

УДК 632.952: 621.926.47

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ БЕНОМИЛА НА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ

¹Власенко Н.Г., ¹Теплякова О.И., ²Халиков М.С., ³Халиков С.С.

¹ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского хозяйства», Краснообск, e-mail: vlas_nata55@mail.ru;

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии», Голицыно, e-mail: maratik88@bk.ru;

³ФГБУН «Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова» Российской академии наук, Москва, e-mail: salavatkhalikov@mail.ru

Успешное развитие сельскохозяйственного производства требует привлечения в практику защиты растений инновационных препаратов комплексного действия. Одними из таковых являются протравители, в которых реализуется принцип рационального использования пестицидов для защиты растения от семенной, почвенной и, частично, аэрогенной инфекции. С учетом того, что протравливание – одно из наиболее целенаправленных, экономичных и экологически целесообразных мероприятий в системе защиты растений, проведены исследования по разработке полифункциональных протравителей на основе беномила с привлечением методов механохимической модификации полисахаридами. Изучили степень воздействия полученных фунгицидных протравителей на проявление семенной инфекции, обыкновенной корневой гнили злаков. Эти протравители полностью оздоравливали посевной материал от грибов *B. sorokiniana*, *Fusarium* spp. В течение всей вегетации новые препараты успешно контролировали корневую гниль. Применение новых фунгицидов для протравливания семян оказало положительное влияние на продуктивность яровой пшеницы.

Ключевые слова: протравители, фунгициды, беномил, полисахариды, механохимия, яровая пшеница

EFFECTIVITY OF COMPOSITIONS BASED ON BENOMIL AT SPRING WHEAT

¹Vlasenko N.G., ¹Teplyakova O.I., ²Khalikov M.S., ³Khalikov S.S.

¹Siberian Researches Institute of Soil Management and Chemicalization of Agriculture; Krasnoobsk, e-mail: vlas_nata@ngs.ru;

²All-Russian Research Institute of Phytopathology; Bolshie Vyazyomy, Odintsovo district, e-mail: maratik88@bk.ru;

³Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds Russian Academy, Moscow, e-mail: salavatkhalikov@mail.ru

The successful development of agricultural production requires the use of the practice of plant protection products innovative complex action. Some of those applicants are wipe-in which implements the principle of sustainable use of pesticides for plant protection from seed, soil and partly aerogenic infection. Given the fact that seed treatment is one of the most targeted, cost-effective and environmentally sound activities in the protection of plants, conducted research on the development of multifunctional protectants based on benomyl using the methods of mechanochemical modification by polysaccharides. The degree of impact obtained fungicidal seed treatment on seed manifestation of infection, common root rot of cereals. These disinfectants completely heals seed from fungi *B. sorokiniana*, *Fusarium* spp. Throughout the growing season, new drugs successfully controlled root rot. The use of new fungicides for seed treatment had a positive impact on productivity of spring wheat.

Keywords: seed treatment, fungicides, benomyl, polysaccharides, mechanochemistry, spring wheat

Необходимость минимизации воздействия биотических стрессоров оптимизационными и регуляторными возможностями агротехнологий обусловлена как неравноценной сортовой устойчивостью к воздействию фитопатогенных организмов, так и вновь разработанными компонентами защиты растений, и в первую очередь – химической природы. Их научно обоснованное применение на яровой пшенице нивелирует экологические и экономические риски и способствует устойчивому развитию зернопроизводства [5]. Очевидно, что эффективность пестицидов зависит не только от природы действующе-

го вещества (ДВ) и его активности, но и от правильного выбора препаративной формы [8], сохраняющей полезные свойства действующего вещества, стабильность рабочих растворов, обеспечивающей качество нанесения и прилипаемости на обрабатываемую поверхность. На современном этапе защиты растений обозначено новое направление – нанофитосанитария – обеспечивающее развитие и решение фитосанитарных вопросов на наноразмерном уровне [4]. Она должна развиваться на основе адаптации общих методологических и методических принципов исследований, новых наноматериалов, методов,

технических средств и нанотехнологий. Возможно, эти методы и технологии будут способствовать улучшению препаративных форм пестицидов, которые должны оцениваться по трем основным критериям – эффективности, экономичности и экологической безопасности для окружающей среды.

Принимая во внимание вышесказанное, наши исследования по разработке инновационных препаратов на основе методов механохимии, а именно получение супрамолекулярных комплексов путем механохимической модификации действующих веществ известных фунгицидов полисахаридами, являются весьма востребованными и актуальными. Известно, что большинство биологически активных соединений относятся к классу плохо или нерастворимых в воде и физиологически активных средах [10], что предполагает применять завышенные дозировки ДВ и тем самым приводит к повышению цены на препарат и увеличивает его токсичность для окружающей среды. Для увеличения растворимости таких препаратов нами предложен метод совместной механохимической обработки таких ДВ с водорастворимыми полимерами [9]. Полученные при этом твердые дисперсии обладают повышенной растворимостью в воде, что предполагает увеличение биологической активности этих композиций.

Исследования ведутся в направлении разработки фунгицидных протравителей семян, поскольку протравливание посевного материала является одним из наиболее экологичных способов применения химических препаратов. Это объясняется тем, что фунгициды вносятся только туда, где они действительно необходимы с последующим разложением до кущения растений, и их остатки в зерне не содержатся [2]. Во всех развитых странах мира протравливание относится к законодательно обязательному фитосанитарному мероприятию, направленному против комплекса возбудителей болезней зерновых культур, передающихся семенами и сохраняющихся в почве [3].

Цель исследований – оценить влияние обработки семян композициями на основе беномила, приготовленными с использованием методов механохимии, на фитосанитарное состояние семян и растений, а также продуктивность яровой пшеницы.

Материалы и методы исследования

Испытания композиций беномил: Na-КМЦ (композиция 1) и беномил: Na-КМЦ: крезацин (композиция 2) проведены в лабораторных и полевом экспериментах. В опытах использовали мягкую яровую

пшеницу среднераннего срока созревания, сорт Омская 36. Изучали влияние обработки семян на обыкновенную корневую гниль злаков (возбудители – *Bipolaris sorokiniana* Shoem. (syn. *Helminthosporium sativum* Pam., King et Bakke, грибы рода *Fusarium*).

Уровень оздоровления семенного материала при протравливании изучаемыми композициями определяли методом рулонов [1]. В полевых условиях определяли эффективность обработки семян в подавлении развития корневой гнили на растениях яровой пшеницы [7].

Опыты закладывали по схеме:

- 1 – контроль (без обработки семян);
- 2 – семена обработаны фунгицидным протравителем Беномил 500 СП, норма расхода препарата 2,0 кг/т семян (эталон);
- 3 – семена обработаны композицией 1 с нормой расхода 2,0 кг/т семян;
- 4 – семена обработаны композицией 2 с нормой расхода 2,0 кг/т семян.

Полевой эксперимент закладывали в 2015 г. на опытном поле ФГБНУ «СибНИИЗиХ», расположенном в Центрально-лесостепном Приобском агроландшафтном районе Новосибирской области. Пшеницу высевали по паровому предшественнику сеялкой СН-16, норма высева 6 млн всхожих зерен/га. Площадь делянка 14 м², расположение делянок систематическое, в 4-кратной повторности. Уборку урожая осуществляли прямым комбайнированием.

Математическую обработку данных осуществляли с помощью пакета прикладных программ «СНЕДЕКОР» [6] и Statistica 6.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Зараженность семенного материала возбудителями обыкновенной корневой гнили была высокой и в контроле составила 11,7 (*B. sorokiniana*) и 12,7%, (*Fusarium* spp.), при протравливании Беномилом она снизилась на 100 и 74% соответственно (табл. 1). В вариантах с применением новых композиций эти два фитопатогена не выявлены. На необработанных семенах выделялись грибы *Alternaria* spp. (33,9%), они подавлялись Беномилом на 58%, композицией 1 – на 82% и полностью – при обработке семян композицией 2. Рост грибов *Penicillium* spp. сильнее ограничивало применение композиции 1. Наряду с грибной инфекцией, фитоэкспертиза выявила высокий процент и бактериозной, которая эффективно подавлялась при обработке семян всеми препаратами. Это в конечном итоге положительно сказалось на всхожести семян, которая увеличилась практически одинаково на 15,2–18,3%, больше – при использовании новых композиций. При посеве протравленного посевного материала в условиях лаборатории (почвенный субстрат (чернозем выщелоченный, сосуды) проявилась разница в динамике всхожести растений пшеницы. Через 3 суток после посева максимальное

количество взошедших растений фиксировали в варианте с обработкой композицией 1 – 46,7% (в контроле – 5%, при применении Беномила – 0%, композиции 2 – 6,7%). Основная масса растений в этих вариантах взошла через 4 суток и варьировала в пределах 70–78,3%. К 6-м суткам всхожесть семян в контроле достигла 80%, в варианте с Беномилом – 85%, а с композициями 1 и 2 – 88,3 и 83,3% соответственно.

В полевых условиях пшеница в начале своего развития при посеве обработанными семенами имела более здоровую корневую систему, и лучший эффект был отмечен при применении композиции 2 (табл. 2). К фазе кущения оздоровительный эффект обработки семян снижался, но в варианте с применением композиции 1 был сопоставим с эталоном. Дальнейшего снижения эффективности этого приема не наблюдали вплоть до фазы молочной спелости зерна.

При детальном анализе влияния композиций на развитие обыкновенной корневой гнили в самый уязвимый период роста растения, когда фитопатогены могут вызывать поражения, приводящие к гибели растения (2 листа), было выявлено значительное снижение встречаемости растений с пораженными первичными корнями (в 2,7; 1,7 раз – композиция 1 и композиция 2) и колеоптиле (в 6,0, 4,0 раза соответственно) относительно контроля (табл. 3). Самый высокий фитосанитарный результат получен при применении композиции, содержащей крезацин (биологическая эффективность относительно развития болезни = 78,8%; распространенности = 74,7%).

На начальном этапе развития пшеницы (фазы 2 листа и кущение) выявлена стимуляция роста растений при применении композиции 1 (рисунок).

Таблица 1

Фитопатогенный комплекс и биологическая эффективность предпосевной обработки семян мягкой яровой пшеницы новыми композициями

| Вариант | Нормально проросшие зерновки, шт. | <i>Bipolaris Sorokiniana</i> | | <i>Fusarium</i> spp. | | <i>Alternaria</i> spp. | | <i>Penicillium</i> spp. | | Бактериоз | |
|--------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| | | зараженность, % | биологическая эффективность, % | зараженность, % | биологическая эффективность, % | зараженность, % | биологическая эффективность, % | зараженность, % | биологическая эффективность, % | зараженность, % | биологическая эффективность, % |
| Контроль | 65,2 | 11,7 | – | 12,7 | – | 33,3 | – | 9,5 | – | 27,6 | – |
| Беномил | 80,7 | 0 | 100 | 3,3 | 74 | 14,0 | 58 | 10,7 | 0 | 1,3 | 95,2 |
| Композиция 1 | 84,0 | 0 | 100 | 0 | 100 | 6 | 82 | 2,7 | 72 | 4,0 | 85,5 |
| Композиция 2 | 83,1 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 6,8 | 28 | 2,8 | 90 |

Таблица 2

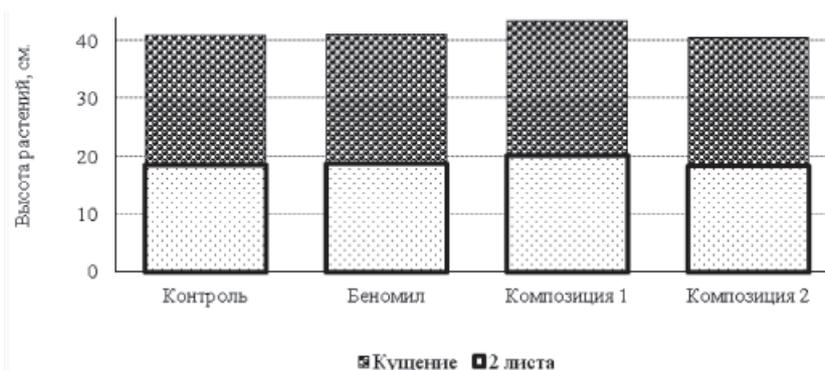
Эффективность предпосевной обработки семян мягкой яровой пшеницы новыми композициями

| Фазы развития растений | Показатель | Контроль | Беномил | Композиция 1 | Композиция 2 |
|-------------------------|--------------------------------|----------|---------|--------------|--------------|
| 2 листа | Индекс развития болезни, % | 17,8 | 8,3 | 8,2 | 6,5 |
| | Биологическая эффективность, % | – | 53,4 | 53,9 | 63,4 |
| Кущение | Индекс развития болезни, % | 28,0 | 18,7 | 19,7 | 23,0 |
| | Биологическая эффективность, % | – | 33,3 | 29,8 | 17,9 |
| Молочная спелость зерна | Индекс развития болезни, % | 30,4 | 19,6 | 20,1 | 22,1 |
| | Биологическая эффективность, % | – | 35,5 | 33,9 | 24,3 |

Таблица 3

Пораженность растений мягкой яровой пшеницы обыкновенной корневой гнилью при посеве семенами, обработанными новыми композициями, фаза 2 листа, %

| Вариант | Первичные корни | | Коллеоптиле | | Влагалище прикорневых листьев | |
|--------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|
| | индекс развития болезни | распространенность | индекс развития болезни | распространенность | индекс развития болезни | распространенность |
| Контроль | 9,4 | 37,7 | 17,0 | 51,1 | 0,4 | 1,4 |
| Беномил | 7,6 | 33,0 | 4,3 | 19,8 | 0,0 | 0,0 |
| Композиция 1 | 2,9 | 14,2 | 7,5 | 28,5 | 0,0 | 0,0 |
| Композиция 2 | 5,7 | 22,9 | 3,6 | 12,9 | 0,0 | 0,0 |



Динамика роста мягкой яровой пшеницы, защищенной от почвенно-семенной инфекции новыми композициями

Таблица 4

Влияние обработки семян новыми композициями на структуру продуктивности и урожайность яровой мягкой пшеницы Омская 36

| Показатель | Контроль | Беномил | Композиция 1 | Композиция 2 | НСР ₀₅ |
|--|----------|---------|--------------|--------------|-------------------|
| Высота растений, см | 106,9 | 109,8 | 113,8 | 116,8 | 1,57 |
| Число растений, шт./м ² | 336 | 432 | 524 | 488 | 65,3 |
| Число продуктивных стеблей, шт./м ² | 516 | 552 | 620 | 532 | 45,8 |
| Длина главного колоса, см | 8,7 | 9,2 | 9,1 | 9,0 | 0,36 |
| Число колосков в главном колосе, шт. | 13,9 | 14,7 | 14,2 | 14,8 | 0,57 |
| Число зерен в главном колосе, шт. | 32,4 | 34,0 | 33,0 | 35,4 | 1,87 |
| Масса зерна главного колоса, г | 1,27 | 1,30 | 1,37 | 1,38 | 0,10 |
| Масса 1000 зерен, г | 38,6 | 38,8 | 42,3 | 40,0 | 0,61 |
| Урожайность, т/га | 3,9 | 4,1 | 4,1 | 4,0 | 0,2 |

По сравнению с чистым контролем (18,4 см; НСР₀₅ = 0,97) высота надземной части растений в фазе 2 листа варианте с композицией 1 (20,0 см) увеличивалась на 8,7%. Беномил (18,7 см) и композиция 2 (18,1 см) не оказали влияния на рост растений, и высота их надземной части практически соответствовала таковой в чистом контроле. К фазе кущения достоверный ростостимулирующий эффект композиции 1 (43,2 см) сохранялся (чистый контроль – 40,8; Беномил – 41,0; композиция 2 –

40,3 см, НСР₀₅ = 1,71). Высота растений, защищенных изучаемыми композициями, превысила контроль в конце вегетации пшеницы на 6,9 и 9,9 см, химический эталон – на 4 и 7 см (табл. 4).

Обработка семян новыми композициями оказывала влияние не только на полевую всхожесть, но и на сохранность растений к уборке – здесь количество растений на 1 м² существенно превышало контроль – на 56 и 45% в варианте с композицией 1 и 2, а эталон – на 21 и 13% соответственно.

Число продуктивных стеблей было существенно выше при применении композиции 1 – на 20 и 12% в сравнении с контролем и Беномилом. Обработка семян композицией 2, так же как и Беномилом, привела к достоверному увеличению числа колосков в главном колосе. Число зерен в колосе увеличилось на 9,2% в сравнении с контролем также при использовании композиции 2. Масса зерна главного колоса превышала контрольный показатель примерно на 8% при обработке семян новыми композициями и имела тенденцию к росту в сравнении с Беномилом. В этих же вариантах формировалось зерно с более высокой массой, а при применении композиции 1 масса 1000 зерен была выше на 9,6% в сравнении с контролем и Беномилом.

Вегетационный период 2015 г. по метеорологическим условиям в целом был благоприятным для возделывания яровой пшеницы, и в контроле сбор зерна составил 3,9 т/га. Предпосевная обработка семян композицией 1 обеспечила рост урожайности на 0,2 т/га, что сопоставимо с применением протравителя Беномил. Протравливание семян композицией 2 повысило урожайность на 0,1 т/га.

Таким образом, изучение эффективности предпосевного протравливания семян фунгицидами, приготовленными методом механохимии, показало, что эти препараты полностью оздоравливали посевной материал от грибов *B. sorokiniana*, *Fusarium* spp. В течение всей вегетации новые препараты успешно контролировали корневую гниль со снижением индекса развития на фазе 2 листьев – в 2,1–2,7, кущения – 1,2–1,4 и молочной спелости – в 1,4–1,5 раза. Изучаемые фитоса-

нитарные средства влияли на ростовые процессы и плотность посевов, их положительное воздействие отмечено практически на все показатели структуры урожайности мягкой яровой пшеницы, что в конечном итоге сказалось на урожайности зерна. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности продолжения исследований по оптимизации препаративных форм протравителей методами механохимии.

Список литературы

1. ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. – М.: Стандартинформ, 2011.
2. Долженко В.И., Котикова Г.Ш., Орехов Д.А. Современные требования к формированию ассортимента фунгицидов и протравителей // АгроXXI. – 1999. – № 11. – С. 3–6.
3. Долженко В.И., Котикова Г.Ш., Здрожевская С.Д., Гришечкина Л.Д., Буркова Л.А., Герасимова А.В., Силаев А.И., Миллютенкова Т.И., Белых Е.Б. Протравливание семенного материала: Рекомендации. – М.–СПб.: ООО «Изд-во Агрорус», 2003. – 61 с.
4. Захаренко В.А. Тенденции развития нанофитосанитарии в защите растений // Защита и карантин растений. – 2009. – № 5. – С. 13–17.
5. Кирюшин В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. – М.: КолосС, 2011. – 443 с.
6. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере – Новосибирск, 2004. – 162 с.
7. Тепляков Б.И. Методика учёта корневой гнили требует усовершенствования // Защита и карантин растений. – 2004. – № 7. – С. 32–33.
8. Тропин В.П. Прогрессивные формы пестицидных препаратов и методы их внедрения // Защита и карантин растений. – 2007. – № 6. – С. 32–33.
9. Халиков С.С., Теплякова О.И., Власенко Н.Г., Халиков М.С., Евсеенко В.И., Душкин А.В. Применение арабиногалактана для улучшения технологических и биологических свойств протравителей зерновых культур // Химия в интересах устойчивого развития. – 2015. – № 5. – С. 591–599.
10. De Jong W.I., Born P.I.A. Drug delivery and nanoparticles: Applications and hazards // Inter. J. Nanomedicine. – 2008. – Vol. 3. – № 2. – P. 133–149.