

УДК 579.264: 631.461: 631.465: 631.427.2

ВЛИЯНИЕ МИКРОБОВ-АНТАГОНИСТОВ РОДА *BACILLUS* НА РАЗВИТИЕ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО ИНФЕКЦИОННОГО ФОНА

От урина И.П., Калиберденко Е.В., Пархоменко Т.Ю., Шерст обоев Н.К.

Проанализировано влияние обработки семян яровой пшеницы инокулятом штамма *Bacillus* sp. 15001 на биологическую активность ризосферы, степень поражения растений микромицетами и накопление биомассы растений на протяжении вегетационного периода. Установлено, что бациллы-антагонисты более эффективно, чем химический протравитель витавакс, подавляют развитие фитопатогенов, повышают показатели биологической активности почвы, снижают степень ее фитотоксичности и пораженность растений корневой гнилью.

Ключевые слова: микробы-антагонисты, фитопатогены, микромицеты, биологическая активность почвы, фитотоксичность, продуктивность пшеницы.

ВВЕДЕНИЕ

Современные интенсивные технологии выращивания растений предусматривают широкое использование разнообразных средств химической защиты от фитопатогенов, что, в свою очередь, приводит к значительному накоплению в агроценозах не утилизируемых остатков пестицидов. Кроме того, средства химической защиты содержат определенное количество сопутствующих токсичных соединений, в том числе тяжелые металлы, фториды, радиоактивные изотопы урана, тория и др., которые, загрязняя окружающую среду, снижают качество продукции сельского хозяйства [1]. В таких условиях инфекционное и химическое воздействие на растения все чаще превышает порог их адаптационных возможностей [2], вследствие чего создается реальная угроза для существования природных и искусственно созданных экосистем. Необходимость восстановления и сохранения биологического разнообразия фитоценозов на уровне, гарантирующем стабильность окружающей среды, лежит в основе биологического земледелия, одним из стратегических направлений которого являются фундаментально-прикладные исследования по разработке технологий получения и практического применения новых экологически безопасных биопрепаратов [3 – 5]. Так, использование микробных культур на основе микроорганизмов-антагонистов фитопатогенов позволяет не только надежно контролировать развитие бактериальных и грибных инфекций в течение всего вегетационного периода, но и во время хранения сельскохозяйственной продукции и посевного материала [6].

Известно, что 60-90 % живой биомассы почвы составляют микроорганизмы, физиолого-биохимическая активность которых в 100-1000 раз выше, чем у

макроорганизмов [7]. Многие почвенные грибы, поселяясь на поверхности прорастающих семян и вегетативных органах развивающихся из них проростков, вызывают разнообразные грибковые заболевания – микозы, являющиеся одной из основных причин резкого снижения урожайности зерновых, в частности, пшеницы, производство которой в последние годы сократилось более, чем на 30 %. В Государственном Стандарте Украины ДСТУ 2240-93 в перечне возбудителей заболеваний растений, передающихся как через семенной материал, так и через почву (приложение 5), зарегистрирован типичный представитель эпифитной микрофлоры *Fusarium culmorum*, являющийся возбудителем корневой гнили. Установлено, что грибы рода *Fusarium* продуцируют ряд микотоксинов, опасность которых проявляется в нефротоксическом, гепатоксическом, иммунодепрессивном и канцерогенном воздействии на человека и животных [8 – 10].

Почвенные микроорганизмы-антагонисты способны подавлять развитие фитопатогенных микромицетов, в том числе и фузариев, за счет секреции в среду экзометаболитов с выраженной антибиотической активностью, а также ферментативного разрушения гифов грибов и жесткой конкуренции за жизненное пространство и питательный субстрат. Использование бактерий рода *Bacillus* как биоагентов микробных препаратов имеет ряд преимуществ: данные микроорганизмы легко культивируются, могут длительное время храниться, а также использоваться в виде спор, что облегчает инокуляцию посевного материала и пролонгирует длительность действия биопрепарата в природной среде [11 – 13].

Целью данной работы явилось изучение влияния микроорганизмов-антагонистов рода *Bacillus* на рост и продуктивность пшеницы, а также основные характеристики ризосферы в условиях искусственного инфекционного фона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований являлись штамм фитопатогенного микромицета *Fusarium culmorum*, предоставленный для исследований Национальным центром семеноводства и сортоизучения УААН (г. Одесса), и штамм микроорганизма-антагониста фитопатогенов *Bacillus* sp.15001 из коллекции Южной опытной станции ИСХМ УААН.

Влияние микроорганизма-антагониста фитопатогенов на рост и продуктивность яровой пшеницы сорта Харьковская-26 изучалось в ходе полевого опыта, проведенного на базе Национального центра семеноводства и сортоизучения УААН в 2007 г. Варианты опыта: 1 – контроль (семена пшеницы, искусственно инфицированные *F. culmorum*), 2 – семена, протравленные химическим протравителем витаваксом 200ФФ, 3 – семена, обработанные бактериальной суспензией *Bacillus* sp. 15001. Почва опытного поля – чернозем южный. Повторность опыта – 4-кратная.

В течение вегетационного периода пробы для анализа отбирались трижды: в фазу кущения, фазу выхода в трубку и фазу молочно-восковой спелости.

При внесении микроорганизмов на семя, и затем в ризосферу необходимо учитывать многообразие взаимодействий, существующих в системе микроорганизм-растение-почва. Наиболее информативными показателями являются

способность внесенного микроорганизма приживаться в ризосфере, его способность к взаимодействию и регулированию качественного и количественного состава микробценоза, биологическая активность и фитотоксичность ризосферы, а также продуктивность растений. Биологическую активность ризосферы оценивали по нескольким показателям: по уровню ферментативной активности каталазы, которая измерялась газометрическим методом Галстяна [14], а также по интенсивности дыхания почвы, степени фитотоксичности и микробиологической активности.

Численность микроорганизмов определялась методом посева предельных разведений почвенных суспензий на соответствующую питательную среду: общая численность микроорганизмов – при посеве на МПА (мясо-пептонный агар), количество спорных бактерий – на МПА + сусло-агар (1:1), количество микромицетов – при посеве на сусло-агар, актиномицетов – на крахмало-аммиачный агар [15 – 16].

Влажность почвы определялась по общепринятому методу [17], фитотоксичность почвы – по методике Мочалова-Шерстобоева (авторское свидетельство СССР № 90085). Степень поражения растений яровой пшеницы корневой гнилью оценивали по 4-х балльной шкале Гейтмана.

Полученные результаты обрабатывались статистически.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Эффективность интродукции микроорганизмов-биоагентов микробных препаратов в ризосферу того или иного растения зависит от множества факторов, начиная от генетически обусловленного взаимодействия в системе микроорганизм-растение, до взаимодействий с микробным ценозом ризосферы и влияния различных абиотических факторов.

Все биохимические процессы, связанные с синтезом и разложением органических веществ, мобилизация элементов питания растений в почве происходят в результате сложнейших реакций, обусловленных содержащимися в ней ферментами, эффективность действия которых служит одной из основных характеристик биологической активности и плодородия почв. Наиболее показательной является активность термолабильной каталазы, так как именно она обеспечивается биотой почвы. Как видно из данных рис. 1, в фазу кущения активность этого фермента в контроле была $8,6 \text{ мл O}_2 \cdot \text{г почвы}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$, в то время как в вариантах 2 (витавакс) и 3 (*Bacillus* sp.) этот показатель составил 10,0 и 17,5 мл соответственно, что на 16,3 и 103,5 % выше контрольных значений. В фазу выхода в трубку активность термолабильной каталазы снизилась во всех вариантах опыта по сравнению с фазами кущения и молочно-восковой спелости. В контроле в этот период ее активность составляла $5,5 \text{ мл O}_2 \cdot \text{г почвы}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$, в вариантах 2 и 3 – 6,1 мл и 14,2 мл. Максимальная активность ризосферной каталазы наблюдалась в фазе молочно-восковой спелости: $10,9 \text{ мл O}_2 \cdot \text{г почвы}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$ в контрольном варианте, в вариантах 2 и 3 – 15,2 и 21,9 мл соответственно, что на 39,4 и 100,9 % превышало контрольные данные.

Таким образом, предпосевная инокуляция семян пшеницы штаммом *Bacillus* sp.15001 существенно повышала активность термолабильной каталазы, что

свидетельствует о возрастании интенсивности окислительно-восстановительных процессов, происходящих в зоне обитания корней. Активность термолabileной каталазы в зоне ризосферы указывает на повышение устойчивости растений к воздействию возбудителя заболевания.

Одной из важных характеристик биологической активности почвы является интенсивность дыхания. На искусственном инфекционном фоне (контроль) наиболее интенсивное дыхание ризосферы ($35,9 \text{ мл CO}_2 \cdot \text{г почвы}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$) наблюдалось в фазу молочно-восковой спелости пшеницы, т.е. в заключительном периоде развития растений. В фазах кущения и выхода в трубку значения исследуемого показателя в этом варианте отличались незначительно и составляли $17,1$ и $13,7 \text{ мл CO}_2 \cdot \text{г почвы}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$ соответственно (рис. 2).

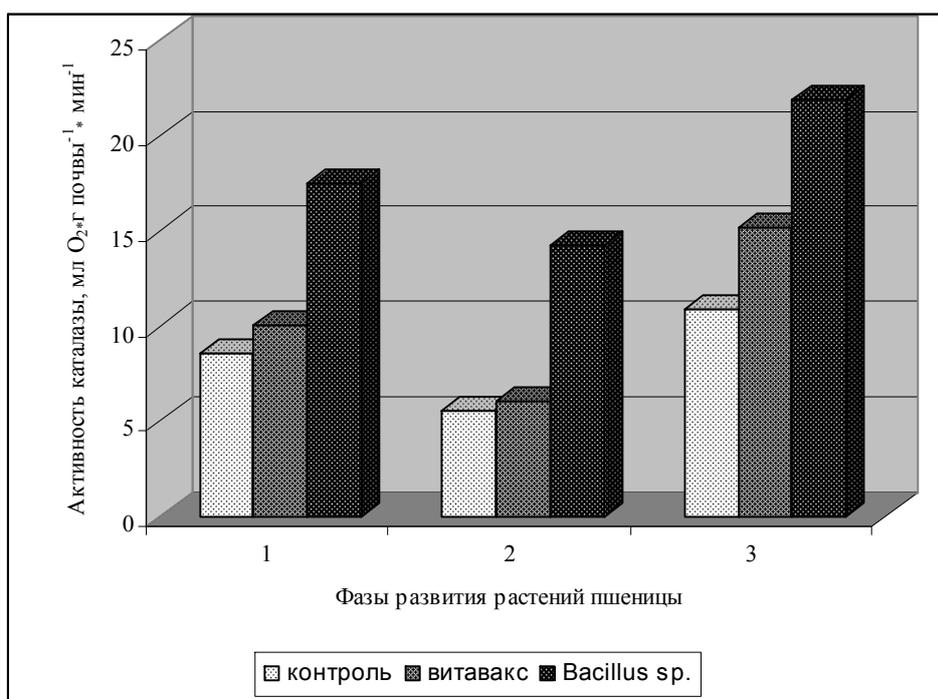


Рис. 1. Активность термолabileной каталазы в ризосфере яровой пшеницы под влиянием химического протравителя и микроба-антагониста *Bacillus sp.*: 1 – фаза кущения, 2 – фаза выхода в трубку, 3 – фаза молочно-восковой спелости

Аналогичная контрольному варианту динамика отмечена и при использовании протравителя семян витавакса – максимальное количество углекислого газа выделялось в фазу молочно-восковой спелости – $29,7 \text{ мл CO}_2 \cdot \text{г почвы}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$, что на $17,3 \%$ меньше, чем предыдущем варианте в этот период развития растений, но тем не менее свидетельствует о проявлении признаков болезни. В фазах кущения и выхода в трубку значения исследуемого показателя составляли $21,1$ и $18,3 \text{ мл CO}_2 \cdot \text{г почвы}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$ соответственно.

Иная картина наблюдалась в варианте с использованием *Bacillus* sp.: наибольшее количество углекислого газа в этом варианте выделялось в начальную фазу кущения растений – 78,3 мл CO_2 :г почвы⁻¹:сут⁻¹. В фазу трубкования отмечено снижение интенсивности дыхания до 52,1 мл CO_2 :г почвы⁻¹:сут⁻¹, а в фазе молочно-восковой спелости значение этого показателя снова возросло до 58,1 мл CO_2 :г почвы⁻¹:сут⁻¹ (рис. 2).

Одним из основных факторов, обуславливающих активность функционирования внесенных в микробоценоз бактерий, является их взаимодействие с резидентными микроорганизмами ризосферы, так как штаммы-интродуценты в природных условиях находятся в постоянном контакте с ними [18].

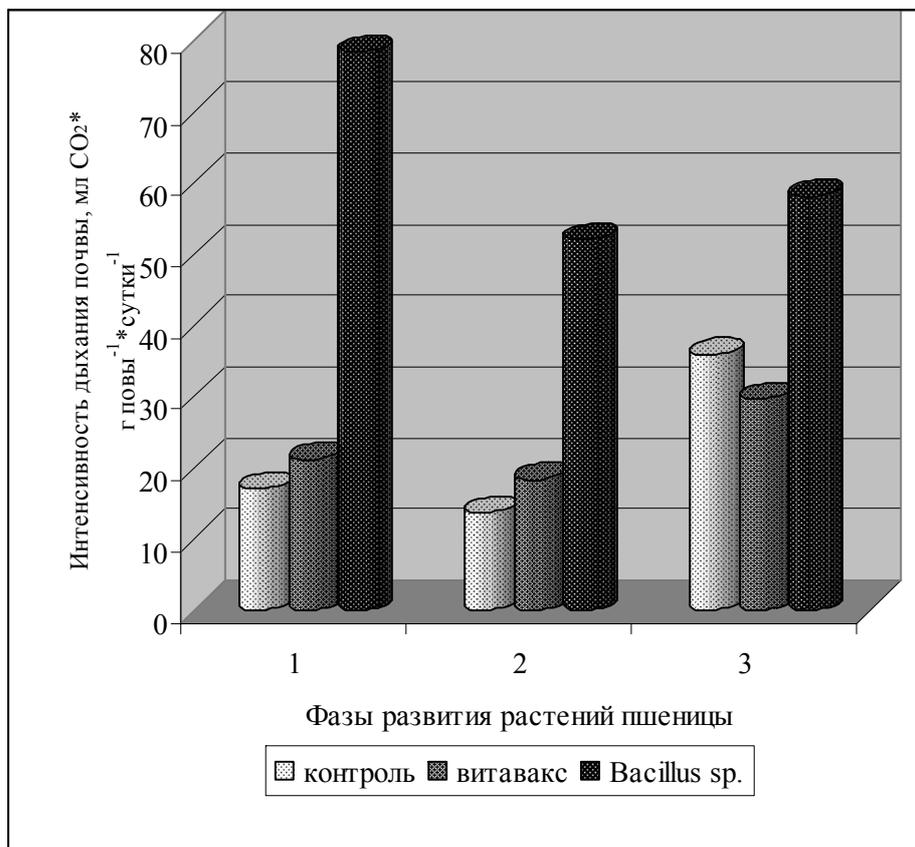


Рис.2. Интенсивность дыхания ризосферы яровой пшеницы под влиянием химического протравителя и микроба-антагониста *Bacillus* sp.: 1 – фаза кущения, 2 – фаза выхода в трубку, 3 – фаза молочно-восковой спелости

В фазе кущения в варианте 3 (*Bacillus* sp.) в ризосфере наблюдалось значительное увеличение общего количества микроорганизмов, в том числе и спорных бактерий, в то время как численность микромицетов уменьшилась в среднем на 35 %, а количество актиномицетов во всех вариантах опыта

существенно не изменилось (табл. 1). В фазу выхода в трубку численность ризосферных микромицетов во всех вариантах опыта оставалась неизменной, при этом количество актиномицетов и спорных бактерий в эту фазу развития пшеницы снизилось в среднем на 12-14 % (табл.1). В фазу молочно-восковой спелости общая численность микроорганизмов и микромицетов оставалась на уровне значений показателей предыдущей фазы развития растений; по сравнению с фазой кущения отмечено уменьшение численности ризосферных спорных бактерий, тем не менее их количество в этом варианте было самым значительным. Численность почвенных актиномицетов в фазе молочно-восковой спелости резко возрастает в контроле (инфекционный фон) и в варианте с Витаваксом. В варианте с *Bacillus sp.* их количество существенно по сравнению с двумя предыдущими фазами развития не изменяется.

Таблица 1.

Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы протравителем Витаваксом и культурой *Bacillus sp.* на численность представителей ризосферной микрофлоры (млн. КОЕ·г почвы⁻¹) в условиях искусственного инфекционного фона ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)

Варианты опыта	Количество микроорганизмов			
	общее количество микроорганизмов	микромицеты	актиномицеты	спорные
Фаза кущения				
Контроль	0,37 ± 0,009	0,36 ± 0,009	0,15 ± 0,002	0,57 ± 0,001
Витавакс	0,37 ± 0,007	0,30 ± 0,003	0,16 ± 0,002	0,58 ± 0,001
<i>Bacillus sp.</i>	0,54 ± 0,008	0,22 ± 0,002	0,18 ± 0,002	0,71 ± 0,001
Фаза выхода в трубку				
Контроль	0,34 ± 0,007	0,37 ± 0,007	0,09 ± 0,001	0,42 ± 0,007
Витавакс	0,34 ± 0,008	0,31 ± 0,006	0,10 ± 0,001	0,46 ± 0,008
<i>Bacillus sp.</i>	0,52 ± 0,008	0,21 ± 0,002	0,14 ± 0,001	0,61 ± 0,009
Фаза молочно-восковой спелости				
Контроль	0,29 ± 0,006	0,33 ± 0,007	0,82 ± 0,001	0,35 ± 0,007
Витавакс	0,30 ± 0,006	0,31 ± 0,005	0,87 ± 0,001	0,36 ± 0,008
<i>Bacillus sp.</i>	0,50 ± 0,008	0,21 ± 0,002	0,12 ± 0,001	0,54 ± 0,009

Фитотоксичность почвы, или почвоутомление, может иметь различные причины и степень выраженности. Причинами, ее вызывающими, могут быть развитие фитопатогенной микрофлоры, односторонне развитие некоторых групп

микроорганизмов в ущерб другим группам и накопление фитотоксических соединений [19]. Проявление высокой фитотоксичности почвы может быть вызвано и несбалансированным развитием определенных групп микроорганизмов, в том числе и антагонистов. Фитотоксичность проявляется в замедлении прорастания семян, угнетении роста и развития растений, снижении их продуктивности. Кроме того, токсические соединения могут угнетать жизнедеятельность полезных микроорганизмов, что приводит к неблагоприятным последствиям [20].

В результате проведенных исследований установлено, что в фазу кушения в контроле (инфекционный фон) фитотоксичность составляла 30,6 %, в варианте с витаваксом – 48,2 %, а в варианте с *Bacillus* sp. 15001 – 13,0 % (рис. 3).

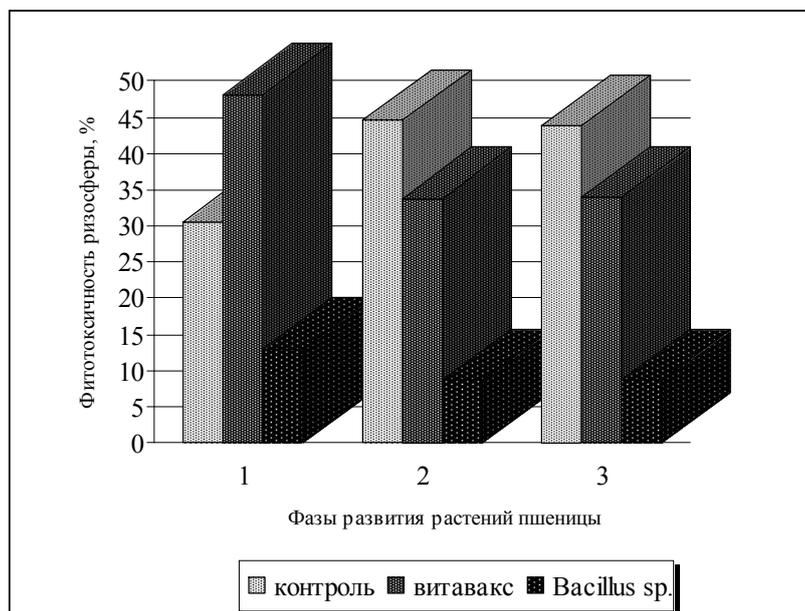


Рис. 3. Фитотоксичность ризосферы яровой пшеницы под влиянием химического протравителя витавакса и микроба-антагониста *Bacillus* sp.: 1 – фаза кушения, 2 – фаза выхода в трубку, 3 – фаза молочно-восковой спелости

Таким образом, в эту фазу фитотоксичность была максимальной при использовании химического протравителя семян витавакса. Применение *Bacillus* sp. позволило снизить степень фитотоксичности в 2,4 раза по сравнению с контролем и в 3,7 раза по сравнению с витаваксом (рис. 3). В фазе выхода в трубку и фазе молочно-восковой спелости во всех вариантах фитотоксичность оставалась на одном и том же уровне: в контроле – 44,6 и 43,9 %, в варианте 2 (витавакс) – 33,8 и 33,9%, и в варианте 3 (*Bacillus* sp.) – 8,7 % соответственно (рис. 3).

Снижение фитотоксичности почвы в опытном варианте с *Bacillus* sp. могло быть связано с уменьшением численности микромицетов в ризосфере, поскольку многие фитопатогены продуцируют токсичные соединения. Так, например, грибы рода *Fusarium* выделяют до 148 метаболитов, среди которых есть и опасные для

людей и животных – дезоксиниваленол (ДОН), ниваленол, зеараленон, фумонизины и др. [21]. С количественным содержанием почвенных актиномицетов изменение степени фитотоксичности, по-видимому, не связано.

Степень поражения растений возбудителем корневой гнили *Fusarium culmorum* и темпы развития болезни при обработке посевного материала яровой пшеницы витаваксом и культурой *Bacillus* sp проявлялись по-разному (табл. 2). Так, в фазу кущения пшеницы минимальная степень поражения, составлявшая 0,6 балла, зафиксирована в варианте с *Bacillus* sp., а степень развития болезни по отношению к контролю – 11,8 %. В варианте с витаваксом значения этих показателей были 1,1 и 53,5 % соответственно. Таким образом, штамм *Bacillus* sp. 15001 в этой фазе наиболее эффективно снижал пораженность растений корневой гнилью.

Таблица 2.

Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы протравителем и культурой *Bacillus* sp. на степень поражения растений (балл:0-4) и развитие болезни яровой пшеницы (%) в условиях искусственного инфекционного фона

Варианты опыта	Степень поражения растений			Развитие болезни, среднее / к контролю		
	1	2	3	1	2	3
Контроль	1,3	1,4	1,4	20,8/ 100	24,1/ 100	24,1/100
Витавакс	1,1	1,3	1,1	15,0/ 53,5	16,6/ 68,9	16,6/ 68,9
<i>Bacillus</i> sp.	0,6	0,6	0,3	3,3/ 11,8	3,3/ 13,7	3,3/ 13,7

Примечание: 1 – фаза кущения растений, 2 – фаза выхода в трубку, 3 – фаза молочно-восковой спелости.

В фазу выхода в трубку в контрольном варианте признаки развития болезни усилились. При обработке семян витаваксом по сравнению с контролем степень развития болезни снизилась на 31,1 %, в то время, как у растений, выращенных из инокулированных *Bacillus* sp. 15001 семян, степень поражения растений фитопатогеном была ниже, чем в контроле, в 2,3 раза. В фазе молочно-восковой спелости значения степени развития болезни во всех вариантах практически полностью совпадали с показателями предыдущей фазы.

Главным показателем эффективности применения химического или биологического препарата является его влияние на продуктивность растений. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы сорта Харьковская-26 витаваксом в условиях искусственного инфекционного фона способствовала увеличению биомассы растений по фазам кущения, выхода в трубку и молочно-восковой спелости на 4,0; 7,0 и 4,0 % соответственно по отношению к контролю. Предпосевная инокуляция семян штаммом *Bacillus* sp. 15001 вызывала возрастание биомассы растений по фазам развития на 39 (кущение), 41 (выход в трубку) и 38 % (молочно-восковая спелость) соответственно по отношению к контролю, что достоверно превышает показатели предыдущего варианта (табл. 3). Таким образом, увеличение биомассы вегетирующих растений пшеницы, а значит, и чистой продуктивности растений, несомненно, положительно скажется на качественных и

количественных характеристиках прогнозируемого урожая.

Таблица 3.

Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы химическим протравителем и культурой *Bacillus sp.* на продуктивность растений яровой пшеницы (г / % к контролю) в условиях искусственного инфекционного фона

Варианты опыта	Биомасса растений		
	Фаза кущения	Фаза выхода в трубку	Фаза молочно-восковой спелости
Контроль	22,9/ 100	30,7/ 100	39,6/ 100
Витавакс	23,9/ 104	32,8/ 107	41,4/ 104
<i>Bacillus sp.</i>	31,8/ 139	43,2/ 141	54,7/ 138

Таким образом, применение в практике растениеводства биопрепаратов нового поколения на основе ассоциативных микроорганизмов, обладающих агрономически полезными свойствами, в том числе и выраженным антагонизмом к фитопатогенным микроорганизмам, позволит существенно снизить применение средств химической защиты растений и получить высококачественную и экологически чистую продукцию растениеводства. Создание и практическое использование новых эффективных биопрепаратов может стать альтернативой химических средств защиты растений, а потому экологически обоснованным и технологически несложным агроприемом.

ВЫВОДЫ

1. Предпосевная инокуляция семян яровой пшеницы сорта Харьковская-26 штаммом бактерий *Bacillus sp.*15001 из коллекции Южной опытной станции ИСХМ УААН способствовала возрастанию биологической активности и плодородия почв, о чем свидетельствуют увеличение активности термолabileй каталазы и возрастание интенсивности дыхания ризосферы в 2,0-2,6 и 2,2-4,2 раза соответственно по сравнению с контролем.
2. Инокуляция посевного материала культурой *Bacillus sp.*15001 вызывала увеличение в 1,5-1,7 раза по сравнению с контрольным вариантом общей численности ризосферной бактериальной микрофлоры, эффективно конкурирующей с микромицетами-фитопатогенами, что способствовало угнетению их развития при одновременном сохранении численности почвенных актиномицетов, являющихся важным компонентом почвенных микробиоценозов.
3. Применение биопрепарата, содержащего *Bacillus sp.*15001, приводило к снижению фитотоксичности ризосферы вследствие уменьшения численности ризосферных фитопатогенных микромицетов – продуцентов токсических метаболитов.
4. Степень поражения растений возбудителем корневой гнили *Fusarium culmorum* и темпы развития болезни при обработке посевного материала яровой пшеницы культурой *Bacillus s.p* достоверно снижались, что положительно отразилось на

накоплении биомассы вегетерирующих растений, а, следовательно, и на продуктивности растений в целом.

5. Химический протравитель семян витавакс 200ФФ проявил меньшую фунгицидную активность, чем исследуемый штамм бацилл-антагонистов. Обработка семян пшеницы витаваксом угнетала развитие не только почвенных микромицетов, но и споровых бактерий – природных антагонистов фитопатогенов, вследствие чего при использовании данного химического протравителя отмечена достаточно высокая степень поражения растений корневой гнилью, и, как следствие, более низкая продуктивность пшеницы.

Список литературы

1. Кавецкий В.М. Екотоксикологічне обґрунтування застосування засобів хімізації // Агроекологічний журнал. – 2002. – № 2. – С. 24-30.
2. Чугункова Т.В., Губанова Н.Я. Неспецифические элементоры – модуляторы иммунных реакций растений // Физиология и биохимия культурных растений. – 2005. – Т. 37. – № 3. – С. 198-207.
3. Петюх Г.П., Патики В.П. Сучасні агротехнології в Україні: проблеми та перспективи // Агроекологічний журнал. – 2005. – № 1 – С.3-7.
4. Сайко В.Ф. Землеробство в сучасних умовах // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 5 (589). – С. 5-10.
5. Tilman D., Cassman K.G., Matson P.A., Naylor R., Polaskyt S. Agricultural sustainability and intensive production practices // *Sydowia*. – 1998. – P. 149-170.
6. Чабанюк Я.В. Формування та активність мікробного угруповання ризосфери злакових культур за дії комплексу мікробних препаратів та органомінеральних добрив // Автореф. дис. канд. с.-г. наук. – К., 2006. – 20 с.
7. Тихонович И.А., Кожемяков А.П., Чеботарь В.К. и др. Биопрепараты в сельском хозяйстве / В сб.: Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве. – М., 2005. – 154 с.
8. Монастырский О.А. Опасные грибы // *Агро XXI*. – 1998. – № 10. – С. 18-19.
9. Монастырский О.А. Современное состояние и проблемы исследования токсиногенных грибов, поражающих злаковые культуры // Актуальные вопросы биологизации защиты растений. – Пущино, 2000. – С. 79-89.
10. Левитин М.М. Фузариоз колоса зерновых культур // Защита и карантин растений – 2002. – № 1. – С. 16-17.
11. Gabriele Berg, Annette Krechel, Michaela Ditz, Richard A. Sikora, Andreas Ulrich and Johannes Hallmann Endophytic and ectophytic potato-associated bacterial communities differ in structure and antagonistic function against plant pathogenic fungi // *FEMS Microbiology Ecology*. – 2001. – V. 51. – I. 2,1. – P. 215-229.
12. Шерстобоева О.В. Елементи технології застосування *Bacillus polymyxa* – діазотрофа з антифунгальними властивостями // Физиология и биохимические культурных растений. – 2003. – Т. 35. – № 1 (201). – С. 79-83;
13. Кузин А.И., Кириченко П.М., Кузнецова Н.И. и др. Фунгицидные свойства штамма *Bacillus subtilis* // Материалы Всерос. конференции «Сельскохозяйственная микробиология в 19-21 веках» – Санкт-Петербург, 2001. – С. 30.
14. Галстян А.Ш. Унификация методов определения активности ферментов почв // Почвоведение. – 1978. – № 2. – С. 107-113.
15. Методы почвенной микробиологии и биохимии /Под ред. Звягинцева Д.Г. – М.: МГУ, 1991. – 304 с.
16. Теплер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 145-156.
17. Методы изучения почвенных микроорганизмов и их метаболитов // Под ред Красильникова Н.А. –М.: МГУ, 1966. – С. 12.

18. Сафронова Г.В., Суховицкая Л.А., Короленок Н.В., Тагиль И.И. Интродукция искусственных ризосферных бактериальных ассоциаций в ризосферу гороха // *Материалы междунар. конф. «Микробиология и биотехнология 21 столетия»*. – Минск, 2002. – С. 83-84.
19. Гродзинский А.М. Аллелопатия растений. – К.:Наук. думка, 1991. – С.51-60.
20. Берестецкий О.А. Методы определения токсичности почв // *Микробиологические и биохимические исследования почв*. – К.: Урожай, 1971. – С. 239-243.
21. Львова Л.С., Седова И.Б., Кизленко О.И. и др. Образование фумонизинов штаммами *Fusarium moniliforme*, выделенными из зерна кукурузы // *Приклад. биохим. микробиол.* – 2003. –Т. 39. – № 2. – С. 222-227.

Отуріна І.П., Каліберденко О.В., Пархоменко Т.Ю., Шерстобоев М.К. Вплив мікробів-антагоністів роду *Bacillus* на розвиток пшениці за умов штучного інфекційного фону // *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського . Серія „Біологія, хімія”*. – 2008. – Т. 21 (60). – № 1. – С. 87-97.

Проаналізовано вплив обробки насіння ярової пшениці інкулятом штаму *Bacillus* sp. 15001 на біологічну активність ризосфери, ступінь ураження рослин мікроміцетами та накопичення рослинної біомаси на протязі вегетаційного періоду. Встановлено, що бацили-антагоністи більш ефективно, ніж хімічний протравник вітавакс, пригнічують розвиток фітопатогенів, підвищують показники біологічної активності ґрунту ризосфери, знижують ступінь його фітотоксичності та ураженість рослин кореневою гниллю.

Ключові слова: мікроби-антагоністи, фітопатогени, мікроміцети, біологічна активність ґрунту, фітотоксичність, продуктивність пшениці

Oturina I.P., Kaliberdenko E.V., Parkhomenko T.Y., Sherstoboyev N.K. Influence of microbes-antagonists of genus *Bacillus* on development of wheat under conditions of an artificial infectious background // *Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry»*. – 2008. – V.21 (60). – № 1. – P. 87-97.

Summary: the effect of treatment of a spring wheat seeds by inoculum of strain *Bacillus* sp. 15001 on biological activity rhizosphere, a degree of defeat of plants by parasitic fungi and accumulation of a plants biomass have been analyzed during the vegetative period. It have been established, that bacillus-antagonists more effectively suppress development of phytopathogens, raise parameters of ground's biological activity, reduce its degree phytotoxicity and disease of plants root decay.

Keywords: microbes-antagonists, phytopathogens, parasitic fungi, biological activity of ground, phytotoxicity, productivity of wheat

Пост упила в редакцію 21.04.2008 г.