

СОВМЕСТИМОСТЬ НОВОГО БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА ДЛЯ ЗАЩИТЫ И СТИМУЛЯЦИИ РОСТА РАСТЕНИЙ С ХИМИЧЕСКИМИ ПЕСТИЦИДАМИ

COMPATIBILITY OF A NEW BACTERIAL PREPARATION FOR PROTECTING AND STIMULATING PLANT GROWTH WITH CHEMICAL PESTICIDES

A. Malkova
A. Irkitova
G. Sadovnikov

Summary: The possibility of joint use of a new preparation for crop production based on three *Bacillus pumilus* strains with chemical seed protectants was established in the conducted studies. It was revealed that the number of bacteria from the biological preparation when one hour after mixing with the pesticide remained at the same level as in the control (at least 1×10^9 CFU/ml), with 4 out of 5 studied agents — «Prestige», «Instivo», «Vincit» and «Maxim». A decrease in the number of bacilli was noted by one order only when mixed with the preparation «Bariton». When the resulting mixtures were kept for a day, no further decrease in the number in the variant with the pesticide «Bariton» was noted, however, with the preparation «Maxim», a decrease in titer to 4.53×10^8 CFU/ml was also recorded. Therefore, the new biopreparation has the greatest compatibility with the pesticides «Prestige», «Instivo» and «Vincit».

Keywords: biological preparation, pesticides, seed protectants, *Bacillus pumilus*.

Введение

В эпифитотийные годы потери урожая от инфекционных заболеваний могут достигать 50 % и более [9]. Для профилактики и борьбы с болезнями и вредителями растений существует целый ряд разработанных мероприятий. По разным классификациям выделяется порядка 7 методов защиты растений, известных в современном сельском хозяйстве — механические, агротехнические, селекционно-генетические, физические, химические, биологические и карантинные [2, 3].

Все перечисленные мероприятия имеют свои достоинства и недостатки. Например, механические методы безвредны для экологии, но очень трудоемки. Поэтому ни один из сельскохозяйственных приемов не является самодостаточным и главным. В целях эффективной и безопасной для окружающей среды защиты растений необходимо комплексное использование и развитие всех типов применяемых мероприятий. Именно такой

Малкова Ангелина Владимировна
аспирант, м.н.с., Алтайский государственный
университет (Барнаул)
gelishka96@mail.ru

Ирkitова Алена Николаевна
к.б.н., доцент, в.н.с., Алтайский государственный
университет (Барнаул)
elen171987@mail.ru

Садовников Георгий Геннадьевич
к.с.-х.н, в.н.с., доцент, Федеральный Алтайский научный
центр агробиотехнологий (Барнаул)
sadovnikov-g@yandex.ru

Аннотация. В проведенных исследованиях установлена возможность совместного использования нового препарата для растениеводства на основе 3-х штаммов *Bacillus pumilus* с химическими протравителями семян. Выявлено, что численность бактерий из биопрепарата при посеве через час после смешивания с пестицидом оставалась на том же уровне, как и в контроле (не менее 1×10^9 КОЕ/мл), с 4 из 5 исследуемых средств — «Престиж», «Инстиво», «Винцит» и «Максим». Снижение численности бактерий отмечалось на один порядок только при смешивании с препаратом «Баритон». При выдерживании полученных смесей в течение суток дальнейшее снижение численности в варианте с пестицидом «Баритон» не отмечалось, однако с препаратом «Максим» также было зафиксировано снижение титра до $4,53 \times 10^8$ КОЕ/мл. Поэтому новый препарат обладает наибольшей совместимостью с препаратами «Престиж», «Инстиво» и «Винцит».

Ключевые слова: биопрепарат, пестициды, протравители семян, *Bacillus pumilus*.

подход лежит в основе интегрированной защиты растений [1].

Особый интерес вызывает возможность совместного использования токсичных химических препаратов совместно с микробными биопрепаратами. Так как уже есть сведения о том, что биологические и химические пестициды эффективнее применять комплексно [10]. Однако в данном случае важно учитывать, что химикат может оказаться токсичным не только для фитопатогенов, но и для микроорганизмов, являющихся действующим компонентом биопрепарата. Поэтому при разработке биологических средств для защиты и стимуляции роста растений необходимо ориентироваться на высокоустойчивые микробные культуры. К ним, например, относятся представители рода *Bacillus*, которые обладают способностью к образованию эндоспор, повышающих их невосприимчивость к воздействию различных факторов окружающей среды [14, 17].

Целью данной работы было оценить совместимость нового бактериального препарата для защиты и стимуляции роста растений на основе штаммов *B. pumilus* с химическими пестицидами.

Материалы и методы

В качестве объекта исследования выступал микробный биопрепарат «Фитопумилин» на основе 3-х штаммов *B. pumilus* из коллекции ИЦ «Промбиотех» (Алтайский государственный университет). Средство представляет из себя лиофилизированный концентрат бактерий с титром не менее 1×10^{11} КОЕ/г [13]. Рабочий раствор биопрепарата получали путем растворения 1 г порошка в 100 мл воды.

Совместимость бактериального препарата проверяли со следующими протравителями семян — инсектофунгицидом «Престиж», инсектицидом «Инстиво» и фунгицидами «Баритон», «Винцит» и «Максим». В соответствии с нормами применения пестицидов, указанными на упаковках, было заложено 6 вариантов эксперимента. В качестве контроля выступала пробирка с 9 мл рабочего раствора биопрепарата и 1 мл воды. Варианты с пестицидами «Престиж» и «Инстиво» были приготовлены аналогичным образом, но вместо воды были взяты протравители. Образец с «Баритоном» содержал 8,5 мл рабочего раствора биопрепарата и 1,5 мл пестицида. С остальными фунгицидами варианты содержали по 8 мл рабочего раствора биопрепарата и по 2 мл пестицидов.

Обработку семян химическими пестицидами можно осуществлять как непосредственно перед посевом, так и за 7–14 дней до этого без снижения эффективности. Однако обработку семян биопрепаратами рекомендовано проводить непосредственно перед посевом [7]. Поэтому учет результатов производили через час после получения смесей и через сутки хранения при 25 °С. Для этого осуществляли поверхностный посев всех вариантов на L-среду и культивировали при 37 °С в течение 24 часов [5]. Полученные данные выражали, используя среднее (M) со стандартным отклонением (m).

Результаты и их обсуждение

В соответствии с полученными результатами биопрепарат «Фитопумилин» однозначно возможно применять совместно с пестицидами «Престиж», «Инстиво» и «Винцит». На это указывает сохранение количества живых бактерий в пределах одного порядка в опыте и контроле (не менее 1×10^9 КОЕ/мл) (табл. 1).

При этом посев семян, обработанных совместно биопрепаратом и протравителем «Максим», необходимо производить в первые часы после обработки, так как титр бацилл при хранении данной смеси в течение суток снизился на один порядок по сравнению с контролем (до $4,53 \times 10^8$). Это может быть связано с тем, что действующим компонентом фунгицида «Максим» является флудиоксонил из класса фенилпирролов, который вызывает ингибирование фосфорилирования глюкозы при клеточном дыхании, однако молекулярный механизм этого процесса еще до конца не выяснен.

Во многих источниках для данного вещества указана исключительно фунгицидная активность и отсутствие выраженного токсического действия на защищаемое растение, теплокровных животных и полезные организмы. Сведения о влиянии флудиоксонила непосредственно на бактерий в литературных данных фактически не встречаются. Однако установлено, что препарат «Максим» в производственной дозе снижает численность *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-11008, а также изучено негативное воздействие самого флудиоксонила не только на фитопатогенные грибы, но и другие микроорганизмы — *Chlorella vulgaris*, *Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisiae*. Кроме того, известны и другие вещества не только с фунгицидной, но и антибактериальной активностью, например, сурфактин [6, 8, 11–12; 15–16]. Поэтому в данной сфере необходимы дополнительные исследования.

С пестицидом «Баритон» уже через час после смешивания с биопрепаратом отмечалось снижение титра в последнем (до $8,50 \times 10^8$). Такой уровень численности бацилл сохранился и через сутки. Поэтому с данным

Таблица 1.

Влияние протравителей на численность бацилл в рабочем растворе биопрепарата

№ варианта	Вариант	Титр бактерий через час после смешивания, КОЕ/мл ($M \pm m$)	Титр бактерий через сутки после смешивания, КОЕ/мл ($M \pm m$)
1.	Контроль (с водой)	$1,70(\pm 0,42) \times 10^9$	$1,14(\pm 0,33) \times 10^9$
2.	Престиж	$2,05(\pm 0,64) \times 10^9$	$1,37(\pm 0,24) \times 10^9$
3.	Инстиво	$1,80(\pm 0,42) \times 10^9$	$1,53(\pm 0,18) \times 10^9$
4.	Баритон	$8,50(\pm 2,12) \times 10^8$	$2,80(\pm 0,28) \times 10^8$
5.	Винцит	$2,45(\pm 0,78) \times 10^9$	$1,12(\pm 0,30) \times 10^9$
6.	Максим	$1,30(\pm 0,42) \times 10^9$	$4,53(\pm 1,46) \times 10^8$

фунгицидом бактериальное средство для защиты растений менее совместимо. В состав химиката входят протионазол (триазолы) и флуоксастробин (стробилурины). Если первое вещество ингибирует синтез стерина, то последнее — клеточное дыхание, в том числе и у бактерий [4].

Таким образом, «Фитопумилин» наиболее совместим с 3 из 5 исследуемых пестицидов — «Престиж», «Инстиво» и «Винцит». Совместное использование биопрепарата с химикатами «Баритон» и «Максим» приводит к снижению титра бактерий. Вероятно, это связано с тем, что данные фунгициды оказывают влияние на функционирование дыхательной цепи, а бациллы являются аэробами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долженко В.И. Защита растений: настоящее и будущее // Плодородие, 2018. — № 1. — С. 24–26. <https://doi.org/10/25680/S19948603.2018.100.06>
2. Дорохов А.С., Старостин И.А., Ещин А.В. Перспективы развития методов и технических средств защиты сельскохозяйственных растений // Агроинженерия, 2021. — № 1 (101). — С. 26–35. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2021-1-26-35>.
3. Ертаева Ж.Т., Курманова К.Т., Алимбекова Н.А. Методы защиты растений // Вестник науки и образования, 2015. — № 1 (3). — С. 7–9.
4. Зинченко В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность. — М.: «КолосС», 2012. — 127 с.
5. Малкова А.В. Подбор питательной среды для культивирования посевного материала штаммов *Bacillus pumilus* // Актуальная биотехнология, 2022. — № 1. — С. 104.
6. Попов С.Я., Дорожкина Л.А., Калинин В.А. Основы химической защиты растений. — М.: Арт-Лион, 2003. — 208 с.
7. Семьнина Т.В. Качество семян не позволяет экономить на протравливании // Защита и карантин растений, 2013. — № 8. — С. 19–21.
8. Сираева З.Ю. биопрепарат для стимуляции роста и защиты растений от болезней на основе *Bacillus amyloliquefaciens* ВКПМ В-11008: автореферат ... кандидата биологических наук: 03.02.03. — Казань, 2012. — 24 с.
9. Сокирко В.П., Горьковенко В.С., Зазимко М.И. Фитопатогенные грибы (морфология и систематика). — Краснодар: КубГАУ. — 2014. — 178 с.
10. Суханова М.В., Мирошникова В.В., Суханов А.В. Актуальность использования интеллектуальных систем управления динамическими процессами смешивания компонентов сыпучего тела в устройствах для предпосевной обработки семян // Вестник аграрной науки Дона, 2019. — № 1 (45). — С. 45–54.
11. Bersching K., Jacob S. The Molecular Mechanism of Fludioxonil Action Is Different to Osmotic Stress Sensing // Journal of Fungi, 2021. — Vol. 7. — Is. 5. — Ar. 393. <https://doi.org/10.3390/jof7050393>
12. Liu X., Wang X., Zhang F., Yao X., Qiao Z., Deng J., Jiao Q., Gong L., Jiang X. Toxic effects of fludioxonil on the growth, photosynthetic activity, oxidative stress, cell morphology, apoptosis, and metabolism of *Chlorella vulgaris* // Science of The Total Environment, 2022. — Vol. 838. — Ar. 156069. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156069>
13. Malkova A., Evdokimov I., Shirmanov M., Irkitova A., Dudnik D. Development of a microbiological preparation for crops based on *Bacillus pumilus* strains // BIO Web Conf. International Scientific and Practical Conference «Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture» (FSRAABA 2021), 2021. — Vol. 36. — Ar. 07012. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213607012>
14. McKenney P.T., Driks A., Eichenberger P. The *Bacillus subtilis* endospore: assembly and functions of the multilayered coat // Nature Reviews Microbiology, 2012. — Vol. 11. — Is. 1. — P. 33–44. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2921>
15. Meena K.R., Kanwar S.S. Lipopeptides as the Antifungal and Antibacterial Agents: Applications in Food Safety and Therapeutics // BioMed Research International, 2015. — P. 1–9. <https://doi.org/10.1155/2015/473050>
16. Randhawa A., Kundu D., Sharma A., Prasad R., Mondal A.K. Over-expression of the CORVET complex alleviates the fungicidal effects of fludioxonil on the yeast *Saccharomyces cerevisiae* expressing Hybrid histidine kinase 3 // Journal of Biological Chemistry, 2018. — Ar. jbc.RA118.004736. <https://doi.org/10.1074/jbc.ra118.004736>
17. Villarreal-Delgado M.F., Villa-Rodríguez E.D., CiraChávez L.A., Estrada-Alvarado M.I., Parra-Cota F.I., Delos Santos-Villalobos S. The genus *Bacillus* as a biological control agent and its implications in the agricultural biosecurity // Revista Mexicana de Fitopatología, 2017. — Vol. 36. — Is. 1. — P. 95–130. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1706-5>

© Малкова Ангелина Владимировна (gelishka96@mail.ru); Иркитова Алена Николаевна (elen171987@mail.ru);

Садовников Георгий Геннадьевич (sadvnikov-g@yandex.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»