

КОНТРОЛЬ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ИНФЕКЦИИ ТЕПЛИЧНЫХ КУЛЬТУР ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ

Рецензент: канд. биол. наук Комардина В.С.

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по изучению эффективности препаратов Бактоген, к.с. на основе бактерий *Bacillus subtilis* штамм 494 /КМБУ 30043/, титр 10^9 клеток/мл и Фитолавин, ВРК, содержащего фитобактериомицин – комплекс стрептотрициновых антибиотиков, ВА – 120000 УА/мл, 32 г/л в ограничении развития бактериального рака томата (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) и угловатой пятнистости огурца (*Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*), при выращивании культур в различных системах ротации способом малообъемной гидропоники на минераловатных субстратах. Применение экологически безопасных препаратов позволяет существенно снизить вредоносность бактериозов, исключить применение пестицидов химического синтеза и сохранить 18,9-60,9% урожая.

Ключевые слова: томат, огурец, бактериозы, Бактоген, к.с., Фитолавин, ВРК, эффективность.

Введение. В результате совершенствования технологий выращивания томата и огурца в тепличном агробиоценозе создаются исключительно благоприятные условия для развития, как растений, так и фитопатогенных микроорганизмов. Развитию патогенов, распространяющихся через семена, поливную воду и аэрогенно, способствует их экологическая концентрация на ограниченном видовом наборе овощных культур, возделываемых в защищенном грунте, отсутствие культурооборота, слабая конкуренция со стороны сапротрофных микроорганизмов в минераловатных субстратах. Особую вредоносность в тепличном агробиоценозе представляют болезни, вызванные фитопатогенными бактериями. Бактериальное увядание томата является широко распространенным по всему миру и опаснейшим заболеванием. Потери урожая тепличного томата могут составлять 30-50% [1, 2]. Болезнь вызывают бактерии рода *Clavibacter* Davis et al., включающего единственный вид – *Clavibacter michiganensis* corr. Smith, которые представляют собой группу грамположительных актиномицетов семейства *Microbacteriaceae* Park et al. Так как бактериальный рак является заболеванием типично сосудистого характера, признаки болезни

выражаются преимущественно в виде увядания растений, связанным с потерей тургора, и реже – в виде пятнистости плодов, некротизации тканей стебля. В результате ослабления и выпадов растений сокращается выход товарной продукции, за счет развития на пораженных плодах беловойтой «сетки» снижается их качество, что приводит к значительным экономическим потерям [1, 3, 4].

При выращивании огурца в защищенном грунте высокой вредоносностью характеризуется угловатая пятнистость, вызываемая бактерией *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* (Smith and Bryan) Yong et al. – видом фитопатогенных грамотрицательных палочковидных бактерий рода *Pseudomonas* Migula. Вредоносность бактериоза огурца связана с тем, что возбудитель поражает все надземные органы растения – семядоли, листья, цветы и плоды – на разных стадиях развития растения. Вследствие поражения надземных частей растения снижаются интенсивность образования и товарные качества плодов, что ведет к потерям до 60 % урожая [5, 6]. Симптомы болезни на семядолях проявляются в виде мелких светло-коричневых мокнущих пятен, большая часть которых впоследствии желтеет и покрывается некрозами, на пораженных участках часто выделяется экссудат, высыхающий в сухую солнечную погоду. При высокой интенсивности болезни семядоли засыхают, и всходы погибают. На листьях взрослых растений симптомы проявляются в виде угловатых темно-зеленых или светло-коричневых пятен, в условиях повышенной влажности пятна приобретают маслянистый вид, и с нижней стороны листа выступает слизистый экссудат. При подсыхании ткань листа выкрашивается, и листья становятся продырявленными. Пораженные плоды отстают в росте, искривляются, в условиях высокой влажности размягчаются и загнивают. При поражении плодов инфекционное начало сохраняется на поверхности семян и во внутренних слоях оболочки, что в дальнейшем является источником инфекции [5].

Контроль развития фитопатогенных бактерий затруднен тем, что данные микроорганизмы способны синтезировать большое количество экзополисахаридов, которые формируют защитную пленку и служат хранилищем питательных веществ. Результатом является увеличение устойчивости бактерий к химическим препаратам, дефициту питательного субстрата, а также к повреждающим факторам окружающей среды – температуре, высыханию, ультрафиолетовому излучению и др. [7]. Применение химических пестицидов при выращивании тепличных культур затруднено в связи с многосборовостью томата и огурца и особыми санитарно-гигиеническими требованиями

к производству. Поэтому использование экологически безопасных препаратов для контроля бактериальных инфекций тепличных культур является одним из путей снижения пестицидной нагрузки на тепличный агробиоценоз.

Целью исследований была оценка защитного действия микробиологического препарата Бактоген, к.с. и препарата микробиологического синтеза Фитолавин, ВРК при выращивании тепличных культур на минераловатных субстратах.

Материалы и методы исследований. Определение биологической эффективности препаратов проводили в условиях производственных теплиц ОАО «Озерицкий-Агро» Смолевичского района Минской области согласно общепринятой методике на культуре томата Раисса F_1 (продленный культурооборот) и Махитос F_1 (летне-осенний культурооборот), огурца Сигурд F_1 в зимне-летнем и летне-осеннем культурооборотах на естественном инфекционном фоне при выращивании растений в условиях малообъемной гидропоники на минераловатных субстратах [8]. Схема опытов включала следующие варианты: 1 – контроль, 2 – Бактоген, к.с., 3 – Фитолавин, ВРК.

На культуре томата препараты применяли согласно следующим схемам: Бактоген, к.с.: замачивание семян в 50%-ной рабочей жидкости (0,06 л/кг семян), полив растений (100 мл 1,0%-ной р.ж./растение), опрыскивание при появлении первых признаков болезни (1%-ная р.ж., 300-2000 л/га в зависимости от стадии развития растений); Фитолавин, ВРК: полив растений (150 мл 0,2%-ной р.ж./растение), опрыскивание при появлении первых признаков болезни (0,2%-ная р.ж., 300-2000 л/га в зависимости от стадии развития растений).

На культуре огурца технология применения препаратов включала: Бактоген, к.с.: замачивание семян в 50%-ной рабочей жидкости (1 л/кг семян); полив растений (100 мл 1,0%-ной р.ж./растение), опрыскивание при появлении первых признаков болезни (1%-ная р.ж., 300-2000 л/га в зависимости от стадии развития растений); Фитолавин, ВРК: полив растений (150 мл 0,2%-ной р.ж./растение), опрыскивание при появлении первых признаков болезни (1,0%-ная р.ж., 300-2000 л/га в зависимости от стадии развития растений).

При оценке распространенности и развития болезней, расчете биологической эффективности, учете урожайных данных руководствовались общепринятыми методиками [8].

Статистический анализ полученных результатов проводили в пакетах статистического анализа MS Excel (однофакторный дисперсионный анализ) с учетом групповых различий между средними значениями на основе наименьшей существенной разницы (НСР) [9].

Результаты и обсуждение. При культивировании томата в продленном культурообороте первые симптомы бактериального увядания были зафиксированы в третьей декаде мая. На первично обнаруженных больных растениях наблюдали одностороннее увядание листьев среднего яруса, через 7-10 дней на некоторых листьях были отмечены светлые некротические пятна. В дальнейшем фиксировали усиление проявления симптомов поражения. При распространении инфекции вверх и вниз по стеблю проявлялось вначале частичное (весь средний ярус) и через 2-3 недели от обнаружения первых признаков проявления болезни – полное увядание растения и гибель. Фитопатологический мониторинг показал, что распространенность бактериального рака в течение вегетационного периода нарастала с 1,6 до 100 %, развитие болезни – с 0,4 до 100 % (рисунок 1).

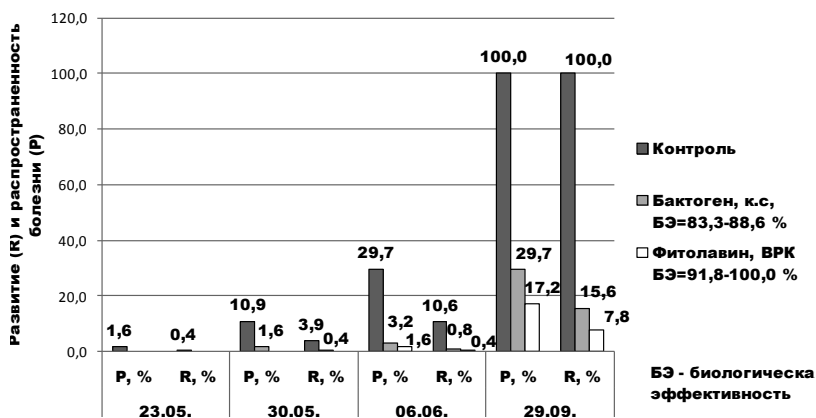


Рисунок 1 – Влияние препаратов на пораженность растений томата Раниса F₁ бактериальным раком (ОАО «Озерицкий-Агро», Смолевичский р-н, Минская область, малообъемная технология, продленный культурооборот, 2017 г.).

В контрольном варианте гибель 100% растений зафиксирована 29.09.2018 г., применение препаратов позволило значительно снизить проявления бактериоза и продлить вегетацию культуры на 1,5 месяца (середина второй декады ноября). К концу продленного культурооборота в варианте с применением препарата Бактоген, к.с. распространенность болезни была ниже в сравнении с контрольным вариантом на 70,3 %, развитие – на 84,4 %, в варианте с Фитолавином, ВРК – на 82,2 и 92,2 % соответственно, биологическая эффективность препарата Фитолавин, ВРК составила 89,0-100 %, Бактоген, к.с. – 78,1-100 %,

В летне-осенний период вегетации томата также отмечено интенсивное развитие бактериального рака. Распространенность и развитие болезни были несколько ниже, чем в продленном культурообороте, и составили 4,7-45,3 и 1,2-20,7% соответственно (рисунок 2).

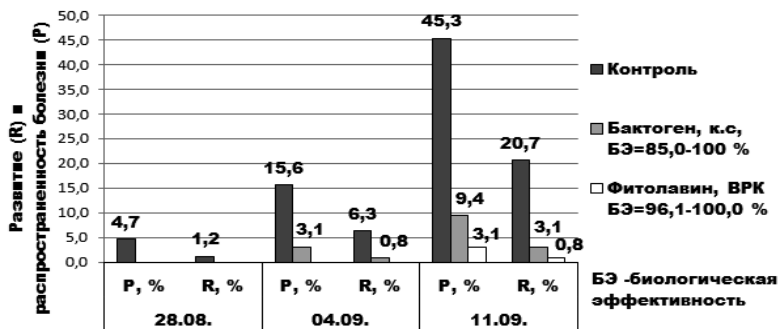


Рисунок 2 – Влияние препаратов на пораженность растений томата Махитос F_1 бактериальным раком (ОАО «Озерицкий-Агро», Смолевичский р-н, Минская область, малообъемная технология, летне-осенний культурооборот, 2017 г.).

К концу летне-осеннего культурооборота в варианте с применением препарата Бактоген, к.с. распространенность болезни была ниже в сравнении с контрольным вариантом на 35,9%, развитие – на 17,6%, в варианте с Фитолавином, ВРК – на 42,2 и 19,9 %, биологическая эффективность в защите томата от бактериального рака составила 85,0-100% и 96,1-100 % соответственно.

При выращивании огурца в зимне-летнем культурообороте первые симптомы угловатой пятнистости огурца (*Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*) отмечены в начале третьей декады мая, что, вероятно, связано с высокими дневными температурами (22-27° С) и высокой влажностью воздуха (80-90%) в теплице. Заболевание проявлялось в виде небольших мокнущих пятен угловатой формы на нижней поверхности листьев. Через 1-2 недели пятна приобретали коричневую окраску с желтой окантовкой. Согласно данным фитопатологического обследования посадок, распространенность угловатой пятнистости в контрольном варианте варьировала от 9,4 до 60,9%, развитие – от 1,3 до 15,8% (рисунок 3).

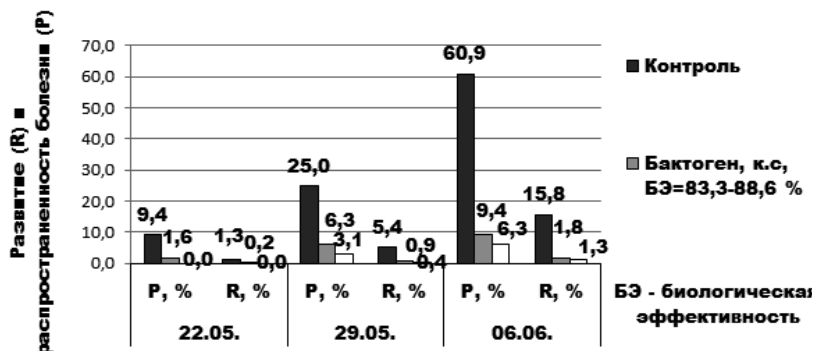


Рисунок 3 – Влияние препаратов на пораженность растений огурца Сигурд *F*₁ угловатой пятнистостью листьев (ОАО «Озеричский-Агро», Смолевичский р-н, Минская область, малообъемная технология, зимне-летний культурооборот, 2017 г.)

Применение препаратов Бактоген, к.с. и Фитолавин, ВРК позволило сдерживать распространенность и развитие угловатой пятнистости. В варианте с препаратом Бактоген, к.с. отмечено снижение развития болезни относительно контрольного варианта до 14,0%, распространенности – до 51,5%, в варианте с препаратом Фитолавин, ВРК максимальное снижение распространенности болезни составило 54,6%, развития – 14,5 %. Биологическая эффективность составила 83,3-100% в варианте с препаратом Бактоген, к.с. и 91,8-100% – с препаратом Фитолавин, ВРК.

В летне-осеннем культурообороте распространенность болезни также была на довольно высоком уровне и составила от 10,9 до 45,3% при развитии от 1,6 до 11,8%. Биологическая эффективность в снижении развития угловатой пятнистости листьев огурца при применении препарата Фитолавин, ВРК составила 89,0-100%, Бактоген, к.с. – 92,6-100% (рисунок 4).

Анализ урожайных данных, проведенный путем последовательной 10-кратной выборки, свидетельствует о значительном сохранении товарной продукции томата и огурца при использовании изучаемых препаратов.

Данные учета урожайных данных на культуре томата за две ротации показали, что при использовании Фитолавина, ВРК сохранено 1,4-1,6 кг/м² плодов, что составляет +37,8-48,5% в сравнении с контролем, в варианте препаратом Бактоген, к.с. сохранено 0,7-0,9-1,6 кг плодов/м², что составляет к контролю + 18,9-27,3 % (таблица 1).

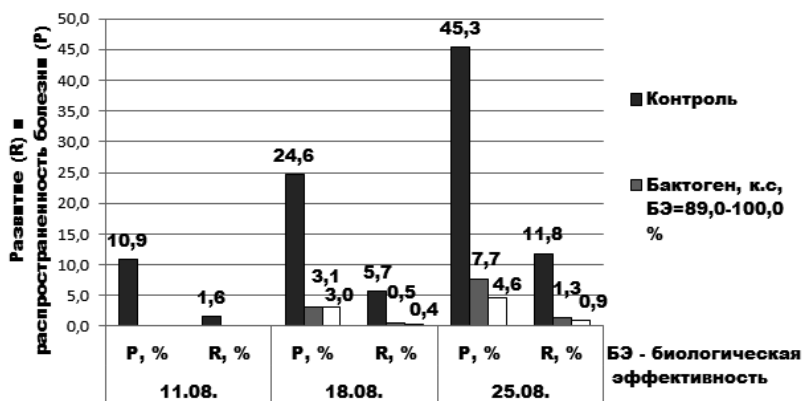


Рисунок 4 – Влияние препаратов на пораженность растений огурца Сигурд F_1 угловой пятнистостью листьев (ОАО «Озерицкий-Агро», Смолевичский р-н, Минская область, малообъемная технология, летне-осенний культурооборот, 2017 г.)

Таблица 1 – Влияние препаратов на урожайность томата при различных системах ротации (ОАО «Озерицкий-Агро», Смолевичский р-н, Минская область, малообъемная технология, 2017 г.).

Вариант опыта	Продленный культурооборот, Раисса F_1			Летне-осенний культурооборот, Махитос F_1		
	Урожайность					
	кг/м ² *	± к контролю		кг/м ²	± к контролю	
		кг/м ²	%		кг/м ²	%
Контроль	3,3	–	–	3,7	–	–
Бактоген, к.с.	4,2	+0,9	+27,3	4,4	+0,7	+18,9
Фитолавин, ВРК	4,9	+1,6	+48,5	5,1	+1,4	+37,8
НСП ₀₅	0,21	–	–	0,24	–	–

Примечание. Урожайность рассчитана по результатам 10-ти последовательных выборок продукции

Анализ урожайных данных растений огурца в двух культурооборотах показал, что использование препаратов Фитолавин, ВРК и Бактоген, к.с. позволило сохранить 1,3-1,4 кг/м² плодов огурца, что составило +43,3-60,9% к контрольному варианту и 0,7-0,8 кг плодов/м² в варианте с препаратом Бактоген, к.с. (+ 23,3-34,8% к контролю) (таблица 2).

Применение препаратов оказало положительное влияние на качество продукции: выход нестандартных плодов был ниже данного показателя в контроле на 85,1-86,8% в варианте с Фитолавином, ВРК и на 83,8-84,9% в варианте с препаратом Бактоген, к.с.

Таблица 2 – Влияние препаратов на урожайность огурца Сигурд F₁ при различных системах ротации (ОАО «Озерицкий-Агро», Смоленвичский р-н, Минская область, малообъемная технология, 2017 г.)

Вариант опыта	Зимне-весенний культурооборот				Летне-осенний культурооборот			
	Урожайность							
	кг/м²		± к контролю		кг/м²		±к контролю	
	С	Н	кг/м²	%	С	Н	кг/м²	%
Контроль	2,3	0,53	–	–	3,0	0,74	–	–
Бактоген, к.с.,	3,1	0,08	+0,8	+34,8	3,7	0,12	+0,7	+23,3
Фитолавин, ВРК	3,7	0,07	+1,4	+60,9	4,3	0,11	+1,3	+43,3
НСР ₀₅	0,25	0,030	–	–	0,19	0,025	–	–

Примечания: 1. Урожайность рассчитана по результатам 10-ти последовательных выборок продукции; 2. С – стандартная продукция; Н – нестандартная продукция

Выводы. Применение экологически безопасных препаратов Фитолавин, ВРК и Бактоген, к.с. позволило существенно снизить вредоносность бактериозов и исключить применение пестицидов химического синтеза. Биологическая эффективность Фитолавина, ВРК в защите томата от бактериальной инфекции составила 89,0-100%, огурца – 91,8-100%, при применении Бактогена, к.с. – 78,1-100% и 84,6-100% соответственно. Благодаря использованию препаратов сохранено 23,3-43,3% урожая огурца и 18,9-48,5% урожая томата. Включение в технологию выращивания тепличных культур изученных препаратов является эффективным приемом ограничения бактериальной инфекции и позволяет стабилизировать фитосанитарную ситуацию в тепличном агробиоценозе.

Список литературы

1. Прищепа, И.А. Защита культуры томата защищенного грунта от бактериальных болезней / И.А. Прищепа, В.Е. Мямин, В.В. Вабищевич // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – № 6. – С. 41–45.
2. Variables associated with severity of bacterial canker and wilt caused by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in tomato greenhouses / Blank L. [et al.] // Phytopathology. – 2016. – Vol. 106, № 3. – P. 254–261.
3. Жердецкая, Т.Н. Особенности защиты культуры томата от бактериозов в закрытом грунте / Т.Н. Жердецкая // Фітопатогенні бактерії. Фітонцидологія. Аллелопатія: зб. ст. Міжнар. наук. конф., Київ, 4-6 жовтня 2005 р. / Державний агроєкологічний університет. – Житомир, 2005. – С. 166–169.
4. Матвеева, В.В. Бактериальные болезни томата и картофеля и меры борьбы с ними: метод. рекомендации / В.В. Матвеева, Г.А. Быкова, А.М. Лазарев. – СПб.– Пушкин, 1999. – 23 с.
5. Прищепа, И.А. Основные бактериальные болезни огурца и томата защищенного грунта / И.А. Прищепа, В.В. Вабищевич. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип., 2008. – 52 с.
6. Occurrence and severity of angular leaf spot of cucumber in Kashmir / Bhat N. A. [et al.] // Annals of Plant Protection Sciences. – 2007. – Vol. 15, № 2. – P. 410–413.

7. Биопрепарат на основе бактериофагов для защиты растений от фитопатогенных бактерий рода *Pseudomonas* / Т.А. Пилипчук [и др.] // Труды БГУ. – 2013. – Т.8, №1. – С. 131–137.

8. Методические указания по проведению регистрационных испытаний биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней: метод. указания / РУП «Институт защиты растений»; сост.: Л.И. Прищепа, Н.И. Микульская, Д.В. Войтка. – Несвиж: МОУП «Несвижская укрупненная типография им. С. Будного», 2008. – 56 с.

9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Изд. 5-е. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

A.K. Yuzefovich, D.V. Voitka

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

CONTROL OF GREENHOUSE CROPS BACTERIAL INFECTION WITH ENVIRONMENTALLY SAFE PREPARATIONS

Summary. The article presents the results of studies on the efficacy of preparations Bactogen, sc based on bacteria *Bacillus subtilis* strain 494 (KMBU 30043), titer 10^9 cells / ml and Fitolavin, sc containing phyto-bacteriomycin-streptotricin antibiotics complex, BA – 120000 UA / ml, 32 g / l in limiting the development of bacterial tomato cancer (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) and angular spot of cucumber (*Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*), when crops are grown in various rotation systems by the method of small-volume hydroponics on mineral wool substrates. The use of environmentally friendly preparations can significantly reduce the harmfulness of bacterial diseases, exclude the use of chemical synthesis pesticides and save 18,9-60,0% of the yield.

Key words: tomato, cucumber, bacteriosis, Bactogen, sc, Fitolavin, sc., efficiency