



РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ВРЕДНОСТЬ МИКОЗОВ НА КУЛЬТУРЕ ЧЕСНОКА ОЗИМОГО В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

HARMFULNESS OF MYCOSISS ON CULTURE OF GARLIC WINTER-ANNUAL IN THE CONDITIONS OF MOSCOW REGION

Середин Т.М. – кандидат с.-х. наук, с.н.с. лаб. селекции и семеноводства луковых культур
Герасимова Л.И. – кандидат с.-х. наук, с.н.с. лаб. селекции и семеноводства луковых культур
Козарь Е.Г. – кандидат с.-х. наук, ведущий н.с. лаб. иммунитета и защиты растений
Енгальчева И.А. – кандидат с.-х. наук, зав. лаб. иммунитета и защиты растений
Баранова Е.В. – кандидат с.-х. наук, н.с. лаб. селекции и семеноводства луковых культур

Seredin T.M. – PhD, in agriculture, senior researcher
Gerasimova L.I. – PhD, in agriculture, senior researcher
Kozar E.G. – PhD, in agriculture, leading researcher
Engalycheva I.A. – PhD, in agriculture, head of the laboratory of immunity and plant protection
Baranova E.V. – PhD, in agriculture

FSBSI Federal Scientific Vegetable Center
Selectionnaya str., 14, p. VNISSOK,
Odintsovo district, Moscow region, 143072, Russia
E-mail: vniissok@mail.ru, timofey-seredin@rambler.ru

ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»
143072, Россия, Московская область,
Одинцовский район, пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14
E-mail: vniissok@mail.ru, timofey-seredin@rambler.ru

*One of stressful factors the reducing harvest and quality of bulbs of garlic winter (*Allium sativum* L.) defeat is diseases of various etiology. Studying of influence of factors of the external environment and stability of a genotype on prevalence of diseases on landings of garlic winter and degree of their injuriousness in the conditions of the Moscow region was the purpose of researches; assessment of collection and selection samples of garlic winter and identification among them steady against the most economically significant diseases. Object of researches were grades and collection samples of garlic of the Federal Scientific Vegetable Center, winter from collections, and other selection institutions. Field experiments and assessment were carried out on a natural infectious background for a number of years. It is as a result established that in the conditions of the Moscow region during vegetation of a plant of garlic winter mainly are surprised mushroom diseases (mycoses) among which the dominating position is taken by fusariosis (micromycetes of the sort *Fusarium* spp). Defeat of garlic fusariosis is shown annually and with different intensity, depending on weather conditions. The analysis of literature and results of our researches show that number and a ratio of types of *Fusarium* spp. in a pathogenic complex changes in last years. The types which are earlier not noted on the culture of garlic in the Moscow region (since 2009 – *F. avenacium*, *F. proliferatum*, *F. subglutinans* and *F. semitectum* are registered; since 2017 – *F. gibbosum* and *F. nivale*). In a complex with highly aggressive types of *F. solani* and *F. oxysporum* they enhance injuriousness of fuzariosis withering and rots. Mushrooms of the sort *Alternaria* and other micromycetes of the sorts *Stemfillium*, *Pythium*, *Embilisia*, *Verticillum*, *Cladosporium* in the conditions of the Moscow region meet mainly in a complex *Fusarium*. Gray rot (the activator – *Botrytis allii* L.) it is more often shown in storage time and transportations of bulbs of garlic. These micromycetes enhance injuriousness of fusariosis and increase losses of a harvest of garlic winter, especially, in the conditions of sharp fluctuations of average daily temperatures and humidity of the soil during the different periods of vegetation. Results of long-term assessment are given in article, grades and perspective collection samples of garlic winter the steadiest against defeat with diseases in the conditions of the changing climate of a zone of Non-Black Earth Region are allocated.*

Одним из стрессовых факторов, снижающих урожайность и качество луковиц чеснока озимого (*Allium sativum* L.), является поражение болезнями различной этиологии. Целью исследований было изучение влияния факторов внешней среды и устойчивости генотипа на распространенность болезней на посадках чеснока озимого и степени их вредности в условиях Московской области; оценка коллекционных и селекционных образцов чеснока озимого и выявление среди них устойчивых к наиболее экономически значимым болезням. Объектом исследований являлись сорта и коллекционные образцы чеснока озимого из коллекций Федерального научного центра овощеводства (ФНЦО) и других селекционных учреждений. Полевые опыты и оценку проводили на естественном инфекционном фоне в течение ряда лет. В результате установлено, что в условиях Московской области в период вегетации растения чеснока озимого преимущественно поражаются грибными болезнями (микозами), среди которых доминирующую позицию занимает фузариоз (микромикеты рода *Fusarium* spp). Поражение чеснока фузариозом проявляется ежегодно и с разной интенсивностью, в зависимости от погодных условий. Анализ литературы и результаты наших исследований показывают, что число и соотношение видов *Fusarium* spp. в патогенном комплексе в последние годы меняется. Регистрируются виды, ранее не отмеченные на культуре чеснока в Московской области (с 2009 года – *F. avenacium*, *F. proliferatum*, *F. subglutinans* и *F. semitectum*; с 2017 года – *F. gibbosum* и *F. nivale*). В комплексе с высоко агрессивными видами: *F. solani* и *F. oxysporum*, они усиливают вредность фузариозного увядания и гнилей. Грибы рода *Alternaria* и другие микромикеты родов *Stemfillium*, *Pythium*, *Embilisia*, *Verticillum*, *Cladosporium* в условиях Московской области встречаются преимущественно в комплексе с *Fusarium*. Серая гниль (возбудитель – *Botrytis allii* L.) чаще проявляется во время хранения и транспортировки луковиц чеснока. Эти микромикеты усиливают вредность фузариоза и увеличивают потери урожая чеснока озимого, особенно, в условиях резких колебаний среднесуточных температур и влажности почвы в разные периоды вегетации. В статье приведены результаты многолетней оценки, выделены сорта и перспективные коллекционные образцы чеснока озимого, наиболее устойчивые к поражению болезнями в условиях меняющегося климата зоны Нечерноземья.

Ключевые слова: чеснок озимый, луковица, болезни, фитопатогены, микозы, *Fusarium*, вредность, устойчивость к болезням.

Keywords: garlic winter, bulb, diseases, phytopathogens, mycoses, *Fusarium*, harmfulness, resistance to diseases.

Для цитирования: Середин Т.М., Козарь Е.Г., Герасимова Л.И., Енгальчева И.А. РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ВРЕДНОСТЬ МИКОЗОВ НА КУЛЬТУРЕ ЧЕСНОКА ОЗИМОГО В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ. Овощи России. 2018; (6): 84-90. DOI:10.18619/2072-9146-2018-6-84-90

For citation: Seredin T.M., Gerasimova L.I., Kozar E.G., Engalycheva I.A. DISTRIBUTION AND HARMFULNESS OF MYCOSISS ON CULTURE OF GARLIC WINTER-ANNUAL IN THE CONDITIONS OF MOSCOW REGION. Vegetables crops of Russia. 2018;(6):84-90. DOI:10.18619/2072-9146-2018-6-84-90

Введение

Одним из факторов снижения урожайности и качества луковиц чеснока озимого является поражение болезнями грибной этиологии. В условиях Московской области в период вегетации на посадках чеснока озимого наибольшим распространением отличаются фузариоз, альтернариоз и серая гниль. Помимо этих болезней в поражении луковиц чеснока в период уборки и предпосадочного хранения могут участвовать плесневые грибы рода *Aspergillus* – возбудители голубой плесени и бактерии, вызывающие гнили [1,2,3]. Очень часто на одном растении развивается сразу комплекс болезней. При этом состав и соотношение возбудителей в различные годы может значительно варьировать.

Альтернариоз (*Alternaria* spp.) хотя и распространен во всех районах выращивания луковых культур, но наиболее опасен в условиях жаркого влажного климата южных регионов. Высокая распространенность серой гнили (*Botrytis allii* L.) отмечается в годы с обильными осадками на фоне пониженных и средних значений температур воздуха. На пораженных участках появляется серый налёт спороношения гриба, который быстро распространяется во влажных условиях, нижние листья загнивают и отмирают, легко отрываются, но наиболее вредоносна серая гниль во время хранения и транспортировки луковиц чеснока. При посадке заражённые зубки дают слабые хлоротичные растения.

Однако в последние десятилетия ввиду изменения климата во все мире значительно возрастает распространённость микромицетов рода *Fusarium*, которые, по данным многих отечественных и зарубежных исследователей, часто составляют основу патогенного комплекса на многих овощных культурах, в том числе и на чесноке озимом [4-12]. Эти возбудители поражают все органы растения – листья, зубки, бульбочки. Проявление фузариоза возможно в течение всей вегетации или в процессе хранения чеснока. В природных условиях симптомы поражения вегетирующих растений проявляются не сразу после заражения, а после довольно долгого латентного периода, продолжительность которого зависит от температурного фона. Первые симптомы начинаются с пожелтения и изогнутости листьев. Постепенно, начиная с верхушки, они отмирают. Иногда между листьями, в основании, обнаруживается розовый налёт.

Большинство из перечисленных выше видов фитопатогенных грибов широко распространены и на других луковых и овощных культурах во многих регионах РФ [13-18]. В результате в настоящее время сложился достаточно напряженный провокационный фон в естественных условиях. У восприимчивых образцов в годы эпифитотий гибель растений может достигать 100% еще до начала уборки луковиц [4,5,16]. В связи с этим, оценка вредоносности и поиск генотипов с комплексной устойчивостью к основным вредоносным патогенам в условиях Нечерноземья является одним из приоритетных направлений в селекции чеснока озимого.

Целью исследований было изучение роли факторов внешней среды и устойчивости генотипа в распространении болезней на посадках чеснока озимого и степени их вредоносности в условиях Московской области; оценка коллекцион-

ных и селекционных образцов чеснока озимого и выявление среди них устойчивых к наиболее экономически значимым болезням.

Материал и методика проведения исследований

Исследования проводили в полевых условиях Московской области в коллекционном питомнике лаборатории селекции и семеноводства луковых культур ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (ФНЦО) в 2012-2018 годах. В работу были включены сорта чеснока озимого селекции: Демидов, Заокский, Одинцовский Юбилейный, Поднебесный, Сармат, Скорпион и Стрелец, а также коллекционные образцы различного генетического и географического происхождения.

Полевые опыты закладывали по общепринятым методикам [19,20] по двухфакторной схеме: фактор А – образец (сорт), фактор Б – годы исследований. Посадочный материал – зубки; норма высадки 40 штук/м². Площадь учетной делянки в опыте 5 м², повторность – 4-кратная. Размещение делянок рендомизированное.

Оценку пораженности образцов болезнями проводили на естественном инфекционном фоне в два этапа, учитывая число выбракованных в ходе фитопроцистков пораженных вегетирующих растений (I-II декады июня) и число больших луковиц во время уборки и перед высадкой зубков. На основании суммарного показателя распространённости болезней (период вегетации, уборки и предпосадочного хранения луковиц) образцы ранжировали по группам устойчивости к комплексу патогенов [4,5,18,19]:

I – без визуальных признаков поражения (0%) – практически устойчивые (У);
II – суммарный процент поражения ≤10% – относительно устойчивые (ОУ);
III – суммарный процент поражения 11-20% – средневосприимчивые (СВ);
IV – суммарный процент поражения >20% – восприимчивые (В).
Стандартами для каждой группы устойчивости соответственно были сорта Демидов (ОУ), Заокский (СВ) и Одинцовский Юбилейный (В). Расчет потерь урожая на единицу площади в каждом образце проводили по формуле

$$P_y = n_1 \cdot M_c + n_2 \cdot M_c,$$

где n_1 – число удаленных пораженных растений (шт/м²);

n_2 – число больших луковиц (шт/м²);

M_c – средняя масса луковицы в время уборки (г).

Степень вредоносности оценивали по процентному соотношению общих потерь к потенциальной урожайности, которую рассчитывали по формуле

$$Y_n = P_y + Y_r,$$

где P_y – общие потери (кг/м²);

Y_r – урожайность товарных луковиц (кг/м²).

Анализ видового состава микромицетов проводили на основании микроскопирования полевых образцов, изучения морфолого-культуральных признаков выделенных в чистую культуру изолятов грибов и идентификации патогенов по соответствующим определителям [21-23].

Математическую и статистическую обработку полученных данных проводили по общепринятым методикам [20] с помощью пакета прикладных программ MS EXCEL.

Результаты и обсуждение

Распространение и степень поражения грибными болезнями растений чеснока озимого в Московском регионе зависят от многих факторов, которые влияют на характер развития взаимоотношений в агропатосистеме «почва-растение-возбудитель». В первую очередь, это устойчивость сорта (образца) и метеоусловия вегетационного периода. Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что на ранних этапах развития растений доля влияния генотипа (фактор А) и условий года (фактор Б) на распространённость болезней сравнима и составила около 40%. В период созревания луковиц определяющим фактором интенсивности распространения болезней являются погодные условия года (доля влияния более 55%). Вклад взаимодействия двух факторов в общую вариабельность данного признака на разных фазах развития растений в среднем составил 20%. То есть, погодные условия вегетационного периода оказывают существенное влияние на поражённость чеснока озимого болезнями и характер распределения изучаемых образцов по группам устойчивости относительно сортов-стандартов в разные годы исследований.



Чеснок озимый в поле.
Winter garlic in the field.

В ходе исследований было отмечено, что обильные осадки и высокая влажность в период активного роста листового аппарата способствуют увеличению числа пораженных вегетирующих растений, особенно на фоне пониженных среднесуточных температур. И, наоборот, сочетание высокой влажности и повышенной температуры в последний месяц вегетации приводит к резкому увеличению числа пораженных луковиц к моменту уборки [5,17]. Это наиболее четко прослеживается в годы с диаметрально противоположными погодными условиями в разные периоды вегетации (рис. 1).

Так, самый высокий процент пораженных растений в первой половине вегетации у всех образцов был отмечен в 2014 году, в июне которого выпала двойная норма осадков, а среднесуточная температура была ниже среднегодовой на 1,2°C, а наибольшее число пораженных луковиц в период уборки – в 2013 году, в июле которого при двойной норме осадков среднесуточная температура воздуха

составила 20,1°C при среднегодовой 19,2°C. В годы с благоприятным сочетанием климатических факторов для развития растений чеснока озимого, число образцов без признаков поражения могло достигать 47% от числа изученных (2012 год), а в группе средневосприимчивых образцов симптомы поражения были отмечены только на луковицах в период уборки и хранения, число которых не превышало 10% (рис.1).

Наиболее стабильной по своему составу во все годы исследований оказалась IV группа восприимчивых образцов (29% от числа изученных), куда наряду со стандартом восприимчивости – сортом Одинцовский Юбилейный, вошли сорта Поднебесный и Сармат, а также образцы К-762 и К-782, у которых симптомы поражения проявлялись на всех стадиях развития. Состав II и III групп устойчивости по годам изменялся в зависимости от сложившихся погодных условий в разные периоды вегетации. Это свидетельствует о том, что естественный инфекционный фон

Московского региона можно считать анализирующим только с точки зрения негативного отбора восприимчивых форм чеснока озимого, а для поиска источников устойчивости изучение коллекционных образцов следует проводить не менее трех-пяти лет, в зависимости от складывающихся погодных условий, что обеспечивает большую объективность проводимой оценки.

Итоговым критерием оценки устойчивости образца (сорта) является усредненное значение суммарного процента распространенности комплекса болезней в период вегетации, уборки и хранения луковиц чеснока озимого за все годы исследований. По совокупности полученных результатов в изученной группе коллекционных образцов практически устойчивых (I группа) не выявлено. Большая часть образцов вошла в группу средневосприимчивых (52%), и только четыре образца К-780, К-784, К-796 (19% от числа изученных) были отнесены к относительно устойчивым (II группа), у которых

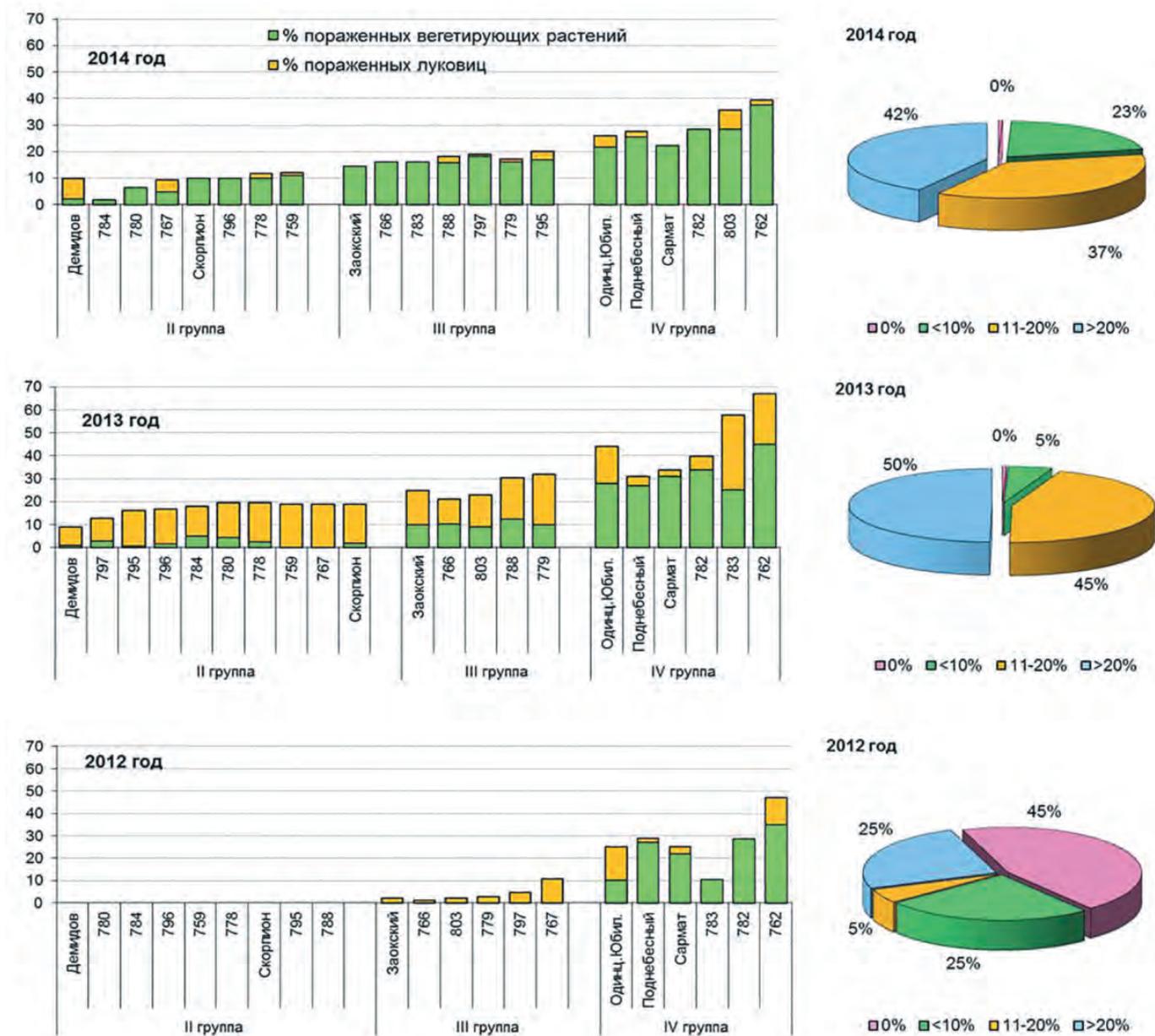


Рис. 1. Процент пораженных вегетирующих растений и луковиц и распределение коллекционных образцов и сортов чеснока озимого по степени пораженности в вегетационные периоды с различными погодными условиями (2012-2014 годы).
 Fig. 1. The percentage of affected vegetative plants and bulbs, and the distribution of collection forms and varieties of winter garlic samples according to the degree of infestation in the vegetation periods with different weather conditions (2012-2014).

суммарный процент пораженных растений и луковиц стабильно был на уровне сорта Демидов (таблица).

Различия погодных условий в годы исследований позволили также выявить экспоненциальный характер снижения урожайности товарных луковиц чеснока озимого и линейный рост общего процента потерь урожая (вредоносность) по мере увеличения степени распространения микозов на этой культуре в целом (рис.2).

Наиболее высокий уровень потерь, соответственно, регистрировали в группе восприимчивых образцов, у которых урожайность товарных луковиц в среднем была в два раза ниже по сравнению с группой относительно устойчивых (0,46 и 0,91 кг/м² соответственно), а процент потерь урожая – более, чем в три раза выше (42% и 12% соответственно). Анализ данных также выявил, что основные потери урожая в группе восприимчивых образцов обусловлены более интенсивным поражением вегетирующих растений в фазу активного роста, тогда как в группе относительно устойчивых – поражением луковиц в фазу созревания (табл.).

В разрезе отдельных образцов чеснока озимого разных групп устойчивости потери урожая в результате поражения растений микозами значительно варьируют, так как помимо уровня устойчивости к болезням определяются общей способностью каждого образца адаптироваться к изменению внешних условий выращивания, влияющих на продуктивность растений. В целом, между массой товарной луковицы и устойчивостью образцов к болезням значимых корреляционных связей в наших исследованиях не выявлено. В каждой группе устойчивости присутствовали как низко-, так и высокопродуктивные образцы (рис.3). Тем не менее, было отмечено, что наибольший размах варьирования показателя вредоносности в пределах каждой группы устойчивости наблюдался у отзвывчивых образцов, средняя масса товарных луковиц которых по годам изменялась в широких пределах. Во II группе относительно устойчивых – это образец К-780, в III группе средневосприимчивых – образец К-779 и К-776; в IV группе восприимчивых – образец К-783; причем все эти образцы были самыми продуктивными в соответствующей группе устойчивости (рис. 3; табл.).

Таблица 1. Распространение и степень вредоносности болезней на сортах и коллекционных образцах чеснока озимого разных групп устойчивости в условиях Московского региона РФ (2012-2016 годы)

Table 1. Incidence and degree disease severity on varieties and collection samples of winter garlic of different groups of resistance in the conditions of Moscow region of the Russian Federation (2012-2016)

Группа устойчивости	Образец, сорт	Распространение болезней, %		Урожайность товарных луковиц, кг/м ²		Потери урожая от болезней, кг/м ²		Процент потерь на разных этапах вегетации			
		Х ср.	min-max	Х ср.	min-max	Х ср.	min-max	1*	2*	Σ	min-max
II	Демидов-st	8,7	0 - 14	0,92	0,63 - 1,06	0,14	0 - 0,16	2	7	9	0 - 10
	К-784	6,7	0 - 18	0,84	0,16 - 1,28	0,08	0 - 0,19	4	5	9	0 - 21
	К-796	9,7	0 - 16	0,86	0,39 - 1,56	0,22	0 - 0,39	3	12	15	0 - 24
	К-780	8,7	0 - 19	1,03	0,45 - 1,61	0,21	0 - 0,43	0	16	16	0 - 28
	Среднее	8,4		0,91		0,16		2	10	12	
III	Заокский-st	18,8	2 - 20	0,39	0,37 - 0,42	0,21	0 - 0,31	11	13	24	5 - 41
	Скорпион	11,6	0 - 23	0,95	0,80 - 1,79	0,31	0 - 0,41	12	16	28	0 - 30
	К-776	14,7	2 - 21	0,92	0,46 - 1,64	0,28	0,20 - 0,35	21	15	36	2 - 60
	К-778	10,9	0 - 21	0,67	0,27 - 1,07	0,25	0 - 0,46	7	18	25	0 - 53
	К-759	11,8	0 - 22	0,80	0,21 - 1,75	0,21	0 - 0,41	7	15	22	0 - 43
	К-797	12,5	4 - 20	0,71	0,41 - 1,16	0,28	0,06 - 0,42	15	14	29	3 - 48
	К-795	12,7	0 - 22	0,79	0,37 - 1,62	0,27	0 - 0,46	14	14	28	0 - 49
	К-767	14,2	9 - 23	0,77	0,23 - 1,33	0,29	0,16 - 0,48	2	25	27	9 - 50
	К-788	16,2	0 - 30	0,80	0,21 - 1,57	0,40	0 - 0,69	13	20	33	0 - 59
	К-803	16,2	1 - 25	0,48	0,31 - 0,80	0,37	0 - 0,56	11	26	37	0 - 56
К-779	16,9	3 - 32	0,78	0,05 - 1,78	0,31	0,05 - 0,55	14	18	32	2 - 65	
Среднее	14,2		0,73		0,29		11	18	29		
IV	Одинцовский Юбилейный-st	45	25 - 64	0,36	0,29 - 0,42	0,48	0,46 - 0,51	29	22	51	48 - 63
	Поднебесный	35,2	23 - 40	0,39	0,17 - 0,61	0,45	0,28 - 0,63	40	7	47	24 - 69
	Сармат	28,1	20 - 34	0,60	0,55 - 0,64	0,41	0,37 - 0,44	27	5	32	27 - 42
	К-782	25,1	22 - 28	0,51	0,21 - 0,81	0,47	0,21 - 0,64	35	4	39	21 - 63
	К-783	29,5	10 - 58	0,53	0,07 - 0,95	0,38	0,11 - 0,65	12	23	35	6 - 71
	К-762	50,1	36 - 67	0,39	0,13 - 0,87	0,58	0,32 - 0,62	23	28	50	36 - 69
	Среднее	35,5		0,46		0,46		28	15	42	
НСР05	5,4		0,11		0,09		7	4	12		

Примечание: *1 – в период вегетации;

*2 – при уборке и в процессе хранения луковиц

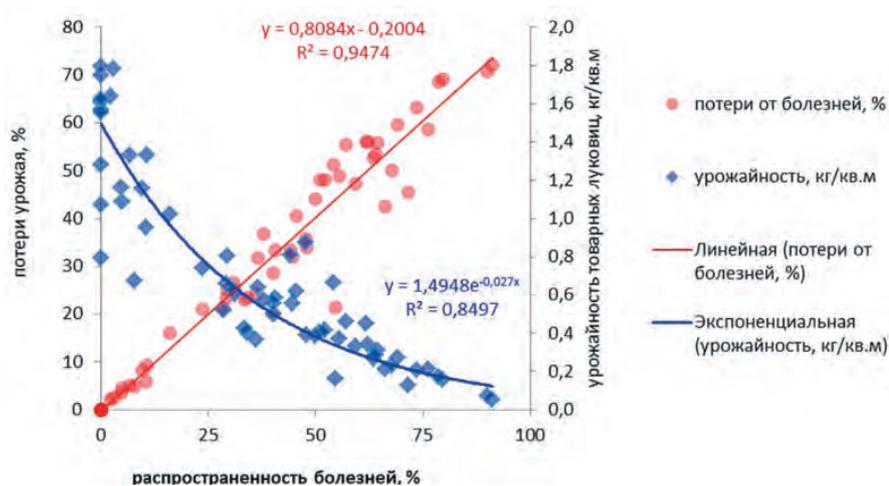


Рис.2. Зависимость товарной урожайности луковиц и процента потерь урожая от степени распространения болезней на культуре чеснока озимого в условиях Московского региона РФ (2012-2016 годы).

Fig. 2. Dependence of commercial yield of bulbs and the percentage of crop losses on the degree of disease spread on the culture of winter garlic in the Moscow region of the Russian Federation (2012-2016).

По литературным данным, в неблагоприятные годы гибель растений восприимчивых образцов чеснока озимого от болезней может достигать 100% еще до начала уборки луковиц [4]. В наших исследованиях среди изученных образцов восприимчивой группы процент пораженности растений на фоне эпифитотии был ниже и достигал 28-67%, а процент потерь урожая – 42-71% в зависимости от генотипа. В группе средневосприимчивых, при более низком уровне максимальной пораженности (20-32%), общий процент потерь по образцам значительно варьировал от 30% (сорт Скорпион) до 65% (К-779). В группе относительно устойчивых образцов даже в самые неблагоприятные годы пораженность не превышала 20%, а потери – 30% от потенциальной урожайности.

Важно отметить, что на протяжении всего периода исследований, особенно в годы эпифитотии, в фитопатогенном комплексе микромицетов на посадках чеснока озимого, преобладали грибы рода *Fusarium*. Скорость распространения и характер проявления симптомов фузариозных болезней зависит от внешних

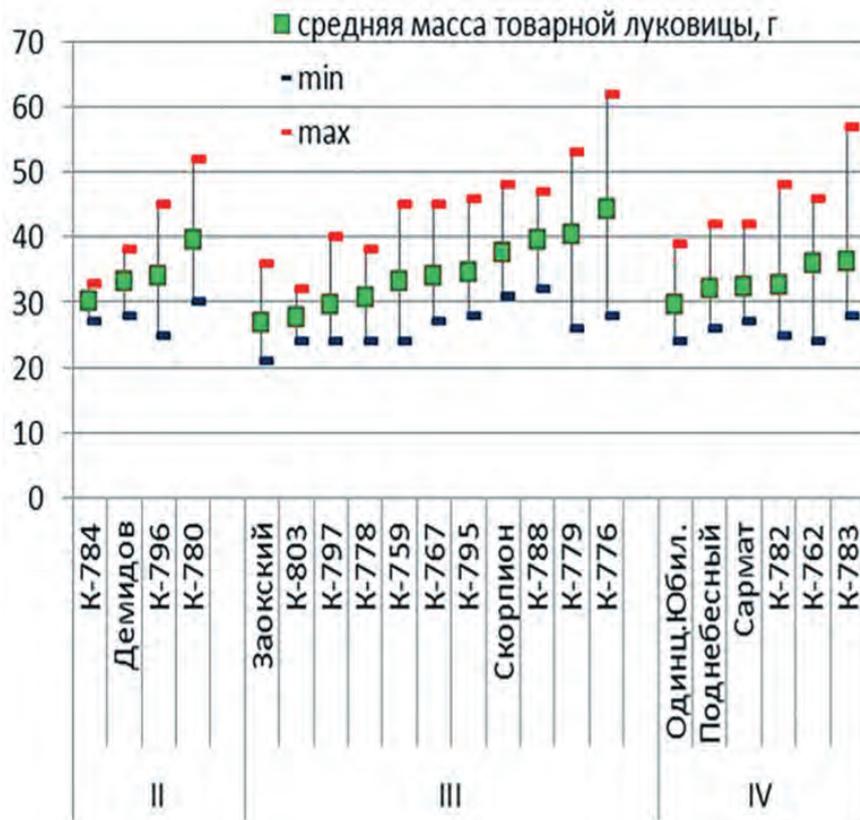


Рис. 3. Диапазон изменчивости массы товарных луковиц сортов и коллекционных образцов чеснока озимого разных групп устойчивости (2012-2016 годы): II – относительно устойчивые; III – средневосприимчивые; IV – восприимчивые.
Fig. 3. The range of variability of the mass of commercial bulbs of winter garlic of different groups of resistance (2012-2016): II – relatively resistance; III – medium resistance; IV – susceptible (sensitive).

факторов. Минимальная влажность почвы, при которой происходит инфицирование корневой системы, лежит в пределах 20-30% от полной влагоемкости, а оптимальной является влажность почвы $\geq 60\%$ [24]. Поражение растений и зубков фузариозом может происходить в широком диапазоне температур от $+5^{\circ}\text{C}$ до $+35^{\circ}\text{C}$, однако температурный оптимум для развития разных видов и проявления их патогенных свойств отличается. Для сильноагрессивных видов – около 20°C , для других – 25°C и выше [5,15].

В патогенезе фузариозного увядания и гнилей могут принимать участие различные виды грибов этого рода, среди которых ранее в основном были распространены сильноагрессивные виды: *F. solani* и *F. oxysporum*, и менее агрессивные: *F. sambucinum* и *F. equiseti*. В настоящее время соотношение видов меняется. Нарастает вирулентность новых, ранее не зарегистрированных в Московской области на культуре чеснока озимого видов – это *F. avenacium*, *F. proliferatum*, *F. subglutinans* и *F. semitectum* [2,5,16], а также *F. gibbosum* и *F. nivale*, выделенных из пораженных органов растений чеснока в последние годы. В комплексе с агрессивными видами они усиливают вредоносность фузариоза, особенно в период вегетации, что было отмечено на посадках чеснока озимого в 2018 году в условиях резких колебаний среднесуточных температур и влажности почвы. В этот год наблюдали эпифитотийный характер развития фузариоза на восприимчивом сорте Дубковский и средневосприимчивом сорте Юбилейный (рис. 4). При этом общий состав фитопатогенного комплекса в данном году у разных по устойчивости сортов отличался. На сорте Дубковский

его основу составили виды *F. solani* и *F. gibbosum* в сочетании с грибами рода *Verticillium* ssp; на сорте Юбилейном – *F. solani* и *F. nivale* в сочетании в альтернариоидными микромицетами *Alternaria tenuis* и *Embellisia* ssp. (рис. 5).

На обоих сортах было также зарегистрировано присутствие пикнидиального микромицета из рода *Phoma* ssp (рис.6). Грибы этого рода на луковых культурах встречаются редко, преимущественно в южных регионах и чаще всего совместно с грибами рода *Fusarium*. Среди них *Phoma terrestris* – возбудитель розовой гнили корня лука, который может поражать и чеснок. Из почвы гриб проникает непосредственно в корни, которые сначала становятся светло-розовыми (симптомы схожи с фузариозом), затем чернеют, сморщиваются и отмирают. Сам патоген малоагрессивен и вредоносен только в комплексе с поражением ослабленных растений агрессивными грибами других



Рис.4. Внешний вид пораженных растений сортов чеснока озимого разных групп устойчивости к болезням (2018 год): 1 – Дубковский, 2 – Юбилейный, 3 – Стрелец.
Fig. 4. Appearance of affected plants of winter garlic varieties of different groups of disease resistance (2018): 1 – Dubkovsky; 2 – Ubyleyniy; 3 – Strelets.

видов (*Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia* и др.) [25,26].

Более высокую толерантность к фузариозу на фоне эпифитотии 2018 года проявили растения нового сорта Стрелец, созданного в результате отбора устойчивых продуктивных клонов из образца K-776 (местная популяция из Алтайского края). К моменту уборки у пораженных растений этого сорта отмечали лишь начальные симптомы поражения листьев, а в составе выделенных с растений этого сорта микромицетов преобладали «полевые» виды факультативных сапрофитов из родов *Alternaria*, *Cladosporium*, *Trichoderma* (рис.4, 5). Также было отмечено, что распространение серой гнили в 2018 году на всех сортах было слабым, и возбудитель *Botrytis allii* в основном формировал только мелкие склероции в районе корневой шейки без конидиального спороношения.

В патогенном комплексе в отдельные годы также могут встречаться фитопатогенные микромицеты из родов *Stemfillium*, *Pythium*, *Torulla* [2,5,16] и плесневые грибы рода *Aspergillus* и *Penicillium*, в основном вызывающие гнили луковиц при хранении. Однако отдельно эти микромицеты, по сравнению с фузариозом, в последние годы были менее вредоносны с точки зрения потерь урожая чеснока озимого.

Заключение

Распространенность и видовой состав фитопатогенной микобиоты на сельскохозяйственных культурах непостоянен, он подвержен изменениям в связи с естественной миграцией патогенов и сменой ассортимента возделываемых сортообразцов в условиях глобального изменения климата [3,9,10]. В годы исследования было отмечено, что основной ущерб растениям чеснока озимого в условиях Московской области наносят микозы, интенсивность поражения и характер проявления симптомов которых зависят от погодных условий. Обильные осадки в первую половину вегетации, особенно на фоне пониженных среднесуточных температур, усиливают распространение болезней по вегетирующим растениям, а высокая влажность при повышенной температуре в период формирования и созревания луковиц – к резкому возрастанию процента пораженных луковиц. Эпифитотийному характеру распространения микозов также способствуют резкие колебания среднесуточных температур и влажности почвы в течение всего вегетационного периода. Вредоносность болезней на культуре чеснока озимого определяется снижением урожайности товарных луковиц, которая имеет вид экспоненциальной зависи-



Рис. 5. Примеры симптомов смешанного микозного поражения луковиц и зубков чеснока озимого (А) и основные виды микромицетов патогенного комплекса (Б), выделенных из пораженных растений (2018 год):

1 – *F. solani*; 2 – *F. nivale*; 3 – *F. gibbosum*; 4 – *Verticillium* ssp.; 5 – *Cladosporium* ssp.; 6 – *Trichoderma* ssp.; 7 – *Alternaria tenuis*; 8 – *Embilisia* ssp.; 9 – *Botrytis* ssp. (склероции).
Fig. 5. Examples of symptoms of mixed mycotic lesions of winter garlic bulbs and cloves (A) and the main types of micromycetes of the pathogenic complex (B) isolated from the affected plants.



Рис. 6. Симптомы розовой гнили *Phoma* ssp. корней луковиц чеснока озимого:

1 – начальная стадия; 2 – отмирание корней; 3 – образование пигмента во влажной камере; 4-6 – пикнидии и споры патогена.

Fig. 6. Symptoms of pink rot of the roots of winter garlic bulbs: 1 – initial stage; 2 – death and death of roots; 3 – formation of pigment in the wet chamber; 4-6 – pycnidia and spores of the pathogen.

мости от степени распространения микозов ($R^2=0,85$), но в процентном выражении общие потери урожая описываются линейной зависимостью ($R^2=0,94$). Степень вредоносности болезней определяется не только устойчивостью генотипа и условиями года, но и общей адаптивной способностью конкретного сортообразца, поэтому значительно варьирует не только между или в пределах разных групп устойчивости, но и в рамках сортообразца. Процент пораженности восприимчивых сортообразцов чеснока озимого в годы эпифитотии достигал 28-67%, процент потеря урожая – 42-71%; а в группе относительно устойчивых – соответственно 14-19% и 10-28%. Самая высокая изменчивость по данным параметрам отмечена в группе средневосприимчивых сортообразцов.

У отдельных коллекционных образцов из восприимчивой группы экономически значимые потери (>25%) регистрировались даже в годы с благоприятным сочетанием климатических факторов. То есть, естественный инфекционный фон Московского региона является анализирующим с точки зрения выбраковки высоко восприимчивых форм чеснока озимого.

В фитопатогенном комплексе микромицетов на посадках чеснока озимого во все годы преобладали грибы рода *Fusarium*, видовой состав которых в

последние годы значительно расширился, и не только в Московском регионе [5]. Наряду с наиболее распространенными высоко вирулентными видами *F. solani* и *F. oxysporum* в патогенезе фузариоза н могут участвовать *F. avenaceum*, *F. subglutinans*, *F. proliferatum*, *F. sambucinum*, *F. semitectum*, *F. equiseti*, *F. gibbosum* и *F. nivale*, многие из которых относятся к теплолюбивым видам и ранее не встречались в Московской области на культуре чеснока озимого. Это объясняется чрезвычайной пластичностью большинства из них. Обладая высокой адаптивностью и быстрой изменчивостью, грибы рода *Fusarium* трудноискоренимы, несмотря на применение химических средств борьбы с ними. Совместно с грибами рода *Fusarium* в поражении растений и луковиц чеснока озимого участвуют также грибы родов *Botrytis*, *Alternaria*, *Embilisia*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Phoma*, *Verticillium*. В условиях резких колебаний среднесуточных температур и высокой влажности почвы они усиливают вредоносность фузариоза.

Опасность поражения сельскохозяйственных культур различными микромицетами, в том числе и видами *Fusarium*, заключается также в том, что в органах растений могут накапливаться их микотоксины различной химической природы,

которые не только снижают устойчивость растений, но и приводят к заболеваниям человека при их потреблении [27,28]. И хотя, по последним данным, микотоксины особо опасных видов рода *Fusarium* в пораженных луковицах чеснока не обнаружены, это не снижает их вредоносность для данной культуры. В связи с чем, поиск источников устойчивости к данной болезни является одним из приоритетных задач селекции при создании новых сортов чеснока озимого для Нечерноземной зоны. Для поиска источников устойчивости изучение коллекционных образцов следует проводить не менее трех-пяти лет, в зависимости от складывающихся погодных условий, что обеспечивает большую объективность проводимой оценки.

В результате проведенных исследований выделены сортообразцы чеснока озимого, которые представляют практический интерес для селекции, как источники относительной устойчивости к болезням для условий Нечерноземной зоны РФ. Это К-780, К-784, К-796, Стрелец (К-776) (2012-2014 годы) и К-3, К-5, К-65, К-104, 805, 808, 831, 897 (2015-2017 годы), что в совокупности составило около 10% от общего числа изученных (244 сортообразца). В данной группе относительно устойчивых образцов даже в самые неблагоприятные годы пораженность не превышала 20%, а потери – 30% от потенциальной урожайности.

Для ускорения селекционного процесса рекомендуется также использовать в работе разработанную в ФГБНУ ФНЦО «Методику заражения и оценки чеснока озимого на устойчивость к фузариозу» [30]. Результаты оценки большого набора сортообразцов чеснока озимого путем искусственной инокуляции высоко агрессивными видами тесно коррелировали с результатами оценки этих образцов на искусственном инфекционном фоне ($r=0,81$); между оценкой в лабораторных условиях и на провокационном фоне, а также между оценкой на искусственном фоне и провокационном фоне отмечена средняя степень корреляции ($r=0,58$ и $r=0,61$ соответственно) [5]. В связи с чем методика включает поэтапную оценку образцов при искусственном заражении в лабораторных условиях (первичный скрининг), на жестком искусственном фоне – для проведения отбора и на провокационном естественном фоне – для оценки и дифференциации образцов по группам устойчивости к комплексу патогенов. С помощью данного подхода был создан относительно устойчивый сорт чеснока озимого Памяти Алексеевой и выделены сортообразцы к-2286, к-5254, к-5103, к-2965 и к-5262, которые благодаря комплексу хозяйственно ценных признаков и высокой степени устойчивости к фузариозу были рекомендованы для дальнейшей селекции [30].

Следует также подчеркнуть, что для целевой селекции мониторинг пораженности чеснока необходимо проводить ежегодно в различных регионах России, так как изменение климатических условий создает возможность широкого распространения новых заболеваний. Фитосанитарный мониторинг позволяет контролировать прогрессирующий темп микроэволюции популяций возбудителей болезней и является неотъемлемой частью процесса создания селекционно ценных источников стрессоустойчивости к биотическим факторам и продуктивности.

● Литература

- Ахатов А.К., Джалилов Ф.С., Белошاپкина О.О., Стройков Ю.М. Защита овощных культур и картофеля от болезней// М., 2006. – С.287-289.
- Пивоваров В.Ф., Никульшин В.П., Тимина Л.Т., Шестакова К.С. Патогенная микрофлора чеснока озимого // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – № 5. – С. 63-64.
- Тимина Л.Т., Енгальчева И.А. Патогенная микобиота на овощных культурах в условиях центрального региона РФ // Селекция и семеноводство овощных культур. 2014. – №45. – С. 530-539.
- Першина Г.Ф. Методика искусственного заражения чеснока фузариозом// Селекция и семеноводство овощных культур в XXI веке. М., 2000. – С.129-131.
- Шестакова К.С. Селекционно-иммунологическая характеристика устойчивости чеснока озимого (*Allium sativum* L.) к фузариозной гнили. / Автореф. дисс...к.с.-х.н. М., 2009. – 22 с.
- Chongo, G., Gossen, B. D., Kutcher, H. R., Gilbert, J., Turkington, T. K., Fernandez, M. R., McLaren, D. Reaction of seedling roots of 14 crop species to *Fusarium graminearum* from wheat heads. // Can. J. Plant Pathol. – 2001. – N23. –P.132-137.
- Summerell B.A., Laurence M.H., Liew E.C.Y., Leslie J.F. Biogeography and phylogeography of *Fusarium*: A review // Fungal Divers. 2010; – N44. – P.3-13.
- West J.S., Townsend J.A., Stevens M., Fitt B.D.L. Comparative biology of different plant pathogens to estimate effects of climate change on crop diseases in Europe. // Eur J Plant Pathol. 2012. –V.133. – P.315-331.
- Jousimo J., Tack A.J.M., Ovaskainen O., Mononen T., Susi H., Tollenaere C., et al. Disease ecology. Ecological and evolutionary effects of fragmentation on infectious disease dynamics. //Science. 2014. – V.344. – P. 1289-1293. pmid:24926021.
- Hoberg E.P., Brooks D.R. Evolution in action: climate change, biodiversity dynamics and emerging infectious disease. // Philos Trans R Soc B-Biological Sci. 2015. – N370. – P.7. pmid:25688014;
- Gossen B.D., Conner R.L., Chang K., Pasche J.S., McLaren D.L., Henriquez M.A., et al. Identifying and managing root rot of pulses on the northern great plains. // Plant Dis. 2016. – P. 1965-1978. full-text, n.d. dx.doi.org/10.1094/PDIS-02-16-0184-FE;
- Schroers H.-J., Samuels G.J., Zhang N., Short D.P.G., Juba J.H., Geiser D.M. Epitypification of *Fusarium (Fusarium) solani* and its assignment to a common phylogenetic species in the *Fusarium solani* species complex. // Mycologia. 2016. – N108. – P. 806-819. pmid:27055573
- Ванина Л.А. Оценка селекционного материала лука шалота и создание высокопродуктивных и устойчивых к основным вредителям и болезням сортов в условиях лесостепи Приобья / Автореф. канд.дисс. Новосибирск, 2004. – 24 с.
- Никитина С.М. Патогенные микромицеты и оптимизация фитосанитарного состояния лука в лесостепи Приобья / Автореф. канд.дисс. Кинель, 2008. – 26 с.
- Церковная В.С. Фузариоз лука в условиях орошаемого земледелия // Защита и карантин растений. – 2012. – № 7. – С.38-39.
- Тимина Л.Т., Енгальчева И.А. КОМПЛЕКС ПАТОГЕНОВ НА ОВОЩНЫХ КУЛЬТУРАХ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГИОНА РФ. Овощи России. 2015;(3-4):123-129. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-3-4-123-129>
- Середин Т.М., Герасимова Л.И., Козарь Е.Г. Устойчивость чеснока озимого к наиболее вредоносным патогенам в условиях Нечерноземья// Актуальные вопросы образования и науки. –Тамбов, 2015. – С.131-133.
- Середин Т.М. Исходный материал чеснока озимого (*Allium sativum* L.) для селекции на комплекс хозяйственно ценных признаков и стабильно низкий уровень накопления экотоксикантов. Диссертация на соискание к.с.-х.н. М., 2015. – 135 с.
- Методические указания по селекции луковых культур. – М., 1997. – 25 с.
- Доспехов Б.Д. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 351 с.
- Билай В.И. Фузариоз (биология и систематика). – Киев: Наукова думка, 1987.
- Пидопличко Н.М. Грибы-паразиты культурных растений/Определитель. – Вып. №1-III. – Киев. – 1977. – Т.2.
- Nelson P.E., Tousson T.A., Marasas W.F.o. *Fusarium* species: an Illustrated Manual for Identification. Pennsylvania State University press, University Park and london. 1983. – 193p.
- Lykova N.A., Danilova T.A., Sinitsyna S.M., Yevdokimova Z.Z., Golovina L.N., Kotova Z.P., Kozub I.I., Mileyeva Ye.B. Complex diagnostics of phytopathogens in ecological trials of potato strains.// В сборнике: Biotechnology, Agriculture and the Food Industry Editor G. E. Zaikov. New York, 2004. – С.51-61.
- <http://www.ukrup.com.ua/rozovaya-gnil-kornya-zabolevaniye-chesnoka>
- <https://www.syngenta.kz/gribnye-bolezni/fuzarioznaya-gnil-donca-luka>
- Кононенко Г.П., Буркин А.А., Соболева Н.А. Потенциал токсинообразования основных возбудителей фузариоза колоса //Матер. Всер. конг.по медицинской микологии, 2004. – Т.3. –С.266-269
- Гагкаева Т.Ю. Токсигенные грибы на зерне: распространенность, опасность и контроль. //Технологии и качество хлебобулочных и кондитерских изделий, 2006. – 111 с.
- Тимина Л.Т., Шестакова К.С., Никульшин В.П. Влияние аллицина на устойчивость сортообразцов чеснока озимого//Селекция и семеноводство овощных культур, 2015. – №46. – С.561-568.
- Методика заражения и оценки чеснока озимого на устойчивость к фузариозу /В.Ф. Пивоваров, Л.Т. Тимина, В.П. Никульшин, К.С. Шестакова / М.: ВНИИССОК, 2009. – 31 с.

● References

- Akhатов A.K., Dzhililov F.S., Beloshapkina O.O., Stroykov Yu.M. Protection of vegetable cultures and potatoes against diseases//Pub. 2006. P.287-289.
- Pivovarov V.F., Nikulshin V.P., Timina L.T., Shestakova K.S. Pathogenic microflora of winter garlic // Bulletin of the Russian Academy of agricultural Sciences. 2009. №5. P.63-64.
- Timina L.T., Engalycheva I.A. Pathogenic mycobiota on vegetable crops in the conditions of the Central region of the Russian Federation // Selection and seed production of vegetable crops. 2014. № 45. P. 530-539.
- Pershina G.F. A technique of simulated infection of garlic with fusariosis//Selection and seed farming of vegetable cultures in the XXI century. Pub. 2000. P.129-131.
- Shestakova K.S. Selection and immunologic stability characteristic of garlic winter (*Allium sativum* L.) to decay fusariosis. /Abst. of thesis. dissert. c. of a. sciences Pub., 2009. 22 p.
- Chongo, G., Gossen, B.D., Kutcher, H.R., Gilbert, J., Turkington, T.K., Fernandez, M.R., McLaren, D. Reaction of seedling roots of 14 crop species to *Fusarium graminearum* from wheat heads. // Can. J. Plant Pathol. 2001. N23. P.132-137.
- Summerell B.A., Laurence M.H., Liew E.C.Y., Leslie J.F. Biogeography and phylogeography of *Fusarium*: A review // Fungal Divers. 2010; N44. P.3-13.
- West J.S., Townsend J.A., Stevens M., Fitt B.D.L. Comparative biology of different plant pathogens to estimate effects of climate change on crop diseases in Europe // Eur J Plant Pathol. 2012. V.133. P.315-331.
- Jousimo J., Tack A.J.M., Ovaskainen O., Mononen T., Susi H., Tollenaere C., et al. Disease ecology. Ecological and evolutionary effects of fragmentation on infectious disease dynamics. //Science. 2014. V.344. P.1289-1293. pmid:24926021.
- Hoberg E.P., Brooks D.R. Evolution in action: climate change, biodiversity dynamics and emerging infectious disease. // Philos Trans R Soc B-Biological Sci. 2015. N370. P.7. pmid:25688014;
- Gossen B.D., Conner R.L., Chang K., Pasche J.S., McLaren D.L., Henriquez M.A., et al. Identifying and managing root rot of pulses on the northern great plains. // Plant Dis. 2016. P.1965-1978. full-text, n.d. dx.doi.org/10.1094/PDIS-02-16-0184-FE;
- Schroers H.-J., Samuels G.J., Zhang N., Short D.P.G., Juba J.H., Geiser D.M. Epitypification of *Fusarium (Fusarium) solani* and its assignment to a common phylogenetic species in the *Fusarium solani* species complex. // Mycologia. 2016. N108. P.806-819. pmid:27055573
- Vanina L.A. evaluation of the selection material of shallots and the creation of highly productive and resistant to the main pests and diseases of varieties in the forest-steppe of Ob / autoref. kand.dis. Novosibirsk, 2004. 24 p.
- Nikitina S.M. Pathogenic micromycetes and optimization of the phytosanitary condition of onions in the forest-steppe of Ob / autoref. kand.dis. Kinel, 2008. 26 p.
- Cerkovnay V.S. The *Fusarium* of onion in the conditions of irrigated agriculture // Plant protection and quarantine. 2012. №7. P.38-39.
- Timina L.T., Engalycheva I.A. COMPLEX OF PATHOGENES ON VEGETABLE CROPS IN CONDITION OF CENTRAL REGION OF RUSSIA. Vegetable crops of Russia. 2015;(3-4):123-129. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-3-4-123-129>
- Seredin T.M., Gerasimova L.I., Kozar E.G. Stability of garlic winter to the most harmful pathogens in the conditions of Non-Black Earth Region//Topical issues of science and education. Tambov, 2015. P.131-133.
- Seredin T.M. The starting material of winter garlic (*Allium sativum* L.) for breeding on a complex of economically valuable traits and a consistently low level of ecotoxicant accumulation / Dissert. c. of a. sciences Pub, 2015. 135 p.
- Methodological guidelines on selection of onion culture. Moscow, 1997. 25 p.
- Dospichov B.D., Methods of field experience. M.: Agropromizdat. 1985. 351 p.
- Bilay V.I. *Fusaria* (biology and taxonomy). Kyiv: Naukova Dumka, 1987.
- Pidoplichko, N.M. Fungi-parasites of cultivated plants/the Determinant. issue. NO.I-III. Kiev. 1977. Vol.2.
- Nelson P.E., Tousson T.A., Marasas W.F.o. *Fusarium* species: an Illustrated Manual for Identification. Pennsylvania State University press, University Park and london. 1983. 193p.
- Lykova N.A., Danilova T.A., Sinitsyna S.M., Yevdokimova Z.Z., Golovina L.N., Kotova Z.P., Kozub I.I., Mileyeva Ye.B. Complex diagnostics of phytopathogens in ecological trials of potato strains.// В сборнике: Biotechnology, Agriculture and the Food Industry Editor G. E. Zaikov. New York, 2004. P.51-61.
- <http://www.ukrup.com.ua/rozovaya-gnil-kornya-zabolevaniye-chesnoka>
- <https://www.syngenta.kz/gribnye-bolezni/fuzarioznaya-gnil-donca-luka>
- Kononenko G.P. And Burkin A.A., Sobolev N. The potential of toxin production of the main causative agents of *Fusarium* head blight of //Mater. Seriously. conga.in medical Mycology, 2004. Vol.3. P.266-269
- Gagkayeva T.Yu. Toxic fungi on grain: prevalence, danger and control. // Technology and quality of bakery and confectionery products, 2006. 111 p.
- Timina L.T., Shestakova, S.K., Nikul'shin, V. P. Effect of allicin on the stability of sort samples of winter garlic//Breeding and seed production of vegetable crops, 2015. №46. P.561-568
- Technique of infection and evaluation of winter garlic for resistance to *Fusarium*. M.:VNISSOK, 2009. 31 p.