

## Литература

1. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
2. Ланкина Е.П., Хижняк С.В. Бактериальные сообщества пещер как источник штаммов для биологической защиты растений от болезней. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2012. – 125 с.
3. Поллард Д. Справочник по вычислительным методам статистики. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 344 с.
4. Tennep E.3., Перееверзева Г.И. Практикум по микробиологии. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.
5. Психрофильные и психротолерантные гетеротрофные микрорганизмы карстовых полостей Средней Сибири / С.В. Хижняк, И.В. Таушева, А.А. Березикова [и др.] // Экология. – 2003. – № 4. – С. 261–266.
6. Штернишис М.В., Джалилов Ф.С. Биологическая защита растений. – М.: КолосС, 2004. – 264 с.
7. Copping L.G. The manual of biocontrol agents. – Alton: BCPC, 2004. – 702 р.
8. Pal K.K., Gardener B.M. Biological Control of Plant Pathogens // The Plant Health Instructor. – 2006. – 02. – Р. 117.
9. Patkowska E. The effect of biopreparations on the formation of rhizosphere microorganism populations of soybean // Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus. – 2005. – 4. – Р. 89–99.
10. Perelló A.E., Mónaco C. Status and progress of biological control of wheat (*Triticum aestivum* L.) foliar diseases in Argentina // Fitosanidad. – 2007. – V. 11. – № 2. – Р. 15–25.
11. Field assessment of two strains of cold-adapted bacteria isolated from cave microbial community as biological agents for protection of cereals in Siberia / V.K. Purlaur, V.P. Bitcukova, S.V. Khizhnyak [et al.] // Найновите постижения на европейската наука – 2011: Материалы за VII международна научна практическа конференция. – Болгария. – 2011. – С. 79–82.



УДК 632.4

С.В. Хижняк, Е.Я. Мучкина

### СОРТОВАЯ СПЕЦИФИКА ВОСПРИИМЧИВОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ К ТОКСИКОГЕННЫМ ГРИБАМ, ВЛИЯЮЩИМ НА КАЧЕСТВО И ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ЗЕРНА

Среди трёх проанализированных сортов яровой пшеницы, культивируемых в Красноярском крае, сорт Новосибирская-31 является наиболее восприимчивым к токсикогенным грибам родов *Fusarium* и *Alternaria*, а сорт Ветлужанка – наименее восприимчивым.

**Ключевые слова:** качество зерна, микроскопические грибы, пшеница, микотоксины.

S.V. Khizhnyak, E.Ya. Muchkina

### CULTIVAR SPECIFICITY OF SPRING WHEAT SUSCEPTIBILITY TO THE TOXICOGENIC FUNGI AFFECTING THE GRAIN QUALITY AND ECOLOGICAL SAFETY

Among three analyzed spring wheat cultivars cultivated in Krasnoyarsk Krai the cultivar Novosibirskaya-31 is the most susceptible to the toxicogenic fungi of *Fusarium* and *Alternaria* genera, and the cultivar Vetluzhanka is the least susceptible.

**Key words:** grain quality, microscopic fungi, wheat, mycotoxins.

---

**Введение.** Среди болезней зерновых культур в Сибири в последние годы широкое распространение получили альтернариозы, вызываемые фитопатогенными грибами р. *Alternaria*, и фузариозы, вызываемые фитопатогенными грибами р. *Fusarium*. Эти грибы способны поражать все органы растения, включая семена, что ведёт не только к потерям урожая, но и к снижению потребительских и посевных качеств зерна, что не обеспечивает его экологическую безопасность.

Виды *Alternaria*, заражая зерно, не влияют на его массу. Инфицированные семена обычно крупные и хорошо выполненные, имеют нормальную всхожесть и прорастают без видимых аномалий [5, 7]. Влияние *Alternaria* на зерно

*naria* spp. на пищевые качества зерна проявляется в снижении выпечных качеств муки благодаря амилазной и протеолитической активности патогена [9]. Однако основная опасность, которую представляет присутствие видов *Alternaria* в зерне, – это загрязнение сельскохозяйственной продукции вторичными метаболитами гриба, токсичными для животных и человека. Токсины *Alternaria* spp. могут быть тератогенны, токсичны для эмбрионов или вызывать гематологические заболевания, а их концентрации в продукции растениеводства порой достигают существенных величин [4, 10]. С учётом современных таксономических данных можно утверждать, что на злаках обнаружено не менее 14 видов р. *Alternaria* [3], однако наиболее распространёнными возбудителями заболеваний зерновых в Красноярском крае являются виды *A. tenuissima* и *A. infectoria* [8].

При поражении грибами р. *Fusarium* зерно, как правило, щуплое и обладает пониженной всхожестью. Кроме этого, указанные грибы также выделяют ряд микотоксинов: дезоксиваленол, ниваленол, Т-2 токсин, НТ-2, диацетоксисцирпинол, зеараленон, монилиформин, фумонизины и другие. Перечисленные токсины при попадании в организм человека вызывают не только поражение желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой и нервной систем, но и индуцируют хромосомные изменения в клетках. Особенностью грибов р. *Fusarium* является способность к продолжению их развития на зерне после уборки урожая, что ведёт к многократному увеличению содержания в нем микотоксинов при хранении [1, 6].

**Цель исследования.** Изучение сортовой специфики восприимчивости яровой пшеницы к альтернариозу и фузариозу семян на примере районированных в Красноярском крае сортов Ветлужанка, Омская-33 и Новосибирская-31.

**Объекты и методы.** Объектом исследования являлось зерно пшеницы сортов Новосибирская 31, Омская 33, Ветлужанка, полученное в ГП КК «Каратузское ДРСУ» Каратузского района Красноярского края, урожая 2013 г., по 2 кг семян в пробе.

Изучение заражённости семян проводили методом визуальной оценки (по 1000 семян из каждой пробы) и методом влажной камеры (по 100 семян из каждой пробы) [2]. При визуальной оценке отмечали семена с симптомами «чёрного зародыша» (возбудители – грибы рр. *Bipolaris* и *Alternaria*), а также семена с розовой окраской (возбудители – грибы р. *Fusarium*). Идентификацию возбудителей проводили по культурально-морфологическим признакам [2]. Статистический анализ осуществляли стандартными методами с использованием пакета StatSoft STATISTICA 6.0.

**Результаты и их обсуждение.** Визуальная оценка показала, что во всех исследованных пробах присутствуют семена с симптомами «чёрного зародыша». В пробах семян сортов Новосибирская-31 и Омская-33 также присутствуют семена с симптомами фузариоза, в пробе семян сорта Ветлужанка семена с признаками фузариоза не обнаружены. Общая встречаемость семян с признаками инфекции у разных сортов статистически значимо ( $p < 0,001$  по критерию  $\chi^2$ ) различается. Минимальный процент семян с признаками инфекции (0,8%) отмечен у сорта Ветлужанка, максимальный (6,3%) – у сорта Новосибирская-31 (рис. 1). Кроме этого, статистически значимо ( $p < 0,001$  по критерию  $\chi^2$ ) различается распространённость индивидуальных заболеваний – «чёрного зародыша» и фузариоза. Максимальная распространённость «чёрного зародыша» и фузариоза отмечена у сорта Новосибирская-31 (соответственно 4,2 и 2,1 %) (рис. 2).

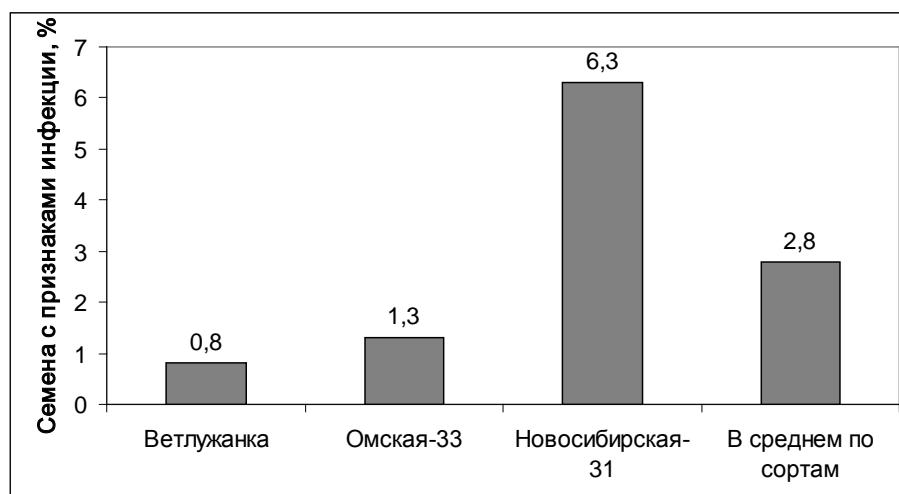


Рис. 1. Доля семян изучаемых сортов с признаками инфекции по результатам визуального осмотра

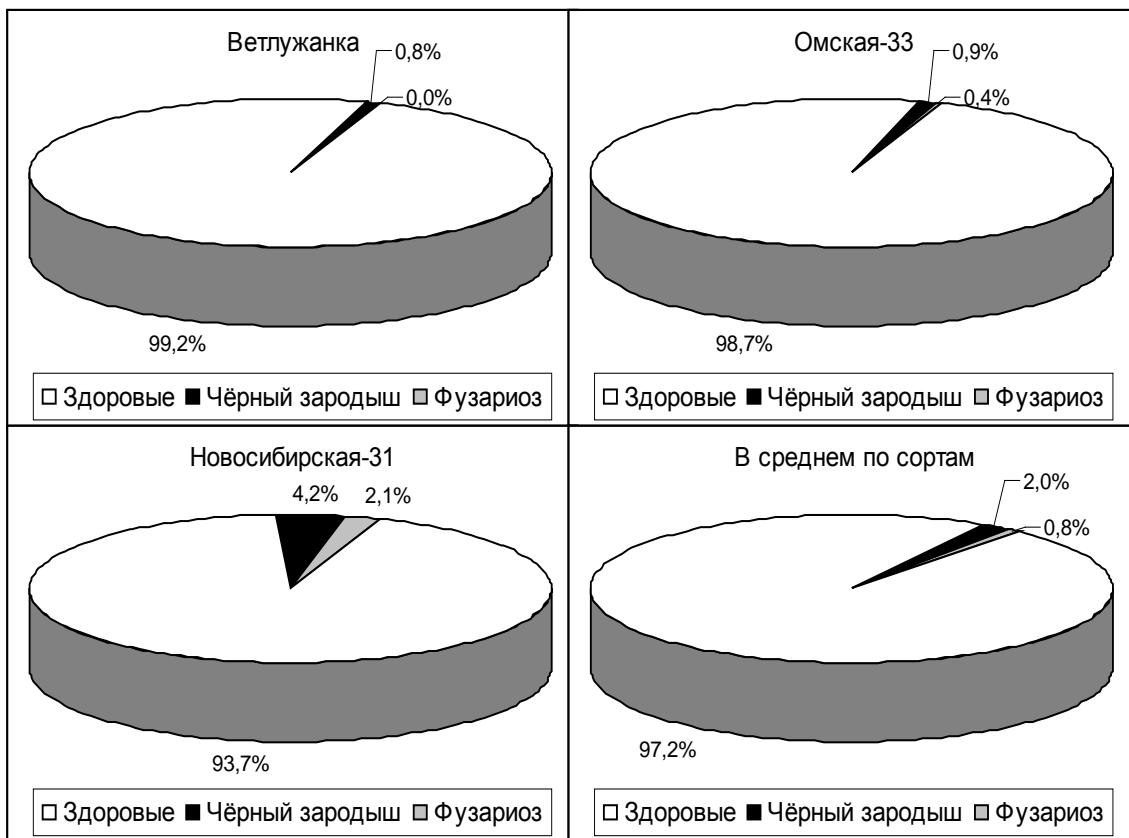


Рис. 2. Распространённость «чёрного зародыша» и фузариоза у изучаемых сортов по результатам визуального осмотра

Анализ семян методом влажной камеры показал, что доля инфицированных семян (включая семена, не имеющие визуально заметных признаков поражения) варьирует от 17 % (сорт Ветлужанка) до 27 % (сорт Новосибирская-31) (рис. 3). Возбудители заболеваний представлены тремя родами: *Alternaria*, *Bipolaris* и *Fusarium* (рис. 4).

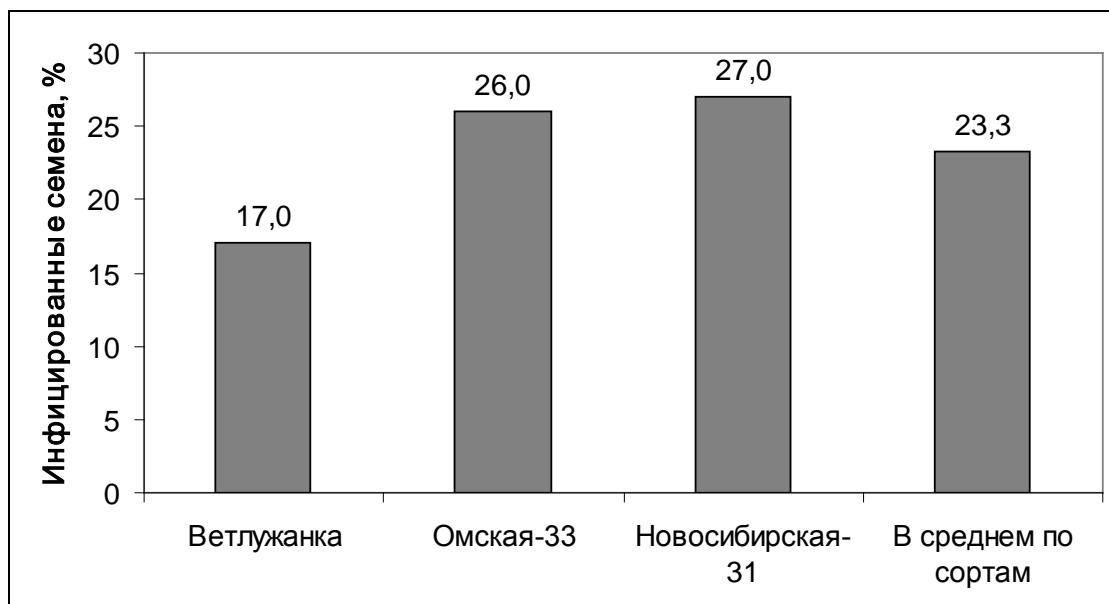


Рис. 3. Доля инфицированных семян изучаемых сортов по результатам анализа методом влажной камеры

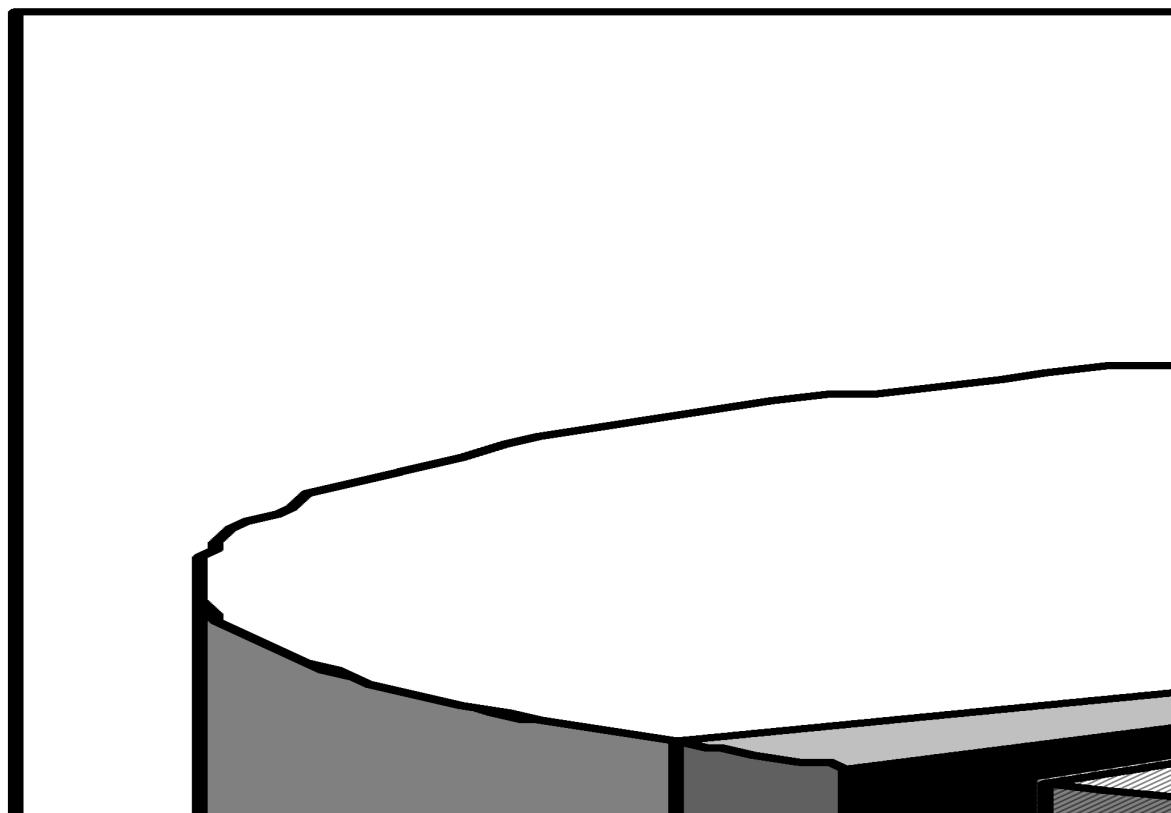


Рис. 4. Заражённость семян изучаемых сортов по результатам анализа методом влажной камеры

В целом по трём изученным сортам преобладают представители р. *Fusarium* (11,3% семян). На втором месте находятся возбудители р. *Alternaria* (9,3% семян), на третьем – р. *Bipolaris* (2,7% семян). Однако состав возбудителей у исследуемых сортов статистически значимо ( $p < 0,01$ ) различается, что обусловлено неодинаковой встречаемостью представителей рр. *Fusarium* и *Alternaria* у разных сортов. Так, максимальная встречаемость возбудителей р. *Fusarium* (19%) отмечена у сорта Новосибирская-31, минимальная (2%) – у сорта Ветлужанка. Максимальная встречаемость возбудителей р. *Alternaria* (13%) отмечена у сорта Ветлужанка, минимальная (5%) – у сорта Новосибирская-31. Статистически значимых различий по встречаемости возбудителей р. *Bipolaris* (2% у сорта Ветлужанка и по 3% у сортов Новосибирская-31 и Омская-33) не обнаружено.

Между распространённостью фузариоза семян, определённой методом визуальной оценки, и заражённостью семян грибами р. *Fusarium*, выявленной методом влажной камеры, наблюдается положительная корреляция (коэффициент корреляции 0,87, коэффициент ранговой корреляции 1,00). В то же время между распространённостью «чёрного зародыша» и выявленной методом влажной камеры заражённостью семян возбудителями данного заболевания наблюдается обратная связь. Так, у сортов Ветлужанка и Омская-33 зафиксирован высокий уровень инфицирования семян возбудителями «чёрного зародыша» грибами рр. *Alternaria* и *Bipolaris* (в сумме 15 % для Ветлужанки и 13 % для Омской-33) при низкой доле семян, имеющих симптомы заболевания «чёрный зародыш» (менее 1% для обоих сортов). В то же время у сорта Новосибирская-31 уровень инфицирования семян грибами рр. *Alternaria* и *Bipolaris* (8 %) близок к доле семян с симптомами «чёрного зародыша» (4,2 %).

Возможное объяснение данному феномену следующее. Можно предположить, что сорт Ветлужанка и в меньшей степени сорт Омская-33 обладают повышенной устойчивостью к заболеванию «чёрный зародыш». В этой связи инфицирование семян грибами рр. *Alternaria* и *Bipolaris* в большинстве случаев протекает бессимптомно и не отмечается при визуальном осмотре. В то же время сорт Новосибирская-31 неустойчив к «чёрному зародышу», в связи с чем у большинства инфицированных семян данного сорта это заболевание проявляется визуально.

В целом можно констатировать, что среди изученных сортов наиболее устойчивыми к токсикогенным грибам, поражающим зерно, является сорт Ветлужанка, наименее устойчивым – сорт Новосибирская-31.

### Выводы

1. Семенная инфекция яровой пшеницы на юге Красноярского края в 2013 г. представлена в основном токсикогенными грибами pp. *Alternaria* и *Fusarium*, на долю которых в сумме приходится 88–89 % от общего числа инфицированных семян. Кроме этого, в составе возбудителей семенной инфекции выявлены грибы pp. *Bipolaris* (11–12 % от общего числа инфицированных семян).

2. Доля инфицированных семян у изученных сортов статистически значимо различается, составляя в зависимости от сорта от 17 до 27 %. Распространённость заболевания «чёрный зародыш» составляет от 0,8 до 4,2 %, распространённость фузариоза семян – от 0 до 2,1 %.

3. Среди трёх проанализированных сортов яровой пшеницы сорт Новосибирская-31 является наиболее восприимчивым к токсикогенным грибам pp. *Alternaria* и *Fusarium*, сорт Ветлужанка – наименее восприимчивым к указанным возбудителям.

### Литература

1. Билай В.И., Пидопличко Н.М. Токсинообразующие микроскопические грибы. Микотоксикозы. – Киев: Наукова думка, 1970. – 126 с.
2. Билай В.И. Методы экспериментальной микологии. – Киев: Наукова думка, 1982. – 550 с.
3. Ганнибал Ф.Б. Мелкоспоровые виды рода *Alternaria* на злаках // Микология и фитопатология. – 2004. – № 38 (3). – С. 19–28.
4. Ганнибал Ф.Б. Токсигенность и патогенность грибов рода *Alternaria* для злаков // История и современность / под ред. А.П. Дмитриева. – СПб., 2007. – С. 82–93.
5. Ганнибал Ф.Б. Виды рода *Alternaria* в семенах зерновых культур в России // Микология и фитопатология. – 2008. – № 42 (4). – С. 359–368.
6. Иващенко В.Г., Шипилова Н.П., Назаровская Л.А. Фузариоз колоса хлебных злаков. – СПб.; Пушкин: ВИЗР, 2004. – 164 с.
7. Семенов А.Я., Мухина М.Ю., Горденко В.И. Видовой состав микроскопических грибов на семенах озимой ржи в Горьковской области // Бюл. ВНИИ защиты растений. – 1988. – Вып. 70. – С. 84.
8. Хижняк С.В., Мучкина Е.Я., Машанов А.И. Состав микроскопических грибов, влияющих на качество и экологическую безопасность зерна пшеницы в ОПХ «Курагинское» Красноярского края // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 1. – С. 106–109.
9. Lorenz K. Effects of blackpoint on grain composition and baking quality of New Zealand wheat // New Zealand J. Agric. Res. – 1986. – 29. – P. 711–718.
10. Rotem J. The genus *Alternaria*. Biology, epidemiology and pathogenicity // St. Paul: APS Press. – 1994. – 326 p.

