: office@vniizbk.orel.ru

В статье представлены результаты полевых опытов по изучению влияния штаммов клубеньковых бактерий 653, 26-34, 700, а также синтетического регулятора роста Мелафен на симбиотические показатели азотфиксации (количество, масса клубеньков) и урожай зерна фасоли. Установлено положительное действие вышеперечисленных препаратов, включая Мелафен на формирование симбиотического аппарата и урожай семян фасоли. При этом прибавки урожая семян в зависимости от штамма клубеньковых бактерий сорта составили от 9 до 55%, от применения Мелафена – от 18 до 21% к контролю. Отмечено, что синтетический регулятор роста Мелафен также стимулировал формирование клубеньков на корнях фасоли, хотя в меньшей степени, в отличие от препаратов клубеньковых бактерий. Выделен лучший штамм 26-34 депонированный в коллекцию штаммов ВНИИСХМ в 2000 году изолированный в лаборатории микробиологии ВНИИЗБК под номером 8.

Ключевые слова: фасоль, клубеньковые бактерии, Мелафен, минеральный азот.

В мировом земледелии фасоль занимает доминирующее положение среди зернобобовых культур. Общая площадь посевов составляет около 30 млн га, а в России в 2013 г. чуть более 4 тыс. га [1]. Основной биологической особенностью фасоли, как и других видов бобовых, является её способность формировать симбиозы с полезной почвенной микрофлорой и, в частности, с клубеньковыми бактериями (*Rhizobium phaseoli*) [2]. При благоприятных условиях бобово-ризобияльного симбиоза фасоль может ассимилировать до 70-80 кг/га азота атмосферы. Исследования по изучению симбиотической азотфиксации у фасоли проводились в разные годы. В большинстве из них отмечено положительное действие инокуляции на урожай и содержание белка в семенах фасоли. К примеру, исследования во ВНИИ зернобобовых и крупяных культур показали высокую эффективность инокуляции фасоли [3]. Подобные результаты были получены и в РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева на сортах фасоли Гелиада и Шоколадница [4]. Инокуляцию семян фасоли следует рассматривать важнейшим приёмом, направленным на повышение азотфиксирующей способности фасоли поскольку плотность клубеньковых бактерий в почве может быть недостаточной или они могут вовсе отсутствовать. Кроме того, природные популяции ризобий включают в себя и малоактивные формы [5].

В последние годы интерес к проблеме симбиотической азотфиксации у фасоли заметно снизился, хотя это произошло на фоне существенных изменений климатических условий, появления новых штаммов клубеньковых бактерий, а также новых сортов фасоли. Более того, появились результаты исследований, которые говорят об отсутствии нодуляции на отдельных сортах фасоли. Так, в опытах Ульяновской сельскохозяйственной академии, проведенных в 2010-2012 гг. сорт фасоли Гелиада не вступил в симбиоз ни со спонтанными расами клубеньковых бактерий, ни с искусственно инфицированными. По нашим наблюдениям на Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции в 2016 году сорта фасоли Самарянка, Стрела и линия 05-82 практически не образовали клубеньков даже в вариантах с инокуляцией.

Важным условием успешной симбиотической азотфиксации является сам инокулянт, который должен соответствовать требованиям специфичности, конкурентоспособности и эффективности. К другим, не менее важным факторам, можно отнести условия подготовки почвы, предшественник, наличие в почве минеральных форм азота и агрохимические показатели почвы, особенно важнейшим из которых является кислотность. Данный фактор особенно актуален, так как успешная симбиотическая азотфиксация у фасоли возможна только при кислотности близкой к нейтральной [6]. К новизне исследований следует также отнести испытание нового синтетического регулятора роста Мелафен, хорошо зарекомендовавшего себя на других культурах [7].

Материалы и условия проведения исследований

Научные исследования выполнены в 2017-2018 гг. на базе лаборатории генетики и биотехнологии ВНИИЗБК с использованием методики полевого опыта (Б.А. Доспехов, 1985). Почва опытного участка тёмно-серая лесная, тяжелосуглинистая со следующими агрохимическими характеристиками: P_2O_5 -14,5 мг/100 г почвы (содержание повышенное), K_2O -12,3 мг/100 г почвы (содержание повышенное), гумус – 5,4% (содержание среднее), рНсол. – 5,4 (ср. кислая). Предшественник чёрный пар. Посев, при норме 400 тысяч/га всхожих семян проводили сеялкой СКС-6-10 широкорядным способом. Учетная площадь делянки составила 7 м². Повторность каждого варианта четырёхкратная. Расположение вариантов – систематическое. В качестве тест-культуры использовали фасоль сортов Самарянка, Стрела и линия 05-82. Обработку семян штаммами клубеньковых бактерий 653, 26-34, 700 и Мелафеном в концентрации $1,10^{-8}$ провели в день посева, избегая прямых солнечных лучей. Минеральный азот N_{60} в виде мочевины $[CO(NH_2)_2]$ вносили по делянкам непосредственно перед посевом. Во время вегетации растений проводили фенологические наблюдения, проведена ручная прополка делянок и дважды механизированная междурядная обработка. По фенологическим фазам проводили отбор растительных проб с целью учёта количества и массы клубеньков. Уборку делянок провели комбайном Сампо 130 прямым способом. Урожайные данные обрабатывали математическим методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований

Климатические условия 2017-2018 гг. существенно не отличались от средне многолетних показателей. Количество осадков и температурный режим в целом соответствовали росту и развитию фасоли, а также симбиотической азотфиксации. Распределение осадков и колебания среднесуточных температур в критический период роста, совпадающий у фасоли с максимальными значениями азотфиксации в 2017 г. были в пределах нормы. В 2018 г. данные показатели были смещены в сторону аридного климата, что привело к изменению сроков прохождения фенологических фаз и более ранней уборке, которую провели 23 августа. Период формирования симбиотического аппарата, его активной жизнедеятельности и далее деструкции клубеньков был также смещён на более ранние сроки, что соответствовало водному и температурному режиму в этот год. Обработка семян фасоли (нитрагинизация) штаммами клубеньковых бактерий 653, 26-34, 700, а также новым перспективным регулятором роста Мелафеном способствовала образованию клубеньков на корнях фасоли в оба года исследований (рис. 1, 2). При этом количество и, соответственно, масса клубеньков увеличилась во всех вариантах со штаммами клубеньковых бактерий (табл. 1). Наиболее высокие показатели азотфиксации отмечены в варианте с обработкой семян штаммом 26-34 на сорте Стрела и линии 05-82 селекции ВНИИЗБК.

В данном контексте следует отметить, что в 2000 году Васильчиковым А.Г. ведущим научным сотрудником нашего института был выделен на фасоли сорта Рубин перспективный изолят клубеньковых бактерий, который под номером 8 был в дальнейшем депонирован в коллекции ВНИИСХМ под шифром 26-34. Таким образом, выделенный из тёмно-серой лесной почвы во ВНИИЗБК штамм клубеньковых бактерий фасоли показал себя не только как хороший симбионт, но и проявил высокую адаптивность к сортам селекции ВНИИЗБК.



Рис. 1 Сорт фасоли Самарянка (плодообразование, 17 июля) 1-контроль 3-штамм-653



Рис.2. Сорт фасоли Стрела (налив бобов, 10 августа). 6-контроль, 7-N₆₀, 8-штамм 653, 9-штамм 26-34, 10-Мелафен

Синтетический регулятор роста Мелафен также показал устойчивую положительную тенденцию на увеличение симбиотических показателей, хотя в заметно меньшей степени, чем препараты клубеньковых бактерий. В связи с этим возможно предположить, что данное положительное действие связано со стимулирующим действием Мелафена на дикую (спонтанную) флору клубеньковых бактерий.

Таблица 1

Влияние штаммов клубеньковых бактерий и синтетического регулятора роста Мелафен на симбиотические показатели у фасоли

Вариант	2017				2018			
	Цветение (17 июля)		Налив бобов (10 августа)		Бутионизация- цветение (19 июня)		Плодообразование (10 июля)	
	кол-во клуб-в шт./р.	масса клуб-в мг/раст.	кол-во клуб-в шт./рас т.	масса клуб-в мг/раст.	кол-во клуб-в шт./раст.	масса клуб-в мг/раст.	кол-во клуб-в шт./раст.	масса клуб-в мг/раст.
Самарянка								
Контроль	9	60	0	0	0	0	0	0
N ₆₀	0	0	0	0	0	0	0	0
Штамм 653	20	280	10	81	14	230	8	104
Штамм 26-34	26	212	27	278	12	169	6	68
Штамм 700	-	-	-	-	25	218	9	105
Мелафен	4	66	20	96	11	185	7	60
Стрела								
Контроль	4	7	0	0	0	0	0	0
N ₆₀	0	0	0	0	4	30	0	0
Штамм 653	7	83	10	68	11	210	8	50
Штамм 26-34	21	165	58	610	28	346	8	52
Штамм 700	-	-	-	-	6	130	4	37
Мелафен	11	71	12	60	4	66	4	64
Линия 05-82								
Контроль	1	6	0	0	3	37	0	0
N ₆₀	0	0	7	50	1	8	2	32
Штамм 653	25	117	60	268	5	170	13	215
Штамм 26-34	30	276	48	720	17	243	15	310
Штамм 700	-	-	-	-	14	271	9	82
Мелафен	16	192	24	142	7	146	2	93

Улучшение азотного питания за счёт доли симбиотического азота не могло не отразиться на увеличении урожая семян сортов и линии фасоли (табл. 2). При относительно невысоком урожае зерна фасоли (в 2017 г. он находился в пределах 1,4-3,0 т/га, в 2018 г. – 1,2-2,3 т/га в зависимости от сорта) прибавки урожая зерна от применения препаратов клубеньковых бактерий составили от 9 до 55% и от 18 до 21% от применения Мелафена.

Подводя итог вышеизложенному можно констатировать, что применение препаратов клубеньковых бактерий, а также синтетического регулятора роста Мелафен положительно влияет на симбиотическую азотфиксацию (Мелафен в меньшей степени) и в целом на урожай семян фасоли. В тоже время потенциал симбиотической азотфиксации может быть значительно выше. Если в нашем опыте максимальное количество клубеньков составило 30 шт./раст. на линии 05-82, то по данным других авторов значительно выше. К примеру, в опытах Васильчикова А.Г. зафиксировано 50-60 шт./раст., а на сорте Шоколадница в опытах Волобуевой О.Г. до 90 шт./раст. [3, 4].

Таблица 2

Влияние препаратов клубеньковых бактерий и Мелафена на урожайность фасоли, т/га

Вариант	2017	2018	Среднее за 2 года	Прибавка урожая т/га, %	
Самарянка					
Контроль	1,07	0,94	1,01	-	-
N ₆₀	1,44	1,10	1,27	0,26	26
Штамм 653	1,57	1,56	1,57	0,56	55
Штамм 26-34	1,47	1,38	1,43	0,42	42
Штамм 700	-	1,25	-	0,31	33
Мелафен	1,19	1,25	1,22	0,21	21
Стрела					
Контроль	2,81	1,62	2,22	-	-
N ₆₀	2,91	2,30	2,61	0,39	18
Штамм 653	2,99	1,88	2,43	0,21	9
Штамм 26-34	2,96	1,94	2,45	0,23	10
Штамм 700	-	2,27	-	0,65	40
Мелафен	2,95	2,29	2,62	0,40	18
Линия 05-82					
Контроль	2,70	2,07	2,39	-	-
N ₆₀	2,97	2,58	2,78	0,39	16
Штамм 653	3,14	2,18	2,66	0,27	11
Штамм 26-34	2,95	2,34	2,64	0,25	10
Штамм 700	-	2,29	-	0,22	11
Мелафен	3,18	2,44	2,81	0,42	18
НСР₀₅					
Фактор А(сорт)	0,12	0,09			
Фактор В(вар-т)	0,16	0,18			

Заключение

В результате проведённых исследований установлено, что инокуляция семян фасоли всеми испытанными штаммами клубеньковых бактерий положительно влияет на формирование симбиотического аппарата и урожайность фасоли. При этом прибавки урожая в зависимости от штамма и сорта составили от 9 до 55% к контролю. Внесение минерального азота в дозе 60 кг/га по действующему веществу, также повысило урожай на 16-26% при полном подавлении формирования клубеньков и соответственно симбиотической азотфиксации. Среди испытанных штаммов клубеньковых бактерий лучшие результаты получены на штамме 26-34 по номеру коллекции ВНИИСХМ под которым депонирован изолат № 8 выделенный из тёмно серой лесной почвы во ВНИИЗБК в 2000 г. Установлено положительное действие на симбиотические показатели (в меньшей степени, чем от препаратов клубеньковых бактерий) синтетического регулятора роста Мелафена, при этом урожай семян фасоли увеличился на 18-21% к контролю.

Литература

1. Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Наумкин В.В. Зернобобовые культуры важный фактор устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства // Зернобобовые и крупяные культуры. – № 1 (17). – 2016. – 13 с.
2. Наумкина Т.С., Суворова Г.Н., Васильчиков А.Г., Мирошникова М.П., Барбашов М.В, Донская М В., Донской М.М., Громова Т.А., Наумкин В.В. Создание высокоэффективных растительно - микробных систем фасоли. // Зернобобовые и крупяные культуры. – № 2. – 2012. – С. 21-26.
3. Васильчиков А.Г. Сравнительная оценка размеров симбиотической азотфиксации зернобобовых культур. Земледелие. – №4, – 2014. – С.8-11.
4. Волобуева О.Г. Эффективность инокуляции семян фасоли при обработке препаратом Эпин-экстра. // Зернобобовые и крупяные культуры. – № 4 (16), – 2015. – С. 42-47.

5. Акулов А.С., Борзёнова Г.А., Васильчиков А.Г., Голопятов М.Т., Зотиков В.И., Мирошникова М.П., Наумкина Т.С., Хлебников А.И., Ревякин Е.А., Смирнова Л.Н., Гоголев Г.А. Перспективная ресурсосберегающая технология производства фасоли. Москва. ФГНУ «Росинформагротех». – 21 с.
6. Мишустин Е.Н., Шильникова В.К. Биологическая фиксация атмосферного азота. Изд-во «Наука». – М. – 1968. – 103 с.
7. Фаттахов С.Г. и др. Мелафен - перспективный препарат для сельского хозяйства. Механизм действия и область применения. – Казань. – 2014. – 408 с.

THE EFFICIENCY OF INOCULATION OF BEAN SEEDS WITH PREPARATIONS OF NODULE BACTERIA AND SYNTHETIC GROWTH REGULATOR MELAFEN

G.P. Gurev, A.G. Vasilchikov

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The article presents the results of field experiments of 2017-2018 on the study of the influence of strains of nodule bacteria 653, 26-34, 700, as well as the synthetic growth regulator Melafen on the symbiotic indicators of nitrogen fixation (the number and weight of nodules) and the yield of beans. Positive effect of the above preparations, including Melafen on the formation of symbiotic apparatus and the harvest of beans, has been established. At the same time, the increase in grain yield, depending on the strain of root nodule bacteria, was from 9 to 55%, and from the use of Melafen, from 18 to 21%. It is noted that the synthetic growth regulator Melafen also stimulated the formation of nodules on the roots of beans, although it is noticeably less so in contrast to preparations of nodule bacteria. Also, the best strain under the code number 26-34, deposited in the collection of the ARRIAM strains in 2000, isolated in the laboratory of microbiology VNIIZBK under number 8 was selected.*

Keywords: beans, nodule bacteria, Melafen, mineral nitrogen.

DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11047

УДК 635.652/.654

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ЗЕРНА РАЗЛИЧНЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ

Н.О. КОСТИКОВА, М.П. МИРОШНИКОВА, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В 2015-2016 годах проведена биохимическая оценка зерна фасоли обыкновенной по основным группам питательных веществ. По результатам исследований выявлены различия и особенности энергетической ценности зерна фасоли и выделены источники, перспективные для дальнейшей селекционной работы по данной культуре, а именно: 08-542, 09-164, 08-401 (высокое содержание белка); 12-322, 09-151, 08-221 (большое содержание клетчатки); 09-148, 12-322, 05-75 (повышенное содержание жира).

Ключевые слова: фасоль обыкновенная, перспективные линии, биохимическая оценка, качество зерна, энергетическая ценность.

В решении проблемы растительного белка весьма важная, если не решающая, роль принадлежит бобовым культурам. В семенах многих культур содержание белка составляет 25-30%, а у сои и люпина – до 35-45%. Зерновые бобовые не только сами обладают высокой кормовой ценностью, но и улучшают использование животными кормов других низкобелковых культур. В семенах многих бобовых содержится большое количество жира [1]. Промышленно-сырьевое значение бобовых состоит в том, что их семена используют для приготовления круп, муки, консервов и кондитерских изделий. Масло из семян сои имеет пищевое и техническое значение, фермент уреазу, как и белок фасоли, применяют в