



DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-1

УДК: 632.952:621.926.47

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОСЕВОВ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ ТЕБУКОНАЗОЛА НА КАЧЕСТВО СЕМЯН

¹Власенко Н.Г., ¹Теплякова О.И., ²Евсеев В.И., ²Душкин А.В.

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения
Российской академии наук
Новосибирск, Россия

Для цитирования: Власенко Н.Г., Теплякова О.И., Евсеев В.И., Душкин А.В. Влияние обработки посевов мягкой яровой пшеницы супрамолекулярными комплексами тебуконазола на качество семян // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 5–15. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-1.

For citation: Vlasenko N.G., Teplyakova O.I., Evseenko V.I., Dushkin A.V. Vliyanie obrabotki posevov myagkoi yarovoi pshenitsy supramolekulyarnymi kompleksami tebuconazole na kachestvo semyan [Effect of treatment of common spring wheat crops with supramolecular complexes of tebuconazole on seed quality]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 3, pp. 5–15. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-1.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Изучено влияние обработки посевов супрамолекулярными комплексами тебуконазола с растительными полисахаридами на зараженность и всхожесть зерна яровой пшеницы нового урожая. Эксперимент проведен в 2018, 2019 гг. на посевах сортов Новосибирская 31 и Обская 2 в лесостепной зоне Западной Сибири. Посевы в фазе колошения обрабатывали механокомплексами тебуконазола с экстрактом корней солодки (соотношение 1 : 5, 1 : 10) и арабиногалактаном (1 : 10) с нормой расхода 0,5 кг/га. Отмечено снижение развития септориоза колоса у Новосибирской 31 на 97,6–98,5%, у Обской 2 на 78,6–98,9%. Биологическая эффективность применения коммерческого фунгицида Фоликур, КЭ (д.в. тебуконазол, 250 г/л, норма расхода 1 л/га) была на сопоставимом уровне – 98,5 и 96,8–99,6% соответственно. Комплексы тебуконазола с растительными полисахаридами показали эффективность в подавлении заражения

EFFECT OF TREATMENT OF COMMON SPRING WHEAT CROPS WITH SUPRAMOLECULAR COMPLEXES OF TEBUCONAZOLE ON SEED QUALITY

¹Vlasenko N.G., ¹Teplyakova O.I.,
²Evseenko V.I., ²Dushkin A.V.

¹Siberian Federal Scientific Centre
of AgroBioTechnologies of the Russian Academy
of Sciences

Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

²Institute of Solid State Chemistry and Mechano-
chemistry of the Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences
Novosibirsk, Russia

The effect of treatment of crops with supramolecular complexes of tebuconazole with plant polysaccharides on the infection and germination of spring wheat grain of a new harvest was studied. The experiment (2018, 2019) was conducted on the crops of varieties Novosibirskaya 31 and Obskaya 2 in the forest-steppe zone of Western Siberia. Crops were treated in the earing phase with tebuconazole mechanocomplexes with licorice root extract (ratio 1: 5, 1:10) and arabinogalactan (1:10) with a flow rate of 0.5 kg/ha. There was a decrease in the development of spike septoria in Novosibirskaya 31 by 97.6–98.5%, in Obskaya 2 – by 78.6–98.9%. The biological effectiveness of the application of commercial fungicide Follicur, CE (active ingredient tebuconazole, 250 g/l, consumption rate 1 l/ha) was at a comparable level – 98.5

зародыша зерновок. Ежегодно меньшее в 1,54 и 1,50 раза у сорта Новосибирская 31 и в 1,4–1,2 раза – Обская 2 количество пораженных зерновок относительно варианта с обработкой Фоликуром, КЭ обнаруживалось в урожае, собранном с посевов, защищенных тебуконазолом в комплексе с арабиногалактаном. Обработки механокомплексами способствовали снижению зараженности семян фитопатогенами. Комплексы тебуконазола с экстрактом корней солодки и арабиногалактаном снизили интенсивность заражения гельминтоспориозом в 3,8 и 1,7 раза (Фоликур, КЭ – в 5,5 раза). Ежегодно меньшую в 8,3 и 3,7 раза, чем в контроле, зараженность семян грибами *Fusarium* spp. обеспечивала защита посевов тебуконазолом с арабиногалактаном и экстрактом корней солодки. В вариантах с применением механокомплексов снижалась инфицированность семян грибами *Penicillium* spp. Биологическая эффективность тебуконазола с экстрактом корней солодки (1 : 5) составила 69,9%, с арабиногалактаном (1 : 10) – 58,1%, Фоликур, КЭ – 67,7%. Лучший показатель всхожести (95,0 и 89%), превышающий таковой у эталона, у обоих сортов пшеницы получен в варианте с обработкой посевов комплексом тебуконазола с экстрактом корней солодки (1 : 5). Созданные механохимическим методом комплексы тебуконазола с веществами экстракта корней солодки и арабиногалактаном с целью защиты растений пшеницы от болезней листьев могут оказывать значительный оздоравливающий эффект и на формирующееся зерно, улучшая его посевные качества.

Ключевые слова: мягкая яровая пшеница, тебуконазол, экстракт корней солодки, арабиногалактан, механокомплекс, зараженность и всхожесть семян

ВВЕДЕНИЕ

Одна из основных задач при выращивании сельскохозяйственных культур – улучшение посевных качеств и урожайных свойств семян, поскольку качеству посевного материала принадлежит значительная роль в повышении урожайности [1]. Посевные качества семян – это совокупность признаков и свойств, характеризующих пригодность семян для посева. К ним относятся чистота семян (степень засоренности), энергия прорастания, всхожесть, влажность, масса 1000 семян, а также степень зараженности болезнями и вредителями [2]. Пора-

женные патогенной микрофлорой семена служат основным источником инфекции, теряют всхожесть, энергию прорастания, силу роста проростков, нарушают нормальное течение биохимических процессов, что часто приводит к гибели растений, особенно в первую половину вегетации [3]. Обработка посевов яровой пшеницы фунгицидами и инсектицидами предотвращает негативное влияние возбудителей болезней и вредителей, что ведет к повышению урожайности зерна и способствует улучшению посевных качеств и биологических свойств семян [4].

Keywords: common spring wheat, tebuconazole, licorice root extract, arabinogalactan, mechanocomplex, seed infection and germination

жженные патогенной микрофлорой семена служат основным источником инфекции, теряют всхожесть, энергию прорастания, силу роста проростков, нарушают нормальное течение биохимических процессов, что часто приводит к гибели растений, особенно в первую половину вегетации [3]. Обработка посевов яровой пшеницы фунгицидами и инсектицидами предотвращает негативное влияние возбудителей болезней и вредителей, что ведет к повышению урожайности зерна и способствует улучшению посевных качеств и биологических свойств семян [4].

Важными аспектами защиты пшеницы во время вегетации является контроль бо-

лезней колоса (септориоза и фузариоза), а также влияние обработки посевов фунгицидами на зараженность выращенного зерна фузариозом, гельминтоспориозом и альтернариозом. Заражение колоса и семян фитопатогенными грибами начинается с фазы цветения. Для борьбы с ними во время вегетации применяют системные фунгициды [5]. Их эффективность зависит от резистентности гриба к препарату¹. От действующего вещества и состава препарата зависит уровень подавления фитопатогенных грибов *Bipolaris sorokiniana* Shoemaker и *Fusarium* spp., выделенных из зерна пшеницы [6]. Оптимальным сроком применения фунгицидов для защиты колоса пшеницы считается период колошение – начало цветения [7].

Обработка посевов в фазе начала колошения пшеницы препаратами, полученными методом механохимической модификации действующего вещества (тебуконазола) с комплексообразователями (экстрактом корней солодки и арабиногалактаном), выявило их высокую фунгицидную активность в отношении листовых инфекций. В результате развитие септориоза, бурой ржавчины и мучнистой росы сдерживалось до окончания функционирования листового аппарата культуры. Применение механокомплексов тебуконазола с экстрактом корней солодки и арабиногалактаном при снижении норм расхода действующего вещества примерно в 2,9 и 5,6 раза в сравнении с коммерческим препаратом обеспечило увеличение массы 1000 зерен на 13,7–18,7%, урожайности зерна на 14,8–19,8%, что не ниже или даже выше, чем при применении фунгицида Фоликур, КЭ [8].

Цель исследований – выявить влияние обработки посевов в начале колошения мягкой яровой пшеницы супрамолекулярными комплексами тебуконазола с растительными полисахаридами на фитосанитарное состояние выращенного зерна.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Испытания фунгицидных композиций на основе тебуконазола проведены в 2018, 2019 гг. на двух сортах мягкой яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) – Новосибирская 31 и Обская 2. Полевые эксперименты закладывали на опытном поле Сибирского научно-исследовательского института земледелия и химизации СФНЦА РАН. Почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Посев проводили по паровому предшественнику в начале III декады мая с нормой высева 6 млн всхожих зерен/га.

Схема опыта включала следующие варианты:

- контроль – без обработки посевов пшеницы фунгицидами;
- обработка посевов фунгицидом Фоликур, КЭ (д.в. тебуконазол, 250 г/л) с нормой расхода 1 л/га;
- обработка посевов супрамолекулярным комплексом тебуконазола с растительными метаболитами – экстрактом корней солодки Уральской, *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. – в массовом соотношении 1 : 5; время механохимической обработки в мельнице ВМ 24 ч; норма расхода препарата 0,5 кг/га;
- обработка посевов супрамолекулярным комплексом тебуконазола с растительными метаболитами – экстрактом корней солодки Уральской в массовом соотношении 1 : 10; время механохимической обработки в мельнице ВМ 24 ч; норма расхода препарата 0,5 кг/га;
- обработка семян супрамолекулярным комплексом тебуконазола с полисахаридом арабиногалактаном, выделяемым из древесины лиственниц *Larix sibirica* и *Larix gmelinii*, в массовом соотношении 1 : 10; время механохимической обработки в мельнице ВМ 6 ч; норма расхода препарата 0,5 кг/га.

Приготовление сухих механохимически синтезированных фунгицидных композиций тебуконазола с растительными метаболитами осуществляли по технологии, описанной

¹Бучнева Г.Н. Эффективность фунгицидов Оптимо и Фоликур против грибов *Fusarium equiseti* и *Fusarium poae* – возбудителей фузариозов пшеницы // EurasiaScience: сб. ст. XXII междунар. науч.-практ. конф. М.: Научно-издательский центр «Актуальность. РФ», 2019. С. 3–4.

ранее [9, 10]. Обработку посевов фунгицидами проводили однократно в начале колошения культуры ручным опрыскивателем; норма расхода рабочей жидкости 300 л/га. Площадь делянки в 2018 г. 25,4 м² (Новосибирская 31) и 12,4 м² (Обская 2), повторность соответственно сортам четырех- и трехкратная; в 2019 г. – 15,0 м², повторность трехкратная, размещение систематическое. В фазе молочно-восковой спелости зерна пшеницы оценивали пораженность колоса септориозом. С каждого варианта отбирали по 100 колосьев. Оценку влияния фунгицидных комплексов на фитосанитарное состояние и всхожесть выращенных семян проводили методом рулонов (50 шт. × 4 повторности)^{2, 3}; пораженность зерновок чернотой зародыша – визуально (50 шт. × 4 повторности), используя условную шкалу А.Т. Троповой в изложении⁴. Статистическая обработка данных выполнена с помощью программ Shedecor⁵, Statistica 7.0 и Excel 13.

Пшеницу выращивали в годы с различными погодными условиями. В 2018 г. температура воздуха в мае была ниже нормы на 3,3 °С, осадки обильные с превышением среднееголетних значений в 2,3 раза. В июне температура воздуха превышала среднееголетние показатели на 2,4 °С, количество осадков было больше в 1,2 раза. Пониженный температурный фон в июле (на 1,1 и 2,8 °С) отмечен в I и III декадах, повышенный (на 2,5 °С) – во II. Основные осадки выпали в III декаде, их количество превысило норму в 2 раза, в I декаде ощущался недостаток влаги (ниже нормы в 1,9 раза), во II – дожди практически отсутствовали. В августе температура воздуха в I декаде опускалась ниже на 2,1 °С многолетних значений, во II и III – повышалась на 2,4 и 2,0 °С. Дефицит осадков (в 1,9 раза меньше нормы) наблюдали в I и II декадах, превышение

(в 1,3 раза больше нормы) – в III. В 2019 г. температура воздуха в мае практически соответствовала норме, незначительный недобор отмечен лишь во II декаде – на 1,3 °С. Выпавшие в III декаде месяца обильные осадки обеспечили превышение показателя месячной нормы в 1,2 раза. Июнь и июль по температурному режиму оказались близки к среднееголетним. Недобор тепла на 1,2 и 0,7 °С отмечен в III декадах июня и июля, превышение на 0,7 °С – в I и II декадах июля. Количество выпавших осадков в июне составило 45% нормы, особенно дефицитными (в 2,0 и 7,4 раза ниже среднееголетних значений) были I и III декады. В июле основные осадки, превысившие норму на 13,0 и 38,0 мм, выпали в I и II декадах. В августе на фоне пониженного увлажнения (в 15,0; 2,2 и 2,0 раза) подекадная температура воздуха превышала среднееголетние показатели на 3,1; 1,8 и 2,9 °С.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В сложившихся погодных условиях обработка посевов в начале колошения пшеницы изучаемыми препаратами показала, что они не только эффективно контролировали все аэрогенные инфекции, поражающие листья культуры [8], но и подавляли развитие септориоза колоса (см. табл. 1). Эта болезнь сильнее поражала посевы в 2018 г. с максимальным распространением 86% и индексом развития 8,43%. Механокомплекс тебуконазол : экстракт корней солодки (1 : 5) сдерживал развитие болезни на колосе Новосибирской 31 на 98,5%, тебуконазол : арабиногалактан (1 : 10) – на 97,6%, что сопоставимо с эффективностью коммерческого фунгицида Фоликур, КЭ – 98,5%.

В условиях 2019 г. колос пшеницы поражался септориозом слабо. Однако и при слабом развитии болезни с распространенностью 23% прослеживалась тенденция к

²ГОСТ 12044–93. Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. М.: Стандартинформ. 2011.

³ГОСТ 12038–84. Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: Стандартинформ. 2011.

⁴Койшыбаев М. Болезни пшеницы. Астана, 2018. 366 с.

⁵Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. 2-е изд. Новосибирск, 2012. 282 с.

Табл. 1. Влияние обработки яровой пшеницы механокомплексами тебуконазола с экстрактом корней солодки и арабиногалактаном на развитие септориоза колоса (2018, 2019 гг.)

Table 1. The effect of treatment of spring wheat with mechanocomplexes of tebuconazole with licorice root extract and arabinogalactan on the development of spike septoria (2018, 2019)

Показатель, %	Год	Контроль	Фоликур, КЭ, 1 л/га	Тебуконазол : экстракт корней солодки (1 : 5), 0,5 кг/га	Тебуконазол : экстракт корней солодки (1 : 10), 0,5 кг/га	Тебуконазол : арабиногалактан (1 : 10), 0,5 кг/га
<i>Новосибирская 31</i>						
Индекс развития болезни	2018	7,19	0,11	0,11	—	0,17
	2019	0,55	0,02	0,11	0,15	0,38
Распространенность болезни	2018	86,0	7,0	11,0	—	17,0
	2019	23,0	2,0	11,0	14,0	17,0
<i>Обская 2</i>						
Индекс развития болезни	2018	5,61	0,02	0,06	—	0,16
	2019	2,20	0,07	0,20	0,16	0,47
Распространенность болезни	2018	72,0	2,0	6,0	—	16,0
	2019	68,0	7,0	18,0	15,0	23,0

сдерживанию заражения колоса болезнью этими препаратами, биологическая эффективность которых составила 80 и 72,7%. Фоликур, КЭ подавил септориоз на 96,4%. В посевах Обской 2 распространенность септориоза колоса в оба года была практически одинаковой (72 и 68%) со снижением в 2,6 раза интенсивности поражения в условиях 2019 г. Биологическая эффективность комплексов тебуконазола с экстрактом корней солодки составила в 2018 г. 98,9%, в 2019 г. – 90,9 и 92,7%, с арабиногалактаном – 97,1 и 78,6% соответственно. Фоликур, КЭ подавил развитие болезни на посевах этого сорта на 99,6 и 96,8%.

При выращивании пшеницы важно получить зерно с хорошими качественными показателями. Одной из причин, вызывающей снижение качества зерновой продукции, является поражение зародыша зерновок фитопатогенными грибами. В муке и семолине из зараженной «чернотой зародыша» твердой пшеницы повышается число спексов, снижается степень ее белизны, ухудшается питательная ценность произведенной продукции. Цена на зараженные партии зерна снижается. Для устранения экономических рисков изучают возможность контроля заболевания химическими фунгицидами на этапе колошения культуры. Обнадежива-

ющие результаты показывает защита пшеницы фунгицидами из класса триазолов в комплексе с протравителями [11]. Выращенное зерно с пораженным зародышем может иметь пониженную всхожесть, становится причиной развития обыкновенной корневой гнили в следующем сельскохозяйственном сезоне [12, 13]. На распространенность «черноты зародыша» в лесостепной зоне Новосибирской области влияют сорт культуры, технология его возделывания и гидро-термические условия вегетационного сезона [14]. Воздействие сорта, фунгицидов и погодного фактора обнаружилось в проводимых нами полевых экспериментах. В среднем за 2018, 2019 гг. более высокая частота встречаемости пораженных зерновок выявлена в урожае пшеницы Обская 2 – 14–42%; Новосибирская 31 – 6–38,8% (ЭПВ = 5%). Более заметная разница в распространении «черноты зародыша» на сортах пшеницы проявилась в погодных условиях 2019 г. (см. табл. 2).

Повышению пораженности зародыша зерновок Новосибирской 31 в 1,44 раза способствовали условия 2018 г., особенно при обработке посевов коммерческим фунгицидом Фоликур, КЭ. По сравнению с этим вариантом защита пшеницы тебуконазолом в комплексе с экстрактом корней солодки (1 : 5) и

Табл. 2. Влияние обработки яровой пшеницы механокомплексами тебуконазола с экстрактом корней солодки и арабиногалактаном на распространенность «черноты зародыша» (2018, 2019 гг.), %

Table 2. The effect of treatment of spring wheat with mechanocomplexes of tebuconazole with licorice root extract and arabinogalactan on the prevalence of black point disease (2018, 2019), %

Сорт пшеницы	Год	Контроль	Фоликур, КЭ, 1 л/га	Тebuконазол : экстракт корней солодки (1 : 5), 0,5 кг/га	Тebuконазол : экстракт корней солодки (1 : 10), 0,5 кг/га	Тebuконазол : арабиногалактан (1 : 10), 0,5 кг/га
Новосибирская 31	2018	26,9	38,8	27,4	—	25,2
	2019	13,0	9,0	11,0	11,0	6,0
Обская 2	2018	21,0	19,0	19,0	—	14,0
	2019	32,0	36,0	42,0	33,0	29,0

арабиногалактаном (1 : 10) способствовала снижению заболеваемости зародыша семян в 1,4–1,5 раза. В следующем году зерновки сорта Новосибирская 31 заражались фитопатогенами слабее в 2,1–4,3 раза. В данной фитосанитарной ситуации заметное снижение заражения зародыша вызывала обработка механокомплексом тебуконазол : арабиногалактан (1 : 10). Его биологическая эффективность (53,8%) превысила таковую эталонного фунгицида (30,8%). Защита комплексами тебуконазола с экстрактом корней солодки (1 : 5 и 1 : 10) ослабляла заражение зародыша фитопатогенами в 1,2 раза. Более эффективным приемом защиты зерна Обской 2 от поражения возбудителями «черноты зародыша» стала обработка тебуконазолом в комплексе с арабиногалактаном (1 : 10) с нормой расхода 0,5 кг/га. Его использование в 2018 г. привело к снижению частоты встречаемости зерновок с пораженным зародышем в 1,5 раза относительно чистого контроля и в 1,4 раза – фунгицида Фоликур, КЭ. В 2019 г. этот механокомплекс в отличие от других фунгицидов усиления поражения зародышей не вызывал.

Головневые заболевания и распространенное вредоносное заболевание – фузариоз колоса – в оба года проведения экспериментов в посевах пшеницы не отмечены. Известно, что все сорта пшеницы в той или

иной степени поражаются этим заболеванием, а заражение зерна, даже значительное, может сопровождаться полным отсутствием симптомов заболевания. При использовании зерна в хлебопекарной промышленности и на фуражные цели не допускается содержание фузариозных зерен более 1%⁶. Для установления наличия фузариоза зерна, определения комплекса фитопатогенов, влияющих на всхожесть семян, проведена фитоэкспертиза, выявившая зависимость заражения семян от погодных условий, сорта пшеницы и степени ее защиты. Высокий фунгицидный эффект препаратов по снижению инфицированности зерновок грибами, вызывающими заболевание корней и прикорневой части растений, получен на сорте Новосибирская 31 (см. табл. 3). При высокой зараженности зерна гелиминтоспориозом (ЭПВ = 15–20% инфицированных семян), собранного в 2018 г. с незащищенных посевов Новосибирской 31, обработка тебуконазолом в комплексе с экстрактом корней солодки и арабиногалактаном способствовала снижению заражения зерновок в 3,8 и 1,7 раза, Фоликуром, КЭ – в 5,5 раза. Ежегодно меньшую (в 8,3 и 3,7 раза), чем в контроле (ЭПВ = 10–15% инфицированных семян [15]), зараженность семян грибами *Fusarium* spp. обеспечивала защита посевов тебуконазолом в комплексе с арабиногалак-

⁶Экономические пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник. М.: Росинформагротех, 2016. 76 с.

Табл. 3. Влияние механокомплексов тебуконазола с экстрактом корней солодки и арабиногалактаном на формирование комплекса семенной инфекции выращенного зерна яровой мягкой пшеницы (2018, 2019 гг.), %

Table 3. The effect of mechanocomplexes of tebuconazole with licorice root extract and arabino-galactan on the formation of seed infection of cultivated common spring wheat grain (2018, 2019), %

Фунгицид	<i>Bipolaris sorokiniana</i>		<i>Fusarium</i>		<i>Penicillium</i>		<i>Alternaria</i>		Бактериоз	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
<i>Новосибирская 31</i>										
Контроль	19,1	1,4	16,5	11,4	9,3	0	53,6	84,3	1,5	2,9
Фоликур, КЭ, 1 л/га	3,5	6,8	15,7	5,4	3,0	0	71,7	83,8	6,1	4,1
Тебуконазол : экстракт корней солодки (1 : 5), 0,5 кг/га	5,1	6,2	2,8	2,5	2,8	3,7	80,8	87,7	8,5	0
Тебуконазол : экстракт корней солодки (1 : 10), 0,5 кг/га	—	14,0	—	7,0	—	0	—	75,4	—	3,5
Тебуконазол : арабиногалактан (1 : 10), 0,5 кг/га	11,3	1,6	2,0	3,1	3,9	0	77,8	92,2	4,9	3,1
<i>Обская 2</i>										
Контроль	2,1	1,3	3,6	8,0	1,6	0	91,1	74,7	1,6	16,0
Фоликур, КЭ, 1 л/га	1,0	9,9	5,5	17,3	2,5	1,2	87,5	64,2	3,5	7,4
Тебуконазол : экстракт корней солодки (1 : 5), 0,5 кг/га	2,5	0	2,5	27,0	9,5	0	82,9	69,8	2,5	3,2
Тебуконазол : экстракт корней солодки (1:10), 0,5 кг/га	—	1,5	—	14,9	—	0	—	80,6	—	3,0
Тебуконазол : арабиногалактан (1 : 10), 0,5 кг/га	1,0	1,5	5,6	15,4	1,0	0	92,3	75,4	0	7,7

таном (1 : 10), которая снижала инфицированность семян на 87,9 и 72,8%, с веществами экстракта корней солодки (1 : 5) – на 83,0 и 78,1%.

Тебуконазол : экстракт корней солодки (1 : 10) был менее эффективным, подавив возбудителя на 38,6%, но и его применение в 2019 г. понизило уровень семенной фузариозной инфекции до 0,5 ЭПВ, или в 1,6 раза. Фоликур, КЭ снизил зараженность зерновок фузариями на 52,6% лишь в 2019 г. Зараженность семян Обской 2 грибами *Bipolaris sorokiniana* (2,1 и 1,3%) и *Fusarium* spp. (3,6 и 8,0%) не превысила ЭПВ. Все опытные препараты, примененные на этом сорте, не увеличивали зараженность зерна гельминтоспориозом, но не защищали от заражения грибами *Fusarium* spp., особенно зерно урожая 2019 г. На колосе и пораженных зерновках видимые симптомы фузариоза отсутствовали.

Грибы, относящиеся к плесеням хранения (*Penicillium* spp.), выделялись из зерновок с посевов 2018 г. Их инфицированность

в вариантах с применением комплексных фунгицидов снижалась: биологическая эффективность тебуконазола с экстрактом корней солодки (1 : 5) составила 69,9%, с арабиногалактаном (1 : 10) – 58,1%, Фоликура, КЭ – 67,7% при зараженности 9,3% семян в контроле. Против бактериозов, как показала фитоэкспертиза семян Новосибирской 31, фунгицидные композиции, как и коммерческий препарат Фоликур, КЭ, в оба года были не эффективны, но на пшенице Обская 2 в 2019 г. их оздоравливающая направленность прослеживалась. Зерно с посевов, обработанных механокомплексом тебуконазол : экстракт корней солодки (1 : 5 и 1 : 10), оказалось заметно слабее (в 5 раз) поражено бактериозом, чем в контроле (16%). Фитосанитарный эффект комплекса с арабиногалактаном (1 : 10) соответствовал уровню коммерческого препарата Фоликур, КЭ. В вариантах с их применением бактериоз семян относительно контрольного варианта встречался реже в 2,1–2,6 раза.

Табл. 4. Всхожесть выращенных семян яровой мягкой пшеницы, защищенной механо-комплексами тебуконазола с экстрактом корней солодки и арабиногалактаном, метод рулонов (2018, 2019 гг.)

Table 4. Germination of grown seeds of common spring wheat, protected by tebuconazole mechanocomplexes with licorice root extract and arabinogalactan, roll method (2018, 2019)

Вариант защиты	Новосибирская 31		Обская 2	
	2018	2019	2018	2019
Контроль (без обработки фунгицидами)	65,6	81,8	75,0	77,0
Фоликур, КЭ, 1 л/га	71,6	85,0	80,0	88,0
Тebuконазол : экстракт корней солодки (1 : 5), 0,5 кг/га	71,7	95,0	78,0	89,0
Тebuконазол : экстракт корней солодки (1 : 10), 0,5 кг/га	–	84,2	–	85,0
Тebuконазол : арабиногалактан (1 : 10), 0,5 кг/га	76,4	84,0	90,5	85,0

Фузариозная, гельминтоспориозная, в единичных случаях – альтернариозная инфекции и в 100% случаев – плесени хранения и бактериоз снижали всхожесть семян. Их сильному развитию в 2018 г. способствовало полегание пшеницы Новосибирская 31. Это стало основной причиной низкой всхожести выращенных семян (см. табл. 4). Защищенные посевы этого сорта в оба года исследований формировали семена с лучшими посевными качествами. Во всех опытных вариантах количество нормально проросших зерновок Новосибирской 31 увеличивалось на 6,0–10,8 (2018 г.) и 2,2–13,2% (2019 г.). В 2018 г. обработка растений тебуконазолом в комплексе с арабиногалактаном (1 : 10), сдерживая инфицированность зерновок обоих сортов, обеспечила повышение их всхожести, которая относительно чистого контроля увеличилась на 10,5% у Новосибирской 31 и на 15,5% у Обской 2. Фоликур, КЭ повысил показатель на 6 и 5% соответственно.

В условиях 2019 г. лучший показатель всхожести у обоих сортов пшеницы получен в варианте с обработкой посевов комплексом тебуконазола с экстрактом корней солодки (1 : 5). Эффект от обработки комплексом тебуконазол : экстракт корней солодки (1 : 10) по показателю всхожести семян был сопоставим с полученным от обработки тебуконазолом в комплексе с арабиногалактаном (1 : 10).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях лесостепной зоны Новосибирской области защита мягкой яровой пшеницы в период ее генеративного развития фунгицидными механокомплексами тебуконазола с растительными полисахаридами – веществами экстракта корней солодки и арабиногалактаном (массовое соотношение 1 : 5 и 1 : 10) с нормой расхода препарата 0,5 кг/га способна влиять на фитосанитарные и посевные качества выращенного зерна. Разработанная препаративная форма фунгицида тебуконазол оказалась эффективной при защите пшеницы от септориоза колоса. Зараженность семян грибами *B. sorokiniana* и *Fusarium* spp. в условиях полегания посевов снижалась в 5,5 и 5,9 раза от обработки посевов тебуконазолом в комплексе с веществами экстракта корней солодки (1 : 5) и 1,7 и 8,3 раза – арабиногалактаном (1 : 10). Поражение зародыша фитопатогенными грибами, вызывающими его почернение, зависело от условий выращивания и сорта пшеницы. В сезон сильного распространения «черноты зародыша» тебуконазол в комплексе с веществами экстракта корней солодки (1 : 5) и арабиногалактаном (1 : 10) с нормой расхода 0,5 кг/га ограничивал распространение заболевания эффективнее, чем коммерческий фунгицид Фоликур, КЭ с более высоким содержанием действующего вещества. Применение созданных механохимическим методом супрамолекулярных комплексов тебуконазола с экстрактом корней солодки

и арабиногалактаном при снижении норм расхода действующего вещества с целью защиты яровой мягкой пшеницы в начале колосения может оказывать значительный оздоравливающий эффект на формирующиеся зерно и улучшать его посевные качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пушкарёв В.И., Кузьмин О.Г. Оценка способов повышения посевных качеств семян в степной зоне Омской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2008. № 9. С. 14–23.
2. Игольникова Л.В., Неймышева А.Н. Посевные и сортовые качества семян – гарант высоких урожаев // Научно-агрономический журнал. 2012. № 2-1(92). С. 47–49.
3. Полунина Т.С., Евсева И.М., Лавринова В.А. Зависимость зараженности семян яровой пшеницы и эффективности фунгицида от климатических факторов // Вестник ТГУ. 2017. Т. 22, вып. 2. С. 392–396. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-2-392-398.
4. Судденко В.Ю., Каленская С.М. Влияние пестицидов на урожайность и посевные качества семян пшеницы мягкой яровой // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 2 (30). С. 28–33. DOI 10.18286/1816-4501-2015-2-28-33.
5. Анаева Н.Н. Агроэкологическая характеристика болезней зерна в зависимости от применения средств защиты растений // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2015. № 4 (4). С. 15–19.
6. Хижняк С.В. Чувствительность фитопатогенных грибов рр. *Bipolaris* и *Fusarium* к фунгицидам разного химического состава // Вестник КрасГАУ. 2015. № 12. С. 3–10.
7. Гришечкина Л.Д. Фунгициды на основе тебуконазола в борьбе с фузариозом колоса хлебных злаков // Зерновое хозяйство России. 2012. № 4. С. 59–64.
8. Власенко Н.Г., Теплякова О.И., Душкин А.В. Применение механокомплексов тебуконазола с полисахаридами растительного происхождения для защиты яровой пшеницы от болезней листьев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 6. С. 5–15. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-6-1.

9. Халиков С.С., Душкин А.В., Давлетов Р.Д., Евсеенко В.И. Создание инновационных фунгицидных средств на основе тебуконазола с привлечением механохимических процессов // Фундаментальные исследования. 2013. № 10 (часть 12). С. 2695–2700.
10. Душкин А.В., Метелева Е.С., Хомиченко Н.Н., Власенко Н.Г., Теплякова О.И., Халиков М.С., Халиков С.С. Новый пестицидный препарат на основе комплексов тебуконазола и производных глицирризина // Успехи современного естествознания. 2016. № 11. С. 296–300. DOI: 10.17513/use36227.
11. Гапонов С.Н., Попова В.М., Шутарева Г.И., Цетва Н.М., Паришкова Т.М., Щукин С.А. Проблема «черного зародыша» и особенности технологии возделывания яровой твердой пшеницы // Аграрный вестник Юго-Востока. 2016. № 1-2. С. 27–28.
12. Тюнин В.А., Шрейдер Е.Р. Природа и значимость «черного зародыша» семян мягкой яровой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2010. № 5 (209). С. 57–61.
13. Лавринова В.А. Чернота зародыша ярового ячменя // Защита и карантин растений. 2012. № 11. С. 20–22.
14. Тепляков Б.И., Теплякова О.И. Проявление «черноты зародыша» на зерне яровой мягкой пшеницы в условиях разного агрофона // Вестник НГАУ. 2011. № 3 (19). С. 29–36.
15. Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.П., Леви́тин М.М., Новожилов К.В. Фузариоз зерновых культур // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». 2011. № 5. С. 70–112.

REFERENCES

1. Pushkarev V.I., Kuz'min O.G. Otsenka sposobov povysheniya posevnykh kachestv semyan v stepnoi zone Omskoi oblasti [Evaluation of methods of improving sowing qualities of seeds in the steppe zone of the Omsk region]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], 2008, no. 9, pp. 14–23. (In Russian).
2. Igol'nikova L.V., Neimysheva A.N. Posevnye i sortovye kachestva semyan – garant vysokikh urozhayev [Sowing and varietal qualities of seeds is a guarantee of high yields]. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal* [Scientific and Agro-

- nomical Journal], 2012, no. 2-1 (92), pp. 47–49. (In Russian).
3. Polunina T.S., Evseeva I.M., Lavrinova V.A. Zavisimost' zarazhennosti semyan yarovoi pshenitsy i effektivnosti fungitsida ot klimaticheskikh faktorov [The dependence of infectious rate of spring wheat seeds and the efficiency of fungicide on climatic factors]. *Vestnik TGU* [Tomsk State University Journal], 2017, vol. 22, issue. 2, pp. 392–396. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-2-392-398. (In Russian).
 4. Suddenko V.Yu., Kalenskaya S.M. Vliyaniye pestitsidov na urozhainost' i posevnye kachestva semyan pshenitsy myagkoi yarovoi [The influence of pesticides on the yield and sowing qualities of soft spring wheat seeds]. *Vestnik Ulyanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy], 2015, no. 2 (30), pp. 28–33. DOI 10.18286/1816-4501-2015-2-28-33. (In Russian).
 5. Apaeva N.N. Agroekologicheskaya kharakteristika boleznei zerna v zavisimosti ot primeneniya sredstv zashchity rastenii [Agroecological characteristics of grain diseases depending on the use of plant protection products]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennyi universiteta. Seriya: Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki* [Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"], 2015, no. 4 (4), pp. 15–19. (In Russian).
 6. Khizhnyak S.V. Chuvstvitel'nost' fitopatogen-nykh gribov pp. Bipolaris i Fusarium k fungitsidam raznogo khimicheskogo sostava [The sensitivity of phytopathogenic fungi of genera pp. Bipolaris and Fusarium to fungicides of different chemical composition]. *Vestnik KrasGAU* [The Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2015, no. 12, pp. 3–10. (In Russian).
 7. Grishechkina L.D. Fungitsidy na osnove tebuconazola v bor'be s fuzariozom kolosa khlebo-nykh zlakov [Tebuconazole-based fungicides in the fight against cereal fusariosis]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain Economy of Russia], 2012, no. 4, pp. 59–64. (In Russian).
 8. Vlasenko N.G., Teplyakova O.I., Dushkin A.V. Primenenie mekhanokompleksov tebukonazola s polisakharidami rastitel'nogo proiskhozhdeniya dlya zashchity yarovoi pshenitsy ot boleznei list'ev [Application of mechano-complexes of tebukonazole with vegetable or-
ganic polysaccharides for protection of spring wheat from leaf diseases]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 6, pp. 5–15. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-6-1. (In Russian).
 9. Khalikov S.S., Dushkin A.V., Davletov R.D., Evseenko V.I. Sozdanie innovatsionnykh fungitsidnykh sredstv na osnove tebukonazola s privilecheniem mekhanokhimicheskikh protsessov [The creation of innovative fungicides based on tebuconazole and mechanochemical processes]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research], 2013, no. 10 (part 12), pp. 2695–2700. (In Russian).
 10. Dushkin A.V., Meteleva E.S., Khomichenko N.N., Vlasenko N.G., Teplyakova O.I., Khalikov M.S., Khalikov S.S. Novyi pestitsidnyi preparat na osnove kompleksov tebukonazola i proizvodnykh glitsirrizina [New pesticide product based on complexes of tebuconazole and glycyrrhizin derivatives]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences]. 2016, no. 11, pp. 296–300. DOI: 10.17513/use36227. (In Russian).
 11. Gaponov S.N., Popova V.M., Shutareva G.I., Tsetva N.M., Parshikova T.M., Shchukin S.A. Problema «chernogo zarodysha» i osobennosti tekhnologii vozdel'yvaniya yarovoi tverdoi pshenitsy [The problem of the black point disease and features of the technology of cultivation of spring durum wheat]. *Agrarnyi vestnik Yugo-Vostoka* [Agrarian Bulletin of the South-East], 2016, no. 1-2, pp. 27–28. (In Russian).
 12. Tyunin V.A., Shreider E.R. Priroda i znachimost' "chernogo zarodysha" semyan myagkoi yarovoi pshenitsy [The nature and significance of the black point disease of common spring wheat grain]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2010, no. 5 (209), pp. 57–61. (In Russian).
 13. Lavrinova V.A. Chernota zarodysha yarovogo yachmenya [Black point at the germ of spring barley]. *Zashchita i karantin rastenii* [Board of Plant Protection and Quarantine], 2012, no. 11, pp. 20–22. (In Russian).
 14. Teplyakov B.I., Teplyakova O.I. Proyavlenie "chernoty zarodysha" na zerne yarovoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh raznogo agrofona [Signs of the black point disease on soft spring wheat grain under different agricultural conditions]. *Vestnik NGAU* [Bulletin of Novosibirsk

- State Agrarian University], 2011, no. 3 (19), pp. 29–36. (In Russian).
15. Gagkaeva T.Yu., Gavrilova O.P., Levitin M.M., Novozhilov K.V. Fuzarioz zernovykh kul'tur [Fusarium wilt disease of grain crops].

Prilozhenie k zhurnal «Zashchita i karantin rastenii» [Supplement to the journal “Board of Plant Protection and Quarantine”], 2011, no. 5, pp. 70–112. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Власенко Н.Г.**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией защиты растений; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: vlas_nata@ngs.ru

Теплякова О.И., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Евсеенко В.И., кандидат химических наук, научный сотрудник

Душкин А.В., доктор химических наук, главный научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Vlasenko N.G.**, Doctor of Science in Biology, Head Researcher, Head of the Plant Protection Laboratory; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: vlas_nata@ngs.ru

Teplyakova O.I., Candidate of Science in Biology, Senior Researcher

Evseenko V.I., Candidate of Science in Chemistry, Researcher

Dushkin A.V., Doctor of Science in Chemistry, Head Researcher

Финансовая поддержка

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и правительства Новосибирской области (проект 18-416-540007/19).

Дата поступления статьи 10.04.2020
Received by the editors 10.04.2020