

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА БОБОВО-РИЗОБИАЛЬНЫЙ СИМБИОЗ РАСТЕНИЙ ФАСОЛИ

Волобуева О.Г.

ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет, МСХА имени К.А. Тимирязева», Москва, e-mail: ovolobueva@list.ru

В условиях полевого опыта исследовали влияние предпосевной обработки семян растений фасоли сортов Гелиада и Шоколадница биопрепаратами ризоторфином, альбитом и регуляторами роста корневином и эпин-экстра. Установлена сортовая реакция растений на обработку. Наибольшей отзывчивостью на действие ризоторфина, альбита, корневина и особенно препарата эпин-экстра характеризовался сорт Гелиада. Обработка этими биопрепаратами и регуляторами роста приводила к повышению показателей роста, содержания белка в листьях и семенах, нитрогеназной активности и урожайности растений. Сорт Шоколадница был наиболее отзывчив на действие биопрепарата ризоторфина и регулятора роста эпин-экстра. Под влиянием этих препаратов происходило повышение нитрогеназной активности в клубеньках, увеличение содержания белка в листьях, семенах и продуктивности растений.

Ключевые слова: фасоль, биопрепараты, регуляторы роста, ризобии, симбиотическая азотфиксация, нитрогеназная активность, продуктивность растений.

INFLUENCE BIOLOGICAL PRODUCTS AND GROWTH REGULATORS ON LEGUME-RHIZOBIA SYMBIOSIS OF PLANTS OF A STRING BEAN

Volobueva O.G.

Russian state agrarian university, The Moscow Agricultural Academy n.a. K.A. Timiryazev, Moscow, e-mail: ovolobueva@list.ru

In the context of field experiment we investigated the effect of pre-sowing treatment of bean plants and Chocolate varieties Heliades biologics rizotorfina, albite and growth regulators kornevinom and appin-extra. Installed graded response to the processing plant. The greatest responsiveness to action rizotorfina, albite, and especially drug kornevina appin-extra grade characterized Heliades. Processing these biological products and growth regulators resulted in increased rates of growth, protein content in the leaves and seeds, nitrogenase activity and productivity of plants. Variety Chocolate was the most responsive to the action of a biological product rizotorfina and growth regulator appin-extra. Under the influence of these drugs increase of nitrogenase activity occurred in the nodules, increasing the protein content in the leaves, seeds, and plant productivity.

Keywords: beans, biologics, growth regulators, rhizobia, symbiotic nitrogen fixation, nitrogenase activity, plant productivity.

Проблема биологической фиксации атмосферного азота – одна из важнейших в области сельскохозяйственной биологии. Перспективы её решения тесным образом связаны с такими глобальными вопросами, стоящими перед человечеством, как полноценное питание, экологический и энергетический кризис. Источником экологически чистого и экономически выгодного белка является белок бобовых растений, которые в симбиозе с клубеньковыми бактериями (ризобиями) активно фиксируют и накапливают азот в почве. Ризобии, являясь наиболее активными азотфиксаторами среди diaзотрофов, вступают в сложные метаболические взаимоотношения с макросимбионтом-растением.

Продукция, полученная с участием симбиотически фиксированного азота, отличается высокими пищевыми и кормовыми качествами и является совершенно безвредной для человека и животных [8]. Использование в растениеводстве таких агротехнических приемов,

как предпосевная обработка семян биопрепаратами и регуляторами роста с целью повышения урожайности бобовых культур может рассматриваться в связи с активностью процессов азотфиксации. Эффективность данного приема может быть связана с тем, что клубеньковые бактерии продуцируют ростостимулирующие соединения. Функции биологически активных веществ, как гормонов координаторов, обеспечивают растениям ростовую и метаболическую регуляцию, а при правильной агротехнике высокую эффективность бобово-ризобиального симбиоза [2].

Поэтому целью настоящих исследований явилось изучение влияния биопрепаратов ризоторфина, альбита и регуляторов роста корневина и эпина-экстра на эффективность бобово-ризобиального симбиоза и продуктивность растений фасоли разных сортов.

Материал и методы исследований

Полевые опыты проводили в ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур (Орловская область). Почва – темно-серая лесная среднесуглинистая, средней окультуренности, содержание гумуса по Тюрину – 5,4%, легкогидролизуемого азота по Коновой – 125 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 195, обменного калия по Кирсанову – 179 мг/кг почвы; рН солевой вытяжки – 6,0, гидролитическая кислотность – 4,6 мг·экв/100 г почвы. Повторность опытов – 4-кратная, расположение вариантов рендомизированное, площадь делянки -4-4,5м².

Объектами исследования были растения зерновой фасоли сортов Гелиада и Шоколадница селекции ФГБНУ ВНИИЗБК. Гелиада – сорт раннеспелый, детерминантного типа развития, стебель обычный, расположение боковых ветвей плотное, технологичный (пригоден для уборки прямым комбайнированием), характеризуется высокой завязываемостью бобов на растении и их озерненностью, а также низкой травмируемостью семян при обмолоте, высокоурожайный. Шоколадница – сорт среднеспелый, стебель детерминантный, устойчив к полеганию, характеризуется равномерным созреванием бобов на растении, компактным расположением боковых ветвей к главному стеблю, высоким прикреплением нижних бобов, высокой продуктивностью, устойчивостью к основным заболеваниям фасоли. Семена замачивали в течение 3 ч в растворах альбита, корневина, эпина-экстра в концентрации 10⁻⁶М, затем подсушивали, перед посевом обрабатывали ризоторфином. Варианты опыта: I – контроль, без обработки, II – обработка семян ризоторфином, III – обработка семян альбитом, на фоне инокуляции ризоторфином, IV – обработка семян корневином, на фоне инокуляции ризоторфином, V – обработка семян эпином-экстра на фоне инокуляции ризоторфином. Ризоторфин (*Rhizobium phaseoli*, штамм 700) получен из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (Санкт-Петербург). Биопрепарат ризоторфин рекомендуется для предпосевной обработки семян бобовых

растений. Применение ризоторфина обеспечивает высокую эффективность фиксации молекулярного азота симбиотической системой, увеличение содержания высококачественного белка в продукции, увеличение урожая бобовых на 10–40% [9]. Биопрепарат альбит разработан в Институте биохимии и физиологии микроорганизмов имени Г.К.Скрябина РАН (Пушино) совместно с научно-производственной фирмой ООО «Альбит» [1]. Биопрепарат альбит содержит очищенные действующие вещества из клеток бактерий *Bacillus megaterium* и *Pseudomonas aureofaciens*, которые в природных условиях обитают в ризосфере растений, стимулируют их рост и повышают устойчивость к болезням. Биопрепарат альбит обладает полифункциональным действием, проявляющимся в индукции роста растений и активизации микроорганизмов ризопланы и ризосферы растений [5].

Корневин – регулятор роста, действующее вещество – 4-(индол-3-ил)-масляная кислота (ИМК), механизм действия которого связан с активацией H^+ -АТФазы плазмалеммы, чья непосредственная функция – растяжение в процессе роста. Ауксины действуют на фоне усиления показателей энергетического обмена, связанных с процессами дыхания и окислительного фосфорилирования [3]. Препарат эпин-эстра – синтетический аналог brassinosteroidов, действующее вещество эпибрасинолид (ЭПБ). Фитогормон широкого диапазона действия, вызывает широкий спектр клеточных ответов, включая рост растений, прорастание семян, фиксацию азота, повышение устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам [4, 10]. Препарат Эпин-экстра был приобретен в ВНИИА имени Д.Н.Прянишникова (г. Москва).

В процессе вегетации проводили фенологические наблюдения за динамикой роста и развития растений, учитывали массу и количество клубеньков по методу Г.С. Посыпанова [7]. Активность нитрогеназы в клубеньках определяли на газовом хроматографе «Цвет-106» [6], содержание белка – методом Кьельдаля. Проводили учет урожая и анализ его структуры. При статистической обработке результатов использовали программы Statistica for Microsoft Windows.

Результаты исследований и их обсуждение

Сорт Гелиада. Обработка семян растений биопрепаратами и регуляторами роста увеличивала показатели роста, надземную массу, количество и массу клубеньков, активность нитрогеназы (табл.1).

Таблица 1

Влияние биопрепаратов на рост и азотфиксирующую активность растений

Показатель	Вариант				
	I	II	III	IV	V
Надземная масса, г/растение	14,8±1,01	15,9±1,03	20,1±1,03	15,4±3,96	18,2±4,30
	12,7±1,02	13,2±1,07	14,2±1,01	17,6±4,24	9,9±3,10
Высота растений, см	30,1±1,01	33,5±0,50	39,5±0,35	32,5±5,76	37,5±6,10
	29,7±1,02	30,5±1,50	26 ± 1,1	29,5±5,49	24,5±5,00
Масса корней с клубеньками, г/растение	1,70±1,50	1,92±1,40	1,86±1,3	1,85±1,37	1,90±1,40
	1,97±0,8	2,03±2,02	2,20±1,2	1,89±1,39	1,70±1,30
Количество клубеньков, шт/растение	9±1,1	10±1,2	16±1,02	17±4,16	17±4,1
	20±1,5	23±1,5	18±1,2	12±3,5	18±4,2
Масса клубеньков, мг/растение	39±1,2	41±1,4	65±2,1	69±8,45	78±8,9
	85±1,5	90±2,5	31±2,2	36±6,06	43±6,6
Активность нитрогеназы, мкг N/растение/ч	4,75±0,02	5,10±0,02	14,2±0,03	12,6±0,03	20,1±0,20
	4,48±0,05	7,7±0,05	2,52±0,05	4,48±0,05	6,3±0,30

Примечание: верхняя строка – сорт Гелиада, нижняя строка – сорт Шоколадница

Наивысшие показатели азотфиксирующей активности растений отмечены при обработке биопрепаратом альбит и регуляторами роста корневином и особенно препаратом эпин-экстра на фоне инокуляции ризоторфином. Альбит, корневин и эпин-экстра также повышали содержание белка в листьях и семенах растений этого сорта (рис. 1). Возможно, положительное действие биопрепарата альбит связано с тем, что ризобактерии, входящие в состав препарата, в условиях полевого опыта усилили метаболизм клубеньковых бактерий, что способствовало повышению азотфиксирующей активности этих растений. Положительное действие регулятора роста корневина возможно связано с тем, что ИМК, как действующее вещество этого препарата, активизировала ИУК, которая всегда в небольших количествах синтезируется клубеньковыми бактериями, особенно в процессе внедрения ризобий в корневые волоски бобового растения при образовании клубеньков.

Многие виды почвенных микроорганизмов, обитающих в зоне корня, способны синтезировать ИУК и в результате усилить действие регулятора роста корневина. Стимулирующее действие препарата эпин-экстра возможно связано с проявлением свойств этого регулятора роста, который особенно эффективен в стрессовых условиях.

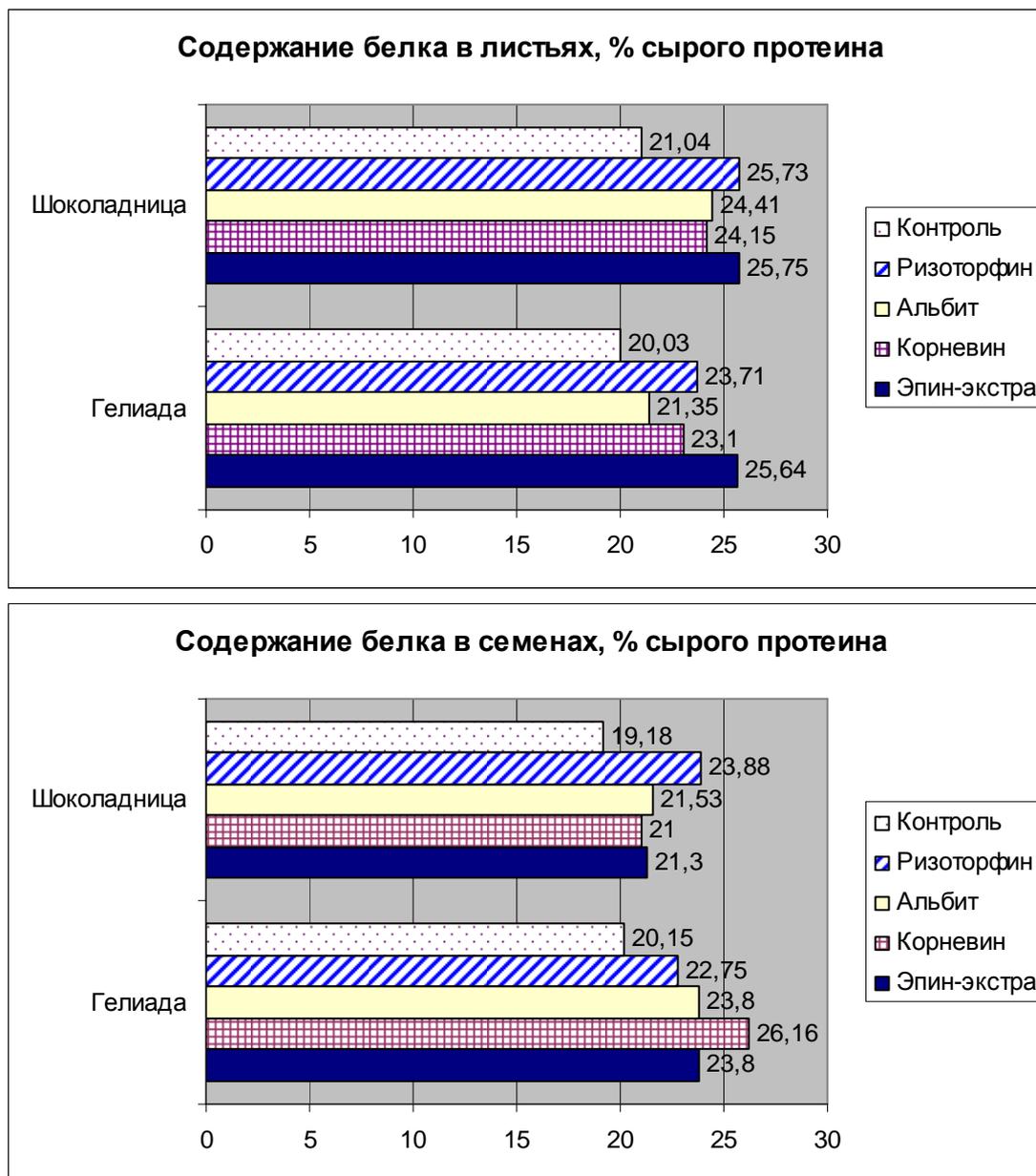


Рис. 1. Содержание белка в листьях и семенах растений фасоли

Анализ урожайных данных показал, что обработка биопрепаратами и регуляторами роста приводила к повышению урожая, по сравнению с контролем. Наибольший урожай 2,35 т/га получен у сорта Гелиада при обработке эпином-экстра (рис. 2). Данный год по климатическим условиям характеризовался как избыточно увлажненный, и регулятор роста эпин-экстра проявил свое положительное действие в стрессовых условиях.

Сорт Шоколадница. Анализ данных по влиянию биопрепаратов и регуляторов роста на показатели роста и азотфиксирующую активность показал, что в большей степени проявилось действие биопрепарата ризоторфин. Обработка семян растений ризоторфином приводила к увеличению показателей роста, надземной массы, массы корней с клубеньками, количеству и массы клубеньков и повышала активность нитрогеназы (табл. 1). Содержание белка в листьях и семенах растений этого сорта повышалось при обработке всеми

используемыми биопрепаратами и регуляторами роста, по сравнению с контролем, но особенно при обработке ризоторфином (рис. 1). Эти данные коррелировали с результатами урожайных данных. Наибольший урожай 2,6 т/га получен при обработке ризоторфином (рис.2).

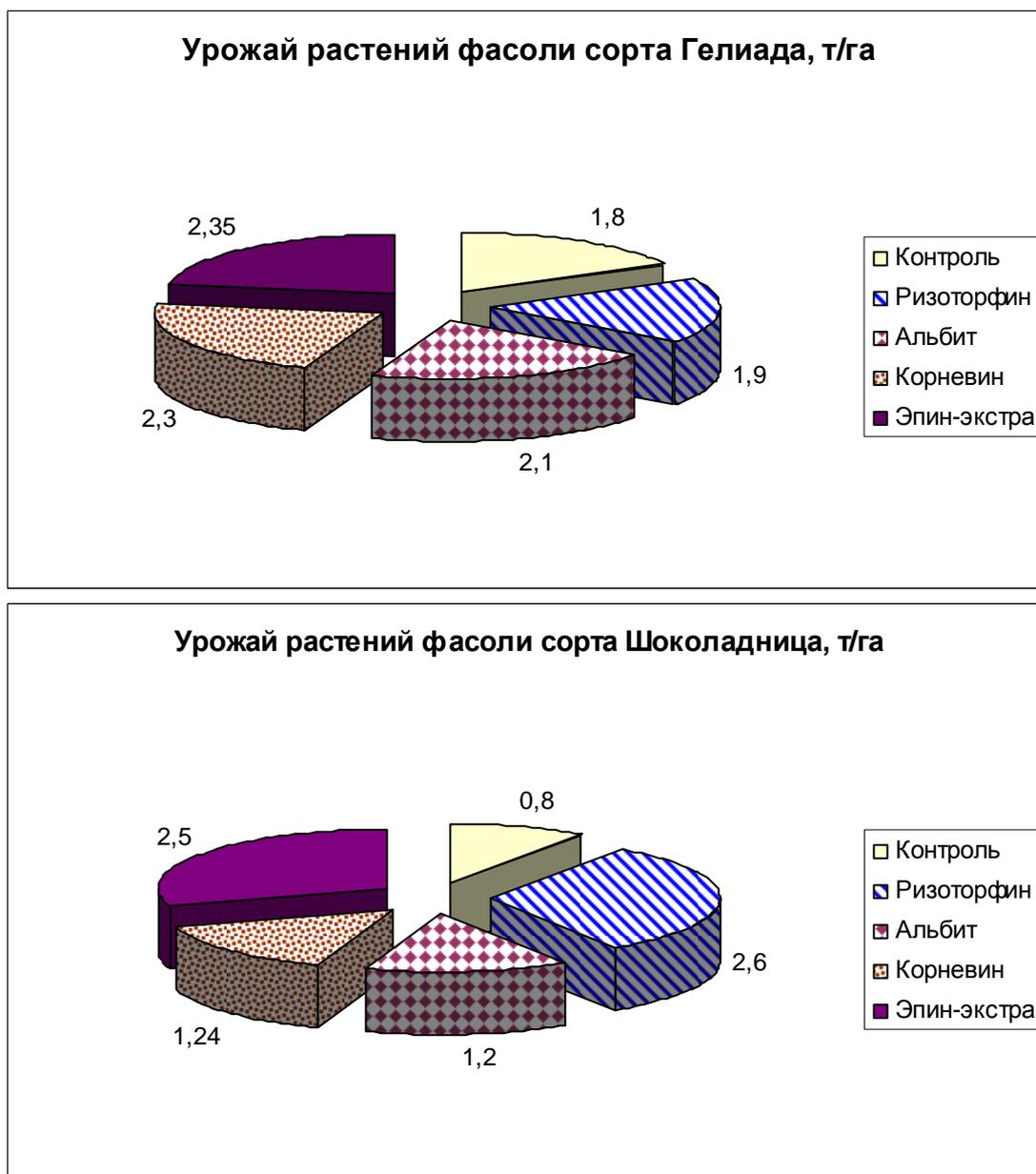


Рис.2. Продуктивность растений фасоли сортов Гелиада и Шоколадница, НСР₀₅ для сорта Гелиада 1,7; для сорта Шоколадница 1,4

Заклучение

1. Растения фасоли разных сортов проявили разную чувствительность к экзогенной обработке биопрепаратами и регуляторами роста. У растений фасоли сорта Гелиада в большей степени проявилось действие препарата эпин-экстра, а также корневина, альбита и ризоторфина. Обработка этими биопрепаратами и регуляторами роста приводила к

увеличению показателей роста, содержанию белка в листьях и семенах, нитрогеназной активности и урожайности этих растений.

2. У растений фасоли сорта Шоколадница в большей степени проявилось действие биопрепарата ризоторфин и регулятора роста эпин-экстра. Обработка семян фасоли этими препаратами увеличивала показатели роста, нитрогеназную активность и урожайность растений.

3. Для каждого сорта растений фасоли стереотип реакции на воздействие одного и того же вида возбудителя (*Rhizobium*) характеризуется устойчивостью, что подтверждает надежность взаимоотношений исследуемых систем. В условиях Орловской области перед посевом районированных сортов растений фасоли рекомендуется проводить обработку семян, прежде всего ризоторфином, а также эпином-экстра.

Список литературы

1. Алехин В.Г., Злотников А.К. Биопрепарат Альбит: результаты и особенности применения //Главный агроном. – 2007. - № 3. - С.55-59.
2. Волобуева О.Г. Пути регулирования бобово-ризобияльного симбиоза //Доклады ТСХА. – М.- 2006. Выпуск 278. – С. 509-511.
3. Волобуева О.Г. Влияние экзогенной обработки ИУК на содержание фитогормонов и эффективность симбиоза в растениях фасоли: сб.ст. Международной научно-практической конф., Орел, 2009. – С. 241-254.
4. Волобуева О.Г., Скоробогатова И.В. Изменение содержания фитогормонов и эффективность симбиоза в растениях фасоли при обработке эпином //Доклады РАСХН. – 2010. - №4. - С. 19-22.
5. Дурынина Е.П., Пахненко О.А., Злотников А.К. и др. Влияние биопрепарата альбит на продуктивность ячменя и содержание биофильных элементов в урожае //Агрехимия. – 2006. - №1. - С. 49-54.
6. Орлов В.П., Орлова И.Ф., Щербина Е.А. и др. Методика оценки активности симбиотической азотфиксации селекционного материала зернобобовых культур ацетиленовым методом. – Орел, 1984. – 16 с.
7. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. М.:Агропромиздат, 1991. - 299 с.
8. Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е., Жеруков Б.Х. и др. Растениеводство: учеб. для вузов. – М.: КолосС, 2006. – С.25-37.
9. Тихонович И.А. Биопрепараты в сельском хозяйстве. – М. – 2005. С. 29-35.

10. Hasan S.A., Hayat S., Ali B., Ahmad A. 28-Homobrassinolide Protects Chickpea (*Cicer arietinum*) From Cadmium Toxicity by Stimulating Antioxidants // Environ. Pollut. 2008. V. 151. № 2. P. 60–66.

Рецензенты:

Маннапова Р.Т., д.б.н., профессор кафедры микробиологии и иммунологии (факультет почвоведения, агрохимии и экологии) ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва;

Белопухов С.Л., д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедрой физической и органической химии ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева», г.Москва.