

УДК 631.582

**ФУНГИСТАЗИС ПОЧВЫ И ПОРАЖЕНИЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР КОРНЕВОЙ ГНИЛЬЮ  
В ЗВЕНЕ СЕВООБОРОТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ  
THE SOIL FUNGISTAZIS AND CEREAL CROPS AFFECTION WITH THE ROOT ROT IN THE CROP  
ROTATION LINK DEPENDING ON THE SOIL CULTIVATION AND MANURING**

**С.Г. Манишкин, Н. Н. Апаева, А.И. Малков, О.Г. Марьина-Чермных, Г.С. Марьин, ФГБОУ ВПО  
«Марийский государственный университет», ул. Красноармейская, 71, Йошкар-Ола, Республика Марий Эл,  
Россия, 424002, тел. +7 (8362) 42-51-37, e-mail: kafzr@marsu.ru**

**S.G. Manishkin, N.N. Apaeva, A.I. Malkov, O.G. Mariyna-Chermnykh, S.G. Mariyn, Mari State University,  
Krasnoarmeyskaya st., 71, Yoshkar-Ola, Mari EL, Russia, 424002, tel.: +7 (8362) 42-51-37, e-mail: kafzr@marsu.ru**

Исследован уровень фунгистазиса почвы и поражение зерновых культур корневой гнилью в звеньях полевых севооборотов при различных обработках почвы и внесении удобрений. Определена зависимость фунгистазиса почвы и поражения зерновых культур болезнями от обработки почвы и удобрений. Установлено, что минимальные обработки почвы в сочетании с внесением удобрений

не способствует ухудшению фунгистазиса почвы и фитосанитарного состояния зерновых агроценозов в условиях Северо-Востока Нечерноземья РФ. В севооборотах внесение в почву сидерата, навоза и измельченной соломы возделываемой культуры в состоянии «мульчи» способствовало значительной активизации фунгистазиса, оптимизации фитосанитарии пахотных почв и повышению урожайности зерновых.

**Ключевые слова:** севооборот, обработка почвы, фитосанитария, фунгистазис почвы, органические, минеральные удобрения, сидерат, солома, мульча, пораженность болезнями, урожайность.

The soil fungistasis level and the cereal crops affection with the root rot in the crop rotation link with the different types of the soil cultivation and manuring is studied. It's stated that the minimal soil cultivation with the manuring doesn't promote the fungistasis aggravation and the phytosanitary soil constitution of the cereal agroecosystem in the nature conditions of the north-east and Nonblack Soil Zone of Russia. In the crop rotation with the green manure application and shredded straw of the cultivated crop in the "mulcha" condition promoted the fungistasis's significant activation, phytosanitary optimization of the cultured soil and the cereal yield growth.

**Key words:** crop rotation, soil cultivation, phytosanitary, soil fungistasis, organic and mineral fertilizers, green manure, straw, mulch, prevalence with the diseases, yield.

Поражение зерновых культур болезнями в современных севооборотах является одним из определяющих факторов их урожайности. При этом роль фунгистазиса в этиологии корневых гнилей до настоящего времени является наиболее сложным элементом познания агроэкосистем. [1, 2, 3, 5]. И несмотря на то что в последние годы получены обнадеживающие результаты по снижению поражения зерновых культур болезнями на практике потери урожайности и снижение от них качества зерна остаются еще существенными. Это связано, прежде всего, с условиями, когда в севообороте не соотнобразуются соотношение выноса и возврата в почву органического вещества, игнорируются правила применения минеральных удобрений и пестицидов, не выполняются простейшие приемы по активизации фунгистазиса для оптимизации фитосанитарии почв. Все это создает предпосылки для разрушения природных комплексов пахотных почв, снижается их продуктивность и создается угроза экологической безопасности всей агрофосферы [2,3,4,6].

Цель настоящей работы — изучение взаимосвязи уровня фунгистазиса почвы и поражения болезнями зерновых культур, а также мероприятий, способствующих повышению их урожайности в севообороте.

Объектами исследований были звенья 6-польных полевых севооборотов: вико-овсяная смесь на сидерат — озимая рожь — яровая пшеница и ячмень — вико-овсяная смесь на зерно — озимая рожь. Опыты проводили на опытном поле Марийского ГУ в 1997—2005 гг. и агрофирме «Дружба» Советского района Республики Мари Эл в 2005—2007 гг. Повторность в опытах 3-кратная. Общая площадь делянок главного фактора (обработка почвы) составляла 360 м<sup>2</sup>. Каждая из делянок главного фактора была разделена поперек для изучения влияния вносимых удобрений. Почва опытных участков дерново-подзолистая, содержание гумуса — 1,52—1,64%, рН=5,55—5,64, Нг — 1,6—1,7 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований — 7,7—7,8 мг-экв/100 г почвы, Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> — 22—26 и К<sub>2</sub>О — 15—18 мг/100 г почвы.

Установлено, что на дерново-подзолистой почве фунгистазис, поражение зерновых культур болезнями и урожайность зависят от обработки почвы, внесения удобрений и биофизического состояния посевного (0—10 см) слоя. Как правило, наиболее благоприятное биофизическое состояние посевного слоя почвы наблюдалось в условиях внесения навоза, сидерата и соломы в виде мульчи.

Так, если плотность сложения пахотного слоя почвы (табл. 1) при вспашке была практически одинаковая на всех фонах внесения удобрений, как в верхнем (посевном), так и в нижнем (10—20 см) слое, то применение 2-кратного осеннего дискования, как зяблевая обработка, способствовало существенному снижению плотности сложения почвы в верхнем (посевном) слое почвы: снижение было отмечено при внесении органического удобрения — сидерата и навоза. В то же время при 2-кратном дисковании наблюдалось некоторое увеличение плотности сложения в нижнем слое почвы по сравнению со вспашкой на фоне без внесения удобрений и при внесении минеральных удобрений.

Аналогичная ситуация наблюдалась и в другом звене севооборота (табл. 2), где при уборке культуры солома

после измельчителя комбайном оставалась на поле 3 нед. в виде «мульчи» с последующим безотвальным рыхлением, как альтернатива вспашки. В этом случае наиболее низкие показатели плотности сложения почвы отмечены на безотвальной обработке с внесением «мульчи». Так, снижение данного показателя в верхнем (посевном слое) почвы от «мульча» составило: без обработки — 0,01—0,02 на вспашке — 0,02—0,03, а на безотвальном рыхлении — 0,04—0,06 г/см<sup>3</sup>. При этом нижний (10—20 см) слой почвы на вспашке и безотвальном рыхлении изменялся незначительно.

**Таблица 1. Плотность сложения почвы в зависимости от обработки и внесения удобрений, опытное поле МарГУ (3.08.1997—1999 гг.), г/см<sup>3</sup>**

Вариант		Звено севооборота					
Удобрение	Зяблевая обработка почвы	Вико-овсяная смесь на сидерат		Озимая рожь		Яровая пшеница	
		0—10 см	10—20 см	0—10 см	10—20 см	0—10 см	10—20 см
Без удобрений	Вспашка	1,22	1,34	1,24	1,34	1,24	1,35
	Дискование 2-кратное	1,18	1,38	1,15	1,38	1,17	1,37
Сидерат, 20 т/га	Вспашка	1,20	1,33	1,21	1,32	1,20	1,33
	Дискование 2-кратное	1,12	1,37	1,14	1,37	1,14	1,38
Навоз, 40 т/га	Вспашка	1,21	1,32	1,21	1,35	1,21	1,33
	Дискование 2-кратное	1,15	1,38	1,15	1,40	1,16	1,48
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Вспашка	1,22	1,33	1,24	1,32	1,28	1,33
	Дискование 2-кратное	1,18	1,39	1,19	1,40	1,20	1,39
НСР <sub>05</sub>		0,02	0,035	0,03	0,035	0,025	0,04

**Таблица 2. Влияние зяблевой обработки и соломы на плотность сложения пахотного слоя почвы (20.07.2005—2007 гг.), г/см<sup>3</sup>**

Вариант	Ячмень		Вико-овсяная смесь на зерно		Озимая рожь		
	0—10 см	10—20 см	0—10 см	10—20 см	0—10 см	10—20 см	
Без соломенной резки (без «мульчи»)							
Без обработки	1,22	1,31	1,20	1,32	1,20	1,34	
Безотвальная	1,16	1,31	1,14	1,31	1,15	1,30	
Вспашка	1,21	1,28	1,20	1,28	1,19	1,31	
Соломенная резка, пролежавшая на поле 3 нед. («мульча»)							
Без обработки	1,20	1,30	1,19	1,32	1,20	1,32	
Безотвальная	1,12	1,31	1,10	1,31	1,09	1,30	
Вспашка	1,18	1,26	1,17	1,31	1,17	1,29	
НСР <sub>05</sub>		0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02

С изменением плотности сложения пахотного слое почвы отмечена и неодинаковая ее биологическая активность, определяемая методом льяных полотен, анализ которой

был проведен в конце вегетационного периода (вторая половина августа). Льняное полотно находилось в пахотном слое почвы 90 дн. (табл. 3).

**Таблица 3. Биологическая активность (%) в звене севооборота вико-овсяная смесь на сидерат — озимая рожь — яровая пшеница (25.08.1997–2000 гг.)**

Вариант		Вико-овсяная смесь на сидерат		Озимая рожь		Яровая пшеница	
Удобрение	Зяблевая обработка почвы	0–10 см	10–20 см	0–10 см	10–20 см	0–10 см	10–20 см
Без удобрений	Вспашка	29,6	19,2	25,8	20,1	21,0	18,6
	Дискование 2-кратное	34,1	15,1	35,8	13,2	37,1	12,4
Сидерат, 20 т/га	Вспашка	34,1	22,2	33,0	21,1	30,1	21,0
	Дискование 2-кратное	59,9	15,6	45,5	14,1	40,9	14,5
Навоз, 40 т/га	Вспашка	46,1	19,0	41,2	25,0	42,0	20,1
	Дискование 2-кратное	60,6	16,6	53,0	16,1	50,1	15,1
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Вспашка	39,1	18,4	35,4	18,0	29,0	18,1
	Дискование 2-кратное	45,0	16,1	41,4	16,5	39,6	15,5
НСР <sub>05</sub>		3,4	1,9	5,4	1,1	6,4	2,1

В звене севооборота при поверхностной осенней обработке почвы (2-кратное дискование) наблюдалось повышение биологической активности почвы в слое 0–10 см (посевном) и снижение ее в нижнем (10–20 см). Это было особенно заметно на фоне внесения органических удобрений. Так, на фоне сидерата превышение, против вспашки, составило 10,8–25,8%, на фоне навоза — 8,1–24,5%, в то время как снижение биологической активности в нижнем слое было соответственно 6,6–7,1; 2,4–5,9%.

Двукратное дискование повышало по сравнению с контролем биологическую активность и на фоне минеральных удобрений, но в меньшей степени, чем на фоне органики. В другом звене севооборота с внесением соломенной резки в виде мульчи (табл. 4) наиболее высокая биологическая активность посевного слоя почвы была при безотвальном рыхлении. В этом случае мульча увеличила показатель биологической активности почвы в посевном слое при безотвальном рыхлении в 1,5–1,6 раза, при вспашке — 1,4–1,5 раза, без обработки — 1,04–1,2 раза. Осеннее мульчирование почвы на биологическую активность нижнего слоя (10–20 см) не оказало существенного влияния.

**Таблица 4. Биологическая активность почвы (%) в звене севооборота ячмень — вико-овсяная смесь на зерно — озимая рожь (18.08.2005–2007 гг.)**

Зяблевая обработка	Ячмень		Вико-овсяная смесь на зерно		Озимая рожь		
	0–10 см	10–20 см	0–10 см	10–20 см	0–10 см	10–20 см	
Без соломенной резки (без «мульчи»)							
Без обработки	24,1	12,3	25,2	11,2	28,3	11,3	
Безотвальная	48,8	15,3	46,1	15,0	49,9	13,0	
Вспашка	29,9	18,3	28,6	20,2	30,0	19,6	
Соломенная резка, пролежавшая на поле 3 нед. (мульча)							
Без обработки	29,3	12,5	30,5	12,5	29,6	12,1	
Безотвальная	73,3	16,0	74,3	16,1	75,8	17,1	
Вспашка	45,0	21,9	41,1	19,6	42,2	20,9	
НСР <sub>05</sub>		3,4	2,2	2,4	1,2	5,4	1,8

Органические удобрения по сравнению с контролем (без удобрений) на фоне 2-кратного дискования повысили фун-

гистатический эффект в посевном слое почвы на 27,3%, а на фоне вспашки — на 16,6%. Различий в фунгистатическом эффекте в зависимости от внесения сидерата или навоза не наблюдали. Однако следует отметить, что он был выше по сравнению с внесением минеральных удобрений и контролем (без удобрения).

Снижение плотности сложения почвы и увеличение биологической активизации способствует нарастанию в почве фунгистатического эффекта (табл. 5). Так, при применении соломы в виде мульчи и последующей заделкой ее осенью в почву с помощью безотвальной обработки фунгистатический эффект составил весной (полные всходы) по культурам звена севооборота от 31,8 до 70,5%, при вспашке — от 30,9 до 58,8%, без обработки — 35,3–50,0%, а осенью соответственно 31,9–83,7%, 26,3–53,3 и 31,2–73,3%. Следовательно, наиболее высокий фунгистатический эффект от мульчи в посевном слое почвы отмечен осенью при безотвальной обработке почвы (83,7%), наиболее низкий весной при вспашке (30,9%). Использование соломы в виде «мульчи» даже без осенней обработки почвы позволило в посевном слое создать хороший фунгистатический эффект, который приближался к варианту со вспашкой. Внесение органических удобрений способствовало активизации фунгистазиса и в другом звене севооборота (табл. 6).

**Таблица 5. Фунгистазис посевного слоя почвы в звене севооборота ячмень — вико-овсяная смесь на зерно — озимая рожь в начале и конце вегетации (2005–2007 гг.)**

Зяблевая обработка	Ячмень		Вика/овес, зерно		Озимая рожь	
	Полные всходы	Перед уборкой	Полные всходы	Перед уборкой	Полные всходы	Перед уборкой
Без оставления на поле соломенной резки (без мульчи)						
Без обработки	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,5
Безотвальная	1,7	1,6	2,2	2,2	2,3	2,3
Вспашка	1,6	1,5	2,0	1,9	2,1	1,8
Соломенная резка, пролежавшая в поле 3 нед. (мульча)						
Без обработки	2,4	2,1	2,5	2,4	2,7	2,6
Безотвальная	2,9	2,7	2,9	2,8	3,8	3,6
Вспашка	2,7	2,3	2,6	2,4	2,8	2,7

**Таблица 6. Фунгистазис и инфекционность посевного слоя почвы последней культуры звена севооборота вико-овсяная смесь на сидерат — озимая рожь — яровая пшеница осенью (24.08.2000 г.), тест-культура ячмень**

Удобрение	Вариант	Микромицеты, тыс. шт. ж. н. /г почвы		Фунгистазис, % на день посева тест-культуры	
		Всего	в т.ч. патогены	5 день	10 день
Без удобрений	Обработка почвы	30,8	12,2	2,1	1,7
	Вспашка				
Сидерат, 20 т/га	Дискование 2-кратное	36,6	13,3	2,2	1,9
	Вспашка				
Навоз, 40 т/га	Дискование 2-кратное	31,6	11,1	2,2	2,1
	Вспашка				
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Дискование 2-кратное	38,1	8,1	2,8	2,9
	Вспашка				
НСР <sub>05</sub>	Вспашка	30,9	11,0	2,1	2,1
	Дискование 2-кратное				
НСР <sub>05</sub>	Вспашка	30,4	12,1	2,2	1,7
	Дискование 2-кратное				

Органические удобрения в существенной степени повлияли и на поражение зерновых культур корневой гнилью (табл. 7). При этом особую роль на снижение поражения растений болезнью оказала мульча, где фунгистатический эффект составлял 70–80%. Этот положительный факт

был отмечен практически на всех обработках почвы и особенно в начале развития болезни. Так, весной поражение корневой гнилью в условиях мульчирования почвы соломой снизилось в варианте без зяблевой обработки в 2,8 раза, со вспашкой — 3,6 раза, а при безотвальном рыхлении почвы — 4,6 раза по озимой ржи и на яровых зерновых соответственно 2,5 раза, 2,6, 2,8 раза. Корреляционная зависимость поражения растений корневой гнилью от уровня фунгистазиса почвы была высокая в пределах 78—87%.

**Таблица 7. Поражение зерновых культур корневой гнилью в зависимости от удобрения и обработки почвы в звене севооборота (2000–2007 гг.)**

Вариант		Озимая рожь		Яровые зерновые	
Обработка почвы	Удобрение	5.05	5.08	10.05	15.08
Звено вико-овсяная смесь — озимая рожь — яровая пшеница					
Вспашка	Контроль	14,5	21,3	15,5	29,3
	Сидерат	11,1	18,4	14,1	19,3
	Навоз	16,1	22,0	15,1	21,0
	НРК	10,3	19,6	14,0	19,6
2-кратное дискование	Контроль	18,6	22,4	16,4	29,6
	Сидерат	10,1	17,0	14,4	18,4
	Навоз	12,3	19,4	13,5	19,0
	НРК	7,2	20,1	16,3	19,0
Звено вико-овсяная смесь — озимая пшеница — ячмень					
Без обработки	Без соломы	17,5	27,4	29,3	31,7
	Мульча	6,1	18,9	11,7	18,0
Безотвальная	Без соломы	15,1	25,8	17,6	20,9
	Мульча	3,3	10,0	6,4	12,0
Вспашка	Без соломы	16,7	25,9	24,4	30,4
	Мульча	4,7	15,2	9,3	17,4

Наиболее высокая урожайность яровой пшеницы была при 2-кратном осеннем дисковании с внесением навоза или сидерата и при безотвальной обработке почвы с соломенной мульчей (табл. 8). Прибавка составила по сравнению со вспашкой при внесении навоза или сидерата 0,05—0,24, а при внесении мульчи — 0,63 т/га.

**Литература**

1. Бенкен А. А. Почвенный фунгистазис, его сущность и практическое значение / А. А. Бенкен // Микология и фитопатология. — 1975. — Т. 9. — № 2. — С. 507—517.
2. Линник Л. И. Роль фунгистазиса почвы в снижении пораженности ячменя гнилью в условиях Белоруссии: Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. — Л., 1982. — 19 с.
3. Мартынова Г. П. Регуляция фитосанитарии полевых агроценозов на Востоке Нечерноземья РФ / Г. П. Мартынова, Г. С. Марьин. — Йошкар-Ола, 2000. — 125 с.
4. Марьина-Чермных О.Г. Влияние удобрений и средств защиты на формирование фитосанитарного состояния и урожайность яровой пшеницы // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Материалы научной конференции. — Йошкар-Ола: МарГУ, 2002. — С. 179—183.
5. Маршунова Г.Н. К методике определения фунгистазиса сероземной почвы / Г.Н. Маршунова, Бюл. ВНИИ с.х. микробиологии, 1981. — № 33. — С. 12—16.
6. Мирчинк Т. Г. Микроорганизмы в дерново — подзолистой почве при применении удобрений / Т. Г. Мирчинк, В. С. Гузев // Продуктивность почв Нечерноземной зоны и пути ее увеличения. — М., 1978. — С. 80 — 85.

**Таблица 8. Урожайность третьей культуры звена севооборота в зависимости от обработки почвы и удобрений**

Опытное поле, 1997—2000 гг.; яровая пшеница			СПК «Дружба», 2005—2007 гг.; ячмень			
Вариант		Урожайность, т/га	Вариант		Урожайность, т/га	
Обработка	Удобрение		Обработка	Удобрение		
Вспашка	Без удобрения	1,48	Без обработки	Без соломы	1,56	
	Сидерат, 20 т/га	1,78		Мульча	2,15	
	Навоз, 40 т/га	2,07		Безотвальная	Без соломы	1,78
	НРК	1,77			Мульча	2,24
Дискование 2-кратное	Без удобрения	1,61	Вспашка	Без соломы	1,61	
	Сидерат, 20 т/га	2,02		Мульча	2,06	
	Навоз, 40 т/га	2,12	НСР <sub>05</sub> (для опытного поля) = 0,13 т/га			
	НРК	2,10	НСР <sub>05</sub> (для СПК «Дружба») = 0,15 т/га			

Таким образом, установлено, что безотвальное рыхление или 2-кратное дискование осенью существенно снижают плотность сложения пахотного слоя почвы в верхнем (посевном) слое почвы (0—10 см), не изменяя плотность сложения почвы в нижнем слое (10—20 см) при безотвальном рыхлении, и увеличивает его величины при осеннем 2-кратном дисковании. Наибольшее снижение показателей плотности сложения посевного слоя почвы отмечено при внесении органических удобрений (сидерат, навоз, солома в виде «мульчи»), при внесении минеральных удобрений этого не наблюдали. Наиболее высокая биологическая активность в верхнем (посевном) слое почвы была при внесении органического удобрения и поверхностной зяблевой обработки, а также при внесении соломы в виде «мульчи» осеннего безотвального рыхления. На основании многолетних исследований следует заключить: безотвальная или поверхностная осенняя обработка дерново-подзолистой почвы в звене севооборота, изменяя биофизические параметры, особенно верхнего (посевного) слоя, способствует активизации фунгистазиса почвы, снижению поражения растений корневой гнилью, особенно в начальный период развития растений, и увеличивает урожайность зерновых культур на 40—70%. **■**