

4.1.3. АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ,  
ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ  
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 632.4:633.11 «324»(470.324)

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2024\_1\_22

EDN: UEВСНА

**Снижение вредоносности фузариоза и сопутствующих  
болезней озимой пшеницы в условиях ЦЧР**

**Ольга Николаевна Ожога<sup>1</sup>, Елизавета Айрапетовна Мелькумова<sup>2</sup>,  
Анатолий Федорович Климкин<sup>3✉</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж, Россия

<sup>3</sup> aklimkin.73@yandex.ru✉

**Аннотация.** Фузариоз зерна – широко распространенное и вредоносное заболевание, снижающее урожай и качество сельскохозяйственной продукции. В 2017–2020 гг. проводили исследования по выявлению способов снижения вредоносности фузариоза и сопутствующих болезней озимой пшеницы в условиях ЦЧР. С этой целью посеы озимой пшеницы сорта Донэра обрабатывали фунгицидами Амистар Экстра и Стробышанс однократно и двукратно согласно схеме опыта. Сроки обработок: первый – в начале вегетации в фазе кущения, второй – в конце фазы колошения – начале фазы цветения (при появлении единичных пыльников). Первый учет распространенности и степени развития грибных заболеваний проводили до начала опрыскивания фунгицидами в конце фазы кущения – начале фазы трубкования (распространенность септориоза и мучнистой росы составила соответственно 22–35% и 40–42%, а степень развития – 9–10% и 8–12%); второй – в фазе цветения перед повторной обработкой фунгицидами, третий – в фазе молочно-восковой спелости зерна. Максимальная биологическая эффективность достигнута при двукратном внесении фунгицида Амистар Экстра, СК с нормой расхода 1,0 + 0,5 л/га. При однократном действии фунгицида лучший результат отмечен при применении препарата с нормой расхода 0,75 л/га, минимальный эффект – 0,5 л/га, увеличение нормы препарата до 1 л/га не дает существенной разницы. Использование фунгицидов при первых признаках обнаружения фузариоза, в конце фазы колошения – начале фазы цветения, повышает биологическую эффективность препаратов, при этом оптимальным сроком можно считать обработку озимой пшеницы против фузариозной инфекции за 2–4 дня до цветения. В случае опасности развития фузариоза по данным прогноза целесообразны протравливание семенного материала, а также обработка посевов фунгицидами в период вегетации озимой пшеницы начиная с конца фазы кущения и начала фазы трубкования, а при необходимости – повторная обработка в период конца фазы колошения – начала фазы цветения.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, фузариоз, вредоносность, фунгициды, мониторинг, интенсивность развития  
**Для цитирования:** Ожога О.Н., Мелькумова Е.А., Климкин А.Ф. Снижение вредоносности фузариоза и сопутствующих болезней озимой пшеницы в условиях ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 1(80). С. 22–31. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_1\\_22-31](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_22-31).

4.1.1. AGRICULTURAL CHEMISTRY, AGRONOMIC SOIL SCIENCE,  
PROTECTION AND QUARANTINE OF PLANTS (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

**Reducing the harmfulness of Fusarium head blight and concomitant  
diseases of winter wheat in the conditions of the Central Chernozem Region**

**Olga N. Ozhoga<sup>1</sup>, Elizaveta A. Melkumova<sup>2</sup>, Anatoly F. Klimkin<sup>3✉</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

<sup>3</sup> aklimkin.73@yandex.ru✉

**Abstract.** Fusarium head blight of cereals is a widespread and harmful disease that reduces the yield and quality of agricultural products. In 2017–2020 the authors conducted studies in order to identify the ways of reducing the harmfulness of Fusarium head blight and concomitant diseases of winter wheat in the conditions of the Central Chernozem Region. For this purpose, the Donera variety winter wheat crops were treated with Amistar Xtra and Strobyschans fungicides once and twice according to the experimental design. The timing of treatment was as follows: the first treatment was in the beginning of the growing season in the tillering stage, and the second one was in the end of the earing stage/beginning of the flowering stage (with the appearance of single anthers). The extension and development of fungal diseases were first recorded before the start of spraying with fungicides in

the end of the tillering stage/beginning of booting (the extension of Septoria blotch and powdery mildew was 22-35% and 40-42%, respectively, and the degree of development was 9-10% and 8-12%). The second record was made in the flowering stage before the second treatment with fungicides, and the third record was in the milk-wax ripeness stage. The maximum biological efficiency was achieved with double application of Amistar Xtra SC fungicide at the rate of 1.0 + 0.5 L/ha. Single treatment with fungicide gave the best result at the rate of 0.75 L/ha, while at 0.5 L/ha the effect was minimal, and the increase of the application rate up to 1 L/ha gave no significant difference. The application of fungicides at first signs of Fusarium infection in the end of earing/beginning of flowering increases the biological efficiency of preparations. The optimal time of treatment of winter wheat against Fusarium infection can be considered at 2-4 days before flowering. In case of forecasted danger of Fusarium development it is advisable to perform the seed disinfection, as well as to treat crops with fungicides during the growing season of winter wheat, starting from the end of tillering and beginning of booting, and if necessary, to re-treat the crops within the period of the end of earing/beginning of flowering.

**Keywords:** winter wheat, Fusarium head blight, harmfulness, fungicides, monitoring, extension and development of plant diseases

**For citation:** Ozhoga O.N., Melkumova E.A., Klimkin A.F. Reducing the harmfulness of Fusarium head blight and concomitant diseases of winter wheat in the conditions of the Central Chernozem Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2024;17(1):22-31. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2024\\_1\\_22-31](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2024_1_22-31).

**В**ведение  
Фузариоз зерна – широко распространенное инфекционное заболевание зерновых культур, вызывающее не только снижение урожайности, но и значительно ухудшающее качество зерна за счет накопления в нем продуктов жизнедеятельности грибов. Возбудителями болезни являются отличающиеся по своим биоэкологическим характеристикам различные виды грибов рода *Fusarium* Link. Эти патогенные грибы наносят существенный вред, в результате их наличия в семенном материале снижается его всхожесть и энергия прорастания, формируются ослабленные растения. Некоторые виды грибов в процессе своей жизнедеятельности образуют молекулы, связанные с их вторичным метаболизмом, – микотоксины, которые обладают токсическими свойствами и делают зерно непригодным для использования на пищевые и кормовые цели [5]. Наличие микотоксинов в зерне вызывает увеличение аллергических реакций у населения, особенно у детей младшего возраста [7].

Проблема фузариоза зерна имеет международное значение. Широкая распространенность и изменчивость фузариевых грибов, а также высокая опасность микотоксинов для здоровья человека и животных обязывают специалистов непрерывно обращаться к данной проблеме. В России первоначально массовые вспышки – эпифитотии – фузариоза зерновых культур наблюдались в 1880–1890-е гг. на Дальнем Востоке [2]. Употребление зараженного зерна в пищу и на корм скоту привело к отравлению, первые симптомы которого были похожи на опьянение, из-за этого патология получила название «пьяный хлеб» [4]. В 1930–1950-е гг. в Центральном регионе и на Южном Урале использование в пищу перезимовавшего в поле пораженного некачественного зерна привело к массовому заболеванию сельского населения алиментарно-токсической алейкией (АТА), которое вызвало гибель тысячи людей и животных и стало для всего мира доказательством чрезвычайной опасности заболевания зерновых культур фузариозной этиологии [10].

К вредоносным корневым и прикорневым заболеваниям относится широко распространенная фузариозно-гельминтоспориозная гниль, или обыкновенная корневая гниль зерновых культур. Первичными возбудителями являются различные виды грибов рода *Fusarium* и гриб *Cochliobolus sativus* (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker). Вредоносность их зависит от преобладания того или иного видового состава патогенов, который обусловлен конкретным регионом и фактическими условиями произрастания (влажность почвы, предшественник, агротехника возделывания и др.) [1].

Одной из главных причин гибели всходов и раннего усыхания растений является именно фузариозная корневая гниль. К числу основных возбудителей этого заболевания относятся *F. culmorum* (Sm.) Sacc. и *F. graminearum* Schwabe [17], которые распространяются либо через почву, либо путем заражения колоса и семян конидиями в период вегетации растений [12]. Корневая гниль поражает узел кущения (корневую шейку) до первого междоузлия и подземные органы растений. У основания стебля мицелий и спороношения гриба образуют розовый налет. Листья обычно желтеют и отмирают. У взрослых растений нижняя часть стебля буреет, что приводит к белостебельности и белоколосости, при этом продуктивные стебли отмирают, а зерно становится щуплым. Больные растения обычно низкорослые, чахлые, некоторые из них преждевременно созревают и дают малое количество семян. При сильном развитии болезни рост растений останавливается, и они полегают. Потери урожая составляют не менее 15%, на 40% снижается всхожесть семян, на 32–35% – масса 1000 зерен [11].

Фузариоз колоса и зерна (патоккомплекс рода *Fusarium*: *F. graminearum* Schw., *F. oxysporum* Schlecht., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. и др.) проявляется в период налива или начала молочно-восковой спелости и нарастает в фазы восковой и полной спелости. Основным симптомом поражения колоса является обесцвечивание чешуй одного или нескольких колосков с образованием оранжевых спородохийев (конидиеносцев в виде подушечек) и бело-розового или белого мицелия в местах развития гриба. Однако эти же виды патогенов могут вызывать поражение колоса в нетипичной (скрытой) форме, которое проявляется в обесцвечивании единичных чешуй без последующего их побурения и образования спородохийев и налета, в результате наглядные симптомы на колосе отсутствуют [14].

Фузариоз зерна по многим параметрам является чрезвычайно трудным для изучения. Одна из его отличительных особенностей – специфическая этиология. Определение видовой принадлежности патогена традиционными методами затруднено из-за малой выборки морфологических признаков и внутривидовой изменчивости. В связи с этим методы фитоэкспертизы семян имеют ряд ограничений [15].

В настоящее время внедрение молекулярно-генетических методов стало важным шагом для более точной идентификации и подробного изучения. В основе этих методов лежит полимеразная цепная реакция (ПЦР) [9].

Эффективность фунгицидов в отношении фузариоза зерновых культур оценивают не только по снижению зараженности зерна, но также и по уменьшению содержания в нем микотоксинов. Ряд исследователей выявили рост их содержания даже под действием фунгицидов [6, 8, 19]. Установлено, что стробилуриновые препараты значительно повышают содержание токсического вещества – диоксинивалинола в зерне пшеницы [18].

В работе О.П. Гавриловой с соавт. (2009) анализировалась скорость роста *F. graminearum* Schwabe, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. и *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg на картофельно-декстрозном агаре (КДА) с добавлением различных концентраций карбендазима, тебуконазола, флутриафола, метконазола и прохлораза [3]. В результате было обнаружено, что среди протестированных фунгицидов наиболее эффективным для снижения скорости роста всех 3-х видов грибов оказался прохлораз, а наименее – флутриафол.

Еще в 1980-е гг. в Бразилии был начат поиск микроорганизмов для борьбы с фузариозом колоса. Множество грибов и бактерий, выделенных из растений пшеницы, в лабораторных условиях подвергли проверке на активность против *F. graminearum*. Бразильские исследователи анализировали чувствительность 50 изолятов *F. graminearum* к метконазолу и тебуконазолу. В результате была определена эффективная концентрация

фунгицида, снижающая до 50% рост мицелия, которая меньше для тебуконазола по сравнению с метконазолом. Показано, что полученные *in vitro* устойчивые к тебуконазолу штаммы *F. graminearum* при инокуляции колосьев образовывали больше микотоксина на единицу биомассы гриба, чем исходный штамм. При неблагоприятных условиях для роста и развития растений гриб может усиливать выработку токсичных вторичных метаболитов.

В связи с внедрением органического земледелия возрос интерес к применению биопрепаратов против возбудителей фузариоза. Показана эффективность подавления фузариевых грибов штаммами бактерий из родов *Bacillus*, *Pseudomonas* и др. [16, 17]. Считается, что биологические препараты защищают колос зерновых культур от фузариоза также эффективно, как контактные фунгициды химической природы, однако несколько ниже, чем системные. Исследователями предлагаются два пути использования биологических методов борьбы с фузариозом: первый – непосредственное воздействие на колос зерновых культур в период восприимчивой фазы биоагентов или их метаболитов, второй – обработка растительных остатков с целью подавления инфекции антагонистами до периода инфицирования растения. При обработке пшеничной соломы в поле суспензией грибов *Trichoderma harzianum* и *Microsphaeropsis* sp. [17] значительно снижается зараженность, что препятствует образованию сумчатой (половой) стадии гриба *Gibberella zea* (Schwein.) Petch. В лабораторных опытах *Paenibacillus macerans*, *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis* способны подавлять рост *F. graminearum* на 95–100% [16].

В полевых условиях и теплицах уменьшение заболеваемости при применении их культуральных фильтратов составило 21–26%. Для повышения устойчивости и снижения вредоносности фузариоза изучалось применение микроорганизмов и их метаболитов. В клетках растений происходят сложные биологические и физиологические реакции, в результате которых отмечается высокий иммунный барьер против внедрения патогенов. В связи с тем, что устойчивых к фузариозу сортов озимой пшеницы немного, то применение фунгицидов актуально в тех зонах, где складываются благоприятные для заболевания условия и ожидается его эпифитотийное развитие [9]. В связи с этим протравливание семян препаратами и опрыскивание растений в период вегетации препятствует развитию фузариоза колоса и корневых гнилей.

#### **Материалы и методы**

Исследования проводились в 2017–2020 гг. на базе хозяйства «Черноземье», (производственное поле № 20 В), расположенного на территории с. Благуша Верхнехавского района Воронежской области.

Изучалось действие фунгицидов Амистар Экстра, СК и Стробишанс Про, СК (Азоксистробин, 200 г/л + Ципроконазол, 80 г/л), которыми обрабатывали посевы озимой пшеницы сорта Донэра (предшественник – соя).

Повторность опыта – 3-кратная, расположение вариантов опыта – систематическое. Фунгициды применяли однократно и двукратно согласно схеме исследования (табл. 1).

Сроки обработок: первый – в начале вегетации, фаза кущения, второй – в конце фазы колошения – начале фазы цветения (при появлении единичных пыльников) в соответствии с рекомендуемыми методиками [13]. Первый учет распространенности и степени развития грибных заболеваний на озимой пшенице проводили до начала опрыскивания фунгицидами в межфазный период кущения – начала трубкования. При обследовании обнаружили симптомы септориоза и мучнистой росы, распространенность которых составила соответственно 22–35% и 40–42%, а степень развития 9–10% и 8–12%. Второе обследование осуществляли в фазе цветения озимой пшеницы перед повторной обработкой фунгицидами. Третий учет проводился в фазе молочно-восковой спелости зерна.

Таблица 1. Схема проведения исследования и нормы расхода препарата

Вариант опыта	Фазы развития озимой пшеницы			
	конец кущения – начало трубкования		конец колошения – начало цветения	
	Фунгицид	Норма расхода препарата, л/га	Фунгицид	Норма расхода препарата, л/га
1	Контроль – без обработки	–	–	–
2	–	–	Амистар Экстра	0,5
3	–	–	Амистар Экстра	0,75
4	–	–	Амистар Экстра	1,0
5	–	–	Стробишанс Про дженерик	0,5
6	Амистар Экстра	1,0	Амистар Экстра	0,5

Была рассчитана биологическая эффективность защитных мероприятий с учетом степени развития фузариоза и других сопутствующих заболеваний на озимой пшенице (табл. 3). Мониторинг включал фитоэкспертизу семян, обследование посевов в фазы колошения – цветения и молочно-восковой спелости. Оценку уровня развития заболевания выполняли визуально, путем отбора и анализа на каждом поле 10 проб по 20 колосьев в пробе. Учитывали колосья с признаками поражения и определяли процент пораженности [14].

Оценка качества зерна на зараженность внутренней инфекцией проводилась согласно ГОСТ 12044-93. Для этого из средней пробы брали навеску семян основной культуры, из которой отбирали четыре рабочие пробы по 50 семян в каждой, затем их помещали в стерильные чашки Петри с питательной средой. Данные анализа семян вносили в рабочую карточку. По каждой из четырех проб подсчитывали количество семян, зараженных как отдельной болезнью, так и сопутствующими патогенами.

Зараженность семян ( $X$ ) в процентах вычисляли по формуле

$$X = N / n \times 100\%,$$

где  $N$  – суммарное количество зараженных семян в четырех пробах, шт.;

$n$  – общее количество семян, взятых для анализа, шт. (табл. 4).

### Результаты и их обсуждение

В Центрально-Черноземном регионе зараженность фузариозом образцов озимой пшеницы, выращенной в Воронежской области, оказалась значительно выше, чем в Белгородской. С высокой частотой встречаемости в Воронежской области регистрировались такие возбудители, как *F. sporotrichioides*, *F. poae*, *F. avenaceum*, *F. graminearum*. Фузариоз колоса озимой пшеницы в ЦЧР обнаруживается с 1987 г. По данным обзора фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в РФ (2018 г.) фузариоз встречался на площади 120,3 тыс. га, в 2017 г. – 973,18 тыс. га, в том числе с интенсивностью выше экономического порога вредоносности (ЭПВ) – на 69,3 тыс. га. На территории ЦЧР на озимых зерновых фузариоз отмечался на площади 10,34 тыс. га [10].

Аналогичные данные собраны нами в архиве областного Россельхозцентра, анализируя которые можно понять, как в разные годы происходило нарастание и снижение степени развития болезни, вызываемой грибами рода *Fusarium* spp. в посевах озимой пшеницы в виде корневых гнилей в начале вегетации, а также в форме белостебельности и пустоколосости в фазе созревания зерна (табл. 2).

Таблица 2. Распространенность и степень развития корневых гнилей и белоколосости в посевах озимой пшеницы Воронежской области (по многолетним данным отчетов областного Россельхозцентра)

Год обследования	Площади, обследованные в фазе кущения, тыс. га		Зараженные площади, %	Корневые гнили				Белоколосость	
	всего	из них зараженных		Фаза кущения		Фаза молочной спелости		Обследованная площадь, тыс. га	Распространенность заболевания
				P, %	R, %	P, %	R, %		
1985	60,0	15,3	25,0	14,3	4,3	8,2	2,1	–	–
1987	110,0	22,1	20,0	4,8	1,4	5,2	2,9	1,2	1,0
1988	24,8	3,9	15,7	9,3	2,7	7,6	2	2,5	1,6
1989	7,2	1,6	22,2	5,9	1,9	3,4	0,9	7,9	2,0
1991	5,8	5,8	100,0	13,3	7,9	15,2	5,7	–	–
1992	7,7	4,1	53,2	6,7	2,4	11,8	4,7	2,0	0,4
1993	100,2	21,2	21,1	11,1	4,5	8,9	2,4	–	–
1994	90,0	13,8	15,3	9,3	3,3	13,5	4,2	0,66	1,1
1995	15,3	6,7	43,7	12,2	5,8	20,9	6,2	0,3	0,7
1996	35,7	6,7	18,7	6,5	2,8	12,0	7,0	3,7	1,7
1997	40,5	19,7	48,6	9,0	2,8	11,7	4,5	3,7	0,8
1998	–	6,7		8,3	2,8	16,1	6,0	8,5	2,1
1999	–	7,5		7,6	2,7	12,0	4,8	8,8	1,2
2000	–	–		8,3	2,8	15,1	6,0	–	2,1
2015	15,9	–		4,5	2,5	3,2	2,2	–	–
2016	–	–	31,7	4,2	1,4	4,7	1,8	–	–
2017	973,2	–	60,3	1,0	0,3	4,7	1,8	–	–
2018	120,3	–	66,4	2,0	0,4	4,7	1,5	–	–
2019	–	–	–	2,8	1,5	5,2	1,8	–	–
2020	176,3	–	75,1	2,0	1,0	4,2	1,8	–	–

Следует подчеркнуть, что за 35-летний отрезок времени максимальные значения распространенности (P, %) корневых гнилей в фазе кущения отмечались в 1985, 1991 и 1995 гг. – соответственно 14,3; 13,3 и 12,2%, в то время как степень развития (R, %) болезни в эти годы была на уровне 4,3; 7,9; и 5,8%.

В фазе молочной спелости аналогичная тенденция обнаружена в 1991–1992 и 1997–2000 гг., то есть в этот период происходило нарастание распространенности и повышалась степень развития корневых гнилей.

Анализ многолетних данных показывает, что это заболевание в 1991 г. носило эпифитотийный характер, так как было выявлено на 100% посевов, обследованных на площади 5,8 тыс. га.

На основании исходного материала нами построены графики (рис. 1 и 2), где отражены пики подъема и депрессии заболевания корневой гнили и белоколосости, вызванные грибами из рода *Fusarium* sp.

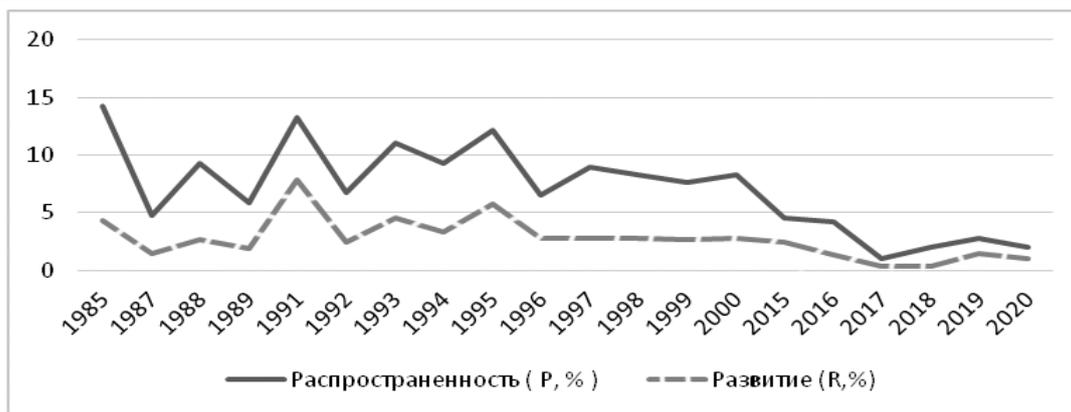


Рис. 1. Распространенность и степень развития корневых гнилей в фазе кушения озимой пшеницы

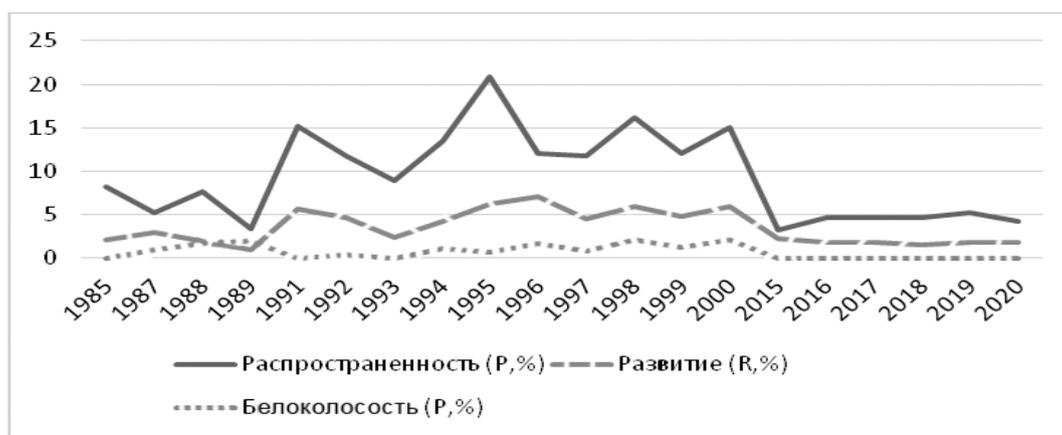


Рис. 2. Распространенность и степень развития корневых гнилей и белоколосости в фазе молочной спелости озимой пшеницы

Нами проводились исследования на территории Воронежской области по определению эффективности фунгицидов для подавления фузариоза колоса в посевах озимой пшеницы. В последние годы патоген *F. graminearum* широко распространился, чему способствовала теплая влажная погода с низкой инсоляцией (особенно во время цветения), а также высокая доля восприимчивых сортов зерновых культур в севообороте (пшеница, кукуруза, ячмень). Следует отметить, что провоцировало развитие фузариоза протравливание семенного материала фунгицидами узкого спектра действия, а также редуцированная обработка почвы и другие негативные факторы. Изменение климата в сторону потепления, особенно в зимние месяцы, способствовало выживанию патогена на новых территориях, что приводило к адаптации к этим условиям [13, 14]. Кроме того, на расширении ареала данного патогена сказалось увеличение площади посевов кукурузы в России, поскольку известно, что озимая пшеница сильнее поражается *F. graminearum* после кукурузы, чем после других предшественников [16]. Для подавления данной инфекции нами запланировано использовать фунгициды системного действия группы стробилуринов в сочетании с триазолами в разные сроки вегетации растений и в различных дозировках.

Триазолы – термически и гидролитически стабильные системные фунгициды защитного, лечебного и искореняющего действия с эффектом воздействия при протравливании посевного материала до 30–35 суток, а при опрыскивании растений – до 14 суток. Механизм их действия обусловлен способностью нарушать биосинтез стерина у грибов, при этом триазолы подавляют рост мицелия и ростковых трубок конидий [18].

Стробилурины – высоко биологически активные контактные фунгициды широкого спектра действия с частичным системным эффектом (передвигаются в пределах листовой пластинки), продолжительность их защитного и лечебного эффекта – до 14–16 суток, для человека и теплокровных животных они относительно безопасны. Механизм действия стробилуринов обусловлен их способностью угнетать митохондриальное дыхание клеток

патогенов. Фунгициды этой группы максимально эффективны в ранние стадии развития инфекции, при прорастании конидий и спор [16].

Для борьбы с фузариозом и другими сопутствующими микозами озимой пшеницы испытывались фунгициды Амистар Экстра, СК (200 + 80 г/л) и Стробишанс Про, СК (200 + 80 г/л). Полученные данные позволили рассчитать биологическую эффективность этих фунгицидов при обработке посевов озимой пшеницы (табл. 3).

Таблица 3. Биологическая эффективность применения фунгицидов в посевах озимой пшеницы, %

Заболевание	Варианты опыта				
	Амистар Экстра, СК, 1,0 л/га	Амистар Экстра, СК, 0,75 л/га	Амистар Экстра, СК, 0,5 л/га	Стробишанс Про, СК, дженерик, 0,5 л/га	Амистар Экстра, СК, 1 + 0,5 л/га
Фузариоз	82,0	80,2	79,5	77,6	98,4
Мучнистая роса	94,3	94,4	81,4	81,2	98,4
Септориоз	88,1	89,1	92,3	88,9	95,7
Бурая ржавчина	93,2	94,2	86,8	85,1	99,0
Среднее по заболеванию	89,4	89,5	85,0	83,2	97,8

Из таблицы 3 видно, что максимальная биологическая эффективность достигнута на варианте двукратного внесения фунгицида Амистар Экстра, СК с нормой расхода 1,0 + 0,5 л/га. Закономерность прослеживается при изучении зараженности зерна, выращенного на опытных делянках. Зараженность фузариозом зерна контрольного варианта оказалась самой высокой, минимальное значение этого показателя отмечено на варианте, где проводилась двукратная обработка фунгицидами. При однократном действии фунгицида лучший результат получен на варианте с нормой расхода препарата 0,75 л/га. Минимальный эффект отмечен на варианте с нормой 0,5 л/га. Установлено, что увеличение нормы расхода препарата до 1 л/га не дает существенной разницы. Сравнение обработанных вариантов с контролем свидетельствует о целесообразности и эффективности защитных мероприятий.

В таблице 4 приведены результаты фитоэкспертизы семян озимой пшеницы по каждому варианту, включая контроль.

Таблица 4. Зараженность зерна озимой пшеницы по вариантам опыта, %

Вариант опыта	<i>Cladosporium</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Rhizopus</i> spp.	<i>Nigrosporum</i> spp.	<i>Alternaria</i> spp.	Бактериоз + <i>Pseudomonas</i> spp.
Контроль	12	27	8	6	17	39	7
1	11	18	2	0	11	26	5
2	10	14	0	0	11	24	1
3	4	12	0	0	5	16	0
4	3	11	0	0	0	8	0
5	3	14	0	0	0	10	0
6	3	10	0	0	0	7	0

Примечание: образец состоит из 200 семян.

На основании анализа данных фитоэкспертизы семян озимой пшеницы (табл. 4) можно отметить некоторую закономерность, которая прослеживается в зависимости от действия различных дозировок испытываемых препаратов.

Контрольный вариант показывает максимальное поражение зерна микозами и бактериозом – *Pseudomonas* spp. В отношении факультативного паразита рода *Fusarium* обнаружен высокий процент пораженных зерновок, который незначительно снижается в зависимости от доз фунгицидов. Среди выявленных грибов большую часть составляют сапротрофные виды, в то время как представители рода *Alternaria* spp., которые прежде относились к этой группе, в последнее десятилетие, с резко меняющимся климатом, приобрели агрессивность в отношении зерновых и других культурных растений и перешли в раздел патогенов. Показатели пораженности зерна достаточно высокие, а уменьшение их наблюдается в случае увеличения дозировки препарата.

#### Выводы

1. Использование фунгицидов при первых признаках обнаружения фузариоза, в конце фазы колошения – начале фазы цветения, повышает биологическую эффективность препаратов, при этом оптимальным сроком можно считать обработку озимой пшеницы против фузариозной инфекции за 2–4 дня до цветения.

2. Наибольшая биологическая эффективность достигнута при проведении двукратных обработок фунгицидом Амистар Экстра, СК (1 + 0,5 л/га).

4. В случае опасности развития фузариоза по данным прогноза целесообразны протравливание семенного материала, а также обработка посевов фунгицидами в период вегетации озимой пшеницы. Выполнение этого технологического защитного приема рекомендовано начиная с конца фазы кущения – начала фазы трубкования, а при необходимости производится повторная обработка в конце фазы колошения – начале фазы цветения озимой пшеницы.

#### Список источников

- Афанасенко О.С., Новожилов К.В. Проблемы рационального использования генетических ресурсов устойчивости растений к болезням // Экологическая генетика. 2009. Т. VII, вып. 2. С. 38–43.
- Билай В.И. Фузариоз. 2-е изд., доп. и перераб. Киев: Наукова думка, 1977. 444 с.
- Гаврилова О.П., Гагкаева Т.Ю., Буркин А.А. и др. Зараженность грибами рода *Fusarium* и контаминация микотоксинами зерна овса и ячменя на севере Нечерноземья // Сельскохозяйственная биология. 2009. № 6. С. 89–93.
- Гаврилова О.П., Гагкаева Т.Ю. Влияние температуры и тебуконазола на рост и токсинообразование штаммов *Fusarium langsethiae* различного географического происхождения // Агротехника. 2015. № 12. С. 76–82.
- Гаврилова О.П., Гагкаева Т.Ю. Фузариоз зерна на севере Нечерноземья и в Калининградской области в 2007–2008 годах // Защита и карантин растений. 2010. № 2. С. 23–25.
- Гагкаева Т.Ю., Левитин М.М., Санин С.С. и др. Зараженность зерна и видовой состав грибов рода *Fusarium* на территории РФ в 2004–2006 гг. // Агро XXI. 2009. № 4. С. 4–6.
- Гагкаева Т.Ю., Ули-Маттила Т. Молекулярная идентификация хемотипов *Fusarium graminearum* // Вестник защиты растений. 2007. Вып. S. С. 60–67.
- Гагкаева Т.Ю. Фитопатогенный гриб *Fusarium cerealis* на территории России // Микология и фитопатология. 2009. Т. 43, № 4. С. 331–342.
- Дацюк П.В., Антошина О.А., Петракова В.И. и др. Оценка состояния посевов озимой пшеницы по фазам вегетации в условиях Центрального района Нечерноземной зоны: методические указания. Москва: ФГУ «Российский центр сельскохозяйственного консультирования», 2008. 38 с.
- Захарова Л.П., Седова И.Б., Аристархова Т.В. и др. Фузариотоксины в зерновой продукции Российской Федерации: ситуация 2006–2008 гг. // Вопросы питания. 2009. Т. 78, № 6. С. 26–30.
- Иващенко В.Г., Шпилова Н.П. Грибы рода *Fusarium* на семенах хлебных злаков в основных зерновых регионах России (ареалы, частота встречаемости, соотношение). Санкт-Петербург: ВИЗР, 2004. 20 с.
- Иващенко В.Г., Шпилова Н.П., Назаровская Л.А. Фузариоз колоса хлебных злаков. Санкт-Петербург: ВИЗР, 2004. 164 с.
- Коломбет Л.В., Старшов А.А., Шислер Д. Биологическая эффективность *Trichoderma asperellum* GJS 03-35 и дрожжей *Cryptococcus nodaensis* OH 182.9 против возбудителя фузариоза колоса пшеницы // Микология и фитопатология. 2005. Т. 39, № 5. С. 80–88.
- Кононенко Г.П., Буркин А.А. Контаминация фузариотоксинами зерна кукурузы и риса на основных территориях возделывания культур в Российской Федерации // Сельскохозяйственная биология. 2008. № 5. С. 88–91.
- Bujold I., Paulitz T.C., Carisse O. Effect of *Microsphaeropsis* sp. on the production of perithecia and ascospores of *Gibberella zeae* // Plant Disease. 2001. Vol. 85(9). Pp. 977–984. DOI: 10.1094/PDIS.2001.85.9.977.
- Ellner F.M. Results of long-term field studies into the effect of strobilurin containing fungicides on the production of mycotoxins in several winter wheat varieties // Mycotoxin Research. 2005. Vol. 21. Pp. 112–115.
- Gareis M., Ceynowa J. Influence of the fungicide Matador (tebuconazole/triadimenol) on mycotoxin production by *Fusarium culmorum* // Lebensmittel-Untersuchung-Forsch. 1994. Vol. 198(3). Pp. 244–248. DOI: 10.1007/BF01192603.
- Jochum C.C., Osborne L.E., Yuen G.Y. *Fusarium* head blight biological control with *Lysobacter* enzymogenes strain C3 // Biological Control. 2006. Vol. 39(3). Pp. 336–344. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2006.05.004.
- Luz W.C. Biocontrol of fungal pathogens of wheat with bacteria and yeasts // Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Congress of Plant Pathology. Kyoto, Japan. 1988. Pp. 120–138.

**References**

1. Afanasenko O.S., Novozhilov K.V. Problems of rational use of genetic resources of plants resistance to diseases. *Ecological Genetics*. 2009;7(2):38-43. (In Russ.).
2. Bilai V.I. Fuzarii. 2<sup>nd</sup> edition, revised and enlarged. Kiev: Naukova dumka Publishers; 1977. 444 p. (In Russ.).
3. Gavrilova O.P., Gagkaeva T.Yu., Burkin A.A. et al. Mycological infection by *Fusarium* strains and mycotoxins contamination of oats and barley in the north of Nonchernozemie. *Agricultural Biology*. 2009;6:89-93. (In Russ.).
4. Gavrilova O.P., Gagkaeva T.Yu. The effect of temperature and Tebuconazole on the growth and toxin production of *Fusarium langsethiae* strains from different geographical regions. *Agrochemistry*. 2015;12:76-82. (In Russ.).
5. Gavrilova O.P., Gagkaeva T.Yu. *Fusarium* grain blight in the north of Nerchernozeem region and in Kaliningrad region in 2007-2008. *Plant Protection and Quarantine*. 2010;2:23-25. (In Russ.).
6. Gagkaeva T.Yu., Levitin M.M., Sanin S.S. et al. *Fusarium* head blight of small cereals and causal organisms associated with this disease on the territory of Russia during 2004-2006. *Agro XXI*. 2009;4:4-6. (In Russ.).
7. Gagkaeva T.Yu., Uli-Mattila T. Molecular identification of *Fusarium* graminearum chemotypes. *Plant Protection News*. 2007;S:60-67. (In Russ.).
8. Gagkaeva T.Yu. Phytopathogenic fungus *Fusarium cerealis* on the territory of Russia. *Mycology and Phytopathology*. 2009;43(4):331-342. (In Russ.).
9. Datsyuk P.V., Antoshina O.A., Petrakova V.I. et al. Assessment of the condition of winter wheat crops by vegetation phases in the conditions of the Central Part of the Non-Chernozem Region: methodology guidelines. Moscow: Russian Center for Agricultural Consulting Publishers; 2008. 38 p. (In Russ.).
10. Zakharova L.P., Sedova I.B., Aristarkhova T.V. et al. Fusariotoxins in the food production in the Russian Federation: 2006-2008 situation. *Voprosy Pitania (Problems of Nutrition)*. 2009;78(6):26-30. (In Russ.).
11. Ivashchenko V.G., Shipilova N.P. Fungi of the genus *Fusarium* on cereal seeds in the main grain regions of Russia (areas, frequency of occurrence, ratio). Saint Petersburg: All-Russian Institute of Plant Protection Publishers; 2004. 20 p. (In Russ.).
12. Ivashchenko V.G., Shipilova N.P., Nazarovskaya L.A. *Fusarium* head blight in cereals. Saint Petersburg: All-Russian Institute of Plant Protection Publishers; 2004. 164 p. (In Russ.).
13. Kolombet L.V., Starshov A.A., Schisler D. Biological effectiveness of *Trichoderma asperellum* GJS 03-35 and yeast *Cryptococcus nodaensis* OH 182.9 against the causative agent of *Fusarium* head blight in wheat. *Mycology and Phytopathology*. 2005;39(5):80-88. (In Russ.).
14. Kononenko G.P., Burkin A.A. Fusariotoxins content in maize and rice grain harvested in the main regions of cultivation in the Russian Federation. *Agricultural Biology*. 2008;5:88-91. (In Russ.).
15. Bujold I., Paulitz T.C., Carisse O. Effect of *Microsphaeropsis* sp. on the production of perithecia and ascospores of *Gibberella zeae*. *Plant Disease*. 2001;85(9):977-984. DOI: 10.1094/PDIS.2001.85.9.977.
16. Ellner F.M. Results of long-term field studies into the effect of strobilurin containing fungicides on the production of mycotoxins in several winter wheat varieties. *Mycotoxin Research*. 2005;21:112-115.
17. Gareis M., Ceynowa J. Influence of the fungicide Matador (tebuconazole/triadimenol) on mycotoxin production by *Fusarium culmorum*. *Lebensmittel-Untersuchung-Forsch*. 1994;198(3):244-248. DOI: 10.1007/BF01192603.
18. Jochum C.C., Osborne L.E., Yuen G.Y. *Fusarium* head blight biological control with *Lysobacter* enzymogenes strain C3. *Biological Control*. 2006;39(3):336-344. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2006.05.004.
19. Luz W.C. Biocontrol of fungal pathogens of wheat with bacteria and yeasts. *Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Congress of Plant Pathology*. Kyoto, Japan. 1988:120-138.

**Информация об авторах**

О.Н. Ожога – соискатель кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», botanika@agronomy.vsau.ru.

Е.А. Мелькумова – доктор биологических наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», zemledele@agronomy.vsau.ru.

А.Ф. Климкин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», aklimkin.73@yandex.ru.

**Information about the authors**

O.N. Ozhoga, Candidate Degree Seeking Applicant, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, botanika@agronomy.vsau.ru.

E.A. Melkumova, Doctor of Biological Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, zemledele@agronomy.vsau.ru.

A.F. Klimkin, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, aklimkin.73@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 09.11.2023; одобрена после рецензирования 12.12.2023; принята к публикации 23.12.2023.

The article was submitted 09.11.2023; approved after reviewing 12.12.2023; accepted for publication 23.12.2023.

© Ожога О.Н., Мелькумова Е.А., Климкин А.Ф., 2024