

УДК 632.4:632:952:633.11

## ЗАВИСИМОСТЬ ФИТОПАТОГЕННОЙ МИКОБИОТЫ СЕМЯН И КОРНЕЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ ПОГОДНЫХ ФАКТОРОВ И ФУНГИЦИДОВ

*Полунина Татьяна Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук,  
Лавринова Валентина Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук  
Леонтьева Марина Петровна, младший научный сотрудник  
Среднерусский филиал Федерального государственного бюджетного научного  
учреждения «Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина»  
392553, Россия, Тамбовская область, Тамбовский район, пос. Новая Жизнь, ул.  
Молодежная, 1  
e-mail: lawrinowa777@mail.ru*

**Аннотация:** Отмечено, что развитие болезней на семенах и корнях озимой пшеницы на сортах Ермак и Скипетр в сильной степени зависели от погодных условий и фунгицидов. Выявлен комплекс семенной фитопатогенной микобиоты озимой пшеницы. Результатами исследований подтверждена уникальная особенность препаратов о существенном уровне фунгицидной активности в лабораторных и полевых условиях. Доказано, что недостаточное выпадение осадков в 2017-2018 году спровоцировало поражение культуры корневыми гнилями фузариозно-гельминтоспориозной этиологии, распространение, которых происходило преимущественно при неустойчивых и достаточно увлажненных гидротермических условиях июля (ГТК – 1-1,4).

**Ключевые слова:** озимая пшеница, климатические условия, корневые гнили, фитопатогены, микромицеты

**Abstract:** It is noted that the development of diseases on the seeds and roots of winter wheat on the varieties Yermak and Scepter is heavily influenced by weather conditions and fungicides. The complex of seed phytopathogenic mycobiota of winter wheat was revealed. The results of the research confirmed the unique peculiarity of the drugs on the significant level of fungicidal activity in laboratory and field conditions. It was proved that insufficient precipitation in 2017–2018 provoked root rot of the culture of Fusarium-gelmintosporiosa etiology, the spread of which occurred mainly under unstable and sufficiently humidified hydrothermal conditions of July (SCC - 1-1.4).

**Key words:** winter wheat, climatic conditions, root rot, phytopathogens, micromycetes

В последние годы вопросы защиты зерновых культур являются особенно актуальными, так как уровень развития патогенной микрофлоры в почве и на семенном материале достиг критического значения. В семенном фонде большинства хозяйств, почти каждая партия семян в той или иной мере заражена различными патогенными микроорганизмами. И данная ситуация усугубляется из года в год, из-за несоблюдения основных элементов технологии возделывания.

Озимая пшеница – важнейшая зерновая культура в нашей стране. По посевным площадям она занимает первое место и является главной продовольственной и кормовой культурой [6]. Данная культура подвержена не только листовым пятнистостям, но и заболеванию корневой системы, корневым гнилям. Поэтому очень важно сделать правильную диагностику, особенностей развития патогена для проведения стабильной химической или биологической защиты семенного материала. Известно, что на интенсивность поражения пшеницы возбудителями фузариозной и гельминтоспориозной корневых гнилей влияют условия внешней среды, сложившиеся в период цветения и созревания зерна. Большинство сортов пшеницы восприимчивы к данному заболеванию и основным средством оздоровления посевного материала и сохранения качественного урожая, является применение предпосевного протравливания семян.

Видовой состав возбудителей семенного материала озимой пшеницы в Тамбовской области неоднороден и развивается в зависимости от сортовых особенностей культуры и от климатических факторов [5]. Ежегодно семена озимой пшеницы поражаются патогенной микрофлорой и служат основным источником инфекции для передачи болезней на вегетирующие растения в поле, теряют всхожесть, энергию прорастания, силу роста проростков [2,3,4]. На основе фитоэкспертизы разрабатываются мероприятия по повышению

посевных и фитосанитарных качеств зерна, т.е. применение целенаправленно фунгицидов для подавления патогенов

В 2017 - 2018 гг. в Среднерусском филиале ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина» проводился микологический анализ семян, контроль состава филопланы в посевах озимой пшеницы Ермак и Скипетр в лаборатории и на мелкоделяночных опытах в течение вегетации, с целью изучения влияния климатических условий и фунгицидов.

Биоклиматический потенциал Тамбовской области характеризовался не стабильными погодными условиями. Посев озимой пшеницы проводился в сухую почву, так как дождевые осадки (11 мм) были, только за 9 дней до посева и температура воздуха колебалась от 20 до 29,1°C. В течение второй и начало третьей декад сентября осадков не наблюдалось. Стояла жаркая солнечная и ветреная погода, растения находились в стрессовой ситуации. В первой декаде октября выпало 31 мм дождевых осадков, во второй декаде в 2 раза меньше. В декабре был побит температурный рекорд (+6°), сумма осадков составляла 144% от нормы. Культура ушла на зимний период в фазе пяти листьев, не успев раскуститься. Весенне-летний период также характеризовался различными погодными условиями. В мае, июне и июле 2017 года температура воздуха была ниже нормы, выпадение осадков май-июнь также ниже нормы, в июле отмечалось превышение на 32,3 мм. В мае-июле 2018 года, наоборот, температура воздуха превышала норму, осадки, выпавшие в виде дождя за период май-июнь, отмечались ниже нормы, в июле наблюдалось их превышение нормы на 50 мм. Необходимо отметить, что данная ситуация в значительной степени отразилась на уровне поражения корневой системы возбудителями корневых гнилей из-за недостатка влаги в мае-июне.

Доминирующим и трудноискоренимым за последние 10 лет можно признать на семенном материале сапрофитный гриб рода *Alternaria* и комплекс патогенов на одну зерновку, преобладающим одним из микромицетов также являлся альтернариоз. Что также находит подтверждение в работе Л.А. Марченковой с соавторами [7]. Невозможно добиться ликвидации патогенного

микробиота, так как складывающиеся погодные факторы напрямую влияют на размножение гриба. Прежде всего виды *Alternaria* в большинстве своем способны развиваться при умеренной температуре, однако наиболее разрушительны эпифитотии альтернариозов возникли при жаркой погоде, когда среднесуточная температура превышала 20°C, также отмечалось наличие капельной влаги в виде дождей, наблюдались обильные росы во время уборки озимой пшеницы, которая пришлась на июль месяц. Вследствие чего, в 2017 году распространение на семенном материале составляло 43-54%, доминировал сорт Ермак; в 2018 году – 51-56% с незначительным превышением на сорте Скипетр. В одном из источников указано, что за последние 20 лет заселенность микобиоты семян зерновых культур альтернариозной инфекцией составляла 30-80%. [7]. Многие виды *Alternaria* – сапротрофы, однако есть и паразиты с некротрофным типом питания (факультативные паразиты и факультативные сапротрофы), которые вызывают чернь колоса и зародыша. В сельскохозяйственной продукции, зараженной видами *Alternaria*, могут накапливаться значительные количества микотоксинов опасных для человека и животных.

Гельминтоспориоз отсутствовал в обработанных вариантах и единично встречался (1-2%) в контроле. Одним из возбудителей корневой гнили на сортах озимой пшеницы являлись микробиоты из рода *Fusarium*, распространение которых за годы исследований находилось в пределах 1-7% (на сорте Ермак - 1-2%, на сорте Скипетр - 7%). В Нечерноземном регионе за последние 20 лет инфицированность семян зерновых культур фузариозными грибами отмечалось в пределах от 2 до 30% [7]. Однако полученные данные были ниже порога вредоносности. Вероятно, отразилась низкая температура воздуха в июне (2017г. - 12,8°C, 2018г. - 17,3°C), в сочетании с количеством выпавших осадков (2017г. - 45 мм, 2018г. - 11 мм) за этот же период. Известно, что для заражения колосьев требуется повышенная влажность в течение 24-40 часов при температуре не ниже 20°C во время цветения. Именно в период открытого цветения и происходит проникновение патогена в колос. Фаза

цветения на сорте Ермак приходилась на первую декаду июня, на сорте Скипетр на вторую декаду. Большинство видов рода *Fusarium* – сапротрофы, однако встречаются и факультативные паразиты с различной степенью паразитизма. Многие виды этого рода являются продуцентами опасных микотоксинов, которые накапливаются в зерне и чрезвычайно опасны для человека и животных.

Также отмечались на зерновках в контрольном варианте наличие бактериозов (1%), плесневых грибов (1-2%), сапротрофов из рода *Cladosporium* (3-10%), не играющие существенной роли в патогенезе семян. Известно, что некоторые сапротрофы в определенных условиях способны переходить к паразитированию и частично или полностью разрушать зерно, изменяя физические свойства и химический состав. При этом значительный ущерб они причиняют в период хранения семян, снижая их качество и вызывая даже гибель. Среди которых наиболее распространены виды родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Cladosporium* и другие. При сплошном заселении колоса сапротрофами потери урожая могут составлять 80%, при частичном – до 32%. К тому же, при сильном развитии грибов зерно может приобрести токсические свойства, за счет их продуктов жизнедеятельности микотоксинов и токсинов [1]. Плесневые грибы обладают канцерогенным воздействием на организм человека и животных.

Выявленные патоккомплексы в микобиоте семян пшеницы Ермак и Скипетр формировались из двух и более грибов на зерновку и отмечались в пределах от 8 до 53% (в 2017г. – 26-53%, в 2018г. – 8-10%). В основном, преобладали экзотрофные патогены – альтернариозно-фузариозные, виды альтернариозов и плесени, виды фузариозов и плесени. Максимальный процент в 2017 году на сорте Скипетр занимала фузариозно-альтернариозная инфекция (14%) и плесневые грибы в сообществе с альтернариевыми (17%), на сорте Ермак фузариозно-альтернариозная (10%). В 2018 году на Ермаке так и осталась преобладающей фузариозно-альтернариозная инфекция, на сорте Скипетр доминировали грибы из рода *Alternaria* и *Cladosporium*.

Обработка семян озимой пшеницы Ермак фунгицидом Селест Макс 1,75 л/га в 2017 году стабилизировала биологическую эффективность до 97,0%, в 2018г. – до 88,9%. Подавление фузариозной инфекции составляло 100% и 71,4%, альтернариозной – 94,4 и 88,2% соответственно. На сорте Скипетр общая эффективность достигала 92-93%, против фузариозных микромицетов эффект был такой же как и на сорте Ермак, по отношению к альтернариозу в первый год исследования эффективность отмечалась на уровне 83,7%, во второй - 92,9%. Селест Макс 1,75 л/га полностью подавлял вредоносную гельминтоспориозную инфекцию на исследуемых сортах озимой пшеницы.

Фитоэкспертиза семян озимой пшеницы выявила, что возбудителями корневой гнили являлись грибы из рода *Fusarium* и *Alternaria*. Поражение локализовалось в основном в прикорневой части проростка, незначительно в зародышевых корешках. Интенсивность поражения фузариозной гнилью по сортам практически было одинаковым (10-10,2%), степень поражения от 41 до 45,4%, при распространении – 22-25%. Отмечалось превышение пороговой численности возбудителей на 7-10%. Химическая активность препарата Селест Макс в дозе 1,75 л/т достигала 98% без существенного сортового различия.

Одним из основных источников инфекции зерновых культур, где скапливаются запасы фитопатогенов, являлись не только семена, но также растительные остатки и почва. Наиболее распространенными и вредоносными болезнями корневой и прикорневой системы оставались корневые гнили возбудителями, которых являлись грибы из рр. *Fusarium*, *Bipolaris* и *Alternaria*. Также в состав патогенного комплекса на первичных этапах развития растений входили грибы рода *Rhizium*. Болезни корешков и проростков озимой пшеницы в естественных условиях (контроль) зависели в первую очередь от сортовых особенностей культуры и от климатических факторов. Так же стоит обратить внимание на абиотические факторы, в частности фунгицидная обработка, после которой патогенная микобиота семян снижалась до депрессивного состояния или полностью подавлялась.

Наши наблюдения показали, что в фазу кущения на сортах озимой пшеницы интенсивность развития (16,7-20,0%) корневых гнилей фузариозно-гельминтоспориозной этиологии превышало ПВ. Поражение отмечалось у основания стебля и на нижнем междоузлии. Сильнее поражался сорт Скипетр. Биологическая эффективность химического протравителя Селест Макс с разными дозами варьировала в пределах от 83,5 до 96,0%, на сорте Ермак от 75,1 до 100%. На интенсивное развитие болезни повлиял холодный влажный ранневесенний период и резкие суточные колебания температуры, в это время корневая система формировалась медленно, а отдельные участки корней вследствие недостатка воздуха переувлажненной почвы отмирали, тем самым являясь источником инфекции. Гриб *Pythium* ослабил растение, сделав паренхиму корня и проростка рыхлой и доступной для других патогенов, в частности для фузариевых грибов (*Fusarium* spp.). Степень поражения болезнью и ее распространенность максимальной также была по сорту Скипетр, что характеризовало сорт Ермак более устойчивым к возбудителям корневых гнилей и отзывчивым на химическую обработку семенного материала.

В колошение культуры интенсивность поражения гнилями в контрольном варианте по отношению к фазе кущения возросла в 1,5 раза, максимально опять же на сорте Ермак, однако степень поражения снизилась в 1,4 раза, распространенность в 1,8 раза. Биологическая эффективность протравителя отмечалась в пределах 65,2-82,6%, на сорте Ермак – 80,0%.

В одной из наших публикаций ранее за период 2016-2017гг. было отмечено, что смешанная инфекция наблюдалась при неустойчивом и достаточном увлажнении в июле (ГТК – 1-1,4) [1]. И в 2017-2018гг. достаточно влажная и теплая погода июля при ГТК 1,2 способствовала комплексному развитию патогенов, а именно фузариозно-гельминтоспориозной гнили.

Наблюдалось снижение поражения и распространенности из-за сильной воздушной и почвенной засухи. Температура почвы на опытном участке на глубину 5-10 см в полуденное время колебалась от 22,9 до 32,8 градусов. Растения находились в стрессовой ситуации. Достаточно влажная и теплая

погода июля месяца сопутствовала интенсивности поражения возбудителями различной этиологии (26,2-30,0%), которые в 2 раза превышали ПВ. Степень развития заболевания достигала 32,7-46,9% с распространенностью 80,0%. Сорт Скипетр находился в фазе молочно-восковой спелости, Ермак - начало восковой. Поражение сортов озимой пшеницы дифференцировалось, и микромицеты pp. *V. sorokiniana*, *Fusarium*, *Alternaria* занимали вторичные корни, основание стебля, поражение распространялось, достигая второго междоузлия, грибы из рода *Rhizium* отмечались только в прикорневой и корневой зонах растения.

На сорте Ермак эффект от применения отдельно взятых фунгицидов Альто Супер 0,5 л/га и Амистар Экстра 1,0 л/га (76,3%), и при использовании смесевой формы Амистар Экстра 0,7 л/га + Здоровый урожай 0,9 л/га (71,4%) на фоне протравителя Селест Макс 1,75 л/т был значительным в сравнении с другими вариантами. На Скипетре фунгицидная активность исследуемых препаратов несколько возросла и максимальной отмечалась от применения Амистар Трио на фоне Селест Макс 1,75 л/т (80,4%). Среди бинарных смесей активнее подавляла не только Амистар Трио 0,8 л/т + Здоровый урожай 0,8 л/га, но и Амистар Трио 0,8 л/т + Альфастим 30 мл/га (71,3%), имея такую же эффективность, как и на сорте Ермак. В целом биологическая эффективность фунгицидов и их баковых композиций с регуляторами роста на сорте Скипетр (72,5%) превалировала по отношению к сорту Ермак (69,9%). Распространенность патогена была не стабильной (30-60%), но превышала контроль в несколько (1,3-2,7) раз.

Климатические условия во время вегетации повлияли на состояние семенного материала, общая зараженность которого оставалась максимальной (81-100%). И превалирующей инфекцией за годы исследований оставалась альтернариозная (43-56%). Недостаток тепла и низкая влажность в период заражения патогеном способствовали умеренному развитию возбудителя и высокой эффективности (88,9-94,4%). Развитие фузариозной инфекции протекало от слабого до умеренного и ниже экономического порога



вредоносности, в результате чего посевной материал имел более низкую зараженность, что отразилось на фунгицидной активности препаратов (71,4-100%). Среди зародышевых органов растений в наибольшей степени были поражены семя и coleoptile. Фунгицидная активность протравителя Селест Макс 1,75 л/т на сорте Скипетр оставалась стабильной - 92-93%, на Ермаке находилась на уровне (88,9-97%).

За последние годы наметилась тенденция наибольшего поражения данным заболеванием не только coleoptильной части зародышевого органа, а и прикорневой части проростка, что указывает на передачу возбудителей корневых инфекций не только через семена, но и почву. В конце вегетации культуры интенсивность поражения гнилями в контрольном варианте по отношению к фазе кущения возросла в 1,3-1,8 раза, максимально на сорте Ермак. Степень поражения в 1-1,9 раза, число пораженных органов наибольшим оставалось на растениях озимой пшеницы Скипетр. Распространенность заболевания увеличилось в 2-2,2 раза, без существенного сортового различия. В 2017 году интенсивность поражения возрастала в 5,6 раза, максимально опять же на сорте Ермак (9,1 раза), однако степень поражения уменьшалась в 1,2 раза. На Скипетре, наоборот, увеличилась на такой же порядок. Такая же ситуация прослеживалась и по распространенности данного заболевания.

В целом, корневая гниль представляла собой смешанную инфекцию и локализовалась в ризосфере растения. В фазу кущения корневую гниль озимой пшеницы вызывали в основном микромицеты из рода *Rhizium*, *Fusarium* и незначительно грибок *V. sorokiniana*. К концу вегетации экологические ниши дифференцировались, и микромицеты pp. *V. sorokiniana*, *Fusarium*, *Alternaria* занимали вторичные корни, основание стебля, поражение распространялось и до второго междоузлия, грибы из рода *Rhizium* отмечались только в прикорневой и корневой зонах растения. В очередной раз доказано, что типичная фузариозно-гельминтоспориозная корневая гниль распространена преимущественно тогда, когда гидротермические условия в июле (ГТК -1-1,4

неустойчивое и недостаточное увлажнение) складывались благоприятно как для сохранения инфекции в почве, так и для интенсивного развития болезни. Выявлен комплекс семенной фитопатогенной микобиоты озимой пшеницы в условиях зернопарового агробиоценоза в зависимости от средств химической защиты и погодных условий. Определены фунгициды, которые способны подавлять развитие фитопатогенов как на семенах, так и в ризосфере растений ниже пороговой численности.

#### Список литературы

1. Гультаева Е.И., Шайдаюк Е.Л., Шипилова Н.П. и др. Болезни зерновых культур в северо-западном регионе в 2017 г. // Защита и карантин растений. 2018. N 4. С. 19-21.
2. Лавринова В.А. Защита семян и растений – залог хорошего урожая ячменя // Защита и карантин растений. 2011. N 1. С. 24 – 25.
3. Лавринова В.А. Будущий урожай зависит от протравливания семян // Защита и карантин растений. 2012. N 9. С. 25 – 26.
4. Лавринова В.А. Изменение зараженности семян озимой пшеницы при хранении // Защита и карантин растений. 2015. N 8. С. 15 - 16.
5. Лавринова В.А., Полунина Т.С., Гусев И.В., Леонтьева М.П. Влияние фунгицидов и природных факторов на микобиоту корневой системы и почвы // Вестник аграрной науки. 2018. N 2(71). С. 12-18.
6. Лавринова В.А., Полунина Т.С., Гусев И.В. Фунгициды против комплекса микромицетов на семенах озимой пшеницы в северо-восточной части Центрального Черноземного региона // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. N 10(76). Ч.1. С. 81-83
7. Марченкова Л.А., Чавдарь Р.Ф., Павлова О.В., Орлова Т.Г. Фитосанитарное состояние семян сортов и линий зерновых культур в Московской области // Защита и карантин растений. 2019. N 6. С.26-28.