

СПОСОБНОСТЬ РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ ГУЛЛИВЕР ЗАЩИЩАТЬ КАРТОФЕЛЬ (*SOLANUM TUBEROSUM*) ОТ ФИТОПАТОГЕНОВ.

Д.В. Маслак, О.Н. Зубкевич*, Л.Е. Садовская, Т.Л. Скакун,
И.А. Гринева, И.Н. Феклистова, М.И. Жукова*

Белорусский Государственный университет, Минск, Республика Беларусь

*РУП «Институт защиты растений», Минск, Республика Беларусь

e-mail: diana-maslak@yandex.ru

Введение

В настоящее время, по данным БелаПА, Беларусь занимает первое место в мире по производству картофеля на душу населения. В 2013 г. площадь, занятая этой культурой в общественном секторе (сельхозорганизациях, крестьянско-фермерских хозяйствах), составила 371 тыс. га. Ежегодные потери урожая картофеля от болезней и вредителей составляют от 10 до 60%, и фитофтороз в списке возможных причин занимает одно из первых мест [1, 2].

Создание новых систем интегрированной биологической защиты и стимуляции роста растений приобрело свою значимость для сельского хозяйства в последние десятилетия. Это произошло в связи с возросшей актуальностью разработки технологий возделывания растений, не нарушающих экологического равновесия в почве и не загрязняющих окружающую среду. К таким средствам относятся микробиологические препараты, действующим компонентом которых являются живые клетки бактерий, грибов, актиномицетов и бактериофагов.

В рамках Государственной программы «Торф» (на 2008–2010 гг. и на период до 2020 г.) разработан новый комплексный биологический регулятор роста растений Гулливер. Новый биопрепарат представляет собой комплекс биопестицида (штамм-антагонист *Pseudomonas aureofaciens* А 8-6, титр не менее 10^9 кл/мл) и гуминовых кислот (в виде гидрогумата торфа, концентрация не менее 1%). Препарат предназначен для стимуляции роста и развития растений овощных культур и картофеля. Кроме того, препарат способен защищать растения от наиболее распространенных заболеваний [3].

Настоящая работа посвящена изучению способности препарата Гулливер защищать растения картофеля от фитопатогенов.

Методы исследования

Штамм *P. aureofaciens* А 8-6 выделен из природных источников в НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии биологического факультета БГУ. Гуминовая составляющая препарата Гулливер – регулятор роста растений Гидрогумат (ТУ РБ 03535026.282-97).

Антагонистическая активность клеток штамма *P. aureofaciens* А 8-6 изучалась методом «отсроченного» антагонизма [4].

Эксперименты по оценке способности препарата Гулливер подавлять развитие фузариозного увядания картофеля проводились в лабораторных условиях – в светотеплице при температуре 22°C и 10-ти часовом фотопериоде. Инфекционный фон создавали искусственно, путем внесения в почвогрунт суспензии фитопатогена (10% от объема почвы). Для приготовления суспензии *Fusarium* sp. культивировали при 21°C с аэрацией в жидкой картофельной среде в течение 10 сут.

Испытания проводились на растениях картофеля сорта Ласунак.

Участки клубня размером 1×1×0,5 см, содержащие спящую почку, обрабатывали в течение 24 ч 1%-ным рабочим раствором препарата, а затем высаживали в вегетационные сосуды объемом 1,0 дм³, заполненные инфицированной почвой.

Обработку опытных растений биопрепаратом проводили трехкратно: полив рассады 1%-ным рабочим раствором на стадии полных всходов; двукратное опрыскивание растений 0,1%-ным рабочим раствором препарата с интервалом в две недели.

В контрольных вариантах аналогичную обработку осуществляли водой. Учет результатов проводили на 30-е сут выращивания растений.

Биологическую эффективность комплексного биопрепарата определяли по снижению степени распространенности и развития болезни опытных растений в сравнении с контролем [4].

Полевые испытания биологической эффективности препарата Гулливер проводили на протяжении 2010–2011 гг. в условиях мелкоделяночного опыта на опытном поле РУП "Институт защиты растений", аг. Прилуки Минского района. Площадь опытной делянки – 25 м², площадь учетной делянки – 20 м²; повторность – 4-кратная; расположение делянок – рандомизированное. Тип почвы – дерново-подзолистая, среднесуглинистая; содержание гумуса – 2,78%; рН почвы – 6,1. В испытаниях использовали сорта картофеля Дельфин, Скарб, Журавинка, Ласунак, Маг и Криница. Для обработки растений применяли ранцевый опрыскиватель «SS-4».

В ходе проведения испытаний биопрепарат применяли последовательно по следующей схеме:

- обработка клубней перед посадкой методом опрыскивания 1%-ным рабочим раствором препарата Гулливер (расход рабочей жидкости 25 л/т);

- опрыскивание растений в период вегетации - в фазе полных всходов (при высоте растений 5–25 см) 5%-ным рабочим раствором препарата Гулливер (расход рабочей жидкости 300 л/га).

Контрольный образец – растения без обработки препаратом Гулливер.

В ходе проведения испытаний учитывали:

- в период вегетации: развитие фитофтороза (возбудитель – оомицет *Phytophthora infestans*), оценивая по 9-балльной шкале;

- во время уборки урожая: оценивали накопление урожая, его семенные и товарные качества (определяли степень поражения клубней склероциями ризоктониоза и фитофторозно-бактериальными гнилями);

- через два месяца после уборки: определяли поражение клубней серебристой паршой.

Степень поражения клубней оценивали по 6-балльной шкале, распространенность заболевания на клубнях вычисляли в % от общего количества клубней в варианте. Методика учетов осуществлена согласно методическим указаниям [5].

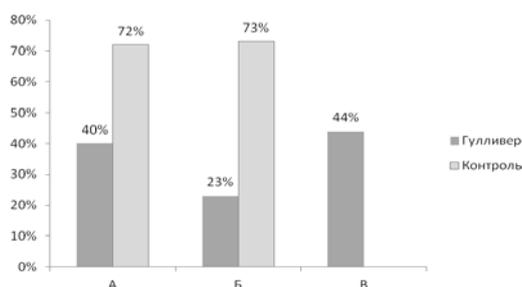
Результаты и обсуждение

В качестве основы для создания нового комплексного биопрепарата Гулливер, предназначенного для стимуляции роста растений и защиты их от болезней, использован штамм-антагонист *P. aureofaciens* А 8-6.

В серии лабораторных экспериментов изучена антагонистическая активность бактерий данного штамма. Выяснено, что клетки штамма *P. aureofaciens* А 8-6 проявляют высокую антагонистическую активность в отношении фитопатогенных бактерий (*Erwinia aroideae* – 2 штамма, *Erwinia carotovora* – 7 штаммов, *Erwinia herbicola* – 1 штамм, *Pseudomonas atrofaciens* – 1 штамм, *Pseudomonas glycinia* – 1 штамм, *Pseudomonas lachrimans* – 2 штамма, *Pseudomonas pisi* – 1 штамм, *Pseudomonas syringae* – 2 штамма, *Pseudomonas vignae* – 1 штамм, *Pseudomonas xanthochlora* – 1 штамм, *Pseudomonas corrugata* – 1 штамм, *Xanthomonas campestris* – 4 штамма) и фитопатогенных грибов (*Alternaria alternata* – 1 штамм, *Ascochyta* sp. – 1 штамм, *Botrytis* sp. – 1 штамм, *Botrytis cinerea* – 1 штамм, *Fusarium* sp. – 1 штамм, *Fusarium avenaceum* – 2 штамма, *Fusarium culmorum* – 3 штамма, *Fusarium oxysporum* – 2 штамма, *Fusarium sambucinum* – 1 штамм, *Fusarium semitectum* – 1 штамм, *Phytophthora infestans* – 3 штамма, *Sclerotinia sclerotiorum* – 1 штамм).

В лабораторных условиях на искусственном инфекционном фоне исследована способность бактерий *P. aureofaciens* А 8-6, входящих в состав препарата Гулливер, обеспечивать его антифунгальную активность, в частности, подавлять развитие фузариозного увядания картофеля. Результаты проведенных экспериментов представлены на рисунке 1.

Данные, представленные на рисунке, свидетельствуют о высокой биологической эффективности (44%) проверенного образца биопрепарата. Применение препарата Гулливер не только позволило на 32% снизить распространенность заболевания, но и уменьшило степень развития болезни на 50%. Таким образом, применение биопрепарата позволило как предотвратить заражение растений картофеля, так и значительно уменьшить проявления болезни (пожелтение и увядание листьев) у растений, пораженных фитопатогеном.



А – распространенность заболевания, %; Б – степень развития болезни, %; В – биологическая эффективность, %

Рисунок 1 – Эффективность препарата Гулливер в отношении фузариозного увядания картофеля (лабораторный эксперимент, 2009 г.)

В ходе проведения полевых испытаний биологической эффективности препарата Гулливер подтверждена его способность проявлять себя не только в качестве регулятора роста растений, но и в качестве фитозащитного агента. В период вегетации в 2010–2011 гг. основные стадии развития картофеля, а также фитопатологическая ситуация в посадках культуры проходили под влиянием погодных условий, которые способствовали раннему эпифитотийному развитию фитофтороза.

Данные, полученные в результате проведенных исследований, подтвердили наличие фунгистатической активности препарата Гулливер при обработке им растений картофеля. Максимальная биологическая эффективность препарата в отношении фитофтороза отмечена на ранних этапах развития растений картофеля (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность препарата Гулливер в защите картофеля от фитофтороза (мелкоделяночный опыт, 2011 г.)

Вариант	Развитие фитофтороза (I) и биологическая эффективность (II) на дату учета					
	18.07		26.07		3.08	
	I	II	I	II	I	II
Сорт Дельфин (фаза полных всходов – 16.06)						
Контроль	12,8	-	56,4	-	83,0	-
Гулливер	7,9	38,3	38,1	32,5	80,0	3,8
Сорт Скарб (фаза полных всходов – 20.06)						
Контроль	9,8	-	45,2	-	76,0	-
Гулливер	5,5	43,9	27,8	38,5	70,0	8,6
Сорт Журавинка (фаза полных всходов – 13.06)						
Контроль	16,8	-	40,0	-	53,3	-
Гулливер	6,2	63,0	18,0	55,0	47,0	11,8

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о целесообразности применения препарата Гулливер с профилактической целью для снижения развития фитофтороза в ранней фазе развития растений. В этом случае биологическая эффективность Гулливера на растениях раннеспелого сорта Дельфин достигала 38,3%, на растениях среднеспелого сорта Скарб – 43,9%, у позднеспелого сорта Журавинка – 63%.

Несмотря на то, что к концу вегетационного периода биологическая эффективность препарата Гулливер в отношении фитофтороза снижалась до уровня 3,8–11,8%), применение препарата позволило получить существенную прибавку урожая клубней (таблица 2).

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность препарата Гулливер в производстве картофеля (мелкоделяночный опыт, 2011 г.)

Вариант	Урожай		
	т/га	сохранено	
		т/га	%
Сорт Дельфин			
Контроль	23,0	-	-
Гулливер	26,4	3,4	14,8
НСР ₀₅	2,8		
Сорт Скарб			
Контроль	24,1	-	-
Гулливер	28,8	4,7	19,5
НСР ₀₅	3,4		
Сорт Журавинка			
Контроль	24,3	-	-
Гулливер	32,5	8,2	33,8
НСР ₀₅	4,8		

Хозяйственная эффективность изучаемого препарата определялась сортовыми особенностями растений картофеля. Наиболее высокая прибавка урожая получена на сорте Журавинка (33,8%). На растениях раннего сорта Дельфин получен урожай 26,4 т/га, что на 3,4 т /га (14,8%) выше, чем в варианте без применения Гулливера. У среднеспелого сорта Скарб сохранено 4,7 т/га урожая (19,5%).

В ходе проведения экспериментов установлена фунгицидная активность препарата Гулливер в отношении серебристой парши. Обработка препаратом Гулливер растений картофеля сорта Скарб в период вегетации по стандартной схеме позволила снизить распространённость серебристой парши на клубнях в период хранения на 30% (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность препарата Гулливер в защите клубней картофеля от серебристой парши (мелкоделяночный опыт, сорт Скарб, 2010 г.)

Вариант	Распространённость заболевания (через 2 месяца хранения), %
Контроль (без применения препарата)	70
Гулливер	40

Способность препарата Гулливер защищать в период вегетации клубни картофеля от поражения бактериальными и грибными заболеваниями изучали на растениях сорта Ласунак, Маг и Криница на протяжении 2010-2011 гг. В проведенных экспериментах проверены различные схемы применения препарата, представленные в таблицах 4 и 5.

Клубневой анализ картофеля (сорт Ласунак) во время уборки на наличие фитофторозно-бактериального поражения клубней подтвердил результативность защитного действия препарата Гулливер (таблица 4). Получены результаты снижения потерь урожая клубней от фитофторозно-бактериальных гнилей в 4,4 раза при последовательной обработке картофеля 1%-ным раствором препарата Гулливер (предпосадочная обработка клубней и 2-кратное опрыскивание в период вегетации), что позволяет сохранить 0,54 т урожая с 1 га. В то же время, обработка клубней 5%-ным раствором Гулливера провоцировала развитие гнилей, что свидетельствует о недопустимости превышения концентрации препарата при предпосадочной обработке клубней.

Таблица 4 – Биологическая эффективность применения препарата Гулливер в защите клубней картофеля от фитофторозно-бактериальных гнилей (мелкоделяночный опыт, сорт Ласунак, 2011 г.)

Вариант	Урожай		Потери от фитофторозно-бактериальных гнилей	
	т/га	± к контролю, %	т/га	%
Контроль (без применения препарата)	36,4	100	0,78	2,2
Гулливер 1%-ный раствор (25 л/т) → 1%-ный раствор (300 л/га 2-кратно)	45,7	125,6	0,24	0,5
Гулливер 5%-ный раствор (25 л/т) → 5%-ный раствор (300 л/га 2-кратно)	41,7	114,7	1,22	3,0
НСР ₀₅	5,7			

В условиях вегетационного опыта были проведены дополнительные исследования по оценке биологической активности бактерий *P. aureofaciens* А 8-6, входящих в состав препарата Гулливер, в качестве антагониста почвенно-клубневой инфекции *Rhizoctonia solani*. Эффективность Гулливера против почвенно-клубневой инфекции оценивали на фоне 2-кратной фунгицидной защиты Ширланом, 50% СК, начиная с фазы цветения картофеля с интервалом в 10 дней. В качестве семенного материала для предпосадочной обработки использованы клубни с различным баллом поражения *Rh. solani*: сорт Маг – 2–4 балла, сорт Криница – 1–3 балла.

Полученные результаты (таблица 5) свидетельствуют о существенном снижении распространенности *Rh. solani* на клубнях нового урожая под влиянием Гулливера (у сорта Маг – в 1,4–2,2 раза, у сорта Криница – в 1,1–2,0 раза). Кроме того, из результатов вегетационного опыта очевидна возможность использования биопрепарата Гулливер в системе защитных мероприятий. Подобный подход позволяет повысить хозяйственную эффективность препарата даже при высокой распространенности почвенно-клубневой инфекции картофеля (для сорта Маг на 2,3–3,1 т/га и на 5,8–12,0 т/га для сорта Криница).

Таблица 5 – Влияние препарата Гулливер на распространённость ризоктониоза клубней картофеля на фоне почвенно-клубневой инфекции *Rhizoctonia solani* (вегетационный опыт, 2011 г.)

Вариант	Урожай		Распространённость <i>Rh. solani</i> на клубнях, %
	т/га	сохранено, т/га	
Сорт Маг			
Контроль (без применения препаратов)	15,3	-	65,2
Гулливер 1%-ный раствор (25 л/т) + Ширлан 1%-ный раствор (0,4 л/га, 2-кратно)	17,6	2,3	46,7
Гулливер 5%-ный раствор (25 л/т) + Ширлан 5%-ный раствор (0,4 л/га, 2-кратно)	18,4	3,1	30,0
НСР ₀₅	1,8		
Сорт Криница			
Контроль (без применения препаратов)	12,2	-	50,0
Гулливер 1%-ный раствор (25 л/т) + Ширлан 1%-ный раствор (0,4 л/га, 2-кратно)	24,2	12,0	46,7
Гулливер 5%-ный раствор (25 л/т) + Ширлан 5 %-ный раствор (0,4 л/га, 2-кратно)	18,0	5,8	25,0
НСР ₀₅	3,4		

Из результатов проведенных исследований следует, что регулятор роста растений Гулливер обладает фунгистатической активностью. Комплексное действие биологического препарата Гулливер при последовательном применении обеспечивает сохранение до 30% урожая клубней.

Выводы

Антагонистическая активность препарата Гулливер по отношению к фитопатогенам, выявленная в лабораторных экспериментах, подтверждена в ходе двухгодичных полевых испытаний. Установлена эффективность препарата в отношении таких заболеваний картофеля, как фитофтороз, фитофторозно-бактериальная гниль клубней, серебристая парша, ризоктониоз. На основании результатов проведенных исследований следует заключить, что биологический регулятор роста растений Гулливер обладает фунгистатической активностью, комплексное действие препарата обеспечивает прибавку урожая клубней от 14,8% до 33,8% в зависимости от сорта картофеля.

Полученные данные, наряду с высокой хозяйственной эффективностью, позволяют заключить, что применение препарата Гулливер на картофеле является перспективным для оптимизации фитосанитарной обстановки и получения биологически полноценной и экологически безопасной продукции.

Список литературы

1. В Беларуси на душу населения производится 800 кг картофеля [Электронный ресурс]: Сайт БелаПА URL: http://naviny.by/rubrics/economic/2012/11/14/ic_news_113_405386. – Дата доступа: 12.10.2013.
2. Как защитить картофель от фитофтороза / Н. Я. Кваснюк [и др.] // Картофель и овощи. – 2004. – №2. – С. 26–28. – ISSN 0022–9148.
3. Бактерии *Pseudomonas aurantiaca* В-162 как основа биопрепарата для защиты растений / И.Н. Феклистова, Н.П. Максимова // Земляробства і ахова раслін. – 2006. – № 2. – С. 42–44.
4. Создание комплексного препарата системного действия на основе бактерий *Pseudomonas sp.* и гидрогумата торфа / Д.В. Маслак [и др.] // Вестник БГУ. Серия 2, Химия, биология, география: научный журнал Белорусского государственного университета. – 2011. – № 1. – С. 69–73.
5. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве // под редакцией – Буга С.Ф., Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, Институт защиты растений: Минск, 2007, 508 с.