

## Ефект на фунгицидни средства за борба с фузариоза по класовете върху добива от пшеница в зависимост от фенологичната фаза на третиране

Иво Янашков<sup>1</sup>, Ценко Въчев<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров”, направление „Защита на растенията”, отдел “Фитопатология”, Костинброд 2230, ул. „Панайот Волов” № 35

\*E-mail: [vatchevtzenko@yahoo.com](mailto:vatchevtzenko@yahoo.com)

### Резюме

Третирането на посевите с фунгицидни средства е основен метод за борба с Фузарииното гниене по класовете на житни култури със слята повърхност. В настоящото изследване са представени обобщени данни от полеви опити, проследяващи ефекта на два фунгицидни продукта – Allegro® (суспензионен концентрат, 125 g/l епоксиконазол + 125 g/l крезоксим-метил), прилаган в препоръчителна доза 75 ml/da и Орега® (суспензионна емулсия, 85 g/l пиракlostробин + 62.5 g/l епоксиконазол) в доза 150 ml/da върху добива от зърно на зимна пшеница, изчисляван на база теглото на 1000 зърна. Чрез еднократното третиране с един от двата фунгицидни препарата във фенофаза изкласяване или цъфтеж на опитни растения, предварително инокулирани с *Fusarium oxysporum*, беше постигнато статистически значително повишаване на теглото на 1000 зърна – с 9% до 19%, спрямо нетретираната контрола, инокулирана със същия патоген. Пръскане с Орега® във фенофаза флагов лист, изкласяване или цъфтеж, оказваше по-висок положителен ефект върху добива във вариантите, инокулирани с *F. graminearum* – повишаване с 17.6% до 23.3% спрямо нетретираната контрола, докато третирането с Allegro® на растенията при същите условия доведе до нарастване на изследвания показател с 3.5% до 9.8%. Инокулираните с *F. culmorum* опитни растения с последващо третиране с Орега® във фенофази изкласяване или цъфтеж показаха значително повишаване на теглото на 1000 зърна – съответно с 43% или 62% спрямо нетретираната, инокулирана контрола. В опитните посеви, изкуствено инокулирани със смесен инокулум на трите патогенни гъби беше констатиран известен положителен ефект върху теглото на 1000 зърна в почти всички варианти с фунгицидно третиране, независимо от фазата на приложение. Изключение беше констатирано единствено след третиране с Allegro® във фенофаза изкласяване, където беше отчетено по-ниско ниво на показателя спрямо нетретираната, инокулирана контрола. Настоящото изследване доказва, че Allegro® и Орега®, прилагани в препоръчителните дози, съответно 75 ml/da и 150 ml/da, значително редуцират загубите от добива на зърно, вследствие на фузариоза по класовете на пшеница.

**Ключови думи:** житни; пшеница; фузариоза; фунгициди; фенологични фази; тегло на хиляда зърна

## Effect of fungicides for controlling *Fusarium* head blight of wheat on the yield depending on the phenological stage of treatment

Ivo Yanashkov<sup>1</sup>, Tzenko Vatchev<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Institute of Soil Science, Agro-Technologies and Plant Protection “Nikola Pushkarov”, Plant Protection Division, Department of Plant Pathology, 35 Panayot Volov St., 2230 Kostinbrod,

\*E-mail: [vatchevtzenko@yahoo.com](mailto:vatchevtzenko@yahoo.com)

### Citation

Yanashkov, I., & Vatchev, Tz. (2020). Effect of fungicides for controlling *Fusarium* head blight of wheat on the yield depending on the phenological stage of treatment. *Rasteniadvadni nauki*, 57(1) 3-11 (Bg)

## Abstract

Application of fungicides during the growing season is considered to be the primary means of controlling Fusarium head blight (FHB) of small-grain cereal crops. In this study, two field experiments were carried out to compare the ability of Allegro® (suspension concentrate, 125 g/l epoxiconazole + 125 g/l kresoxim-methyl) and Opera® (suspo-emulsion, 85 g/l pyraclostrobin + 62.5 g/l epoxiconazole), both applied at the recommended doses of 75 ml/da and 150 ml/da, respectively, to reduce winter wheat yield losses caused by Fusarium head blight. As the main yield component one thousand grain weight was recorded. Statistically significant increase in the one thousand grain weight – by 9% to 19%, was achieved in plants artificially inoculated with *Fusarium oxysporum* after single treatment with each fungicide alone during heading or flowering phenological stage. Single spraying with Opera® during flag leaf stage, heading or flowering resulted in 17.6%-23.3% yield increase in plants inoculated with *F. graminearum* as compared to untreated control. Under the same conditions, treatment with Allegro® led to 3.5%-9.8% increase in the one thousand grain weight. Experimental plants inoculated with *F. culmorum* and treated with Opera® during heading or flowering showed a significant increase in the one thousand grain weight – by 43% or 62%, respectively, compared to the untreated, inoculated control. An increase in the estimated yield parameter was observed in all fungicide treated plots where plants were inoculated with mixed inoculum of the three pathogenic fungi, with one exception, the plots treated with Allegro® during the heading stage. According to the results in this study, Allegro® and Opera®, applied at the recommended doses of 75 ml/da and 150 ml/da, respectively, would significantly reduce grain yield losses due to FHB of wheat.

**Keywords:** cereals; wheat; Fusarium head blight; fungicides; phenological stages; one thousand grain weight

Фузариозата по класовете на пшеницата е повсеместно разпространено, икономически значимо заболяване, свързано с намаляване на количеството и качеството на добива в резултат от наличие на повредени класове (Schmale & Bergstrom, 2003; McMullen et al., 2012; Salgado et al., 2015) и замърсяване на зърното с гъбни спори и микотоксини (Rocha et al., 2005; Van der Fels-Klerx et al., 2012). По литературни данни видовете *F. oxysporum* Schlecht. emend. Snyder & Hansen, *F. graminearum* Schwabe (телеоморф *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch) и *F. culmorum* (Wm.G.Sm.) Sacc. са сред най-често срещаните причинители на фузариоза по класовете на пшеница (*Triticum aestivum* L.) в България (Mladenov, 1974; Karadzhova, 1979; Dimitrov, 1980; Mladenov & Karadzhova, 1982; Dimov & Dimov, 2006; Dimitrov et al., 2018) и чужбина (Parry et al., 1995; Van Eeuwijk, 1995; Boshoff et al., 1998; Jones, 2000; Leonard & Bushnell, 2003; Scherm et al., 2013). Други патогени от род *Fusarium*, причиняващи фузариоза по класовете и оказващи ефект върху добива от културата са видовете *F. avenaceum* и *F. poae* (Golinski et al., 2002; Haidukowski et al., 2005). Инфекциите с тази група патогени се осъществяват по време на цъфтежа на пшеницата и другите житни култури със слята повърхност. Нападението е свързано със стерилитет на класа, или с формиране на значително по-дребни зърна, и с по-

ниско хектолитрово тегло (Del Ponte et al., 2007; McMullen et al., 2012). В редица изследвания масата на 1000 зърна се отчита като основен количествен и качествен показател за добива от пшеница и други житни култури (Golinski et al., 2002; McMullen et al., 2012; Desheva & Chavdarov, 2015; Wiśniewska et al., 2016).

Прилагането на подходящи фунгицидни средства по време на вегетацията на културите е основен метод за опазване на житните посеви от Фузарииното гниене по класовете (Shah et al., 2017). В практиката често се препоръчва еднократно използване на даден продукт, тъй като повторно третиране на посева с фунгицид рядко компенсира разходите с повишаване на добива от зърно (McMullen et al., 1997; Paul et al., 2010; D'Angelo et al., 2014). Фунгицидите от групата на бензимидазолите, главно карбендазим, са относително евтини и се използват успешно от десетилетия за контрол на заболяването (Mesterházy et al., 2003; Sun et al., 2014; Chen et al., 2015). Триазолите са сред най-често прилаганите системни фунгицидни средства за борба с Фузариоза по класовете и са фактор за получаване на нормален добив от зърно (Paul et al., 2010; Shah et al., 2017). Продуктите на тази база осигуряват висока ефективност при третиране във фенофаза цъфтеж, когато са налице благоприятни условия за развитие на болестта (McMullen et al., 1997; Paul et al., 2010; D'Angelo et al., 2014). Сред

тях тебуконазол, метконазол, протиоконазол и др. се съобщават като ефективни по отношение на Фузариозата, а прилагането им по време на вегетацията на културите води до повишаване на количеството и качеството на продукцията (Mesterházy et al., 2003; Paul et al., 2008). Duan et al. (2018) установяват способността на епоксиконазол, активно вещество от същия клас фунгициди, да контролира ефективно гниенето на класове с причинители *F. graminearum* и *F. culmorum*. Пиракlostробин от групата на стробилурините в комбинация с метконазол осигуряват добри резултати по отношение на добива от пшеница след провеждане на борбата с болестта, когато причинител е *F. graminearum* (Spolti et al., 2013). Butkutė et al. (2008) констатира инхибиращ ефект върху заболяването и подобряване на качеството на зърното от зимна пшеница след приложение на пиракlostробин и други стробилурины – самостоятелно и в комбинация с триазоли или морфолини.

В предходна наша публикация (Yanashkov & Vatchev, 2019) са представени резултати, сравняващи ефективността на два фунгицидни продукта – Allegro® (суспензионен концентрат, 125 g/l епоксиконазол + 125 g/l крезоксим-метил) и Opera® (суспензионна емулсия, 85 g/l пиракlostробин + 62.5 g/l епоксиконазол) (BASF България), за борба с фузариози по класовете на зимна пшеница чрез еднократното третиране на културата в три различни фенологични фази – флагов лист, изкласяване и цъфтеж. Базирана на същото изследване, настоящата работа представя ефекта от тези третираня върху добива от зърно на пшеницата.

## МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Приложената в настоящото изследване научна методология – отчитане на теглото на 1000 зърна, като показател за ефект върху добива от зърно от житни култури е заимствана от Popova et al. (2013), Desheva & Chavdarov (2015) и Yanashkov & Vatchev (2018).

Всички аспекти на проведеното изследване, в т.ч. място и условия на експериментиране, експериментален дизайн, приложение на фунгицидните средства, производство на инокулум и инокулиране на опитните растения са де-

тайлно отразени в предходна наша публикация (Yanashkov & Vatchev, 2019).

### *Ефект върху добива от зърно.*

След овършаване на класовете на опитните растения по варианти и повторения, теглото на 1000 случайно избрани семена от всяко повторение, третирано с фунгицид, беше измервано и сравнявано с теглото на 1000 зърна от инокулираните, нетретираните контроли. Отношението на теглото на 1000 неинокулирани семена от третираните с фунгициди варианти беше сравнявано с теглото на 1000 неинокулирани, нетретираните семена (от вариант 1), като допълнителен критерий за проследяване на ефекта от фунгицидните третираня върху добива от културата (Таблица 5).

### *Статистически анализ на получените данни.*

Получените експериментални данни от двукратно провеждане на експеримента през два последователни вегетационни сезона бяха обобщени и анализирани чрез статистически обработки по метода на вариационния анализ (ANOVA) и по метода на Duncan, използващи *F*-тест за оценка на значимост на анализа, и нива на достоверност при  $P \leq 0.05$ ,  $P \leq 0.01$  и  $P \leq 0.001$  (Gardiner, 1997).

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Във вариантите с инфектирана с *F. oxysporum* пшеница беше отчетено статистически значително повишаване на теглото на 1000 зърна след третиране на растенията във фенофази изкласяване и цъфтеж – с около 9% до 19% за двата фунгицидни препарата (Таблица 1). Отсъствие на ефект върху добива – положителен или отрицателен, беше наблюдавано след третиране във фаза цъфтеж на растенията, като получените резултати бяха статистически идентични с тези в нетретираната, инфектирана контрола.

Във всички варианти с приложение на фунгицидите Allegro® и Opera®, в които пшеничените растения бяха инокулирани с вида *F. graminearum*, беше отчетено значително повишаване на теглото на 1000 зърна спрямо нетретираната инфектирана контрола (Таблица 2). Статистически по-висок положителен ефект

**Таблица 1.** Ефект от третиране с фунгицидни средства върху добива на инфектирани с *Fusarium oxysporum* класове на пшеница

**Table 1.** Effect of fungicide treatment on the yield of wheat spikes inoculated with *Fusarium oxysporum*

№	Третиране/ Treatment	Фенологична фаза/ Phenological stage	Тегло на 1000 зърна/ 1000 grain weight (g)	Отношение към контролата <sup>2</sup> (%) / Ratio to the control <sup>2</sup> (%)
1	Нетретирана контрола/ Untreated control	-	38.9 a <sup>1</sup>	-
2	Allegro®75 ml/da	Флагов лист/ Flag leaf	38.1 a	95.5
3	Allegro® 75 ml/da	Изкласяване/ Heading	43.5 bc	111.8
4	Allegro® 75 ml/da	Цъфтеж/ Flowering	42.6 b	109.5
5	Opera® 150 ml/da	Флагов лист/ Flag leaf	39.0 a	100.3
6	Opera® 150 ml/da	Изкласяване/ Heading	44.9 c	115.4
7	Opera® 150 ml/da	Цъфтеж/ Flowering	46.5 d	119.5

F= 8.17, Sd= 0.155, LSD<sub>0.05</sub> = 0.319

<sup>1</sup> Вариантите, обозначени с еднакъв символ се отнасят към един и същи клас на разпределение спрямо изследвания признак – тегло на 1000 зърна.

<sup>2</sup> Изразява процентното отношение на теглото на 1000 зърна (средно от три повторения за всеки вариант) към осредненото тегло на 1000 зърна от инокулираната с патогена, нетретирана контрола.

<sup>1</sup> In each column variants/treatments with same letter belong to the group according to Duncan's method at P<0.05; Statistical significance: ns – not significant, - P<0.05, - P<0.01, - P<0.001; C – untreated, infected control.

<sup>2</sup> The value represents percentage weight ratio of 1000 grains (on average of three replicates for each treatment) to the average weight of 1000 grains of the pathogen-inoculated, untreated control.

върху теглото на зърното оказваше пръскането с Opera® – повишение между 17.6% и 23.3% спрямо контролата, в сравнение с Allegro® – 3.5% и 9.8%, за трите фенофази на третиране.

Инокулираните с вида *F. culmorum* опитни растения и третираните с Opera® във фенофази изкласяване и цъфтеж, показаха значително повишаване на теглото на 1000 зърна – съответно с 43% и 62%, спрямо нетретираната инокулирана контрола (Таблица 3). Теглото на 1000 зърна след третиране с Opera® във фенофаза флагов лист, както и след третиране с Allegro® във всички прицелни фенофази на пшеницата беше статистически идентично, или по-ниско от това в нетретираната контрола (Таблица 3). Така констатираните тегловни разлики в добива на зърно във вариантите с фунгицидно третиране се обясняват и като цяло съвпадат с разлики в проявите на гниене по класовете, причинявано от патогена в предходна наша публикация (Yanashkov & Vatchev, 2019).

При инокулиране на класовете със смесен инокулум на трите патогенни гъби беше конста-

тирано повишаване на теглото на 1000 зърна в почти всички варианти с фунгицидно третиране, независимо от фазата на приложение. Изключение се наблюдаваше при използване на Allegro® във фенофаза изкласяване. Не във всички варианти, обаче, повишението е статистически значимо спрямо нетретираната контрола (Таблица 4).

Данните, представени в Таблица 5 отразяват ефекта на фунгицидното третиране върху теглото на 1000 неинокулирани пшеничени зърна. Като цяло, резултатите, получени при приложение на двата фунгицида, независимо от фазата на третиране, са статистически идентични с тези от нетретирания контролен вариант. Изключение прави единствено Opera®, приложен във фаза изкласяване, където се констатира известно повишаване на изследвания признак. Получените резултати от здрави зърна ясно демонстрират: (1) липса на фитотоксичност отстрана на Allegro® и Opera® върху пшеничената култура, (2) липса на негативен ефект на предприетите фунгицидни третираня (фунгицид x фаза на културата) вър-

**Таблица 2.** Ефект от третиране с фунгицидни средства върху добива на инфектирани с *Fusarium graminearum* класове на пшеница

**Table 2.** Effect of fungicide treatment on the yield of wheat spikes inoculated with *Fusarium graminearum*

№	Третиране/ Treatment	Фенологична фаза/ Phenological stage	Тегло на 1000 зърна/ 1000 grain weight (g)	Отношение към контролата <sup>2</sup> (%) / Ratio to the control <sup>2</sup> (%)
1	Нетретирана контрола/ Untreated control	-	36.9 a <sup>1</sup>	-
2	Allegro® 75 ml/da	Флагов лист/ Flag leaf	40.5 c	109.8
3	Allegro® 75 ml/da	Изкласяване/ Heading	38.2 b	103.5
4	Allegro® 75 ml/da	Цъфтеж/ Flowering	40.5 c	109.8
5	Opera® 150 ml/da	Флагов лист/ Flag leaf	45.1 e	122.2
6	Opera® 150 ml/da	Изкласяване/ Heading	43.4 d	117.6
7	Opera® 150 ml/da	Цъфтеж/ Flowering	45.5 e	123.3

F= 26.15, Sd= 0.092, LSD<sub>0.05</sub> = 0.189

<sup>1</sup> Вариантите, обозначени с еднакъв символ се отнасят към един и същи клас на разпределение спрямо изследвания признак – тегло на 1000 зърна.

<sup>2</sup> Изразява процентното отношение на теглото на 1000 зърна (средно от три повторения за всеки вариант) към осредненото тегло на 1000 зърна от инокулираната с патогена, нетретирана контрола.

<sup>1</sup> In each column variants/treatments with same letter belong to the group according to Duncan's method at P<0.05; Statistical significance: ns – not significant, - P<0.05, - P<0.01, - P<0.001; C – untreated, infected control.

<sup>2</sup> The value represents percentage weight ratio of 1000 grains (on average of three replicates for each treatment) to the average weight of 1000 grains of the pathogen-inoculated, untreated control.

**Таблица 3.** Ефект от третиране с фунгицидни средства върху добива на инфектирани с *Fusarium culmorum* класове на пшеница

**Table 3.** Effect of fungicide treatment on the yield of wheat spikes inoculated with *Fusarium culmorum*

№	Третиране/ Treatment	Фенологична фаза/ Phenological stage	Тегло на 1000 зърна/ 1000 grain weight (g)	Отношение към контролата <sup>2</sup> (%) / Ratio to the control <sup>2</sup> (%)
1	Нетретирана контрола/ Untreated control	-	19.1 b <sup>1</sup>	-
2	Allegro® 75 ml/da	Флагов лист/ Flag leaf	16.9 b	88.5
3	Allegro® 75 ml/da	Изкласяване/ Heading	19.5 b	102.1
4	Allegro® 75 ml/da	Цъфтеж/ Flowering	17.5 a	91.6
5	Opera® 150 ml/da	Флагов лист/ Flag leaf	18.0 a	84.2
6	Opera® 150 ml/da	Изкласяване/ Heading	27.3 c	142.9
7	Opera® 150 ml/da	Цъфтеж/ Flowering	31.0 c	162.3

F= 66.46, Sd= 0.091, LSD<sub>0.05</sub> = 0.187

<sup>1</sup> Вариантите, обозначени с еднакъв символ се отнасят към един и същи клас на разпределение спрямо изследвания признак – тегло на 1000 зърна.

<sup>2</sup> Изразява процентното отношение на теглото на 1000 зърна (средно от три повторения за всеки вариант) към осредненото тегло на 1000 зърна от инокулираната с патогена, нетретирана контрола.

<sup>1</sup> In each column variants/treatments with same letter belong to the group according to Duncan's method at P<0.05; Statistical significance: ns – not significant, - P<0.05, - P<0.01, - P<0.001; C – untreated, infected control.

<sup>2</sup> The value represents percentage weight ratio of 1000 grains (on average of three replicates for each treatment) to the average weight of 1000 grains of the pathogen-inoculated, untreated control.



**Таблица 4.** Ефект от третиране с фунгицидни средства върху добива на инфектирани класове на пшеница с три патогена – *F. oxysporum*, *F. graminearum* и *F. culmorum*

**Table 4.** Effect of fungicide treatment on the yield of wheat spikes inoculated with three pathogenic fungi – *F. oxysporum*, *F. graminearum* and *F. culmorum* in combination

№	Третиране/ Treatment	Фенологична фаза/ Phenological stage	Тегло на 1000 зърна/ 1000 grain weight (g)	Отношение към контролата (%) <sup>2</sup> / Ratio to the control (%) <sup>2</sup>
1	Нетретирана контрола/ Untreated control	-	46.3 b <sup>1</sup>	-
2	Allegro® 75 ml/da	Флагов лист/ Flag leaf	48.3 bc	104.3
3	Allegro® 75 ml/da	Изкласяване/ Heading	44.5 a	96.1
4	Allegro® 75 ml/da	Цъфтеж/ Flowering	47.3 b	102.2
5	Opera® 150 ml/da	Флагов лист/ Flag leaf	47.2 b	101.9
6	Opera® 150 ml/da	Изкласяване/ Heading	49.2 c	106.3
7	Opera® 150 ml/da	Цъфтеж/ Flowering	49.9 c	107.8

F= 4.97, Sd= 7.80, LSD<sub>0.05</sub> = 0.161

<sup>1</sup> Вариантите, обозначени с еднакъв символ се отнасят към един и същи клас на разпределение спрямо изследвания признак – тегло на 1000 зърна.

<sup>2</sup> Изразява процентното отношение на теглото на 1000 зърна (средно от три повторения за всеки вариант) към осредненото тегло на 1000 зърна от инокулираната с патогена, нетретирана контрола.

<sup>1</sup> In each column variants/treatments with same letter belong to the group according to Duncan's method at P<0.05; Statistical significance: ns – not significant, - P<0.05, - P<0.01, - P<0.001; C – untreated, infected control.

<sup>2</sup> The value represents percentage weight ratio of 1000 grains (on average of three replicates for each treatment) to the average weight of 1000 grains of the pathogen-inoculated, untreated control.

**Таблица 5.** Ефект от третиране с фунгицидни средства върху добива на неинокулирани класове на пшеница

**Table 5.** Effect of fungicide treatment on the yield of uninoculated wheat spikes

№	Третиране/ Treatment	Фенологична фаза/ Phenological stage	Тегло на 1000 зърна/ 1000 grain weight (g)	Отношение към контролата (%) <sup>2</sup> / Ratio to the control (%) <sup>2</sup>
1	Нетретирана контрола/ Untreated control	-	50.0 a <sup>1</sup>	-
2	Allegro® 75 ml/da	Флагов лист/ Flag leaf	49.4 a	98.8
3	Allegro® 75 ml/da	Изкласяване/ Heading	48.4 a	96.8
4	Allegro® 75 ml/da	Цъфтеж/ Flowering	50.5 a	101.0
5	Opera® 150 ml/da	Флагов лист/ Flag leaf	48.7 a	97.7
6	Opera® 150 ml/da	Изкласяване/ Heading	54.4 b	108.8
7	Opera® 150 ml/da	Цъфтеж/ Flowering	50.6 a	101.2

F= 5.17, Sd= 0.124, LSD<sub>0.05</sub> = 0.255

<sup>1</sup> Вариантите, обозначени с еднакъв символ се отнасят към един и същи клас на разпределение спрямо изследвания признак – тегло на 1000 зърна.

<sup>2</sup> Изразява процентното отношение на теглото на 1000 зърна (средно от три повторения за всеки вариант) към осредненото тегло на 1000 зърна от инокулираната с патогена, нетретирана контрола.

<sup>1</sup> In each column variants/treatments with same letter belong to the group according to Duncan's method at P<0.05; Statistical significance: ns – not significant, - P<0.05, - P<0.01, - P<0.001; C – untreated, infected control.

<sup>2</sup> The value represents percentage weight ratio of 1000 grains (on average of three replicates for each treatment) to the average weight of 1000 grains of the pathogen-inoculated, untreated control.

ху теглото на 1000 зърна и (3), че крайният ефект – повишаване на добива от зърно при инфектираните пшеничени растения, демонстриран чрез настоящото изследване (Таблицы 1-4), се дължи изцяло на редуциране на интензитета на фузариозите по класовете, резултат от третиране на прицелната култура с двата изпитвани фунгицида.

От данните, получени в настоящото изследване е видно, че фунгицидните препарати Allegro® и Opera®, приложени в дози 75 ml/da и 150 ml/da значително редуцират загубите от добива на зърно, вследствие на Фузариоза по класа на пшеница. Опитът ни с това заболяване на житните култури показва, че високата агресивност на причинителите и сложните метеорологични условия (висока относителна влажност, чести превалявания), благоприятстващи появата и развитието на болестта, ограничават ефекта на използваните за борба с фузариозата фунгицидни средства до около 50%. Данните от параметъра тегло на 1000 зърна индикират за липсата на негативни по отношение на добива ефекти от приложението на двата фунгицида, независимо от фазата на третиране на растенията – флагов лист, изкласяване или цъфтеж. Резултатите от настоящото изследване ясно показват, че опазването на добива от зърно е свързано с редуцирането на фузариозата по класовете, като резултат от провежданите пръскания на пшеницата с Allegro® и Opera®. Еднократното третиране на посева с фунгицида Opera® в доза 150 ml/da срещу самостоятелни инфекции с вида *F. culmorum* във фенофаза изкласяване или цъфтеж води до повишаване на теглото на 1000 зърна, съответно с 43% и 62%. Приложението на Allegro® в доза 75 ml/da или Opera® 150 ml/da при моноинфекции с *F. oxysporum* във фенофаза изкласяване или цъфтеж е свързано с повишаване на теглото на 1000 зърна с 9% до 19%. При третиране на посеви с причинителя на заболяването *F. graminearum* с Opera® ефектът върху добива варира около 18%-23%, според фенофазата на третиране – флагов лист, изкласяване или цъфтеж.

Получените от нас резултати в това изследване са съпоставими с резултати на други автори, публикувани в научната литература. Фунгицидни продукти, като средства за борба с Фузариоза по житните култури, за повишаване на добива се използват широко в практиката и са обект на изследване от редица автори (Spolti et al., 2013;

Sun et al., 2014; Chen et al., 2015; Machado et al., 2017). Активни вещества от групата на триазолите – метконазол, протиконазол – самостоятелно или в комбинация с тебуконазол, осигуряват редуциране на загубите от добива на зърно при фузариоза по класовете на пшеница средно с около 14% (Paul et al., 2010). Двукратното приложение (в началото и края на цъфтежа) на тебуконазол, пропиконазол или карбендазим води до повишаване на добива на зърно от пшеница вследствие на постигнатия контрол на заболяването, съответно със 19%, 16% или 13% (Machado et al., 2017). Третирането на посевите с фунгициди от групата на стробилурины (Butkutė et al., 2008) или триазоли (Poole & Arnaudin, 2014) при благоприятни за развитието на болестта хладно, влажно време с чести превалявания по време на цъфтежа и следващите фенофази не осигурява опазване на очаквания добив в максимална възможна степен. Променливия ефект на химичните средства спрямо добива при фузариоза по класовете на житните често се свързва с различна чувствителност на отделните патогени към използваните активни вещества (Parry et al., 1995). Трябва да се има предвид, че след фунгицидно третиране са възможни промени в структурата на патогенните популации по класовете, изразяващо се в намножаване на по-устойчиви видове към използвания фунгицид за сметка на по-чувствителните. Комбинирането на химичния метод с подходящи агротехнически мероприятия и отглеждане на по-слабо чувствителни сортове към Фузариоза са условия за получаване на висок и качествен добив (McMullen et al., 1997; Leonard & Bushnell, 2003; Mesterházy et al., 2003; Zhang, 2011; Willyerd et al., 2012; Shah et al., 2017). Необходими са допълнителни изследвания за успешно съчетаване на тези компоненти – избор на предшественик, механични обработки на почвата, по-ниска чувствителност на сортовете и третиране на растенията с фунгицидни средства в предцъфтежни фенофази на културата, с цел повишаване на количеството и качеството на добива на зърно от пшеница.

## ИЗВОДИ

Третирането с фунгицида Opera® в доза 150 ml/da във фенофаза изкласяване или цъфтеж

осигурява напълно задоволително, достатъчно високо редуциране на загубите от добива на пшеница вследствие на самостоятелни инфекции с вида *F. culmorum* – повишаване на теглото на 1000 зърна, съответно с 43% и 62%.

Приложението на фунгицидите Allegro® в доза 75 ml/da или Opera® 150 ml/da във фенофаза изкласяване или цъфтеж води до повишаване на теглото на 1000 зърна с около 9% до 19% при моноинфекции с *F. oxysporum*.

В посеви със самостоятелен причинител на Фузариоза по класовете – *F. graminearum* се постига относително задоволителен ефект по отношение на добива от зърно на пшеница – около 18%-23% при третиране с Opera® във фенофаза флагов лист, изкласяване или цъфтеж.

Приложението на двете използвани в настоящото изследване формулировки не предизвиква нежелани ефекти, като фитотоксичност по третираните растения.

За оптимизиране на фенологичните фази на приложение на фунгицидите и за избор на продукт за третиране на пшеница и други житни култури със слята повърхност се изисква прилагане на емпиричен подход с предварителни опити, доказващи ефективността на продукта върху добива в съответната фенологична фаза на културата.

## ЛИТЕРАТУРА

**Boshoff, W. H. P., Pretorius, Z. A., & Swart, W. J.** (1998). *Fusarium* species in wheat grown from head blight infected seed. *South African Journal of Plant and Soil*, 15(1), 46-47.

**Butkutė, B., Mankevičienė, A., & Gaurilėikienė, I.** (2008). A comparative study of strobilurin and triazole treatments in relation to the incidence of *Fusarium* head blight in winter wheat, grain quality and safety. *Cereal Research Communications*, 36(Supplement 6), 671-675.

**Chen, Y., Yang, X., Gu, C. Y., Zhang, A. F., Gao, T. C., & Zhou, M. G.** (2015). Genotypes and phenotypic characterization of field *Fusarium asiaticum* isolates resistant to carbendazim in Anhui province of China. *Plant disease*, 99(3), 342-346.

**Del Ponte, E. M., Fernandes, J. M. C., & Bergstrom, G. C.** (2007). Influence of growth stage on *Fusarium* head blight and deoxynivalenol production in wheat. *Journal of Phytopathology*, 155(10), 577-581.

**Desheva, G., & Chavdarov, P.** (2015). Comparative study of common winter wheat lines. *New Knowledge Journal of Science*, 4(4) 47-53.

**Dimitrov, E., Uhr, Z.P., Andonov, B., & Velcheva, N.** (2018). Study of Resistance of Common Winter Wheat Lines to the *Fusarium* Head Blight (*Fusarium culmorum*). *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*, 2(3), 167-176.

**Dimitrov, M.** (1980). Mycology review of cereals crops - wheat, corn and beans in Bulgaria. Dissertation for awarding of DMN degree, Sofia, 250 p. (Bg).

**Dimov, R., & Dimov, A.** (2006). Reaction of growth in Bulgaria wheat varieties against *Fusarium* head blight. *Plant Science*.

**Duan, Y., Xiao, X., Li, T., Chen, W., Wang, J., Fraaije, B. A., & Zhou, M.** (2018). Impact of epoxiconazole on *Fusarium* head blight control, grain yield and deoxynivalenol accumulation in wheat. *Pesticide biochemistry and physiology*, 152, 138-147.

**D'Angelo, D. L., Bradley, C. A., Ames, K. A., Willyerd, K. T., Madden, L. V., & Paul, P. A.** (2014). Efficacy of fungicide applications during and after anthesis against *Fusarium* head blight and deoxynivalenol in soft red winter wheat. *Plant Disease*, 98, 1387-1397.

**Golinski, P., Kaczmarek, Z., Kiecana, I., Wisniewska, H., Kaptur, P., Kostecki, M., & Chelkowski, J.** (2002). *Fusarium* Head Blight of Common Polish Winter Wheat Cultivars – Comparison of Effects of *Fusarium avenaceum* and *Fusarium culmorum* on Yield Components. *Journal of Phytopathology*, 150(3), 135-141.

**Haidukowski, M., Pascale, M., Perrone, G., Pancaldi, D., Campagna, C., & Visconti A.** (2005). Effect of fungicides on the development of *Fusarium* head blight, yield and deoxynivalenol accumulation in wheat inoculated under field conditions with *Fusarium graminearum* and *Fusarium culmorum*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(2), 191-198.

**Jones, R.K.** (2000). Assessments of *Fusarium* head blight of wheat and barley in response to fungicide treatment. *Plant Disease*, 84, 1021-1030.

**Karadzova, Y.** (1979). Studies on *Fusarium* species on cereals. Dissertation, Sofia, 130 p. (Bg).

**Leonard, K. J., & Bushnell, W. R.** (2003). *Fusarium* Head Blight of Wheat and Barley. APS Press, St Paul, Minnesota, p. 512.

**Machado, F. J., Santana, F. M., Lau, D., & Del Ponte, E. M.** (2017). Quantitative Review of the Effects of Triazole and Benzimidazole Fungicides on *Fusarium* Head Blight and Wheat Yield in Brazil. *Plant Disease*, 101(9), 1633-1641

**Mesterházy, A., Bartók, T., & Lamper, C.** (2003). Influence of wheat cultivar, species of *Fusarium*, and isolate aggressiveness on the efficacy of fungicides for control of *Fusarium* head blight. *Plant Disease*, 87, 1107-1115.

**Mladenov, M., & Karadzova, I.** (1982). Survey of the reaction of wheat varieties and lines to four *Fusarium* species causing head fusariosis. Report of 2nd national symposium on plant immunity, Plovdiv, 1, 155-161 (Bg).



- Mladenov, M.** (1974). Determination of some origins of genus *Fusarium*, causing wheat fusariosis in Bulgaria. *Rastenievadni nauki*, 11(2), 153-159 (Bg).
- McMullen, M., Jones, R., & Gallenberg, D.** (1997). Scab of wheat and barley: a re-emerging disease of devastating impact. *Plant Disease*, 81, 1340-1348.
- McMullen, M., Bergstrom, G., De Wolf, E., Dill-Mack, R., Hershman, D., Shaner, G., & Van Sanford, D.** (2012). A Unified Effort to Fight an Enemy of Wheat and Barley: Fusarium Head Blight. *Plant Disease*, 96(12), 1712-1728.
- OEPP/EPPO** (2012). Standard PP 1/26(4) Foliar and ear diseases of cereals. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 42, 419-425.
- OEPP/EPPO** (2012a). Standard PP 1/181(4) Conduct and reporting of efficacy evaluation trials, including good experimental practice. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 42, 382-393.
- Popova, Z., Ganusheva, N., Marcheva, M., & Ganeva, G.** (2013). Correlation dependences between the structural elements of the yield in introduced accessions of durum wheat. *Agricultural sciences*, 4, 25-26.
- Poole, N.F., & Arnaudin, M. E.** (2014). The role of fungicides for effective disease management in cereal crops. *Can J Plant Pathol*, 36(1), 1-11.
- Parry, D. W., Jenkinson, P., & McLeod, L.** (1995). Fusarium earblight (scab) in small-grain cereals – a review. *Plant Pathology*, 44, 207-238.
- Paul, P. A., McMullen, M. P., Hershman, D. E., & Madden, L. V.** (2010). Meta-analysis of the effects of triazole-based fungicides on wheat yield and test weight as influenced by Fusarium head blight intensity. *Phytopathology*, 100, 160-171.
- Paul, P. A., Lipps, P. E., Hershman, D. E., McMullen, M. P., Draper, M. A., & Madden, L. V.** (2008). Efficacy of triazole-based fungicides for Fusarium head blight and deoxynivalenol control in wheat: A multivariate meta-analysis. *Phytopathology*, 98, 999-1011.
- Rocha, S., Costa, E., Catarino, C., Belo, L., Castro, E. M. B., Barbot, J., ... & Santos-Silva, A.** (2005). Erythropoietin levels in the different clinical forms of hereditary spherocytosis. *British journal of haematology*, 131(4), 534-542.
- Scherm, B., Balmas, V., Spanu, F., Pani, G., Delogu, G., Pasquali, M., & Migheli, Q.** (2013). *Fusarium culmorum*: causal agent of foot and root rot and head blight on wheat. *Molecular Plant Pathology*, 14, 323-41.
- Sutton, J.C.** (1982). Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 4, 195-209.
- Shah, L., Alic, A., Yahyac, M., Zhuabc, Y., Wangabc, S., Siabcd, H., Rahmane, H., & Maabcd, C.** (2017). Integrated control of Fusarium head blight and deoxynivalenol mycotoxin in wheat. *Plant Pathology*, BSPP, p.18.
- Spolti, P., Guerra, D. S., Badiale-Furlong, E., & Del Ponte, E. M.** (2013). Single and sequential applications of metconazole on eorin mixture with pyraclostrobin to improve Fusarium head blight control and wheat yield in Brazil. *Tropical Plant Pathology*, 38, 85-96.
- Salgado, J. D., Madden, L. V., & Paul, P. A.** (2015). Quantifying the effects of fusarium head blight on grain yield and test weight in soft red winter wheat. *Phytopathology*, 105(3), 295-306.
- Schmale, D. G., & Bergstrom, G. C.** (2003). Fusarium head blight in wheat. *The Plant Health Instructor*. <https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalasco/pdlessons/Pages/Fusarium.aspx>
- Sun, H.Y., Zhu, Y. F., Liu, Y. Y., Deng, Y. Y., Li, W., Zhang, A. X., & Chen, H. G.** (2014). Evaluation of tebuconazole for the management of Fusarium head blight in China. *Australas. Plant Pathology*, 43, 631-638.
- Van Eeuwijk, F. A., Mesterhazy, A., Kling, C. I., Ruckebauer, P., Saur, L., Burstmayr, H., Lemmens, M., Keizer, L. C. P., Maurin, N., & Snijders, C. H. A.** (1995). Assessing nonspecificity of resistance in wheat to head blight caused by inoculation with European stains of *F. culmorum*, *F. graminearum* and *F. nivale* using a multiplication model for interaction. *Theoretical and Applied Genetics*, 90, 221-228.
- Vander Fels-Klerx, H. J., Klemsdal, S., Hietaniemi, V., Lindblad, M., Ioannou-Kakouriand, I., & VanAsselt, E. D.** (2012). Mycotoxin contamination of cereal grain commodities in relation to climate in North West Europe. *Food Additives and Contaminants, A* 29, 1581-1592.
- Wiśniewska, H., Surma, M., Krystkowiak, K., Adamski, T., Kuczyńska, A., Ogrodowicz, P., Mikołajczak, K., Belter, J., Majka, M., Kaczmarek, Z., Krajewski, P., Sawikowska, A., Lenc, L., Baturó-Cieśniewska, A., Łukanowski, A., Góral, T., & Sadowski, C.** (2016). Simultaneous selection for yield-related traits and susceptibility to Fusarium head blight in spring wheat RIL population. *Breeding Science*, 66(2), 281-292.
- Willyerd, K.T., Li, C., Madden, L.V., Bradley, C.A., Bergstrom, G.C., Sweets, L.E., McMullen, M., Ransom, J.K., Grybauskas, A., Osborne, L., Wegulo, S.N., Hershman, D.E., Wise, K., Bockus, W.W., Groth, D., Dill-Macky, R., Milus, E., Esker, P.D., Waxman, K.D., Adee, E.A., Ebelhar, S.E., Young, B.G., & Paul, P.A.** (2012). Efficacy and stability of integrating fungicide and cultivar resistance to manage Fusarium head blight and deoxynivalenol in wheat. *Plant Disease*, 96, 957-967.
- Zhang, L., Luo, P., Ren, Z., & Zhang, H.** (2011). Controlling Fusarium head blight of wheat (*Triticum aestivum* L.) with genetics. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 2, 263-270.
- Yanashkov, I. & Vatchev, Tz.** (2018). Influence of the attack by major causal agents of root and lower stem rot on structural elements of wheat yield. *Rastenievadni nauki*, 55(5), 22-32.
- Yanashkov, I. & Vatchev, Tz.** (2019). Ефективност на фунгициди за борба с фузариоза по класовете на пшеница в зависимост от фенологичната фаза на третиране. *Rastenievadni nauki/Bulgarian Journal of Crop Science*, 56(5), 72-85.