

DOI
УДК 632.38

ВИДОВОЙ СОСТАВ, РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ И ВРЕДНОСНОСТЬ ОПАСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРОГНОЗ ИХ РАЗВИТИЯ

Нижарадзе Татьяна Сергеевна, канд. биол. наук, доцент кафедры «Физика, математика и информационные технологии», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.
E-mail: tanyanizh@rambler.ru

Ключевые слова: пшеница, ячмень, урожайность, болезни, вредоносность, распространённость, система.

Цель исследований – оптимизация системы защитных мероприятий путём разработки прогностических моделей развития опасных заболеваний зерновых культур в Самарской области. Ухудшение фитосанитарного состояния посевов и семенного фонда, обусловленного как регулярным нарушением технологии их возделывания, так и изменениями климата, сопровождающимися появлением новых агрессивных рас и видов фитопатогенов – одна из причин снижения урожайности зерновых культур. Фитосанитарный мониторинг позволяет существенно снизить степень и распространённость заболеваний, что имеет значение для оптимизации системы защиты растений и даёт возможность своевременно принимать профилактические меры. Регулярные многолетние наблюдения и лабораторные исследования проводились в 2000-2011 гг. на территории Самарской области (на полях ФГБНУ Поволжского НИИ

селекции и семеноводства им. П. Н. Константинова; в лабораториях кафедры защиты растений ФГБОУ ВО Самарской ГСХА). Определены критические стадии развития растений яровой пшеницы и ячменя и значимость воздействия абиотических факторов на их патогенез и вредоносность для составления прогноза развития болезней в зависимости от климатических факторов среды лесостепной зоны Самарской области. На основании совокупности полученных данных выявлен комплекс болезней яровой пшеницы и ячменя различной этиологии, среди которых наиболее распространёнными и вредоносными являются корневые гнили. Предложены математические модели, позволяющие прогнозировать развитие наиболее вредоносных болезней в лесостепной зоне Среднего Поволжья в зависимости от значений гидротермического коэффициента на ранних стадиях онтогенеза растений. Прогноз даёт возможность своевременно проводить профилактику и оптимизировать схему защитных мероприятий в борьбе с болезнями зерновых культур, чтобы предотвратить развитие эпифитотий, что в конечном итоге способствует повышению урожайности яровой пшеницы и ячменя.

SPECIES COMPOSITION, PREVALENCE AND DANGEROUS DISEASES HARMFULNESS OF CEREAL CROPS IN SAMARA REGION AND THEIR DEVELOPMENT FORECAST

Nizharadze T. S., cand. of biol. sciences, associate professor of the department «Physics, mathematics and information technology», FSBEI HE Samara SAA.
446442, Samara region, settlement Ust'-Kinelsky, Uchebnaya, 2 str.
E-mail: tanyanizh@rambler.ru

Key words: wheat, barley, yield, diseases, harmfulness, prevalence, system.

The purpose of the research is to optimize the system of protective measures by the development of predictive models of dangerous grain crops diseases in the Samara region. The deterioration of the phytosanitary condition of crops and foundation seeds, due to both regular violation of their cultivation technology and climate changes, accompanied by the emergence of new aggressive races and species of phytopathogens – one of the reasons for the crop yield reduction. Phytosanitary monitoring can significantly reduce the degree and prevalence of diseases, it is important for the optimization of plant protection system and makes it possible to take preventive measures timely. Regular long-term observations and laboratory studies were carried out in 2000-2011 on the territory of the Samara region (in the fields of the Volga Research Institute of selection and seed production named after P. N. Konstantinov; in the laboratories of the plant protection department of Samara State Agricultural Academy). The critical stages of development of spring wheat and barley and the significance of abiotic factors impact on their pathogenesis and

harmfulness for the formation of disease prognosis depending on climatic factors of the forest-steppe zone of the Samara region were determined. Based on the totality of the obtained data, a complex of spring wheat and barley diseases of various etiologies was revealed, among them the most common and harmful are root rot. Mathematical models are proposed to predict the development of the most harmful diseases in the forest-steppe zone of the middle Volga region, depending on the values of the hydrothermal coefficient in the early stages of plant ontogenesis. The forecast makes it possible to carry out prevention timely and optimize the scheme of protective measures in the fight against grain crops diseases in order to prevent the development of epiphytoses, in the long run it contributes to the increase of spring wheat and barley yield.

Одной из причин снижения урожайности зерновых культур является ухудшение фитосанитарного состояния посевов и семенного фонда, обусловленного как регулярным нарушением технологии их возделывания, так и изменениями климата, сопровождающимися появлением новых агрессивных рас и видов фитопатогенов. Уровень развития патогенной микрофлоры в почве и на семенном материале достиг критического значения. Своевременное проведение фитосанитарного мониторинга позволяет существенно снизить степень и распространенность заболеваний, что имеет значение для оптимизации системы защиты растений и дает возможность своевременно принимать профилактические меры [1].

Цель исследований – оптимизация системы защитных мероприятий путём разработки прогностических моделей развития опасных заболеваний зерновых культур в Самарской области.

Задачи исследований – определить критические стадии развития растений яровой пшеницы, ячменя и значимость воздействия абиотических факторов на их патогенез и вредоносность для составления прогноза развития болезней в зависимости от климатических факторов среды лесостепной зоны Самарской области.

Материалы и методы исследований. Регулярные многолетние наблюдения и лабораторные исследования проводились в 2000-2011 гг. на территории Самарской области (полях ФГБНУ Поволжского НИИ селекции и семеноводства им. П. Н. Константинова; в лабораториях кафедры защиты растений ФГБОУ ВО Самарской ГСХА).

Фитомониторинг производственных посевов яровой пшеницы и ячменя выявил комплекс болезней различной этиологии, среди которых наиболее распространенными и вредоносными являются корневые гнили. В комплексе патогенов, вызывающих корневые гнили зерновых культур, преобладали грибы родов *Fusarium* spp., *Alternaria* spp. и *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. Среди обнаруженных листостеблевых болезней к основным следует отнести: гельминтоспориоз (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem), септориоз (*Septoria tritici* Rob. ex Desm.), мучнистую росу (*Blumeria graminis* (DC) Speer), бурю листовую ржавчину (*Puccinia recondite* Rob. ex Desm.) на посевах яровой пшеницы; гельминтоспориозные пятнистости – сетчатую (*Drechslera teres* (Sacc.) Shoem.) и темно-бурю (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem), ринхоспориоз (окаймляющая пятнистость) (*Rhynchosporium secalis* (Oud.) Davis.), а также септориоз (*Septoria hordei* Gacz) и стеблевую ржавчину (*Puccinia graminis* Pers.) – на посевах ярового ячменя [2, 3].

Результаты исследований. В результате многолетних исследований были выявлены особо опасные фитопатогены яровых зерновых колосовых культур в Самарской области. Среди них наиболее экономически значимый ущерб для посевов наносит ежегодное поражение растений корневыми и прикорневыми гнилями, вызываемое фитопатогенными грибами родов *Helminthosporium*, *Fusarium* и *Alternaria*. Их вредоносность заключается в гибели растений в период вегетации (количество выпадов в разные годы достигает 20-48%) и снижении элементов продуктивности по мере увеличения степени поражения (табл. 1), которые усугубляются неблагоприятными климатическими условиями. С повышением интенсивности поражения снижение продуктивности ячменя превышало аналогичный показатель для яровой пшеницы. Масса зерна с одного колоса ячменя при поражении в 1 балл уменьшалась на 25%, при поражении в 3 балла – на 70% (для яровой пшеницы – на 4,4 и 50% соответственно).

Таблица 1

Снижение показателей структуры продуктивности растений зерновых колосовых культур в зависимости от степени поражения корневыми гнилями, % относительно здоровых растений

(Самарская область, 2000-2011 г.)

Показатель	Благоприятные годы				Неблагоприятные годы			
	Балл поражения							
	1	2	3	4	1	2	3	4
яровая пшеница сорт Кинельская Нива								
Высота растений	2,2	6,3	15,9	37,7	6,2	8,4	15,4	44,7
Продуктивная кустистость	11,5	8,9	35,8	66,2	14,7	22,5	38,0	69,0
Длина колоса	1,7	13,1	18,1	24,3	10,0	26,2	37,5	43,7
Число зерен в колосе	3,6	8,4	18,5	22,9	5,5	14,7	26,9	30,7
Масса зерна с колоса	14,8	31,8	43,2	55,7	4,4	34,8	50,0	59,8
Масса 1000 зерен	11,3	22,5	30,3	42,5	26,1	44,2	50,7	57,1
ячмень сорт Поволжский 65								
Высота растений	5	10	27	44	7	11	33	Гибель растений
Продуктивная кустистость	10	25	43	65	15	30	50	
Длина колоса	6	20	28	45	9	28	35	
Число зерен в колосе	15	29	41	70	21	40	51	
Масса зерна с колоса	18	36	55	80	25	51	70	
Масса 1000 зерен	5	13	26	55	8	25	37	

При 4-балльной степени поражения зерно в колосе ячменя не формировалось. Корреляционный анализ подтвердил наличие обратной зависимости массы 1000 зерен, числа зерен в колосе и продуктивной кустистости от интенсивности поражения растений яровой пшеницы с коэффициентами корреляции $r=-0,77$; $-0,92$; $-0,92$, и ячменя – с коэффициентами $r=-0,86$; $-0,90$ и $-0,92$ соответственно (с достоверностью 0,7).

Анализ динамики поражения яровых зерновых культур корневыми гнилями позволил установить, что наибольшего распространения и развития болезнь достигала в фазу восковой спелости зерна, причем, характер поражения обеих культур в зависимости от погодных условий года был схожим, хотя ячмень поражался сильнее пшеницы в 1,5-2 раза. Вспышки заболевания отмечались в годы с резкой сменой засушливых и влажных периодов в наиболее чувствительных фазах развития растений. Как показал корреляционный анализ, наиболее критическим является межфазный период всходы-кущение, который в условиях Самарской области приходится на третью декаду мая.

Более высокие значения ГТК в этот период, обусловленные большим количеством выпадения осадков и более низкими среднесуточными температурами в этот период способствуют большему распространению и интенсивности развития корневых гнилей на посевах злаковых культур ($r=+0,44...+0,82$ и $r=-0,7...-0,6$ соответственно) к концу вегетационного периода. В то же время низкое количество осадков перед посевом (первая декада мая) провоцирует более быстрое распространение корневых гнилей ($r=-0,6...-0,7$) на полях за счет снижения энергии прорастания семян и жизнеспособности проростков.

На основе регрессионного анализа была построена математическая модель (рис. 1), позволяющая прогнозировать распространение и интенсивность развития корневых гнилей на пшенице и ячмене в зависимости от показателя ГТК в третьей декаде мая, который отражает сложившиеся погодные условия в начале роста растений.

В дальнейшем быстрому распространению корневых гнилей на посевах яровых злаковых культур способствуют жаркие или засушливые условия во второй декаде июля, когда растения находятся в стадии колошения (коэффициент корреляции с ГТК $r=-0,6...-0,7$), а более интенсивному их развитию – обильные осадки и пониженные температуры в первой декаде августа в период созревания семян (коэффициент корреляции с ГТК по обеим культурам в среднем составил $r=+0,8$).

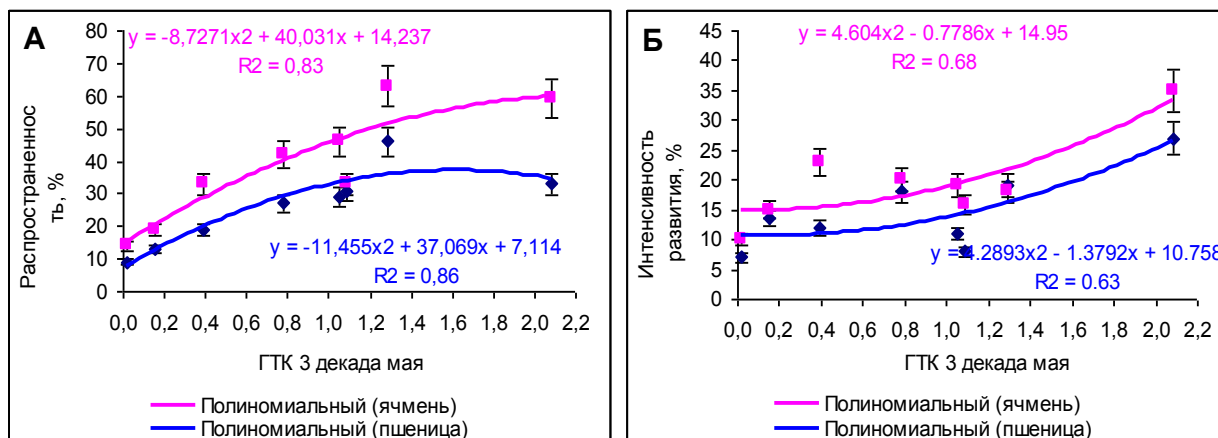


Рис. 1. Математическая модель, позволяющая прогнозировать распространение (А) и интенсивность (Б) развития корневых гнилей на пшенице и ячмене в зависимости от показателя ГТК в третьей декаде мая

Анализ видовой структуры популяций возбудителей аэрогенной инфекции показал, что в Самарской области ежегодно, но в разной степени, зерновые колосовые поражаются ржавчиной, мучнистой росой, септориозом и гельминтоспориозными пятнистостями, распространенность и интенсивность развития которых также во многом зависят от погодных условий в период вегетации растений. Среди листовых болезней яровой пшеницы с наиболее часто регистрируемым эпифитотийным характером развития в условиях Самарской области является бурая ржавчина. Распространенность болезни в годы ее проявления изменялась от 2 до 100%. Распространению возбудителя *P. recondite* способствует дождливая ($r=+0,89$) и прохладная погода ($r=-0,63$) в июле на стадии колошения, причем наиболее значимой является вторая декада июля (рис. 2), когда растения вступают в фазу созревания семян.

Интенсивному развитию бурой ржавчины пшеницы способствуют также засушливые условия в межфазный период всходы-кущение, преимущественно в третьей декаде мая. Степень поражения ослабленных весенней засухой посевов в неблагоприятные годы может достигать 40%. Коэффициент корреляции между степенью поражения растений перед уборкой и суммарным количеством осадков в мае в среднем составил $r=-0,88$. В совокупности, сочетание неблагоприятных погодных условий в критические фазы развития (засуха в мае и обильные осадки в июле) могут способствовать развитию эпифитотии бурой ржавчины в Самарской области, что и было отмечено в 2003 и 2007 годах, когда распространенность болезни составила 80-100%.

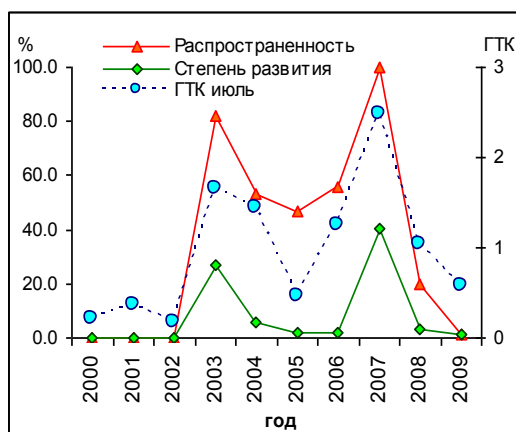


Рис. 2. Взаимосвязь распространения и интенсивности развития бурой ржавчины с показателем ГТК на посевах пшеницы (фаза восковой спелости зерна) в условиях Самарской области

Зависимость развития стеблевой ржавчины ячменя от климатических факторов среды имело менее выраженный характер и в годы ее проявления распространенность в посевах составляла 2-

27%. Многолетние наблюдения показали, что распространению этой болезни в условиях Самарской области могут способствовать низкое количество выпавших осадков в первой декаде июня ($r=-0,84$) и повышенные среднесуточные температуры в третьей его декаде ($r=+0,92$), то есть нестабильность погодных условий в период стадии кущения растений ячменя (рис. 3).

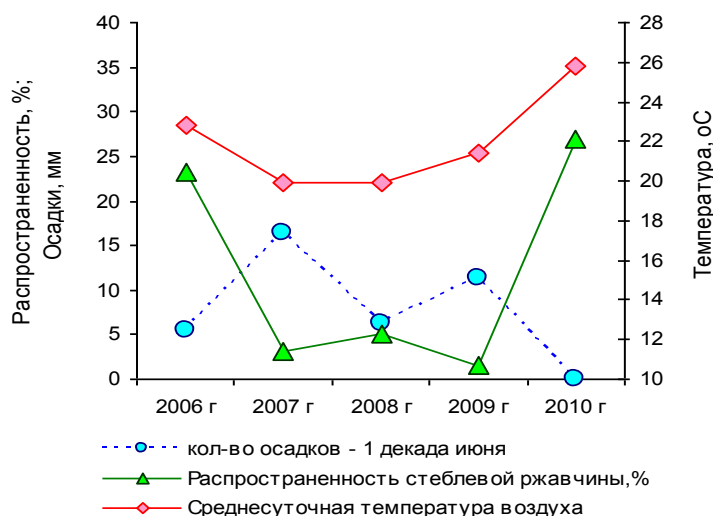


Рис. 3. Влияние климатических факторов на распространение стеблевой ржавчины ячменя в условиях Самарской области (количества осадков – 1 декада июня; среднесуточная температура воздуха – 3 декада июня (стадия кущения))

Септориоз и мучнистая роса более часто встречаются и сильнее поражают посевы пшеницы, чем ячменя: распространенность в разные годы их проявления в условиях Самарской области составила 12-48% и 1-13%; 1-68% и 1-5% соответственно.

Интенсивность развития этих болезней в большей степени обусловлена видовой и сортовой устойчивостью культур, чем конкретным сочетанием абиотических факторов среды на определенных стадиях развития растений. Тем не менее, можно отметить, что распространению септориоза способствует теплая сухая ($r=+0,41...+0,71$), а мучнистой росы – прохладная влажная погода июля ($r=-0,50...-0,65$). В отношении мучнистой росы выявлена тенденция снижения ее распространения на территории Среднего Поволжья начиная с 2006 г., тогда как поражение злаковых культур септориозом в последние годы, наоборот, стало встречаться чаще. На посевах пшеницы эпифитотии мучной росы были отмечены в 2000-2003 гг., а септориоза – в 2006-2008 гг.

В последнее десятилетие отмечается возрастание вредоносности гелиминтоспориозных пятнистостей в агроценозах злаковых культур. Эта тенденция отмечена и в наших исследованиях. В условиях Самарской области симптомы поражения листьев на посевах яровой пшеницы и ячменя регистрировались практически ежегодно (табл. 1). Распространенность болезни на посевах ячменя составила 7-20%, а пшеницы – 0,5-84% в зависимости от года.

Развитию гелиминтоспориозных пятнистостей, как известно, способствует прохладная и влажная погода (например, 2008 г. и 2011 г.), тогда как редкие дожди и повышенные температуры или экстремально засушливые условия резко снижают пораженность растений данной болезнью (2009 г. и 2010 г.) (рис. 4). Существенно значимая взаимосвязь ($r>0,80$) между интенсивностью распространения болезни и климатическими факторами среды выявлена в периоды от прорастания до фазы кущения культуры (2-3 декады мая) и в процессе созревания семян (1-2 декады августа).

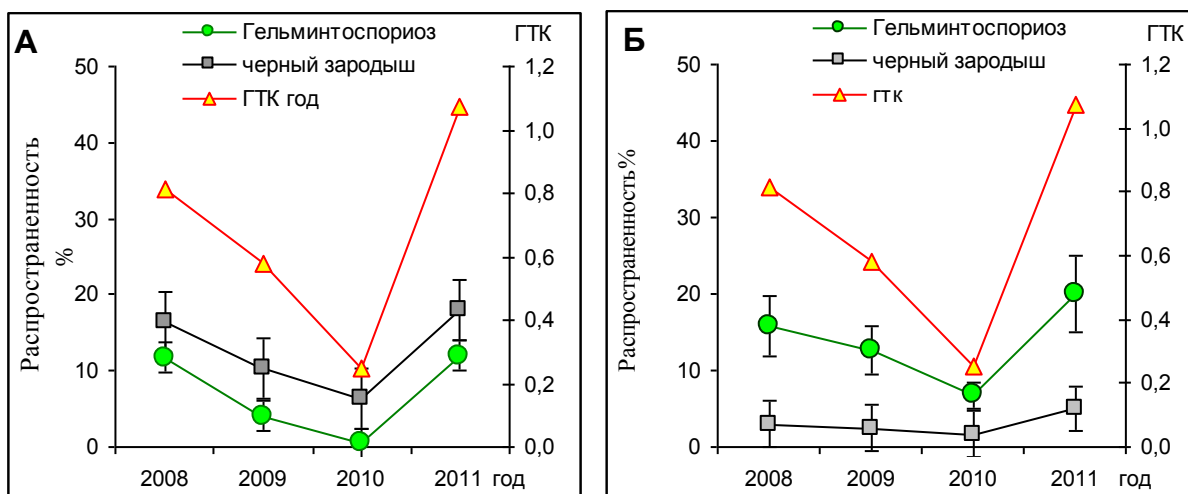


Рис. 4. Влияние климатических факторов (ГТК среднее за год) на распространенность гельминтоспориозных пятнистостей и «черного зародыша» семян яровой пшеницы (А) и ячменя (Б) в условиях Самарской области

При этом отмечено, что вероятность эпифитотии возрастает, если в 2-3 декадах мая значение $ГТК > 1,2$ (рис. 5), причем, более резко на посевах яровой пшеницы. При значениях $ГТК < 1,2$ в этот период распространенность болезни не превышает 20%. Выпадение обильных осадков в августе в фазу наступления восковой спелости зерна способствует интенсивному развитию гельминтоспориоза на посевах пшеницы и ячменя ($r = +0,71$ и $r = +0,85$ соответственно).

Это в свою очередь приводит не только к снижению общей продуктивности растений, но и к снижению качества зерна за счет увеличения доли семян с «черным зародышем» (рис. 4) в результате внутреннего их инфицирования возбудителями гельминтоспориоза в комплексе с грибами рода *Alternaria*.

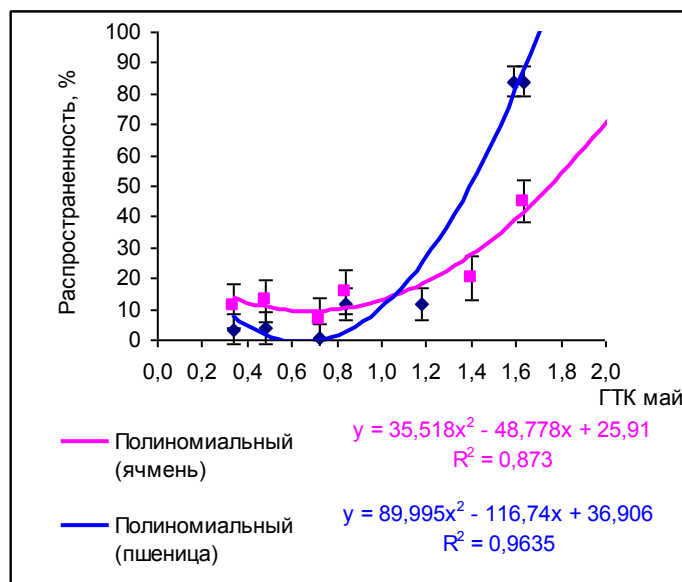


Рис. 5. Взаимосвязь распространения гельминтоспориозной пятнистости на посевах пшеницы и ячменя (фаза восковой спелости зерна) в условиях Самарской области с показателем ГТК в период «посев-кущение»

Заключение. На основании совокупности полученных данных выявлен комплекс болезней яровой пшеницы и ячменя различной этиологии, среди которых наиболее распространенными и вредоносными являются корневые гнили. Предложены математические модели, позволяющие прогнозировать развитие наиболее вредоносных болезней в лесостепной зоне Среднего Поволжья в

зависимости от значений гидротермического коэффициента на ранних стадиях онтогенеза растений. Прогноз дает возможность своевременно проводить профилактику и оптимизировать схему защитных мероприятий в борьбе с болезнями зерновых культур, чтобы предотвратить развитие эпифитотий, что в конечном итоге способствует повышению урожайности яровой пшеницы и ячменя.

Библиографический список

1. Демина, Е. А. Патогенность и вредоносность возбудителей корневых гнилей пшеницы в Самарской области / Е. А. Демина, А. И. Кинчаров // Защита и карантин растений. – 2010. – №11. – С. 23-24.
2. Егорычева, М. Т. Эффективность предпосевного протравливания семян / М. Т. Егорычева, С. В. Бурлакова // Защита и карантин растений. – 2009. – №8. – С. 43-44.
3. Павлюшин, В. А. Проблемы фитосанитарного оздоровления агроэкосистем / В. А. Павлюшин // Вестник защиты растений. – 2011. – №2. – С. 3-38.
4. Авдеева, Е. В. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в 2008 году и прогноз на 2009 год в Самарской области / Е. В. Авдеева. – Самара, 2008. – 152 с.
5. Анализ фитосанитарной обстановки в Самарской области в 2008 г. – Самара, 2008. – 120 с.
6. Васин, В. Г. Особенности погодных условий и основные направления совершенствования агротехнологий / В. Г. Васин, Е. В. Самохвалова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – №4. – 2011. – С. 43-47.
7. Живых, А. В. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2009 г. и прогноз развития вредных объектов в 2010 г. / А. В. Живых, А. В. Сидоренко, А. С. Максимова [и др.]. – М., 2010. – 52 с.

Bibliography

1. Demina, E. A. Pathogenicity and harmfulness of wheat root rot pathogens in Samara region / E. A. Demina, A. I. Kincharov // Plant Protection and quarantine. – 2010. – №11. – P. 23-24.
2. Yegorycheva, M. T. Effectiveness of pre-sowing seed treatment / M. T. Yegorycheva, S. V. Burlakova // Plant Protection and quarantine. – 2009. – №8. – P. 43-44.
3. Pavlyushin, V. A. Problems of phytosanitary improvement of agroecosystems / V. A. Pavlushin // Bulletin of plant protection. – 2011. – №2. – P. 3-38.
4. Review of phytosanitary condition of crops in 2008 and forecast for 2009 in the Samara region / E. V. Avdeeva. – Samara, 2008. – 152 p.
5. Analysis of phytosanitary situation in the Samara region in 2008. – Samara, 2008. – 120 p.
6. Vasin, V. G. Features of weather conditions and the main directions of improvement of agricultural technologies / V. G. Vasin, E. V. Samokhvalova // Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. – №4. – 2011. – P. 43-47.
7. Zhiviyh, A. V. Review of phytosanitary condition of agricultural crops in Russian Federation in 2009 and the forecast of development of harmful objects in 2010 / A. V. Zhiviyh, A. V. Sidorenko, A. S. Maksimova [et al.]. – M., 2010. – 52 p.