

А.К. Бойко, младший научный сотрудник
С.Ф. Буга, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Институт защиты растений НАН Беларуси
УДК 632.952:633.16:632.488.4Ф

Роль сроков применения фунгицидных обработок в защите колоса ячменя от фузариоза

Приведены результаты исследований по эффективности применения фунгицидов в защите ярового ячменя от фузариоза колоса. Определен оптимальный срок обработки посевов – появление колоса ячменя. Эффективность фунгицидов фалькон, 46% к.э. и альто супер, 33% к.э. оказалась выше, чем эффективность тилта, 25% к.э. в защите колоса ячменя от фузариоза.

The article provides the results of the research on the efficiency of applying fungicides to protect spring barley against *Fusarium ear blight*. The optimal terms of plant treatment has been determined at the appearance of barley head. The efficiency of the fungicides Falcon, 46% EC and Alto super, 33% EC turned out to be higher than the fungicides of Tilt, 25% EC in the protection of barley ear against *Fusarium ear blight*.

Среди болезней ячменя в последнее десятилетие все большее распространение приобретает фузариоз колоса, вызываемый несовершенными грибами рода *Fusarium* [2, 7, 20]. Согласно исследованиям Лукашика Н.Н. [1984] фузариозная инфекция на семенах ячменя в Республике Беларусь встречалась эпизодически и не имела существенного значения. Подтверждением этому служат данные Буга С.Ф. и др. [1991], что до 1985 г. инфицированность семян не превышала 5%, но в урожае 1989 г. возросла до 26%. В настоящее время анализы семян ячменя свидетельствуют о следующей тенденции: существенно возрастает доля изолятов *Fusarium* и *Alternaria*, уменьшается инфицированность зерновок возбудителем гельминтоспориоза – *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker. Видовой состав фузариозного патогенного комплекса со временем также претерпел изменения. По данным Буга С.Ф., Ушкевич Л.А. [1992], на колосе ячменя в 1990-1992 гг. доминировал гриб *F. oxysporum* (Schlecht.) Snyder et Hans. В настоящее время основу патогенного фузариозного комплекса на ячмене составляют грибы *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sack., *F. oxysporum* (Schlecht.) Snyder et Hans., *F. poae* (Peck.) Wr. Проводимые исследования свидетельствуют, что видовое разнообразие грибов данного рода существенно не изменяется в зависимости от места произрастания сельскохозяйственной культуры и сорта растения-хозяина [2]. Семена, являясь источником инфекции, оказывают влияние на появление болезни в период вегетации. В связи с тем, что в республике практически отсутствуют семена ячменя, свободные от инфекции грибов рода *Fusarium* [1, 3], а нередко отмечается высокий уровень заражения, возникла необходимость изучения способов ее ограничения, используя обработки средствами химической защиты растений, приуроченные к началу колонизации колоса патогенами и к определенной фазе развития растения-хозяина.

Исходя из того, что устойчивые к фузариозу сорта отсутствуют, не соблюдается севооборот, ежегодно увеличиваются посевные площади под кукурузу и под зерновые, а система обработки почвы оставляет желать лучше-

го – все это сказывается на увеличении распространения и развития болезни. Химические обработки являются одним из действенных факторов в ограничении ее развития.

В литературе встречаются противоречивые сведения по эффективности фунгицидов в подавлении фузариозной инфекции. Однако и в этом приеме есть свои преимущества и недостатки. Считается, что химическая защита колоса от фузариоза малоэффективна из-за отсутствия препаратов, способных сдерживать развитие болезни. Массовое использование фунгицидов бензимидазольной группы способствовало выработке резистентных популяций фузариев. Остается спорным вопрос по поводу сроков обработки колосьев. Ряд исследователей [9, 12, 19] полагает, что действующее вещество тебуконазол, входящее в состав фунгицида фалькон, является наиболее эффективным в подавлении болезни. Такие действующие вещества, как беномил [16], гуазатин [13], гексаконазол [14], прохлораз [15] и пропиконазол [18] также дали положительный результат в защите колоса от фузариев. Российские исследователи провели ранжировку фунгицидов по степени убывания эффективности: фолликур (70-80%), спортак-альфа (60-70%), импакт (50-60%), альто (40-50%), тилт (20-30%) [6].

С целью определения срока заражения колосьев ячменя возбудителями фузариоза, влияния отдельных средств химической защиты растений на развитие болезни проводился мониторинг распространения и развития болезни колоса; изучалась динамика лета спор патогенов; оценивались эффективность обработок посевов фунгицидами и данные фитозкспертизы зерновок ячменя с обработанных и контрольных делянок.

Методы исследования

Исследования проводились в посевах ярового ячменя (сорт Дзівосны) на опытном поле НИРУП «БелИЗР» (пос. Прилуки) в 2000 и 2002 г. В 2000 г. для предпосевной обработки семян использовали протравитель винцит, 5% к.с. (2 л/т), с увлажнением (10 л/т рабочего раствора), в качестве фунгицида – фалькон, 46% к.э. (0,6 л/га). Фунгицидные обработки проводили в стадии развития ячменя: 51, 55, 59 (фаза коло-

шения). Размер опытной делянки 10 м², повторность 4-кратная. В 2002 г. был применен протравитель винцит, 5° к.э. (2 л/т), а ассортимент фунгицидов включал альто супер, 33° к.э. (0,4 л/га), тилт, 25° к.э. (0,5 л/га), фалькон, 46° к.э. (0,6 л/га). Размер делянки 25 м², повторность 4-кратная. Срок фунгицидных обработок был приурочен к максимальному лету спор грибов рода *Fusarium* в стеблестое ячменя. Заспоренность воздуха конидиями патогенов в период вегетации ячменя учитывали при помощи споролушечек (предметные стекла размером 2,5 х 7,5 см с глицерино-желатиновым покрытием), которые помещали в верхнем ярусе стеблестоя ячменя и над уровнем почвы. Срок фунгицидной обработки и ее проведение определяли по количеству спор на предметных стеклах.

Учет распространенности и развития фузариоза колоса, биометрические показатели структуры урожая и фактический урожай, его статистическая обработка проводились согласно методикам, используемым в фитопатологии.

Обсуждение результатов

Погодные условия вегетационного периода 2000 г. были близки к норме. Средняя температура воздуха в июне-июле составила +17-18°C. Количество атмосферных осадков и относительная влажность воздуха во второй и третьей декадах июня были низкими. Во второй и третьей декадах июля выпадали обильные дожди, однако к концу месяца количество атмосферных осадков уменьшилось. Развитие болезни характеризовалось как умеренное.

В июне 2002 г. преобладал умеренный температурный фон (средняя температура воздуха колебалась в пределах +18-21°C, что на 1-2°C выше многолетних значений). Сухая и жаркая погода, установившаяся в первой декаде июля, удерживалась на протяжении всего месяца. Среднесуточная температура воздуха за декаду была 19-24°C, что на 3-4°C выше среднемноголетних значений. В отдельные сутки она превышала норму на 5-9°C. Практически отсутствовали атмосферные осадки. Развитие болезни характеризовалось как депрессивное (5,3° в контроле).

Результаты проведенных исследований показали, что в условиях 2000 г. (табл. 1) оптимальным сроком фунгицидной обработки в подавлении развития возбудителей фузариоза колоса оказалась стадия начала колошения (развитие болезни 9,3°; сохраненный урожай составил 4,3 ц/га при НСР₀₅ 3,2 ц/га). Применяв препарат в стадиях середина и

конец колошения, сохранили 3,8 и 3,1 ц/га зерна соответственно, при урожайности в контрольном варианте – 50,6 ц/га.

По мнению ряда зарубежных исследователей, работы которых посвящены защите колоса озимой пшеницы, фунгицидную обработку против фузариоза колоса рекомендуется проводить в фазу цветения культуры [10, 22, 23]. У озимой пшеницы реально можно проследить фазу колошения, после которой при благоприятных условиях примерно через 3-5 дней наступает фаза цветения, т.е. эти фазы можно разграничить в полевых условиях. У ячменя же колошение отмечается в момент появления остей из влагалища последнего листа, а цветение и оплодотворение происходят в этот же период, когда колос еще находится во влагалище последнего листа, так как у ячменя закрытый тип цветения. По данным Ueda S., Yoshizawa T. [1988], фунгицидная обработка ячменя в фазу колошения снизила как развитие болезни, так и содержание микотоксинов: ДОНа и ниваленола.

Согласно литературным сведениям заражение колоса (зерновки) фузариозной инфекцией может осуществляться следующими путями: воздушным [20, 21], продвижением патогена по тканям растения [8, 17] и при одновременном или последовательном распространении инфекции обоими путями, т.е. смешанным путем [11].

Так как основной, наиболее часто отмечаемый путь распространения патогенов в посевах – воздушный (аэрогенный), перед нами была поставлена задача определить пики активности воздушной инфекции и на какую фазу развития культуры они приходятся. В результате учета заспоренности воздуха в стеблестое посева ячменя в динамике выявлено присутствие в нем конидий *Fusarium spp.*, причем количество было заметно выше на околоземном уровне, чем на уровне колоса (рис.).

Было зафиксировано три пика активности лета спор (ст. 37; в период 51-61 и 65-71) с нарастанием в более поздние стадии развития растения-хозяина. Первые конидии грибов рода *Fusarium* обнаруживались в воздухе в стадии 32 (второй узел стебля). Максимального значения их количество достигло к фазе созревания (ст. 71). Из-за неодновременного наступления фаз развития растений ячменя, обусловленного засушливыми погодными условиями, обработка посевов была проведена в период колошения – цветения (24.06.2002 г.).

Таблица 1. Эффективность фунгицидных обработок посевов ярового ячменя в защите колоса от поражения фузариозом (сорт Дзівосны, 2000 г.)

Вариант	Фузариоз колоса, %		Урожай,	
	распространенность	развитие	ц/га	сохраненный, ц/га
Контроль	42	15,3	50,6	-
Фалькон, 46% к.э. начало колошения (ст.51)	27	9,3	54,9	4,3
Фалькон, 46% к.э. середина колошения (ст.55)	29	9,7	54,4	3,8
Фалькон, 46% к.э. конец колошения (ст.59)	30	10,5	53,7	3,1
НСР ₀₅			3,2	

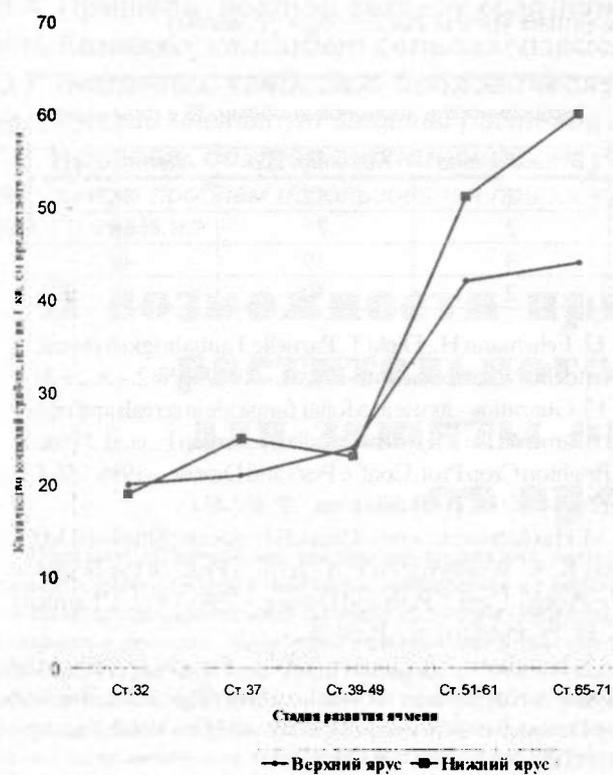


Рис. Динамика лета конидий грибов рода *Fusarium* в стеблестое ячменя (2002 г.)

Как показали результаты учетов (табл. 2), развитие болезни носило депрессивный характер. Максимальное развитие болезни отмечено в контрольном варианте – 5,3%. В вариантах с использованием фунгицидной обработки развитие колебалось в пределах 1,8–3,1%.

Установлено, что наибольший хозяйственный эффект отмечен при обработке посевов ячменя фунгицидом фалькон: сохраненный урожай зерна составил 3,8 ц/га зерна, при обработке альто супер – 2,9 ц/га. Величина сохраненного урожая при обработке тилтом – незначительная (2,0 ц/га при НСР₀₅ 2,6 ц/га).

Таблица 2. Эффективность защиты колоса ярового ячменя от поражения фузариозом (сорт Дзівосны, 2002 г.)

Вариант	Фузариоз колоса, %		Урожай,	
	распространенность	развитие	ц/га	сохраненный, ц/га
Контроль (без обработки)	16,7	5,3	56,8	-
Винцит, 5%к.с. + альто супер, 33% к.э.	6,7	1,8	59,7	2,9
Винцит, 5%к.с. + тилт, 25% к.э.	10,7	3,1	58,8	2,0
Винцит, 5%к.с. + фалькон, 46% к.э.	7,8	2,0	60,6	3,8
НСР ₀₅			2,6	

Таблица 3. Результаты фитоэкспертизы зерновок ячменя урожая 2000 г. (сорт Дзівосны)

Вариант	Зараженность зерновок – всего, %	Зараженность зерновок грибами, % в том числе		
		<i>Alternaria spp.</i>	<i>B. sorokiniana</i>	<i>Fusarium spp.</i>
Контроль (без обработки)	100	37,9	40,1	22,0
Фалькон, 46% к. э. (ст. 51)	100	52,2	20,0	20,0
Фалькон, 46% к. э. (ст. 55)	100	41,1	26,0	21,0
Фалькон, 46% к. э. (ст. 59)	100	43,3	28,0	20,0

Результаты фитоэкспертизы зерновок (табл. 3), проведенной после уборки урожая ячменя в 2000 г. в опыте по определению влияния сроков применения фунгицида фалькон, 46% к.э., в норме расхода 0,6 л/га, на зараженность зерновок патогенной микофлорой, показали, что в вариантах с применением фунгицида инфицированность грибами рода *Fusarium* оказалась на уровне контроля. Отмечено, что зараженность грибом *B. sorokiniana* была в 1,5 раза ниже, чем в контроле. В вариантах с применением фунгицида в разные сроки зараженность патогенами существенно не отличалась. Применение фунгицида фалькон, 46% к.э. позволило снизить инфицированность зерновок гельминтоспориозной инфекцией и не оказало влияния на пораженность их грибами рода *Fusarium*.

В опытах, проводимых в условиях вегетационного сезона 2002 г., эффективность фалькона в подавлении фузариозной инфекции была более высокой по сравнению с фунгицидом альто супер и тилтом, где зараженность зерновок была 25, 30, 39% соответственно (табл. 4). Примененные фунгициды практически не оказали влияния на зараженность зерновок инфекцией грибов рода *Alternaria*. В варианте с использованием винцита и фалькона освобожденную от фузариоза нишу заняли грибы *Alternaria spp.* В связи с этим зараженность в этом варианте оказалась в 1,4 раза больше, чем в контрольном. Необходимо отметить, что грибы рода *Alternaria* наряду с инфекцией *Fusarium spp.* занимают значительный удельный вес в составе патогенной микофлоры зерновок ячменя.

Таким образом, на основании данных двух лет исследований можно считать, что обработку посевов ячменя против аэрогенной инфекции грибов рода *Fusarium* целесообразно проводить при появлении колоса. Фунгицидная обработка фальконом, 46% к.э. и альто супер, 33% к.э. позволила снизить развитие болезни до 2 и 1,8% соответственно, сохранить 3,8 и 2,9 ц/га зерна и снизить инфицированность семян урожая фузариозной семенной инфекцией. Фунгицид тилт, 25% к.э. оказался менее эффективным в защите колоса ярового ячменя от фузариоза.

Таблица 4. Результаты фитозащиты зерновок ячменя урожая 2002 г. (сорт Дзівосны)

Вариант	Зараженность зерновок – всего, %	Зараженность зерновок грибами, % в том числе		
		<i>B. sorokiniana</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>
Контроль (без обработки)	100	4	42	46
Винцит, 5%к.с. + фалькон, 46% к.э.	100	2	25	66
Винцит, 5%к.с. + тилт, 25% к.э.	100	3	39	49
Винцит, 5%к.с. + альто супер, 33% к.э.	100	2	30	49

Литература

- Бойко А.К. Распространение болезней колоса ячменя в агроклиматических зонах РБ // Интегрированные системы защиты растений. Настоящее и будущее: Материалы междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию со дня рожд. чл.-корр. АН РБ А.Л. Амбросова и 65-летию со дня рожд. акад. ААН РБ В.Ф. Самерсова – Минск: Беларусь, 2002. – С. 91-95.
- Буга С.Ф., Радына А.А., Ушкевич Л.А. Фузариозный комплекс, колонизирующий посе́вы ярового ячменя // Защита растений: Сб. науч. тр. / Белорус. НИИ защиты растений. – Минск, 2002. – Вып. 26. – С. 54-61.
- Буга С.Ф., Ушкевич Л.А. Проблема фузариозов зерновых культур в Республике Беларусь и пути ее решения // Фузариоз колоса зерновых злаковых культур: Тез. докл. науч.-коорд. совещ. – Краснодар, 1992. – С. 11-12.
- Лукашик Н.Н. Биологическое обоснование эффективности обеззараживания семян в ограничении развития и вредоносности корневой гнили ячменя в условиях Белоруссии: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / Белорус. НИИ картофелеводства и плодовоовощеводства. – Самохваловичи, 1984. – 16 с.
- Особенности формирования фитосанитарного состояния семян ячменя в БССР / С.Ф. Буга, Н.Н. Лукашик, С.В. Лобань, Т.Н. Котович // Защита растений: Сб. науч. тр. / Белорус. НИИ защиты растений. – Минск: Ураджай, 1991. – Вып. 16. – С. 39-50.
- Формирование ассортимента фунгицидов для защиты от фузариоза колоса / М.И. Зазимко, А.Г. Гоник, А.В. Болбат, Н.В. Хандога // Фузариоз колоса зерновых злаковых культур: Тез. докл. науч.-коорд. совещ. – Краснодар, 1992. – С. 31.
- Фузариоз колоса зерновых культур / С.Ф. Буга, Л.А. Ушкевич, И.И. Иодко, В.В. Николаева // Проблемы защиты зерновых культур от фузариоза и других болезней. – Минск, 1991. – С. 73-82.
- Adams J.F. Observations on wheat scab in Pennsylvania and its pathological history // *Phytopathology*. – 1921. – №11. – P. 115-124.
- Daugenet G., Caron D., Maumene C. La fusariose des épis // *Perspectives Agricoles*. – 1991. – №164. – P. 46-49.
- Dooohan F.M., Parry D.W., Nicholson P. Fusarium ear blight of wheat: the use of quantitative PCR and visual disease assessment in studies of disease control // *Plant Pathology*. – 1999. – Vol. 48. – P. 209-217.
- Dubbs A., Mathre D. Common wheat diseases in Montana: (How to spray and control) // *Montana Agricultural Experiment Station Cans Inform Series*. – 1979. – №19. – P. 3-7.
- Fehrmann H., Diehl T. Partielle Taubahrigkeit chemisch Behandeln // *Pflanzenschutz-Praxis*. – 1989. – №2. – S. 29-31.
- Guazatine – its use as a foliar fungicide in cereals and oilseed rape / Cameron D.G., Hylten-Cavallius I., Jordan E., et al. // *Proc. of the Brighton Crop Prot. Conf. // Pests and Disease*. – 1986. – Vol. 2. Farnham UK: BCPC Publication. – P. 407-414.
- Hexaconazole: a novel triazole fungicide / Shephard M.C., Noon R.A., Worthington P.A., et al. // *Proc. of the Brighton Crop Protect. Conf. // Pests and Disease*. – 1986. – Vol. 1, Farnham UK: BCPC Publication. – P. 19-26.
- Hutcheon J.A., Jordan V.W.L. Fungicide timing and performance for Fusarium control in wheat // *Proc. of the Brighton Crop Protect. Conf. // Pests and Disease*. – 1992. – Vol. 2, Farnham UK: BCPC Publication. – P. 633-638.
- Jacobsen B.J. Effect of fungicides on Septoria leaf and glum blotch, Fusarium scab, grain yield and test weight of winter wheat // *Phytopathology*. – 1977. – №67. – P. 1412-1414.
- Jordan V.W.L., Fielding E.C. Fusarium spp. on wheat // Long Ashton Research Station Report for 1987. Long Ashton: Long Ashton Research Station Publication. – 1988. – P. 23.
- Martin R.A., Jonston H.W. Effects and control of Fusarium diseases of cereal grain in the Atlantic Provinces // *Canad. J. of Plant Pathol.* – 1982. – №4. – P. 210-216.
- Mesterhazy A., Bartor T. Control of Fusarium head blight of wheat by fungicides and its effect on the toxin contamination of the grains // *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*. – 1996. – Vol. 49. – №2. – P. 181-198.
- Parry D.W., Pettitt T.R., Lees A.K. The cereal Fusarium complex // Blakeman P., Williamson B. *Ecology of Plant Pathogens*. – Wallingford, UK: CAB International. – 1994. – P. 301-320.
- Parry D.W., Jenkinson P., McLeod L. Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals – a review // *Plant Pathology*. – 1995. – №44. – P. 207-238.
- Suty A., Mauler-Machnik A. Fusarium head blight on wheat – new findings on the epidemiology and control of *Gibberella zeae* the teleomorph of *Fusarium graminearum* with Folicur // *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*. – 1996. – Vol. 49. – №1. – P. 55-70.
- Vanova V., Tvaruzek L., Hrabalova H. Reaction of winter wheat varieties to *Fusarium graminearum* and *Fusarium culmorum* in field infection trials and the efficacy of fungicides // *Plant Protect. Sci.* – 2001. – Vol. 37. №2. – P. 66-73.
- Ueda S., Yoshizawa T. Effect of fungicides on abakabi-byo and trichothecene production in wheat and barley // *Proc. of the Japanese Association of Mycotoxicology*. – 1988. – №28. – P. 234-235.