

## ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

### SOIL FERTILITY AND PLANT PROTECTION

DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-5-1038

УДК 632.952: 631.816.35:633.11



Научная статья

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ И НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ УДОБРЕНИЯМИ ПРИ ЗАЩИТЕ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

*Е.Н. Ледовский, В.Г. Доронин, И.В. Пахотина*

*В годы с благоприятным увлажнением на юге Западной Сибири резко возрастают потери урожайности зерна яровой пшеницы от листостеблевых инфекций до 30% и более. Применение фунгицидов в комплексе с листовой подкормкой позволяет не только сохранить урожай, но и улучшить его качественные показатели. Исследования проведены в 2018-2021 гг. Почва опытного участка чернозёмно-луговая, тяжелосуглинистая. Четырёхпольный зернопаровой севооборот, предшественник – пшеница после пара. Опыт полевой двухфакторный, площадь делянок 25 м<sup>2</sup>, повторность четырёхкратная. Цель работы – оценка биологической эффективности баковых смесей фунгицидов с карбамидом и жидким комплексным удобрением (ЖКУ) на урожайность и качество зерна яровой пшеницы. Средняя пораженность посевов мучнистой росой за 4 года – 21,8%, максимум в 2018 – 30,5, видами ржавчин в 2019 – 68, средний показатель – 52,4, в засушливом 2021 – 1,0%. Поражение септориозом незначительное, максимально в 2019 году – 8,6%. Обработка посевов комплексным удобрением снижала развитие мучнистой росы до 32, видов ржавчин до 61,6, септориоза до 28,8%, при работе с карбамидом в меньшей степени. В среднем за годы исследований биологическая эффективность вариантов с Абакус Ультра, фунгицида на основе триазола и стробилурина выше и составила от 52,5 до 99,8%, препарата Титул Трио на основе триазолов ниже, от 45,7 до 97,3%. Баковые смеси фунгицидов и удобрений не снижа-*

ли своей эффективности против болезней яровой пшеницы. Подкормка ЖКУ обеспечила наиболее стабильный и существенный рост урожайности зерна за период исследований – 0,63, карбамидом 10 кг/га – 0,46, 15 кг/га – 0,40 т/га. Максимальную прибавку – 1,21 т/га обеспечила баковая смесь с Абакус Ультра и ЖКУ, а хозяйственная эффективность, соответственно, 23,8-37,5%. Показана высокая эффективность фунгицида, содержащего стробилуриин (пираклостробин), в повышении качественных показателей зерна пшеницы.

**Ключевые слова:** яровая пшеница; листостеблевые болезни; фунгициды; биологическая эффективность; карбамид; комплексное удобрение; баковые смеси; урожайность; качество зерна

**Для цитирования.** Ледовский Е.Н., Доронин В.Г., Пахотина И.В. Эффективность фунгицидов и некорневой подкормки удобрениями при защите яровой мягкой пшеницы на юге Западной Сибири // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2024. Т. 16, №5. С. 184-203. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-5-1038

Original article

## THE EFFECTIVENESS OF FUNGICIDES AND FOLIAR FERTILIZATION IN PROTECTING SPRING SOFT WHEAT IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

*E.N. Ledovskij, V.G. Doronin, I.V. Pahotina*

*In years with favorable moisture in the south of Western Siberia, the loss of spring-wheat grain yield from leaf-stem infections increases sharply to 30% or more. The use of fungicides in combination with foliar feeding allows not only to preserve the crop, but also to improve its quality indicators. The studies were conducted in 2018-2021. The soil of the experimental plot is chernozem-meadow, heavy loamy. Four-field grain-fallow crop rotation, predecessor – wheat after fallow. Two-factor field experiment, plot area 25 m<sup>2</sup>, four-fold repetition. The purpose of the work is to assess the biological effectiveness of tank mixtures of fungicides with urea and liquid complex fertilizer (LCF) on the yield and quality of spring wheat grain. The average infestation of crops by powdery mildew over 4 years is 21,8%, maximum in 2018 – 30,5, rust species in 2019 – 68, average – 52,4, in the dry year 2021 – 1.0%. The incidence of septoria is insignificant, with a maximum of 8,6% in 2019. Treatment of crops with complex fertilizer reduced the development of powdery mildew to 32, types of rust to*

61,6, septoria to 28,8%, and to a lesser extent when working with urea. On average, the biological effectiveness of the variants with Abacus Ultra, a fungicide based on triazole and strobilurin, was higher and ranged from 52,5 to 99,8%, and the drug Title Trio based on triazoles was lower, from 45,7 to 97,3%. Tank mixtures of fungicides and fertilizers did not reduce their effectiveness against spring wheat diseases. Fertilizing with liquid complex fertilizer provided the most stable and significant increase in grain yield over the research period – 0,63, urea 10 kg/ha – 0,46, 15 kg/ha – 0,40 t/ha. The greatest increase – 1,21 t/ha – was provided by a tank mixture with Abacus Ultra + liquid and liquid fertilizers, and economic efficiency, respectively, was 23,8-37,5%. A fungicide containing strobilurin (pyraclostrobin) has been shown to be highly effective in increasing the quality parameters of wheat grain.

**Keywords:** spring wheat; leaf stem diseases; fungicides; biological effectiveness; urea; complex fertilizer; tank mixtures; productivity

**For citation.** Ledovskiy E.N., Doronin V.G., Pakhotina I.V. The effectiveness of fungicides and foliar fertilization with fertilizers in the protection of spring wheat in the south of Western Siberia. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2024, vol. 16, no. 5, pp. 184-203. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-5-1038

## Введение

На юге Западной Сибири в последние годы обострилась фитосанитарная обстановка в посевах яровой мягкой пшеницы. В благоприятные по увлажнению годы с высокой потенциальной урожайностью культуры значительно возросли потери от листостеблевых болезней – до 25-30% и более от валового сбора зерна. Поэтому, защита посевов от листостеблевых грибных инфекций может стать большим резервом роста производства качественного зерна. Наиболее вредоносные болезни в регионе: бурая листовая ржавчина (*Puccinia triticina* Erikss.), стеблевая (линейная) ржавчина (*Puccinia graminis* Rers.), мучнистая роса (*Erysiphe graminis* DC.) и септориоз (*Septoria* ssp.). На значительно поражённых полях резко снижается урожайность зерна, ухудшается его качество, например, уменьшается содержание белка и клейковины, снижается стекловидность [5; 10; 11; 12; 14; 16].

По оценкам зарубежных исследователей возбудители видов ржавчин и пятнистостей пшеницы во всём мире снижают урожай зерна на 10-28% [21; 28].

За последние 10 лет изменение климата во многих пшеничных регионах России обусловило появление таких инфекций как *Fusarium graminearum*, *Pyrenophora tritici-repentis*, *Septoria tritici* и некоторых других болезней [8].

В Западно-Сибирском регионе (Омская область) пшеница яровая поражается бурой ржавчиной, мучнистой росой, септориозом, темно-бурой

пятнистостью, корневой гнилью. Значительное поражение посевов пшеницы мучнистой росой наблюдали в 2012 г. на сорте Омская 35 (63,3%), септориозом в 2011 г. – на сорте Омская 28 (65%). Остальные патогены развивались на пшенице в слабой степени [4].

Начиная с 2015 г. в Омской области особую угрозу для пшеницы представляет возбудитель стеблевой ржавчины, в годы эпифитотий потери урожая у восприимчивых сортов от этой болезни составляли более 50% [15].

В отдельные годы, с невысоким развитием листостеблевых инфекций фунгицидная обработка посевов яровой пшеницы обеспечивает рост урожайности зерна при сохранении качества на уровне контроля или с незначительным улучшением [7].

Большой интерес представляют фунгициды на основе стробилуринов. Они активно влияют на биологические и физиологические реакции растений зерновых культур, отмечаемые в виде увеличения массы зерна. У растений, обработанных препаратом, дольше оставались зелёными листья, процесс старения замедлялся и повышалась фотосинтетическая активность [2; 27].

Различные типы фунгицидов, в зависимости от сроков старения листьев и формирующейся урожайности, по-разному влияют на накопление и реутилизацию азота в период налива зерна. Триазолы характеризуются как активные ингибиторы эргостерола и являются одной из передовых групп фунгицидов, доступных для борьбы с некорневыми заболеваниями пшеницы. Часто их используют в сочетании со стробилуринами, которые представляют собой синтетические производные, вырабатываемые грибом-базидиомицетом *Strobilurus tenacellus* (Pers), обладающим широким противогрибковым спектром действия [23].

Однако, по мнению некоторых авторов наряду с положительным влиянием стробилуринов в период засухи, в условиях засоления, возможна, например, и негативная роль при водном обмене [24; 26].

Стратегии применения фунгицидов на озимой пшенице во время появления флаговых листьев или в период цветения, обеспечивали самые высокие урожаи у большинства исследуемых сортов, особенно на фонах с высокими дозами азота [18].

Применение фунгицидов и их баковых смесей с удобрениями способствует увеличению урожайности зерна и повышению его качественных показателей [1].

В исследованиях итальянских учёных урожайность и качество зерна были улучшены при добавлении внекорневой подкормки, содержащей макро- и микроэлементы, к программе триазольного фунгицида, отмечена

более длительное старение флаговых листьев и улучшение хлебопекарных качеств [17].

Луи X. и др. (2022) также показали, что некорневое применение мочевины, а также  $\text{NO}_3^-$  увеличивает наполнение зерна пшеницы азотом по сравнению  $\text{NH}_4^+$ . Такое увеличение было обусловлено ремобилизацией азота  $\text{NO}_3^-$  и мочевины, когда через 20-28 дней после цветения активируются гены, контролирующие синтез белка глютена и дисульфидные связи, способствуя увеличению содержания белка зерне [22].

Азот является ключевым элементом в производстве зерновых и его эффективное использование будет определять количество и качество продукции. Однако, природа, дозы, фитосанитарные аспекты самой культуры, а также форма и климатические условия, в которых необходимо вносить азот, являются актуальной проблемой в производстве пшеницы [19; 20].

Постоянный поиск оптимальных условий для получения максимального урожая зерна и удовлетворительных хлебопекарных свойств пшеницы придаёт фундаментальное значение изучению роли агротехнических приёмов в конкретных условиях [25].

Во многих хозяйствах региона сейчас практикуется обработка пшеницы баковыми смесями фунгицидов и азотных удобрений, в основном карбамидом. Рынок предлагает огромный выбор как водорастворимых, так и жидких комплексных удобрений (ЖКУ) на основе макро- и микроэлементов. Поэтому изучение применения фунгицидной обработки препаратами на основе триазолов и стробилуринов, а также некорневой подкормки карбамидом и ЖКУ является научной новизной данных исследований, результаты которых могут использоваться как база данных для автоматизированных программ защиты и подкормки яровой мягкой пшеницы на юге Западной Сибири.

### **Условия и методика исследования**

Полевая часть исследований проведена на опытных полях «Омского АНЦ» в период с 2018 по 2021 гг., на посевах яровой мягкой пшеницы сорта Омская 36 среднераннего экотипа [13]. Севооборот: пар чистый – яровая пшеница – яровая пшеница – ячмень. Предшественник – пшеница после пара. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный, средне- и тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 6,5–7%. Агротехника возделывания пшеницы зональная. Фоновое внесение удобрений не проводили. Опыт двухфакторный, фактор А – фунгициды, фактор В – подкормки. Площадь делянки в опытах 25 м<sup>2</sup>, размещение ва-

риантов – рендомизированное, повторность 4-х кратная. В схему опыта включены: химические системные фунгициды Титул Дуо, ККР и Абакус Ультра, СЭ, азотное удобрение карбамид, а также жидкое комплексное удобрение Agree's «Азот», на основе трех форм азота, микроэлементов, комплекса аминокислот и органических кислот, баковые смеси этих фунгицидов и удобрений [3]. Период применения – от начала колошения до начала цветения культуры. Внесение препаратов проводили ранцевыми опрыскивателями «PJ-18» с расходом рабочей жидкости 200 л/га. Методики фитопатологических наблюдений – общепринятые [9]. При учёте листостеблевых болезней пшеницы определяли распространение и развитие инфекций. Развитие мучнистой росы (интенсивность поражённости растений) – по шкале Гешеле, бурой ржавчины – Петерсона и др. Расчёт проводили 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. Учёт болезней проводился через 20 дней после обработки посевов. Учёт урожая зерна – однофазная уборка комбайном «Сампо-130». Обработка урожайных данных выполнялась методом дисперсионного анализа [6] с использованием прикладных программ.

### Результаты исследования

Климатические условия вегетационных периодов значительно различались. Май и июнь 2018 года с повышенным количеством осадков. В целом условия года были благоприятными для развития листостеблевых болезней, особенно видов ржавчины пшеницы. В июне 2019 года преобладала прохладная дождливая погода, осадков выпало 85 мм (167% нормы). Июль был тёплым и засушливым. Условия вегетации оказались благоприятными для развития мучнистой росы, а с начала колошения появилась бурая ржавчина, позднее и линейная. В мае 2020 года было жарко и сухо, температура воздуха превысила норму на 5,6°C, не было существенных осадков и в первой – второй декадах июня. ГТК за июль составил 0,2, что свидетельствует о сильной засушливости. Период вегетации оказался неблагоприятным для зерновых культур. Май 2021 года был характерен жаркой и сухой погодой с температурой воздуха выше нормы на 4,3°C. Существенные осадки выпали в конце второй – начале третьей декады июня. В целом, условия вегетации этого года, с периодами высоких температур воздуха и дефицита атмосферных осадков, были неблагоприятными для роста и развития яровой пшеницы.

Развитие болезней значительно различалось по годам исследований. Наибольшее развитие мучнистая роса получила в 2018 году – 30,5, средняя пораженность за 4 года – 21,8%. Максимальное развитие видов ржавчин отмечалось в условиях 2019 года – 68%, средний показатель – 52,4%, депрессивное – в засушливом 2021 году – 1,0%. Септориозом посевы поражались в основном незначительно, наибольшее значение в 2019 году – 8,6%.

Обработка посевов карбамидом и ЖКУ Agree's «Азот» снижала развитие грибных инфекций в посевах пшеницы, биологическая эффективность против мучнистой росы составляла до 32,6%, на 61,6% уменьшалась пораженность ржавчинами от удобрения Agree's «Азот», по септориозу 28,8%. Вероятно, удобрения способствовали повышению иммунитета у культуры, не исключено и хемотрепизирующее действие их растворов (таблица 1).

Таблица 1.

**Биологическая эффективность фунгицидов в посевах яровой пшеницы Омская 36, вторая культура после пара, средние показатели за 2018-2021 гг.**

Фактор А - фунгициды	Фактор В - подкормки	Мучнистая роса		Виды ржавчины		Септориоз	
		Р	Б.Э.	Р	Б.Э.	Р	Б.Э.
Без фунгицида	0*	21,8	-	52,4	-	5,9	-
	карбамид, 10 кг/га	15,2	30,3	48,7	7,6	4,8	18,6
	карбамид, 15 кг/га	15,0	31,2	44,7	14,7	5,0	15,3
	Agree's «Азот»	14,7	32,6	20,1	61,6	4,2	28,8
Титул Дуо, ККР	0	4,6	78,9	9,0	82,8	2,6	55,9
	карбамид, 10 кг/га	6,9	68,4	3,4	93,5	2,0	66,1
	карбамид, 15 кг/га	4,4	79,8	3,5	93,3	2,2	62,7
	Agree's «Азот»	4,8	78,0	1,4	97,3	3,2	45,7
Абакус Ультра, СЭ	0	3,5	83,9	0,2	99,6	0,9	84,7
	карбамид, 10 кг/га	3,9	82,1	0,1	99,8	2,8	52,5
	карбамид, 15 кг/га	3,4	84,4	0,2	99,6	2,4	59,5
	Agree's «Азот»	2,5	88,5	1,4	97,3	0,6	89,8

**Примечание:** Р – развитие инфекции, %; Б.Э. – биологическая эффективность, %.

За период исследований 2018-2021 гг. обработка фунгицидами имела высокую биологическую эффективность, так пораженность мучнистой росой при обработке Абакус Ультра, СЭ в среднем снижалась на 83,9, а ржавчинами – на 99,6%. Заметный рост эффективности по видам ржавчин отмечен у баковых смесей Титул Дуо, ККР с удобрениями – до 93,3-97,3%, тогда как раздельное применение этого фунгицида только 82,8%.

Обработка посевов фунгицидами и удобрениями для некорневой подкормки во все годы исследований приводили к увеличению урожайности зерна. В 2018 году, на фоне высокой поражённости листостеблевыми болезнями, баковые смеси фунгицидов с карбамидом и ЖКУ обеспечили существенный рост урожайности на 0,68-1,74 т/га, максимальная прибавка к контролю была от смеси «Абакус Ультра, СЭ + Agree's «Азот». По вариантам только с некорневой подкормкой отмечена лишь тенденция к росту. Близкие результаты получены и в условиях 2019 года – 1,31-1,78 т/га, существенную прибавку обеспечило ЖКУ Agree's «Азот» – 0,54 т/га. Увеличение нормы расхода карбамида с 10 до 15 кг/га в смесях с Титул Дуо, ККР привело к значительному снижению урожайности. По-видимому, здесь увеличение концентрации рабочей жидкости оказывает токсический эффект на культуру (таблица 2).

На фоне незначительной степени развития болезней в засушливом 2020 году, получен существенный рост урожайности от удобрений без фунгицидов, максимальный (1,35 т/га) – при подкормке Agree's «Азот. Урожайность по варианту с карбамидом 10 кг была выше, чем при 15 кг/га, разница составила 0,45 т/га. Прибавки к контролю от баковых смесей удобрений и фунгицидов варьировали от 0,72 до 1,4 т/га. В неблагоприятных засушливых погодных условиях 2021 года наибольший рост урожайности был по вариантам с обработкой Абакус Ультра, СЭ и «Абакус Ультра, СЭ + Agree's «Азот», соответственно 0,38 и 0,34 т/га.

В среднем за 2018-2021 годы исследований в наиболее значительной степени на урожайность яровой пшеницы влияла фунгицидная обработка посевов (фактор А). Максимальная урожайность отмечена на варианте с препаратом на основе триазола (эпоксиконазола) и стробилурина (пираклостробина) Абакус Ультра, СЭ, обладающего фунгицидным и выраженным физиологическим воздействием на культуру, прибавка к контролю составила 0,71 (29,6%), варианте с Титул Дуо, ККР на основе двух триазолов (пропиконазол, тебуконазол) – 0,48 (20,0%), на контроле в среднем 2,40 т/га (НСР<sub>05</sub> – 0,35).

По фактору В (применение листовых подкормок) существенного увеличения урожайности зерна в опыте не получено, наибольшая тенденция к росту отмечена на вариантах с ЖКУ Agree's «Азот» - 0,33 т/га, в меньшей степени с карбамидом в дозе 15 кг/га - 0,12 т/га.

Защита яровой пшеницы против грибных инфекций (фактор А) позволяет дольше сохранять в зелёном фотосинтетически активном состоянии листовую аппарат, что положительно сказывается не только на урожайности зерна, но и его качественных показателях (таблица 3).

Таблица 2.

**Влияние обработки яровой пшеницы Омская 36 препаратами и баковыми смесями на урожайность зерна (т/га), 2018-2021 гг.**

Фактор А - фунгициды	Фактор В - подкормки	Урожайность, т/га				Урожайность, т/га среднее	Среднее по фактору А НСР <sub>05</sub> - 0,35	Хозяйственная эффективность, %
		2018	2019	2020	2021			
Без фунгицида	0*	1,64	2,30	1,79	2,36	2,02	2,40	-
	карбамид, 10 кг/га	1,94	2,56	<b>2,94</b>	2,50	2,48		18,5
	карбамид, 15 кг/га	1,90	2,73	<b>2,49</b>	<b>2,57</b>	2,42		16,5
	Agree's «Азот»	2,14	<b>2,84</b>	<b>3,14</b>	2,48	2,65		23,8
Титул Дуо, ККР	0	<b>2,64</b>	<b>3,61</b>	2,06	<b>2,60</b>	2,73	<b>2,88</b> <b>0,48</b>	26,0
	карбамид, 10 кг/га	<b>2,80</b>	<b>3,88</b>	<b>3,08</b>	2,50	<b>3,06</b>		34,0
	карбамид, 15 кг/га	<b>2,32</b>	2,75	<b>3,19</b>	<b>2,67</b>	2,73		26,0
	Agree's «Азот»	<b>2,84</b>	<b>3,58</b>	<b>3,05</b>	2,51	<b>3,0</b>		32,7
Абакус Ультра, СЭ	0	<b>2,99</b>	<b>3,66</b>	<b>3,19</b>	<b>2,74</b>	<b>3,14</b>	<b>3,11</b> <b>0,71</b>	35,7
	карбамид, 10 кг/га	<b>2,82</b>	<b>3,90</b>	<b>2,51</b>	<b>2,62</b>	<b>2,96</b>		31,8
	карбамид, 15 кг/га	<b>2,57</b>	<b>4,08</b>	<b>3,15</b>	<b>2,63</b>	<b>3,11</b>		35,0
	Agree's «Азот»	<b>3,38</b>	<b>3,82</b>	<b>3,02</b>	<b>2,70</b>	<b>3,23</b>		37,5
		НСР <sub>05</sub> - 0,58	НСР <sub>05</sub> - 0,50	НСР <sub>05</sub> - 0,42	НСР <sub>05</sub> - 0,19			
Среднее по фактору В	0	<b>2,42</b>	<b>3,19</b>	<b>2,35</b>	<b>2,57</b>	2,63	Фактор В - подкормки НСР <sub>05</sub> - 0,41	
	карбамид, 10 кг/га	<b>2,52</b>	<b>3,45</b>	<b>2,84</b>	<b>2,54</b>	2,84 <b>0,21</b>		
	карбамид, 15 кг/га	<b>2,26</b>	<b>3,19</b>	<b>2,94</b>	<b>2,62</b>	2,75 <b>0,12</b>		
	Agree's «Азот»	<b>2,79</b>	<b>3,41</b>	<b>3,07</b>	<b>2,56</b>	2,96 <b>0,33</b>		

**Примечание:** \* - контроль (без обработки фунгицидом и подкормки); НСР<sub>05</sub> для частных средних – 0,71; полужирным шрифтом выделены достоверные показатели роста урожайности зерна.

Таблица 3.

## Качество зерна яровой пшеницы Омская 36, 2018-2021 гг.

Фактор А - фунгициды	Фактор В - подкормки	Натура зерна, г/л	Среднее по фактору А НСР <sub>05</sub> - 14	Масса 1000 зёрен, г	Среднее по фактору А НСР <sub>05</sub> - 2,2
Без фунгицида	0	711	729	31,6	33,6
	карбамид, 10	736		33,8	
	карбамид, 15	729		34,3	
	Agree's «Азот», 3	<b>740</b>		34,8	
Титул Дуо	0	<b>736</b>	<b>744 15</b>	35,5	<b>36,0 2,4</b>
	карбамид, 10	<b>745</b>		<b>36,2</b>	
	карбамид, 15	<b>744</b>		35,3	
	Agree's «Азот», 3	<b>753</b>		<b>36,9</b>	
Абакус Ультра	0	<b>758</b>	<b>750 21</b>	<b>38,2</b>	<b>37,7 4,1</b>
	карбамид, 10	<b>744</b>		<b>37,2</b>	
	карбамид, 15	<b>749</b>		<b>37,4</b>	
	Agree's «Азот»	<b>750</b>		<b>38,3</b>	
Среднее по фактору В	0	735	Фактор В - подкормки НСР <sub>05</sub> - 16	35,1	Фактор В - подкормки НСР <sub>05</sub> - 2,6
	карбамид, 10	742		35,7	
	карбамид, 15	741		35,8	
	Agree's «Азот»	747		36,7	

**Примечание:** НСР<sub>05</sub> для частных средних – 27,6 (натура зерна); НСР<sub>05</sub> для частных средних – 4,4 (масса 1000 зёрен); полужирным шрифтом выделены достоверные показатели роста урожайности.

За 2018-2021 гг. годы исследований наибольшее и достоверное увеличение натуры на 21 г/л и массы 1000 зёрен на 4,1 г к контролю отмечено на варианте с фунгицидом Абакус Ультра, СЭ, в меньшей степени с Титул Дуо, ККР, соответственно, на 15 г/л и 2,4 г.

В среднем за тот же период по изучаемым фунгицидам и подкормкам показатели клейковины и белка изменялись незначительно, наибольшая тенденция к увеличению по препарату Абакус Ультра, СЭ, содержащему стробилурин (пираклостробин) (таблица 4).

При частном анализе в разные годы исследований баковые смеси с Абакус Ультра, СЭ увеличивали содержание клейковины на уровне от 1,0 до 4,3%, с Титул Дуо от 1,2-3,1%, удобрения без фунгицидов на 0,8-3,2%, белка, соответственно, на 1,02-4,2, на 0,66-3,2 и на 0,80-2,57%. Наибольшая прибавка в 2019 году, когда погодные условия способствовали максимальному развитию видов ржавчин до 68,0%, наименьшая - в острозасушливом 2021 - 1,0%.

Таблица 4.

## Качество зерна яровой пшеницы Омская 36, 2018-2021 гг.

Фактор А - фунгициды	Фактор В - подкормки	Клейковина, %	Среднее по фактору А НСР <sub>05</sub> - 3,5	Белок, %	Среднее по фактору А НСР <sub>05</sub> - 2,12
Без фунгицида	0	26,5	27,1	12,81	13,64
	карбамид, 10	27,5		14,21	
	карбамид, 15	26,5		13,75	
	Agree's «Азот», 3	27,9		13,77	
Титул Дуо	0	27,5	28,11	14,46	14,06 0,42
	карбамид, 10	28,9		14,18	
	карбамид, 15	28,1		14,12	
	Agree's «Азот», 3	27,9		13,47	
Абакус Ультра	0	28,2	28,413	14,08	14,69 1,05
	карбамид, 10	28,7		14,55	
	карбамид, 15	28,6		15,52	
	Agree's «Азот»	28,2		14,60	
Среднее по фактору В	0	27,4	фактор В - подкормки НСР <sub>05</sub> - 4,1	13,78	фактор В - подкормки НСР <sub>05</sub> - 2,45
	карбамид, 10	28,3		14,31	
	карбамид, 15	27,7		14,13	
	Agree's «Азот»	28,0		13,39	

**Примечание** НСР<sub>05</sub> для частных средних – 7,1 (клейковина); НСР<sub>05</sub> для частных средних – 4,23 (белок).

Наименьшие затраты на контроле – 12940 руб./га, наибольшие по варианту (Абакус Ультра + Agree's «Азот») – 16103 руб./га. При цене реализации пшеницы 4 класса 14500 руб. с НДС (10%) в баковой смеси фунгицидом Титул Дуо, ККР наиболее рентабельно было использовать карбамид 10 кг/га – 110%, Agree's «Азот» - 90%, с препаратом Абакус Ультра, СЭ это был карбамид 15 кг/га и Agree's «Азот» – 91%, на контроле 26%.

### Заключение

Наиболее сильное развитие виды ржавчины получили в благоприятные по увлажнению 2018 и 2019 годы, наименьшее – в засушливом 2021. Фунгициды не снижали биологическую эффективность в баковых смесях с карбамидом и ЖКУ. Против мучнистой росы высокие показатели у фунгицида Абакус Ультра, СЭ, содержащего стробилурин (пираклостробин) и эпоксиконазол (триазол) и его баковой смеси с ЖКУ Agree's «Азот» - 83,9 и 88,5%; против видов ржавчины с карбамидом – 99,6-99,8%, септо-

риоза – 84,7%. Необходимо отметить снижение пораженности болезнями от листовой подкормки карбамидом и жидким комплексным удобрением Agree's «Азот» без фунгицидов, по мучнистой росе – 30,3-32,6%, по ржавчинам достигала 61,6% (Agree's «Азот»). По вариантам с фунгицидом Абакус Ультра, СЭ урожайность за 2018-2021 гг. в среднем была выше на 29,6%, с препаратом на основе триазолов (пропиконазол, тебуконазол) Титул Дуо, ККР на 20,0%, на контроле 2,40 т/га. Наибольшая тенденция к увеличению урожайности зерна – 0,33 т/га отмечена при использовании в баковой смеси жидкого комплексного удобрения на основе макро- и микроэлементов Agree's «Азот», в меньшей степени от карбамида 10 кг/га – 0,21, 15 кг/га – 0,12 т/га, НСР<sub>05</sub> – 0,41. Хозяйственная эффективность изучаемых вариантов от 23,8 до 37,5%.

За период исследований фунгицидная обработка существенно увеличивала массу и массу 1000 зёрен, соответственно, препаратом Абакус Ультра, СЭ на 21 г/л и 4,7 г, Титул Дуо, ККР – на 15 г/л и 2,4 г, содержание сырой клейковины и белка в среднем изменялось недостоверно. Однако, в условиях высокого развития ржавчинных инфекций в 2019 году показатели клейковины и белка возрастали значительно, причём в большей степени с Абакус Ультра, СЭ, соответственно, на 4,3 и 4,22%, с Титул Дуо, ККР на 3,2 и 2,57%, на контроле 24,1 и 10,37%.

Максимальную экономическую эффективность имели варианты с менее дорогостоящим фунгицидом Титул Дуо, ККР, наибольшая рентабельность в баковой смеси с карбамидом 10 кг/га – 110%, с ЖКУ Agree's «Азот» - 90%, с более дорогим препаратом Абакус Ультра, СЭ это был карбамид 15 кг/га и Agree's «Азот» - 91%, на контроле 26%.

Проведённые опыты показывают высокую эффективность фунгицида, содержащего пираклостробин в условиях юга Западной Сибири. Широкое применение подобных препаратов во многом ограничено их высокой рыночной стоимостью по сравнению с препаратами на основе триазолов.

**Информация о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### *Список литературы*

1. Биологическая эффективность баковых смесей препаратов для защиты яровой пшеницы и их влияние на качество зерна / Доронин В.Г., Ледовский Е.Н., Пахотина И.В., Молод Я.Ф. // *Агрохимия*. 2023. № 9. С. 42–49. <https://doi.org/10.31857/S0002188123090053>

2. Биологическое обоснование использования стробилуринов в защите зерновых культур / Гришечкина Л.Д., Долженко В.И., Милютенкова Т.И., Шатова А.С., Синицын Д.Ю. // Современные системы защиты растений от болезней и перспективы использования достижений биотехнологии и геномной инженерии. Материалы Всероссийского совещания, посвященного 45-летию ВНИИ Фитопатологии. Голицыно. 2003. С. 163–165.
3. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации. Часть 1. Пестициды. М.: Минсельхоз России, 2019. 873 с.
4. Гришечкина Л.Д. Агробиологическое и экотоксикологическое обоснование формирования ассортимента фунгицидов для защиты пшеницы: Дис. ... д-ра с.-х. наук. Санкт-Петербург-Пушкин, 2018. 395 с.
5. Доронин В.Г., Ледовский Е.Н., Кривошеева С.В. Эффективность препаратов при защите яровой мягкой пшеницы от листостеблевых болезней в южной лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2016. № 6. С. 43–46.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979. 416 с.
7. Колмаков Ю.В., Ледовский Е.Н., Пахотина И.В. Качество зерна пшеницы при защите посевов от болезней // Вестник ОмГАУ. 2016. № 3. С. 9–11.
8. Левитин М.М. Микроорганизмы в условиях глобального изменения климата // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50. № 5. С. 641–647. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2015.5.64rus>
9. Методические указания по государственным испытаниям фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян сельскохозяйственных культур / Гос. комис. по хим. средствам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками при Минсельхозе СССР, ВНИИ защиты растений: подготовили Баталова Т.С. и др. М.: Б. и., 1985. 130 с.
10. Миронова Г.В. Химическая защита яровой пшеницы от болезней // Интенсификация производства зерна в Западной Сибири: сб. науч. тр. / РАСХН. Сиб. отд-ние. Новосибирск, 1992. С. 18–25.
11. Селекция на устойчивость к стеблевой ржавчине яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири / Россеева Л.П., Белан И.А., Мешкова Л.В., Блохина Н.П., Ложникова Л.Ф., Трубочеева Н.В., Першина Л.А. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. №7 (153). С. 5–12.
12. Система адаптивного земледелия Омской области. ФГБНУ «Омский АНЦ». Омск: ИП Макшеевой Е.А., 2020. 522 с.
13. Сорга сельскохозяйственных культур селекции ФГБНУ «Омский АНЦ»: каталог / Под общ. ред. канд. техн. наук М.С. Чекусова. Омск: ИП Макшеевой Е.А., 2020. 148 с.

14. Тепляков Б.И., Теплякова О.И. Болезни яровой пшеницы в Западной Сибири // Защита и карантин растений. 2003. № 1. С. 7–18.
15. Устойчивость сортов мягкой яровой пшеницы к листостебельным патогенам в Западной Сибири / Россеева Л.П., Мешкова Л.В., Белан И.А., Поползухин П.В., Василевский В.Д., Гайдар А.А., Паршуткин Ю.Ю. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (175). С. 5–11.
16. Чулкина В.А., Коняева Н.М., Кузнецова Т.Т. Борьба с болезнями сельскохозяйственных культур в Сибири. М.: Россельхозиздат, 1987. 253 с.
17. Blandino M., Reyneri A. Effekt of fungicide and foliar fertilizer application to winter wheat at anthesis on flag leaf senescence, grain yield, flour bread-making quality and DON contamination // European Journal of Agronomy. 2009. Vol. 30 (4). P. 275–282. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.12.005>
18. Brinkman J.M.P., Dean W., Lauzon J.D., Hooker D.C. Synergism of nitrogen rate and foliar fungicides in soft red winter wheat // Agronomy Journal. 2014. Vol. 106. P. 491–510. <https://doi.org/10.2134/agronj2013.0395>
19. Eddine B.S., Douira A., El Yousfi B. Effets des engrais azotés sur le rendement du blé et de l'orge sous stress biotique dû à la pourriture sèche du collet induite par le *Fusarium culmorum* // Moroccan Journal of Agricultural Sciences. 2022. Vol. 10(1). P. 17–30.
20. Effects of nitrogen and intercropping on the occurrence of wheat powdery mildew and stripe rust and the relationship with crop yield / Luo C., Ma L., Zhu J., Guo Z., Dong K., Dong Y. // Frontiers Plant Science. 2021. Vol. 12. No. 637393. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.637393>
21. Figueroa M., Hammond-Kosack K.E., Solomon P.S. A review of wheat diseases-a field perspective // Molecular plant pathology. 2018. Vol. 19 (6). P. 1523–1536. <https://doi.org/10.1111/mpp.12618>
22. Foliar application of various nitrogen (N) forms to winter wheat affect grain protein accumulation and quality via N metabolism and remobilization / Lyu X., Liu Y., Li N., Ku L., Hou Y., Wen X. // The Crop Journal. 2022. Vol. 10. P. 1165–1177. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2021.10.009>
23. How Foliar Fungal Diseases Affect Nitrogen Dynamics, Milling and End-Use Quality of Wheat / Simon M.R., Fleitas M.C., Castro A.C., Schierenbek M. // Frontiers in plant science. 2020. Vol. 11. P. 401–569. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.569401>
24. Kresoxim-methyl primes Medicago truncatula plants against abiotic stress factors via altered reactive oxygen and nitrogen species signalling leading to downstream transcriptional and metabolic readjustment / Filippou P., Antoniou C.,

- Obata T., Van Der Kelen K., Harokopos V., Kanetis L., Aidinis V., Van Breusegem F., Fernie A.R., Fotopoulos V. // *Journal of Experimental Botany*. 2016. Vol. 67. Issue 5. P. 1259–1274. <https://doi.org/10.1093/jxb/erv516>
25. Landolfi V., Visioli G., Blandino M. Effect of Nitrogen Fertilization and Fungicide Application at Heading on the Gluten Protein Composition and Rheological Quality of Wheat // *Agronomy*. 2021. Vol. 11 (9). P. 16–87. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091687>
26. Nason M.A., Farrar J., Bartlett D. Strobilurin fungicides induce changes in photosynthetic gas exchange that do not improve water use efficiency of plants grown under conditions of water stress // *Pest Management Science*. 2007. Vol. 63. Issue 12. P. 1191–1200. <https://doi.org/10.1002/ps.1443>
27. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants / Köhle H., Grossmann K., Jabs T., Gerhard M., Kaiser W.M., Glaab J., Conrath U., Seehaus K., Herms S. // *Modern fungicides and antifungal compounds III: 13th International Reinhardsbrunn Symposium (Friedrichroda, May 14th–18th 2001)*. Bonn: Agroconcept, 2002. P. 61–74.
28. The global burden of pathogens and pests on major food crops / Savary S., Willocquet L., Pethybridge S.J., Esker P.H., McRoberts N., Nelson A. // *Nature ecology evolution*. 2019. Vol. 3 (3). P. 430–439. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0793-y>

### References

1. Biologicheskaya effektivnost' bakovykh smesey preparatov dlya zashchityarovoy pshenitsy i ikh vliyaniye na kachestvo zerna [Biological effectiveness of tank mixtures of preparations for the protection of spring wheat and their effect on grain quality] / Doronin V.G., Ledovskiy E.N., Pakhotina I.V., Molod Ya.F. *Agrokhimiya*, 2023, no. 9, pp. 42–49. <https://doi.org/10.31857/S0002188123090053>
2. Biologicheskoe obosnovaniye ispol'zovaniya strobilurinov v zashchite zernovykh kul'tur [Biological rationale for the use of strobilurins in the protection of grain crops] / Grishechkina L.D., Dolzhenko V.I., Milyutenkova T.I., Shatova A.S., Sinitsyn D.Yu. *Sovremennyye sistemy zashchity rasteniy ot bolezney i perspektivy ispol'zovaniya dostizheniy biotekhnologii i gen-noy inzhenerii. Materialy Vserossiyskogo soveshchaniya, posvyashch. 45-letiyu VNIIF itopatologii* [Modern systems of plant protection against diseases and prospects for the use of biotechnology and genetic engineering. Proceedings of the All-Russian meeting dedicated to the 45th anniversary of the All-Russian Research Institute of Phytopathology]. Golitsyno, 2003, pp. 163–165.

3. *Gosudarstvennyy katalog pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeniyu na territorii Rossiyskoy Federatsii. Chast' 1. Pestitsidy* [State catalog of pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation. Part 1. Pesticides]. Moscow: Minsel'khoz Rossii Publ., 2019, 873 p.
4. Grishechkina L.D. *Agrobiologicheskoe i ekotoksikologicheskoe obosnovanie formirovaniya assortimenta fungitsidov dlya zashchity pshenitsy* [Agrobiological and ecotoxicological rationale for the formation of an assortment of fungicides for the protection of wheat]. Abstract of PhD dissertation. St. Petersburg-Pushkin, 2018, 395 p.
5. Doronin V.G., Ledovskiy E.N., Krivosheeva S.V. *Effektivnost' preparatov pri zashchite yarovoy myagkoy pshenitsy ot listosteblevykh bolezney v yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri* [Efficiency of drugs in protecting spring soft wheat from leaf and stem diseases in the southern forest-steppe of Western Siberia]. *Zemledelie*, 2016, no. 6, pp. 43–46.
6. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Kolos Publ., 1979, 416 p.
7. Kolmakov Yu.V., Ledovskiy E.N., Pakhotina I.V. *Kachestvo zerna pshenitsy pri zashchite posevov ot bolezney* [Quality of wheat grain when protecting crops from diseases]. *Vestnik OmGAU*, 2016, no. 3, pp. 9–11.
8. Levitin M.M. *Mikroorganizmy v usloviyakh global'nogo izmeneniya klimata* [Microorganisms in the context of global climate change]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*, 2015, vol. 50, no. 5, pp. 641–647. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2015.5.64rus>
9. *Metodicheskie ukazaniya po gosudarstvennym ispytaniyam fungitsidov, antibiotikov i protraviteley semyan sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Guidelines for state testing of fungicides, antibiotics and seed protectants for agricultural crops]. Batalova T.S. et al. Moscow: B. i. Publ., 1985, 130 p.
10. Mironova G.V. *Khimicheskaya zashchita yarovoy pshenitsy ot bolezney* [Chemical protection of spring wheat from diseases]. *Intensifikatsiya proizvodstva zerna v Zapadnoy Sibiri: sb. nauch. tr.* [Intensification of grain production in Western Siberia: collection of scientific articles] / RASKhN. Sib. otd-nie. Novosibirsk, 1992, pp. 18–25.
11. *Selektsiya na ustoychivost' k stebel'noy rzhavchine yarovoy myagkoy pshenitsy v Zapadnoy Sibiri* [Breeding for resistance to stem rust of spring soft wheat in Western Siberia] / Rosseeva L.P., Belan I.A., Meshkova L.V., Blokhina N.P., Lozhnikova L.F., Trubacheeva N.V., Pershina L.A. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, no. 7 (153), pp. 5–12.

12. *Sistema adaptivnogo zemledeliya Omskoy oblasti* [System of adaptive agriculture of the Omsk region]. FGBNU «Omskiy ANTs». Omsk: IP Maksheevoy E.A. Publ., 2020, 522 p.
13. *Sorta sel'skokhozyaystvennykh kul'tur seleksii FGBNU «Omskiy ANTs»: katalog* [Varieties of agricultural crops selected by the Federal State Budgetary Institution «Omsk ANC»: catalog] / ed. M.S. Chekusov. Omsk: IP Maksheevoy E.A. Publ., 2020, 148 p.
14. Teplyakov B.I., Teplyakova O.I. Bolezni yarovoy pshenitsy v Zapadnoy Sibiri [Diseases of spring wheat in Western Siberia]. *Zashchita i karantin rasteniy*, 2003, no. 1, pp. 7–18.
15. Ustoychivost' sortov myagkoy yarovoy pshenitsy k listostebel'nym patogenam v Zapadnoy Sibiri [Resistance of soft spring wheat varieties to leaf-stem pathogens in Western Siberia] / Rosseeva L.P., Meshkova L.V., Belan I.A., Popolzukhin P.V., Vasilevskiy V.D., Gaydar A.A., Parshutkin Yu. Yu. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2019, no. 5 (175), pp. 5–11.
16. Chulkina V.A., Konyaeva N.M., Kuznetsova T.T. *Bor'ba s boleznyami sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Sibiri* [Fighting crop diseases in Siberia]. Moscow: Rossel'khozizdat Publ., 1987, 253 p.
17. Blandino M., Reyneri A. Effekt of fungicide and foliar fertilizer application to winter wheat at anthesis on flag leaf senescence, grain yield, flour bread-making quality and DON contamination. *European Journal of Agronomy*, 2009, vol. 30 (4), pp. 275–282. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.12.005>
18. Brinkman J.M.P., Dean W., Lauzon J.D., Hooker D.C. Synergism of nitrogen rate and foliar fungicides in soft red winter wheat. *Agronomy Journal*, 2014, vol. 106, pp. 491–510. <https://doi.org/10.2134/agronj2013.0395>
19. Eddine B.S., Douira A., El Yousfi B. Effets des engrais azotés sur le rendement du blé et de l'orge sous stress biotique dû à la pourriture sèche du collet induite par le *Fusarium culmorum*. *Moroccan Journal of Agricultural Sciences*, 2022, vol. 10(1), pp. 17–30.
20. Effects of nitrogen and intercropping on the occurrence of wheat powdery mildew and stripe rust and the relationship with crop yield. Luo C., Ma L., Zhu J., Guo Z., Dong K., Dong Y. *Frontiers Plant Science*, 2021, vol. 12, p. 637393. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.637393>
21. Figueroa M., Hammond-Kosack K.E., Solomon P.S. A review of wheat diseases—a field perspective. *Molecular plant pathology*, 2018, vol. 19 (6), pp. 1523–1536. <https://doi.org/10.1111/mpp.12618>
22. Foliar application of various nitrogen (N) forms to winter wheat affect grain protein accumulation and quality via N metabolism and remobilization / Lyu

- X., Liu Y., Li N., Ku L., Hou Y., Wen X. *The Crop Journal*, 2022, vol. 10, pp. 1165–1177. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2021.10.009>
23. How Foliar Fungal Diseases Affect Nitrogen Dynamics, Milling and End-Use Quality of Wheat. Simon M.R., Fleitas M.C., Castro A.C., Schierenbek M. *Frontiers in plant science*, 2020, vol. 11, pp. 401–569. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.569401>
24. Kresoxim-methyl primes *Medicago truncatula* plants against abiotic stress factors via altered reactive oxygen and nitrogen species signalling leading to downstream transcriptional and metabolic readjustment / Filippou P., Antoniou C., Obata T., Van Der Kelen K., Harokopos V., Kanetis L., Aidinis V., Van Breusegem F., Fernie A.R., Fotopoulos V. *Journal of Experimental Botany*, 2016, vol. 67, issue 5, pp. 1259–1274. <https://doi.org/10.1093/jxb/erv516>
25. Landolfi V., Visioli G., Blandino M. Effect of Nitrogen Fertilization and Fungicide Application at Heading on the Gluten Protein Composition and Rheological Quality of Wheat. *Agronomy*, 2021, vol. 11 (9), pp. 16–87. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091687>
26. Nason M.A., Farrar J., Bartlett D. Strobilurin fungicides induce changes in photosynthetic gas exchange that do not improve water use efficiency of plants grown under conditions of water stress. *Pest Management Science*, 2007, vol. 63, issue 12, pp. 1191–1200. <https://doi.org/10.1002/ps.1443>
27. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants. Köhle H., Grossmann K., Jabs T., Gerhard M., Kaiser W.M., Glaab J., Conrath U., Seehaus K., Herms S. *Modern fungicides and antifungal compounds III: 13th International Reinhardsbrunn Symposium (Friedrichroda, May 14th–18th 2001)*. Bonn: Agroconcept, 2002, pp. 61–74.
28. The global burden of pathogens and pests on major food crops / Savary S., Willocquet L., Pethybridge S.J., Esker P.N., McRoberts N., Nelson A. *Nature ecology evolution*, 2019, vol. 3 (3), pp. 430–439. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0793-y>

### **ВКЛАД АВТОРОВ**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи для публикации.

### **AUTHORS CONTRIBUTIONS**

All authors made an equivalent contribution to the preparation of the article for publication.

**ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Ледовский Евгений Николаевич**, к.с.-х.н., заведующий лабораторией защиты растений

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Омский аграрный научный центр»  
пр. Королева 26, г. Омск, 644012, Российская Федерация  
evgeniy\_nl@mail.ru*

**Доронин Владимир Георгиевич**, к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник лаборатории защиты растений

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Омский аграрный научный центр»  
пр. Королева 26, г. Омск, 644012, Российская Федерация  
evgeniy\_nl@mail.ru*

**Пахотина Ирина Владимировна**, к.с.-х.н., заведующая лабораторией качества зерна

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Омский аграрный научный центр»  
пр. Королева 26, г. Омск, 644012, Российская Федерация  
pakhotina@anc55.ru*

**DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Evgeniy N. Ledovsky**, Cand. Sci. (Agric.), Head of the Plant Protection Laboratory

*Omsk Agrarian Scientific Center  
26, Koroleva Ave., Omsk, 644012, Russian Federation  
evgeniy\_nl@mail.ru  
SPIN-code: 5164-0468  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9948-6105>*

**Vladimir G. Doronin**, Cand. Sci. (Agric.), Leading researcher of the Plant Protection Laboratory

*Omsk Agrarian Scientific Center  
26 Koroleva Ave., Omsk, 644012, Russian Federation  
evgeniy\_nl@mail.ru  
SPIN-code: 3252-9912  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2288-1913>*

---

**Irina V. Pakhotina**, Cand. Sci. (Agric.), Head of the Grain Quality Laboratory  
*Omsk Agrarian Scientific Center*  
*26 Koroleva Ave., Omsk, 644012, Russian Federation*  
*pakhotina@anc55.ru*  
*SPIN-code: 4557-8357*  
*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9709-1951>*  
*Scopus Author ID: 58084178100*

Поступила 02.05.2024

После рецензирования 07.08.2024

Принята 20.08.2024

Received 02.05.2024

Revised 07.08.2024

Accepted 20.08.2024