



УДК 632.4:635.25

С.М. НИКИТИНА, кандидат биологических наук, доцент,
Е.Г. ГРИНБЕРГ*, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Новосибирский государственный аграрный университет,
*Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции
e-mail: mycota55@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ ФУЗАРИОЗНОЙ ГНИЛИ ЛУКА-ШАЛОТА ПРИ ХРАНЕНИИ

Исследованы особенности фенотипического проявления фузариозной гнили на луковичах в условиях теплого хранения посадочного материала. Исследования проведены в Сибирском научно-исследовательском институте растениеводства и селекции (Новосибирск) в 2010–2012 гг. Впервые установлено, что симптомы заболевания в форме светлого налета и спородохиев чаще проявлялись на шейке луковицы, реже на донце и средней части. Развитие фузариозной инфекции в 1/3 случаев не было связано с потемнением донца луковицы. При совместном заселении лука-шалота возбудителями фузариоза, бактериальной гнили и луковым клещом *Rhizoglyphus echinopus* отмечена маскировка признаков микологического поражения, что негативно сказывалось на достоверности визуальной диагностики фузариозной гнили. Впервые показано, что возбудители фузариоза и серой гнили на луке-шалоте являются конкурентными видами, подтверждающими принцип конкурентного исключения. Совместное инфицирование луковиц указанными патогенами приводит к разделению их экологических ниш.

Ключевые слова: лук-шалот, фузариоз, маскировка симптомов, экологическая ниша.

Фузариоз – одно из вредоносных заболеваний лука-шалота в лесостепной зоне Западной Сибири [1, 2]. Правильное диагностирование болезни существенным образом влияет на оценку устойчивости селекционного материала и принятие мер, ограничивающих развитие гнилей в период вегетации и хранения лука.

Цель работы – исследовать особенности фенотипического проявления фузариоза на луке-шалоте во время хранения для оптимизации фитосанитарного мониторинга в производственной и селекционной практике.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами изучения служили образцы лука-шалота из селекционных питомников Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции (СибНИИРС). Изучение распространенности заболеваний проводили в 2010–2012 гг. в условиях хранения, принятых в селекционной практике СибНИИРСа. Посадочный материал хранился теплым способом (18–25 °С) при естественном освещении помещения. В работе использовали общепринятые в фитопатологии методы: визуальный, микроскопический и биологический с использованием питательных сред.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Визуальная диагностика фузариоза на луковицах репчатого лука и лука-шалота основана на совокупности следующих признаков: локализации симптомов, цвету и плотности налета, консистенции и цвету пораженной ткани, цвету донца луковицы при разрезе. Большинство авторов едины во мнении, что заболевание начинается с гнили донца, на поверхности которого образуется плотный войлочный или рыхлый налет белой, беловато-розовой или розово-карминной окраски [3–9]. Налет может располагаться также между мясистыми чешуями – обильный белый или слегка розовый паутинистый с плотными розоватыми подушечками. Пораженная ткань становится мягкой, водянистой, на срезе имеет розовый оттенок, в процессе хранения луковицы могут гнить или мумифицироваться.

Изучение фитосанитарного состояния лука-шалота из питомников предварительного, контрольного и конкурсного сортоиспытания позволило установить, что фенотипическое проявление заболевания более разнообразно, чем указано в литературе. Нами были обследованы 20 образцов лука конкурсного сортоиспытания, из 1319 больных луковиц 206 имели признаки фузариоза. Светлый налет и подушечки гриба имели различную локализацию в пределах луковицы (табл. 1).

Установлено, что симптомы заболевания в 1/4 случаев (25,7 %) проявлялись на всей луковице и на отдельных ее частях – донце, шейке, средней части (58,8 % в совокупности).

На шейке луковицы признаки встречались в 2,6 раза чаще, чем на донце и в 5,1 раза чаще, чем в средней части. Отмечено, что небольшая доля (15,6 %) принадлежала совместной локализации симптомов на двух частях луковицы (донце + шейка; донце + средняя часть и шейка + средняя часть). Лидирующее положение занимала последняя позиция (10,2 %). Частота встречаемости признаков фузариоза с участием донца луковицы составила в целом 45,1 %, с шейкой луковицы – 77,7 %. Таким образом, на шейке луковицы признаки фузариоза встречались в 1,7 раза чаще, чем в области донца. В связи с этим общепринятое название болезни «фузариозная гниль донца» для лука-шалота, на наш взгляд, неприемлемо. Очевидно, следует использовать названия «фузариозная гниль» или «фузариоз» луковиц.

Таблица 1

Расположение налета и спородохий грибов рода *Fusarium* на луковицах в зависимости частоты встречаемости признака

Расположение симптомов	Частота встречаемости признака	
	шт.	%
Донце	29	14,1
Шейка	77	37,4
Средняя часть	15	7,3
Донце и шейка	9	4,4
Донце и средняя часть	2	1,0
Шейка и средняя часть	21	10,2
Вся луковица	53	25,7
Всего больных луковиц	206	100,0

Таблица 2

Симптомы фузариоза лука-шалота при смешанных инфекциях

Внешние признаки	Частота встречаемости	
	шт.	%
Донце темное, налет	36	35,6
Донце темное, налет отсутствует	45	44,6
Донце без особенностей, налет	6	5,9
Донце без особенностей, налета нет	14	13,9
Всего больных фузариозом луковиц	101	100,0

Выявлено, что потемнение донца и налет при фузариозе могут отсутствовать (табл. 2). Так, 1/5 часть луковиц (19,8 %), пораженных заболеванием, имела донце без особенностей. Более чем у половины фузариозных луковиц (58,5 %) типичного грибного налета при визуальной диагностике не было видно.

Отмечено расположение спородохий фузариевых грибов вдоль сосудисто-проводящих пучков, что свидетельствует о системном заражении луковиц.

Более частое появление симптомов в области шейки, возможно, связано с пониженной влажностью воздуха в хранилище. Налет на шейке был обычно прикрыт сверху сухими чешуями, что обеспечивало более комфортные условия для спорообразования патогена. Не следует также исключать возможность проникновения паразита в луковицу через надземные органы. Нами установлено, что грибы рода *Fusarium* ежегодно образуют на листьях, ложном стебле и цветоносах многолетних луков налет бесполого спороношения [10] и, следовательно, могут передаваться воздушно-капельным путем. Посадки многолетних луков и лука-шалота находятся в пределах одного поля, поэтому для луковичного вида создается высокий инфекционный фон по фузариозной инфекции. Наличие конидий грибов рода *Fusarium* в воздухе показано в работе И.Г. Воробьевой, Т.В. Тепляковой [11].

Отсутствие типичного грибного налета на пораженных фузариозом луковицах может быть обусловлено, на наш взгляд, двумя причинами. Первая связана с высокой численностью лукового корневого клеща. Известно, что этот вредитель может использовать грибные структуры в качестве источника питания [12]. Нами установлено, что клещи активно объедают споры и тонкие веточки конидиеносцев грибов рода *Botrytis*, оставляя нетронутыми толстые и старые части спороносцев, что придает налету более темный цвет, нетипичный для серой гнили, исчезает характерная порошистость, обусловленная обилием образующихся конидий. Клещ поедает также мицелий фузариевых грибов и конидии грибов рода *Penicillium*.

Вторая, более важная, причина кроется, очевидно, во взаимоотношениях между фузариевыми грибами и бактериями, вызывающими гнили луковиц сложной этиологии. Возможно, бактерии лизируют мицелий. Многочисленные микроскопические исследования, проведенные на таких луковицах, показали, что в мацерированной ткани находилось большое количество конидий гриба, иногда образовывались хламидоспоры. Однако симптомы грибной инфекции маскировались, поэтому при визуальных

учетах значительно занижалась степень распространенности фузариоза, так как такие луковицы с малоприятным запахом относили к числу пораженных бактериозом.

При исследовании луковиц в различной стадии гниения отмечено, что потемнение донца, вызванное фузариозной инфекцией, составило 2/3 от общего числа случаев. В остальных луковицах изменение окраски спровоцировано другими патогенными факторами, в частности, развитием бактериальных гнилей (табл. 3).

Грибы рода *Fusarium* развивались на луке-шалоте преимущественно в составе патогенных комплексов, включающих как возбудителей заболеваний, так и вредителей. В течение 2010–2012 гг. на луке-шалоте преобладали бактериальная, фузариозная и пенициллезная гнили. Из фитофагов наиболее часто встречались луковый клещ, табачный трипс и личинки журчалок (табл. 4). На примере питомника предварительного сортоиспытания рассчитаны парные коэффициенты корреляции признаков. Между показателями частоты встречаемости фузариоза и лукового клеща установлена прямая зависимость в средней степени ($0,36 \pm 0,15$). Положительная корреляция связана, очевидно, с тем, что клещи питаются спорами и мицелием гриба и

Таблица 3
Частота встречаемости потемнения на донце больного лука

Внешние признаки	Частота встречаемости	
	шт.	%
Луковицы с донцем без особенностей	58	32,4
Луковицы с потемнением в области донца	121	67,6
В том числе:		
с наличием фузариозной инфекции	81	66,9
без фузариозной инфекции	40	33,1
Всего исследовано больных луковиц	179	100,0

Таблица 4
Средняя распространенность заболеваний и фитофагов на луке-шалоте при хранении по питомникам сортоиспытаний, % от больных и поврежденных

Заболевание, вредитель	Питомник				
	предварительный		конкурсный		контрольный
	2010–2011 гг.	2011–2012 гг.	2010–2011 гг.	2011–2012 гг.	2010–2011 гг.
Бактериоз	96,5	86,6	95,4	92,4	94,8
Фузариоз	19,1	53,7	59,5	64,2	19,0
Пенициллез	56,3	70,7	29,3	58,6	18,8
Черная плесень	0	1,6	0	2,1	0
Ботритиоз	5,9	0	10,5	1,0	1,9
Нематоды	0	1,2	12,7	8,0	0
Луковый клещ	41,7	94,5	77,5	93,6	63,9
Табачный трипс	39,1	67,7	13,7	42,0	27,5
Журчалки и др.	7,9	13,6	10,2	29,0	13,8

разносят их по посадочному материалу в хранилище. Места повреждений клещами служат «воротами инфекции» для возбудителей фузариоза.

Следует отметить, что в научной литературе утвердилось мнение, что грибы рода *Fusarium* вызывают гниль донца, грибы рода *Botrytis* – гниль шейки луковицы. Насколько правомерны такие выводы о четком разделении экологических ниш между указанными патогенами на луке-шалоте? Экспериментальные данные по питомникам показывают, что соотношение частоты встречаемости возбудителей ботритиоза и возбудителей фузариоза значительно варьировало по годам: в питомнике предварительного сортоиспытания составило 1 : 3 (2010–2011 гг. хранения), конкурсном – 1 : 6 (2010–2011 гг.) и 1 : 64 (2011–2012 гг.), контрольном – 1 : 10. В предварительном питомнике (2011–2012 гг.) ботритиоз отсутствовал. Таким образом, в патогенном комплексе на протяжении ряда лет доминировали возбудители фузариозной гнили. Нами проведены исследования в питомнике КСИ 2010–2011 гг. хранения, когда количество больных серой гнилью луковиц было максимальным. Изучив луковицы с признаками серой гнили, мы установили, как идет разделение экологических ниш между грибными фитопатогенами. Возбудители указанных заболеваний предпочитали паразитировать на разных луковицах (табл. 5).

Совместное инфицирование, когда оба паразита размножались достаточно успешно, ограничивалось 1/4 случаев. С минимальной частотой (11,4 %) зафиксировано неравноценное развитие патогенов в пределах одной луковицы. Очевидно, это связано со степенью патогенности (агрессивности) микроорганизмов, возможно, различными сроками инфицирования луковиц и другими факторами. Нами отмечено, что при совместном заражении луковиц возбудитель серой гнили занимал, как правило, 1–2 верхних сочных чешуи, возбудитель фузариоза локализовался во внутренней части луковицы. Возможно, размежеванию экологических ниш способствовала возможность распространения возбудителя фузариоза по сосудистой системе растения-хозяина.

Особи разных видов находятся в конкурентных отношениях за пищевой ресурс, когда конкурирующий вид может исключать один другого из определенных местообитаний. На наш взгляд, конкуренция между возбудителями фузариоза и возбудителями серой гнили относится к асимметричной [13], так как ее последствия неодинаковы для обеих сторон. Конкурируя с более сильным видом, слабый конкурент снижает плодovitость, выживаемость и часто утрачивает свою реализованную нишу. Воз-

Таблица 5

Развитие серой гнили и фузариоза при совместном инфицировании луковиц патогенами

Патогенные факторы		Частота встречаемости признака	
Род <i>Botrytis</i>	Род <i>Fusarium</i>	Число	%
Развит хорошо	Отсутствует	44	62,8
Патогены развиты в равной степени		18	25,7
Развит слабо	Развит хорошо	5	7,1
Развит хорошо	Развит слабо	3	4,3
Всего исследовано луковиц		70	100,0

возможность сосуществования конкурирующих видов, наблюдаемую на отдельных луковицах, – пример минимального уровня разделения ниш, которое приводит к преобладанию внутривидовых конкурентных взаимоотношений над межвидовыми.

ВЫВОДЫ

1. Впервые установлено, что при теплом способе хранения лука-шалота симптомы фузариоза в виде налета и спородохиев чаще проявлялись на шейке луковицы, реже – на донце и других частях. Потемнение донца луковицы при фузариозной гнили в 1/3 случаев отсутствовало или было вызвано другими причинами.

2. При совместном заражении лука-шалота бактериальной и фузариозной инфекциями, а также заселении луковым корневым клещом отмечена маскировка признаков грибного поражения, которая приводила к занижению распространенности фузариоза при визуальных учетах.

3. Впервые показано, что конкурентные межвидовые отношения между возбудителями фузариоза и серой гнили на луке-шалоте реализовывались в форме конкурентного исключения и сосуществования. Дифференциация реализованных ниш проявлялась в развитии конкурентных видов на различных по глубине сочных чешуях. Четкого разделения экологических ниш – «шейка», «донце» для указанных паразитов не установлено.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Ванина Л.А.** Оценка селекционного материала лука-шалота и создание высокопродуктивных и устойчивых к основным вредителям и болезням сортов в условиях лесостепи Приобья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 2004. – 24 с.
2. **Никитина С.М.** Патогенные микромицеты и оптимизация фитосанитарного состояния лука в лесостепи Приобья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Кинель, 2008. – 24 с.
3. **Ванек Г., Корчагин В.Н., Тер-Симонян Л.Г., Осницкая Е.А.** Атлас болезней и вредителей плодовых, ягодных, овощных культур и винограда. – Братислава: Природа; М.: Колос, 1975. – 367 с.
4. **Дементьева М.И., Выгонский М.И.** Болезни плодов, овощей и картофеля при хранении. – М.: Агропромиздат, 1988. – 231 с.
5. **Коган Э.Д., Попшой И.С.** Микофлора и грибные болезни основных овощных культур Молдовы. – Кишинев: Штиинца, 1991. – 186 с.
6. **Пересыпкин В.Ф., Кирик Н.Н., Тымченко В.И. и др.** Болезни сельскохозяйственных культур в 3-х томах. – Киев: Урожай, 1991. – Т. 3. – 208 с.
7. **Хохряков М.К., Доброзракова Т.Л., Степанов К.М., Летова М.Ф.** Определитель болезней растений. – СПб.: Лань, 2003. – 592 с.
8. **Защита растений от болезней** / В.А. Шкаликов, О.О. Белошапкина, Д.Д. Букреев и др. – М.: КолосС, 2004. – 255 с.
9. **Гринберг Е.Г., Ванина Л.А., Жаркова С.В. и др.** Научные основы интродукции, селекции и агротехники лука-шалота в Западной Сибири. – Новосибирск, 2009. – 208 с.
10. **Никитина С.М., Гринберг Е.Г.** Диагностика фузариоза многолетних луков в период вегетации // Вестн. НГАУ. – 2014. – № 3 (32). – С. 49–53.
11. **Воробьева И.Г., Теплякова Т.В.** Мониторинг биоразнообразия микромицетов в аэрозоле воздуха юга Западной Сибири // Системно-экологическая оптимизация фитосанитарных технологий: сб. науч. тр. – Новосибирск, 2009. – С. 102–109.
12. **Тетеревникова–Бабаян Д.Н.** Болезни овоще-бахчевых культур в Армении и меры борьбы с ними. – Ереван: Митк, 1964. – 359 с.
13. **Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К.** Экология. Особи, популяции и сообщества; в 2-х т. / пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – Т. 1. – 667 с.; т. 2. – 477 с.

Поступила в редакцию 27.02.2015

**S.M. NIKITINA, Candidate of Science in Biology, Associate Professor,
E.G. GRINBERG*, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher**

*Novosibirsk State Agrarian University,
*Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding
e-mail: mycota55@mail.ru*

PECULIARITIES IN DIAGNOSING FUSARIUM BLIGHT IN SHALLOT WHEN STORED

There were studied peculiarities of the phenotypic manifestation of Fusarium blight in shallot bulbs under conditions of warm storage. Investigations were carried out at the Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding, Novosibirsk, in 2010–2012. For the first time was found that the symptoms of the disease were manifested more often on the neck of the bulb and occasionally on the bottom and the middle part in the form of light plaque and sporodochium. The development of Fusarium infection in the one third of cases was not associated with darkening of the bulb stem. When shallot was jointly colonized with the Fusarium blight and bacterial rot pathogens, and onion mites *Rhizoglyphus echinopus*, the signs of mycological affection were observed to hide that had a negative impact on the reliability of visual diagnosis of Fusarium blight. For the first time is shown that the Fusarium blight and gray rot pathogens in shallot are competitive species confirming the principle of competitive exclusion. The joint infection of bulbs with these pathogens results in the separation of their ecological niches.

Keywords: shallot, Fusarium blight, symptom hiding, ecological niche.

УДК 633.11"321":581.1.032.3

С.Б. ЛЕПЕХОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

*Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
e-mail: sergei.lepehov@yandex.ru*

ЗАРОДЫШЕВАЯ КОРНЕВАЯ СИСТЕМА МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ И ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ

В степной зоне Алтайского края изучена первичная корневая система у сортов яровой мягкой пшеницы, различающихся годом репродукции семян, группой спелости и степенью засухоустойчивости. Полевой опыт по их изучению проведен с 2010 по 2012 г. Объектом исследования являлись 12 сортообразцов яровой мягкой пшеницы. Установлено, что на долю влияния фактора «сорт» в общей изменчивости длины первичных корней приходится 45 %, «год» – 21 %, взаимодействие «год – сорт» статистически незначимо. Среднепоздние сорта характеризуются хорошо развитой системой зародышевых корней. Засухоустойчивые генотипы имеют самое большое число зародышевых корней. Не обнаружено существенной взаимосвязи массы 1000 зерен с числом и длиной зародышевых корней. Длина и число первичных корней яровой мягкой пшеницы существенно зависят от погодных условий, в которых проходит налив зерна. Семена, полученные от растений, подвергшихся засухе во второй половине вегетации, формируют короткую первичную корневую систему по сравнению с растениями, налив зерна которых проходил в изобилии влаги. У сортов с более продолжительным онтогенезом хорошо развита система зародышевых корней. Засухоустойчивые генотипы прорастают большим числом зародышевых корней, чем незасухоустойчивые сортообразцы, но на 7-е сутки практически выравниваются с ними по суммарной длине.

Ключевые слова: зародышевая корневая система, яровая мягкая пшеница, засухоустойчивость, среднеранний сорт, среднеспелый сорт, среднепоздний сорт.