

УДК 632.952+633 (571.1)
EDN LGTHYJ

Ледовский Е. Н., Доронин В. Г.
**ФУНГИЦИДЫ И БАКОВЫЕ СМЕСИ С УДОБРЕНИЯМИ В ПОСЕВАХ
ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»

Реферат. Совмещение технологических операций по борьбе с болезнями и некорневой подкормки зерновых культур представляет значительный научно-практический интерес. Этот приём начинают широко использовать производители региона, но реальной оценки его эффективности нет. Цель исследований – выявить влияние применения фунгицидов в баковых смесях с азотными и комплексными удобрениями на их биологическую эффективность и урожайность зерна яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Омской области. Исследования проведены на посевах второй культуры после пара в 2018–2020 гг. Севооборот: пар чистый – яровая пшеница – яровая пшеница – ячмень. Почва опытного участка чернозёмно-луговая, тяжелосуглинистая. Опыт полевой двухфакторный, площадь делянок 25 м², повторность четырёхкратная. Схема опыта включала 12 вариантов по изучению эффективности химических фунгицидов и их баковых смесей с карбамидом (10 и 15 кг/га физ. веса), жидким комплексным удобрением Agree's «Азот» (3 л/га), а также соответствующие варианты с внекорневой подкормкой удобрениями без фунгицидов. Погодные условия вегетационных периодов за время исследований существенно различались. В 2018 г. за период май-август ГТК составил 1,31, 2019 г. – 0,99, 2020 г. – 0,67. Некорневая подкормка посевов яровой пшеницы карбамидом в условиях 2018–2020 гг. незначительно снижала развитие листостеблевых инфекций, отмечена тенденция к росту урожайности зерна на 0,25–0,43 т/га. В 2020 г. при умеренном развитии видов ржавчины урожайность увеличилась существенно на 0,70–1,15 т/га. При обработке посевов комплексным удобрением Agree's «Азот» во все годы исследований получена прибавка от 0,50 до 1,35 т/га. Применение карбамида и жидкого комплексного удобрения Agree's «Азот» в баковой смеси с фунгицидами не снижало их биологическую эффективность, а часто её увеличивало. Наибольший рост урожайности к контролю был от баковых смесей фунгицидов с карбамидом в дозе 10 кг/га и Agree's «Азот» – от 0,72 до 1,74 т/га, что даёт основание для рекомендаций этих приёмов на посевах яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири.

Ключевые слова: яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.), листостеблевые инфекции, биологическая эффективность, фунгицид, некорневая подкормка, удобрения, урожайность.

Для цитирования: Ледовский Е. Н., Доронин В. Г. Фунгициды и баковые смеси с удобрениями в посевах яровой пшеницы на юге Западной Сибири // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 3(31). С. 56–65. EDN: LGTHYJ.

For citation: Ledovsky E. N., Doronin V. G. Fungicides and their tank mixtures with fertilizers in wheat crops in the south of Western Siberia // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2022. No. 3(31). P. 56–65. EDN: LGTHYJ.

Введение

По данным Всероссийского института защиты растений, ежегодно от болезней РФ недополучает от 8,5 до 25 млн т. зерна, средний уровень потерь составляет 18,3 млн т или 26 % [1].

В Западной Сибири ежегодно выращивают около 10 % общероссийского урожая зерна яровой мягкой пшеницы. Агроэкологические условия региона позволяют увеличить его производство в 1,5–3,0 раза [1, 2].

В последние годы возрастает актуальность эффективной защиты растений от листостеблевых инфекций. Для получения более высоких урожаев яровой пшеницы необходимо радикально уменьшить негативное влияние болезней. Наиболее вредоносными в регионе являются: бурая листовая ржавчина (*Puccinia triticina* Eriks.), стеблевая ржавчина (*Puccinia graminis* Rers.), мучнистая роса (*Erysiphe graminis* DC.) и септориоз (*Septoria ssp.*) [3].

Исследования показали, что продуктивность зерновых культур от листостеблевых болезней резко сокращается. В среднем от болезней теряется до 20 % зерна, а в годы эпифитотий – 40–60 % урожая, при этом ухудшается качество продукции, уменьшается содержание в зерне белка и клейковины, моносахаридов, снижается стекловидность [3–5].

Урожайность и качество зерна, особенно при повторных посевах, на полях без удобрений и средств защиты от листостеблевых инфекций резко уменьшаются по причине низкой обеспеченности элементами питания, повышения засорённости и усиления патогенности инфекционного фона [6, 7].

Азотные удобрения являются ключевым фактором при определении систем возделывания культур, оказывают сильное влияние на метаболизм растений и биологические процессы, регулирующие рост и развитие растений [8, 9].

Азот и фунгициды оказывают синергетическое воздействие на урожайность зерна озимой пшеницы и содержание в нём белка. Без применения фунгицидов значительно снижается её продуктивность, особенно в системах возделывания с высокими дозами азота. Защита листового аппарата играет важную роль в продлении жизненного цикла растений и активности фотосинтеза. На сегодняшний день мало исследований, посвященных основным и кумулятивным эффектам фунгицида и азота на продуктивность пшеницы [10, 11].

Вместе с основным и припосевным удобрением повышается роль листовых подкормок, то есть доставки легкорастворимых макро- и микроэлементов, а также других необходимых веществ через поверхность листьев, стеблей к корням и другим органам растения. Назначение подкормки – усилить питание растений в определенные периоды их роста и развития. Некорневая подкормка является приёмом, дополняющим или улучшающим действие основного внесения удобрений. Их сочетание позволяет обеспечить оптимальное питание растений в процессе всей вегетации и эффективно вносить необходимые вещества [12, 13].

В наших исследованиях 2018–2019 гг. от смеси гербицидов и карбамида (5 кг/га) отмечена лишь тенденция к росту урожайности зерна в сравнении с гербицидным контролем. Дополнительная подкормка 5 и 10 кг/га карбамида в фазе начала колошения яровой пшеницы повышала урожайность на 0,32 и 0,42 (2018 г.) и 0,45 и 0,47 т/га (2019 г.) [14].

Одновременное сочетание фунгицида и микроудобрений привело к дополнительному увеличению урожайности озимой пшеницы на 0,39 т/га. Внекорневое внесение микроэлементов поддерживает действие фунгицидной защиты пшеницы, повышая урожайность при высоких дозах азота [15].

В современном арсенале средств химической защиты растений есть ряд фунгицидов, обладающих высокой биологической эффективностью против листостеблевых болезней. Применение их в период вегетации является эффективным способом минимизации вредоносности этих инфекций. Значительный научно-практический интерес представляет совмещение фунгицидной обработки с некорневой подкормкой посевов яровой пшеницы азотными и комплексными удобрениями. Этот приём начинают массово использовать производители региона, но реальной

оценки его эффективности в наших условиях нет. При этом, нормы расхода удобрений кратно меньше, чем в рекомендациях по подкормкам, изданных ранее [16], а также в исследованиях в других регионах, где рекомендуется применение карбамида для листовой подкормки в дозе N₁₅ и N₃₀ в действующем веществе [17, 18]. По оперативным данным МСХ Омской области основное внесение азотных удобрений в 2022 г. в среднем на площади 1175276 га составило всего 26,1 кг д.в.

Цель исследований – выявить влияние применения фунгицидов в баковых смесях с азотными и комплексными удобрениями на их биологическую эффективность и урожайность зерна яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Омской области.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2018–2020 гг. на опытных полях ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» (южная лесостепная зона), в посевах яровой пшеницы среднераннего сорта Омская 36, высеваемой второй культурой после пара. Севооборот: чистый пар – яровая пшеница – яровая пшеница – ячмень. Почва опытного участка чернозёмно-луговая, тяжелосуглинистая, с содержанием гумуса в пахотном слое 6,4–6,6 % (по Тюрину), подвижного фосфора и обменного калия соответственно 105–128 и 350–420 мг/кг почвы (по Чирикову), РН_{KCl} – 6,4–6,7. Содержание нитратного азота в почве на момент посева в 2018 г. – 18,2, 2019 г. – 17,8, 2020 г. – 16,9 %.

Погодные условия вегетационных периодов за время исследований существенно различались. 2018 г. отличался холодной погодой в мае с количеством осадков 74 мм (285 % нормы). В июне – небольшой недобор и осадки в 124 % к норме. В июле и первой половине августа преобладала тёплая погода, третья декада августа – прохладная и дождливая.

В мае 2019 г. температура и осадки были близкими к норме. Июнь – прохладный и влажный – температура воздуха оказалась на 2,4 °С ниже нормы, осадков выпало 85 мм (167 % нормы). Июль – в основном тёплый и сухой, ГТК за месяц 0,44, тёплым был и август.

Май 2020 г. был жарким и сухим – отмечено рекордное превышение среднемесячной температуры воздуха на 5,6 °С. Июнь – прохладный, но существенные осадки выпали только в третьей декаде (82 % нормы). В июле очень тёплая и жаркая погода была в первых двух декадах, осадков выпало очень мало, ГТК за месяц составил 0,2. В августе средняя температура воздуха была выше нормы на 3,2 °С, а осадки выпали во второй и третьей декадах.

Весной поля обрабатывали тяжёлыми зубовыми боронами в два следа, предпосевная культивация – агрегатом «Степняк 5,6», посев дисковой сеялкой СЗП-3,6 с последующим прикатыванием. Препараты вносили ручным ранцевым опрыскивателем «PJ-18», расход рабочей жидкости 200 л/га. Площадь делянки – 25 м², повторность – четырёхкратная, размещение вариантов рендомизированное. Уборку осуществляли комбайном «Сампо-130». Учёты и наблюдения проводили по общепринятым методикам [19–21]. Фунгицидную обработку и некорневую подкормку осуществляли в фазе начала колошения пшеницы. Биологическую эффективность обработки определяли через 20 дней после обработки и сравнивали с контролем. При учёте поражённости листостеблевыми болезнями пшеницы определяли распространённость и развитие инфекций. Развитие мучнистой росы (интенсивность поражённости растений) определяли по шкале Гешеле, бурой ржавчины – Петерсона и др. Расчёт выполняли по формуле: $R = \Sigma (a \times b) \div N$, где R – развитие болезни, %; $\Sigma (a \times b)$ – сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий % поражённости (b); N – общее количество растений в пробах.

В опыте изучали эффективность химических фунгицидов и баковых смесей с карбамидом, а также жидким минеральным удобрением Agree's «Азот». В схему

опыта включены: контроль (без удобрений и фунгицидов), варианты с некорневой подкормкой карбамидом и Agree's «Азот» без фунгицидов, два фунгицида, баковые смеси фунгицидов и удобрений. Карбамид – удобрение с амидной формой азота, Agree's «Азот» – жидкое комплексное минеральное удобрение, содержащее макро и микроэлементы (в хелатной форме).

Для защиты от комплекса листостеблевых болезней применялись фунгициды «Титул Дуо», ККР (пропиконазол + тебуконазол 200 + 200 г/л) – 0,32 л/га и «Абакус Ультра», СЭ (пираклостробин + эпоксиконазол 62,5 + 62,5 г/л) – 1,5 л/га. Норма расхода карбамида – 5 и 10 кг/га (физический вес), Agree's «Азот» – 3 л/га.

Обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Доспехову с использованием прикладных программ.

Результаты и их обсуждение

В посевах пшеницы за годы исследований преобладали бурая листовая и стеблевая ржавчины, мучнистая роса, в меньшей степени проявился септориоз. На фитосанитарное состояние значительное влияние оказали погодные условия, которые по годам существенно различались.

В целом, 2018 г. был благоприятным для развития листостеблевых болезней яровой пшеницы. Через три недели после обработки в контроле поражённость мучнистой росой достигала 30,5 %, видами ржавчины – 45 % (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние обработки препаратами и баковыми смесями на урожайность зерна пшеницы Омская 36, 2018 г.

Вариант	Норма расхода, кг, л/га	Биологическая эффективность, %						Урожайность зерна, т/га	Прибавка к контролю, т
		мучнистая роса		виды ржавчины		септориоз			
		R, %	Б.Э., %	R, %	Б.Э., %	R, %	Б.Э., %		
Контроль	-	30,5	-	45,0	-	3,2	-	1,64	-
Карбамид	10	21,0	31,2	41,0	8,9	2,5	21,9	1,94	0,30
Карбамид	15	17,3	43,3	43,0	4,4	3,0	6,2	1,90	0,26
Agree's «Азот»	3	18,8	38,4	30,5	32,2	2,0	37,5	2,14	0,50
«Титул Дуо»	0,32	4,3	85,9	1,9	95,8	2,4	25,0	2,64	1,0
«Титул Дуо» + карбамид	0,32 + 10	7,5	75,4	2,3	94,9	2,0	37,5	2,80	1,16
«Титул Дуо» + карбамид	0,32 + 15	1,9	93,8	1,0	97,8	1,0	68,8	2,32	0,68
«Титул Дуо» + Agree's «Азот»	0,32 + 3	1,1	96,4	0,5	98,9	1,5	53,1	2,84	1,20
«Абакус Ультра»	1,5	5,3	82,6	0,4	100,0	1,5	53,1	2,99	1,35
«Абакус Ультра» + карбамид	1,5 + 10	1,4	95,4	1,0	97,8	1,2	62,5	2,82	1,18
«Абакус Ультра» + карбамид	1,5 + 15	1,6	94,8	0	100	1,2	62,5	2,57	0,93
«Абакус Ультра» + Agree's «Азот»	1,5 + 3	1,7	94,4	3,0	93,3	0	100	3,38	1,74
								НСР ₀₅ = 0,58	

Примечание. здесь и далее R, % – развитие болезни, Б.Э. – биологическая эффективность; жирным шрифтом выделены существенные прибавки урожайности.

Необходимо отметить снижение развития мучнистой росы к контролю по вариантам с удобрениями в «чистом» виде от 21,0 до 17,3 % (в контроле 30,5 %), а также рост биологической эффективности баковых смесей по сравнению с фунгицидами без удобрений. Степень развития видов ржавчин после обработки культуры Agree's «Азот» уменьшилась на 32,2 %. Биологическая эффективность против ржавчин фунгицидов в «чистом виде» и в баковых смесях была очень высокой – от 93,3 «Абакус Ультра + Agree's «Азот» до 100 % «Абакус Ультра» и «Абакус Ультра + карбамид, 15 кг/га». На фоне низкой поражённости септориозом (3,2 %) не было признаков болезни в варианте «Абакус Ультра» + Agree's «Азот».

При внекорневой подкормке без фунгицидов отмечена только тенденция роста урожайности – от 0,26 до 0,5 т/га. Наибольшая прибавка от фунгицидов получена в варианте с «Абакус Ультра» – 1,35 т/га. Смеси «Титул Дуо», «Абакус Ультра» с карбамидом в дозе 15 кг/га недостоверно снижали урожайность – на 0,32 и 0,42 т/га в сравнении с соответствующими вариантами без удобрения. Отмечена тенденция роста урожайности по баковым смесям фунгицидов с Agree's «Азот», особенно с «Абакус Ультра» – зафиксирована максимальная прибавка к контролю в 1,74 т/га.

Условия 2019 г. благоприятствовали развитию листостеблевых болезней пшеницы. На контрольном варианте поражённость мучнистой росой составила 18,3, ржавчинами – 68,0 и септориозом – 8,6 % (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние обработки препаратами и баковыми смесями на урожайность зерна пшеницы Омская 36, 2019 г.

Вариант	Норма расхода, кг, л/га	Биологическая эффективность, %						Урожайность зерна, т/га	Прибавка к контролю, т
		мучнистая роса		виды ржавчины		септориоз			
		R, %	Б.Э., %	R, %	Б.Э., %	R, %	Б.Э., %		
Контроль	-	18,3	-	68,0	-	8,6	-	2,30	-
Карбамид	10	13,5	26,2	72,0	-5,9	7,0	18,6	2,56	0,25
Карбамид	15	12,3	32,8	60,2	11,5	7,0	18,6	2,73	0,43
Agree's «Азот»	3	11,6	36,6	12,2	24,9	6,4	25,6	2,84	0,54
«Титул Дуо»	0,32	7,0	61,8	23,1	66,0	2,8	67,4	3,61	1,31
«Титул Дуо» + карбамид	0,32 + 10	3,3	82,0	7,8	88,5	2,0	76,7	3,88	1,58
«Титул Дуо» + карбамид	0,32 + 15	2,2	88,0	9,0	86,8	3,5	59,3	2,75	0,45
«Титул Дуо» + Agree's «Азот»	0,32 + 3	5,1	72,1	3,5	94,8	4,8	44,2	3,58	1,28
«Абакус Ультра»	1,5	0,3	98,4	0,3	99,6	0,3	96,5	3,66	1,36
«Абакус Ультра» + карбамид	1,5 + 10	0,4	97,8	0,3	99,6	4,3	50,0	3,90	1,6
«Абакус Ультра» + карбамид	1,5 + 15	0,7	96,2	0,5	99,3	6,4	25,6	4,08	1,78
«Абакус Ультра» + Agree's «Азот»	1,5 + 3	1,8	90,2	1,3	98,1	4,2	51,2	3,82	1,52
								НСР ₀₅ = 0,50	

Биологическая эффективность против мучнистой росы «Абакус Ультра» и баковых смесей его с удобрениями превышала 90 %, максимальный показатель у «Абакус Ультра» в «чистом виде» – 98,4 %. Небольшое снижение поражённости было в вариантах только с некорневой подкормкой удобрениями. Наиболее высокий уровень биологической эффективности против ржавчин получен от «Абакус Ультра» и баковых смесей его с удобрениями (до 99,6 %). Эффективность против септориоза по варианту защиты с «Абакус Ультра» составила 96,5 %.

Фунгицидная обработка и некорневая подкормка посева оказали в основном существенное влияние на урожайность зерна культуры. Применение фунгицидов «Титул Дуо» и «Абакус Ультра» способствовало росту урожайности зерна на 1,31 и 1,36 т/га к контролю. От баковой смеси «Титул Дуо» + карбамид, 10 кг/га получена прибавка к контролю 1,58, но с 15 кг карбамида – всего 0,45 т/га, и она недостоверна. Вероятно, здесь проявился фитотоксический эффект этой смеси на культуру, в то же время по обеим смесям карбамида с «Абакус Ультра» получен наибольший рост урожайности – 1,60 и 1,78 т/га. Прибавки в урожайности от фунгицидов «Титул Дуо» и «Абакус Ультра» в смесях с Agree's «Азот» были соответственно 1,28 и 1,52 т/га. Некорневая подкормка карбамидом без фунгицидов не обеспечила существенного роста, достоверная прибавка – 0,54 т/га получена от Agree's «Азот».

В засушливых условиях 2020 г. развитие мучнистой росы составило 9,1 %, бурой листовой ржавчины – 11,2 %, а стеблевой – 33,0 %. Биологическая эффективность «Абакус Ультра» против мучнистой росы была 58,2 %, а в баковой смеси с Agree's «Азот» – 73,6 %. Применение «Титул Дуо» снижало развитие инфекции лишь на 29,7 %, а в смесях с удобрениями эффекта практически не было (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние обработки препаратами и баковыми смесями на урожайность зерна пшеницы Омская 36, 2020 г.

Вариант	Норма расхода, кг, л/га	Биологическая эффективность, %						Урожайность зерна, т/га	Прибавка к контролю, т
		мучнистая роса		лиственная ржавчины		стеблевая ржавчина			
		R, %	Б.Э., %	R, %	Б.Э., %	R, %	Б.Э., %		
Контроль	-	9,1	-	11,2	-	33,0	-	1,79	-
Карбамид	10	11,2	0	7,8	30,4	24,3	26,4	2,94	1,15
Карбамид	15	10,2	0	7,6	32,1	23,4	29,1	2,49	0,70
Agree's «Азот»	3	13,0	0	1,2	89,3	16,4	50,3	3,14	1,35
«Титул Дуо»	0,32	6,4	29,7	0,4	96,4	1,6	95,2	2,06	0,27
«Титул Дуо» + карбамид	0,32 + 10	8,8	3,3	0	100,0	0,2	99,4	3,08	1,29
«Титул Дуо» + карбамид	0,32 + 15	9,0	1,1	0	100,0	0,5	98,5	3,19	1,40
«Титул Дуо» + Agree's «Азот»	0,32 + 3	9,6	0	0,1	99,1	0,2	99,4	3,05	1,26
«Абакус Ультра»	1,5	3,8	58,2	0	100,0	0	100,0	3,19	1,40
«Абакус Ультра» + карбамид	1,5 + 10	4,7	48,4	0	100,0	0	100,0	2,51	0,72
«Абакус Ультра» + карбамид	1,5 + 15	4,3	52,7	0	100,0	0	100,0	3,15	1,36
«Абакус Ультра» + Agree's «Азот»	1,5 + 3	2,4	73,6	0	100,0	0	100,0	3,02	1,23
								НСР ₀₅ = 0,42	

Пораженность посевов стеблевой ржавчиной от применения фунгицидов и баковых смесей с удобрениями снижалась на 95,2–100 %. В вариантах только с некорневой подкормкой карбамидом 10 и 15 кг/га и Agree's «Азот» поражённость пшеницы уменьшалась соответственно на 26,4; 29,1 и 50,3 %.

На фоне сравнительно низкой пораженности бурой листовой ржавчиной, эффективность фунгицидов и баковых смесей была очень высокой – 96,4–100 %. Отмечено уменьшение пораженности и только от некорневой подкормки – на 30,4 и 32,1 по карбамиду и на 89,3 % – от Agree's «Азот».

Фунгицидная обработка и некорневая подкормка культуры, кроме варианта «Титул Дуо» существенно повлияли на урожайность зерна культуры. Отмечен значительный рост урожайности от некорневой подкормки без фунгицидов. Так, прибавки к контролю от карбамида составили 1,15 и 0,70, а Agree's «Азот» – 1,35 т/га. Рост дозы карбамида с 10 до 15 кг/га снизил урожайность на 0,45 т/га. В то же время, в баковых смесях «Титул Дуо» + карбамид негативного эффекта более высокой дозы не было. Лучший результат от фунгицида без некорневой подкормки получен при обработке «Абакус Ультра», рост урожайности – 1,40 т/га.

Выводы

Некорневая подкормка посевов яровой пшеницы азотным удобрением (карбамид) в дозе 10 и 15 кг/га (физ. веса) в условиях 2018–2020 гг. незначительно снижала развитие листостеблевых инфекций, отмечена тенденция к росту урожайности зерна на 0,25–0,43 т/га, в 2020 г. – урожайность увеличилась существенно на 0,70–1,15 т/га. На фоне с обработкой посевов комплексным удобрением Agree's «Азот» во все годы исследований прибавка составила от 0,50 до 1,35 т/га, что, вероятно, связано с более низким развитием основных болезней.

Применение карбамида и жидкого комплексного удобрения Agree's «Азот» в баковой смеси с фунгицидами не снижает их биологическую эффективность, а часто приводит к её увеличению. Наибольшую прибавку урожайности зерна к контролю показала обработка посевов в фазу начала колошения баковыми смесями фунгицидов с карбамидом в дозе 10 кг/га и Agree's «Азот» от 0,72 до 1,74 т/га, что даёт основание для рекомендаций этих приёмов на посевах яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири.

Литература

1. Кирюшин В. И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: МСХА, 2000. 473 с.
2. Тепляков Б. И., Теплякова О. И. Болезни яровой пшеницы в Западной Сибири // Защита и карантин растений. 2003. № 1. С. 7–18.
3. Доронин В. Г., Ледовский Е. Н., Кривошеева С. В. Защита яровой мягкой пшеницы от листостеблевых болезней // Земледелие. 2016. № 6. С. 43–46.
4. Санин С. С. Эпифитотии болезней зерновых культур: теория и практика. Избранные труды. ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии (ВНИИФ), 2012. С. 446–458.
5. Поползухина Н. А., Якунина Н. А., Поползухин Н. А. Оценка яровой мягкой пшеницы по устойчивости к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам зоны южной лесостепи Западной Сибири // Омский научный вестник. 2014. № 2(134). «Ресурсы Земли. Человек». С. 191–196.
6. Система адаптивного земледелия Омской области. ФГБНУ «Омский АНЦ». Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2020. 522 с.
7. Gregory P. J. Crop root systems and nutrient uptake from soils // In book: Molecular and physiological basis of nutrient use efficiency in crops. John Wiley and Sons Inc.: Chichester, UK. 2011. P. 21–45. DOI: 10.1002/9780470960707.CH2.
8. Barraclough P. B., Lopez-Bellido R., Hawkesford M. J. Genotypic variation in the uptake, partitioning and remobilisation of nitrogen during grain-filling in wheat // Field Crops Res. 2014. No. 156. P. 242–248. DOI: 10.1016/j.fcr.2013.10.004.

9. Koua A. P., Baig M. M., Oyiga B. C., Léon J., Ballvora A. Fungicide application affects nitrogen utilization efficiency, grain yield, and quality of winter wheat // *Agronomy*. 2021. No. 11. P. 12–95. DOI: 10.3390/agronomy11071295.
10. Carlton R. R., West J. S., Smith P., Fitt B. D. L. A comparison of GHG emissions from UK field crop production under selected arable systems with reference to disease control // *European Journal of Plant Pathology*. 2012. Vol. 133. No. 1. P. 333–351. DOI: 10.1007/s10658-012-9961-0.
11. Аристархов А. Н. Оптимизация питания приложений и приложений удобрений в агроэкосистемах. М.: Центральный научно-исследовательский институт агрохимического обслуживания, 2000. 524 с.
12. Гаитов Т. А., Кантюкова Е. А. Влияние некорневой подкормки на урожай и качество зерна яровой пшеницы // *Достижения науки и техники в АПК*. 2010. № 1. С. 32–33.
13. Ледовский Е. Н., Доронин В. Г. Влияние азотных удобрений и их баковых смесей с гербицидами и фунгицидом на урожайность яровой пшеницы // *Зерновое хозяйство России*. 2021. № 1(1). С. 82–86. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-82-86.
14. Szczepaniak W., Nowicki B., Belka D., Kazimierowicz A., Kulwicki M., Grzebisz W. Effect of foliar application of micronutrients and fungicides on the nitrogen use efficiency in winter wheat // *Agronomy*. 2022. No.12 (2). P. 257. DOI: 10.3390/agronomy12020257.
15. Синицин С. С., Колмаков Ю. В., Овчинников И. П., Бирюков А. И. Увеличение производства и продажи государству высококлассного зерна мягкой и твёрдой пшеницы в Омской области: рекомендации. Омск: Книжное Издательство, 1984. 111 с.
16. Антонов В. Г. Влияние некорневых подкормок на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Чувашской Республики: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2005. 18 с.
17. Нечаева Н. М. Способы повышения урожайности и качества яровых твёрдых и мягких пшениц в условиях юго-западной части ЦЧР: Автореф. дисс... канд. с.-х. наук. Белгород: ФГОУ ВПО «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия», 2003. 20 с.
18. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979. 416 с.
19. Методические указания по государственным испытаниям фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян с.-х. культур. М.: Колос, 1985. 41 с.
20. Учёт и выявление вредителей и болезней по методике ВНИИЗР. Воронеж: ВНИИЗР, 1984. 276 с.

References

1. Kiryushin V. I. Ecologization of agriculture and technological policy. Moscow: Moscow Agricultural Academy, 2000. 473 p.
2. Teplyakov B. I., Teplyakova O. I. Diseases of spring wheat in Western Siberia // *Plant Protection and Quarantine*. 2003. No. 1. P. 7–18.
3. Doronin V. G., Ledovsky E. N., Krivosheeva S. V. Protection of soft spring wheat from the leaf-stem diseases // *Zemledelie*. 2016. No. 6. P. 43–46.
4. Sanin S. S. Epiphytotics of diseases of grain crops: theory and practice. Selected works. State Scientific Institution All-Russian Research Institute of Phytopathology (VNIIF). 2012. P. 446–458.
5. Popolzukhina N. A., Yakunin N. A., Popolzukhin P. V. Evaluation of spring wheat resistance to adverse abiotic and biotic factors of southern forest-steppe zone of Western Siberia // *Omsk Scientific Bulletin*. 2014. No. 2 (134). Series “Resources of the Earth. Human”. P. 191–196.
6. System of adaptive farming in the Omsk region. FSBSI “Omsk Agrarian Research Center”. Omsk: Individual Entrepreneur Maksheeva E. A. Publ., 2020. 522 p.
7. Gregory P. J. Crop root systems and nutrient uptake from soils // In book: *Molecular and physiological basis of nutrient use efficiency in crops*. John Wiley and Sons Inc.: Chichester, UK. 2011. P. 21–45. DOI: 10.1002/9780470960707.CH2.
8. Barraclough P. B., Lopez-Bellido R., Hawkesford M. J. Genotypic variation in the uptake, partitioning and remobilisation of nitrogen during grain-filling in wheat // *Field Crops Res*. 2014. No. 156. P. 242–248. DOI: 10.1016/j.fcr.2013.10.004.
9. Koua A. P., Baig M. M., Oyiga B. C., Léon J., Ballvora A. Fungicide application affects nitrogen utilization efficiency, grain yield, and quality of winter wheat // *Agronomy*. 2021. No. 11. P. 12–95. DOI: 10.3390/agronomy11071295.
10. Carlton R. R., West J. S., Smith P., Fitt B. D. L. A comparison of GHG emissions from UK field crop production under selected arable systems with reference to disease control // *European Journal of Plant Pathology*. 2012. Vol. 133. No. 1. P. 333–351. DOI: 10.1007/s10658-012-9961-0.

11. Aristarkhov A. N. Optimization of plant nutrition and the use of fertilizers in agroecosystems. Moscow: CINAO, 2000. 522 p.
12. Gaitov T. A. Kantyukova E. A. Foliar extra nutrition influence on the yield and the quality of spring wheat grain // Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2010. No. 1. P. 32–33.
13. Ledovsky E. N., Doronin V. G. The effect of nitrogen fertilizers and their tank mixtures with herbicides and fungicides on spring wheat productivity // Grain Economy of Russia. 2021. No. 1(1). P. 82–86. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-82-86.
14. Szczepaniak W., Nowicki B., Bełka D., Kazimierowicz A., Kulwicki M., Grzebisz W. Effect of foliar application of micronutrients and fungicides on the nitrogen use efficiency in winter wheat // Agronomy. 2022. No.12 (2). P. 257. DOI: 10.3390/agronomy12020257.
15. Sinitsin S. S., Kolmakov Yu. V., Ovchinnikov I. P., Biryukov A. I. Increasing the production and sale to the state of high-quality grain of soft and durum wheat in the Omsk region: recommendations. Omsk: Knizhnoe Izdatelstvo, 1984. 111 p.
16. Antonov V. G. Influence of foliar top dressings on the yield and grain quality of spring wheat in the conditions of the Chuvash Republic. Author's abstract diss. ... Cand. Sc. (Agr.). Cheboksary: Chuvash State Agricultural Academy, 2005. 18 p.
17. Nechaeva N. M. Methods for increasing the yield and quality of spring hard and soft wheats in the conditions of the southwestern part of the Central Chernobyl Region. Author's abstract diss. ... Cand. Sc. (Agr.). Belgorod: Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Belgorod State Agricultural Academy", 2003. 20 p.
18. Dospekhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Kolos, 1979. 416 p.
19. Guidelines for state testing of fungicides, antibiotics and seed dressers for agricultural crops. Moscow: Kolos, 1985. 41 p.
20. Accounting and identification of pests and diseases according to the method of VNIIZR. Voronezh: VNIIZR, 1984. 276 p.

UDC 632.952+633 (571.1)

Ledovsky E. N., Doronin V. G.

FUNGICIDES AND THEIR TANK MIXTURES WITH FERTILIZERS IN WHEAT CROPS IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

Summary. Combination of technological operations aimed to combat diseases and grain crops foliar feeding is of considerable scientific and practical interest. This technique is beginning to be widely used by manufacturers in the region, but there is no real assessment of its effectiveness. The purpose of the research, therefore, was to reveal the effect of the use of fungicides in tank mixtures with nitrogen and complex fertilizers on their biological effectiveness and spring wheat yield under conditions of the southern forest-steppe of the Omsk region. The studies were carried out in 2018-2020 on the second crop after fallow. Crop rotation: bare fallow – spring wheat – spring wheat – barley. The soil of the experimental plot – chernozem-meadow, heavy loamy. It was a two-factor field experiment. Square of fields – 25 m², fourfold replication. The scheme of the experiment included 12 options. We studied the effectiveness of chemical fungicides and their tank mixtures with carbamide (10 and 15 kg/ha of physical weight), liquid complex fertilizer Agree's "Nitrogen" (3 l/ha), as well as foliar top dressing with fertilizers without fungicides. During research studies, weather conditions of the growing seasons varied significantly. In 2018, in May to August period, Selyaninov Hydrothermal Coefficient (HTC) was 1.31; in 2019 – 0.99; in 2020 – 0.67. In 2018–2020, foliar top dressing of spring wheat with carbamide slightly reduced the development of leaf-stem infections; moreover, there was a tendency to grain yield increment by 0.25-0.43 t/ha. In 2020, the development of rust species was moderate and yield increase – significant (by 0.70-1.15 t/ha). During all years of research, treatment with complex fertilizer Agree's "Nitrogen" contributed to yield increase from 0.50 to 1.35 t/ha. The use of carbamide and liquid complex fertilizer Agree's "Nitrogen" in the tank mixture with fungicides did not reduce their (fungicides) biological

effectiveness, but frequently even increased it. The greatest yield increase, compared to control, was observed in variants fungicide + carbamide (10 kg/ha) or fungicide + Agree's "Nitrogen" – from 0.72 to 1.74 t/ha. Hence, we can recommend these techniques for spring wheat growing in the southern forest-steppe of the Western Siberia.

Keywords: *spring wheat (*Triticum aestivum* L.), leaf and stem infections, biological effectiveness, fungicide, foliar feeding, fertilizers, productivity.*

Ледовский Евгений Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории защиты растений, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»; 644012, Россия, г. Омск, пр. Королёва, 26; e-mail: evgeniy_nl@mail.ru.

Доронин Владимир Георгиевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории защиты растений, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»; 644012, Россия, г. Омск, пр. Королёва 26; e-mail: 55asc@bk.ru.

Ledovsky Evgeniy Nikolaevich, Cand. Sc. (Agr.), leading researcher of the plant protection Laboratory, Omsk Agrarian Research Center; 26, Korolev Ave., Omsk, 644012, Russia; e-mail: evgeniy_nl@mail.ru.

Doronin Vladimir Georgievich, Cand. Sc. (Agr.), leading researcher of the plant protection Laboratory, Omsk Agrarian Research Center; 26, Korolev Ave., Omsk, 644012, Russia; e-mail: 55asc@bk.ru

Дата поступления в редакцию – 18.02.2022.

Дата принятия к печати – 12.07.2022.