

УДК [632. 4: 631.8]:633.11 «324»:631.445.4 (470.620)

ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННЫХ АГРОЦЕНОЗОВ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Шадрина Л.А., кандидат биологических наук, доцент, тел.

8(918)3128084, shadrina.larisa2014@yandex.ru

Жаравина А.А., магистрант, тел. 8(989)8396981,

zhaa10071999@icloud.com

Папоян Л.А., студент, тел. 8(989)2772191,

mila.papouyan@gmail.com

ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

***Ключевые слова:** озимая пшеница, фазы развития, ризосфера, минеральные удобрения, органические удобрения, условно патогенные микромицеты, условно супрессивные микромицеты, антифитопатогенный потенциал.*

*В работе представлены данные по влиянию органической и ор-
гано-минеральной систем удобрения на соотношение патогенной и
супрессивной микофлоры и повышение антифитопатогенного потен-
циала почвы в посевах озимой пшеницы. При этом в вариантах с при-
менением органических и минеральных удобрений складывались наибо-
лее оптимальные соотношения между патогенами и триходермой,
между токсинообразующими грибами и триходермой. Это свидетель-
ствует о важности этих приемов в оптимизации фитосанитарного
состояния почвенных агроценозов и снижении проявления фитосани-
тарных рисков на различных этапах роста и развития сельскохозяй-
ственных культур.*

Введение. Почвенные микромицеты имеют важное значение как почвообразовательном процессе, так и в жизни растений. Сапротрофные грибы участвуют в процессе гумусообразования и имеют важнейшее значение в деструкции органического вещества и фитосанитарном состоянии почвы [1].

Важное значение для биоиндикации почвы имеют как условно-пато-
генные, так и условно-супрессивные микромицеты. При этом использование
для биоиндикации условно-супрессивных микромицетов родов *Tricho-*
derma, *Penicillium*, *Aspergillus* определение их количества и соотношения

позволяет определить такие фитосанитарные показатели почвы как антифитопатогенный потенциал и наличие признаков почвоутомления.

В связи с тем, что внесение минеральных и органических удобрений является неотъемлемой частью технологии возделывания озимой пшеницы [2] нами в ее посевах изучалось влияние этих элементов технологии на фитосанитарное состояние почвенных агроценозов [3, 4].

Материалы и методы исследований. В 2021 году на базе стационарного опыта изучалось влияние навоза, минеральных удобрений как в отдельности, так и в комплексе на состав грибных сообществ в ризосфере озимой пшеницы сорта Степь, антифитопатогенный потенциал почвы и наличие признаков почвоутомления. Навоз вносили в первую ротацию севооборота под кукурузу на зерно. Сорт озимой пшеницы Степь возделывался в севообороте на четвертый год после внесения навоза.

Влияние систем удобрений на формирование почвенных комплексов микромицетов в посевах озимой пшеницы рассматривалось на следующих вариантах:

000 – без внесения органических и минеральных удобрений;

200 – с внесением 400 т/га подстильного навоза и 400 кг/га P₂O₅ под первую культуру севооборота кукурузу на зерно;

020 – с применением минеральных удобрений N120-P80K40.

220 – с комплексным применением органических и минеральных удобрений.

Микологический анализ почвы из ризосферы проводился в фазы колошения, молочно-восковой спелости. Для выделения микромицетов из ризосферы озимой пшеницы использовали картофельный агар. Идентификация родов проводилась с использованием микроскопа Микромед [5]. Для подсчета КОЕ микромицетов использовалась методика *Easten*.

Результаты исследований и их обсуждение. После инкубирования почвенной вытяжки из корневой ризосферы растений на питательной среде и идентификации по морфологическим признакам в фазу колошения были выделены представители 8 родов грибов: *Fusarium*, *Cephalosporium*, *Verticillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus*. Микромицеты первых пяти родов относятся к гемибитрофам и, наряду с сапротрофным типом питания, могут переходить на паразитический образ жизни, вызывая поражение корневой системы и прикорневой части стеблей. Микромицеты родов *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus* характеризуются антагонистическими свойствами и составляют основу антифитопатогенного потенциала почвы. Антагонистические свойства этой группы проявляются только при количественном преобладании грибов рода *Trichoderma*.

Результаты микологического анализа почвы из ризосферы растений показали, что количество КОЕ как условно патогенных, так и условно супрессивных грибов в 1 грамме абсолютно сухой почвы зависело от внесенных удобрений. При этом приоритетное значение на микологическую активность микромицетов оказывали такие абиотические факторы как температура и влажность почвы. Из биотических факторов важное значение имело развитие корневой системы, от функционирования которой зависит количественный состав микромицетов.

Погодные условия вегетационного периода 2020–2021 года отрицательно повлияли на формирование корневой системы озимой пшеницы: сначала осенняя засуха, а затем понижение температур в январе и феврале до -15 – -17 °С, а также неоднократные заморозки в марте до -8 °С. Переувлажнение оказывало основное влияние на микробиологическую активность почвы в мае месяце. В результате микологическая активность почвенных образцов, отобранных 21 мая был средней. Количественный состав патогенных микромицетов изменялся от 2,8 тысяч до 8,1 тысяч КОЕ. При этом самое высокое количество патогенов, было варианте без удобрений в пределах – 8,1 тысяч КОЕ. Такое высокое содержание КОЕ патогенов связано с отсутствием грибов рода, *Trichoderma* в условно-супрессивном комплексе. На фоне четырехлетнего последействия навоза (вариант 200) КОЕ патогенов снижалось в 2,5 раза, на фоне отдельного применения минеральных удобрений (020) в 2,3 раза, на фоне комплексного воздействия в 2,2 раза (таблица 1).

Выше перечисленные стрессовые ситуации вегетационного периода 2020–2021 года также повлияли на формирование условно-супрессивного комплекса микромицетов, а именно на развитие грибов рода *Trichoderma*. Гриба этого рода практически отсутствовали во всех вариантах. При этом количественная представительность токсинообразующих грибов в условно-супрессивном комплексе была очень низкой. Такая дестабилизация почвенного условно супрессивного комплекса свидетельствует об отсутствии анти-фитопатогенного потенциала в почвенных образцах всех вариантах и отсутствии признаков почвоутомления на дату отбора.

Таблица 1 – Влияние органических и минеральных удобрений на качественный и количественный состав почвенной микофлоры в ризосфере озимой пшеницы сорта Степь в фазу колошения. Опытное поле КубГАУ, 21.05.2021 г.

Вариант	Количество КОЕ, тыс. в 1 грамме абсолютно сухой почвы									
	патогенная микофлора						антагонистическая микофлора			
	<i>Fusarium</i>	<i>Verticillium</i>	<i>Cephalosporium</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Alternaria</i>	Всего	<i>Trichoderma</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	Всего
000	0,7	2,6	1,1	3,3	0,4	8,1	0,0	0,1	0,0	0,1
020	0,5	1,5	0,5	1,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,9	0,9
200	0,5	1,3	0,4	1,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,2	0,2
220	0,3	1,4	0,5	1,5	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0

В дальнейшем в июне месяце установились умеренные температуры в пределах +18–22,4 °С. Прошли теплые ливневые осадки. Сложившаяся ситуация способствовала размножению природных микроорганизмов. В результате микологического анализа, проведенного в фазу молочно-восковой спелости – 15.07.21 г. установлена высокая микологическая активность почвенных образцов. Это связано с ростом активности размножения микроорганизмов в результате благоприятных погодных условий (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние органических и минеральных удобрений на качественный и количественный состав почвенной микофлоры в ризосфере озимой пшеницы сорта Степь в фазу молочно-восковой спелости. Опытное поле КубГАУ, 15.07.2021 г.

Вариант	Количество КОЕ, тыс. в 1 грамме абсолютно сухой почвы									
	патогенная микофлора						антагонистическая микофлора			
	<i>Fusarium</i>	<i>Cephalosporium</i>	<i>Verticillium</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Alternaria</i>	Всего	<i>Trichoderma</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	Всего
000	7,3	1,8	5,5	0,1	0,7	15,4	4,6	2,5	2,7	9,8
020	4,1	1,4	3,7	0,5	0,5	10,2	10,8	1,3	1,1	13,2
200	5,5	1,7	3,2	0,0	0,2	10,6	11,6	1,1	1,4	14,1
220	4,7	1,8	3,4	0,0	0,9	10,8	11,3	1,9	1,5	14,7

При этом произошло значительное увеличение общего количества КОЕ условно патогенных микромицетов. Также произошло восстановление условно супрессивного комплекса микромицетов. Общее количество КОЕ патогенных микромицетов возросло в 1,9–3,3 раза по сравнению с результатами исследований, проведенных в фазу колошения. При этом максимальное количество КОЕ патогенов в пределах 15,4 тысяч единиц пропагул/один грамм абсолютно сухой почвы содержалось в варианте без применения удобрений.

В условно патогенном комплексе преобладающими были грибы родов *Fusarium* и *Verticillium*. При этом в контрольном варианте количественная представительность этих грибов была самой высокой. Отмечается сдерживающее влияние удобрений на фузариозную инфекцию. Также как и в фазу колошения отдельное внесение минеральных удобрений (вариант 020, последействие навоза (вариант 200), совместное применение органики и минеральных удобрений снижало КОЕ патогенов.

Во всех вариантах наблюдается восстановление антифитопатогенного потенциала почвы, признаки почвоутомления отсутствуют во всех вариантах, кроме варианта без применения удобрений. Это является позитивным показателем, так как отсутствие признаков почвоутомления связано со сложившимися оптимальными соотношениями между токсинообразующими грибами и грибами рода *Trichoderma*. Восстановление антифитопатогенного потенциала почвы прежде всего связано с резким развитием грибов рода *Trichoderma*, для которых сложились наиболее благоприятные погодные условия. При этом применение органических и минеральных удобрений как в комплексе, так в отдельности увеличивало КОЕ этих грибов в 2,3–2,5 раза. В результате во всех вариантах, за исключением варианта без применения удобрений антифитопатогенный потенциал почвы был высокий с соотношениями патоген: супрессор 1:1 и 1:1,1. В варианте без применения удобрений антифитопатогенный потенциал отсутствовал, так как соотношения: патоген супрессор составляли 1:0,3.

Заключение. Развитие почвенного комплекса микромицетов в условиях вегетационного периода 2020–2021 года проходило в экстремальных погодных условиях как для культуры, так и микромицетов. В результате в фазу колошения во всех опытных вариантах преобладали условно-патогенные грибы. Количественная представительность грибов условно-супрессивного комплекса была очень низкой. В фазу молочно-восковой спелости из-за благоприятных погодных условий произошло восстановление антифитопатогенного потенциала почвы. При этом в вариантах с применением органических и минеральных удобрений складывались оптимальные соотношения

между патогенами и триходермой, между токсинообразующими грибами и триходермой. Минеральные и органические удобрения во все фазы вегетации культуры сдерживали развитие условно патогенной микоты. Это свидетельствует о важности этих приемов в оптимизации фитосанитарного состояния почвенных агроценозов и снижении проявления фитосанитарных рисков на различных этапах роста и развития сельскохозяйственных культур.

Библиографический список

1. Пикушова Э.А. Состояние популяций микромицетов в ризосфере озимой пшеницы на черноземе выщелоченном западного Предкавказья /Э.А. Пикушова, Л.А. Шадрина, Н.А. Москалева, Т.А. Долбилова //Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2018. – № 74. – С. 130–135.
2. Пикушова Э.А. Концепция интегрированной защиты растений от вредных организмов : учеб. пособие / Э. А. Пикушова, А. И. Белый. – Краснодар : КубГАУ, 2021. – 258 с.
3. Свистова И.Д. Микробиоиндикация чернозема выщелоченного в агроэкосистемах /И.Д. Свистова, Т.Ю. Сенчакова //Научные Ведомости БелГУ, сек. Естественные науки. Белград, 2009. – Вып. 8. – № 3 (59). – С. 119–123.
4. Хабибуллина Ф.М. Почвенная микобиота естественных и антропогенно нарушенных экосистем северо – востока Европейской части России /Ф.М. Хабибуллина //Автореф. дисс...д. б. н. – Сыктывкар, 2009. – 45 с.
5. Пикушова Э.А. Методика экспериментальных исследований в агрономии : учеб. пособие / Э.А. Пикушова, Л.А. Шадрина, А.И. Белый. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – 162 с.

BASIC TECHNIQUES FOR OPTIMIZING THE PHYTOSANITARY STATE OF SOIL AGROCENOSES IN WINTER WHEAT CROPS ON LEACHED CHERNOZEM OF WESTERN CISCAUCASIA

Shadrina L.A., Zharavina A.A., Papoyan L.A.

Keywords: *winter wheat, phases of development, rhizosphere, fertilization systems, mineral fertilizers, organic fertilizers, mycological activity, potentially pathogenic micromycetes, potentially suppressive micromycetes, post effect of manure, antiphytopathogenic potential.*

The article presents data on the significant effect of the aftereffect of organic and organo-mineral fertilizer systems on the ratio of pathogenic and suppressive mycoflora and the increase in the antiphytopathogenic potential of the soil in winter wheat crops of the Steppe variety. At the same time, in the variants with the use of organic and mineral fertilizers, the most optimal ratios were formed between pathogens and trichoderma, between toxin-forming fungi and trichoderma. This indicates the importance of these techniques in optimizing the phytosanitary state of soil agrocecnoses and reducing the manifestation of phytosanitary risks at various stages of growth and development of crops.