

УДК 631.045:631.81

ПРИМЕНЕНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР К ФИТОПАТОГЕНАМ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

С.В. Колмукиди, к.с.-х.н., Е.А. Крюкова, д.с.-х.н., ВНИАЛМИ

Показано использование осадков сточных вод в качестве органических удобрений, их влияние на устойчивость ячменя к патогенам и повышение биогенности светло-каштановых почв.

Ключевые слова: органическое удобрение, осадки сточных вод, патологическая устойчивость растений, микробиологическая активность.

Одно из перспективных направлений обогащения почвы и обеспечения растений жизненно необходимыми питательными веществами - использование осадков сточных вод (ОСВ - обезвоженный иловый осадок) [1, 6, 7]. При этом в почву возвращаются питательные вещества, отчуждаемые с урожаем сельскохозяйственных культур, повышается продуктивность пашни и природных кормовых угодий. Осадки сточных вод обладают высокой удобрительной ценностью и могут рассматриваться как органическое удобрение, содержащее большое количество жизненно необходимых элементов питания растений [2]. Использование органических удобрений в качестве фактора, повышающего патологическую устойчивость сельскохозяйственных культур возможно на лесозащищенных полях, где общий инфекционный фон болезней растений ниже, чем на полях вне влияния защитных лесных насаждений [3].

Методика. Экспериментальные исследования и производственную проверку действия ОСВ проводили в 2006-2010 гг. на светло-каштановых почвах лесозащитных посевов в агролесоландшафте опытного хозяйства "Волгоградское". В ранневесенний период перед посевом (II декада марта) ОСВ вносили в почву. Схема полевого опыта включала варианты: 1) внесение ОСВ, 40 т/га; 2) 50 т/га; 3) 60 т/га; 4) 70 т/га; 5) 80 т/га; 6) контроль - без ОСВ. В опытных вариантах высевали ячмень сорта Донецкий. Площадь опытного варианта 8 га, учетная - 100 м², площадки по опытным вариантам размещали в шахматном порядке. Повторность опыта - трехкратная. Мониторинговые обследования патологического состояния сельскохозяйственной культуры в опытных и контрольном вариантах осуществляли с использованием общепринятых методов и методик [5] и проводили в разные фазы роста и развития растений: всходы, кушения-трубкования, цветения, молочно-восковой и полной спелости зерна. Пробы на зараженность растений болезнями отбирали в трех повторностях по 100 растений в каждом варианте.

Выявленные с признаками патологий растения диагностировали в лабораторных условиях путем идентификации возбудителей методом влажных камер, посевом на питательные среды для получения чистых культур в фитокамере и микроскопированием.

Биологическую активность почвы в вариантах с внесением удобрений по сравнению с контролем определяли по интенсивности разложения льняного полотна (метод аппликаций). Время экспозиции полотен 35 сут. Микромицетный состав - посевом на соответствующие питательные среды (мясопептонный агар - МПА, крахмалоаммиачный агар - КАА, среда Чапека для грибов).

Иловый осадок бытовых сточных вод, используемый в качестве удобрения, представляет собой твердую сыпучую массу с преобладанием частиц размером 1-3 мм. Его состав (табл. 1) определяли на основании ПДК [2] и контролировали аккредитованной лабораторией: Инспекцией водных ресурсов предприятия

от 09.03.2004г. № РОСС RU. 0001.511117 и «Испытательной канализационной химико-бактериологической лабораторией (ИКХБЛ ОАО «ВГКС»), г. Волгограда.

Результаты и их обсуждение. В вариантах с внесением ОСВ в почву всходы появились на 1 сут раньше по сравнению с контролем. В дальнейшем опытные варианты также существенно отличались от контроля по густоте продуктивного стеблестоя и высоте растений, что указывает на формирование в опыте оптимальных условий для развития растений.

**1. Основные физико-химические показатели илового
осадка сточных вод**

Контролируемый показатель		Результаты исследования	Величина допустимого уровня [2]
Влага, %		35-58	<82
Содержание, % на сухое вещество	Органическое вещество	68,4	>20
	N	2,6	1-3%
	P ₂ O ₅	2,5	1-4%
	K ₂ O	0,28	0,2-0,7%
pH		7,09	5,5-8,5
Содержание, мг/кг:			
Медь		137,1	1500
Свинец		68	1000
Кадмий		29	30
Цинк		684,3	4000
Марганец		390	2000
Никель		136,9	400
Ртуть		0,1	15
Мышьяк		2,3	20
Фтор		1,2	10
Кобальт		6,1	Не нормируется
Радий+цезий (134+137), Бк/кг		10,8	То же
Патогенная микрофлора и яйца гельминтов, экз/кг		Отсутствует	Отсутствует

Лабораторно-полевые исследования ячменя без внесения ОСВ выявили комплекс основных возбудителей болезней, паразитирующих на надземной части растений: гельминтоспориозную темно-бурую пятнистость, мучнистую росу и поражение корневой системы смешанной гельминтоспориозно-фузариозной корневой гнилью.

Анализ данных показал, что внесение осадков сточных вод заметно влияет на регуляцию фитопатологического состояния ячменя. Распространение болезней и интенсивность поражения растений патогенами в опытных вариантах были ниже, чем в контрольном. Это связано с улучшением питательного режима почвы и различной иммунной реакцией на инфекционный фон, а также с изменением этиологии болезней и вирулентности возбудителей на разных стадиях их развития. Как следует из таблицы 2, в опытных вариантах распространенность болезней снизилась в 1,6-3,0 раза, а развитие - в 1,6-3,5 раза относительно контрольного варианта, в зависимости от вида возбудителя и дозы внесения удобрений.

2. Влияние предпосевного внесения ОСВ в почву на патологическое состояние ячменя (среднее за 2006-2010 г.)

Вариант опыта	Гельминтоспориоз (пятнистость)		Мучнистая роса (2006 г.)		Гельминтоспориозно-фузариозная корневая гниль	
	P	R	P	R	P	R
Контроль - без внесения ОСВ	56,0	25,2	70,5	21,5	12,8	5,7
ОСВ, т/га: 40	35,1	16,0	56,7	20,5	10,0	3,2
50	24,0	14,9	50,0	18,5	8,3	1,8
60	18,0	8,4	30,5	12,8	7,8	1,3
70	20,5	8,9	23,5	10,8	8,0	1,5
80	20,5	12,4	30,5	12,8	7,8	1,3

Примечание. P – распространение болезни, %, R – развитие болезни, %.

Воздействие мучнистой росы на кушение зависит от степени заражения растений. Так, в контрольном варианте кустистость растений с 4-6 стеблей у здоровых растений снизилась в 1-4 раза в сравнении с пораженными.

В 2006 г. наблюдалось активное распространение этой болезни в контрольном варианте, что на 40,0-47,0% выше, чем в опытных. Это указывает на то, что растения, выросшие в вариантах с внесением ОСВ (60-70 т/га) иммунные, более устойчивые к патогену. Здесь есть растения, пораженные паразитом, и болезнь продолжает развиваться после инфицирования, однако, в 1,6-2,0 раза ниже, чем на контроле. Причем развитие болезни не превысило экономический порог вредоносности (ЭВП) и фитосанитарная ситуация не требовала применения фунгицидов.

Темно-бурая (гельминтоспориозная) пятнистость ячменя (возбудитель болезни – несовершенный гриб *Helminthosporium sativum*) активно развивалась на ослабленных растениях, которые гриб поражал в фазы прорастания семян и развития всходов. Мицелий возбудителя при высоких температуре и влажности в почве, обеспечивающих активные микробиологические процессы, в течение вегетационного периода почти полностью вытесняется из почвы микроорганизмами-антагонистами. Как выяснилось в ходе исследований, в результате активной деятельности почвенной микрофлоры в опытных вариантах, почва приобретает фунгистатические свойства, которые сдерживают прорастание конидий патогена и последующее заражение здоровых растений. Этим и объясняется подавление инфекции в вариантах с использованием удобрений, под влиянием которых повышаются биологическая активность почвы и рост полезной микрофлоры, губительной для патогенной инфекции ячменя, вследствие чего распространение и проявление болезни было меньшими. При этом степень ослабления болезни коррелирует с вносимой дозой удобрений, а увеличение дозы до 80 т/га эффективность применения ОСВ не повысило.

При внесении в почву ОСВ в дозе 60-70 т/га наблюдался наилучший эффект из пяти опытных вариантов, отмечено лишь небольшое количество больных растений, а развитие болезни не превышало в среднем 10,3%. В этом случае для оздоровления растений достаточно профилактических методов: соблюдение рекомендуемых агротехнических приемов и применение ОСВ. В контрольном варианте, без применения удобрений, распространение и развитие болезни составляли, соответственно, 40,1 и 18,5%, что сказалось на снижении показателей структуры урожая.

Гельминтоспориозно-фузариозная корневая гниль проявилась в побурении, загнивании и отмирании первичных и вторичных корней и частично основания стебля. Следствием инфицирования растений этой болезнью были изреживание посева и пустоколосость. Зерно в пораженном колосе было щуплое.

При исследовании в лабораторных условиях во влажных камерах образовывались колонии грибов родов *Fusarium* и *Helminthosporium*, образующих конидиальное спороношение. Зерно, пораженное этими грибами, имеет низкое качество и не пригодно в пищу. На опытных вариантах развитие этой болезни не превышало 1,7-2,1%. Вредоносность заболеваний и особенности развития фитопатогенов вызывают необходимость противостоять заражению растений, повышая иммунитет за счет применения экологически безопасных средств.

Наблюдение за сезонной динамикой патогенной микрофлоры в агроценозе показало, что развитие и распространение возбудителей заметно изменяются по фазам развития ячменя (рис.). Инфицирование растений патогенами началось в конце апреля. В фазе кущения ячменя на контрольном варианте были хорошо заметны признаки поражения растений мучнистой росой (развитие – 7,1%), возбудители которой вирулентны в течение всего вегетационного периода от появления всходов до восковой спелости зерна. Этому, как уже отмечалось, способствуют быстрое распространение гриба в виде конидий и широкий интервал его температурного оптимума. В опытных вариантах развитие болезни невысокое (3,5%). Пик вредоносности фитопатогенов пришелся на колошение-трубкование (до 21,5%), после чего наблюдалось некоторое снижение уровня развития инфекции (4,7-10,2%), особенно при температурах выше 30°C.

Подобный сезонный ритм характерен и для гельминтоспориозной пятнистости. Возбудители этого заболевания способны к заражению с начала вегетации (даже при низких температурах воздуха). Развитие болезни в фазе кущения на контроле составляло 4,2%, на опытном варианте оно в 2 раза ниже (2,1%). С этого момента наблюдалось постепенное накопление инфекции, максимальное развитие которой отмечено в фазе молочно-восковой спелости зерна (19,6% на контроле и 11,6% в варианте с внесением 70 т/га ОСВ). На рисунке четко просматривается действие иловых осадков. В опытном варианте растения были более устойчивыми и менее подвержены инфицированию возбудителями болезней.

При анализе элементов структуры урожая ячменя выявлено, что внесение ОСВ в почву приводит к увеличению: продуктивной кустистости растений - на 29,0-85,4%, высоты главного стебля - на 12,0-29,8%, массы соломы - на 65,5-141,4%. Значительно менее отзывчивыми на применение ОСВ оказались длина и озерненность колоса, масса 1000 зерен на опытных вариантах увеличилась с 5,0 до 8,3 г, или с 15,3 до 25,5 %; биологическая урожайность ячменя в опыте увеличилась на 48,2-132,1%.

Биологическая активность светло-каштановых почв Волгоградской области невысокая. Это связано с неблагоприятным водным режимом почвы, низким содержанием органических веществ, бедностью микрофлоры.

При определении состава микроорганизмов, входящих в ризосферу ячменя, в вариантах с наиболее эффективной дозой внесения ОСВ (60-70 т/га) отмечалась активизация микробиологических процессов по сравнению с контролем (табл. 3). В процессе вегетации в этих вариантах почва была плотнее (в 1,8-2,4 раза) заселена этими организмами по сравнению с контролем.

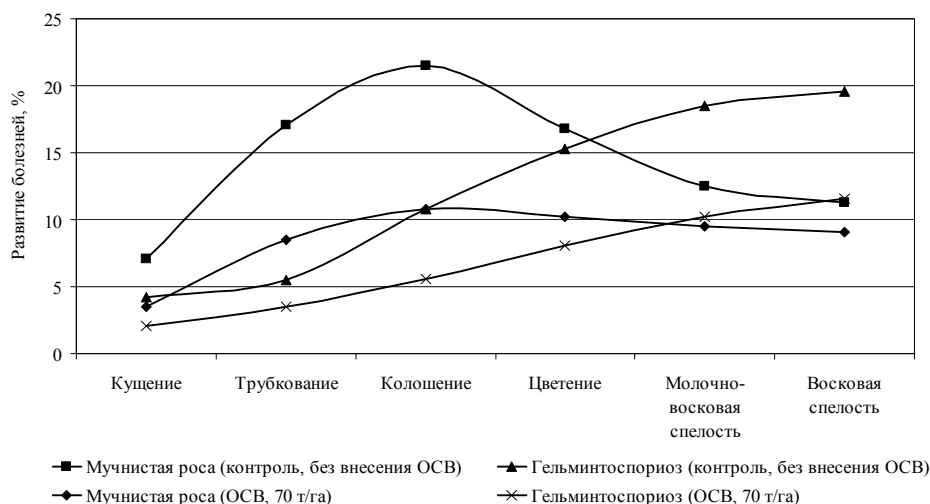


Рис. Влияние внесения ОСВ на сезонную динамику развития болезней ячменя (2006-2008 гг.)

3. Микробиологическая активность пахотного горизонта ячменного поля при внесении ОСВ в почву

Показатель	Контроль (без внесе- ния ОСВ)	ОСВ, т/га	
		60	70
Группы микроорганизмов, тыс. шт/г воздушно-сухой почвы:			
общее количество на МПА	4200	8286	10110
общее количество на КАА	3661	6758	7006
микроскопические грибы	9,1	5,6	4,8
МПА: КАА	1,1:1	1,2:1	1,4:1
Степень разрушения целлюлозы, %	3,6	4,5	10,2

Изменение численности аэробных микроорганизмов в вариантах опыта коррелирует с изменением целлюлозоразлагающей активности почвы. Сравнение полученных данных свидетельствуют, что наиболее высокая активность разложения льняных полотен (10 x 25 см) наблюдалась при внесении в почву 70 т/га ОСВ, при котором интенсифицируется жизнедеятельность целлюлозоразлагающих организмов. Степень разрушения целлюлозы в данных вариантах изменилась на 6,6%, что в 2,8 раза превышает таковую в контрольном варианте, где наблюдалась некоторая активизация микробиологических процессов.

Из таблицы 3 следует, что при внесении ОСВ в почвенном профиле наблюдается нарастание биомассы по всем группам микроорганизмов (на МПА в 1,9-2,4 раза, на КАА – до 1,9 раза), кроме микроскопических грибов. Этот факт дает основание судить о повышении биогенности почвы в вариантах с ОСВ. Применение иловых осадков усиливает интенсивность микробиологических процессов, определяемых общим количеством микроорганизмов на МПА и КАА, что особенно заметно в варианте 70 т/га с повышенной биогенностью почвы по сравнению с контролем.

Заключение. Исследования по применению осадков сточных вод показали, что фунгистатический потенциал почвы в опытных вариантах повышается в связи с конкуренцией микроорганизмов за использование питательных веществ, что задерживает прорастание в почве покоящихся структур грибов, в том числе фитопатогенных. В вариантах с дозой ОСВ 60-70 т/га отмечались наибольшие количество микроорганизмов и степень разрушения целлюлозы.

Применение ОСВ - эффективное экологически безопасное средство оздоровления сельскохозяйственных культур, повышения их урожайности и биогенности почвы.

Литература

1. Воробьева Р.П., Давыдов А.С., Ананьева Ю.С. Влияние осадков сточных вод на динамику микроорганизмов и биологическую активность почвы // Агрохимический вестник. - 2004. - №5. - С. 25-27.
2. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.7.573-96.- М., 1997.- 53 с.
3. Крюкова Е. А., Колмукиди С. В. Фитопатологическая ситуация в экосистемах с защитными лесными насаждениями в Нижнем и Среднем Поволжье // Вековой опыт формирования лесных экосистем в агроландшафтах засушливого пояса России: матер. науч.-практ. конф.- Волгоград: ВНИАЛМИ, 2003. – С 107-111.
4. Малышев А.В., Костин В.И. Влияние осадков сточных вод как удобрений на биологическую активность почвы // Оптимизация применения удобрений и обработки почвы в условиях лесостепи Поволжья. -Ульяновск: Дельта, 1995. - С. 21 - 26.
5. Методы мониторинга и прогноза развития вредных организмов.- М.-С.-Петербург: РАСХН, 2002.- 96 с.
6. Покровская С.Ф., Касатиков В.А. Использование осадка городских сточных вод в сельском хозяйстве. - М.: Колос, 1987.- 120 с.
7. Тиньгаев А.В. Оценка влияния осадка сточных вод на урожай зерна и микробиологическую активность почвы // Агрохимический вестник. - 2010. -№ 4. - С. 38-40.

USE OF SEWAGE SLUDGE FOR INCREASING THE RESISTANCE OF CEREAL CROPS TO PHYTOPATHOGENS AND THE MICROBIOLOGICAL ACTIVITY OF LIGHT CHESTNUT SOILS

S.V. Koldmukidi, E.A. Kryukova

All-Russian Research Institute of Agricultural Afforestation, Russian Academy of Agricultural Sciences,
Universitetsky pr. 97, Volgograd, 400062 Russia
E-mail: vnialmi@mail.ru

The use of sewage sludges as organic fertilizers and their effect on the resistance of barley plants to pathogens and the biogenesis of light chestnut soils were studied.

Keywords: organic fertilizer, sewage sludge, plant resistance to pathogens, microbiological activity.