

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ И КОМПЛЕКСНОГО МИКРОБНОГО УДОБРЕНИЯ (КМУ) НА СИМБИОТИЧЕСКУЮ АЗОТФИКСАЦИЮ И УРОЖАЙ ГОРОХА

Г. П. ГУРЬЕВ, А. Г. ВАСИЛЬЧИКОВ, кандидаты биологических наук
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В работе представлены результаты полевого опыта за 2014-2016 гг. На сортах гороха Темп, Оптимус и Амиор испытано действие штаммов клубеньковых бактерий 245^а, 261^б и КМУ (комплексное микробное удобрение) в дозе 500 кг/га в сравнении с минеральным азотом, который вносили в виде азофоски из расчета N₆₀P₆₀K₆₀. Отмечено хорошее формирование клубеньков во всех вариантах опыта, включая контрольные, во все годы исследований, при этом максимальные значения таких показателей симбиотической азотфиксации, как количество и масса клубеньков пришлись на фазу ветвление (5-6 листьев). К началу бутонизации данные показатели, вследствие деструкции клубеньков, были практически сведены к нулевым значениям. Разрушение симбиотического аппарата явилось следствием высоких значений температуры воздуха и сильным уплотнением почвы. Таким образом, возможный период симбиотического усвоения азота атмосферы не превысил трёх недель. Отмечено положительное действие инокуляции штаммами 245^а, 261^б, а также внесения КМУ и азофоски на количество клубеньков и их массу. Положительное действие биопрепаратов и азофоски на симбиотическую азотфиксацию отразилось положительно и на урожае зерна гороха. Получены превышения урожая зерна гороха относительно контроля по всем вариантам опыта и, хотя математически достоверными оказались лишь некоторые из них, можно говорить о устойчивой тенденции повышения урожая под действием вышеуказанных препаратов и азофоски.

Ключевые слова: горох, симбиотическая азотфиксация, биопрепараты, урожайность.

Горох является ценным источником белка и витаминов, как для человека, так и для сельскохозяйственных животных, что является веским основанием для его повсеместного возделывания и повышения урожайности. В нашей стране посевные площади составили в 2014-2015 гг. 960 тыс. га и 958 тыс. га соответственно [1]. В то же время, несмотря на высокий потенциал урожайности, примером чему является урожай гороха в ООО «Дубовицкое» Орловской области, который в 2015 г. составил в среднем 51,6 ц/га, по России он не превышает 17-18 ц/га.

Очень важным и экономически целесообразным резервом повышения урожайности гороха является его уникальная способность формировать два типа мутуалистических эндосимбиозов: азотфиксирующий симбиоз (АФС) с клубеньковыми бактериями, объединёнными под названием ризобии, различных филогенетически удалённых друг от друга родов, а также арбускулярную микоризу (АМ) с грибами отдела Glomeromycota. Оба симбиоза характеризуются высокой степенью интеграции генетических систем партнёров и в значительной степени контролируются растением [2].

Кроме важнейшей способности гороха усвоения азота атмосферы он является хорошим предшественником при использовании послеуборочных остатков, накапливая в почве до 50-70 кг азота, обеспечивая, таким образом, поддержание плодородия почвы [3].

В тоже время существуют разные точки зрения на получение высоких урожаев гороха. Первая гласит о том, что получение высоких урожаев порой невозможно без применения удобрений, хотя данный вопрос является далеко не простым и остро ставит вопрос о всесторонней и глубокой разработке приёмов минерального питания не только для отдельных культур, но и сортов [4].

При другой точке зрения имеется устойчивое мнение о том, что высокие дозы минерального азота могут полностью прекратить образование клубеньков и процесс симбиотической азотфиксации. В опытах Алтайского аграрного университета [5] лишь «стартовые» дозы 30-60 кг/га в д.в. способствовали азотфиксации.

При малых дозах азота растение переходит на симбиотрофный путь питания азотом и активность азотфиксации существенно повышается. В данном случае задача состоит в обеспечении условий, способствующих процессу азотфиксации. О некоторых из них мы уже писали в своих ранних публикациях [6,7]. Напомним только главные из них: это предшественник, аэрация, контроль за численностью вредителей, наличие в почве подвижных форм азота.

При полной или повышенной дозе азота активность азотфиксации снижается или прекращается вовсе. В тоже время не только высокие дозы минерального азота ограничивают этот уникальный и экономически выгодный процесс. Достаточно важным фактором успешной симбиотической азотфиксации является инокулянт, который должен соответствовать требованиям специфичности, конкурентоспособности, вирулентности, эффективности. Все эти качества должны быть комплементарны растению хозяину.

Актуальность и новизна заключаются в том, что исследования по симбиотической азотфиксации должны идти следом за созданием новых сортов и препаратов клубеньковых бактерий с учетом новых условий меняющегося климата и рисками влияния опасных вредителей клубеньков.

Цель исследований: изучить отзывчивость сортов гороха Оптимус, Амиор, Темп, на инокуляцию штаммами клубеньковых бактерий 245^a и 261^b, азофоски и комплексное микробное удобрение (КМУ).

Материал и методы исследований

Полевой опыт проводили на поле лаборатории агротехнологий и защиты растений. Почва участка темно-серая лесная со следующей агрохимической характеристикой: pH солевой вытяжки 4,9-5,0; гумус – 4,0-4,2%; P₂O₅ – 12,9-16,2 мг/100 г почвы; K₂O – 11,0-12,3 мг/100 г почвы. Предшественник – озимая пшеница. Посев, при норме 1,4 млн. всхожих семян на гектар проводили сеялкой СКС-6-10. Способ посева семян рядовой. В качестве тест - культуры использовали горох сортов Темп, Амиор, Оптимус. Обработку семян штаммами клубеньковых бактерий 245^a и 261^b проводили в день посева с исключением попадания прямых солнечных лучей, КМУ из расчета 500 кг/га и азофоску из расчета N₆₀P₆₀K₆₀ вносили по делянкам с последующей заделкой в почву после посева. Размер опытных делянок 6 м², повторность четырехкратная, размещение делянок рендомизированное. Изучение симбиотической азотфиксации проводили путём учёта количества и массы клубеньков на корнях гороха.

Результаты и обсуждение

В течение 2014-2016 гг. исследований на корнях гороха формировался хороший симбиотический аппарат (рис. 1, 2). Образование клубеньков было отмечено во всех вариантах опыта, включая контрольные, что говорит о наличии в почве достаточно активных «местных» рас клубеньковых бактерий, иными словами спонтанной микрофлоры. Последнее обстоятельство не является исключительным, учитывая тот факт, что горох является культурой стародавней для нашего региона.

По средним данным за 2014-2016 гг. в первый срок отбора растительных проб (ветвление, 5-6 листьев) на сорте Темп количество клубеньков в зависимости от варианта составило 23-31 шт./раст., а их масса 0,10-0,14 г./раст., на сорте Оптимус 18-24 шт./раст., и 0,08-0,15 г./раст., на сорте Амиор 15-22 шт./раст. и 0,06-0,13 г./раст. соответственно (табл.1). Во второй срок отбора образцов вначале бутонизации показатели азотфиксации были резко снижены и приблизились к нулевым значениям. Данный факт можно объяснить тем, что фенологические фазы бутонизация-цветение в последние годы совпадают с приходом высоких температур. В тоже время известно, что разрушение клубеньков на корнях гороха начинается уже тогда, когда температура воздуха превышает

27⁰С. Высокие температуры кроме того вызывают пересыхание и переуплотнение корнеобитаемого слоя почвы. Всё это крайне негативно сказывается на клубеньках, вызывая их разрушение, и прекращает образование новых.

Таблица 1

Влияние препаратов клубеньковых бактерий, КМУ и азофоски на показатели симбиотической азотфиксации у разных сортов гороха, среднее за 2014-2016 гг.

Вариант	Ветвление(5-6 листьев)		Начало бутонизации	
	Кол.-во клубеньков шт./раст.	Масса клубеньков г./раст.	Кол.-во клубеньков шт./раст.	Масса клубеньков г./раст.
Темп				
Контроль	23	0,10	7	0,02
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	24	0,12	10	0,06
шт.245 ^а	26	0,12	13	0,03
шт.261 ^б	31	0,12	8	0,02
КМУ	26	0,14	8	0,02
Оптимус				
Контроль	18	0,08	7	0,01
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	23	0,13	13	0,04
шт.245 ^а	24	0,15	12	0,02
шт.261 ^б	24	0,12	10	0,04
КМУ	23	0,14	9	0,02
Амиор				
Контроль	15	0,06	6	0,01
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	22	0,13	16	0,05
шт.245 ^а	21	0,11	11	0,01
шт.261 ^б	21	0,09	10	0,02
КМУ	20	0,13		0,02



Рис.1. Сорт Темп
1-контроль, 4-штамм 261^б



Рис. 2. Сорт Оптимус
6-контроль, 8-штамм.245^а

Таким образом, к началу бутонизации произошло разрушение симбиотического аппарата и прекращение процесса азотоусвоения, а общий период симбиотической азотфиксации не превысил трех недель. Среди испытанных сортов немного более лучшее

формирование клубеньков отмечено у сортов Темп и Оптимус в сравнении с сортом Амиор.

Следует также отметить, что в вариантах с азотом, внесенным в дозе 60 кг/га в действующем веществе в виде азофоски, образование клубеньков на всех испытанных сортах происходило с тем же успехом, что и в вариантах с биопрепаратами (рис. 3).



Рис.3. Клубеньки на корнях гороха сорта Темп. 1 – контроль, 2 - $N_{60}P_{60}K_{60}$

Очевидно, что данная доза азота в 60 кг/га в действующем веществе сыграла роль «стартовой». По имеющимся литературным данным и нашим ранним работам эта доза азота обычно приводила к ингибированию симбиотической азотфиксации. Подобное обстоятельство можно объяснить тем, что в наших ранних исследованиях азот в дозе 60 кг/га по д.в. вносили в виде аммиачной селитры (NH_4NO_3). Плохое образование клубеньков на корнях гороха, а иногда их полное отсутствие, можно объяснить при возделывании гороха по чистому пару на котором, как известно, могут накапливаться значительные количества нитратных форм азота.

Таким образом, симбиотическая азотфиксация на горохе имела место и хотя её период не превысил трех недель это не могло не сказаться на урожае зерна (табл. 2).

Таблица 2

Влияние препаратов клубеньковых бактерий, КМУ и азофоски на урожай зерна гороха, т/га

Вариант	Сорта								
	Темп			Оптимус			Амиор		
	2014 г.	2015 г.	Среднее за 2 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее за 2 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее за 2 г.
Контроль	4,3	3,1	3,7	2,4	2,5	2,5	2,8	1,7	2,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$	4,5	3,4	4,0	2,9	2,6	2,8	2,9	2,3	2,9
шт.245 ^a	4,9	3,3	4,1	2,5	2,5	2,5	2,9	2,3	2,6
шт.261 ^б	4,5	3,3	3,9	3,0	2,6	2,8	3,1	1,7	2,4
КМУ	4,6	3,4	4,0	2,9	2,6	2,8	2,9	1,8	2,4
НСР ₀₅	0,7	0,2	-	0,5	0,2	-	0,4	0,2	-

В отдельные годы, как например в 2014 г. получена достоверная прибавка урожая зерна в варианте с КМУ (+0,6 т/га), в 2015 г. достоверные прибавки получены на сорте Темп в вариантах с азотом (+0,3 т/га) и штаммом 245^a (+0,6 т/га). Во всех остальных вариантах, полученные прибавки урожая зерна находились в пределах точности опыта. Тем не менее, это позволяет говорить о положительной тенденции увеличения урожая зерна гороха в целом под действием штаммов клубеньковых бактерий 245^a, 261^б, КМУ и $N_{60}P_{60}K_{60}$. Положительный эффект азофоски можно отнести не только на счет действия

собственно удобрения, но и стимуляции им формирования клубеньков и симбиотической азотфиксации. В целом полученные прибавки урожая зерна гороха соответствовали более высоким показателям симбиотической азотфиксации (количество, масса клубеньков) в тех же вариантах.

Выводы

1. Установлено стимулирующее действие штаммов клубеньковых бактерий 245^a, 261^b, комплексного микробного удобрения и азофоски на формирование клубеньков на корнях гороха.

2. Наиболее высокие показатели симбиотической азотфиксации (количество, масса клубеньков) отмечены в фазу ветвления (5-6 листьев). К началу фазы бутонизации эти показатели снизились практически до нулевых значений, а сам период симбиотического азотоусвоения не превысил 3 недель.

3. Положительное действие штаммов клубеньковых бактерий 245^a, 261^b, КМУ и N₆₀P₆₀K₆₀ на урожай зерна гороха сочеталось с более высоким уровнем симбиотической азотфиксации в фазу ветвления. Из испытанных сортов гороха сорт Амиор незначительно уступал по уровню симбиотической азотфиксации и урожаю зерна сортам Темп и Оптимус.

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. 2016. № 1. – С. 6-13.
2. Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Чекалин Н.М., Борисов А.Ю., Тихонович И.А., Васильчиков А.Г., Кондыков И.В., Грядунова Н.В., Прилепская Н.А. Повышение эффективности симбиоза гороха. Методические рекомендации. – М. 2008. – 23 с.
3. Орлов В.П., Исаев А.П., Лосев С.И. Зернобобовые культуры в интенсивном земледелии. – М. Агропромиздат. 1986. – 206 с.
4. Голопятов М.Т., Уваров В.Н., Кондрашин Б.С. Роль техногенных факторов в стабилизации урожая зерна гороха сортов нового поколения // Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. №1(9). – С.3-7.
5. Новицкая Н.В., Барзо И.Т., Горбач Л.Н. Влияние минерального азота на эффективность симбиотической азотфиксации и урожайность бобовых культур в лесостепи Украины // Вестник Алтайского государственного университета. 2014. № 9 (119). – С.17.
6. Гурьев Г.П. К вопросу о симбиотической азотфиксации в условиях Орловской области // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 2. – С.66-71.
7. Гурьев Г.П. Некоторые аспекты формирования симбиотического аппарата у гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. № 1. – С.11-16.

INFLUENCE OF PREPARATIONS NODULE BACTERIA AND COMPLEX MICROBIAL FERTILIZER (CMF) ON SYMBIOTIC NITROGEN FIXATION AND YIELD OF PEA

G. P. Gurev, A. G. Vasilchikov

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The results of field experience for the 2014-2016 years. On pea varieties Temp, Optimus and Amior tested the action of nodule bacteria strains 245^a and 261^b and CMF in ratio 500 kg/ha in comparison to mineral nitrogen, that was applied in the form of azofoska in ratio N₆₀P₆₀K₆₀. Good formation of nodules in all variants of experiment, including control, in all years of researches is noted, thus the maximum values of such indicators of symbiotic nitrogen fixation as the quantity and mass of nodules was on branching phase (5-6 leaves). To the budding beginning the given indicators, owing to destruction of nodules, have been almost shown to zero values. Destruction of the symbiotic apparatus was a consequence of high values of temperature of air and strong soil compaction. Thus, the probable term of symbiotic assimilation of nitrogen of atmosphere did not exceed three weeks. Positive action of inoculation by strains 245^a and 261^b, and also application of CMF and azofoska on quantity of nodules and their mass was noted. Positive action of biological preparations and azofoska on symbiotic nitrogen fixation was reflected positively in peas grain yield also. Excess of grain yield of peas*

concerning control by all variants of experiment is obtained, and though mathematically authentic there were only some of them, it is possible to speak about steady tendency of increase of yield under the influence of the above-stated preparations and azofoska.

Keywords: peas, symbiotic nitrogen fixation, biological preparations, productivity.

УДК 635. 656: 631. 53

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ФОРМ ПРЕПАРАТОВ НА СЕМЕНАХ ГОРОХА

А. И. ЕРОХИН, З. Р. ЦУКАНОВА, кандидаты сельскохозяйственных наук

Е. В. ЛАТЫНЦЕВА, научный сотрудник

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

E-mail: office@vniizbk.orel.ru

Предпосевная обработка семян стимуляторами роста, фунгицидами является эффективным приёмом повышения всхожести семян и продуктивности растений. Цель данной работы: изучить влияние препарата Биостим Старт в комплексе с фунгицидом Скарлет, МЭ и препаратом Эмистим на посевные качества и урожайность гороха сорта Фараон. Опыты с обработанными семенами гороха проведены в лабораторных и полевых условиях в 2015-2016 гг. Для обработки 1 тонны семян гороха за две недели до посева брали – 0,8 л препарата Биостим Старт, фунгицида Скарлет, МЭ – 0,4 л, препарата Эмистим – 1 мл и растворяли в 10 литрах воды. После перемешивания полученный раствор готов к применению на семенах. Оценивали энергию прорастания и лабораторную всхожесть обработанных и контрольных семян, их размеры проростков (корешков и ростков) согласно ГОСТ 12038 – 84.

В наших исследованиях установлено, что применение на семенах гороха сорта Фараон препарата Биостим Старт (одного), а так же совместно с фунгицидом Скарлет, МЭ и препаратом Эмистим увеличивает рост и развитие проростков обработанных семян на 6,3-23,3% по сравнению с контрольными проростками. Зелёная масса растений гороха у обработанных препаратами семян превышала контрольные на 9,9...14,1%, отмечено уменьшение степени развития корневых гнилей растений гороха к контролю на 8,9%. Обработка семян гороха одним препаратом Биостим Старт повышает полевую всхожесть семян на 2%, урожайность на 0,14 т/га (5,6%). Полевая всхожесть семян от совместного применения препаратов (Биостим Старт-0,8 л/т + фунгицид Скарлет, МЭ-0,4 л/т + Эмистим-1 мл/т) превышала контроль на 4%, а урожайность гороха – на 0,26 т/га или 10,4%. Отмечено увеличение количества бобов, зерён и массы зерна гороха с одного растения на 5,9-21,7%. Масса 1000 зерён превышала контроль на 5,5%.

Ключевые слова: Биостим Старт, Скарлет, МЭ, Эмистим, семена, обработка, всхожесть, урожайность.

Высококачественный посевной материал как средство производства является залогом роста урожайности. Только через семена может реализовываться сложный селекционный прогресс, воплощённый в новых сортах [1]. Вместе с тем в производстве иногда большие партии семян по своим посевным качествам, даже после необходимой подработки, не соответствуют требованиям государственных стандартов. При реализации таких семян можно недополучить значительную часть надбавки положенной за кондиционные сортовые семена. Посев некондиционными семенами ведёт к снижению всхожести и урожайности. Одним из основных путей повышения посевных качеств и урожайных свойств семян является их предпосевная подготовка с применением водорастворимых комплексных удобрений, ростстимулирующих препаратов и фунгицидов [2, 3]. Обработка семян гороха перед посевом защитно-стимулирующими композициями позволяет повысить