



DOI: 10.26898/0370-8799-2018-5-1

УДК 632.952.:621.926.47

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ТЕБУКОНАЗОЛА С РАСТИТЕЛЬНЫМИ МЕТАБОЛИТАМИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

¹Власенко Н.Г., ¹Теплякова О.И., ¹Бурлакова С.В., ²Евсеенко 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 СО Российской академии наук
Новосибирск, Россия

Для цитирования: Власенко Н.Г., Теплякова О.И., Бурлакова С.В., Евсеенко В.И., Душкин А.В. Эффективность супрамолекулярных комплексов тебуконазола с растительными метаболитами при выращивании яровой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 5. С. 5–13. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-5-1

For citation: Vlasenko N.G., Teplyakova O.I., Burlakova S.V., Evseenko V.I., Dushkin A.V. Effectivnost' supramolekulyarnykh kompleksov tebukanozola s rastitel'nymi metabolitami pri vyrashivanii yarovoi pshenitsi [Efficiency of supramolecular complexes of tebuconazole with plant metabolites at cultivation of spring wheat] *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 5, pp. 5–13. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-5-1

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты исследований эффективности применения новых фунгицидных композиций при выращивании яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Западной Сибири. Посевы яровой пшеницы Новосибирская 31 и Обская 2 в фазе начала колошения обрабатывали фунгицидами на основе тебуконазола в виде его супрамолекулярных комплексов с растительными метаболитами – экстрактом корней солодки (*Glycyrrhiza uralensis*) и полисахаридом арабиногалактаном из *Larix sibirica* и *Larix gmelinii*. Применение комплексов тебуконазола с экстрактом солодки и арабиногалактаном подавляло развитие основных болезней листьев – септориоза, бурой ржавчины и мучнистой росы. В посевах пшеницы Новосибирская 31 развитие болезней снизилось на 95,4–100%, что сопоставимо с биологической эффективностью коммерческого фунгицида Фоликур, КЭ (97,1–98,1%). Опрыскивание посевов пше-

EFFICIENCY OF SUPRAMOLECULAR COMPLEXES OF TEBUCONAZOLE WITH PLANT METABOLITES AT CULTIVATION OF SPRING WHEAT

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

¹Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences

Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia;

²Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Novosibirsk, Russia

The work presents the results of the research into field efficiency of application of new fungicides when growing spring common wheat in the forest-steppe zone of Western Siberia. At the beginning of the earing phase, crops of spring common wheat Novosibirskaya 31 and Obskaya 2 were treated with fungicides on the basis of tebuconazole in the form of its supramolecular complexes with vegetable metabolites – licorice root extract (*Glycyrrhiza uralensis*) and polysaccharide arabinogalactan from *Larix sibirica* and *Larix gmelinii*. The use of tebuconazole complexes with licorice extract and arabinogalactan suppressed the development of major leaf diseases – Septoria, brown rust and powdery mildew. In spring wheat crops of Novosibirskaya 31, the development of diseases decreased by 95.4–100%, which is comparable with the biological efficiency of commercial fungicide Folicur, CE - 97.1–98.1%. Spraying of Obskaya 2 crops with the

ницы Обская 2 изучаемыми препаратами обеспечило снижение пораженности септориозом на 92,1–97,0%, Фоликуром – на 97,1%. Обработка фунгицидными комплексами увеличивала ассимиляционную поверхность флаг-листа у обоих сортов пшеницы. В большей степени эффективность проявил комплекс тебуконазола с экстрактом солодки: у сорта Новосибирская 31 площадь флаг-листа увеличилась на 27%, у сорта Обская 2 – на 29,8%. При применении тебуконазола с арабиногалактаном площадь флаг-листа увеличилась на 24 и 22% соответственно. Опрыскивание посевов Фоликуром повысило показатель у сорта Новосибирская 31 на 25,6%, Обская 2 на 24,5%. Масса зерна главного колоса в вариантах с обработкой пшеницы сорта Новосибирская 31 комплексом тебуконазола с экстрактом солодки увеличилась на 36,1%, с арабиногалактаном – на 34,4%, что было больше, чем при обработке посевов Фоликуром (33,7%). Рост массы зерна главного колоса пшеницы Обская 2 повысился соответственно изучаемым препаратам на 18,4 и 13,8%, при использовании Фоликура на 11,6%. Опрыскивание посевов изучаемыми препаратами обеспечило рост урожайности зерна яровой пшеницы сорта Новосибирская 31 на 12,1–12,3%, что сопоставимо с результатами применения Фоликура (11,9%). Отзывчивость сорта Обская 2 на применение комплекса тебуконазола с экстрактом солодки была выше – 20,1%, при опрыскивании посевов тебуконазолом с арабиногалактаном урожайность повысилась на 11,2%, Фоликуром – на 6,6%. В условиях лесостепи Западной Сибири более эффективно обрабатывать посевы яровой пшеницы в начале колошения композицией тебуконазола с экстрактом солодки с нормой расхода препарата 0,5 кг/га.

Ключевые слова: мягкая яровая пшеница, супрамолекулярный комплекс, тебуконазол, экстракт солодки, арабиногалактан

ВВЕДЕНИЕ

При сложившемся уровне культуры земледелия и фитосанитарного состояния агроэкосистем сохранились высокие риски потерь урожая зерна, оцениваемые в среднем ежегодно за 2011–2015 гг. на уровне 34,32 млн т. Часть потерь урожая предотвращает использование системы интегрированной защиты растений, включающей методы и средства химического и нехимического подавления вредных организмов.

studied preparation led to the decrease in the prevalence of Septoria disease by 92.1-97,0%, and the use of Folikur – by 97.1%. The treatment with fungicidal complexes increased the assimilation surface of the flag leaf in both spring wheat varieties. The complex of tebuconazole with licorice extract proved to be the most efficient: in Novosibirskaya 31 the area of the flag leaf increased by 27%, in Ob-skaya 2 - by 29.8%. When using tebuconazole with arabinogalactan, the flag-leaf area increased by 24 and 22%, respectively. Spraying crops with Folikur increased the performance of the varieties Novosibirskaya 31 by 25.6%, Ob-skaya 2 – by 24.5%. The weight of grains of the main spike also increased in the variants of treatment of Novosibirskaya 31 with tebuconazole complex with licorice extract by 36.1%, and with arabinogalactan – by 34.4%, which was higher than during crop treatment with Folikur (33.7%). The increase in the grain weight of the main spike of Ob-skaya 2 wheat variety was 18.4% and 13.8%, respectively, depending on the preparation, while Folikur's application provided the increase by 11.6%. Spraying crops with the studied preparations ensured the increase in the yield of spring wheat grain of the variety Novosibirskaya 31 by 12.1-12.3%, which is comparable with the results of using Folikur – 11.9%. The responsiveness of the variety Ob-skaya 2 on the application of the complex of tebuconazole with licorice extract was higher and accounted for 20.1%, when spraying tebuconazole with arabinogalactan, its yield increased by 11.2%, and the use of Folikurum led to the increase by 6.6%. Thus, in the conditions of the forest-steppe of Western Siberia, it is more efficient to treat spring common wheat crops at the beginning of the wheat earing phase with the composition of tebuconazole with licorice extract in the consumption rate of the preparation 0.5 kg/ha.

Keywords: spring common wheat, supramolecular complex, tebuconazole, licorice extract, arabinogalactan

Эффективность химической защиты растений (на основе использования пестицидов) по показателю сохраненного урожая от вредителей, болезней и сорняков составляет 11 млн т (32,07% от потенциально возможного уровня предотвращения потерь урожая) [1]. Применение фунгицидов против листовых болезней сохраняет 19–26% урожая яровой пшеницы, на 3–6% повышает озерненность колосьев и полновесность зерновок [2]. Смеси фунгицидов с регуля-

торами роста и микроудобрениями увеличивают сбор зерна более чем на 0,70 т/га [3]. Эффективность фунгицидов обусловливается уровнем поражения сортов пшеницы болезнями, поэтому величина сохраненного урожая, полученного в одних и тех же условиях, может варьировать от 0,18 до 0,33 т/га [4]. Основным постулатом защиты растений в мировом земледелии заключается в том, что она не должна выходить за рамки допустимых ограничительных экологических критериев [1, 5]. Эту ориентированность за счет разработки и создания пестицидов нового поколения с меньшими нормами расхода и более эффективной биодоступностью реализуют новые направления развития химии пестицидов [6, 7], усовершенствованные технологии их применения в конкретном агроценозе [8]. Предпочтение отдается малоопасным фунгицидным соединениям [9].

Для более объективной оценки эффективности применяемых фунгицидов используются новые подходы, включающие изучение активности фотосинтетических и ферментативных процессов, содержание микроэлементов в тканях обработанных растений, количество сухого вещества, интенсивность ростовых процессов [10, 11]. Известно, что продуктивность посевов пшеницы зависит от длительности активного функционирования листового аппарата [12]. Установлена положительная сопряженность длины флагового листа с длиной и массой колоса, ширины листа с общим числом колосков, числом продуктивных колосков и продуктивностью колоса. Увеличение размера флагового листа ведет к росту продуктивности за счет повышения озерненности колоса, что может влиять на крупность зерна [13]. Фунгициды, сохраняя ассимиляционную поверхность защищенных листьев зерновых культур (пшеницы, ячменя, овса), влияют на формирование листового аппарата, который в зависимости от примененного препарата может или увеличиваться, или уменьшаться [14], что в результате определяет зерновую продуктивность выращиваемой культуры.

Цель исследования – оценить эффективность фунгицидных супрамолекулярных

комплексов тебуконазола с экстрактом солодки и полисахаридом арабиногалактаном против болезней листьев яровой мягкой пшеницы, выявить наличие росторегулирующих свойств препаратов, их влияние на продукционный процесс и сохранность урожая зерна.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для реализации поставленной цели в 2018 г. на опытном поле, расположенном в центрально-лесостепном Приобском агроландшафтном районе Новосибирской области заложены два полевых эксперимента. В опытах использовали два сорта яровой мягкой пшеницы – Обская 2 и Новосибирская 31, которые размещали по паровому предшественнику. Посев осуществляли 21 и 22 мая с нормой высева 6 млн всхожих зерен /га. Оба опыта включали 4 варианта:

- 1) контроль без обработки фунгицидами;
- 2) Фоликур, КЭ (д.в. тебуконазол, 250 г/л) – эталон с нормой расхода 1 л/га;
- 3) супрамолекулярный комплекс тебуконазола с растительными метаболитами – экстрактом корней солодки *Glycyrrhiza uralensis* (1 : 5; ВМ 24 ч; норма расхода препарата 0,5 кг/га);
- 4) супрамолекулярный комплекс тебуконазола с полисахаридом арабиногалактаном, выделяемым из древесины лиственниц *Larix sibirica* и *Larix gmelinii* (1 : 10; ВМ 6 ч; 0,5 кг/га).

Приготовление сухих композиций – комплексов тебуконазола с экстрактом солодки и тебуконазола с арабиногалактаном – осуществляли по оригинальной механохимической технологии, описанной ранее [15]. Обработку посевов фунгицидами против комплекса болезней листьев проводили в начале колошения ручным опрыскивателем с нормой расхода рабочей жидкости 300 л/га. Семена перед посевом обрабатывали системным фунгицидом. Посевы в фазе кущения опрыскивали баковой смесью дикотицида и граминицида против комплекса сорняков. Оценка фитосанитарного состояния посевов (септориоз – *Septoria nodorum*

Berk., *Septoria tritici* Rob. et Desm. [16], бурая листовая ржавчина – *Puccinia recondita* Rob. et Desm. (шкала Петерсона); мучнистая роса – возбудитель *Blumeria graminis* (DC) Speer. (синоним *Erysiphe graminis* DC) f. *tritici* Em. Marchal порядка *Erysiphales* [17] проводили в фазе молочной спелости культуры. Площадь флагового листа главного побега ($n = 100$) определяли методом промеров [18] с поправочным коэффициентом 0,67 в фазе молочной спелости; показатели структуры колоса ($n = 100$) – перед уборкой [19]. Уборку урожая осуществляли прямым комбайнированием (Сампо-500) 5 сентября. Урожайность приводили к стандартной влажности и чистоте. Математическую обработку данных осуществляли с помощью пакета прикладных программ Snedecor [20].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования проводили в условиях увлажненного вегетационного периода, что способствовало развитию основных болезней листьев яровой пшеницы, характерных для лесостепной зоны Западной Сибири – септориоза, бурой листовой ржавчины и мучнистой росы. До фазы колошения в нижнем ярусе посевов Новосибирской 31 регистрировали с низкими индексами развития (2,2 и 3,2%) только септориоз и мучнистую росу. На листьях верхнего яруса симптомы этих болезней встречались единично. К фазе молочной спелости зерна в верхнем ярусе растений инфекционный фон увеличился: у 32% растений развитие мучнистой росы достигало 10,7%, у 100% растений интенсивность поражения септориозом составила 21,6%. Развитие этих заболеваний сдерживала бурая листовая ржавчина, интенсивно распространившаяся в незащищенных посевах (средняя степень поражения растений 62,9%).

Оба исследуемых препарата подавляли развитие всех выявленных болезней в посевах Новосибирской 31. Против доминирующей в патогенном комплексе бурой листовой ржавчины эффективнее действо-

вал фунгицидный комплекс тебуконазола с экстрактом солодки (биологическая эффективность 100%). Эффект применения комплекса тебуконазола с арабиногалактаном (биологическая эффективность 98,3%) соответствовал результату, полученному при обработке посевов химическим эталоном (биологическая эффективность 98,1%). Тебуконазол в комплексе с солодкой надежнее защищал растения от поражения септориозом (биологическая эффективность 95,4%) в сравнении с комплексом с арабиногалактаном (85,6%) и лишь немного уступал Фоликуру (97,1%). Этот комплекс эффективнее сдерживал развитие и распространение мучнистой росы в верхнем ярусе защищенных растений.

Яровая пшеница Обская 2 поражалась только септориозом, развитие которого в фазе начала молочной спелости зерна на подфлаговом листе достигло 21,6% при 100%-й распространенности. Его распространенность эффективнее подавлял Фоликур (в 2,2 раза). Комплексы тебуконазола с экстрактом солодки и арабиногалактаном ограничивали распространенность болезни в 1,4 и 1,3 раза. Однако пораженность листьев септориозом изучаемыми комплексами сдерживалась на высоком уровне: биологическая эффективность тебуконазола с экстрактом солодки составила 91,3%, с арабиногалактаном – 83,1%. Фоликур подавил развитие болезни на 92,8%. К концу фазы молочной спелости зерна частота встречаемости здоровых растений в опытных вариантах превышала контроль в 5,7 (тебуконазол с экстрактом солодки) и 4,7 раза (тебуконазол с арабиногалактаном), интенсивность поражения флага-листа не превышала 1%. При этом биологическая эффективность комплекса тебуконазола с солодкой была сопоставима с эталоном (97 и 97,1% соответственно), с арабиногалактаном она составила 92,1%.

У защищенной новыми фунгицидными комплексами пшеницы достоверно увеличивалась (степень влияния по Снедекору 99,7 и 99,5%) площадь флагового листа и задерживалось старение листьев (см. табл. 1).

Табл. 1. Площадь флаг-листа главного побега яровой пшеницы, защищенной композициями тебуконазола с экстрактом солодки и арабиногалактаном, см²
Table 1. The area of the flag leaf of the main shoot of spring wheat protected by tebuconazole compositions with licorice extract and arabinogalactan, cm²

Вариант опыта	Новосибирская 31		Обская 2	
	см ²	+ к контролю, %	см ²	+ к контролю, %
Контроль (без обработки фунгицидами)	18,4	–	18,1	
Фоликур, КЭ, 1 л/га	24,7	25,6	24,0	24,5
Композиция тебуконазол : солодка (1 : 5; 0,5 кг/га)	25,2	27,0	25,8	29,8
Композиция тебуконазол : арабиногалактан (1 : 10; 0,5 кг/га)	24,2	24,0	23,2	22,0
НСР ₀₅	0,19		0,27	

Ростостимулирующий эффект обработки растений фунгицидными препаратами проявлялся у обоих сортов пшеницы. В большей степени он был выражен, если флаг-лист защищали комплексом тебуконазола с экстрактом солодки: у сорта Новосибирская 31 его площадь увеличилась на 27%, у сорта Обская 2 – на 29,8%. При применении тебуконазола с арабиногалактаном площадь флаг-листа увеличилась на 24 и 22% соответственно. Разница в этом показателе (1,35 раза) между опытными вариантами сильнее проявилась на сорте Обская 2. Опрыскивание посевов Фоликуром также увеличивало площадь флаг-листа: у сорта Новосибирская 31 на 25,6%, Обская 2 на 24,5%. Обработка растений тебуконазолом с экстрактом солодки вызывала увеличение ширины флаг-листьев главного стебля. Для пшеницы Новосибирская 31 средний пока-

затель составил 1,62 см (контроль – 1,13 см, Фоликур – 1,60, тебуконазол с арабиногалактаном – 1,54 см; НСР₀₅ = 0,01); Обская 2 – 1,45 см (контроль – 1,25 см, Фоликур – 1,42, тебуконазол с арабиногалактаном – 1,38 см; НСР₀₅ = 0,02). У растений с увеличенной площадью флаг-листа главного стебля повышалась крупность зерна главного колоса (коэффициенты корреляции и детерминации для сорта Новосибирская 31 составили 0,94 и 88,4%, Обская 2 – 0,97 и 94,1%). Масса зерна главного колоса в вариантах с обработкой изучаемыми препаратами пшеницы сорта Новосибирская 31, которая поражалась всем комплексом болезней листьев, увеличилась на 36,1 (тебуконазол с солодкой) и 34,4% (тебуконазол с арабиногалактаном) и превышала результат, полученный от обработки Фоликуром (33,7%) (см. табл. 2). Рост массы зерна главного

Табл. 2. Показатели продуктивности главного колоса яровой пшеницы, защищенной комплексами тебуконазола с экстрактом солодки и арабиногалактаном
Table 2. Productivity indicators of the main spike of spring wheat protected by tebuconazole compositions with licorice extract and arabinogalactan

Вариант опыта	Новосибирская 31			Обская 2		
	число зерен в главном колосе	масса 1000 зерен главного колоса, г	масса зерна главного колоса, г	число зерен в главном колосе	масса 1000 зерен главного колоса, г	масса зерна главного колоса, г
Контроль (без обработки фунгицидами)	31,67	38,49	1,22	33,62	49,95	1,68
Фоликур, КЭ, 1 л/га	42,96	42,75	1,84	34,30	55,49	1,90
Композиция тебуконазол : солодка (1 : 5; 0,5 кг/га)	42,56	44,94	1,91	36,42	56,70	2,06
Композиция тебуконазол : арабиногалактан (1 : 10; 0,5 кг/га)	41,71	44,58	1,86	34,79	56,08	1,95
НСР ₀₅	0,46	0,29	0,02	0,17	0,79	0,03
Степень влияния по Снедекору, %	99,71	99,60	99,70	99,1	97,50	98,20

колоса у пшеницы Обская 2, пораженной только септориозом, составил соответственно изучаемым препаратам 18,4 и 13,8%, в то время как применение Фоликура обеспечило рост показателя на 11,6%. Следует отметить, что при применении фунгицидов существенно увеличивалась озерненность колоса. У пшеницы Новосибирская 31 композиция тебуконазола с экстрактом солодки повысила показатель на 34,4%, с арабиногалактаном – на 31,4%, у сорта Обская 2 – на 8,4 и 3,5%. Опрыскивание посевов Фоликуром повысило показатель на 35,6 и 2,0%. Существенно возросла масса 1000 зерен главного колоса: при применении тебуконазола с солодкой у сорта Новосибирская 31 на 6,45 г, Обская 2 на 6,75 г, тебуконазола с арабиногалактаном на 6,09 и 6,13 г соответственно. Применение Фоликура увеличило показатель у сорта Новосибирская 31 на 4,26 г, Обская 2 на 5,54 г, что было существенно меньше, чем при опрыскивании посевов изучаемыми препаратами.

Таким образом, использование композиций тебуконазола с экстрактом солодки и арабиногалактаном при выращивании яровой пшеницы приводило не только к подавлению развития основных листовых инфекций на растениях, но и оказывало положительное влияние на основные показатели структуры продуктивности растений, сопоставимое с использованием коммерческого фунгицида, или превышающее его действие на культуру.

Применение комплексов тебуконазола с солодкой и арабиногалактаном приводило к существенному росту урожайности зерна пшеницы: у пшеницы Новосибирская 31 на 12,1–12,3%, что сопоставимо с результатами применения Фоликура – 11,9% (см. табл. 3). Отзывчивость сорта Обская 2 на применение тебуконазола с экстрактом солодки была выше – 20,1%, при опрыскивании посевов тебуконазолом с арабиногалактаном рост урожайности зерна составил 11,2%, Фоликуром – 6,6%.

Табл. 3. Влияние обработки посевов композициями тебуконазола с экстрактом солодки и арабиногалактаном на урожайность зерна, т/га

Table 3. The effect of treating crops with tebuconazole compositions with licorice extract and arabinogalactan on grain yield, t/ha

Вариант опыта	Новосибирская 31	Обская 2
Контроль (без обработки фунгицидами)	5,36	4,72
Фоликур, КЭ, 1 л/га	6,00	5,03
Композиция тебуконазол : экстракт солодки (1 : 5; 0,5 кг/га)	6,02	5,67
Композиция тебуконазол : арабиногалактан (1 : 10; 0,5 кг/га)	6,01	5,25
НСР ₀₅	0,06	0,22
Степень влияния по Снедекору, %	98,0	90,1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях лесостепной зоны Западной Сибири в полевом опыте применены новые фунгицидные композиции – механохимически полученные супрамолекулярные комплексы тебуконазола с экстрактом солодки в массовом соотношении 1 : 5 (время механохимической обработки в мельнице ВМ 24 ч), а также тебуконазола с арабиногалактаном массовом соотношении 1 : 10 (время механохимической обработки 6 ч) с нормой расхода препарата 0,5 кг/га.

Однократная обработка, проведенная в начале колошения пшеницы, эффективно сдерживала развитие на растениях фитопатогенов *Puccinia recondita*, *Septoria nodorum*, *Blumeria graminis*, стимулировала рост флагового листа, повышала зерновую продуктивность яровой мягкой пшеницы на уровне или выше коммерческого химического фунгицида.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Захаренко В.А. Экономическая целесообразность системы защиты зерновых культур в России // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 7. С. 5–8. DOI 10.24411/0235-2451-2018-10701

2. Немченко В.В., Кекало А.Ю., Заргарян Н.Ю. Фунгициды на яровой пшенице в условиях Зауралья // Вестник Уральской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. Т. 31. № 3. С. 33–35. DOI 10.18286/1816-4501-2015-3-33-37
3. Шоба В.Н., Каличкин В.К., Ким С.А., Каличкин А.В. Резервы повышения урожайности яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 6. С. 31–33.
4. Поляков М.В., Губанова В.М. Листостеблевые болезни сортов яровой пшеницы в условиях северной лесостепи Тюменской области // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2014. № 4. С. 146–148.
5. Захаренко В.А. Проблема резистентности вредных организмов к пестицидам – мировая проблема // Вестник защиты растений. 2001. № 1. С. 3–17.
6. 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. № 10–12. С. 2695–2700.
7. Чикишева Г.Е., Давлетов Р.Д., Земченкова Г.К. Сравнительная оценка фунгицидной активности арабиногалактана по отношению к карбендазиму // Башкирский химический журнал. 2012. Т. 19. № 2. С. 118–120.
8. Лысов А.К. Методологические подходы для решения задач по дискретному внесению пестицидов // Вестник защиты растений. 2018. Т. 97. № 3. С. 5–9.
9. Гришечкина Л.Д., Долженко В.И. Современные фунгициды для интегрированных систем защиты зерновых культур от комплекса фитопатогенов // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2012. Т. 39. № 6. С. 7–10.
10. Парахин Н.В., Лысенко Н.Н. Защита растений в повышении урожайности и качества зерна // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2012. Т. 39. № 6. С. 2–7.
11. Массалимов И.А., Давлетшин Р.Д., Гайфуллин Р.Р., Зайнитдинова Р.М., Мусавирова Л.Р. Сравнение биологических свойств наночастиц серы и известных пестицидов // Башкирский химический журнал. 2013. Т. 20. № 3. С. 142–144.
12. Ашаева О.В., Шахалов В.Н. Фотосинтетическая деятельность посевов яровой твердой пшеницы в условиях Нижегородской области // Вестник АПК Верхневолжья. 2014. Т. 27. № 3. С. 28–30.
13. Голева Г.Г., Ващенко Т.Г., Крюкова Т.И., Голев А.Д. Роль флаговых листьев в формировании продуктивности растений озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2016. Т. 49. № 2. С. 31–42. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2016.2.31
14. Баталова Г.А., Ведерников Ю.Е., Лисицын Е.М., Снигирева О.М., Мартьянова А.Н. Влияние агропестицидов на ассимиляционную поверхность растений яровых зерновых культур // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 6. С. 39–42.
15. Метелева Е.С., Евсеенко В.И., Теплякова О.И., Халиков С.С., Поляков Н.Э., Апанасенко И.Е., Душкин А.В., Власенко Н.Г. Нанопестициды на основе супрамолекулярных комплексов тебуконазола для обработки семян злаковых культур // Химия в интересах устойчивого развития. 2018. Т. 26. № 3. С. 279–294. DOI: 10.15372/ChUR20180304
16. Санин С.С., Санина А.А., Мотовилин А.А., Пахолкова Е.В., Корнева Л.Г., Жохова Т.П., Полякова Т.М. Защита пшеницы от септориоза // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». 2012. № 4. С. 73.
17. Санин С.С., Неклеса Н.П., Стрижекозин Ю.А. Защита пшеницы от мучнистой росы // Защита и карантин растений. 2008. № 1. С. 62–70.
18. Дмитриев Н.Н., Хуснидинов Ш.К. Методика ускоренного определения площади листовой поверхности сельскохозяйственных культур с помощью компьютерной технологии // Вестник Красноярского аграрного университета. 2016. № 7. С. 88–93.
19. Ещенко В.Е., Трифонова М.Ф., Копытко П.Г., Соловьев А.М., Фирсов И.П., Шевченко В.А. Основы опытного дела в растениеводстве: монография. М.: Колос. 2009. 268 с.
20. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере: монография. Новосибирск, 2012. 282 с.

REFERENCES

1. Zakharenko V.A. Ekonomicheskaya tselesoobraznost' sistemy zashchity zernovykh kul'tur

- v Rossii [Economic expediency of protection system of grain crops in Russia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of AIC]*, 2018, vol. 32, no. 7, pp. 5–8. DOI 10.24411/0235-2451-2018-10701
- Nemchenko V.V., Kekalo A.Yu., Zargaryan N.Yu. Fungitsidy na yarovoi pshenitse v usloviyakh Zaural'ya [Fungicides on spring wheat in the conditions of Trans Urals]. *Vestnik Ural'skoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii [Bulletin of the Ural State Agricultural Academy]*, 2015, vol. 31, no. 3, pp. 33–35. DOI 10.18286/1816-4501-2015-3-33-37
 - Shoba V.N., Kalichkin V.K., Kim S.A., Kalichkin A.V. Rezervy povysheniya urozhainosti yarovoi pshenitsy v lesostepi Zapadnoi Sibiri [Potential for yield increase of spring wheat in the forest-steppe of Western Siberia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of AIC]*, 2017, vol. 31, no. 6, pp. 31–33.
 - Polyakov M.V., Gubanova V.M. Listosteblevye bolezni sortov yarovoi pshenitsy v usloviyakh severnoi lesostepi Tyumenskoi oblasti [Leaf and stem diseases of spring wheat varieties in the conditions of forest-steppe of Tyumen region]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [The Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University]*, 2014, no. 4, pp. 146–148.
 - Zakharenko V.A. Problema rezistentnosti vrednykh organizmov k pestitsidam – mirovaya problema [The problem of pests' resistance to pesticides is a global problem]. *Vestnik zashchity rastenii [Journal Plant Protection News]*, 2001, no. 1, pp. 3–17.
 - Khalikov S.S., Dushkin A.V., Davletov R.D., Evseenko V.I. Sozdanie innovatsionnykh fungitsidnykh sredstv na osnove tebukonazola s privlecheniem mekhanokhimicheskikh protsessov [Creation of innovative fungicidal means on the basis of tebuconazole with the use of mechanochemical processes]. *Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research]*, 2013, no. 10–12, pp. 2695–2700.
 - Chikisheva G.E., Davletov R.D., Zemchenko G.K. Sravnitel'naya otsenka fungitsidnoi aktivnosti arabinogalaktana po otnosheniyu k karbendazimu [Comparative assessment of fungicidal activity of arabinogalactan with regard to karbendazim]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal [Bashkir Chemical Journal]*, 2012, vol. 19, no. 2, pp. 118–120.
 - Lysov A.K. Metodologicheskie podkhody dlya resheniya zadach po diskretnomu vneseniyu pestitsidov [Methodological approaches to solving the task on discreet application of pesticides]. *Vestnik zashchity rastenii [Journal Plant Protection News]*, 2018, vol. 97, no. 3, pp. 5–9.
 - Grishechkina L.D., Dolzhenko V.I. Sovremennye fungitsidy dlya integrirovannykh sistem zashchity zernovykh kul'tur ot kompleksa fitopatogenov [Modern fungicides for integrated systems of grain crop protection from a number of phytopathogens]. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of Orel State Agrarian University]*, 2012, vol. 39, no. 6, pp. 7–10.
 - Parakhin N.V., Lysenko N.N. Zashchita rastenii v povyshenii urozhainosti i kachestva zerna [Plant protection in improvement of grain yield and quality]. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of Orel State Agrarian University]*, 2012, vol. 39, no. 6, pp. 2–7.
 - Massalimov I.A., Davletshin R.D., Gaifulin R.R., Zainitdinova R.M., Musavirova L.R. Sravnenie biologicheskikh svoystv nanochastits sery i izvestnykh pestitsidov [Comparison of biological properties of Sulphur nanoparticles and known pesticides]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal [Bashkir Chemical Journal]*, 2013, vol. 20, no. 3, pp. 142–144.
 - Ashaeva O.V., Shakhvalov V.N. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' posevov yarovoi tvrdoi pshenitsy v usloviyakh Nizhegorodskoi oblasti [Photosynthetic activity of spring durum wheat crops in the conditions of Nizhegorodskaya region]. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya [Bulletin of AIC of Verkhnevolzhya]*, 2014, vol. 27, no. 3, pp. 28–30.
 - Goleva G.G., Vashchenko T.G., Kryukova T.I., Golev A.D. Rol' flagovykh list'ev v formirovanii produktivnosti rastenii ozimoi myagkoi pshenitsy (*Triticum aestivum* L.) [The role of flag leaves in formation of productivity of winter common wheat (*Triticum aestivum* L.)]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Vestnik of Voronezh State Agrarian University]*, 2016, vol. 49, no. 2, pp. 31–42. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2016.2.31
 - Batalova G.A., Vedernikov Yu.E., Lisitsyn E.M., Snigireva O.M., Mart'yanova A.N. Vliyaniye agropestitsidov na assimilatsionnyuyu poverkhnost' rastenii yarovykh zern

- novykh kul'tur [Influence of agro-pesticides on assimilation plant surface of spring grain crops]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2017, vol. 31, no. 6, pp. 39–42.
15. Meteleva E.S., Evseenko V.I., Teplyakova O.I., Khalikov S.S., Polyakov N.E., Apanasenko I.E., Dushkin A.V., Vlasenko N.G. Nanopestitsidy na osnove supramolekulyarnykh kompleksov tebukonazola dlya obrabotki semyan zlakovykh kul'tur [Nanopesticides on the basis of supramolecular complexes of tebuconazole for grain crop seeds treatment]. *Khimiya v interesakh ustoichivogo razvitiya* [Chemistry for the purpose of sustainable development], 2018, vol. 26, no. 3, pp. 279–294. DOI: 10.15372/KhUR20180304
 16. Sanin S.S., Sanina A.A., Motovilin A.A., Pakholkova E.V., Korneva L.G., Zhokhova T.P., Polyakova T.M. Zashchita pshenitsy ot septorioza [Plant protection from Septoria]. *Prilozhenie k zhurnalu «Zashchita i karantin rastenii»* [Attachment to the Journal “Protection and quarantine of plants”], 2012, no. 4, pp. 73.
 17. Sanin S.S. Neklesa N.P. Strizhekozin Yu.A. Zashchita pshenitsy ot muchnistoï rosy [Protection of wheat from mildew]. *Zashchita i karantin rastenii* [Protection and quarantine of plants], 2008, no. 1, pp. 62–70.
 18. Dmitriev N.N., Khusnidinov Sh.K. Metodika uskorennoġo opredeleniya ploshchadi listovoi poverkhnosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur s pomoshch'yu komp'yuternoï tekhnologii [Methods of fast determination of leaf surface area of agricultural crops with the help of computer technologies]. *Vestnik Krasnoyarskogo agrarnogo universiteta universiteta* [The Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2016, no. 7, pp. 88–93.
 19. Eshchenko V.E., Trifonova M.F., Kopytko P.G., Solov'ev A.M., Firsov I.P., Shevchenko V.A. *Osnovy opytnogo dela v rastenievodstve*: [The basis of experimental business in plant breeding]. M.: *Kolos* [Kolos], 2009. 268 p.
 20. Sorokin O.D. *Prikladnaya statistika na komp'yutere*: [Applied statistics on the computer]. Novosibirsk, 2012. 282 p.

Информация об авторах

✉ **Власенко Н.Г.**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией защиты растений; Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук; **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; Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук

Бурлакова С.В., кандидат сельскохозяйственных наук, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук

Душкин А.В., доктор химических наук, главный научный сотрудник; Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН

Евсеенко В.И., кандидат химических наук, научный сотрудник, Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН

Финансовая поддержка

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

Author information:

✉ **Vlasenko N.G.**, Doctor of Science in Biology, Head Researcher, Head of the Plant Protection Laboratory of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences; **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 of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences

Burlakova S.V., Candidate of Science in Biology, the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences

Dushkin A.V., Doctor of Science in Chemistry, Head Researcher of the Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Evseenko V.I., Candidate of Science in Chemistry, Researcher of the Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Дата поступления статьи 06.09.2018
Received by the editors 06.09.2018