

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГУЛЯТОРА РОСТА «ПОЛЕ-АГРОВИТ Р» ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ОГУРЦА В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

А. Н. ИВАНИСТОВ, Ю. Л. ТИБЕЦ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: nicgsha@baa.by

О. Н. ЖУК

УО «Полесский государственный университет»,
г. Пинск, Республика Беларусь, 225710, e-mail: nadulich@mail.ru

(Поступила в редакцию 01.03.2023)

Учитывая ключевую роль биологических факторов в формировании плодородия почвы, одним из рациональных направлений развития устойчивых систем в агропромышленном секторе экономики многих стран оказалось внедрение в практику земледелия биотехнологий, основанных на применении биопрепаратов. Для стимуляции роста растений применяют различные микробные препараты, обогащающие ризосферу растений полезными микроорганизмами. Микроорганизмы, используемые для производства препаратов, обеспечивают растения не только элементами минерального питания, но и физиологически активными веществами (фитогормонами, витаминами и др.). Использование биопрепаратов при возделывании сельскохозяйственных культур получило в настоящее время особую актуальность поскольку вступил в силу Закон Республики Беларусь от 9 ноября 2018 г. №144-З «О производстве и обращении органической продукции».

В статье представлены результаты исследования влияния препарата «Поле-Агровит Р» на основе микроорганизма *Rhodococcus erythropolis* S18 БИМ В-1342Д в жидкой солевой питательной среде МТ-1 (титр КОЕ не менее 1×10^8 КОЕ/мл) на урожайность и качество плодов огурца гибрида Кураж F1 в защищенном грунте. В настоящее время внимание исследователей во всем мире привлекает разработка биоудобрений, механизм полифункционального действия которых, связан с деятельностью микроорганизмов, как внесенных с биоудобрением, так и почвенных [1, 2]. Интродукция агрономически полезных микроорганизмов обеспечивает улучшение свойств и характеристик почвы. Позволяет выращивать экологически чистую продукцию, которая будет пользоваться спросом у потребителя. Это в свою очередь повышает рентабельность сельхозпредприятий за счет повышения урожайности и улучшения качества выращиваемой сельскохозяйственной продукции [3, 4].

Ключевые слова: почвенные микроорганизмы, *Rhodococcus erythropolis*, регулятор роста растений, препарат «Поле-Агровит Р», контроль, урожайность, качество, огурец защищенного грунта, полевых и лабораторные опыты.

Taking into account the key role of biological factors in the formation of soil fertility, one of the rational directions for the development of sustainable systems in the agro-industrial sector of the economy of many countries was the introduction of biotechnologies based on the use of biological products into the practice of land use. To stimulate plant growth, various microbial preparations are used that enrich the plant rhizosphere with beneficial microorganisms. Microorganisms used for the production of preparations provide plants not only with elements of mineral nutrition, but also with physiologically active substances (phytohormones, vitamins, etc.). The use of biological products in the cultivation of crops has now gained particular relevance since the Law of the Republic of Belarus of November 9, 2018 No. 144-3 "On the production and circulation of organic products" has come into force.

The article presents the results of a study of the effect of the drug "Pole-Agrovit R" based on the microorganism *Rhodococcus erythropolis* S18 BIM V-1342D in liquid salt nutrient medium MT-1 (CFU titer not less than 1×10^8 CFU/ml) on the yield and quality of hybrid cucumber fruits Courage F1 in protected ground.

Currently, the attention of researchers around the world is attracted by the development of biofertilizers, the mechanism of the multifunctional action of which is associated with the activity of microorganisms, both introduced with biofertilizer and soil.

The introduction of agronomically beneficial microorganisms improves soil properties and characteristics. It allows you to grow environmentally friendly products that will be in demand by the consumer. This, in turn, increases the profitability of agricultural enterprises by increasing productivity and improving the quality of agricultural products [3, 4].

Key words: soil microorganisms, *Rhodococcus erythropolis*, plant growth regulator, Pole-Agrovit R preparation, control, productivity, quality, greenhouse cucumber, field and laboratory experiments.

Введение

В Госреестре Республики Беларусь в разделе «Регуляторы роста растений» зарегистрировано более 100 препаратов для обработки растений и семян на основе биологически активных веществ.

Регуляторы роста в сельском хозяйстве привлекают все большее внимание производителей. Это направление хорошо развито в зарубежных странах, в основном, в овощеводстве и плодоводстве, принося немалые прибыли. Уровень развития агрокомплекса нуждается в развитии таких технологий и не только для названных отраслей. Наиболее распространенными в этом сегменте агрохимикатов являются регуляторы роста на основе гуминовых кислот, содержащие фитогормоны, а также препараты на основе микроорганизмов. Действие таких препаратов направлено на стимулирование ростовых процессов (особенно в период прорастания и на ранних фазах роста), повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды (засуха, заморозки и др.), усиление иммунитета растений (повышение устойчивости к патогенам), а также нивелирование стресса, вызванного применением пестицидов (в том числе в осложненных погодных условиях) [3].

В организме растений присутствуют физиологически активные вещества – фитогормоны, различающиеся принципом и механизмом влияния на их рост и развитие. Они синтезируются из органических кислот в отдельных частях и распространяются по всему растению, регулируя обмен веществ, вызывая

ростовые (ускорение или замедление) или формативные эффекты (дефолиация). Именно за счёт передвижения гормонов достигается взаимовлияние органов и целостность растения. Изменения в интенсивности синтеза одного из фитогормонов, вызванные внутренними или внешними причинами, приводят к ответной реакции растения – переходу к другому характеру ростовых или формообразовательных процессов. Потребность растения в гормонах составляет $10\text{--}13 \times 10^{-5}$ моль/л.

В природе стимуляторы и ингибиторы действуют сообща. В зависимости от фазы развития культуры и условий окружающей среды активизируется действие одного из фитогормонов. Когда его функция выполнена либо состояние окружающей среды меняется, то в действие включается другой фитогормон [4].

Человек научился использовать эти соединения, чтобы стимулировать или ингибировать (тормозить) процессы роста и развития растений с целью снижения рисков в достижении требуемого результата. При грамотном подборе регуляторы роста способны сгладить последствия стресса растений, с которыми не может справиться агрохимия, а также сдвинуть заложенный природой баланс фитогормонов в нужную сторону, ускорить или замедлить развитие и созревание, повысить урожайность и качество, продлить сроки хранения плодов и т. д.

Комплексные микробиологические препараты выполняют следующие действия: повышают содержание агрономически полезных микроорганизмов в почве; оздоравливают почву, так как сдерживают рост фитопатогенов, увеличивая число микробов-антагонистов; улучшают структуру почвы; способствуют улучшению минерального питания растений; выделяют биологически-активные вещества и стимулируют рост растений, повышают иммунитет растений и урожайность; улучшают качество плодов.

Однако следует помнить, что все микробные препараты содержат живые организмы и необходимо очень четко соблюдать условия их применения. Внесение препаратов в почву или распыление по растениям следует проводить утром или после дождя, но ни в коем случае не в солнечную погоду, так как солнечные лучи губительно действуют на микроорганизмы и могут снизить эффективность препаратов. На развитие микроорганизмов влияет и температура, поэтому вносить препарат в почву желательно в тёплую погоду. Опрыскивание растений должно быть мелкодисперсным, так как крупные капли легко скатываются с поверхности листьев.

Эффективность любых микробных препаратов увеличивается при одновременном использовании органических удобрений и соблюдении севооборотов [5].

Создание эффективных биологических регуляторов роста растений сегодня относят к актуальному направлению научного поиска – нанотехнологиям, поскольку в маленьких дозах (мг или г на 1 гектар) они влияют на ростовые процессы и могут защитить растения от различных стрессов. Препараты на основе физиологически активных веществ и микроорганизмов, способных их вырабатывать, используются для обработки посадочного материала, листовой и корневой подкормки, опрыскивания завязей, плодов и т.д. Они выпускаются в форме водных растворов, аэрозолей, паст и эмульсий. К стимуляторам роста относят и препараты на основе микроорганизмов. К таким препаратам относится и регулятор роста «Поле-Агровит R», действие которого изучалось при возделывании овощных, ягодных и зерновых культур на опытных полях УО БГСХА.

Цель исследований – оценка эффективности препарата «Поле-Агровит R» при выращивании огурца в защищенном грунте и выработка рекомендаций по применению препарата.

Основная часть

Учеными УО «Полесский государственный университет» из почвы был выделен штамм и зарегистрирован в Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси» как штамм *Rhodococcus erythropolis* S18 (БИМ В-1342Д). *Rhodococcus erythropolis* – аэробные, грамм-вариабельные неподвижные актиномицеты, частично кислотоустойчивые и спиртоустойчивые на некоторых этапах цикла роста [6, с. 118]. Наибольшее количество штаммов отлично растет на мясопептонном агаре при температуре 25–30 °С. При культивировании на среде МПА при 28 °С в течение 96 часов культура приобретает вид блестящих слизистых колоний, с гладкими ровными краями, бежевого цвета, диаметром 2–4 мм, консистенция тягучая. При росте в солевой жидкой питательной среде МТ-1 формируются поверхностные колонии в виде тонких пленок, толщиной 2–3 мм светлосерого цвета. На среде Эшби через 36 часов образуются слизистые колонии серовато-белого цвета, размером около 3 мм, а через 96 часов роста цвет изменяется на кремовый.

Оценка эффективности применения препарата проводилась на опытном поле кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии УО БГСХА. Для выращивания огурца защищенного грунта использовались арочные поликарбонатные теплицы длиной 50 м и шириной 7 м, оснащенные системой капельного орошения. Температурный режим в теплице регулировался с помощью проветривания. Почва опытного участка в защищенном грунте дерново-подзолистая; легкосуглинистая; содержание гумуса (%): 1,85; кислотность почвы: 6,6; обеспеченность макро- и микроэлементами: P_2O_5 – 296 и K_2O – 239 мг/кг почвы. Агротехника общепринятая для огурца защищенного грунта. Уход за растениями заключался в ручной прополке, подвязывании на шпалере и формировании растений в один стебель, капельный выполнялся полив 3–4 раза в неделю. В качестве эталонного препарата использовался регулятор роста Ростмомент, ВГ (дрожжи р. *Saccharomyces* и продукты их метаболизма),

ОАО «Дрожжевой комбинат», Беларусь. Растения высаживали в 4-кратной повторности, учетная площадь делянки составляла 5 м². Полив растений огурца производился 1 % рабочим раствором препарата в фазу 2 настоящих листьев культуры, повторный полив через 21 день в фазу 5–6 настоящих листьев. Методы проведения полевых и лабораторных опытов соответствовали современным требованиям научных исследований, что обеспечило достоверность результатов и позволило получить полную и объективную информацию для соответствующих выводов по результатам исследований.

По отношению к контролю (вариант без применения регулятора роста) в варианте опыта с применением регулятора роста препарата «Поле-Агровит Р» производства УО «Полесский государственный университет» (Беларусь) в плодах огурца отмечено увеличение содержания витамина С на 3,9 мг/100 г (достоверно при НСР₀₅) (табл. 1), по отношению к эталону превышение содержания витамина С было не существенным (+1,4 мг/100 г). По показателю «сумма сахаров» вариант с испытуемым препаратом превосходил как контроль, так и эталон соответственно на 0,46 до 0,61 п.п. (достоверно при НСР₀₅). Меньше всего нитратов в продукции было отмечено в контрольном варианте – 19,4 мг/кг, содержание нитратов было достоверно выше как в варианте с испытуемым регулятором «Поле-Агровит Р» (24,5 мг/кг) так и в варианте с эталоном Ростмомент, ВГ (28,6 мг/кг). Следует отметить, что уровень накопления нитратов в продукции во всех вариантах опыта был низким (ПДК для огурца защищенного грунта – 300 мг/кг). Значительных изменений в содержании азота, фосфора и калия в варианте с испытуемым регулятором роста по сравнению с контролем и эталоном не отмечено.

Таблица 1. Влияние регуляторов роста на биохимические показатели качества продукции огурца защищенного грунта 2022 г.

Вариант	Витамин С, мг/100 г	Сумма сахаров, %	Нитраты, мг/кг	N, %	P, %	K, %
1. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	17,6	1,66	19,4	0,11	0,077	0,22
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + эталон Ростмомент, ВГ	20,1	1,51	28,6*	0,14	0,078	0,27
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + препарат «Поле-Агровит Р»	21,5*	2,12*	24,5*	0,12	0,076	0,25
НСР ₀₅	3,41	0,42	5,24	–	–	–

* – достоверное превышение показателя контрольного варианта при НСР₀₅.

Учет урожайности и структуры урожая проводился в динамике с 10.07.2022 по 25.08.2022 г. Урожайность огурца по факту суммы сборов за период плодоношения культуры в контрольном варианте опыта без применения регулятора роста составила 9,6 кг/м² (табл. 2). Применение регулятора роста препарата «Поле-Агровит Р» производства УО «Полесский государственный университет» (Беларусь) обеспечило максимальную урожайность в опыте на фоне общего минерального питания – 13,2 кг/м² и достоверное превышение урожайности по отношению к контрольному варианту (+ 3,6 кг/м²).

Урожайность в варианте с эталоном составила 12,4 кг/м², что достоверно (на 2,8 кг/м²) выше, чем в контрольном варианте и на 0,8 кг/м² ниже урожайности испытуемого регулятора роста. Вариант с применением регулятора роста препарата «Поле-Агровит Р» имел высокую товарность огурца – 96 %, аналогичный показатель в контрольном варианте составлял 94 %, в варианте с эталоном – 98 %.

Таблица 2. Влияние регуляторов роста на урожайность огурца в УО БГСХА, 2022 г.

Вариант	Урожайность, кг/м ²	Прибавка урожая к контролю, кг/м ²	Урожайность к эталону, кг/м ²	Товарность, %
1. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	9,6	–	-2,8	94
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + эталон Ростмомент, ВГ	12,4	2,8	–	98
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + препарат «Поле-Агровит Р»	13,2	3,6	0,8	96
НСР ₀₅	1,78			

Заключение

Таким образом, применение регулятора роста препарата «Поле-Агровит Р» производства УО «Полесский государственный университет» (Беларусь) обеспечило максимальную урожайность среди вариантов опыта, достоверно превысило урожайность плодов огурца защищенного грунта контрольного варианта опыта (+3,6 кг/м²), имея высокий показатель товарности 96 %.

Среди прочих показателей немаловажно отметить положительное влияние испытуемого регулятора роста на такие показатели качества продукции как содержание витамина С, сумму сахаров, что позволяет сделать вывод о целесообразности применения препарата «Поле-Агровит Р» при выращивании огурца защищенного грунта.

ЛИТЕРАТУРА

- Дятлова, К. Д. Микробные препараты в растениеводстве / К. Д. Дятлова // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Т. 7, №. 5. – С. 17–22.
- Архипченко, И. А. Возможные направления использования биоудобрений в биологическом земледелии и для улучшения окружающей среды / А. И. Архипченко // Научные основы и практические рекомендации по использованию биоудобрений из отходов животноводства для биологического земледелия; под ред. И. А. Архипченко. – Санкт-Петербург, 2005. – 40–42 с.
- Salter, C. E. and C. A. Edwards. The Production of Vermicompost Aqueous Solutions or Teas. In: Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management, ed. C. A. Edwards, N. Q. Arancon and R. Sherman, CRS Press, Taylor and Francis Group. – 2011. – P. 153–164.
- Терещенко, Н. Н. Биоудобрения на основе микроорганизмов: учебное пособие / Н. Н. Терещенко. – Томск, 2003. – 60 с.
- Прикладная экибиотехнология: учебное пособие: в 2 т. Т. 1 / А. Е. Кузнецов [и др.]. – 2-е изд. (эл.). – 2012. – М. – 629 с.
- Ivshina, I. B. Novel and ecologically safe biosurfactants from Rhodococcus / I. B. Ivshina, J. C. Philp, M. S. Kuyukina, N. Christofi. // Abstr. – Cobiotech. – Moscow, 1996. – 350 p.