

СОДЕРЖАНИЕ ФИТОГОРМОНОВ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИМБИОЗА РАСТЕНИЙ ФАСОЛИ РАЗНЫХ СОРТОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ КОРНЕВИНА И РИЗОТОФИНА

О.Г. Волобуева

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Москва, Россия, ovolobueva@list.ru

Аннотация. В условиях полевого опыта изучено влияние экзогенной обработки семян растений фасоли разных сортов Корневином и Ризоторфином на содержание, соотношение фитогормонов, эффективность симбиоза. Установлена сортовая реакция растений на обработку Корневином: наибольшей отзывчивостью характеризовался сорт Гелиада. У растений этого сорта происходило изменение гормонального баланса в сторону повышения ЦК/АБК, ГК+ЦК+ИУК/АБК – в листьях и корнях с клубеньками, что сопровождалось увеличением нитрогеназной активности.

Ключевые слова: фитогормоны, Корневин, Ризоторфин, эффективность симбиоза, нитрогеназа

DOI: 10.31255/978-5-94797-319-8-1210-1214

Важным элементом современных агротехнологий является применение регуляторов роста растений. В последние годы показана возможность повышения бобово-ризобияльного симбиоза путем сочетания обработки семян бобовых культур Ризоторфином и перспективными препаратами: Эпином-экстра, Альбитом и другими [Волобуева, 2011, 2013, 2015 а, б]. Известно, что экзогенные фиторегуляторы воздействуют на растения путем изменения в них уровня и соотношения фитогормонов [Курапов, 1996; Пузина и др., 2003; Якушкина, 2005].

Цель настоящей работы – изучение влияния Корневина и Ризоторфина на содержание и соотношение фитогормонов и листьях, стеблях, корнях с клубеньками и эффективность симбиоза.

Полевые опыты проводили во Всероссийском НИИ зернобобовых культур – ВНИИЗБК (Орловская область). Почва – темно-серая лесная среднесуглинистая, подстилаемая лессовидным суглинком, 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; pH солевой вытяжки – 6, гидролитическая кислотность – 4,6 мг·экв/100 г почвы). Повторность опытов – 4-кратная, расположение вариантов рендомизированное, площадь делянки – 4-4,5 м².

Объектом исследования были растения зерновой фасоли сортов Гелиада и Шоколадница селекции ВНИИЗБК. Гелиада – сорт раннеспелый, детерминантного типа развития, стебель обычный, расположение боковых ветвей плотное, высокоурожайный, технологичный, характеризуется высокой завязываемостью бобов на растении и их озерненностью, а также низкой травмируемостью семян при обмолоте. Шоколадница – сорт среднеспелый, стебель детерминантный, устойчив к полеганию, характеризуется равномерным созреванием бобов на растении, высокой продуктивностью, компактным расположением боковых ветвей к главному стеблю, высоким прикреплением нижних бобов, быстрой разваримостью семян, устойчивостью к основным заболеваниям фасоли. Семена замачивали в течение 3 ч в растворе Корневина в концентрации 10⁻⁶, затем подсушивали, перед посевом обрабатывали Ризоторфином. Варианты опыта: 1 – контроль, без обработки, 2 – обработка семян Ризоторфином, 3 – обработка семян

Корневином на фоне инокуляции Ризоторфином. Ризоторфин (*R. leguminosarum* *bv.phaseoli*, штамм 700) получен из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (Санкт-Петербург).

Содержание фитогормонов (ИУК – индолилуксусная кислота, ЦК – цитокинины, АБК – абсцизовая кислота) в листьях, стеблях, корнях с клубеньками определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии по методике, разработанной в лаборатории регуляторов роста и развития сельскохозяйственных растений РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева [Скоробогатова и др., 1999]; биологическую активность ГК (гибберелловая кислота) – по росту гипокотилей салата сорта Берлинский, их содержание – по калибровочной кривой, для построения которой использовали гибберелловую кислоту (Россия); содержание фитогормонов определяли в фазу цветения – период с наиболее высокой азотфиксирующей активностью у фасоли. Условия хроматографирования для определения фитогормонов изложены ранее [Волобуева и др., 2010]. Активность нитрогеназы в клубеньках определяли на газовом хроматографе «Цвет-106» [Орлов и др., 1984]. При статистической обработке результатов использовали программы Statistica for Microsoft Windows.

Содержание эндогенной ИУК у растений фасоли сорта Шоколадница при обработке Ризоторфином и Корневином на фоне инокуляции Ризоторфином колебалось в пределах 5,3-5,7 нг/г сырой массы в листьях и не менялось (13,2 г/сырой массы) в корнях с клубеньками (табл. 1). У сорта Гелиада при совместной обработке Корневином и Ризоторфином содержание ИУК возрастало в листьях и снижалось в корнях с клубеньками. При анализе ответной реакции на экзогенную обработку регуляторами роста необходимо учитывать, что согласно закону действующих масс, внесение конечного продукта реакции тормозит его образование [Якушкина, 1983; Пузина, 1999]. Возможно, с этим связано уменьшение эндогенной ИУК в корнях с клубеньками при экзогенной обработке Корневином. ИУК играет важную роль в процессе внедрения клубеньковых бактерий в корневые волоски бобового растения в процессе образования клубенька. Цитокинины, синтезируемые ризобиями, играют важную роль в пролиферации клубеньковой ткани [Hwang et al., 2006]. Содержание ЦК у растений фасоли сорта Гелиада при обработке Ризоторфином и Корневином на фоне инокуляции почти не менялось в стеблях (табл. 1). Совместная обработка Корневином и Ризоторфином приводила к значительному повышению содержания ЦК в листьях и корнях с клубеньками. У сорта Шоколадница содержание ЦК в листьях, стеблях и корнях с клубеньками при обработке Корневином на фоне инокуляции снижалось. Содержание ГК у растений фасоли сорта Гелиада при обработке Корневином на фоне инокуляции снижалось в листьях и корнях с клубеньками и повышалось в стеблях, а у сорта Шоколадница снижалось в листьях и значительно возрастало в стеблях и корнях с клубеньками. Обработка Корневином на фоне инокуляции повышала содержание АБК у растений фасоли сорта Гелиада в листьях и снижала в стеблях и корнях с клубеньками, а у сорта Шоколадница – возрастало в листьях, не менялось в стеблях и снижалось в корнях с клубеньками (табл. 1).

Анализируя изменение азотфиксирующей активности в клубеньках фасоли сорта Гелиада, необходимо отметить, что экзогенная обработка Корневином на фоне инокуляции Ризоторфином увеличивала количество и массу клубеньков, активность фермента нитрогеназы (табл. 2). Изменение этих показателей наблюдается на фоне увеличения эндогенной ИУК в листьях и стеблях, ЦК в листьях и корнях с клубеньками; ГК в стеблях; АБК – в листьях и на фоне снижения ИУК, ГК и АБК в корнях с клубеньками. У фасоли сорта Шоколадница экзогенная обработка Корневином снижала массу корней с клубеньками, количество и массу клубеньков, и активность нитрогеназы (табл. 2). Наблюдалась корреляция между количеством и

массой клубеньков и нитрогеназной активностью. В этот срок анализа значительно увеличивалось содержание ГК в стеблях и корнях с клубеньками и АБК в листьях, содержание же других гормонов снижалось или не изменялось.

Таблица 1.

Влияние Корневина и Ризоторфина на содержание фитогормонов в растениях фасоли сортов Гелиада и Шоколадница (нг/г сырой массы)

Вариант	Сорт	Орган растения	Фитогормоны			
			ИУК	ЦК	ГК	АБК
Контроль	Гелиада	1	3,4	56	–	0,3
		2	–	109	3,4	-
		3	6,7	15	–	5,7
	Шоколадница	1	3,7	121	–	0,3
		2	–	179	0,8	0,5
		3	7,2	143	0,3	0,4
Ризоторфин	Гелиада	1	5,3	116	6,9	10,3
		2	–	275	13,2	3,4
		3	13,3	31	21,1	20,6
	Шоколадница	1	5,7	272	4,7	10,3
		2	–	450	4,8	6,9
		3	13,2	217	4,7	10,3
Корневин+ Ризоторфин	Гелиада	1	11,7	527	–	22,1
		2	–	274	15,1	–
		3	5,3	233	–	8,6
	Шоколадница	1	5,3	223	–	13,8
		2	–	388	30,4	6,9
		3	13,2	109	28,8	6,9

Примечание. 1 – листья, 2 – стебли, 3 – корни с клубеньками; Прочерк – содержание гормона ниже уровня чувствительности хроматографа

Таблица 2.

Влияние Корневина и Ризоторфина на азотфиксирующую активность растений фасоли сортов Гелиада и Шоколадница

Вариант	Сорт	Показатель			
		Масса корней с клубеньками, г/раст	Количество клубеньков, шт./раст	Масса клубеньков, мг/раст	Активность нитрогеназы мкг/N/раст
Контроль	Гелиада	1,7±1,5	9,1±1,1	39±1,2	4,8±0,1
	Шоколадница	2,0±0,8	20±1,5	85±1,5	5,0±0,1
Ризоторфин	Гелиада	1,9±1,4	10±1,2	41±1,4	5,1±0,1
	Шоколадница	2,1±2,0	23±1,5	90±2,5	8,0±0,1
Корневин+ Ризоторфин	Гелиада	1,9±1,4	17±4,2	69±8,5	13.0±0,1
	Шоколадница	1,9±1,3	12±3,5	36±6,1	4,5±0,2

Таким образом, экзогенная обработка Корневином на фоне инокуляции Ризоторфином растений фасоли разных сортов привела к изменению уровня фитогормонов что, возможно, оказало влияние на нитрогеназную активность. Так, экзогенная обработка Корневином на фоне инокуляции увеличила нитрогеназную

активность растений фасоли сорта Гелиада на фоне увеличения в листьях – ИУК, ЦК, АБК; в стеблях – ИУК, ГК и корнях с клубеньками – ЦК и снижения в корнях с клубеньками – ИУК, ГК, АБК. У сорта фасоли Шоколадница экзогенная обработка Корневином на фоне инокуляции снижала нитрогеназную активность. Наивысшие показатели азотфиксирующей активности у растений этого сорта отмечены при обработке только Ризоторфином. При этом эндогенный уровень гормонов в растении под влиянием Ризоторфина изменялся следующим образом: увеличивается содержание ИУК в листьях, ЦК – в листьях, стеблях и корнях с клубеньками, ГК в листьях и корнях с клубеньками и АБК в корнях с клубеньками и не изменяется содержание ИУК в корнях с клубеньками; уменьшается ГК – в стеблях и корнях с клубеньками и АБК в листьях.

Литература

Волобуева О.Г. Влияние корневина на бобово-ризобийный симбиоз // Ученые записки Орловского государственного университета. – 2011. – № 3 (41). – С. 124–129.

Волобуева О.Г. Влияние препарата Эпин-экстра на содержание фитогормонов в растениях сои разных сортов и эффективность симбиоза // Агрохимия. – 2015 а. – № 7. – С. 47–54.

Волобуева О.Г. Влияние препарата Эпин-экстра на содержание фитогормонов в растениях сои разных сортов и эффективность симбиоза // Агрохимия. – 2015 а. – № 7. – С. 47–54.

Волобуева О.Г. Эффективность инокуляции семян гороха различных сортов при обработке агrostимулином // Ученые записки Орловского государственного университета. – 2013. – № 3 (53). – С. 153–158.

Волобуева О.Г. Эффективность инокуляции семян фасоли при обработке препаратом Эпин-экстра // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». – 2015 б. – № 4 (16). – С. 42–47.

Волобуева О.Г., Скоробогатова И.В., Шильникова В.К. Влияние биопрепарата альбит на содержание фитогормонов в растениях фасоли разных сортов и эффективность симбиоза // Известия ТСХА. – 2010. – № 1. – С. 105–113.

Курапов П.Б. Гормональный баланс растений: Автореф. дис. ... докт.биол.наук. М., 1996. – 47 с.

Орлов В.П., Орлова И.Ф., Щербина Е.А., Гурьев Г.П., Васильчиков А.Г. Методика оценки активности симбиотической азотфиксации селекционного материала зернобобовых культур ацетиленовым методом. – Орел, 1984. – 15 с.

Пузина Т.И. Гормональная регуляция как основа целостности и продуктивности растительного организма: Дис. д-ра биол. наук. М., 1999. – 321 с.

Пузина Т.И., Король В.В., Прудников П.С. Особенности физиологического действия микроэлементов и регуляторов роста на элементы продукционного процесса растений картофеля // Рациональные технологии в современном сельскохозяйственном производстве. – Орел, 2003. – С. 21–28.

Скоробогатова И.В., Захарова Е.В., Карсункина Н.П., Курапов П.Б., Соркина Г.Л., Кислин Е.Н. Изменение содержания фитогормонов в проростках ячменя в онтогенезе и при внесении регуляторов, стимулирующих рост // Агрохимия. – 1999. – № 8. – С. 49–53.

Якушкина Н.И. Физиологические особенности гормональной регуляции роста растений на разных этапах онтогенеза в различных условиях среды // Влияние антропогенных факторов на функционирование биоценозов и их отдельные компоненты. – М.: МГОУ, 2005. – С. 5–42.

Якушкина Н.И. Энергетический обмен и рост растений // Особенности гормонального регулирования процессов обмена и темпов роста растений. – М.: Изд-во МОПИ, 1983. – С. 3–11.

Hwang I., Sakakibara H. Cytokinin biosynthesis and perception // *Physiol. Plant.* – 2006. – V. 126. – P. 528–539.

CONTENTS OF PHYTOGORMONES AND EFFICIENCY OF SIMBIOSIS OF PLANTS OF BEANS OF DIFFERENT VARIETIES UNDER INFLUENCE OF KORNEVIN AND RIZOTOFIN

O.G. Volobueva

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian Timiryazev State Agrarian University”, Moscow, Russia, *ovolobueva@list.ru*

Abstract. Under the conditions of field experiment, the influence of exogenous seed bean plants treatment of different varieties by Kornevin and Risotorfin on the content, phytohormones ratio, symbiosis efficiency was studied. The varietal reaction of plants to the treatment by Kornevin was established: the highest sensitivity was characterized by the variety of Geliad. In plants of this variety, the hormonal balance changed in the direction of the increase in CC/ABK, HK+CC+IUK/ABK – in leaves and roots with nodules, which was accompanied by an increase in nitrogenase activity.

Keywords: *phytohormones, Kornevin, Rhizotorphine, symbiosis efficiency, nitrogenas*