УДК 631.52:633.112.9

DOI: 10.35809/2618-8279-2020-3-2

ВЛИЯНИЕ ЗАРАЖЕНИЯ ГРИБАМИ РОДА *FUSARIUM* НА ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ КОЛОСА ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ

THE INFLUENCE OF THE INFESTATION BY *Fusarium* FUNGI ON THE DEVELOPMENT OF PRODUCTIVITY ELEMENTS OF AN EAR OF WINTER TRITICALE

И.Н. Ворончихина,**О.А. Щуклина,** кандидат сельскохозяйственных наук,
В.В. Ворончихин, кандидат сельскохозяйственных наук**I.N. Voronchikhina,****O.A. Schuklina,** candidate of agricultural sciences,
V.V. Voronchikhin, candidate of agricultural sciences

Главный ботанический сад имени Н. В. Цицина, РАН

Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences

В статье изучено влияние заражения фузариозом колоса на развитие числа зерен, массы зерен и массы 1000 зерен трех сортов озимой тритикале. Цель работы заключалась в выделении элемента структуры колоса, по которому можно судить о степени устойчивости исходного материала к фузариозу колоса. Результаты наших исследований показали, что масса 1000 зерен пригодна для использования в качестве критерия оценки устойчивости к фузариозу колоса, поскольку имеются достоверные различия по величине данного показателя при заражении (44,5–54,9 г) и в контроле (60,5–70,5 г). Сорта Виктор и Кастус можно считать относительно устойчивыми к фузариозу колоса. Полученные результаты показали отсутствие достоверных различий по числу колосков в колосе разных вариантов опыта всех сортов, что свидетельствует о правильно подобранных колосьях для опыта. Не выявлено достоверных различий между вариантами по числу зерен в колосе, что свидетельствует об отсутствии влияния гриба на формирование данного признака. Масса зерен с колоса зависит от числа зерен и массы каждого зерна. Заражение фузариом не повлияло на число зерен, но привело к угнетению налива зерна, что выразилось в уменьшении массы зерна в колосе при заражении относительно контроля. Установлено, что масса 1000 зерен является интегральным показателем, характеризующим крупность зерна. Заражение фузариозом привело к снижению крупности зерна у всех изученных сортов. Таким образом, показатель масса 1000 зерен пригоден для использования в качестве критерия оценки устойчивости тритикале к фузариозу колоса.

The article studies the influence of infestation by *Fusarium* head blight on the development of number of grains, weight grains and weight of 1000 grains of three triticales plant varieties. The purpose of this paper was to select an element of ear structure, which is could be used to judge about the level of resistance of starting material to *Fusarium* head blight. The results of our research have shown that the weight of 1000 grains is suitable as the resistance evaluation criterion to *Fusarium* head blight infestation based on the significant differences in the value of this indicator in the infestation (44,5 – 54,9g) and in the reference group (60,5 – 70,5g). The triticales plant varieties Viktor and Kastus can be considered relatively resistant to the *Fusarium* head blight. The results obtained showed the absence of significant differences in the number of spikelets in an ear of different variants of the experiment of all varieties, which indicates that the ears were correctly selected for the experiment. No significant differences were found between the variants in the number of grains per ear, which indicates the absence of the influence of the fungus on the formation of this trait. The weight of grains per spike depends on the number of grains and the weight of each grain. *Fusarium* infestation did not affect the number of grains, but led to inhibition of grain loading, which was reflected in a decrease in the mass of grain in an ear during infection relative to control. It was found that the weight of 1000 grains is an integral indicator characterizing the grain size. *Fusarium* infection led to a decrease in grain size in all studied varieties. Thus, the indicator weight of 1000 grains is suitable for use as a criterion for assessing the resistance of triticales to *Fusarium* head blight.

Ключевые слова: тритикале, фузариоз колоса, устойчивость, сорта.

Key words: triticales, *Fusarium* head blight, resistance, plant varieties.

Введение. Микроскопические грибы представляют опасность для здоровья человека и сельскохозяйственных животных, поскольку в результате их жизнедеятельности происходит образование и накопление микотоксинов, а также снижается урожай и ухудша-

ются посевные качества семян. В настоящее время на посевах зерновых культур повсеместное распространение получили различные грибы рода *Fusarium* Link, виды которого высокоадаптивны, изменчивы, вследствие чего способны занимать различные

экологические ниши. Наиболее распространенной вредоносной болезнью, вызванной грибами данного вида, является фузариоз колоса. В качестве возбудителей выделяют следующие грибы рода *Fusarium* Link: *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. nivale* и *F. avenaceum*.

а) Число колосков в колосе, шт.

б) Число зерен в колосе, шт.

в) Масса зерен с колоса, г

г) Масса 1000 зерен, г

Рисунок 1 – Показатели элементов продуктивности колоса при разных вариантах обработки (планка погрешностей – доверительный интервал $S_x \times t_{05}$)

Данные грибы являются наиболее токсичными и образуют 148 токсичных соединений, в том числе и канцерогенные микотоксины – фумонизины, способные сохраняться на продукции длительное время, от поля до приготовления продуктов питания. Как наиболее опасные среди всех микотоксинов выделяют трихотеценовые и зераленон [2, 5, 10].

Новая зерновая культура тритикале, как и исходные родительские роды, особо восприимчива к фузариозу колоса, который в Нечерноземной зоне России проявляется не каждый год, однако может наносить большой вред вследствие поражения зерна и накопления в нем микотоксинов [3, 4, 7]. В годы, характеризующиеся избыточным увлажнением почвы и воздуха, отмечается резкая тенденция к распространению данной болезни и повышению вредоносности патогена, что впоследствии может привести к возникновению эпифитотии [3].

Также немаловажной проблемой при изучении устойчивости растений к фузариозу является скрытое поражение грибами, при котором на колосе и зерновке не наблюдается видимых признаков болезни (наличие грибного мицелия на поверхности), но происходит накопление микотоксинов [2, 12].

Проблема заражения посевов зерновых культур фузариозом колоса является особенно актуальной не только для нашей страны, но и для мира в целом, поскольку для многих зерновых культур показано отсутствие иммунитета к

фузарию и наблюдается относительная устойчивость. В настоящее время значительные успехи достигнуты в морфологии фузариевых грибов, изучены их морфологические и химико-токсикологические свойства, подробно изучен вопрос распространения и механизм заражения патогеном, но, к сожалению, эпифитотии фузариоза колоса продолжают возникать повсеместно с регулярной постоянностью. Профилактика данной болезни также является трудной, поскольку нет специализированных фунгицидов, способных подавлять развитие фузариоза колоса, а также имеется ряд ограничений по использованию химических средств защиты растений, поскольку это может привести к появлению суперустойчивых штаммов гриба [1, 9, 11]. Но выход есть. Основным способом защиты злаковых культур от данной болезни является создание устойчивых сортов. Для создания устойчивых сортообразцов необходимо подробное изучение коллекции культуры, а также выявление показателя, который можно использовать в качестве критерия отбора («маркера») устойчивых форм на инфекционном фоне.

Исходя из всего изложенного, цель нашей работы заключалась в выделении элемента структуры колоса, по которому можно судить о степени устойчивости исходного материала тритикале к фузариозу колоса.

Материалы и методы. Работа была проведена в 2014 г. в Российском государственном аграрном университете имени К.А. Тимирязева, который распо-

ложен в типичных для Нечерноземной зоны России условиях. Материалом послужили три сорта озимой гексаплоидной тритикале различного эколого-географического происхождения – Виктор (Московский НИИСХ «Немчиновка»), Кастусь (Беларусь) и Дон (Донской зональный НИИСХ), характеризующиеся различной устойчивостью к фузариозу. По литературным данным, сорт Дон несет 6R/6D замещение, которое обуславливает наличие генов устойчивости к фузариозу колоса [1, 8, 9]. Остальные сорта никаких замещений не несут, поэтому считаем их условно неустойчивыми.

Опытные посевы размещались на Полевой опытной и Селекционной станции имени П.И. Лисицина, расположенных на севере Москвы. Агротехника общепринятая для зоны. Посев осуществлен вручную с площадью питания 5х15 см для обеспечения хорошего кущения растений. Для опытов был использован агрессивный штамм *Fusarium culmorum* C99, выделенный из естественной среды коллегами в ранее проведенных исследованиях. Инокулом готовили в течение месяца путем выращивания на картофельно-глюкозном агаре. Заражение проводили в фазу цветения тритикале [10].

У каждого сорта на 20 хорошо развитых растений выделяли три относительно одинаковых побега с колосом. Один побег служил контролем для двух других колосьев. Второй побег опрыскивали водой и изолировали пергаментным изолятором (контроль

для зараженного колоса). Третий побег обрабатывали суспензией гриба в концентрации 3-5х10⁶ спор гриба в 1 мл и изолировали [3, 10]. Уборку проводили вручную и определяли следующие показатели: общее число колосков в колосе, число зерен, масса зерен и масса 1000 зерен во всех вариантах обработки. Для статистической обработки результатов использовали доверительный интервал [6].

Результаты и обсуждение. Полученные результаты показали отсутствие достоверных различий по числу колосков в колосе разных вариантов опыта всех сортов (рисунок 1а). Это свидетельствует о правильно подобранных колосьях для опыта. Не выявлено достоверных

различий между вариантами по числу зерен в колосе (рисунок 1б), что свидетельствует об отсутствии влияния гриба на формирование данного признака. Масса зерен с колоса зависит от числа зерен и массы каждого зерна. Заражение фузариозом не повлияло на число зерен, но привело к угнетению налива зерна (рисунок 1в). Это выразилось в уменьшении массы зерна в колосе при заражении относительно контроля.

Масса 1000 зерен является интегральным показателем, характеризую-

щим крупность зерна. Заражение фузариозом привело к снижению крупности зерна у всех изученных сортов (рисунок 1г). При этом достоверные различия выявлены только у сорта Дон. У двух других сортов размах варьирования массы 1000 зерен при заражении был слишком велик, что не позволило выявить достоверность различий. Таким образом, данный показатель можно использовать в качестве критерия оценки устойчивости сортов к поражению фузариозом колоса.

Заключение. Показатель масса 1000 зерен пригоден для использования в качестве критерия оценки устойчивости тритикале к фузариозу колоса. Сорта Виктор и Кастусь можно считать относительно устойчивыми к фузариозу колоса.

Библиографический список

1. Аблова, И.Б. Особенности и приоритеты в селекции пшеницы на устойчивость к фузариозу колоса / И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова // Актуальные проблемы иммунитета и защиты сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей: Тез. докл. Междунар. науч.- практ. конф. – 2007. – С. 6-7.
2. Билай, В.И. Фузариоз. – К.: Наукова думка – 1977. – 441 с.
3. Ворончихина, И.Н. Влияние концентрации токсинов *Fusarium culmorum* на морфологические признаки проростков тритикале (x *Triticosecale* Wittm.) / И.Н. Ворончихина, В.С. Рубец // Известия ТСХА. – 2018. – №3. – С.17-32.
4. Ворончихина, И.Н. Оптимизация лабораторного метода оценки устойчивости тритикале к фузариозу колоса / И.Н. Ворончихина, В.С. Рубец // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 285-288.
5. Ворончихина, И.Н. Полевая оценка гибридов озимой тритикале по устойчивости к фузариозу колоса / И.Н. Ворончихина, В.В. Ворончихин, А.Д. Аленичева, И.Н. Клименкова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – №7. – С. 41-49.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Иващенко, В.Г. Грибы рода *Fusarium* на семенах хлебных злаков в основных зерновых регионах России (ареалы, частота встречаемости, соотношение) / В.Г. Иващенко, Н.П. Шипилова // Монография, Санкт-Петербург, Пушкин: ВНИИЗР РАСХН. – 2004. – 190 с.
8. Каталог сортов тритикале России / Отв. ред. А.И. Грабовец. Ростов-на-Дону. – 2003. – 159 с.
9. Плотникова, Л.Я. Иммуитет растений и селекция на устойчивость к болезням и вредителям / Л.Я. Плотникова // Под ред. Ю.Т. Дьякова. М. КолосС. – 2007. – 359 с.
10. Соловьев, А.А. Полиморфизм яровой тритикале по устойчивости к фузариозу колоса / А.А. Соловьев, М.В. Дудников, М.С. Шанин // Вестник Саратовского госагроуниверситета имени Н.И. Вавилова. – № 10. – 2012. – С. 88-89.
11. Miedaner, T. Plant Disease / T. Miedaner, G. Gang, H. Geiger, 1996. – Vol.80. – Pp. 36-38.
12. Nelson, P.E. *Fusarium* species: An illustrated manual for identification. Pennsylvania State University Press / P.E. Nelson, T.A. Tousson, W.F.O. Marasas. – University Park and London, 1983. – 193 p.

Дополнительные сведения об авторах:

Ворончихина Ирина Николаевна, научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации, yarinkapanfilova@gmail.com
Щуклина Ольга Александровна, старший научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации, oashuklina@gmail.com
Ворончихин Виктор Викторович, научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации, vitya.voronchihin@gmail.com

Bibliographic list

1. Ablova, I.B. Features and priorities in the selection of wheat for resistance to spike fusarium / I.B. Ablova, L.A. Bespalova // Actual problems of immunity and protection of crops from diseases and pests: Abstract. doc. Int. scientific and practical conf. – 2007. – Pp. 6-7.
2. Bilay, V.I. Fusarii. – K.: Naukova Dumka – 1977. – 441 p.
3. Voronchikhina, I.N. Influence of the concentration of *Fusarium culmorum* toxins on the morphological characters of triticale (x *Triticosecale* Wittm.) Seedlings / I.N. Voronchikhin, V.S. Rubets // News of the Timiryazev Agricultural Academy. – 2018. – No. 3. – Pp. 17-32.
4. Voronchikhina, I.N. Optimization of the laboratory method for assessing the resistance of triticale to fusarium spike / I.N. Voronchikhin, V.S. Rubets // Methods and technologies in plant breeding and crop production. Materials of the IV International Scientific and Practical Conference. – 2018. – Pp. 285-288.
5. Voronchikhina, I.N. Field assessment of winter triticale hybrids for resistance to fusarium head blight/ I.N. Voronchikhina, V.V. Voronchikhin, A.D. Alenicheva, I.N. Klimenkova // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2020. – No. 7. – Pp. 41-49.
6. Dospekhov, B.A. Field experiment technique (with basics of statistical analysis of research results). The 5th issue updated and amended. Moscow: Agropromizdat, 1985. – 351 p.
7. Ivashchenko, V.G., Fusarium on cereal seeds in the main cereal regions of Russia (ranges, frequency, ratio) / V.G. Ivashchenko, N.P. Shipilova // Monograph, St. Petersburg, Pushkin: All-Russian Research Institute of Plant Protection of the Russian Agricultural Academy of Sciences – 2004. – 190 p.
8. Catalog of triticale varieties in Russia / Otv. ed. A.I. Grabovets. Rostov-on-Don. – 2003. – 159 p.
9. Plotnikova, L.Ya. Plant immunity and breeding for resistance to diseases and pests / L.Ya. Plotnikova // Ed. Yu.T. Dyakov. M. KolosS. – 2007. – 359 p.
10. Soloviev, A.A., Spring triticale polymorphism in terms of resistance to fusarium head blight / A.A. Soloviev, M.V. Dudnikov, M.S. Shanin // Bulletin of the Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilova. 2012. – No. 10. – Pp. 88-89.
11. Miedaner, T. Plant Disease / T. Miedaner, G. Gang, H. Geiger, 1996. – Vol.80. – Pp. 36-38.
12. Nelson, P.E. *Fusarium* species: An illustrated manual for identification. Pennsylvania State University Press / P.E. Nelson, T.A. Tousson, W.F.O. Marasas. – University Park and London, 1983. – 193 p.

Additional information about the authors:

Voronchikhina Irina Nikolaevna, researcher of the department of remote hybridization, yarinkapanfilova@gmail.com
Schuklina Olga Alexandrovna, senior researcher, remote hybridization department, oashuklina@gmail.com
Voronchikhin Victor Viktorovich, researcher of the department of remote hybridization, vitya.voronchihin@gmail.com