

УДК 632.4:633.11“324”(470.32/.45/.6)

МОНИТОРИНГ АЛЬТЕРНАРИЕВЫХ ГРИБОВ НА ЗЕРНЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ХОЗЯЙСТВАХ ЮГА РОССИИ (2014–2020 гг.)

© 2022 г. Н. И. Будынков^{1,*}, С. Н. Михалева¹¹Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии
143050 Московская обл., Одинцовский р-н, пос. Большие Вяземы, ул. Институт, влад. 5, Россия

*E-mail: oranzar@yandex.ru

Поступила в редакцию 17.09.2021 г.

После доработки 05.10.2021 г.

Принята к публикации 15.11.2021 г.

Проведены мониторинг колонизации зерна озимой пшеницы альтернариевыми грибами в Ростовской, Курской, Волгоградской обл. и Ставропольском крае в период 2014–2020 гг., а также микологическая оценка сортообразцов пшеницы с заболеванием “черный зародыш”. За период исследования общий уровень колонизации находился в диапазоне 48–85%. Наибольшая колонизация семян озимой пшеницы альтернариевыми грибами за период 2014–2020 гг. отмечена в Ставропольском крае (61–85%), меньшая – в Курской (69–79%), Волгоградской (53–80%), Ростовской (48–73%) обл. В 2020 г. наименьший уровень колонизации был отмечен на зерне из Волгоградской обл. (59%), более высокий – в Ставропольском крае (65%) и в Курской области – (69%), наибольший – в Ростовской области (73%). При высоком уровне колонизации семян альтернариевыми грибами зерно имело хорошие посевные качества и незначительное количество зерен с черным зародышем. Это доказало, что зерно озимой пшеницы на юге европейской территории России колонизируют в основном непатогенные виды *Alternaria*. Микологический анализ зерна сортов озимой пшеницы с черным зародышем показал, что потемнение зерновок зачастую не было связано с альтернариевыми грибами – данные микромицеты отсутствовали на части локально потемневших зерен.

Ключевые слова: озимая пшеница, зерно, семена, микромицет, виды альтернарии, колонизация, сильные патогены, слабые патогены, микотоксины, “черный зародыш”.

DOI: 10.31857/S0002188122020041

ВВЕДЕНИЕ

Продовольственное и фуражное зерно может быть колонизировано продуцентами микотоксинов – фузариевыми, аспергилловыми, пеницилловыми и головневыми грибами, а также возбудителем спорыньи. Фитопатогенные микромицеты вызывают заболевания растений, приводящие к снижению их урожайного потенциала и качества продукции. Наиболее опасны карантинные виды патогенов, но они в большинстве сельскохозяйственных регионов практически не встречаются, и эта опасность, благодаря активной работе карантинных служб, носит в основном потенциальный характер. Реальную опасность повсеместно представляют сильные патогены, постоянно присутствующие в полевых агроценозах, а также переносимые на значительные расстояния аэрогенным путем, имеющие высокий эпифитотийный потенциал (например, возбудители стеблевой и желтой ржавчины пшеницы при благоприятных для их эпифитотийного развития условиях).

Резерваторами сильных патогенов в полевых агроценозах могут быть больные растения, растительные остатки с высоким уровнем колонизации, почва, а также зерно – падалица, семена. Так сохраняются в межсезонье возбудители листовых и сосудистых заболеваний, гнилей и др. Семена, колонизированные опасными видами, нередко обеспечивают лишь низкий урожайный потенциал посевов, проблемы с развитием болезней растений, позволяют опасным видам перемещаться на значительные расстояния от места первичной колонизации, делают партии зерна с запороговыми заражениями и загрязнениями, непригодными к реализации и использованию для посева и переработки. Поэтому семенная микробиота представляет особый интерес для инспекций и зернопроизводителей.

Наряду с опасными патогенами на зерне часто встречаются виды микромицетов, имеющие неоднозначные оценки их вредоносности. К ним, в частности, относятся альтернариевые грибы. Они встречаются на зерне пшеницы всех регионах

планеты с высокой частотой (до 100%), их часто относят к возбудителям опасных заболеваний, в частности, черни, “черного зародыша” зерновок. Отдельные фирмы-производители и дистрибьюторы средств защиты растений построили на базе опасности альтернарии стратегии массовых продаж препаратов; есть также австралийский прецедент карантинных проблем с экспортом зерна пшеницы, колонизированного видом *Alternaria triticina* [1, 2].

Грибы рода *Alternaria*, видимо, чаще других грибов и бактерий встречаются на семенах основных зерновых культур (пшеницы, ячменя, овса, ржи и др.) во всем мире и представляют собой наиболее обычный компонент микробиома зерна [1]. О систематике, этиологии и вредности заболеваний, традиционно связываемых с грибами р. *Alternaria*, существуют противоречащие друг другу мнения. Альтернариевые грибы относят к 3-м разным секциям р. *Alternaria*, различающимся не только по морфологическим признакам, но и по экологическим свойствам и практическому значению. Из числа мелкоспоровых видов (секция *Alternaria* род *Alternaria*) на зерновых и других культурах наиболее распространены 3 вида. Значительно чаще других встречается *A. tenuissima*, реже, но также повсеместно, выявляют *A. alternata* и *A. arborescens*. Эти виды способны синтезировать микотоксины альтенуен, альтернариол, альтернариол-метилловый эфир [3]. Вид *A. avenicola* из секции *Panax* обнаруживают приблизительно в 10% образцов зерна в европейской части России. Вероятно, *A. avenicola* также является неспециализированным сапротрофом.

Комплекс видов *A. infectoria* по молекулярным признакам сильно отличается от остальных видов *Alternaria*, и, возможно, когда-нибудь будет выделен в отдельный новый род. Виды комплекса *A. infectoria* обычно являются сапротрофами и не синтезируют известные микотоксины. Комплекс включает ≈40 филогенетически близких видов, многие из которых трудноотличимы друг от друга. В том числе в данный комплекс включают *A. infectoria* E.G. Simmons и, судя по всему, довольно патогенный вид *A. triticina* Prasad et Prabhu. Для 9-ти видов известно несколько случаев обнаружения в природе телеоморф из рода *Lewia* [1, 4].

Виды *Alternaria* могут проявлять дифференцированную патогенную активность. В работе индийских ученых-биохимиков при изучении различной активности изолятов *Alternaria alternata* один из 15-ти изолятов (AA1) оказался высоковирулентным, другой (AA6) — авирулентным. Вирулентный изолят *A. alternata* продуцировал больше целлюлолитических (C1 и Cx) и пектинолитических (ферменты мацерации, пектиновая метилэстераза и эндо-полигалактуроназа) ферментов *in*

vitro, чем авирулентный. Активность целлюлолитических ферментов повышалась с увеличением возраста культуры. В то же время пектинолитические ферменты были высокоактивны в 10-суточной культуре, и их активность снижалась с увеличением возраста культуры. Активность ферментов, продуцируемых авирулентным изолятом патогена, не снижалась, и эти ферментативные активности увеличивались с увеличением возраста культуры [5].

По деградации энзимов пектинметилэстеразы и эндополигалактуроназы были выявлены 3–5-кратные различия между вирулентным и авирулентными штаммами *A. alternata*, а также — по величине массы сухого мицелия альтернарии [5].

Встречаемость видов *Alternaria* на зерне в большинстве регионов мира высокая. Например, в работе словацких исследователей была проведена оценка колонизации зерна суслового ячменя видами патогенных и сапротрофных микромицетов. Встречаемость альтернариевых грибов находилась в диапазоне 32–97%, аспергиллов — 0–39%, гельминтоспориума — 1–49% [6].

Сербские ученые выявили в 2012–2013 гг. 55–80%-ный уровень колонизации зерна озимой пшеницы видами *Alternaria*. Они предупреждали об опасности альтернариевых микотоксинов, а также о значительной вредности патогенов данной группы при взаимодействии с более сильными возбудителями опасных болезней пшеницы, например, с *F. graminearum* [7].

В провинциях Турции зараженность зерна видами *Alternaria* достигала 80%. Были идентифицированы виды альтернарии *Alternaria alternata*, *A. chlamydosporigena*, *A. infectoria*, *A. quercus*, *A. tenuissima*, *A. triticina*; доминировали *A. alternata*, *A. tenuissima*, *A. triticina*. Изоляты *A. alternata* отдельно или с другими грибами, например, *A. triticina*, *A. tenuissima*, выделяли из зерен с черным зародышем. Изоляты *A. triticina* выделяли также из листьев с темной пятнистостью [8].

По данным аргентинских специалистов, колонизация семян пшеницы альтернариевыми грибами составляла от 20 до 79%; сказывался региональный фактор. Сообщали также об изоляции штаммов *Alternaria* sp. из семян пшеницы (*Triticum aestivum*); развитие альтернариоза на растениях, полученных из зараженных семян, экспериментально не было продемонстрировано. После передачи от семян инфекции штаммов *Alternaria tenuissima*, *A. alternata*, *A. infectoria*, *A. triticina*, *A. chlamydospora* и представителей родственных родов *Embellisia* и *Ulocladium* проросткам, с большинством изолятов *Alternaria* spp., *Embellisia* sp. и *Ulocladium* sp. появлялись отчетливые симптомы гнили семян и инфицирования растений [9].

Наиболее опасным для пшеницы видом альтернарии признана *A. triticina*, вызывающая листовую пятнистость, и иногда приводящая к ощутимым потерям урожая зерна [2, 9–11], хотя встречающийся в Аргентине вид *Alternaria triticimaculan*, мог быть иногда более вредоносным [9, 12, 13].

На основе результатов проведенного исследования в Тамбовской обл. показано, что основными возбудителями инфекции на семенах являлись грибы родов *Fusarium* (в 2017 г. зараженность ими семян составила 0–21%) и *Alternaria* (в 2017 г. – 19–60%). Грибы рода *Alternaria* – токсикогенные грибы, поражающие вегетирующие растения и зерно, их вредоносность возрастает в ЦЧР и усиливается зараженность семенного материала. На семенах с низкой всхожестью присутствовали возбудители альтернариоза и фузариоза [14].

Негативное влияние альтернариевых инфекций и токсинов на показатели продуктивности и качества зерна спелты отмечено группой сербских ученых; в то же время повышение содержание токсинов имело положительную корреляцию с содержанием белка в зерне спелты [15].

Многие виды альтернарии сопровождают заболевание “черный зародыш” зерна озимой пшеницы. Делаются попытки назвать альтернарию возбудителем этого заболевания по причине ее очень частой встречаемости на зернах с черным зародышем [14], но ряд исследований ставит под сомнение данное допущение. Например, исследования, проведенные в Австралии на восприимчивом к заболеванию “черный зародыш” сорте *SUN239V*, показали, вопреки устоявшемуся мнению, что никаких белков грибного и бактериального происхождения в потемневшей ткани не было; очевидно, ее потемнение не было связано с микробной активностью. В то же время здесь присутствовали стрессовые растительные белки, т.е. продукты генов, связанных со стрессом, болезнями и защитой. Были обнаружены более высокие уровни содержания этих белков в зерне без черного зародыша. Авторы предполагают, что защита от болезни может быть обеспечена повышенным уровнем “стрессовых” белков [16]. Допускали отсутствие связи между черным зародышем и колонизацией зерна альтернариевыми грибами также российские специалисты из Санкт-Петербурга [1, 4]. Отмечены успешные попытки подавления развития альтернарии на пшенице с помощью химических и биологических средств защиты растений [1, 4, 7, 17].

Цель работы – мониторинг количественного состава альтернариевых грибов в образцах семян озимой пшеницы из Ростовской, Курской, Волгоградской областей и Ставропольского края за период 2014–2020 гг. и оценка альтернариевых

грибов как возбудителей черного зародыша пшеничных зерновок.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили на образцах семенного зерна озимой пшеницы с производственных полей Волгоградской, Курской, Ростовской областей и Ставропольского края в лаборатории ВНИИФ в 2014–2020 гг.

Образцы семян отбирали с токов и из зернохранилищ хозяйств. Они отличались высокими посевными качествами: имели всхожесть не меньше 94%, встречаемость зерен с черным зародышем не превышала 0.5%.

Микробиологические анализы в условиях лаборатории ВНИИФ проводили по методике с использованием искусственной питательной среды Чапека. Зерновки озимой пшеницы закладывали на питательную среду с целью оценки уровня их колонизации микроорганизмами грибной природы. Анализ видового состава микробиоты *in vitro* проводили на 7-е сут инкубации. Видовую принадлежность образующихся на питательной среде колоний микромицетов определяли по форме органов споруляции (конидиеносцев, конидий, асков, спор и др.) под микроскопом [18–20].

Учитывали количество колоний микроорганизмов разных видов, выделенных *in vitro*, далее вычисляли долю (%) каждого выделенного микроорганизма относительно числа зерновок, размещенных на питательной среде, проводили также подсчет доли зерновок с колонизацией тем или иным микроорганизмом. В статье приведены 7-летние результаты оценки уровня колонизации зерна альтернариевыми грибами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Лабораторная оценка колонизации зерна озимой пшеницы альтернариевыми грибами в 2014–2020 гг. в зернопроизводящих хозяйствах Северного Кавказа (Ставропольский край, Ростовская обл.), Черноземной зоны (Курская область) и Нижнего Поволжья (Волгоградская область) показала следующие результаты (рис. 1).

За период изучения общий уровень колонизации находился в диапазоне 48–85%. Наименьший уровень колонизации семян озимой пшеницы видами альтернарии в начале исследования (2014 г.) отмечен в Волгоградской (53%) и Ростовской (55%) обл. Значительно больше он был в Курской обл. (79%) и в Ставропольском крае (85%).

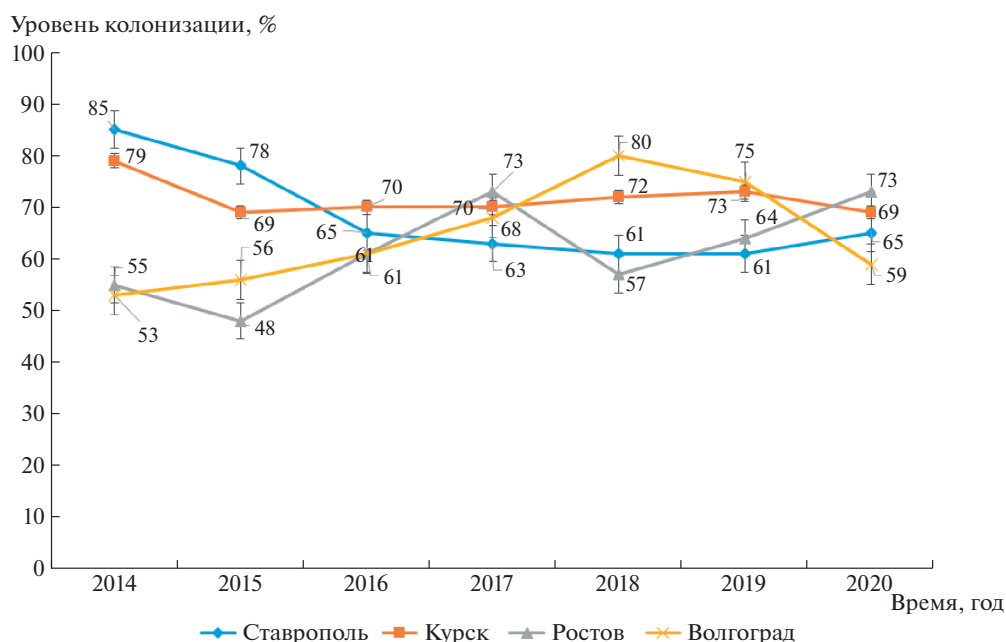


Рис. 1. Колонизация зерна озимой пшеницы альтернариевыми грибами (2014–2020 гг.).

На семенах урожая 2015 г. в Ставропольском крае, Курской и Ростовской обл. в сравнении с аналогичными показателями предыдущего года произошло снижение доли колонизированных ими зерен на 7–10%, в Волгоградской обл. – ее повышение на 3%.

К 2016 г. с повсеместным повышенным увлажнением на полях регионов, снижение уровня зараженности семян альтернарией (на 13%) наблюдали только в хозяйствах Ставропольского края, а в Ростовской, Волгоградской и Курской областях отмечали увеличение данного показателя на 13, 5 и 1% соответственно. В 2017 г., также с высокой влагообеспеченностью, эти тенденции в регионах сохранились. В 2018–2019 гг. по сравнению с 2017 г. относительная стабильность заселенности семян озимой пшеницы видами альтернарии отмечена в Курской обл. и Ставропольском крае, несмотря на снижение влагообеспеченности полей. В то же время в Волгоградской обл. данный показатель увеличился к 2018 г. на 12%, но снизился к 2019 г. на 5%, в Ростовской обл. он снизился к 2018 г. на 16% и увеличился к 2019 г. на 7%. Довольно резкое уменьшение уровня колонизации (на 16%) произошло к 2020 г. в Волгоградской обл.; в то же время в Ставропольском крае отмечено 4%-ное, в Ростовской обл. – 9%-ное увеличение, в Курской обл. – 4%-ное снижение показателя. Ни в годы с повсеместным увлажнением (2014, 2016, 2017), ни в засушливые (2015, 2018) годы не наблюдали однозначного изменения уровня колонизации се-

мян озимой пшеницы видами альтернариевых грибов: в одних регионах могло идти увеличение данного показателя, в других – его снижение или относительная стабилизация.

Прослежены региональные особенности динамики уровня колонизации: с 2014 г. отмечено снижение данного показателя в Ставропольском крае до 2015 г., в Курской обл. – до 2016 г., а затем – относительная стабилизация, соответственно на уровне 61–65% и 69–73%. В Ростовской и Волгоградской обл. с 2015 г. до 2017 г. шло нарастание уровня зараженности семян озимой пшеницы альтернарией, а затем наблюдали противоположные тенденции: до 2018 г. в Волгоградской обл. – довольно резкий подъем, в Ростовской обл. – не менее резкий спад уровня зараженности, затем к 2020 г. в Волгоградской обл. – уменьшение показателя с 80 до 59%, в Ростовской – его подъем с 57 до 73%.

Таким образом, наибольший уровень колонизации семян озимой пшеницы альтернариевыми грибами за период 2014–2020 гг. отмечен в Ставропольском крае (61–85%), меньший – в Курской обл. (69–79%), Волгоградской (53–80%), Ростовской (48–73%). В то же время, по величине показателя в 2020 г. наименьший уровень колонизации был отмечен на семенах из Волгоградской обл. (59%), более высокий – в Ставропольском крае (65%) и в Курской обл. (69%), наибольший – в Ростовской области (73%). Наибольшая вариабельность данного показателя прослежена в Волгоградской обл.; относительная стабильность

в 2016–2020 гг. – в Курской обл. и Ставропольском крае на уровне 69–72 и 61–65% соответственно. При высоком уровне колонизации зерна альтернариевыми грибами семена имели высокий уровень посевных качеств и незначительное количество зерен с черным зародышем. Это показало, что зерно озимой пшеницы колонизируют в основном непатогенные виды *Alternaria*.

Было проведено сравнительное изучение колонизации зерна с заболеванием “черный зародыш” и без него видами микромицетов в образцах озимой пшеницы из различных регионов юга России.

В Волгоградской обл. на стадии полной спелости летом 2017 г. на одном из полей было замечено массовое формирование зерновок с черным зародышем. Из образца зерна с данного поля были отобраны зерновки с потемнением в области зародыша и без потемнения и заложены на питательную среду Чапека. Микробиологический анализ показал следующие результаты (табл. 1). На зерновках без потемнения частота встречаемости альтернариевых грибов составила 28, на зерновках с черным зародышем – 23%, т.е. на 5% меньше. В то же время мукоровые и неспорулирующие грибы, а также аспергиллы на зерновках с черным зародышем встречались чаще, чем на зерновках без заболевания. Альтернария была выделена из 23% потемневших зерен, т.е. на 77% зерновок с черным зародышем альтернарии не было, поэтому едва ли следует считать ее в данном случае возбудителем заболевания “черный зародыш”. Микромицеты колонизировали 59% зерновок с черным зародышем, на 41% их не было выявлено, поэтому в данном случае потемнение в области зародыша не было связано с жизнедеятельностью грибов в их отсутствии. Аналогичные результаты получили австралийские ученые на биохимическом уровне, когда проведенные на восприимчивом к заболеванию “черный зародыш” сорте исследования показали, вопреки устоявшемуся мнению, что никаких белков грибного и бактериального происхождения в потемневшей ткани не было, и ее потемнение не связано с микробной активностью [16].

Для дальнейшего изучения связи заболевания “черный зародыш” с микромицетами из образцов семян Ростовской, Волгоградской обл. и Ставропольского края были разделены и заложены на питательную среду зерновки с потемнением в области зародыша и без потемнений. Сравнительная оценка встречаемости колонизирующих микромицетов показала следующие результаты (табл. 2). В ростовском образце семян сорта Алексеич альтернариевые грибы присутствовали на семенах

Таблица 1. Частота колонизации зерна озимой пшеницы микромицетами в связи с заболеванием “черный зародыш” (Волгоградская обл., 2017 г.)

Микромицет	Частота встречаемости на зерновках, %	
	Без потемнения	С черным зародышем
<i>Alternaria</i> spp.	28	23
<i>Mucor</i> spp.	14	20
<i>Arthrobotrys</i> sp.	7	0
<i>Mycelia sterilia</i>	0	12
<i>Aspergillus niger</i>	0	4

без потемнения (здоровых) в 72% зерновок, на семенах с черным зародышем – в 29% зерновок. 71% потемневших зерновок не содержал альтернарии и потемнение в этом случае, очевидно, не было связано с ее паразитированием. Кроме того, на семенах с черным зародышем было выявлено 12% зерен с высокопатогенным грибом *Fusarium moniliforme*, 10% – с возбудителем гельминтоспориозных гнилей *B. sorokiniana*, из зерен без потемнения эти патогены на питательную среду не высевались. Плесневые грибы родов ризопус и аспергилл присутствовали только на больных зернах, и неспорулирующих грибов *Mycelia sterilia* в этом случае было в 2.4 раза больше, чем на здоровых зерновках, грибы-пенициллы отмечены только на здоровых зернах, и грибов-муковок также было значительно больше.

В образце сорта Станичная (из Волгоградской обл.) отмечена 88%-я колонизация потемневших зерен альтернариевыми грибами, других микромицетов выявлено не было. На 12% потемневших зерен альтернария не была обнаружена, 73% зерен без потемнения были колонизированы видами *Alternaria*, а также *F. moniliforme* и неспорулирующими грибами с долей 20% и 11% соответственно – на больных черным зародышем зернах фузариоза в данном случае выявлены не были.

В образце зерна пшеницы сорта Жайвир из Ставропольского края альтернария присутствовала на 69% больных зерен, кроме того, из 22% выделяли мукоры, из 18% – неспорулирующие грибы. На здоровых зернах 2-х последних групп микромицетов не было, но на 52% отмечена колонизация видами *Alternaria*, на 31% – *F. sporotrichiella* и на 16% – *Epicoccum* sp., 2 последних вида из больных зерен образца выделено не было.

В образце зерна пшеницы сорта Баграт из Ставропольского края альтернария присутствовала на 62% зерен с черным зародышем, кроме

Таблица 2. Частота колонизации семян озимой пшеницы микромицетами в связи с заболеванием “черный зародыш” в регионах юга России (2017 г.)

Микромицет	Частота встречаемости на зерновках, %	
	без потемнения	с черным зародышем
Ростовская обл., сорт Алексееч		
<i>Alternaria</i> spp.	72	29
<i>F. moniliforme</i>	0	12
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	0	10
<i>Mucor</i> spp.	41	23
<i>Rhizopus nigricans</i>	0	11
<i>Aspergillus flavus</i>	0	18
<i>Aspergillus niger</i>	0	35
<i>Mycelia sterilia</i>	10	24
<i>Penicillium chrisogenum</i>	3	0
Волгоградская обл., сорт Станичная		
<i>Alternaria</i> spp.	73	88
<i>F. moniliforme</i>	20	0
<i>Mycelia sterilia</i>	11	0
Ставропольский край, сорт Жайвир		
<i>Alternaria</i> spp.	52	69
<i>F. sporotrichiella</i>	31	0
<i>Epicoccum</i> sp.	16	0
<i>Mucor</i> spp.	0	22
<i>Mycelia sterilia</i>	0	18
Ставропольский край, сорт Баграт		
<i>Alternaria</i> spp.	43	62
<i>F. graminearum</i>	6	0
<i>F. moniliforme</i>	36	29
<i>F. sporotrichiella</i>	4	31
<i>Mucor</i> spp.	0	0
<i>Mycelia sterilia</i>	28	10

того, на 29% зерен был обнаружен патогенный гриб *F. moniliforme*, на 31% – токсикант *F. sporotrichiella* и на 10% – неспорулирующие сапротрофные грибы. В 38% зерен с черным зародышем альтерналиевые грибы отсутствовали.

На 43% здоровых зерен отмечена колонизация видами *Alternaria* (на 19% меньше, чем при наличии черного зародыша), на 36% – *F. moniliforme*, на 4% – *F. sporotrichiella*. Из 28% здоровых зерновок выделяли неспорулирующие грибы.

Проведенные исследования зерна сортов озимой пшеницы с черным зародышем показали, что потемнение зерновок зачастую имеет физиологическую природу, не связано с альтерналиевыми грибами, из-за отсутствия последних на части локально потемневших зерен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен мониторинг колонизации семян озимой пшеницы альтерналиевыми грибами в Ростовской, Курской, Волгоградской обл. и Ставропольском крае за период 2014–2020 гг., а также микологическая оценка сортообразцов пшеницы с заболеванием “черный зародыш”. За период изучения общий уровень колонизации находился в диапазоне 48–85%. Наибольший уровень колонизации семян озимой пшеницы альтерналиевыми грибами за период 2014–2020 гг. отмечен в Ставропольском крае (61–85%), меньший – в Курской (69–79%), Волгоградской (53–80%), Ростовской (48–73%) обл. В то же время по величине этого показателя в 2020 г. наименьший уровень колонизации был отмечен на семенах из Волгоградской области (59%), более высокий – в Ставропольском крае (65%), в Курской обл. (69%), наибольший – в Ростовской обл. (73%). При высоком уровне колонизации семян альтерналиевыми грибами они имели хорошие посевные качества и незначительное количество зерен с черным зародышем. Это показало, что зерно озимой пшеницы на юге европейской территории России колонизируют в основном непатогенные виды *Alternaria*.

Микологический анализ зерна сортов озимой пшеницы с черным зародышем установил, что потемнение зерновок зачастую не связано с альтерналиевыми грибами – данные микромицеты отсутствовали на части локально потемневших зерен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ганнибал Ф.Б. Альтерналиоз зерна – современный взгляд на проблему // Защита и карантин раст. 2014. № 6. С. 11–15.
2. Gordon M. Murray Industry biosecurity plan for the grains industry. Threat Specific Contingency Plan: Leaf blight of wheat *Alternaria trititica* // Plant Health Australia. 2009. № 8. 28 p. Website: www.plant-healthaustralia.com.au
3. Аверкиева О., Айдинян Т., Крюков О. Какие микотоксины “прячутся” в нашем зерне // Комбикорма. 2012. № 6. С. 119–120.
4. Ганнибал Ф.Б. Мониторинг альтерналиозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*. Метод. пособ. СПб.: ВИЗР, 2011. 70 с.
5. Hubballi M., Sornakili A., Anand S.N.T., Raguchander T. Virulence of *Alternaria alternata* infecting noni associated with production of cell wall degrading enzymes // J. Plant. Prot. Res. 2011. V. 51. № 1. P. 87–92.

6. Roháčik T., Hudec K. Fungal infection of malt barley kernels in Slovak Republic // *Plant Protect. Sci.* V. 43. № 3. P. 86–93.
7. Jevtić R., Župunski V., Lalošević M., Tančić Živanov S. Colonization of winter wheat grain with *Fusarium* and *Alternaria* species and influence on pest control management // *J. Gen. Plant Pathol.* 2019. V. 85. P. 273–281.
<https://doi.org/10.1007/s10327-019-00844-y>
8. Ūnal F., Çakır E. Molecular identification of sooty molds on wheat fields in central anatolia region and effect of seed germination // *Euras. J. Agricult. Res.* 2017. V. 1. № 1. P. 73–81.
9. Perelló A., Larran S. Nature and effect of *Alternaria* spp. Complex from wheat grain on germination and disease transmission // *Pak. J. Bot.* 2013. V. 45. № 5. P. 1817–1824.
10. Прескотт Дж.М., Бурнетт П.А., Сару Е.И., Рансом Дж., Боуман Дж., де Миллиано В., Сингх Дж., Бекеле Г. Болезни и вредители пшеницы. Алматы: ГТЦ-СИММИТ, 2002. 135 с.
11. Дувеллер Е., Сингх П.К., Меццалама М., Сингх Р.П., Дабабат А. Болезни и вредители пшеницы. Рук-во для полевого определения (2-е изд.). Анкара, 2018. 148 с.
12. Andersen B., Sorensen J.L., Nielsen K.F., Gerrits van den Ende B., de Hoog S. A polyphasic approach to the taxonomy of the *Alternaria infectoria* species-group // *Fungal Genet. Biol.* 2009. V. 46. P. 642–656.
13. Perello A., Cordo C., Simon M.R. A new disease of wheat caused by *Alternaria triticimaculans* in Argentina // *Agronomie.* 1996. V. 16 (2). P. 107–112.
14. Полунина Т.С., Лавринова В.А., Леонтьева М.П., Гусев И.В. Зависимость патогенной микобиоты семян от сортовых особенностей озимой пшеницы в ЦЧР // Биологическая защита растений — основа стабилизации агроэкосистем. Вып. 10. Мат-лы Международ. науч.-практ. конф. “Биологическая защита растений — основа стабилизации агроэкосистем. Становление и перспективы развития органического земледелия в Российской Федерации” 11–13 сентября 2018 г. Краснодар, 2018. С. 360–363.
15. Disalov J.N., Bodroža-Solarov M.I., Krulj J.A., Pezo L.L., Čurčić N.Ž., Kojić J.S., Ugrenović V.M. Impact of *Alternaria* spp. and alternaria toxins on quality of spelt wheat // *J. Agricult. Sci.* 2018. V. 10. № 2. P. 89–97.
16. Mac Y., Willows R.D., Roberts T.H., Wrigley C.W., Sharp P.J., Copeland L. Black Point is associated with reduced levels of stress, disease- and defence-related proteins in wheat grain // *Mol. Plant Pathol.* 2006. V. 7. № 3. P. 177–189.
17. Kakraliya S.S., Zacharia S., Bajiya M.R., Mukesh Sh. Management of leaf blight of wheat (*Triticum aestivum* L.) with bio-agents, neem leaf extract and fungicides // *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 2017. V. 6. № 7. P. 296–303.
<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.607.034>
18. Наумова Н.А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию. М., 1951, 140 с.
19. Будынков Н.И., Михалева С.Н., Проскурин А.В. Динамика факультативных паразитов грибной природы в полевых агроценозах с минимальной обработкой почвы в западной части Волгоградской области // *Агрохимия.* 2021. № 1. С. 64–71.
20. Будынков Н.И., Михалева С.Н. Болезни нута на юге европейской территории России. Семенная инфекция // *Достижения. науки и техн. АПК.* 2018. Т. 32. № 7. С. 31–35.

Monitoring of *Alternaria* Fungi on Winter Wheat Grain in Farms in the South of Russia (2014–2020)

N. I. Budynkov^{a,#} and S. N. Mikhaleva^a

^aThe All-Russian Research Institute of Phytopathology
ul. Institute, vlad. 5, Moscow region, Odintsovo district, village Bolshye Vyazemy 143050, Russia

[#]E-mail: oranzar@yandex.ru

Monitoring of colonization of winter wheat grain by *Alternaria* fungi in the Rostov, Kursk, Volgograd region and Stavropol Territory in the period 2014–2020, as well as mycological assessment of wheat varieties with the disease “black germ” were carried out. During the study period, the overall colonization rate was in the range of 48–85%. The largest colonization of winter wheat seeds by *Alternaria* fungi over the period 2014–2020 was noted in the Stavropol Territory (61–85%), smaller – in the Kursk (69–79%), Volgograd (53–80%), Rostov (48–73%) regions in 2020. The lowest level of colonization was observed on grain from the Volgograd region (59%), higher – in the Stavropol Territory (65%) and in the Kursk region (69%), the highest – in the Rostov region (73%). With a high level of seed colonization by *Alternaria* fungi, the grain had good sowing qualities and an insignificant number of grains with a black embryo. This proved that winter wheat grains in the south of the European territory of Russia are colonized mainly by non-pathogenic *Alternaria* species. Mycological analysis of the grain of winter wheat varieties with a black embryo showed that the darkening of the grains was often not associated with *Alternaria* fungi – these micromycetes were absent on a part of locally darkened grains.

Key words: winter wheat, grain, seeds, micromycete, alternaria species, colonization, strong pathogens, weak pathogens, mycotoxins, “black germ”.