

УДК 631.51:632.488.43 Гп

**ПРИЧИНЫ УСИЛЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ
ВСХОДОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ**

Н. В. Васильева, кандидат биологических наук
В. Е. Синешечков, доктор сельскохозяйственных наук

Сибирский научно-исследовательский институт
земледелия и химизации сельского хозяйства СФНЦА
РАН, Новосибирск, Россия
E-mail: vasilivan54@mail.ru

Ключевые слова: яровая пшеница, почвозащитное земледелие, минимизация обработки почвы, безотвальная обработка, обыкновенная корневая гниль

Реферат. *Представлены многолетние результаты изучения вредоносности обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы по разным системам основной обработки почвы в зернопаровых севооборотах лесостепи Западной Сибири. Исследования проведены с 1986 по 2015 г. в многофакторном стационарном полевом опыте ФГБНУ СибНИИЗиХ (Новосибирская область). Под зерновые культуры применялись следующие способы основной обработки почвы: вспашка на глубину 20–22 см, глубокое безотвальное рыхление стойками СибИМЭ на 20–22 см, минимальная плоскорезная обработка на 10–12 см, а также вариант без зяблевой обработки (только ранневесенняя культивация на 6–8 см). Основными причинами усиления распространения корневой гнили на зерновых культурах в последние годы названы: частая повторяемость экстремальных погодных условий вегетации, а также недостаточное применение средств защиты растений. Показана зависимость индекса развития инфекции от степени увлажнения вегетационного периода. Максимальная вредоносность возбудителей корневой гнили отмечалась в условиях засухи на фоне высоких температур. При этом наиболее сильно дефицит влаги сказывался на развитии инфекции по вспашке и без зяблевой обработки почвы, что обусловлено низкими запасами влаги в пахотном горизонте этих вариантов в посевной период. В годы с избыточным увлажнением отмечено увеличение индекса развития корневой гнили при безотвальной обработке почвы и без основной обработки, что объясняется усиленным накоплением инфекции в верхнем слое почвы этих вариантов. Подтверждено накопление возбудителей корневой гнили в пахотном горизонте почвы при минимальной плоскорезной обработке и в отсутствие основной обработки в 1,5–2 раза в сравнении со вспашкой.*

THE REASONS OF WIDESPREAD SPRING WHEAT ROOT ROT IN WESTERN SIBERIA

N. V. Vasilieva, Candidate of Biology
V. E. Sineshchekov, Doctor of Agricultural Sc.

Siberian Research Institute of Arable Farming and Chemicalization of Agriculture,
Novosibirsk, Russia

Key words: spring wheat, conservation farming, minimization of soil tillage, nonmouldboard cultivation, common root rot, chemical plant protection agents.

Abstract. *The article shows the results of many year research on injuriousness of spring wheat root rot in different systems of soil tillage in grain-fallow crop rotations of Western Siberian forest-steppe. The research was carried out from 1986 to 2015 in the immobile field experiment of Siberian Research Institute of Arable Farming and Chemicalization of Agriculture (Novosibirsk region). The authors applied the following systems of soil tillage: reclaiming in the steam 25–27 sm deep and 20–22 sm for grain crops, nonmouldboard cultivation by means of stilts 25–27 sm deep in the steam and 20–22 sm under the crops, minimal tillage on 10–12 sm and no-tillage. The main reasons for spreading of common root rot on the crops are considered to be extreme climate conditions for vegetation and insufficient application of plant protection chemicals. The degree of disease progress varied insignificantly in the variants with reclaiming, nonmouldboard and no-tillage during 19 years of observation. The infection progress index depends on the moisture in vegetation period. The high-*

est injuriousness of common root rot causative agents was observed after drought and high temperatures. The paper outlines accumulation of common root causative agents in the soil in 1.5–2 times when soil tillage was less in comparison with reclaiming.

Многочисленные сообщения об усилении вредоносности корневых гнилей зерновых культур в последние годы стали причиной нашего пристального внимания к этой проблеме в лесостепи Западной Сибири. Распространение заболевания, по мнению различных авторов, происходит из-за освоения минимальных обработок почвы, насыщения севооборотов зерновыми культурами, недостаточного применения средств защиты растений. Так, по данным Курганского филиала Россельхозцентра за 2010 г., 89% партий семян яровой пшеницы были заражены различными видами возбудителей корневых гнилей, что связано с переходом на почвозащитную систему земледелия при недостаточном использовании средств химизации [1]. В условиях Ставропольского края безотвальная и нулевая обработка приводили к накоплению возбудителей корневых гнилей и увеличению степени развития септориоза пшеницы на 21–24%, мучнистой росы – на 12–16,7, фузариоза колоса – на 16–26% [2]. По наблюдениям Т.В. Семьиной, большой запас стерни на полях из-за увеличения объемов минимальных обработок почвы приводит к тому, что все партии семян озимой ржи и 30% партий яровой пшеницы заражены *B. sorokiniana* и до 95% семян – *Alternaria* [3]. В Казахстане отказ от протравливания семян зерновых культур в период рыночной экономики на фоне плоскорезных обработок привел к нарастанию степени развития корневых гнилей до 30–45% [4].

В работах многих авторов сообщается о накоплении возбудителей различных заболеваний в пахотном горизонте при отсутствии отвальной обработки почвы [5–8]. Так, по данным О.И. Тепляковой, Б.И. Теплякова [5], на яровой пшенице в лесостепи Западной Сибири в условиях безотвального рыхления средняя численность конидий *B. sorokiniana* в пахотном горизонте достигала 432–534 шт/г воздушно-сухой почвы. При этом пороговая величина содержания возбудителей корневой гнили в черноземах выщелоченных для Западной Сибири составляет 20–30 шт/г почвы [9].

Цель настоящей работы – на основе многолетних наблюдений за развитием обыкновенной (корневой) гнили яровой пшеницы при различных способах основной обработки почвы выявить причины усиления распространения заболевания в лесостепи Западной Сибири.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В работе проанализированы результаты наблюдений за посевами яровой пшеницы с 1986 по 2015 г. в многофакторном стационарном полевом опыте ФГБНУ СибНИИЗиХ (Новосибирская область) в зернопаровом севообороте. Под зерновые культуры применялись следующие способы основной обработки почвы: вспашка на глубину 20–22 см, глубокое безотвальное рыхление стойками СибИМЭ на 20–22 см (ГБО), минимальная плоскорезная обработка на 10–12 см (МПО), а также вариант без зяблевой обработки (только ранневесенняя культивация на 6–8 см). Комплекс химизации включал удобрения $N_{60}P_{30}$ под вторую и $N_{90}P_{30}$ под третью культуры, гербициды и фунгициды. До 1990 г. семена яровой пшеницы ежегодно протравливали Раксилон (2 кг/т). С 1991 г. ежегодное протравливание не проводили. Против листостебельных инфекций в разные годы в фазу трубкования использовали Тилт, Зенон или Альто Супер. Распространение обыкновенной (корневой) гнили на всходах пшеницы и индекс болезни определяли в фазу 3–4-го листа путем отбора и отмывания растений [10]. Содержание конидий *Bipolaris sorokiniana* в пахотном горизонте почвы определяли методом флотации [11]. Учет урожая с учетных делянок проводили методом сплошного комбайнирования агрегатом «Сампо».

Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена с использованием пакета прикладных компьютерных программ SNEDECOR для Windows.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основными возбудителями корневых гнилей яровой пшеницы в наших опытах, как и по литературным данным для Западной Сибири, были *Bipolaris sorokiniana* и различные виды рода *Fusarium*. По наблюдениям за период с 1986 по 1990 г., в результате регулярного протравливания семян на интенсивном фоне стационара индекс развития корневой гнили яровой пшеницы в фазу всходов в среднем составлял 4,7%, что на уровне порога вредоносности (табл. 1). После прекращения протравливания семян на опытном поле в течение одной ротации (1991–1995 гг.) отмечали увеличение индекса развития корневой гнили яровой пшеницы в 2,5–2,7 раза.

Таблица 1

Динамика развития корневой гнили яровой пшеницы в фазу всходов на заключительной культуре севооборота при различных системах основной обработки почвы и разном уровне химизации
Development of spring wheat root rot during sprouting on the finishing crops when various types of soil tillage and different levels of chemicalization

Годы	Протравитель	Индекс развития корневой гнили, %				
		вспашка	ГБО	МПО	без обработки	средний по полю
1986–1990	Раксил СП	4,5	4,4	4,6	5,3	4,7
1991–2006	Без протравителя	11,3	12,2	12,1	12,8	12,1
2007	Раксил КС	1,0	1,9	1,9	1,3	1,5
2008–2015	Без протравителя	13,4	12,3	12,6	15,0	13,3
2012		30,0	23,2	21,5	31,3	26,5

В среднем за 1991–2006 гг. индекс развития болезни заключительной культуры составил 12,1%. В отдельные годы с экстремальными погодными условиями индекс развития корневой гнили в 2–3 раза превышал порог вредоносности. Так, в 1993 и 2003 гг. отмечался дефицит осадков в мае–июне, поражение всходов пшеницы заключительной культуры составляло 18,0–22,0%. В 2007 г. семена перед посевом обрабатывали протравителем Раксил КС, вследствие чего индекс развития корневой гнили всходов пшеницы на интенсивном фоне в среднем составил 1,5%. С этого же года в севообороте озимую рожь заменили яровой пшеницей, а с 2008 г. протравители опять не применяли. Насыщение севооборота яровыми зерновыми на фоне отсутствия обработки семян привело к дальнейшему нарастанию вредоносности корневых гнилей. Средние показатели индекса развития болезни по вариантам изменялись в 2008–2015 гг. от 12,3 до 15,0%. В остро-засушливом 2012 г. индекс развития болезни всходов в некоторых вариантах достигал 21,5–31,3%, что привело к значительным потерям урожая.

Степень пораженности растений корневыми гнилями зависит не только от погодных условий, но также от количества возбудителей инфекции в пахотном горизонте почвы. Пороговая величина содержания возбудителей корневой гнили в почве Западной Сибири изменяется от 8–10 конидий для чернозема южного до 60 конидий на 1 г для лугово-

черноземной почвы. У черноземов выщелоченных допустимый порог вредоносности составляет 20–30 шт/г почвы [9]. По сообщениям Л. Ф. Ашмариной, уровень численности конидий *B. sorokiniana* в естественном ценозе на выщелоченном черноземе лесостепи Приобья колебался незначительно и не превышал 10 конидий на 1 г почвы [12].

В наших опытах анализ почвы опытного поля под зерновыми культурами на содержание *B. sorokiniana* показал, что вследствие использования непротравленных семян произошло нарастание численности конидий патогена в верхнем слое пахотного горизонта в 1,6–2,8 раза за одну только вегетацию (табл. 2). В 1990 г. в верхнем 10-сантиметровом слое почвы насчитывали в среднем 54–59 шт/г воздушно-сухой почвы. За три ротации севооборота (1991–2006 гг.) численность конидий на экстенсивном фоне достигла: 135 шт/г почвы в варианте со вспашкой, 133 – по глубокой безотвальной, 156 – по минимальным обработкам и 235 – без обработки почвы, что в несколько раз превысило порог вредоносности. Из таблицы видно, что накопление конидий в верхнем горизонте почвы было достоверно выше в варианте с мелкой плоскорезной обработкой и без зяблевой обработки почвы. Это объясняется сохранением незапаханной стерни с конидиями патогена на поверхности почвы, тогда как при вспашке конидии попадают в нижние горизонты почвы, где часть из них погибает.

Таблица 2

Динамика содержания конидий *B. sorokiniana* в верхнем 10-сантиметровом слое почвы на заключительной культуре севооборота (1985–2013 гг.), шт/г воздушно-сухой почвы
Concentration of conidium *B. sorokiniana* in the upper layer of soil (10 sm) on the finishing crop (crop rotation in 1985–2013), units in a gramm of air-dry soil

Система основной обработки почвы	1985 г.	1991 г.	2001 г.	2013 г.
Вспашка	48	82	135	165
ГБО	50	90	133	178
МПО	50	108	156	266
Без обработки	52	134	235	307
НСР _{0,05}	12	23	25	29

С введением в севооборот вместо озимой ржи первой культурой яровой пшеницы отмечали дальнейшее увеличение количества конидий гельминтоспориоза в почве. При этом разница между вариантами с отвальной и плоскорезной зябью стала ещё ощутимее. Так, к 2013 г. количество конидий патогена в верхнем слое почвы составляло в варианте со вспашкой 165 шт/г почвы, с глубокой плоскорезной обработкой – 178, с мелким плоскорезным рыхлением – 266, а без обработки почвы – 307.

Интенсивность проявления заболеваний яровой пшеницы напрямую зависит от погодных условий вегетации. Многие авторы отмечают увеличение пораженности всходов пшеницы корневыми гнилями в условиях засушливого вегетационного периода [5–7]. Некоторые исследователи указывают на высокую заболеваемость растений также и при повышенной влажности почвы [11, 12]. Решающее значение для развития корневых гнилей хлебных злаков имеет количество влаги в по-

чве в критический для заражения период – время прорастания всходов (до выхода на поверхность). Так, отмечается увеличение поражения всходов корневыми гнилями на 27% при снижении влажности почвы в этот период до 30% от НВ [12]. Оптимальной для развития всходов считается влажность верхнего слоя почвы около 60% от НВ.

В наших исследованиях мы сравнили развитие корневых гнилей на опытном поле при разных типах увлажнения вегетационного периода – острodeфицитном (2012 г.), умеренно дефицитном (1997, 1998, 2003, 2006 гг.), переувлажнении (2001, 2011, 2013) и умеренном увлажнении (1999, 2000, 2002, 2004, 2005 гг.). При сопоставлении средних значений индекса развития корневой гнили в вегетационные периоды с разной степенью увлажненности видно, что при умеренном дефиците осадков индекс развития корневой гнили яровой пшеницы увеличивается в 3,5 раза в сравнении с умеренным увлажнением, а при остром дефиците – в 4,8 раза (табл. 3).

Таблица 3

Индекс развития корневой гнили яровой пшеницы в зависимости от увлажнения периода вегетации и способа основной обработки почвы (заклучительная культура севооборота, 1997–2013 гг.), %
Indicator of spring wheat root rot development in regards moisture level of vegetation period and way of soil tillage (finishing crop, 1997-2013)

Тип увлажнения периода вегетации	Вспашка	ГБО	МПО	Без обработки	Среднее
Переувлажнение	13,0	13,7	14,6	15,2	14,1
Умеренное	5,9	5,7	6,0	5,7	5,8
Дефицитное	21,0	17,5	17,8	22,9	20,1
Острodeфицитное	31,0	23,2	21,5	33,4	27,8
Среднее по годам	12,1	11,1	11,3	13,1	-

Переувлажнение на фоне недостатка тепла приводит к усилению развития заболевания в 2,4 раза. Таким образом, отклонение увлажнения вегетации от нормы в любую сторону приводит к стрессовому состоянию растений и, как следствие, к усилению развития корневой гнили. Дефицит влаги в почве для всходов является более сильным стрессом, чем переизбыток, поэтому значительно сказывается на проявлении болезни.

Способ основной обработки почвы неодинаково влиял на индекс развития корневой гнили яровой пшеницы при разном увлажнении вегетационного периода. В условиях достаточного увлажнения существенных различий между изучаемыми обработками почвы по степени поражения всходов не отмечалось, индекс болезни был, как правило, на уровне порога вредоносности или

чуть выше него. В годы с избыточным увлажнением наблюдали некоторое нарастание индекса развития корневой гнили в вариантах с безотвальной обработкой почвы и без основной обработки – до 14,6 и 15,2% соответственно, что объяснялось более высокими запасами инфекции в почве этих вариантов. В годы с дефицитом увлажнения, особенно на фоне высоких температур, во всех вариантах обработки почвы индекс развития корневой гнили существенно превышал порог вредоносности. Наиболее сильно дефицит влаги сказывался на развитии инфекции по вспашке и без зяблевой обработки почвы, где он составлял 31 и 33,4%, что обусловлено низкими запасами влаги в пахотном горизонте этих вариантов в посевной период. Однако сравнение индекса развития болезни в среднем за 19 лет наблюдений было непоказа-

тельным, так как различия в вариантах нивелировались. Можно отметить лишь некоторую тенденцию к увеличению средних показателей заболеваемости при плоскорезной обработке и без зяби.

Закономерно потери урожая яровой пшеницы от корневой гнили зависели от погодных условий вегетации и степени развития болезни. Так, в десятичном опыте в 1991 г. урожайность зерна составила 20,0–21,1 ц/га и прибавка урожая от протравливания семян была небольшой (0,8–1,9 ц/га). В 1990 г. значение ГТК превышало 1,0, урожайность яровой пшеницы в опыте составила около 40 ц/га, при этом достоверная прибавка урожая от применения различных протравителей семян варьировала от 2,5 до 4,7 ц/га. Потери урожая от корневых гнилей на экстенсивном фоне в сравнении с протравленным вариантом изменялись по годам от 4 до 11 %, а в среднем составляли около 2 ц/га.

ВЫВОДЫ

1. Анализ результатов исследований за 1986–2015 гг. позволил сделать вывод о том, что основными причинами увеличения индекса развития корневой гнили на зерновых культурах в лесостепи Западной Сибири в последние годы послужили частая повторяемость экстремальных погодных условий вегетации, особенно дефицитного увлажнения, а также недостаточное применение средств защиты растений.

2. Минимизация обработки почвы, и особенно отказ от неё, приводит к накоплению возбудителей корневой гнили в верхнем 20-сантиметровом слое почвы в 1,5–2 раза в сравнении со вспашкой, что создает предпосылки для развития эпитотий в годы с неблагоприятными погодными условиями.

3. Максимальная вредоносность возбудителей корневой гнили, по нашим данным, отмечалась в условиях острой засухи, при этом наиболее сильно дефицит влаги сказывался на развитии инфекции по вспашке и без зяблевой обработки почвы, что обусловлено низкими запасами влаги в пахотном горизонте этих вариантов в посевной период. Некоторое увеличение развития болезни наблюдалось также и в переувлажненные годы, в этом случае отмечено увеличение индекса развития корневой гнили при безотвальной обработке почвы и без основной обработки, что объясняется более высокими запасами инфекции в почве этих вариантов.

4. Потери урожая яровой пшеницы от обыкновенной (корневой) гнили в отсутствие средств защиты растений составляли в лесостепи Приобья в разные годы от 4 до 11,4 %, в среднем по годам исследований около 2 ц/га. Протравливание семян Раксилон сдерживало развитие корневой гнили всходов до уровня ниже порога вредоносности, что позволяло избежать снижения продуктивности культуры во всех вариантах обработки почвы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Немченко В.В., Заргарян Н.Ю., Фомина М.Ю. Целесообразность применения фунгицидов на яровой пшенице // Защита и карантин растений. – 2012. – № 10. – С. 47–49.
2. Способы обработки почвы и комплекс патогенных микроорганизмов в агроценозе озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова, Е.С. Романенко, А.Н. Шипуля [и др.] // Земледелие. – 2012. – № 4. – С. 31–33.
3. Семьнина Т.В. Качество семян не позволяет экономить на протравливании // Защита и карантин растений. – 2013. – № 8. – С. 19–21.
4. Койшибаев М. Протравливание семян – важное профилактическое мероприятие // Защита и карантин растений. – 2008. – № 2. – С. 33–34.
5. Теплякова О.И., Тепляков Б.И. Заселенность выщелоченного чернозема возбудителями корневых гнилей *Bipolaris sorokiniana* при почвозащитном земледелии // Современные средства, методы и технологии защиты растений. – Новосибирск, 2008. – С. 188–192.
6. Современные экологические основы интегрированной защиты растений / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, О.И. Павлова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2008. – № 9. – С. 18–22.
7. Васильева Н.В., Синещев В.Е. Влияние минимизации обработки почвы на накопление и развитие возбудителей корневых гнилей в зернопаровом севообороте // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2011. – № 7–8. – С. 10–17.
8. Данилова А.А. Некоторые экотоксикологические последствия минимизации обработки выщелоченного чернозема Приобья // Проблемы экологии агросистем: пути и методы их решения: материалы всерос. конф. – Новосибирск, 2009. – С. 27–30.

9. Чулкина В. А., Павлова О. И. Обоснование порога вредоносности обыкновенной (корневой) гнили яровой пшеницы на разных типах почв Западной Сибири // Эпифитотиология инфекционных болезней растений. – 1987. – № 2. – С. 3–9.
 10. Чулкина В. А. Корневые гнили хлебных злаков в Сибири. – Новосибирск, 1973. – 105 с.
 11. Чулкина В. А. Защита зерновых от корневых гнилей // Защита растений. – 1984. – № 3. – С. 27–28.
 12. Ашмарина Л. Ф. Изучение динамики популяции возбудителей корневой гнили // Резервы повышения продуктивности агроценозов Сибири и Дальнего Востока: науч.-техн. бюл. – Новосибирск, 1983. – С. 45–46.
1. Nemchenko V. V., Zargaryan N. Yu., Fomina M. Yu. *Zashchita i karantin rasteniy*, no. 10 (2012): 47–49.
 2. Glazunova N. N., Romanenko E. S., Shipulya A. N. i dr. *Zemledelie*, no. 4 (2012): 31–33.
 3. Semynina T. V. *Zashchita i karantin rasteniy*, no. 8 (2013): 19–21.
 4. Koyshibaev M. *Zashchita i karantin rasteniy*, no. 2 (2008): 33–34.
 5. Teplyakova O. I., Teplyakov B. I. *Sovremennye sredstva, metody i tekhnologii zashchity rasteniy*. Novosibirsk, 2008. pp. 188–192.
 6. Chulkina V. A., Toropova E. Yu., Pavlova O. I. i dr. *Zashchita i karantin rasteniy*, no. 9 (2008): 18–22.
 7. Vasil'eva N. V., Sineshchekov V. E. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Siberian herald of Agricultural Science], no. 7–8 (2011): 10–17.
 8. Danilova A. A. *Problemy ekologii agrosistem: puti i metody ikh resheniya* [Materials conference]. Novosibirsk, 2009. pp. 27–30.
 9. Chulkina V. A., Pavlova O. I. *Epifitotologiya infektsionnykh bolezney rasteniy*, no. 2 (1987): 3–9.
 10. Chulkina V. A. *Kornevye gnili khlebnnykh zlakov v Sibiri* [Root rot of cereals in Siberia]. Novosibirsk, 1973. 105 p.
 11. Chulkina V. A. *Zashchita rasteniy*, no. 3 (1984): 27–28.
 12. Ashmarina L. F. *Rezervy povysheniya produktivnosti agrotsenozov Sibiri i Dal'nego Vostoka* [Scientific and Technical Bulletin]. Novosibirsk, 1983. pp. 45–46.