



ISSN 1727-1320 (Print),
ISSN 2308-6459 (Online)

ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

PLANT PROTECTION NEWS

2020 ТОМ VOLUME 103 ВЫПУСК ISSUE 3



OECD+WoS: 1.06+RQ (Mycology)

<https://doi.org/10.31993/2308-6459-2020-103-3-13282>

Краткое сообщение

НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ О РАСПРОСТРАНЕНИИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ГРИБА *FUSARIUM LANGSETHIAE*, ПРОДУЦИРУЮЩЕГО Т-2 И НТ-2 ТОКСИНЫ

О.П. Гаврилова*, Т.Ю. Гагкаева

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

* ответственный за переписку, e-mail: olgavrilova1@yandex.ru

Ежегодный мониторинг зараженности зерна грибами рода *Fusarium* и определение их видового состава свидетельствуют о массовом распространении *Fusarium langsethiae*, способного продуцировать опасные Т-2 и НТ-2 токсины, в Северо-Западном и Центральном Федеральных округах (ФО) России. Микологический анализ урожая зерна 2018–2019 гг. позволил выявить новые места обнаружения *F. langsethiae*, в том числе в трёх областях Уральского ФО, где ранее этот вид был отмечен единично. Максимальная установленная заражённость *F. langsethiae* зерна овса достигала в 2019 г. 14%. Видовая идентификация выделенных из образцов зерна штаммов, проведённая с помощью ПЦР со специфичными праймерами, подтвердила их принадлежность к *F. langsethiae*. С помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией подтверждена способность гриба продуцировать значительные количества Т-2 и НТ-2 токсинов. В образцах зерна, заражённых этим видом, выявлены значительные суммарные количества Т-2 и НТ-2 токсинов (165–1230 мкг/кг). Необходимо дальнейшее уточнение ареала *F. langsethiae* и его внутривидового разнообразия для понимания путей распространения этого токсинопродуцирующего гриба.

Ключевые слова: *Fusarium langsethiae*, идентификация, ареал, микотоксины

Поступила в редакцию: 29.04.2020

Принята к печати: 28.08.2020

Введение

Более 20 лет назад, во время микологического анализа зараженности грибами зерновых культур в Норвегии, были выявлены нетипичные штаммы, сходные по своим морфологическим признакам с *Fusarium poae* (Peck) Wollenw. и охарактеризованные как «порошистая» разновидность этого гриба – «*F. poae powdery*» (Torp, Langseth, 1999). Детальное исследование их свойств привело к описанию в 2004 г. нового вида – *Fusarium langsethiae* Torp & Nirenberg, названного в честь известного норвежского миколога W. Langseth (Torp, Nirenberg, 2004). В начале изучения распространения этого гриба полагали, что его ареал ограничен территорией стран с умеренным климатом, поскольку в начале 2000-х его находили преимущественно на севере Европы (Imathiu et al., 2013). Спустя десятилетие *F. langsethiae* стал типичным видом микобиоты зерновых культур не только в центре (Łukanowski, Sadowski, 2008; Schöneberg et al., 2018), но и на юге Европы (Infantino, 2015; Morcia et al., 2016). В России первое обнаружение *F. langsethiae* в зерне ячменя, выращенном

в Ленинградской области, датируется 2003 г. (Gagkaeva et al., 2006). Позднее было установлено его присутствие на зерновых культурах из разных областей Европейской части страны (Гаврилова и др., 2009; Гагкаева и др., 2012; Минаева и др., 2013; Бучнева, 2019). Единичной находкой вида *F. langsethiae* за пределами европейской территории служил штамм из зерна овса из Ишимского района Тюменской области, идентифицированный нами в 2010 г. (Yli-Mattila et al., 2015), исходные семена овса для посева были получены из Краснодарского края, где *F. langsethiae* распространён (Гагкаева и др., 2014).

До настоящего времени *F. langsethiae* остаётся одним из самых интригующих видов грибов рода *Fusarium*. Круг поражаемых им растений ограничен возделываемыми зерновыми культурами (кроме кукурузы), в том числе озимыми, и даже на дикорастущих злаковых растениях этот гриб обнаружить не удалось (Гагкаева и др., 2014). Как правило, обитание *F. langsethiae* в тканях растений протекает бессимптомно (Imathiu et al., 2013). Нет доказательств

влияния этого гриба на всхожесть зерна, в котором он выявлен. *F. langsethiae* – эндофит, способный сохраняться в зерне, распространяться по тканям развивающегося растения и проникать в образующиеся семена нового урожая. В зерне овса и ячменя ДНК *F. langsethiae* может быть детектирована сразу после появления колоса/метелки, раньше, чем ДНК других видов *Fusarium* (Parrikka et al., 2012; Imathiu et al., 2013). Механизмы проникновения в растение, жизненный цикл, ареал *F. langsethiae*, а также влияние различных факторов на его адаптивные признаки активно исследуются (Nazari et al., 2014; Imathiu et al., 2016; Gavrilova et al., 2017; Divon et al., 2019; Schöneberg et al., 2019).

Особое внимание к *F. langsethiae* приковано ещё и потому, что он обладает способностью продуцировать высокие количества трихотеценовых микотоксинов группы А, таких как Т-2 и НТ-2 токсины, диацетоксисцирпенол (ДАС) и др. Т-2 и НТ-2 токсины относятся к одним из наиболее опасных микотоксинов для теплокровных организмов (Ueno, 1984; Schuhmacher-Wolz, 2010). Другими известными продуцентами этих токсичных метаболитов служат филогенетически близкие виду *F. langsethiae* – *Fusarium sporotrichioides* Scherb. и *Fusarium sibiricum* Gagkaeva, Burkin, Kononenko, Gavrilova, O'Donnell, Aoki & Yli-Mattila. Несмотря на высокую токсинопродуцирующую способность штаммов грибов всех трёх видов, выявленную как *in vitro* (Thrane et al., 2004; Yli-Mattila et al., 2011; Kokkonen et al., 2012; Гагкаева, Гаврилова, 2013;

Минаева и др., 2013), так и *in planta* (Nazari et al., 2014), основным источником Т-2 и НТ-2 токсинов в зерне полевых образцов считается именно *F. langsethiae* (Imathiu et al., 2013; Hofgaard et al., 2016). Даже низкая зараженность зерна продуцентами может приводить к выявлению значительных уровней микотоксинов. Ранее установлено, что температурный диапазон для оптимального продуцирования микотоксинов штаммами *F. langsethiae* составляет 15–35 °С, что значительно шире, чем у штаммов *F. sporotrichioides* — 20–25 °С (Nazari et al., 2014).

Зараженность зерна грибом *F. sporotrichioides* – продуцентом микотоксинов вызвала в разных регионах России в 1930–1940 гг. вспышку алиментарно-токсической алейки, которая привела к гибели тысяч людей (Саркисов, 1948; Шалак, 2009). Заболевание сопровождалось головной болью, высокой температурой, рвотой, последующим геморрагическим диатезом с образованием кровоточащих некротических язв на слизистых пищеварительного тракта и коже. Исследования токсикологической чистоты зерна, выращенного в России, неоднократно выявляли его загрязнение Т-2 и НТ-2 токсинами (Кононенко, Буркин, 2009; Кононенко и др., 2018; Gagkaeva et al., 2019).

Целью исследования являлось обобщение современной информации об ареале *F. langsethiae* на территории России, пополненной за счёт новых находок гриба в результате мониторинга зараженности грибами и контаминации микотоксинами зерна урожая 2018–2019 гг.

Материалы и методы

Образцы зерна разных культур урожая 2018–2019 гг. для анализа были получены из Центрального, Приволжского, Северокавказского, Уральского и Сибирского федеральных округов (ФО) РФ. Заражённость образцов зерна грибами определяли на питательной среде – картофельно-сахарозном агаре (КСА), приготовленном из отвара свежего картофеля (200 г/л среды) с добавлением сахарозы и агар-агара (по 15 г/л). Зерно предварительно стерилизовали 5% гипохлоритом натрия в течение 1–3 мин. Из каждого образца анализировали не менее 100 зёрен. По макроморфологическим и культуральным признакам идентифицировали грибы, которые выросли из зерна (Гагкаева и др., 2011). Далее получали моноспоровые культуры *F. langsethiae* и выявляли их микроморфологические признаки, используя низкоуглеводную синтетическую среду Ниренберг – популярную у исследователей для

идентификации видов грибов *Fusarium*. Видовую идентификацию всех штаммов *F. langsethiae* подтверждали с помощью ПЦР с тремя парами видоспецифичных праймеров, позволяющими чётко разграничить близкородственные виды *Fusarium*, продуцирующие Т-2 и НТ-2 токсины (Yli-Mattila et al., 2015). С помощью иммуноферментного анализа (ИФА) и метода высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией (ВЭЖХ-МС/МС) анализировали содержание микотоксинов в зерне, а также определяли токсинопродуцирующую способность штаммов *F. langsethiae*. Детектирование и количественное определение микотоксинов осуществляли по сертифицированным методикам (Кононенко и др., 1999; Гагкаева, Гаврилова, 2013; Gagkaeva et al., 2019, 2020).

Результаты и обсуждение

Ежегодный микологический анализ видового состава грибов, встречающихся в зерне из различных областей России, выявил присутствие не менее 10 видов рода *Fusarium*, из которых к широко распространённым на территории нашей страны относятся *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. sporotrichioides*, *F. poae* (Peck) Wollenw. и *F. graminearum* Schwabe. Обнаружение *F. langsethiae* в зерне остаётся довольно редким явлением и всегда привлекает пристальное внимание. Начиная с 2003 г., наша статистика случаев выявления *F. langsethiae* в зерне показывает, что на сегодняшний день к регионам с массовым распространением этого гриба относятся Северо-Западный (выявлен в шести

областях) и Центральный ФО (выявлен в восьми областях) (табл.).

Результаты мониторинга зараженности зерна урожая 2018 г. позволили выявить в Уральском ФО новые территории распространения *F. langsethiae*. Впервые, в Свердловской области из зерна овса из Алапаевского района и пшеницы из Белоярского района выделены штаммы *F. langsethiae*. Заражённость зерна овса составила 3%, а пшеницы – 1%.

Продолжение исследований видового состава грибов *Fusarium* в зерне урожая 2019 г. позволило впервые получить сведения о присутствии *F. langsethiae* на территории Республики Чечня, в Ростовской, Рязанской (заражённость

Таблица. Информация о встречаемости *F. langsethiae* в разных регионах России
 Table. Information of *F. langsethiae* occurrence in the different regions of Russia

| Федеральный округ РФ | Область (районы) | Год первого выявления гриба | Зерновые культуры |
|----------------------|--|-----------------------------|----------------------------------|
| Северо-Западный | Архангельская (Вельский) | 2014 | овёс |
| | Вологодская (Великоустюгский, Вологодский, Грязовецкий) | 2008 | овёс |
| | Калининградская | 2005 | овёс |
| | Ленинградская (Гатчинский, Волосовский, Ломоносовский, Лужский) | 2003 | овёс, пшеница, тритикале, ячмень |
| | Новгородская (Новгородский) | 2008 | овёс |
| Приволжский | Псковская (Великолукский, Псковский) | 2008 | овёс |
| | Кировская | 2017 | овёс |
| Центральный | Нижегородская (Сергачский) | 2014 | овёс |
| | Белгородская | 2011 | ячмень |
| | Воронежская (Аппинский, Бутурлиновский, Хохольский) | 2013 | оз. пшеница, ячмень |
| | Курская | 2012 | оз. пшеница, ячмень |
| | Липецкая (Лебедянский, Становлянский, Тербунский) | 2013 | оз. пшеница, ячмень |
| | Московская (Одинцовский) | 2019 | овёс |
| | Орловская | 2007 | ячмень |
| Рязанская | 2019 | ячмень | |
| Южный | Тамбовская (Староурьевский, Тамбовский) | 2012 | ячмень |
| | Краснодарский край (Белоглинский, Брюховецкий, Выселковский, Динской, Кавказский, Калининский, Каневской, Курганинский, Ленинградский, Приморско-Ахтарский, Тихорецкий, Успенский) | 2011 | оз. пшеница, ячмень |
| | Ростовская | 2019 | оз. пшеница |
| Северокавказский | Республика Чечня (Ачхой-Мартановский, Гудермесский, Ножай-Юртовский) | 2019 | пшеница |
| | Ставропольский край (Благодарненский, Георгиевский, Изобильненский, Кировский, Кочубеевский, Минераловодский, Новоалександровский, Шпаковский) | 2011 | оз. пшеница, оз. ячмень |
| Уральский | Тюменская (Ишимский, Заводоуковский) | 2010 | овёс, ячмень |
| | Свердловская (Алапаевский, Белоярский) | 2018 | овёс, пшеница |
| | Курганская (Куртамышский) | 2019 | ячмень |

образцов пшеницы составила 1%) и Московской областях. В зерне овса из Одинцовского района Московской области было установлено максимальное значение зараженности этим видом в естественных условиях, выявленное в России – 14%. В образцах зерна, полученных из Уральского ФО, встречаемость и зараженность зерна *F. langsethiae* были выше, по сравнению с предыдущим годом исследований. Гриб выявлен в Тюменской области – в двух образцах ячменя и одном овса из Ишимского района, в зерне овса из Заводоуковского района, а также в зерне ячменя из соседней Курганской области. Зараженность зерна образцов варьировала от 1 до 7%.

Морфолого-культуральные признаки *F. langsethiae*, такие как слаборазвитый, неокрашенный воздушный мицелий, низкая скорость роста, затрудняют его выявление микологическим методом. Зачастую, под мицелием активно растущих на питательной среде грибов, имеющих окрашенный мицелий, например, *Alternaria* spp. и *Fusarium* spp., находящихся в зерне, могут скрываться медленно растущие колонии *F. langsethiae* (рис.). Зачастую исследователи не относят этот гриб к роду *Fusarium*, поскольку *F. langsethiae* не образует серповидные макроконидии, а только шаровидные и шаровидные с остроконечием микроконидии размерами 4.0–8.0 × 4.0–9.0 мкм, собранные в относительно устойчивые ложные головки.

Культуры *F. langsethiae* на КСА имеют порошистый, иногда клочковатый, белый, серовато-лиловых оттенков воздушный мицелий. Цвет реверса колоний может быть

непигментированным или варьировать от персикового до лилового. Различия по окраске реверса и обильности воздушного мицелия позволяют выделить четыре морфотипа *F. langsethiae*, частота встречаемости которых различается в различных регионах России (Gavrilova et al., 2017).

Идентификация всех новых штаммов *F. langsethiae* подтверждается ПЦР с набором видоспецифичных праймеров, что позволяет достоверно отличить их от штаммов другого морфологически сходного вида – *F. sibiricum*, выявленного и описанного в 2011 г., ареал которого в настоящее время ограничен преимущественно территорией Азии (Восточная Сибирь и Дальний Восток России, Иран, Китай). Применение этой методики позволило установить в 2019 г. единичную встречаемость *F. sibiricum* в зерне образца овса из Промышленновского района Кемеровской области. В настоящее время *F. langsethiae* в Сибирском ФО не обнаружен.

Ранее нами установлено, что токсинопродуцирующая способность на КСА штаммов *F. langsethiae* зависела от региона их происхождения: штаммы из Центрального ФО продуцировали в среднем больше Т-2 токсина (62.9±4.9 мкг/мл) и ДАС (0.44±0.04 мкг/мл), по сравнению со штаммами из Южного ФО – 39.4±5.9 мкг/мл и 0.17±0.04 мкг/мл, соответственно (Гаврилова, Гагкаева, 2015). Штамм MFG 500100 из Тюменской области отличался от штаммов европейского происхождения тем, что продуцировал значительно больше ДАС (2.04 мкг/мл), чем штаммы из Центрального и Южного ФО (от 0.04 до 0.5 мкг/мл).

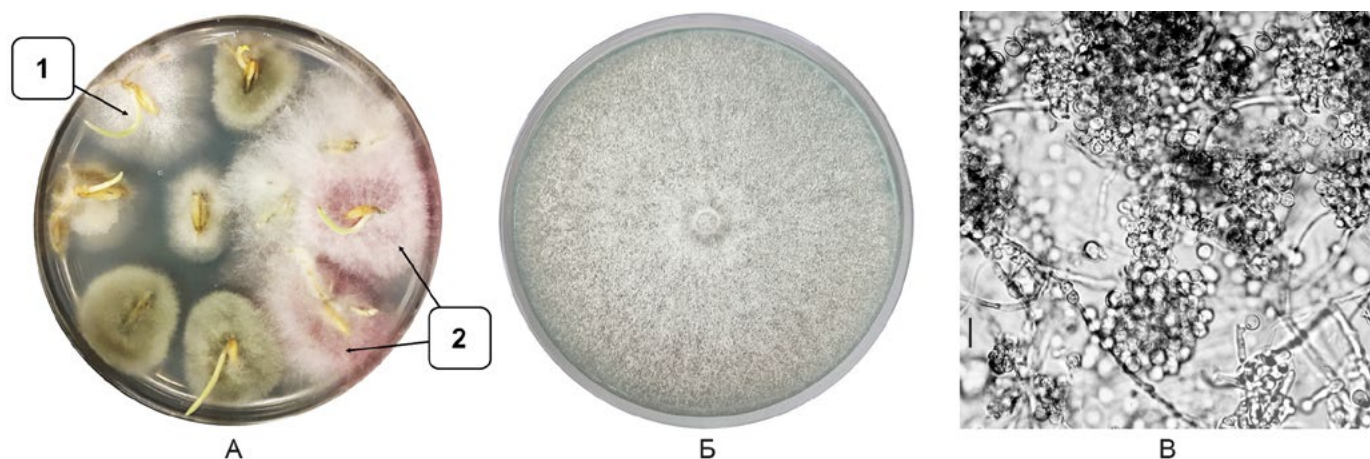


Рисунок. Культуры грибов: А – колонии разных видов грибов рода *Fusarium* (1 – *F. langsethiae*, 2 – *F. sporotrichioides*) из зерна голозёрного овса на КСА (7 суток, 24 °С); Б – моноспоровая культура *F. langsethiae* на КСА (14 суток, в темноте, 24 °С); В – спороношение гриба *F. langsethiae* на синтетической среде Ниренберг (14 суток, в темноте, 24 °С; масштабная линейка = 10 мкм).

Figure. Fungal cultures: А – the colony of different *Fusarium* fungi (1 – *F. langsethiae*, 2 – *F. sporotrichioides*) isolated from naked oats grain on potato-sucrose agar (PSA) (7 days, 24 °С); Б – single-spore *F. langsethiae* isolate on PSA (14 days, in dark, 24 °С); В – sporulation of *F. langsethiae* on the synthetic Nierenberg agar (14 days, in dark, 24 °С; scale = 10 µm)

Анализ способности штамма MFG 270611, выделенного из зерна овса из Свердловской области, образовывать токсичные вторичные метаболиты с помощью ВЭЖХ-МС/МС выявил в полученном экстракте 1660 мкг/кг Т-2 токсина, 7306 мкг/кг НТ-2 токсина и 30 мкг/кг ДАС (Gagkaeva et al., 2020).

Анализ контаминации микотоксинами образцов зерна, в которых был выявлен *F. langsethiae* показал, что в образцах зерна овса, имеющих относительно высокую (7%, Вологодская область) и максимальную выявленную зараженность (14%, Московская область), суммарное количество Т-2 и НТ-2 токсинов, выявленное с помощью ИФА, составило 186 и 1230 мкг/кг. В зерне образцов овса и пшеницы из Свердловской области с помощью ВЭЖХ-МС/МС определили содержание Т-2 токсина в количествах 18–63 мкг/кг и НТ-2 токсина – 110–148 мкг/кг. В РФ установлены предельно-допустимые количества в зерне только для Т-2 токсина – не более 100 мкг/кг (ТР ТС 015/2011, 2017), однако, как правило, этот микотоксин встречается совместно с его производным – НТ-2 токсином, количества которого во многих случаях превышают выявляемые количества Т-2 токсина. Доказано, что эти вторичные метаболиты

грибов обладают сходной токсичностью (Schuhmacher-Wolz et al., 2010) и, следовательно, в случае анализа только одного Т-2 токсина риски для потребителей загрязнённого зерна занижаются.

Опираясь на результаты, полученные аналитическими методами, можно утверждать, что *F. langsethiae*, несмотря на свои эндофитные свойства, обладает хорошей адаптивной способностью к условиям окружающей среды, что позволило грибу со времени его описания в 2004 г. быстро распространиться в климатически разнообразных странах и, по нашим данным, расширить свой ареал за пределы Европы. По всей видимости, основным путём проникновения *F. langsethiae* на новые территории является семенное зерно, которое приобретают в регионах массового распространения этого гриба. Зерно, заражённое *F. langsethiae*, как правило, всегда содержит высокие количества Т-2 и НТ-2 токсинов. Наблюдаемые в последнее время изменения границ ареалов токсинопродуцирующих грибов приводят к усилению опасности загрязнения возделываемых зерновых культур микотоксинами и требуют дальнейших исследований.

Авторы благодарят Н.Н. Гогину (ФНЦ «ВНИИП» РАН) за помощь в анализе микотоксинов методом ВЭЖХ-МС/МС.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФ № 19-76-30005.

Библиографический список (References)

- Бучнева ГН (2019) Гриб *Fusarium langsethiae* на зерне пшеницы в Тамбовской области. *Colloquium-journal* 16–2(40):30–31
- Гаврилова ОП, Гагкаяева ТЮ, Буркин АА, Кононенко ГП (2009) Зараженность грибами рода *Fusarium* и контаминация микотоксинами зерна овса и ячменя на севере Нечерноземья. *Сельскохозяйственная биология* 6:89–93
- Гаврилова ОП, Гагкаяева ТЮ (2015) Влияние температуры и тебуконазола на рост и токсинообразование штаммов *Fusarium langsethiae* различного географического происхождения. *Агробиология* 12:76–82
- Гагкаяева ТЮ, Гаврилова ОП, Левитин ММ, Новожилов КВ (2011) Фузариоз зерновых культур. Приложение к журналу «Защита и карантин растений» 5:69–120
- Гагкаяева ТЮ, Ганнибал ФБ, Гаврилова ОП (2012) Зараженность зерна пшеницы грибами *Fusarium* и *Alternaria* на юге России в 2010 году. *Защита и карантин растений* 1:37–42
- Гагкаяева ТЮ, Гаврилова ОП (2013) Образование Т-2 токсина и диацетоксисцирпенола грибами рода *Fusarium* на различных питательных средах. *Агробиология* 8:96–101
- Гагкаяева ТЮ, Гаврилова ОП, Левитин ММ (2014) Биоразнообразии и ареалы основных токсинопродуцирующих грибов рода *Fusarium*. *Биосфера* 6(1):36–45

- Кононенко ГП, Буркин АА, Соболева НА, Зотова ЕВ (1999) Иммуноферментный метод определения Т-2 токсина в контаминированном зерне. *Прикладная биохимия и микробиология* 35(4):457–462
- Кононенко ГП, Буркин АА (2009) О контаминации фузариотоксинами зерна злаков, используемых на кормовые цели. *Сельскохозяйственная биология* 4:81–88
- Кононенко ГП, Буркин АА, Зотова ЕВ, Устюжанина МИ, Смирнов АМ (2018) Особенности контаминации зерна пшеницы и ячменя фузариотоксинами. *Российская сельскохозяйственная наука* 1:17–21
- Минаева ЛП, Короткевич ЮВ, Захарова ЛП, Седова ИБ, Шевелева СА (2013) Прямое определение продуцентов Т-2 и HT-2-микотоксинов грибов рода *Fusarium* в продовольственном зерне методом ПЦР (сообщение 2). *Вопросы питания* 82(4):48–54
- Технический регламент Таможенного союза 015/2011 «О безопасности зерна» с изменениями на 15 сентября 2017 г. Приложение №2.
- Шалак АВ (2009) К оценке масштаба голода 1946–1947 гг. *Историко-экономические исследования* 10(2):100–108
- Divon NH, Voe L, Tveit MMN, Klemsdal SS (2019) Infection pathways and penetration modes of *Fusarium langsethiae*. *Eur J Plant Pathol* 154:259–271. <https://doi.org/10.1007/s10658-018-01653-3>
- Gagkaeva T, Gavrilova O, Levitin M, Kononenko G, Burkin A (2006) Characterization of distribution, cultural characters and T-2 toxin production of *F. sporotrichioides*, *F. poae* and *F. langsethiae* from Russia. Book Abstr. Eur. *Fusarium Seminar*, Wageningen (Netherlands). 49
- Gagkaeva TY, Orina AS, Gavrilova OP, Gogina NN (2020) Evidence of *Microdochium* fungi associated with cereal grains in Russia. *Microorganisms* 8(3):340. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8030340>
- Gagkaeva T, Gavrilova O, Orina A, Lebedin Y, Shanin I et al (2019) Analysis of toxigenic *Fusarium* species associated with wheat grain from three regions of Russia: Volga, Ural, and West Siberia. *Toxins* 11(5):252. <https://doi.org/10.3390/toxins11050252>
- Gavrilova OP, Skritnik A, Gagkaeva TY (2017) Identification and characterization of spontaneous auxotrophic mutants in *Fusarium langsethiae*. *Microorganisms* 5(2): E14. <https://doi.org/10.3390/microorganisms5020014>
- Hofgaard IS, Aamot HU, Torp T, Jestoi M, Lattanzio VMT et al (2016) Associations between *Fusarium* species and mycotoxins in oat and spring wheat from farmers' fields in Norway over a six-year period. *World Mycotoxin J* 9:365–378. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00556>
- Imathiu SM, Edwards SG, Ray RV, Back MA (2013) *Fusarium langsethiae* – a HT-2 and T-2 toxins producer that needs more attention. *J Phytopathol* 161:1–10. <https://doi.org/10.1111/jph.12036>
- Imathiu SM, Ray RV, Back M, Hare M, Edwards SG (2016) *In vitro* growth characteristics of *Fusarium langsethiae* isolates recovered from oats and wheat grain in the UK. *Acta Phytopathol et Entomol Hungarica* 51(2):159–169. <https://doi.org/10.1556/038.51.2016.2.1>
- Infantino A, Santori A, Aureli G, Belocchi A, De Felice S et al (2015) Occurrence of *Fusarium langsethiae* strains isolated from durum wheat in Italy. *J Phytopathol* 163:612–619. <https://doi.org/10.1111/jph.12361>
- Kokkonen M, Jestoi M, Laitila A (2012) Mycotoxin production of *Fusarium langsethiae* and *Fusarium sporotrichioides* on cereal-based substrates. *Mycotoxin Res* 28(1):25–35. <https://doi.org/10.1007/s12550-011-0113-8>
- Lukanowski A, Sadowski C (2008) *Fusarium langsethiae* on kernels of winter wheat in Poland – occurrence and mycotoxigenic abilities. *Cer Res Commun* 36(6):453–457
- Morcia C, Tumino G, Ghizzoni R, Badeck FW, Lattanzio VM et al (2016) Occurrence of *Fusarium langsethiae* and T-2 and HT-2 toxins in Italian malting barley. *Toxins* 8:247. <https://doi.org/10.3390/toxins8080247>
- Nazari L, Patteri E, Terzi V, Morcia C, Rossi V (2014) Influence of temperature on infection, growth, and mycotoxin production by *Fusarium langsethiae* and *F. sporotrichioides* in durum wheat. *Food Microbiol* 39:19–26. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.10.009>
- Parikka P, Hakala K, Tiilikkala K (2012) Expected shifts in *Fusarium* species' composition on cereal grain in Northern Europe due to climatic change. *Food Additives and Contaminants: Part A* 29(10):1543–1555. <https://doi.org/10.1080/19440049.2012.680613>
- Schöneberg T, Jenny E, Wettstein FE, Bucheli TD, Mascher F et al (2018) Occurrence of *Fusarium* species and mycotoxins in Swiss oats – impact of cropping factors. *Eur J Agronomy* 92:123–132. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.09.004>
- Schöneberg T, Kibler K, Wettstein FE, Bucheli TD, Forrer HR et al (2019) Influence of temperature, humidity duration and growth stage on the infection and mycotoxin production by *Fusarium langsethiae* and *Fusarium poae* in oats. *Plant Pathol* 68:173–184. <https://doi.org/10.1111/ppa.12922>
- Schuhmacher-Wolz U, Heine K, Schneider K (2010) Report on toxicity data on trichothecene mycotoxins HT-2 and T-2 toxins. *EFSA Supporting Publications* 7(7):EN–65. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2010.EN-65>
- Thrane U, Adler A, Clasen PE, Galvano F, Langseth W et al (2004) Diversity in metabolite production by *Fusarium langsethiae*, *Fusarium poae*, and *Fusarium sporotrichioides*. *Int J Food Microbiol* 95(3):257–266. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2003.12.005>
- Torp M, Langseth W (1999) Production of T-2 toxin by a *Fusarium* resembling *Fusarium poae*. *Mycopathol* 147:89–96. <https://doi.org/10.1023/A:1007060108935>
- Torp M, Nirenberg HI (2004) *Fusarium langsethiae* sp. nov. on cereals in Europe. *Int J Food Microbiol* 95:247–256. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2003.12.014>
- Ueno Y (1984) Toxicological features of T-2 toxin and related trichothecenes. *Fundamental Appl Toxicol* 4(2):124–132. [https://doi.org/10.1016/0272-0590\(84\)90144-1](https://doi.org/10.1016/0272-0590(84)90144-1)
- Yli-Mattila T, Ward TJ, O'Donnell K, Proctor RH, Burkin AA et al (2011) *Fusarium sibiricum* sp. nov, a novel type A trichothecene-producing *Fusarium* from northern Asia closely related to *F. sporotrichioides* and *F. langsethiae*. *Int J Food Microbiol* 2011, 147(1):58–68 <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011>.
- Yli-Mattila T, Gavrilova O, Hussien T, Gagkaeva T (2015) Identification of the first *Fusarium sibiricum* isolate in Iran and *Fusarium langsethiae* isolate in Siberia by morphology and species-specific primers. *J Plant Pathol* 97(1):183–187. <http://dx.doi.org/10.4454/JPP.V97I1.017>

Translation of Russian References

- Buchneva GN (2019) The fungus *Fusarium langsethiae* on wheat grains in the Tambov region. *Colloquium-journal* 16-2(40):30–31 (In Russian)
- Gagkaeva TYu, Gavrilova OP, Levitin MM, Novozhilov KV (2011) *Fusarium* head blight of cereals. Appendix to the journal «Zashchita i karantin rasteniy» 5:69–120 (In Russian)
- Gagkaeva TYu, Gannibal PhB, Gavrilova OP (2012) Infestation of wheat grain with *Fusarium* и *Alternaria* fungi in the South of Russia in 2010. *Zashchita i karantin rasteniy* 1:37–42 (In Russian)
- Gagkaeva TYu, Gavrilova OP (2013) Production of T-2 toxin and diacetoxyscirpenol by *Fusarium* fungi on different nutrient media. *Agrokhimia* 8:96–101 (In Russian)
- Gagkaeva TYu, Gavrilova OP, Levitin MM (2014) Biodiversity and distribution of the main toxigenic *Fusarium* fungi. *Biosfera* 6(1):36–45 (In Russian)
- Gavrilova OP, Gagkaeva TYu, Burkin AA, Kononenko GP (2009) Mycological infection by *Fusarium* fungi and mycotoxins contamination of oats and barley grain samples in the North of Nechernozemye. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* 6:89–93 (In Russian)
- Gavrilova OP, Gagkaeva TYu (2015) The effects of temperature and tebuconazole on the growth and toxin production of *Fusarium langsethiae* strains from different geographical regions. *Agrokhimia* 12:76–82 (In Russian)
- Kononenko GP, Burkin AA, Soboleva NA, Zotova EV (1999) Enzyme immunoassay for determination of T-2 toxin in contaminated grain. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya* 35(4):457–462 (In Russian)
- Kononenko GP, Burkin AA (2009) About fusariotoxins contamination of cereals used for fodder. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* 4:81–88 (In Russian)
- Kononenko GP, Burkin AA, Zotova EV, Ustyuzhanina MI, Smirnov AM (2018) Peculiarities of wheat and barley grain contamination with fusariotoxins. *Russian Agricultural Sciences* 1:17–21 (In Russian)
- Minaeva LP, Korotkevich YuV, Zakharova LP, Sedova IB, Sheveleva SA (2013) Direct detection of T-2 and HT-2 Mycotoxins producers of fungi the genus *Fusarium* in food grain by PCR (report 2). *Voprosy Pitaniia* 82(4):48–54 (In Russian)
- Shalak AV (2009) To assess the scale of the famine of 1946–1947. *Istoriko-ekonomicheskie issledovaniya* 10(2):100–08 (In Russian)
- Technical Regulations of the Customs Union 015/2011 «On grain safety» with the changes 2017 September 15. (In Russian)

Plant Protection News, 2020, 103(3), p. 201–206

OECD+WoS: 1.06+RQ (Mycology)

<https://doi.org/10.31993/2308-6459-2020-103-3-13282>

Short communication

LATEST INFORMATION ON THE DISTRIBUTION OF *FUSARIUM LANGSETHIAE*, THE PRODUCER OF T-2 AND HT-2 TOXINS, IN RUSSIA

O.P. Gavrilova*, T.Yu. Gagkaeva

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

*corresponding author, e-mail: olgavrilova1@yandex.ru

The annual monitoring of grain contamination with *Fusarium* fungi and the identification of their species composition showed the widespread distribution of *F. langsethiae* producing dangerous T-2 and HT-2 toxins in the Northwestern and Central regions of Russia. Mycological analysis of grain samples harvested in 2018–2019 allowed revealing the new places of *F. langsethiae* distribution, including Urals. The top infection rate of the oats grain by *F. langsethiae* in 2019 reached 14%. The identification of *F. langsethiae* strains was supported by PCR with species-specific primers. The analysis of toxic metabolites in *F. langsethiae* by the combination of high-performance liquid chromatography and tandem mass spectrometry revealed the high level of T-2 and HT-2 toxins. The considerable total amounts of T-2 and HT-2 toxins (165–1230 µg/kg) were found in the grain samples infected with this species. Further clarification of the geographical area of *F. langsethiae* and the study of its intraspecific diversity are needed to understand the distribution of this toxin-producing fungus.

Keywords: *Fusarium langsethiae*, identification, distribution, mycotoxins

Received: 29.04.2020

Accepted: 28.08.2020