

Л. В. Воронин, И. Я. Колесникова

Влияние гербицидов и удобрений на микобиоту пахотной дерново-подзолистой почвы

Показано, что применение пестицидов стандартным методом не оказывает негативного влияния на почвенную микобиоту. Внесение удобрений влияет на структуру комплексов грибов путем концентрации доминирования.

Ключевые слова: почвенная микобиота, пестициды, удобрения, дерново-подзолистая почва, концентрация доминирования.

L. V. Voronin, I. Ya. Kolesnikova

Influence of herbicides and fertilizers on mycobiota of the ploughed sod-podzolic soil

It is shown that use of Pesticides and Fertilizers by the standard method has no negative impact on soil mycobiota. The fertilization influence on the structure of fungal complexes by means of its dominant concentration was registered.

Keywords: soil mycobiota, pesticides, fertilizers, sod-podzolic soil, dominant concentration.

Почвенные грибы – главнейшие компоненты микробоценозов почв лесной зоны. Они доминируют и в дерново-подзолистых пахотных почвах независимо от системы удобрений [6]. Состав и структура комплексов микромицетов пахотных почв существенно отличаются от комплексов грибов в ненарушенных экосистемах лесной зоны; применение удобрений и обработка почвы приводят к «концентрации доминирования» [4]. Различные системы обработки почвы являются мощным антропогенным фактором, нарушающим формирование полночленных комплексов грибов, их вертикальную структуру и протекание сукцессий [2]. Происходит вспышка численности быстрорастущих микромицетов, способных утилизировать органические добавки (солому), но при этом может подавляться развитие грибов, характерных для более поздних этапов сукцессии, и снижаться их видовое разнообразие. Очень мало известно о влиянии применяемых в земледелии различных групп пестицидов на микробоценозы почвы, в частности, на численность и таксономический состав грибов.

В настоящей работе рассматривается влияние гербицидов совместно с минеральными или органо-минеральными удобрениями на численность и видовой состав микобиоты при различных способах обработки пахотной дерново-подзолистой почвы.

Материалы и методы. Экспериментальная работа проводилась в вегетационные периоды 2011–2012 гг. Метеоданные характеризовались

показателями, которые отличались от средних многолетних (рис. 1, 2). В июне наблюдалась неустойчивая по температурному режиму преимущественно теплая погода с недобором осадков в конце месяца.

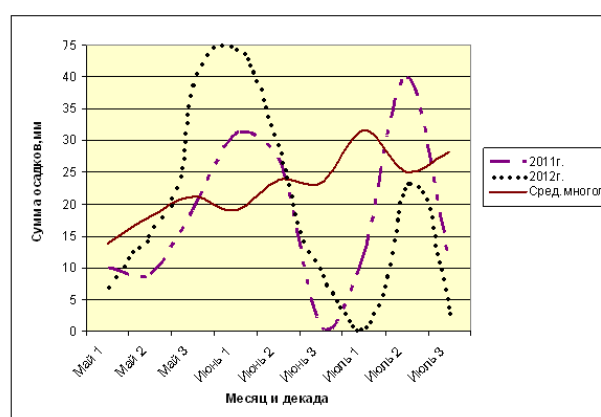


Рис. 1. Динамика осадков по месяцам и средние многолетние данные

Опытное поле ЯГСХА было заложено в 1995 г. на территории СП «Молот» Ярославского района Ярославской области. Юго-восточная часть хозяйства, где располагается опытный участок, представляет собой пониженную слаборасчлененную равнину, ее характеризует плоский рельеф, слабо-врезанные петляющие реки, наличие значительных площадей избыточно увлажненных почв. Полевой опыт непосредственно располагается на выровненном участке, имеющем небольшой уклон в одно-стороннем направлении.

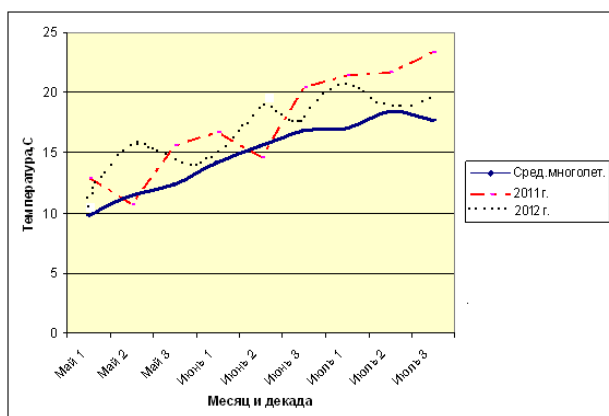


Рис. 2. Динамика температур по месяцам и средние многолетние данные

Почва опытного участка дерново-подзолистая слабоглееватая среднесуглинистая на карбонатной морене. Она формировалась в условиях временно избыточного увлажнения. Почва пахотного горизонта содержит: гумуса – 2,24 %, легкодоступного фосфора – 228,5 мг/кг почвы, обменного калия – 74,0 мг/кг почвы, гидролитическая кислотность – 1,52 мг.-экв. на 100 г. почвы, pH солевой вытяжки – 5,66.

В данной работе приводятся результаты исследований, выполненных в следующих вариантах:

Фактор А. Система основной обработки почвы, «О».

1. Отвальная «О1»: вспашка на 20–22 см с предварительным лущением на 8–10 см ежегодно.

2. Поверхностно-отвальная «О3»: вспашка на 20–22 см с предварительным лущением на 10–12 см один раз в четыре года плюс однократная поверхностная обработка на 10–12 см в остальные три года. В оба года исследований проведена поверхностная обработка.

Фактор В. Система удобрений, «У».

1. Без удобрений «У1».

2. Солома 3 т/га + NPK (экологически допустимая доза минеральных удобрений) «У5».

Фактор С. Система защиты растений от сорняков, «Г».

1. Биотехнологическая (без гербицидов) «Г1».

2. Интегрированная (с гербицидами) «Г2».

В 2011 г. изучалось последствие гербицида Линтур, в 2012 г. применялся Лонтрел-300 (0,5 л/га в фазу кущения ячменя).

Выращивались: в 2011 г. вика полевая (Ярославская 136) и овес посевной («Лев»), предшественник – озимая рожь сорта «Валдай»; в 2012 г. – ячмень яровой («Эльф»).

В качестве органического удобрения осенью 2010 г. заделывалась ржаная солома. Из форм ми-

неральных удобрений использовались аммофоска, аммиачная селитра, двойной суперфосфат, хлористый калий. Комплексное фосфорное и калийное удобрения вносились под зяблевую обработку, азотные удобрения – под предпосевную культивацию. Учитывая разнородность пахотного горизонта по кислородному режиму и другим показателям, почвенные образцы отбирались с глубины 0–10 см и 10–20 см. Отбор проб почвы проводился дважды: в период вегетации вико-овсяной смеси и ярового ячменя (июнь 2011–2012 гг.). Контролем являлся вариант с отвальной системой обработки почвы без внесения удобрений и гербицидов. Повторность опыта четырехкратная.

Выявление почвенных грибов производили методом глубинного посева различных разведений почвенной суспензии на агаризованную питательную среду Чапека [5]. Рассчитывали численность колонии образующих единиц (КОЕ) на 1 г воздушно-сухой почвы. Для выявления комплекса типичных видов использовался критерий пространственной встречаемости. Частоту встречаемости определяли отношением количества образцов почвы, где вид обнаружен, к общему числу образцов. Для сравнения качественного состава комплексов микромицетов рассчитан коэффициент сходства Сьеренсена-Чекановского и коэффициент доминирования Симпсона [7].

Результаты и обсуждение. Данные 2011 г. (Рис. 3) показали, что в вариантах с биотехнологической системой защиты растений от сорняков численность почвенных грибов в слое 0–10 см выше, чем в слое 10–20 см, за исключением варианта с поверхностно-отвальной системой обработки почвы и внесением удобрений. Это подтверждает сделанный ранее вывод о том, что поверхностно-отвальная обработка почвы является сильным фактором, негативно влияющим на комплексы микромицетов [2, 4]. В этом же варианте отмечена самая низкая численность микромицетов по всему пахотному горизонту. В целом на безгербицидных делянках численность микромицетов в вариантах отличалась незначительно.

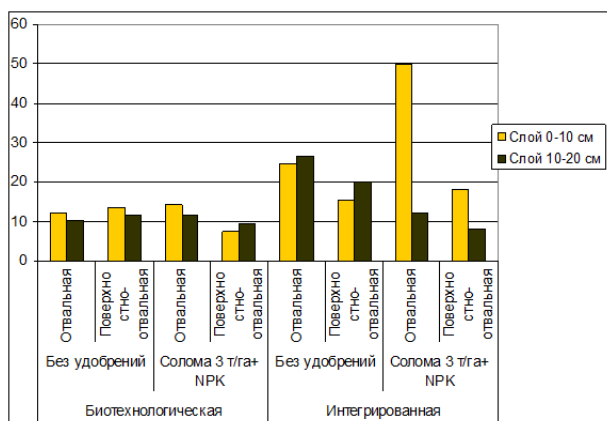


Рис. 3. Численность микромицетов в вариантах опыта 2011 г., тыс. КОЕ

В вариантах с интегрированной системой защиты растений от сорняков наблюдались следующие закономерности. При внесении соломы с полной нормой минеральных удобрений количество грибов было выше в верхнем слое по сравнению с нижним. В вариантах без удобрений, наоборот, численность выше в слое 10–20 см. Количество микромицетов выше при отвальной системе обработки почвы, чем при поверхностно-отвальной. В целом, численность почвенных грибов при интегрированной системе защиты растений от сорняков оказалась выше, чем при биотехнологической во всех вариантах. Ранее было показано, что на черноземах пестициды не оказывали однозначного влияния на ингибирование активности почвенных микроорганизмов. По мнению авторов, современные препараты пестицидов менее токсичны по отношению к почвенной микрофлоре [3]. Для дерново-подзолистой почвы отмечено уменьшение радиальной скорости роста и задержка спороношения микромицетов при увеличении концентрации пестицидов [1].

По данным 2012 г. численность грибов в вариантах с гербицидом и без него отличалась мало (Рис. 4). Это свидетельствует о том, что гербицид Лонтрел-300 не оказал токсического влияния на почвенную биоту и не привел к ее угнетению через неделю после внесения. Существенное отличие наблюдалось лишь при отвальной системе обработки с внесением комплексных минеральных удобрений на фоне последействия соломы. Здесь отмечена наибольшая численность грибов в верхнем слое (18,7 тыс. КОЕ), и наименьшая – в нижнем (6,7 тыс. КОЕ). В 2011 г. в этом варианте так же отмечена наибольшая численность грибов (50,0 тыс. КОЕ).

Из данных 2012 г. видно, что при отвальной системе обработки на участках, где применялся гер-

бицид, численность грибов в верхнем слое преобладает над нижним, что вполне закономерно объясняется лучшей аэрацией и наличием большего количества питательных веществ в слое 0–10 см. А при поверхностно-отвальной системе замечено обратное – численность выше в слое 10–20 см.

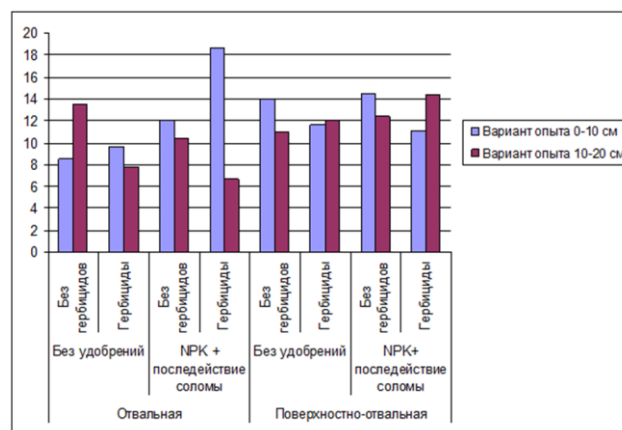


Рис. 4. Численность микромицетов в вариантах опыта 2012 г., тыс. КОЕ

В 2011 г. комплексы почвенных микромицетов опытного участка выглядели следующим образом. В контрольном варианте к типичным доминантам отнесены представители родов *Penicillium*, *Trichoderma*; к часто встречающимся – *Trichothecium*, а представители родов *Mucor*, *Aspergillus*, *Phialophora* – к редко встречающимся. В других вариантах доминировали те же виды, а состав остальных групп менялся как за счет представителей выше перечисленных родов, так и появления новых – грибы родов *Mortierella*, *Acremonium*, *Cladosporium*, *Verticillium*, *Fusarium*.

В 2012 г. в число доминантных наряду с группой видов рода *Penicillium* вошли представители рода *Cladosporium*, но выпали из доминантов виды рода *Trichoderma*. Часто встречались представители рода *Acremonium*. Количество редко встречающихся видов значительно увеличилось (представители родов *Alternaria*, *Aureobasidium*, *Cyldirocarpon*, *Geotrichum*, *Gliocladium*, *Hormonema*, *Stemphylium*, *Phoma*). По сравнению с 2011 г. чаще встречались виды рода *Fusarium*.

Перестройка комплексов, по всей видимости, в большей степени обусловлена влиянием предшествующих культур на почву и сроками разложения соломы. Триходерма прежде всего связана с «молодым» субстратом, которым является солома в первый год разложения. На второй год разложения соломы в большей степени проявляются «медленно работающие» грибы, за счет которых увеличилось разнообразие видов в комплексе 2012 г.

Анализ таксономического разнообразия грибов, обнаруженных в 2012 г., показал, что при воздействии гербицида Лонтрел-300 количество видов оказалось больше по сравнению с безгербицидными делянками.

На участках с отвальной системой обработки без применения гербицида, число видов ниже в случае внесения комплексных минеральных удобрений на фоне последствия соломы по сравнению с вариантом без удобрений. Это наблюдается как в верхнем, так и в нижнем слоях. При поверхностно-отвальной системе обработки та же тенденция наблюдается только в верхнем слое. В слое 10-20 см на участках с применением комплексных минеральных удобрений на фоне последствия

соломы разнообразие грибов больше, чем в варианте без удобрения.

В вариантах с внесением гербицидов при этой системе обработки тенденция увеличения таксономического разнообразия на неудобренных делянках наблюдалась по всему пахотному горизонту. Это еще раз подтверждает правомерность рассмотрения внесения удобрений в качестве иницирующего фактора, изменяющего формирование комплексов микромицетов.

Мы сопоставили сходство комплексов микроскопических грибов в образцах почвы, отобранных в различных вариантах опыта в одни и те же сроки 2011–2012 гг. (Табл. 1).

Таблица 1. Коэффициенты сходства Сьеренсена-Чекановского для комплексов микроскопических грибов на вариантах опыта, %

Варианты	Отвальная, без удобрений		Поверхностно-отвальная, без удобрений		Отвальная, солома 3 т/га+ NPK		Поверхностно – отвальная, солома 3 т/га+ NPK	
	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.
Отвальная, без удобрений			50	60	67	77	67	50
Поверхностно-отвальная, без удобрений	62	67			67	77	67	50
Отвальная, солома 3 т/га + NPK	71	48	62	67			100	100
Поверхностно – отвальная, солома 3 т/га + NPK	73	43	80	75	73	43		

Пояснение к табл.1: Верхняя область для вариантов с биотехнологической системой защиты растений от сорняков, нижняя область для вариантов с интегрированной системой защиты растений от сорняков

Достаточно высокие значения (более 50 %) коэффициента сходства Сьеренсена-Чекановского говорят о небольшом различии в комплексах микромицетов в вариантах опыта. Не различающимися (100 %) можно считать комплексы в вариантах без гербицидов с внесением соломы 3 т/га+NPK при отвальной и поверхностно-отвальной системах обработки в оба года исследований. Наиболее

отличающимися оказались варианты 2012 г. с поверхностно-отвальной и отвальной системами обработки почвы при применении Лонтрела-300 на фонах как с удобрениями, так и без них (43 %).

Чтобы выявить роль отдельных видов грибов в увеличении их численности был рассчитан показатель доминирования Симпсона (Табл. 2).

Таблица 2. Показатель доминирования Симпсона для комплекса микромицетов в вариантах опыта, 2011 г.

Система удобрений	Без удобрений		Солома 3 т/га + NPK		Без удобрений		Солома 3 т/га + NPK	
	Биотехнологическая	Интегрированная	Биотехнологическая	Интегрированная	Биотехнологическая	Интегрированная	Биотехнологическая	Интегрированная
Система защиты								
Система обработки почвы	Слой 0–10				Слой 10–20			
Отвальная	0,34	0,20	0,27	0,61	0,26	0,49	0,31	0,21
Поверхностно-отвальная	0,23	0,25	0,38	0,20	0,28	0,35	0,36	0,27

Наибольшие значения показателя доминирования Симпсона отмечены в вариантах с отвальной системой обработки и последствием гербицидов при внесении соломы + NPK в слое 0–10 см, и слое 10–20 см без удобрений, что свидетельствует о перестройке комплекса грибов в сторону «концентрации доминирования», т. е. появления небольшого числа доминантных видов (pp. *Penicillium*, *Trichoderma*) и снижения численности видов с низкой частотой встречаемости.

Для выявления роли изучаемых факторов (система обработки почвы, система удобрений, си-

стема защиты растений) был проведен дисперсионный анализ (Табл. 3). Анализ данных показал, что численность грибов при разных системах обработки в среднем различалась несущественно по всему пахотному горизонту с колебаниями в сторону увеличения или снижения по вариантам. Внесение соломы с полной нормой минеральных удобрений привело к изменению численности грибов, причем в 2011 г. в слое 10–20 см она существенно снизилась.

Таблица 3. Влияние изучаемых факторов на численность микроскопических грибов (по слоям)

Вариант опыта	Численность почвенных грибов в 1 г воздушно-сухой почвы по слоям, тыс. КОЕ.			
	Слой 0–10 см		Слой 10–20 см	
	2011 г.	2012 г.	2011 г.	2012 г.
Фактор А. Система основной обработки почвы				
Отвальная	25,2	12,2	15,1	9,6
Поверхностно-отвальная	13,5	12,8	12,2	12,5
НСР05	Fф < F05	Fф < F05	Fф < F05	Fф < F05
Фактор В. Система удобрений				
Без удобрений	16,4	10,93	17,1	11,08
Солома 3 т/га + NPK	22,3	14,08	10,2*	10,98
НСР05	Fф < F05	Fф < F05	5,1	Fф < F05
Фактор С. Система защиты растений от сорняков				
Биотехнологическая	11,9	12,25	10,6	11,83
Интегрированная	26,9**	12,75	16,7	10,23
НСР05	11,0	Fф < F05	Fф < F05	Fф < F05

* различия существенны на 5-ти процентном уровне значимости по фонам питания

** то же по фонам системы защиты от сорняков

Нами отмечено влияние системы защиты растений на численность почвенных грибов. На тех делянках, где в 2010 г. вносился гербицид Линтур, количество грибов в следующем году было выше по всему пахотному горизонту, причем в слое почвы 0–10 см это увеличение было существенным.

Заключение. Для органогенного горизонта пахотных дерново-подзолистых почв при различных способах обработки, внесении удобрений, применении гербицидов характерно относительно небольшое видовое разнообразие микроскопических грибов с преобладанием видов рода *Penicillium*. Как и в условиях черноземов, приме-

нение средних доз гербицидов приводит к увеличению численности микромицетов, а не к их ингибированию. Во всех вариантах эксперимента не происходит формирования сложных многочленных комплексов микромицетов. Резкие изменения влажности не помешали сохранению основного «ядра» активных почвенных грибов во всех вариантах.

Влияя на биологическую активность почвы и ее плодородие, микромицеты косвенно влияют на урожайность полевых культур, которая является интегральным показателем эффективности использования агроприемов.

Библиографический список

1. Ваккерев – Коузова, Н. Д. Влияние ксенобиотиков на микробиологические и агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы [Текст] / Н. Д. Ваккерев – Коузова // Почвоведение. – 2010. – №8. – С. 979–983.

2. Воронин, Л. В. Инициированные комплексы почвенных грибов в агроценозах [Текст] / Л. В. Воро-

нин, И. Я. Колесникова // Ярославский педагогический вестник. Том III (Естественные науки). – 2012. – №1. – С. 90–93.

3. Казеев, К. Ш. Влияние загрязнения современными пестицидами на биологическую активность чернозема обыкновенного [Текст] / К. Ш. Казеев,

Е. С. Лосева, Л. Г. Боровикова, С. И. Колесников // *Агрохимия*. – 2010. – № 11. – С. 39–44.

4. Колесникова, И. Я. Изменение комплексов почвенных грибов под действием различных систем обработки почвы и удобрений [Текст] / И. Я. Колесникова, Л. В. Воронин // *Ярославский педагогический вестник*. Том III (Естественные науки). – 2011. – №1. – С. 114–118.

5. Литвинов, А. М. Методы изучения почвенных микроскопических грибов [Текст] / А. М. Литвинов. – М. : Мир, 1962. – 120с.

6. Минеев, В. Г. Последствие минеральных удобрений на микробиологические и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы [Текст] / В. Г. Минеев, Ю. Е. Козлова, А. В. Кураков, Н. Ф. Гомонова, Д. Г. Звягинцев // *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. – 2001. – № 4. – С. 19–21.

7. Мирчинк, Т. Г. Почвенная микология [Текст] / Т. Г. Мирчинк. – М. : Изд-во МГУ, 1988. – 223 с.

Bibliograficheskij spisok

1. Vakkerov-Kouzova, N. D. Vlijanie ksenobiotikov na mikrobiologicheskie i agrohimicheskie pokazateli dernovo-podzolistoj pochvy [Tekst] / N. D. Vakkerov-Kouzova // *Pochvovedenie*. – 2010. – №8. – S. 979–983.

2. Voronin, L. V. Inicirovannye komplekсы pochvennyh gribov v agrocenozah [Tekst] / L. V. Voronin, I. Ja. Kolesnikova // *Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik*. Том III (Estestvennyye nauki). – 2012. – №1. – S. 90–93.

3. Kazeev, K. Sh. Vlijanie zagryaznenija sovremennymi pesticidami na biologicheskiju aktivnost' chernozema obyknovenogo [Tekst] / K. Sh. Kazeev, E. S. Loseva, L. G. Borovikova, S. I. Kolesnikov // *Agrohimiya*. – 2010. – № 11. – S. 39–44.

4. Kolesnikova, I. Ja. Izmenenie komplekсов pochvennyh gribov pod dejstviem razlichnyh sistem obrabotki pochvy i udobrenij [Tekst] / I. Ja. Kolesnikova, L. V. Voronin // *Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik*. Том III (Estestvennyye nauki). – 2011. – №1. – S. 114–118.

5. Litvinov, A. M. Metody izuchenija pochvennyh mikroskopicheskikh gribov [Tekst] / A. M. Litvinov. – М. : Mir, 1962. – 120s.

6. Mineev, V. G. Posledeystvie mineral'nyh udobrenij na mikrobiologicheskie i agrohimicheskie svojstva dernovopodzolistoj pochvy [Tekst] / V. G. Mineev, Ju. E. Kozlova, A. V. Kurakov, N. F. Gomonova, D. G. Zvjaginцев // *Doklady Rossijskoj akademii sel'skhozajstvennyh nauk*. – 2001. – № 4. – S. 19–21.

7. Mirchink, T. G. Pochvennaja mikologija [Tekst] / T. G. Mirchink. – М. : Izd-vo MGU, 1988. – 223 s.