

УДК 633.12:58.071:631.8

DOI: 10.31040/2222-8349-2018-0-4-71-76

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ НА КУЛЬТУРЕ ГРЕЧИХИ ОБЫКНОВЕННОЙ

© Е.В. Кузина, Г.Ф. Рафикова, А.И. Мелентьев, О.Н. Логинов

Гречиха посевная или обыкновенная (*Fagopyrum esculentum*) является одной из самых ценных крупяных культур из-за своих высоких диетических и питательных свойств. Уникальность данной культуры еще и в том, что она не требует применения гербицидов и инсектицидов, не нуждается в большом количестве минеральных удобрений. Одновременно с этим гречиха очень требовательна к факторам внешней среды и, как следствие, отличается низкими и нестабильными показателями урожайности. В этой связи представляется оптимальным построить технологию выращивания культуры на использовании биологических стимуляторов роста комплексного назначения. Данный вид биологических препаратов не только оказывает позитивное воздействие на рост и развитие растений (особенно в стрессовых условиях), но также улучшает минеральное питание сельскохозяйственных культур, подавляет развитие возбудителей болезней, восстанавливает плодородие почвы, позволяет получить продукцию высокого качества. Целью работы было изучить возможность применения регулятора роста растений Бациспектин БМ для повышения продуктивности гречихи. Основа препарата – живые клетки и споры штамма *Paenibacillus ehimensis* IB 739. Способ применения Бациспектина БМ включал в себя предпосевную обработку семян (норма расхода препарата – 1.0 кг/т, расход рабочей жидкости – 10.0 л/т) и однократное опрыскивание растений в начале фазы бутонизации (норма расхода препарата – 1.0 кг/га, расход рабочей жидкости – 200 л/га). Микробиологический стимулятор роста был испытан в двух районах возделывания культуры: Уральском регионе, а также на Среднем Поволжье на сортах гречихи Уфимская и Диалог. Установлено, что биопрепарат оказывал положительное влияние на всхожесть, рост и развитие растений гречихи посевной, а также ускорял сроки прохождения фаз. В результате применения Бациспектина БМ прибавка урожая гречихи составила 0.8–1,3 ц/га (16.7–20.6%). Показано, что использование регулятора роста растений Бациспектин БМ на гречихе экономически целесообразно: применение биопрепарата позволяет почти в два раза сократить использование минерального азота; 1.0 кг биопрепарата дает до 120.4 кг дополнительного зерна.

Ключевые слова: гречиха, Бациспектин БМ, регулятор роста растений, урожайность, эффективность.

Введение. В последние годы в мировой практике важным направлением и эффективным средством повышения продуктивности земледелия становится искусственное регулирование роста и развития сельскохозяйственных культур. В результате использования биорегуляторов роста повышается урожайность, улучшается его качество и снижается себестоимость продукции. На сегодняшний день в список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской

Федерации, включено более 80 регуляторов роста растений, четвертая часть которых относится к препаратам биологического происхождения (http://old.mcx.ru/documents/document/v7_show/22740.133.htm). Среди продуцентов биологически активных компонентов препаратов, упомянутых в данном списке, встречаются симбионтные и эндодитные грибы, штаммы бактерий родов *Pseudomonas* и *Bacillus*.

Назначение современных регуляторов роста растений не ограничивается только

КУЗИНА Елена Витальевна – к.б.н., Уфимский Институт биологии УФИЦ РАН,
e-mail: biolab316@yandex.ru

РАФИКОВА Гульназ Фаилевна – к.б.н., Уфимский Институт биологии УФИЦ РАН,
e-mail: biolab316@yandex.ru

МЕЛЕНТЬЕВ Александр Иванович – д.б.н., Уфимский Институт биологии УФИЦ РАН,
e-mail: mlnt@anrb.ru

ЛОГИНОВ Олег Николаевич – д.б.н., Уфимский Институт биологии УФИЦ РАН,
e-mail: biolab316@yandex.ru

стимулирующим воздействием на сельскохозяйственные культуры; как правило, в результате их использования у растений отмечается также повышение устойчивости к болезням и к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды [1, 2]. Одним из таких комплексных препаратов является новый регулятор роста растений Бациспектин БМ, разработанный в Уфимском институте биологии УФИЦ РАН (ТУ 9291-022-04683480-10). Основа препарата – живые клетки и споры штамма *Paenibacillus ehimensis* IB 739 (ВКМ В-2680D), титр – не менее $2 \cdot 10^8$ КОЕ/г. Данный штамм оказывает положительное влияние на растение, воздействуя на его фитогормональный статус путем продуцирования рострегулирующих веществ, а также подавляет развитие грибных фитопатогенов за счет синтеза низкомолекулярных метаболитов и экзоферментов [3]. Кроме того, штамм *P. ehimensis* IB 739 обладает высокой нитрогеназной активностью, в связи с чем биопрепарат Бациспектин БМ можно рассматривать, в том числе, как средство для улучшения азотного питания растений.

Одной из самых важных продовольственных крупяных культур нашей страны является гречиха. Это объясняется ее высокой пищевой ценностью: гречиха – признанный лидер среди круп по количеству макро- и микроэлементов, входящих в ее состав [4]. К сожалению, по величине урожаев она уступает другим зерновым культурам. Средняя урожайность гречихи в Российской Федерации в 2011–2015 гг. составила 9.0 ц/га, при этом доказано, что можно получать урожай на уровне 25.0–30.0 ц/га и более. Причины низкой урожайности гречихи можно объяснить как биологическими особенностями культуры (растянутый период плодообразования), так и несовершенством агротехники выращивания [5–7]. На современном этапе развития сельского хозяйства России традиционные энергоемкие и финансово затратные агротехнические приемы постепенно уступают место экологически безопасным и экономически выгодным биотехнологиям выращивания растений. Так, научно обоснованное применение на гречихе биологических регуляторов роста комплексного назначения позволило бы не только заметно увеличить урожайность культуры, но и повысить качество выращиваемой продукции [4–5, 8–10]. К сожалению, в упомянутом выше списке пестицидов и агрохимикатов среди регуляторов роста растений биологической при-

роды (некоторые из них характеризуются широчайшим спектром действия) только 5 препаратов признаны эффективными при выращивании гречихи. Действующими веществами данных препаратов являются арахидоновая кислота, тритерпеновые кислоты, продукты метаболизма симбионтного гриба *Acremonium lichenicola*. Таким образом, на сегодняшний день задача расширения ассортимента биопрепаратов, применяемых на культуре гречихи, является очень актуальной.

Цель исследований: установление эффективности применения биологического регулятора роста растений Бациспектин БМ на культуре гречихи.

Материалы и методы. В течение двух лет в Республике Башкортостан, а также в Ульяновской области проводились полевые мелкоделяночные испытания биопрепарата Бациспектин БМ на сортах гречихи Уфимская и Диалог соответственно. Данные сорта относятся к среднеспелым, устойчивы к полеганию, осыпанию и засухе, поражение болезнями – на уровне стандартных сортов. Нормы высева семян применялись общепринятые для условий регионов, где проходили испытания – 80–90 кг/га.

Общая характеристика регионов проведения испытаний: Республика Башкортостан – зона подзолистых и дерново-подзолистых почв таежно-лесной области; Уральский район возделывания культуры; сумма активных температур $>10^\circ\text{C}$ – 1600–2000; коэффициент увлажнения >1.33 ; сумма фотосинтетической активной радиации (ФАР) – 610–970 кал/см² (III световая зона); Ульяновская область – зона черноземов лесостепной и степной областей; район возделывания культуры – Поволжье; сумма активных температур $>10^\circ\text{C}$ – 2800–3400; коэффициент увлажнения > 0.55 –1.0; сумма ФАР – 1000–1380 кал/см² (IV световая зона).

Закладка полевых опытов проводилась в четырехкратной повторности. Размер учетной делянки – 50 м². Обработка почвы: двукратное дискование и предпосевная культивация. Мероприятия по уходу за опытными делянками: ручные прополки. На гречихе сорта Уфимская минеральные удобрения не использовались. На гречихе сорта Диалог был поставлен эксперимент по изучению возможности снижения фона минеральных удобрений (нитроаммофоска) за счет применения биологического препарата Бациспектин БМ: контрольный вариант: N30P30K30, в варианте с ис-

пользованием Бациспедина БМ снизили дозу N на 50% – N16P30K30. Минеральные удобрения вносились разбрасывателем под предпосевную культувацию.

Способ применения Бациспедина БМ включал в себя предпосевную обработку семян (норма расхода препарата – 1.0 кг/т, расход рабочей жидкости – 10 л/т), а также однократное опрыскивание растений в начале фазы бутонизации (норма расхода препарата – 1,0 кг/га, расход рабочей жидкости – 200 л/га).

Определение энергии прорастания и всхожести гречихи осуществляли по ГОСТ 12038-84. Статистическую обработку данных проводили по стандартным программам Microsoft Excel. Данные представлены как среднее \pm стандартная ошибка. Достоверность различий оценивали по *t*-критерию Стьюдента (*t*-тест).

Результаты и их обсуждение. Установлено, что биопрепарат Бациспедин БМ оказывал благоприятное воздействие на энергию прорастания, лабораторную и полевую всхожесть семян гречихи посевной, увеличивая данные показатели по сравнению с контролем на 1.7, 2.5 и 4.1% соответственно (табл. 1). Сохранность растений на момент уборки в варианте с Бациспедином БМ составила 86.2%, против 83.5% в контроле. Отмечено, что обработка семян гречихи Бациспедином БМ ускорила появление всходов, а также сократила время прохождения фенофаз на 1–4 дня.

В ходе проведенных исследований доказано положительное влияние препарата Бациспедин БМ на биометрические показатели растений гречихи, а именно – выявлено увеличение высоты стеблей растений, числа ветвей и продуктивных соцветий, массы 1000 семян (табл. 2). Превышение высоты растений гречихи опытных участков над контрольными значениями составило в среднем 5.5–6.4 см (от 9.5 до 10.5%), количество ветвей на растении стало больше на 1.1–1.5 штук, соцветий на главном побеге – на 1.4–3.3 штуки, масса 1000 семян увеличилась на 1.3–4.0 г (на 5.3–15.2%). Очевидно, что повышение продуктивности растений за счет применения биологического препарата положительно сказалось на урожайности гречихи. Прибавка урожая по отношению к контролю составила 0.8–1.3 ц/га (16.7–20.6%). Применение препарата позволило получить не только значительную прибавку урожая гречихи, но и зерно с более высоким качеством. Круп-

ность зерна по сравнению с контролем выросла на 2.1–4.5%, натурная масса – на 3.5–8.1 г/л.

К несомненным достоинствам нового регулятора роста растений Бациспедин БМ необходимо отнести то, что биопрепарат эффективно работает в различных почвенно-климатических условиях. Несмотря на значительные отличия характеристик районов возделывания культуры между собой, показано, что применение Бациспедина БМ на гречихе было продуктивно как в Республике Башкортостан, так и в Ульяновской области.

Как известно, для данной сельскохозяйственной культуры характерно слабое развитие корневой системы, что приводит к ее раннему старению, вследствие чего растение недополучает питательные вещества, а это в свою очередь негативно сказывается на урожае. Установлено, что обработка семян Бациспедином БМ способствует активному росту корней (рис.), а также повышает устойчивость растений к корневым гнилям.

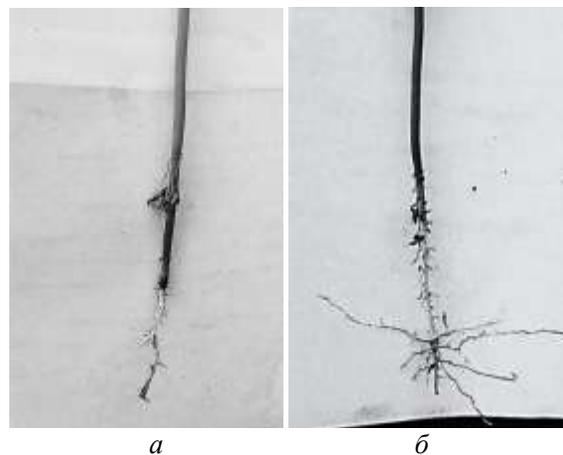


Рис. Влияние биопрепарата Бациспедин БМ на развитие корневой системы растений гречихи: *a* – контроль; *б* – Бациспедин БМ

Одной из задач исследований было изучение особенностей совместного использования на гречихе биологического препарата и комплекса минеральных удобрений. Установлено, что применение Бациспедина БМ позволяет снизить стандартную дозу минерального азота (табл. 2). Так, было обнаружено, что в варианте опыта, где количество внесенного в почву азота уменьшили в два раза N16P30K30, но использовали при этом Бациспедин БМ, прибавка урожая по отношению к контролю без удобрений была выше, чем в варианте со стандартным фоном N30P30K30 – 1.6 ц/га против 0.7 ц/га.

Т а б л и ц а 1

Влияние регулятора роста растений Бациспектин БМ на энергию прорастания, всхожесть семян и сохранность растений гречихи сорта Уфимская

Вариант опыта	Энергия прорастания семян, %	Лабораторная всхожесть семян, %	Полевая всхожесть семян, %	Густота стояния растений в фазу всходов, шт./м ²	Густота стояния растений перед уборкой, шт./м ²
Контроль	91.7	92.5	89.0	182±5	152±5
Бациспектин БМ	93.4	95.0	93.1	189±4	163±4*

Примечание. «*» – различия достоверны при p≤0.05.

Т а б л и ц а 2

Влияние биопрепарата Бациспектин БМ на структуру урожая гречихи

Вариант опыта	Высота растений, см	Число ветвей на растении, шт.	Число соцветий на главном побеге, шт.	Масса зерна с растения, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га
<i>сорт Уфимская</i>						
Контроль	67.7±3.2	4.1±0.4	4.8±0.4	0.6±0.1	24.7±0.5	4.8±0.4
Бациспектин БМ	74.1±2.7*	5.2±0.3*	6.2±0.7*	0.7±0.1	26.0±0.6*	5.6±0.3*
<i>сорт Диалог</i>						
Контроль	52.4±2.3	5.3±0.4	6.3±0.6	0.7±0.1	26.4±0.7	6.3±0.3
Бациспектин БМ	57.9±3.0*	6.8±0.5*	9.6±0.5*	0.8±0.2	30.4±0.7*	7.6±0.6*
N16P30K30	56.4±3.3	5.7±0.4	7.7±0.4*	0.8±0.2	28.4±0.6*	6.8±0.5
N30P30K30	56.6±3.1	6.2±0.4*	7.5±0.5*	0.8±0.2	27.8±0.7	7.0±0.3*
Бациспектин БМ + N16P30K30	60.3 ±2.4*	7.6±0.6*	9.8±0.7*	0.9±0.2	31.1±0.5*	7.9±0.4*

Примечание. «*» – различия достоверны при p≤0.05.

Таким образом, микробиологический препарат Бациспектин БМ может быть рекомендован при возделывании гречихи как регулятор роста растений, обладающий фунгицидными свойствами, а также как биопрепарат, улучшающий азотное питание растений. Предпосевная обработка биопрепаратом стимулирует развитие гречихи на раннем этапе, это проявляется на стадии проростков через формирование более мощной корневой системы, ускорение развития надземной части, повышение устойчивости растений к корневым гнилям. Обработка по вегетации активизирует появление цветков и завязей, а также выступает как профилактическая мера против листовых инфекций гречихи.

Литература

1. Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Прусакова Л.Д. Регуляторы роста растений // Защита и карантин растений. 2008. № 12. С. 53–88.

2. Кудоярова Г.Р., Курдиш И.К., Мелентьев А.И. Образование фитогормонов почвенными и ризосферными бактериями как фактор стимуляции роста растений // Известия Уфимского научного центра РАН. 2011. № 3–4. С. 5–16.

3. Мелентьев А.И. Аэробные спорообразующие бактерии *Bacillus* Cohn в агроэкосистемах. М.: Наука, 2007. 147 с.

4. Вакуленко В.В. Регуляторы роста растений на культуре гречихи // Зерновое хозяйство России. 2014. Т. 31, № 1. С. 68–71.

5. Кадыров С.В., Козлобаев А.В. Стимуляторы роста и хелатные микроудобрения как фактор повышения урожайности гречихи // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2011. № 2. С. 24–29.

6. Глазова З.И. Эффективность удобрений и способов их применения на гречихе // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 4 (20). С. 121–124.

7. Сорокина Ю.А. Эффективность микроэлементов и биопрепаратов при выращивании гречихи в Центральном Черноземье // Аграрная наука. 2011. № 1. С. 14–16.

8. Коротков А.В., Прусакова Л.Д., Белопухов С.Л., Фесенко А.Н., Тюрин С.А., Грицевич Ю.Г. Влияние люрастима и бактериородопсина на урожай и качество зерна гречихи // Известия ТСХА. 2011. Вып. 1. С. 118–123.

9. Мишина О.С., Белопухов С.Л., Прусакова Л.Д. Физиологические основы применения регу-

ляторов роста циркона и карвитола для увеличения продуктивности гречихи // Агрехимия. 2010. № 1. С. 42–54.

10. Ерохин А.И., Наумкина Т.С. Эффективность применения биопрепарата Агат-25 при обработке семян гречихи и кормовых бобов // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 3 (7). С. 51–53.

References

1. Shapoval O.A., Vakulenko V.V., Prusakova L.D. Plant growth regulators. *Zashchita i karantin rasteniy*, 2008, no. 12, pp. 53–88.

2. Kudoyarova G.R., Kurdish I.K., Melentyev A.I. Formation of phytohormones by soil and rhizosphere bacteria as a factor for stimulating plant growth. *Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*, 2011, no. 3–4, pp. 5–16.

3. Melentyev A.I. Aerobic spore-forming *Bacillus* Cohn bacteria in agroecosystems. Moscow, Nauka, 2007. 147 p.

4. Vakulenko V.V. Plant growth regulators in buckwheat culture. *Zernovoe khozyastvo Rossii*, 2014, vol. 31, no. 1, pp. 68–71.

5. Kadyrov S.V., Kozlobaev A.V. Growth stimulators and chelated microfertilizers as a factor for increasing buckwheat productivity. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2011, no. 2, pp. 24–29.

6. Glazova Z.I. Effectiveness of fertilizers and ways of their application to buckwheat. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 2016, no. 4 (20), pp. 121–124.

7. Sorokina Y.A. Effectiveness of microelements and biopreparations when growing buckwheat in the Central Chernozem Region. *Agrarnaya nauka*, 2011, no. 1, pp. 14–16.

8. Korotkov A.V., Prusakova L.D., Belopukhov S.L., Fesenko A.N., Tyurin S.A., Gritsevich Y.G. The effect of Lurastim and Bacteriorhodopsin on buckwheat productivity and grain quality. *Izvestiya Timiryazevskoy selskokhozyaystvennoy akademii*, 2011, vol. 1, pp. 118–123.

9. Mishina O.S., Belopukhov S.L., Prusakova L.D. Physiological principles in applying growth regulators Zircon and Carvitol for increasing buckwheat productivity. *Agrokhimiya*, 2010, no. 1, pp. 42–54.

10. Erokhin A.I., Naumkin T.S. Effectiveness of applying biopreparation Agat-25 when treating buckwheat seeds and broad beans. *Zernobobovye i krupyanye kultury*, 2013, no. 3 (7), pp. 51–53.



**EVALUATION OF EFFICACY OF A NEW PLANT GROWTH REGULATOR
IN THE COMMON BUCKWHEAT CULTURE**

© E.V. Kuzina, G.F. Rafikova, A.I. Melent'ev, O.N. Loginov

Ufa Institute of biology – Subdivision of the Ufa Federal Research Centre
of the Russian Academy of Sciences,
69, prospect Oktyabrya, 450054, Ufa, Russian Federation

Buckwheat sowing or common (*Fagopyrum esculentum*) is one of the most valuable cereals because of its high dietary and nutritional properties. The uniqueness of this culture is also in the fact that it does not require the use of herbicides and insecticides, does not require a large amount of mineral fertilizers. At the same time buckwheat is very demanding of environmental factors, as a result, it is characterized by low and unstable yield indicators. In this regard, it seems optimal to build a technology for growing crops using biological growth stimulants for complex purposes. This type of pesticide not only has a positive effect on the growth and development of plants (especially under stressful conditions), but also improves the mineral nutrition of crops, suppresses the development of pathogens, restores soil fertility, and allows the production of high quality products. The aim of the work was to study the possibility of using the plant growth regulator Bacispecin BM to increase the productivity of buckwheat. The basis of the preparation is live cells and spores of the strain *Paenibacillus ehimensis* IB 739. The method of application of Bacispecin BM included pre-sowing treatment of seeds (the rate of application of the preparation is 1.0 kg / t, the flow rate of the working fluid is 10.0 l / t) and single spraying of plants at the beginning of the budding phase (the rate of application of the drug is 1.0 kg / ha, the flow rate of the working fluid is 200 l / ha). The microbiological growth stimulant was tested in two areas of cultivation of culture: the Ural region, and also in the Middle Volga region on buckwheat varieties Ufimskaya and Dialog. It is established that the biopreparation had a positive effect on the germination, growth and development of buckwheat plants, and also accelerated the timing of the passage of phenophases. As a result of the application of Batsispecin BM, the increment of buckwheat yield was 0.8–1.3 c / ha (16.7–20.6%). It is shown that the use of the plant growth regulator Batsispecin BM on buckwheat is economically expedient: the use of the biopreparation allows to reduce almost twice the use of mineral nitrogen, 1.0 kg of biopreparation yields up to 120.4 kg of additional grain.

Key words: buckwheat, Batsispecin BM, plant growth regulator, productivity, efficiency.