

- promyshlennyh gorodov: sb. nauch. tr. – Saratov, 2009. – S. 162–164.
6. *Suvorova G.G.* Fotosinteticheskaja aktivnost' hvojnnyh derev'ev v uslovijah juga Sibiri: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. – Irkutsk, 2005. – 39 s.
 7. *Candekova O.L., Neverova O.A., Kolmogorova E.Ju.* Rol' antioksidantnoj sistemy v ustojchivosti osnovnyh nasazhdenij v uslovijah porodnogo ugol'nogo otvala // *Izv. Samar. nauch. centra RAN.* – 2013. – T. 15. – № 3. – S. 245–248.
 8. *Pinaevskaja E.A.* Rost raznyh form sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L.) na bolotnyh pochvah severnoj tajgi // *Vestnik KrasGAU.* – 2016. – № 11. – S. 163–170.
 9. *Il'ina S.P.* Morfologicheskie izmenenija rastenij, ispol'zuemye dlja bioindikacii zagraznenija okruzhajushhej sredy // *Problemy jekologii i jekologicheskogo obrazovanija Cheljabinskoj oblasti: mat-ly konf.* – Cheljabinsk, 2001. – S. 37–38.
 10. *Lugovskoj A.M.* Reakcija morfologo-anatomicheskikh priznakov sosny obyknovennoj v uslovijah s raznoj stepen'ju komfortnosti sredy obitanija // *Jekologicheskie sistemy i pribory.* – 2005. – № 1. – S. 16–18.
 11. *Sazonova T.A., Pridacha V.B., Terebova E.N.* Morfofiziologicheskaja reakcija derev'ev sosny obyknovennoj na promyshlennoe zagraznenie // *Lesovedenie.* – 2005. – № 3. – S. 11–19.



УДК 574.1

Ю.А. Литовка

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ПРЕДСТАВЛЕННОСТЬ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM* НА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУРАХ (ПШЕНИЦА И ЯЧМЕНЬ), ВЫРАЩИВАЕМЫХ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Yu.A. Litovka

SPECIFIC STRUCTURE AND REPRESENTATION OF FUNGI OF THE SORT *FUSARIUM* ON THE GRAIN CROPS (WHEAT AND BARLEY) GROWN UP IN THE CONDITIONS OF CENTRAL SIBERIA

Литовка Ю.А. – канд. биол. наук, доц. каф. химической технологии древесины и биотехнологии Сибирского государственного аэрокосмического университета им. акад. М.Ф. Решетнева, ст. науч. сотр. лаб. лесных культур, микологии и фитопатологии Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск. E-mail: litovkajul@rambler.ru

Litovka Yu.A. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Chemical Technology of Timber and Biotechnology, Siberian State Space University named after Acad. M.F. Reshetnev, Senior Staff Scientist, Lab. Forest Cultures, Mycology and Phytopathology, Institute of Forest named after V.N. Sukachev SB RAS, Krasnoyarsk. E-mail: litovkajul@rambler.ru

Исследовано видовое разнообразие микроскопических грибов рода *Fusarium* районированных для Сибири сортов и селекционных линий пшеницы и ячменя. Установлено, что инфицированность зерна отдельных сортов существенно варьирует: уровень общей контаминации микроскопическими грибами составил 20–51 %, зараженность среднего образца грибами рода *Fusarium* варьирует в пределах 4–23 % на пшенице и 20–26 % – на ячмене. Максимальной зараженностью фузариозом харак-

теризуются все изученные сорта ячменя и сорта пшеницы Чагытай (25%), Юната (22%), ОмГАУ (21 %) и Геракл (22%); минимальная зараженность фузариозной инфекцией отмечена у сортов Ветлужанка, Омская-32 (по 3,5%), а также селекционных линий K1629 и K174-1 – 3 и 4,5 % соответственно. Комплекс грибов рода *Fusarium* на зерне пшеницы включает 11 видов; на ячмене – 8 видов. Доминирующим является вид *F. sporotrichioides*, на долю которого приходится от 20 до 67 % от общего количе-

ства фузариевых грибов. Потенциально опасными для развития фузариоза следует также считать виды *F.avenaceum*, *F.culmorum*, *F.oxysporum*, *F.sambucinum* и *F.semitectum* вследствие их высокой встречаемости на зерне отдельных сортов. Увеличение видового разнообразия характерно для сортов с высокой общей обсемененностью микромицетами и зараженностью фузариозом. Уменьшение видового разнообразия до 3–4 видов способствует резкому увеличению доли токсикогенного вида *F.sporotrichioides* (до 67%), что существенно увеличивает опасность накопления в зерне микотоксинов. Пул микромицетов рода *Fusarium* в ризосфере пшеницы стабилен на протяжении вегетационного периода; максимальная численность отмечена в момент массового появления всходов и в конце вегетации, что связано с появлением и максимальным накоплением питательных веществ в корнеобитаемой зоне. Качественный состав представлен шестью видами; доминирующее положение во всех вариантах занимает вид *F.sporotrichioides* (36–45%).

Ключевые слова: фитопатогенные грибы, фузариоз зерна, *Fusarium*, *Fusarium sporotrichioides*, видовое разнообразие.

A specific variety of microscopic fungi of the sort Fusarium of the grades zoned for Siberia and selection lines of wheat and barley were investigated. It was established that the contamination of grain of separate grades significantly varied: the level of general contamination of microscopic mushrooms made 20–51 %, the contamination of average sample fungi of the sort Fusarium varied within 4–23 % on wheat and 20–26 % – on barley. The maximum infection was found in all studied varieties of barley and wheat varieties Chaghytai (25 %), Yunata (22 %), OmGAU (21 %) and Heracles (22 %); minimum contamination was noted in fuzarium infection in the grades Vetluzhanka, Omsk-32 (on 3.5 %), and also the selection K1629 and K174-1 lines – 3 and 4.5 % respectively. The complex of fungi of the sort Fusarium on grain of wheat included 11 types; on barley – 8 types. The type of F.sporotrichioides which share was from 20 to 67 % of total quantity of fuzarium fungi was dominating. It is also necessary to consider the types of F.avenaceum, F.culmorum, F.oxysporum,

F.sambucinum and F.semitectum as potentially leading to the development of fusariosis owing to their high occurrence on grain of separate grades. The increase in specific variety was characteristic for grades with general high contamination with micromycetes and fusariosis. The reduction of biodiversity to 3–4 species leads to dangerous increase of toxicogenic species F.sporotrichioides (up to 67 %) and increases the danger of accumulation of mycotoxins in grain. The pool of Fusarium fungi in the rhizosphere of wheat was stable during vegetative period; the maximum number was noted at the time of mass emergence of shoots and at the end of vegetation which was connected with emergence and the maximum accumulation of nutrients in a root zone. Qualitative composition was represented by six types; the dominant position in all variants had the type of F.sporotrichioides (36–45 %.)

Keywords: *phytopathogenic fungi, fusariosis of grain, Fusarium, Fusarium sporotrichioides, species diversity.*

Введение. Наиболее значимыми фитопатогенами зерновых культур являются микромицеты рода *Fusarium*, которые способны вызывать поражение всех вегетативных органов и контаминировать зерно микотоксинами в период вегетации и хранения. Большинство видов обладают широкой филогенетической специализацией, строго не ограничены ареалом растения-хозяина и могут иметь различные экологические потребности. Основными факторами, влияющими на встречаемость определенного вида, являются почвенно-климатические особенности региона и ежегодные метеорологические флуктуации. В целом на плотность популяции патогена и развитие заболевания существенное влияние оказывают биотические факторы (наличие ростового субстрата, сортовые особенности растения-хозяина, состав микофлоры); абиотические (осадки, температура, влажность и др.) и технологические (севооборот, соотношение азота и фосфора в почве, сроки сева, применение фунгицидов и др.) [2, 12].

Исследование микофлоры семян является неотъемлемым этапом мониторинга фитосанитарного состояния злаковых растений в целом, поскольку внутрисеменная инфекция является

серьезным препятствием для выращивания полноценных растений, свободных от возбудителей болезней и синтезируемых ими биологически активных веществ. Следует отметить, что описание видов, распространенных на территории России, касается преимущественно ее европейской и дальневосточной части, тогда как сведения о видовом составе и эколого-биологических особенностях представителей рода *Fusarium* в различных биоценозах и агроценозах, в частности на территории Сибири, малочисленны [1, 3, 4, 7–11].

Цель исследования. Определение видового состава и представленности грибов рода *Fusarium* в зерновках пшеницы и ячменя различных сортов и селекционных линий, рекомендованных для возделывания в условиях Сибири.

Объекты и методы исследования. Основными объектами исследования служили семена пшеницы (сорта Ветлужанка, Минуса, Новосибирская-15, Омская-32, Таежная нива, Тулунская-12, K1629, K174-1, K64-2) и ячменя (сорта Ача, Вулкан, Кедр, Красноярский-80), районированные для Сибири и выращенные в центральной части Красноярского края. Исследования проводили в период 2006–2012 гг. Для сравнения видового состава и представленности отдельных видов *Fusarium* в фитопатогенном комплексе изучали семена пшеницы, полученные из различных регионов Сибири: Тюменская область – сорта Авиада, Аннет; Омская область – Геракл, Омский корунд, ОмГАУ; Иркутская область – Юната; Республика Бурятия – Бурятская остистая; Республика Тыва – Чагытай. Исследование ризосферной почвы проводили в селекционных севооборотах Красноярского НИИСХ на территории Емельяновского района Красноярского края (56°10' с.ш., 92°42' в.д.), расположенных в зоне травяных лесов с островами лесостепи.

Выделение грибов из почвы ризосферы и семян осуществляли стандартными микологическими методами [5, 6, 13–15]. Инфицированность зерна и представленность видов *Fusarium* оценивали по показателям: зараженность среднего образца; зараженность семян определенным видом; встречаемость определенного вида; доля вида в комплексе грибов рода *Fusarium* [2]. Видовую идентификацию проводили по культурально-морфологическим и молекулярно-

генетическим признакам [9, 11]. Мицелий и репродуктивные структуры моноспоровых культур изучали в микрокамерах методами светопольной и растровой электронной микроскопии (x1000–10000). Видовую идентификацию подтверждали секвенированием ДНК и ПЦР с видоспецифичными праймерами.

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе проведенного исследования были изучены семена 15 районированных сортов и 3 селекционных линий пшеницы, а также четырех сортов ярового ячменя. Установлено, что уровень общей инфицированности семян микроскопическими грибами находился в пределах 20–51 %: максимальный уровень зараженности отмечен у пшеницы сортов Омский корунд, ОмГАУ, Бурятская остистая (49–50 %) и ячменя сорта Кедр (51 %); минимальный – у пшеницы сорта Ветлужанка (20 %). Показатели энергии прорастания и лабораторной всхожести были достаточно высоки и находились в диапазоне 81–97 и 78–98 % соответственно (рис. 1), однако в ходе дальнейшего развития проростков *in vitro* на 7–14-е сутки отмечено появление массовых некротических поражений вследствие развития микроскопических грибов. В начальный период на проростках активнее развиваются темноокрашенные грибы из родов *Bipolaris* *Alternaria*, позднее появляются представители рода *Fusarium*, ингибируя главным образом развитие корневой системы.

Грибы рода *Fusarium* представлены на семенах всех изученных сортов, однако зараженность среднего образца (фузариоз зерна) варьировала в пределах 3–23 % на пшенице и 20–26 % – на ячмене. Максимальной зараженностью характеризовались все изученные сорта ячменя и сорта пшеницы Чагытай (23 %), Юната (22 %), ОмГАУ (21 %) и Геракл (22 %); минимальная зараженность фузариозной инфекцией отмечена у сортов Ветлужанка, Омская-32 (по 3,5 %), а также селекционных линий K1629 и K174-1 – 3 и 4,5 % соответственно (рис. 2).

Всего из семенного материала исследуемых сортов было выделено 240 чистых культур грибов рода *Fusarium*, которые в ходе морфолого-культуральной и молекулярно-генетической идентификации были отнесены к 12 видам: *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. diversisporum*, *F. heterosporum*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F.*

sambucinum, *F. semitectum*, *F. solani*, *F. sporotrichioides*, *F. tricinctum* и *G. fujikuroi*. Максимально представлен на зерне всех исследуемых сортов вид *F. sporotrichioides*: зараженность

пшеницы и ячменя находилась в диапазоне 1,5–6,0 и 6,5–8,5 % соответственно; доля вида в комплексе рода *Fusarium* составила 21–67 % на зерне пшеницы и 30–33 % – на ячмене (табл.).

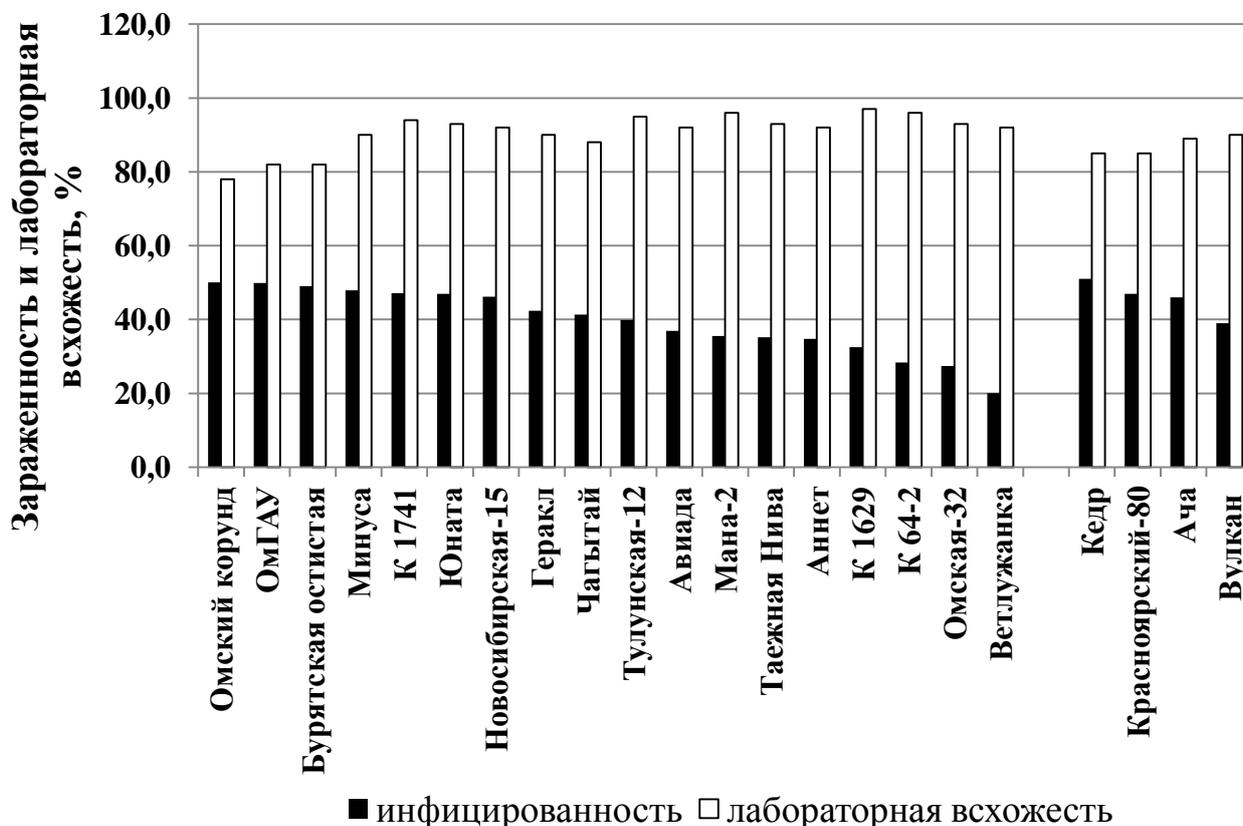


Рис. 1. Лабораторная всхожесть и уровень зараженности семян пшеницы и ячменя микроскопическими грибами

Изученные сорта пшеницы существенно различались как по видовому составу, так и по соотношению отдельных видов рода *Fusarium*. Увеличение видового разнообразия отмечено на сортах, которые характеризовались более высокой общей обсемененностью микроскопическими грибами и зараженностью фузариозом (Геракл, Чагытай, ОмГАУ, Юната); доля вида *F. sporotrichioides* находилась в пределах 20–28 %. При снижении видового разнообразия до 3–4 видов на отдельных сортах (Ветлужанка, Омская-32) и селекционных линиях (К1629,

К174-1) доля вида *F. sporotrichioides* резко увеличивалась до 43–67 % (рис. 3). Представленность вида *F. avenaceum* была выше на зерне пшеницы сортов Мана-2 (19%) и Тулунская-12 (20%); вида *F. culmorum* – на зерне сорта Ветлужанка (29%); вида *F. oxysporum* – на зерне селекционной линии К1629 (33%) и сорта Ветлужанка (29%). Виды *F. sambucinum* и *F. semitectum* с большей частотой выделялись из зерна сорта Омская-32 (28%); виды *F. poae* и *F. tricinctum* – из селекционной линии К174-1 (22%).

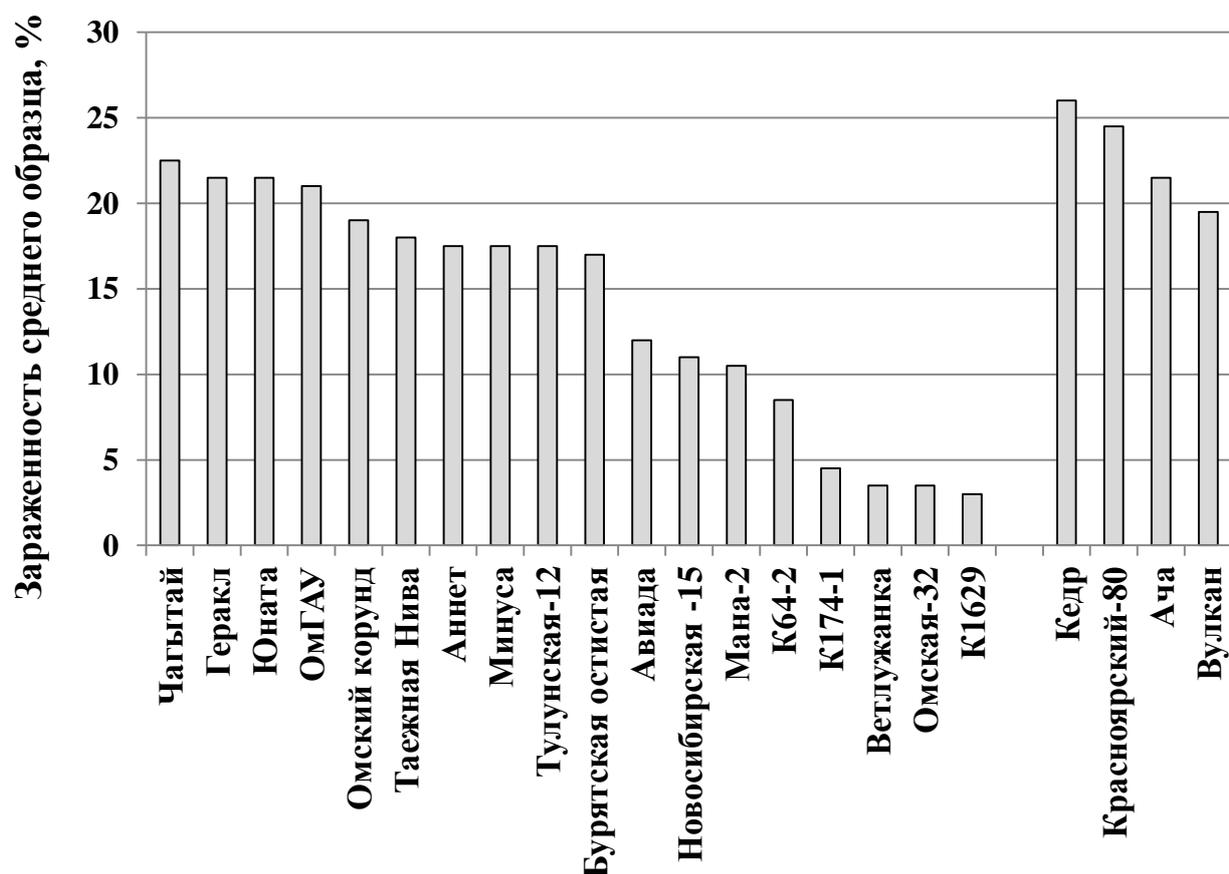


Рис. 2. Зараженность среднего образца пшеницы и ячменя грибами рода *Fusarium*

Комплекс видов рода *Fusarium*, распространенных на зерне пшеницы и ячменя

№ п/п	Вид	Количество изолятов	Доля вида в комплексе рода <i>Fusarium</i> , %	
			Пшеница	Ячмень
I. Секция <i>Sporotrichiella</i>:				
1	<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.	60	21-67	30-33
2	<i>Fusarium poae</i> (Peck) Wollenw.	14	8-22	0
3	<i>Fusarium tricinctum</i> Wollenw. & Reinking	10	4-22	0
II. Секция <i>Roseum</i>:				
4	<i>Fusarium avenaceum</i> complex	29	9-20	14-18
III. Секция <i>Arthrosporiella</i>:				
5	<i>Fusarium diversisporum</i> Sherbakoff	8	2-16	0
6	<i>Fusarium semitectum</i> Berk. & Rav.	25	8-29	12-18
IV. Секция <i>Discolor</i>:				
7	<i>Fusarium culmorum</i> Saccardo	21	6-29	12-15
8	<i>Fusarium heterosporum</i> Nees ex Fries	11	9-10	0
9	<i>Fusarium sambucinum</i> sensulato	27	8-28	10-14
V. Секция <i>Liseola</i>:				
10	<i>Gibberellafujikuroi</i> complex	6	0	4-8
VI. Секция <i>Elegans</i>:				
11	<i>Fusarium oxysporum</i> complex	19	6-33	3-6
VII. Секция <i>Martiella</i> and <i>Ventricosum</i>:				
12	<i>Fusarium solani</i> complex	10	3-6	5-9
Всего изолятов			240	

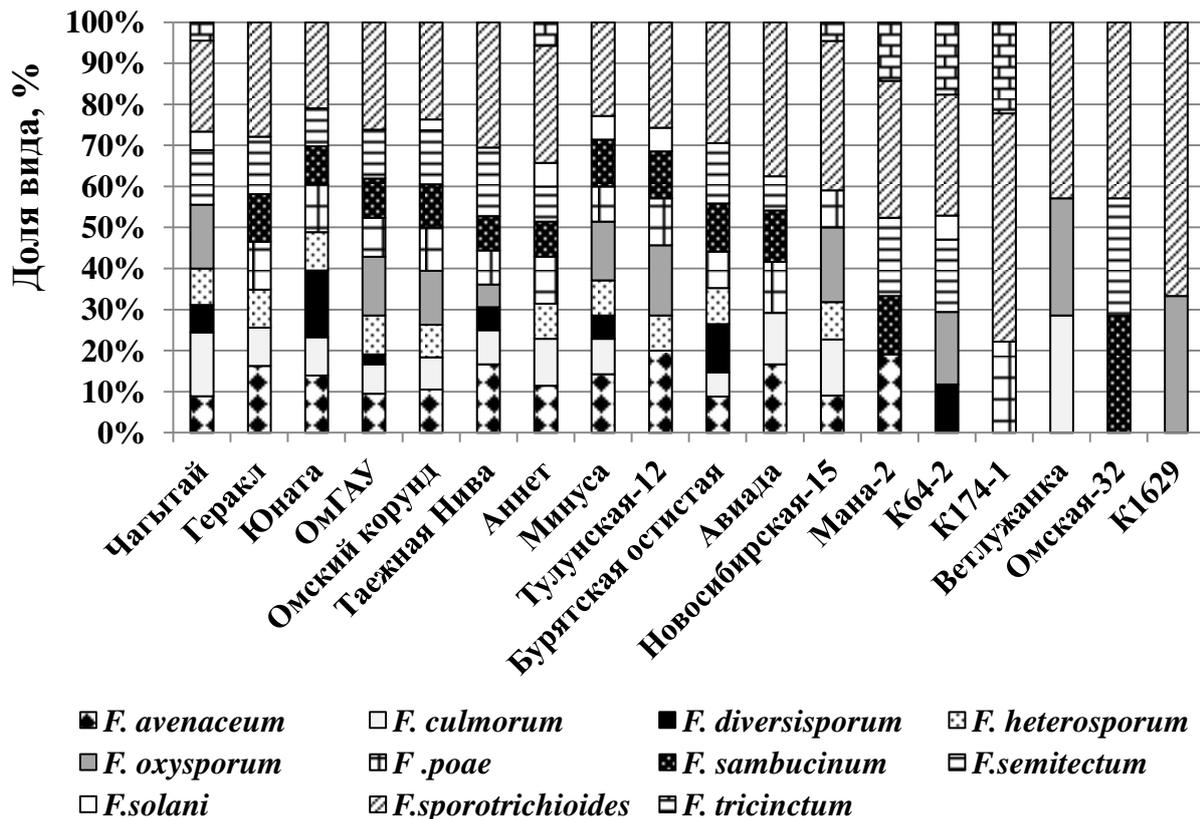


Рис. 3. Соотношение видов рода *Fusarium*, выделенных из зерна пшеницы

Видовой состав грибов рода *Fusarium* на зерне ячменя был менее разнообразным, но характеризовался большей стабильностью: доминирующее положение также занимает вид *F. sporotrichioides*, доля которого составила в среднем 32 %; достаточно широко представлены на всех исследуемых сортах ячменя виды *F. avenaceum* (14–18 %); *F. semitectum* (12–18 %); *F. culmorum* (12–15 %) и *F. sambucinum* (12–14 %); доля остальных видов не превысила 10 % (рис. 4).

Сравнительный анализ видового состава и зараженности зерна в зависимости от региона произрастания пшеницы показал, что инфицированность фузариозом сортов из Западной Сибири (Тюменская и Омская области) находится в пределах 12–22 %; среднее значение по региону составляет 18 %. Качественный состав представлен суммарно 11 видами; доминирующее положение занимает вид *F. sporotrichioides*, доля которого в фитопатогенном комплексе составляет 24–37 %; к видам, доля которых превысила 10 % от общего количества фузариев, относятся *F. avenaceum* (11–17 %); *F. culmorum* (11–13%); *F. Oxysporum* (13–14%); *F. poae* (11–

13 %); *F. sambucinum* (11–14%) и *F. semitectum* (12–14%) (рис. 5).

Зараженность фузариозом зерна из Средней Сибири (Красноярский край) находится в пределах 4–18%; среднее значение по региону составляет 12%. Качественный состав грибов рода *Fusarium* представлен 11 видами; доминирующее положение также занимает вид *F. sporotrichioides* (23–43%). К видам, доля которых на отдельных сортах превышает 10 %, относятся *F. Avenaceum* (14–20%); *F. Culmorum* (14–29%); *F. Oxysporum* (14–29 %); *F. Sambucinum* (11–29%); *F. Semitectum* (17–29%) и *F. Tricinatum* (14%) (рис. 5). Сорта пшеницы, произрастающие в Восточной Сибири (Иркутская область и Республика Бурятия), характеризуются зараженностью фузариозом в пределах 17–22 %; средний показатель по региону составляет 19 %. Качественный состав представлен 8 видами, среди которых в структуре фитопатогенного комплекса доминирует *F. sporotrichioides* (21–30%), а к видам, доля которых на отдельных сортах превышает 10 %, относятся *F. avenaceum* (14 %); *F. diversisporum* (12–16%); *F. Poae* (12%); *F. sambucinum* (12%) и

F.semitectum (15%). Зараженность фузариозом южносибирского сорта пшеницы Чагытай составила 23 %; качественный состав представлен девятью видами, среди которых преобладает *F.*

sporotrichioides (22%), а в группу видов, доля которых превысила 10 %, входят *F. culmorum* (16%), *F. oxysporum* (16 %) и *F.semitectum* (13%).

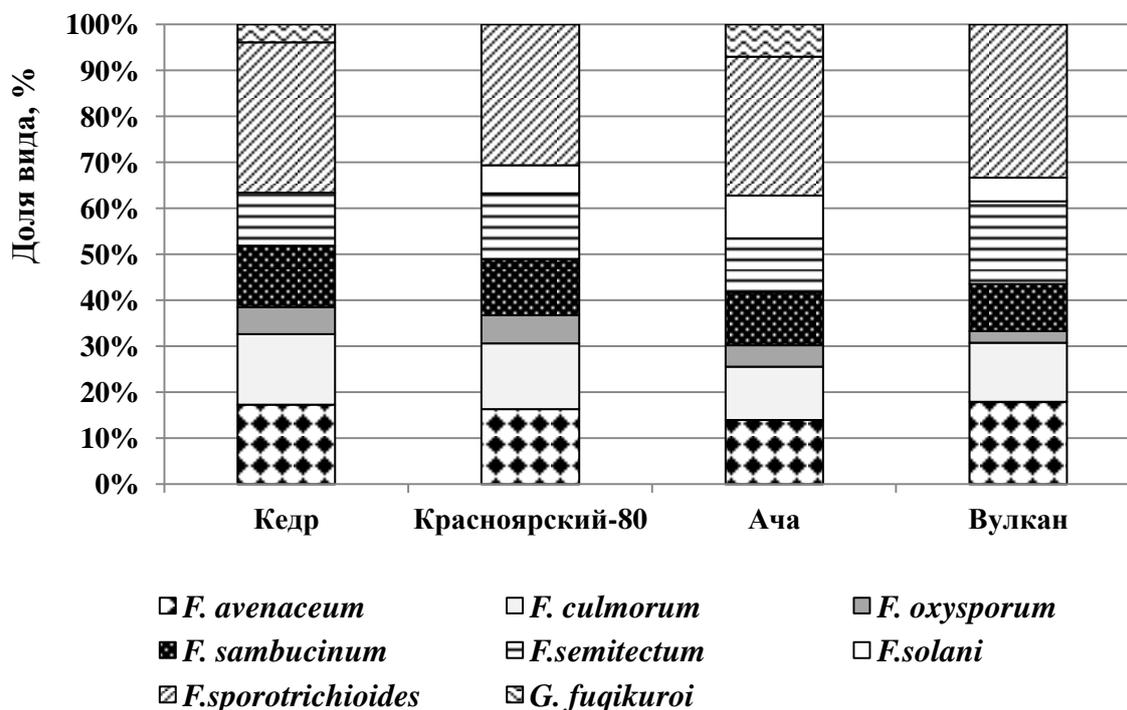


Рис. 4. Соотношение видов рода *Fusarium*, выделенных из зерна ячменя

В целом зараженность фузариозом оказалась минимальной у зерна из Средне-Сибирского региона (12%); качественный состав грибов рода *Fusarium* был идентичным таковому в Западно-Сибирском регионе, однако соотношение отдельных видов существенно различалось. В образцах пшеницы из Средней Сибири отмечено снижение доли вида *F.heterosporum* в 2–2,5 раза по сравнению с другими регионами, а также уменьшение доли вида *F.rosea* в среднем в 2 раза по сравнению с западной и восточной частью региона. Представленность видов *F.oxysporum* и *F.tricinatum*, напротив, была выше в 2,2 и 2,5 раза соответственно в Средней Сибири и в 4 и 2,8 раза – в Южной Сибири, на фоне их отсутствия в восточной части региона. В образцах из Восточной Сибири отмечено существенное увеличение доли вида *F. diversisporum* (14%) и отсутствие видов

F. oxysporum, *F. solanii*, *F. tricinctum*; в образцах из Южной Сибири – увеличение доли вида *F.culmorum* (16 %) и отсутствие видов *F. rosea* и *F. sambucinum* (рис. 5).

Проведенные исследования показали, что одним из наиболее распространенных и значимых на зерне пшеницы и ячменя, выращиваемых в условиях Сибири, является вид *F.sporotrichioides*, доля которого в комплексе рода *Fusarium* находится в пределах 20–67 %. К видам, которые могут представлять опасность для развития фузариоза зерна, вследствие их высокой представленности на отдельных сортах, следует также отнести *F.avenaceum*, *F.culmorum*, *F.oxysporum*, *F.sambucinum* и *F.semitectum*. Однако для доказательства роли отдельных видов в патогенезе зерновых культур необходимы дальнейшие исследования их фитопатогенных свойств.

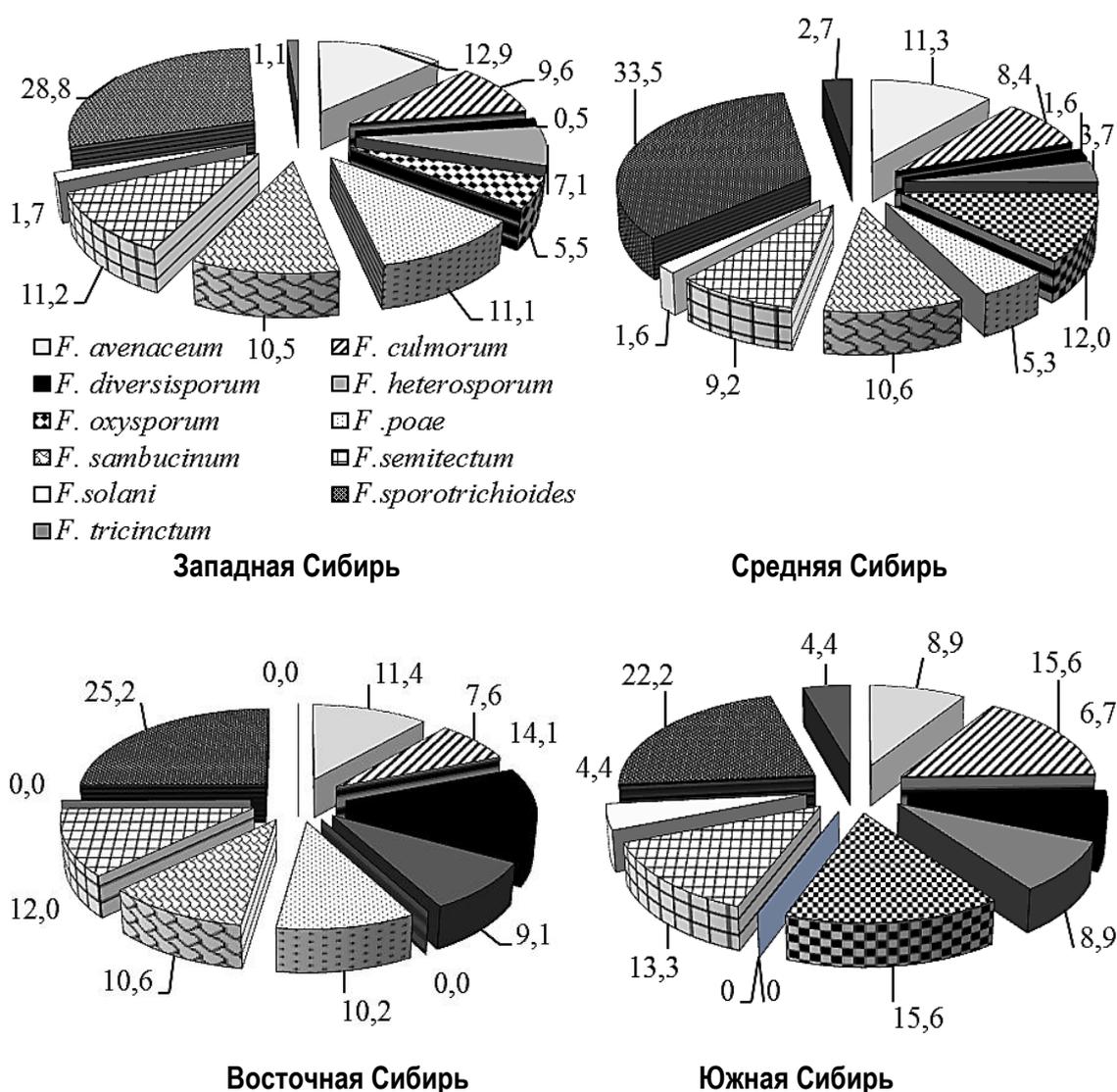


Рис. 5. Видовой состав грибов рода *Fusarium* на зерне пшеницы в различных регионах Сибири

В характеристике изученных сортов отсутствует информация об их восприимчивости к фузариозу зерна, в связи с чем не представлялось возможным провести сравнительный анализ полученных экспериментальных данных и сортовых особенностей пшеницы и ячменя. Однако, учитывая наличие инфекционного пула фузариев в различных частях растения, включая ризоплану и зону ризосферы, где микробиологические процессы протекают наиболее активно, провели микологический анализ образцов ризосферной почвы пшеницы, выращиваемой на территории Мининского опытно-производственного хозяйства (Красноярский край).

Установлено, что грибы рода *Fusarium* являются типичными обитателями почв сельскохозяйственного назначения. Пул микромицетов в ризосфере пшеницы относительно стабилен на

протяжении вегетационного периода с плавным увеличением численности в момент массового появления всходов и в конце вегетации. Динамика и количественные показатели у селекционной линии К1629 и сорта Таежная нива достоверно не различались; максимум численности отмечен в конце вегетации растений и составил $16,7$ и $18 \cdot 10^2$ КОЕ·г⁻¹ соответственно. В ризосфере пшеницы сорта Авида максимальные значения численности грибов рода *Fusarium* зафиксированы в период массового появления всходов ($15 \cdot 10^2$ КОЕ·г⁻¹).

В период максимальной численности грибов в почве ризосферы пшеницы сортов Авида и Таежная нива качественный состав представлен шестью видами; в ризосфере селекционной линии К1629 – пятью видами; доминирующее положение во всех вариантах занимает вид

F. sporotrichioides (36–45 %). В ризосфере селекционной линии К1629 значимым видом также является *F. oxysporum*, доля которого составляет 24 %; в прикорневой зоне сорта Таежная нива на долю видов *F. oxysporum* и *F. avenaceum* приходится соответственно 19 и 17 % от общего количества грибов рода *Fusarium*; в ризосфере сорта Авиада доля видов *F. avenaceum*, *F. oxysporum* и *F. sambucinum* составляет в среднем 14–15 %.

Заключение. Микроскопические грибы рода *Fusarium* являются неотъемлемой частью микобиоты зерна пшеницы и ячменя, однако зараженность отдельных сортов и доля видов в комплексе рода *Fusarium* в различных регионах Сибири существенно варьируют, что, вероятно, обусловлено индивидуальной подверженностью сорта инфекциям, особенностями выращивания растений в отдельных почвенно-климатических регионах, наличием инфекционного пула в ризосферной почве и других частях растения, а также наличием/отсутствием конкурентной микрофлоры. Не установлена общая зависимость уровня контаминации от сортовых особенностей семян, поскольку высокая степень фузариоза зерна отмечена на отдельных сортах как мягкой, так и твердой яровой пшеницы, устойчивой к полеганию, а также на всех изученных сортах ячменя.

При первичном мониторинге фитосанитарного состояния семян пшеницы и ячменя следует обращать внимание на общий уровень внутрисеменной инфекции, а также на зараженность видами рода *Fusarium*, наиболее часто выделяющимися из семенного материала. На момент исследования (2006–2012 г.) на зерне пшеницы и ячменя доминировал один из наиболее опасных токсикогенных видов *F. sporotrichioides* (доля вида 20–67 %); в группу потенциально опасных для возникновения фузариоза зерна также вошли виды *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. sambucinum* и *F. semitectum* вследствие их высокой представленности на отдельных сортах.

Литература

1. Ашмарина Л.Ф. Совершенствование защиты зерновых культур от болезней и вредителей в Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Новосибирск, 2005. – 49 с.
2. Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.П., Левитин М.М. [и др.]. Фузариоз зерновых культур // Прил. к журн. «Защита и карантин растений». – 2011. – № 5. – С. 70–112.
3. Литовка Ю.А. Ареал и видовой состав грибов рода *Fusarium* в наземных экосистемах Средней и Южной Сибири // Современная микология в России: мат-лы Междунар. микологического форума (Москва, 13–14 апреля 2015 г.). – 2015. – Т.4. – С. 227.
4. Литовка Ю.А., Савицкая А.Г., Шалаева Т.А. Видовой состав и фитотоксичность грибов рода *Fusarium* в лесных питомниках и агроценозах Средней и Южной Сибири // Иммунопатология, аллергология, инфектология. – 2009. – № 1. – С. 100–101.
5. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 303 с.
6. Методы экспериментальной микологии / под ред. В.И. Билай. – Киев: Наукова думка, 1982. – 550 с.
7. Платонова Ю.В. Экологическая характеристика микромицетов рода *Fusarium* зерновых культур в различных почвенно-климатических зонах Красноярского края: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск, 2007. – 19 с.
8. Савицкая А.Г. Эколого-биологические особенности сибирских штаммов *Fusarium*, распространенных на зерне пшеницы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тюмень, 2013. – 20 с.
9. Торопова Е.Ю., Глазунова Е.Б. Влияние состава агроценоза на развитие корневой гнили яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири // Вестник Алтай. гос. аграр. ун-та. – 2014. – № 4 (114). – С. 38–42.
10. Торопова Е.Ю., Казакова О.А., Воробьева И.Г. Мониторинг грибов рода *Fusarium* на семенах ячменя в лесостепи Западной Сибири // Современные системы и методы фитосанитарной экспертизы и управления защитой растений: мат-лы Междунар. конф. (Большие Вяземы, 24–27 ноября 2015 г.). – 2015. – С. 147–151.
11. Чулкина В.А., Кузнецова Т.Т., Овсянников В.И. Развитие корневых гнилей в Сибири в зависимости от насыщения севооборотов зерновыми культурами // Рос. с.-х. наука. – 1986. – № 9. – С. 23.

12. Шахназарова В.Ю., Струнникова О.К., Вишневецкая Н.А. Влияние влажности на развитие *Fusarium culmorum*) в почве // Микология и фитопатология. – 1999. – Т.33. – Вып. 1. – С. 53–59.
13. Leslie J.F., Summerell B.A. The *Fusarium* laboratory manual. – USA: Blackwell Publishing, 2006. – 388 p.
14. Methods for research on soil borne phytopathogenic fungi / ed. by L.L. Singleton, J.D. Mihail, C.M. Rush. – St. Paul, Minnesota: APS Press, 1992. – 264 p.
15. Nelson P.E., Toussoun T.A., Marasas W.F.O. *Fusarium* species: an illustrated manual for identifications. – The Pennsylvania State University Press, 1983. – 193 p.
7. Platonova Ju.V. Jekologičeskaja harakteristika mikromicetov roda *Fusarium* zernovyh kul'tur v razlichnyh pochvenno-klimatičeskikh zonah Krasnojarskogo kraja: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – Krasnojarsk, 2007. – 19 s.
8. Savickaja A.G. Jekologo-biologičeskie osobennosti sibirskih shtammov *Fusarium*, rasprostranennyh na zerne pshenicy: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – Tjumen', 2013. – 20 s.
9. Toropova E.Ju., Glazunova E.B. Vlijanie sostava agrocenoza na razvitie kornevoj gnili jarovoj pshenicy v lesostepi Zapadnoj Sibiri // Vestnik Altaj. gos. agrar. un-ta. – 2014. – № 4 (114). – S. 38–42.
10. Toropova E.Ju., Kazakova O.A., Vorob'eva I.G. Monitoring gribov roda *Fusarium* na semenah jachmenja v lesostepi Zapadnoj Sibiri // Sovremennye sistemy i metody fitosanitarnej jekspertizy i upravlenija zashhitoy rastenij: mat-ly Mezhdunar. konf. (Bol'shie Vjazemy, 24–27 nojabrja 2015 g.). – 2015. – S. 147–151.

Literatura

1. Ashmarina L.F. Sovershenstvovanie zashhity zernovyh kul'tur ot boleznej i vreditelej v Zapadnoj Sibiri: avtoref. dis. ... d-ra s.-h. nauk. – Novosibirsk, 2005. – 49 s.
2. Gagkaeva T.Ju., Gavrilova O.P., Levitin M.M. [i dr.]. Fuzarioz zernovyh kul'tur // Pril. k zhurn. «Zashhita i karantin rastenij». – 2011. – № 5. – S. 70–112.
3. Litovka Ju.A. Areal i vidovoj sostav gribov roda *Fusarium* v nazemnyh jekosistemah Srednej i Juzhnoj Sibiri // Sovremennaja mikologija v Rossii: mat-ly Mezhdunar. mikologičeskogo foruma (Moskva, 13–14 aprelja 2015 g.). – 2015. – Т.4. – S. 227.
4. Litovka Ju.A., Savickaja A.G., Shalaeva T.A. Vidovoj sostav i fitotoksichnost' gribov roda *Fusarium* v lesnyh pitomnikah i agrocenezah Srednej i Juzhnoj Sibiri // Immunopatologija, allergologija, infektologija. – 2009. – № 1. – S. 100–101.
5. Metody pochvennoj mikrobiologii i biohimii / pod red. D.G. Zvjaginceva. – M.: Izd-vo MGU, 1991. – 303 s.
6. Metody jeksperimental'noj mikologii / pod red. V.I. Bilaj. – Kiev: Naukova dumka, 1982. – 550 s.
11. Chulkina V.A., Kuznecova T.T., Ovsjannikov V.I. Razvitie kornevyh gnilej v Sibiri v zavisimosti ot nasyshhenija sevooborotov zernovymi kul'turami // Ros. s.-h. nauka. – 1986. – № 9. – S. 23.
12. Shahnazarova V.Ju., Strunnikova O.K., Vishnevskaja N.A. Vlijanie vlazhnosti na razvitie *Fusarium culmorum*) v pochve // Mikologija i fitopatologija. – 1999. – Т.33. – Вып. 1. – S. 53–59.
13. Leslie J.F., Summerell B.A. The *Fusarium* laboratory manual. – USA: Blackwell Publishing, 2006. – 388 p.
14. Methods for research on soil borne phytopathogenic fungi / ed. by L.L. Singleton, J.D. Mihail, C.M. Rush. – St. Paul, Minnesota: APS Press, 1992. – 264 p.
15. Nelson P.E., Toussoun T.A., Marasas W.F.O. *Fusarium* species: an illustrated manual for identifications. – The Pennsylvania State University Press, 1983. – 193 p.