

СЕКЦИЯ 3. БИОЛОГИЗАЦИЯ ПРИЕМОВ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И ОПТИМИЗАЦИИ ПИТАНИЯ В НАСАЖДЕНИЯХ САДОВЫХ КУЛЬТУР И ВИНОГРАДА

УДК 631.46

DOI 10.30679/2587-9847-2021-33-40-45

ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ГРУПП МИКРООРГАНИЗМОВ ЧЕРНОЗЁМОВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ В САДОВОМ АГРОЦЕНОЗЕ

Агафонова В.А., Черников Е.А., канд. с.-х. наук,

Астапчук И.Л., канд. биол. наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский
федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»

(Краснодар, Россия)

Garden_soil@mail.ru

Реферат. Проведена оценка основных групп микроорганизмов чернозёмов выщелоченных в садовом ценозе. В почвах садового ценоза отмечается меньшее количество бактерий (в 4–8 раз) в сравнении с почвами в условиях полевого севооборота. С глубиной численность бактерий постепенно снижается. Численность микромицетов на исследуемых участках отличается незначительно, однако в верхнем слое (0–10 см) почв под садовым ценозом наблюдается резкое их увеличение. Идентифицировано 400 штаммов патогенных и условно-патогенных микромицетов, среди которых преобладают *Aspergillus spp.* и *Penicilium spp.* Данные о соотношении бактерий и микромицетов указывают на более высокую супрессивность почв в условиях полевого севооборота и на обеднённость микробного пула почв садовых ценозов.

Ключевые слова: чернозёмы выщелоченные, садовый агроценоз, почвоутомление, почвенный микробиом

Summary. The assessment of the main groups of microorganisms of chernozems leached in the garden cenosis was carried out. In the soils of the garden cenosis, there is a lower number of bacteria (in 4–8 times) in comparison with the soils in the conditions of field crop rotation. With depth, the number of bacteria gradually decreases. The number of micromycetes in the studied areas differs slightly, but in the upper layer (0–10 cm) of the soil under the garden cenosis, a sharp increase is observed. 400 strains of pathogenic and conditionally pathogenic micromycetes were identified, among which *Aspergillus spp.* and *Penicilium spp.* Data on the ratio of bacteria and micromycetes indicate a higher suppressiveness of soils in the conditions of field crop rotation and the depletion of the microbial pool of soils of garden cenoses.

Keywords: leached chernozems, garden agrocenosis, soil fatigue, soil microbiome

Введение. В результате антропогенного воздействия на агроэкосистемы появился целый ряд негативных явлений, снижающих устойчивость почв и уровень их плодородия. В садоводстве эта проблема стоит ещё более остро, поскольку широкое использование интенсивных технологий, длительная монокультура, однотипная агротехника и др. ведут к увеличению техногенной нагрузки на почву, снижению её устойчивости. Эти явления ведут к усилению деградационных процессов и утомлению почв [1].

Биологические свойства почвы являются одними из индикаторов почвоутомления. Как известно, микроорганизмы – главный и неотъемлемый компонент агроэкосистемы, так как их жизнедеятельность обеспечивает поддержание устойчивости почв и их плодородия. Микробиота в первую очередь реагирует на изменение окружающей среды, в связи с чем является индикатором деградационных процессов [2–4]. Одной из основных причин почвоутомления является развитие фитопатогенной и фитотоксичной микрофлоры, а также изменения в структуре почвенного микробиома [5–6]. Для восстановления структуры

почвенного микробиома и повышения уровня почвенного плодородия необходима разработка биологизированной системы восстановления почв садовых агроценозов с использованием живых организмов и продуктов их жизнедеятельности.

Как показывает анализ литературы, в настоящее время публикуется множество статей, посвященных изучению формирования почвенного микробиома в зависимости от почвенно-климатических условий региона, вида возделываемой культуры, а также системы агротехнических мероприятий [7-14]. К сожалению, полученные результаты исследований неоднозначны и зачастую противоречат друг другу. Большинство исследований проводятся на овощных, зерновых культурах и пахотных землях, а исследований в многолетних насаждениях чрезвычайно мало.

В связи с этим нами начаты исследования структуры почвенного микробиоценоза чернозёмов выщелоченных в садовых агроценозах Прикубанской зоны садоводства Краснодарского края. Изучены базовые параметры почвенного микробиоценоза при длительном возделывании яблони (более 30 лет): учёт количества бактерий и микромицетов, их соотношение, идентификация и анализ патогенной и условно-патогенной микробиоты.

Цель исследований – оценить основные группы микроорганизмов чернозёмов выщелоченных при длительном возделывании яблони.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в 2020–2021 годах в ЗАО ОПХ «Центральное» на чернозёмах выщелоченных (г. Краснодар), лаборатории научного центра агрохимии и почвоведения и лаборатории биотехнологического контроля фитопатогенов и фитофагов ФГБНУ СКФНЦСВВ. Почвенный микробный комплекс изучали на двух участках, отличающихся по возделываемой культуре: под 30-летним яблоневым садом и в условиях полевого севооборота (чёрный пар).

Отбор почвенных образцов проведён в ризосферной зоне малогабаритным буром конструкции С.Ф. Неговелова послойно по 10 см вниз по профилю до глубины 50 см в трёхкратной повторности.

Посев бактерий и микромицетов проводили методом последовательных разведений почвенной суспензии на плотные питательные среды: мясо-пептонный агар (МПА) и среда Сабуро соответственно. Посевы инкубировали при температуре 25 °С, количественный учёт микроорганизмов проводили на 7-е сутки после посева [15]. Определение выделенных штаммов микромицетов осуществляли с использованием отечественной и зарубежной определительной литературы [16-20]. Математическую обработку результатов осуществляли в программе Microsoft Office Excel 2019.

Обсуждение результатов.

В результате исследований для каждого слоя было подсчитано среднее количество колоний бактерий и микромицетов, выросших на питательных средах. Наибольшая численность бактерий отмечена в верхних слоях (0–10 см) почв как в условиях яблоневого сада – 11,67 млн КОЕ/г абсолютно сухой почвы (а.с.п.), так и в условиях полевого севооборота – 46,28 млн КОЕ/г а.с.п (рис. 1).

В целом на изучаемых участках отмечена тенденция к снижению численности бактерий с глубиной, что характерно для почв чернозёмного типа [21]. Тем не менее, по сравнению с показателями полевого севооборота, под яблоневым садом численность бактерий в 4-8 раз меньше, что свидетельствует об обеднённости бактериального пула.

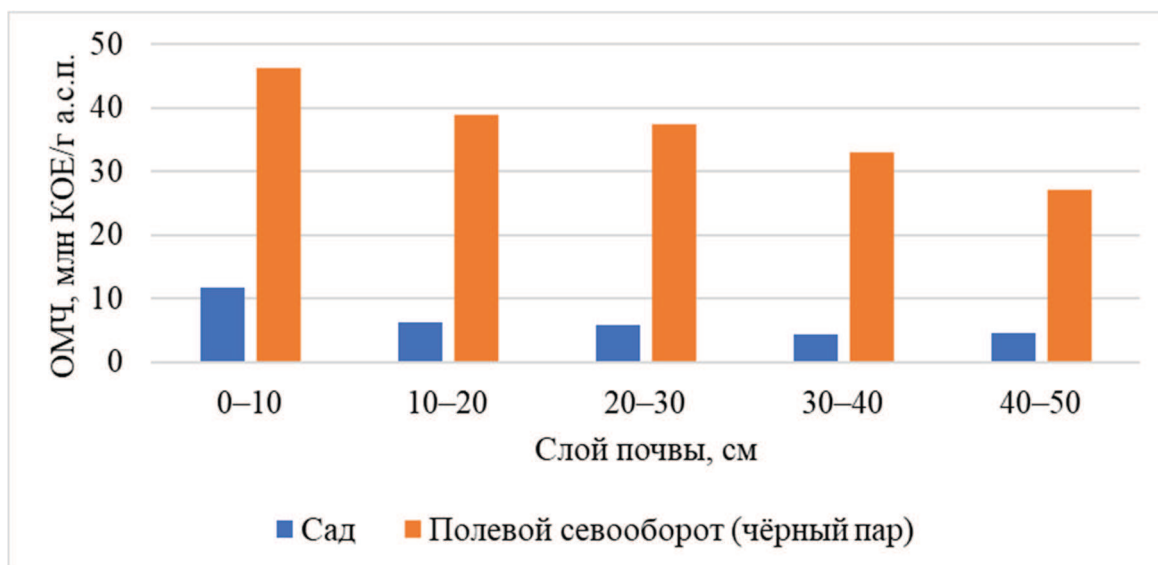


Рис. 1. Показатели общей микробной численности (ОМЧ) чернозёмов выщелоченных в зависимости от возделываемой культуры

Данные по численности микромицетов двух участков более схожи (рис. 2), однако в верхнем слое (0–10 см) почв под садовым ценозом наблюдается резкое увеличение количества микромицетов как в сравнении с остальными слоями, так и в сравнении с участком полевого севооборота. Это объясняется активным процессом разложения целлюлозы (опада) микромицетами в верхнем слое почвы.

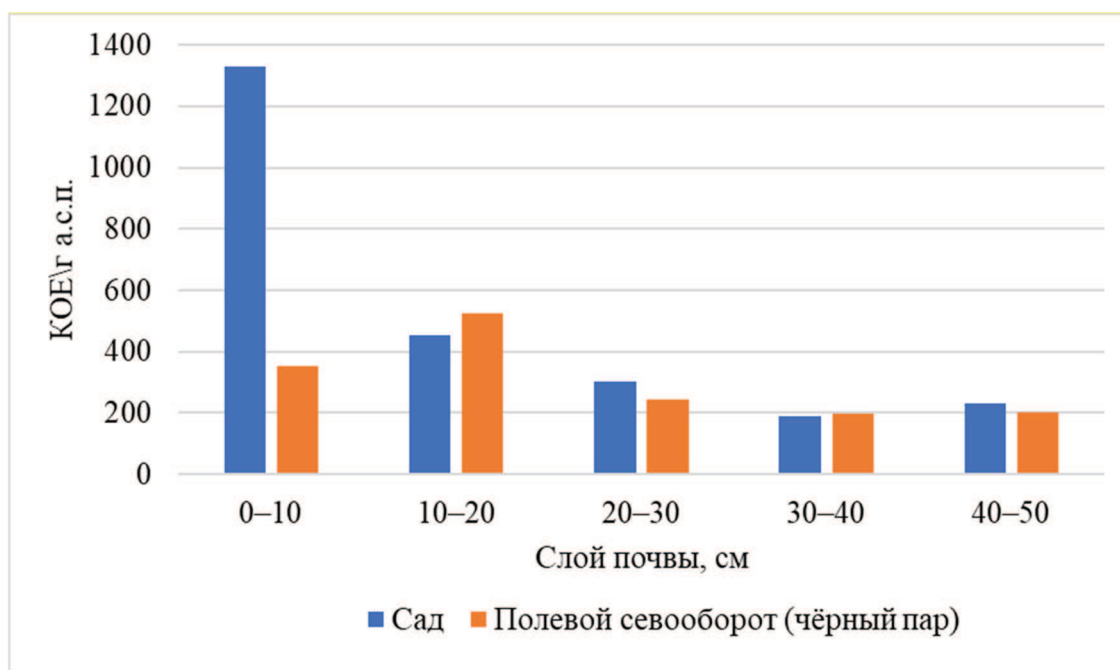


Рис. 2. Количество микромицетов чернозёмов выщелоченных в зависимости от возделываемой культуры

Среди изученных 400 штаммов патогенных и условно-патогенных микромицетов на исследуемых участках в слое 0–50 см идентифицировано 5 родов: *Aspergillus spp.* P. Micheli ex Haller, *Penicillium spp.* Link, *Fusarium spp.* Link, *Alternaria spp.* Nees, *Cylindrocarpon spp.* Wollenw. (рис. 3).

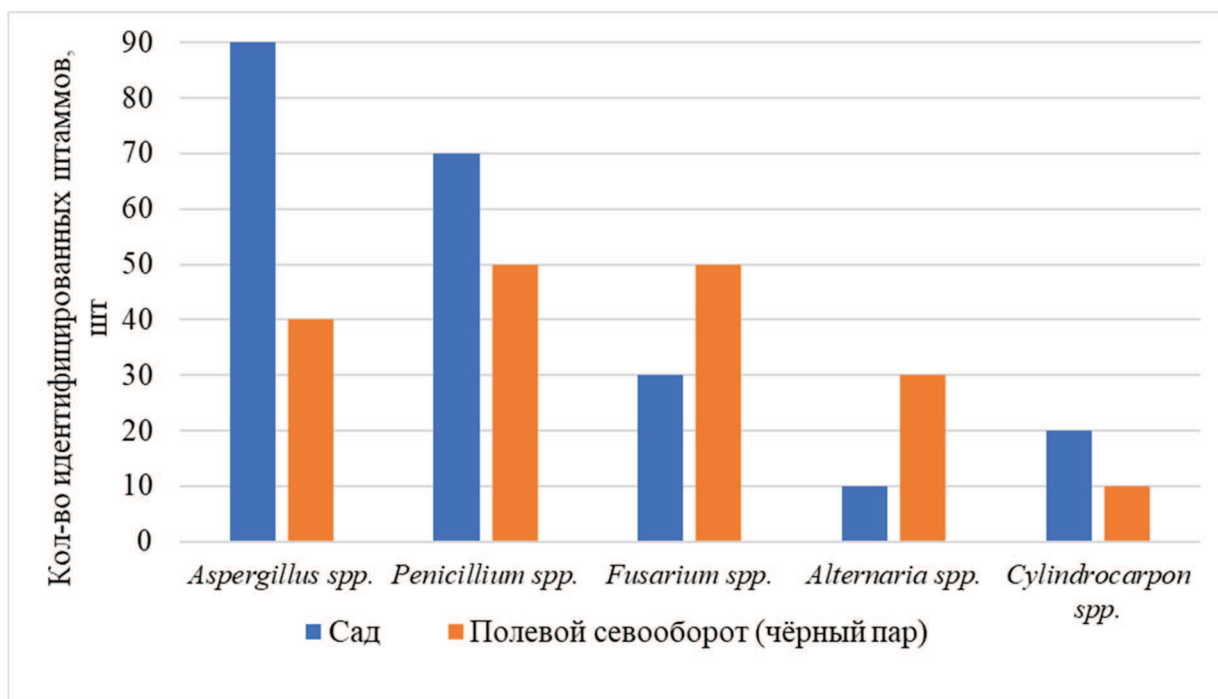


Рис. 3. Идентифицированные штаммы патогенных и условно-патогенных микромицетов в зависимости от возделываемой культуры

Из идентифицированных штаммов отмечено наибольшее число *Aspergillus spp.* и *Penicillium spp.* в почвах садовых ценозов (90 и 70 шт соответственно). Как показывает анализ литературы, это наиболее распространённые почвенные микромицеты, продуцирующие фитотоксические вещества и тем самым способствующие утомлению почв [5-6, 22-23]. Некоторые из идентифицированных штаммов представлены на рисунках 4 и 5.



Рис. 4. *Aspergillus sp.* (вверху) и *Penicillium sp.* (внизу)



Рис. 5. *Alternaria sp.* (вверху) и *Cyndrocarpon sp.* (внизу)

Большая доля бактерий, конкурирующих с фитопатогенными грибами, в структуре микробиома может косвенно свидетельствовать о более высокой супрессивности почв. Исходя из этого, данные о соотношении микромицетов и бактерий указывают на более высокую супрессивность почв в условиях полевого севооборота и на обеднённость микробного пула почв садовых ценозов (табл.).

Таблица – Доля микромицетов в сообществе в зависимости от возделываемой культуры, *10⁻³ %

Слой почвы, см	Сад	Полевой севооборот (чёрный пар)
0–10	11	0,7
10–20	7	1
20–30	5	0,6
30–40	4	0,6
40–50	5	0,7

Выводы. В результате проведения оценки основных групп микроорганизмов чернозёмов выщелоченных установлено, что в почвах садового ценоза отмечается меньшее количество бактерий (в 4-8 раз) в сравнении с почвами в условиях полевого севооборота. С глубиной численность бактерий постепенно снижается.

Численность микромицетов на исследуемых участках отличается незначительно, однако в верхнем слое (0-10 см) почвы под садовым ценозом наблюдается резкое их увеличение. Это объясняется активным процессом разложения целлюлозы (опада) микромицетами в верхнем слое почвы.

Идентифицировано 400 штаммов патогенных и условно-патогенных микромицетов, среди которых преобладают *Aspergillus spp.* и *Penicilium spp.*

Данные о соотношении бактерий и микромицетов указывают на более высокую супрессивность почв в условиях полевого севооборота и на обеднённость микробного пула почв садовых ценозов. Это свидетельствует о развитии процесса почвоутомления и снижении устойчивости чернозёмов выщелоченных к фитопатогенам при длительном возделывании яблоневого сада в монокультуре.

Литература

1. Попова В.П., Коростелёва В.А. Особенности формирования почвенно-биотического комплекса в многолетних плодовых насаждениях // Наука Кубани. 2007. С. 93-97.
2. Семёнов А.М., Семёнов В.М., Ван Бругген А.Х.К. Диагностика здоровья и качества почвы // Агрехимия. 2011. №12. С. 4-20.
3. Soil health: looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health? / Cardoso E.J.B.N. [et al.] // Scienta Agricola. 2013. Vol. 70, Issue 4. P. 274-289. DOI: 10.1590 / S0103-90162013000400009
4. Nielsen M. N., Winding A. Microorganisms as indicators of soil health: NERI Technical Report № 388. 2002. 85 p.
5. Поплавский В.А. Почвоутомление в плодоводстве // Плодоводство: научные труды. 2004. Т.16. С. 307-320.
6. Аллелопатическое почвоутомление / А.М. Гродзинский [и др.]. Киев: Наука, 1979. 247 с.

7. Fierer N., Jackson R.B. The diversity and biogeography of soil bacterial communities // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2006. Vol. 103, Issue 3. P. 626–631. DOI: 10.1073/pnas.0507535103
8. Geisseler D., Scow K.M. Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms – A review // *Soil Biology & Biochemistry*. 2014. Vol. 75. P. 54–63. DOI:10.1111/1462-2920.14824
9. Plant diversity increases soil microbial activity and soil carbon storage / M. Lange [et al.] // *Nature Communications*. 2015. Vol. 6, Issue 1. P. 6707. DOI: 10.1038/ncomms7707
10. Dilly O., Pompili L., Benedetti A. Soil micro-biological indicators separated land use practices in contrast to abiotic soil properties at the 50 km scale under summer warm Mediterranean climate in northern Italy // *Ecological Indicators*. 2018. Vol. 84. P.298–303. DOI: 10.1016/j.ecolind.2017.08.013
11. Sensitivity and resistance of soil fertility indicators to land-use changes: new concept and examples from conversion of Indonesian rainforest to plantations / T. Guillaume [et al.] // *Ecological Indicators*. 2016. Volume 67. P. 49–57. DOI: 10.1016/j.ecolind.2016.02.039
12. Soil quality aspects of humid sandy loams as influenced by organic and conventional long-term management / P. Schjonning [et al.] // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2002. Volume 88. P.195–214. DOI:10.1016/S0167-8809(01)00161-X
13. Microbial biodiversity of meadows under different modes of land use: catabolic and genetic fingerprinting / A. Wolinska [et al.] // *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2017. Volume 33, Issue 8. P.154. DOI:10.1007/s11274-017-2318-2
14. Оценка длительного воздействия агротехнических приемов и сельскохозяйственных культур на почвенные микробные сообщества / И.О. Корвиго [и др.] // *Микробиология*. 2016. Т.85, №2. С.199-210. DOI: 10.7868/S0026365616020117
15. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во Московского университета, 1991. 304 с.
16. Поликсенова В.Д., Храмов А.К., Пискун С.Г. Методические указания к занятиям спецпрактикума по разделу «Микология. Методы экспериментального изучения микроскопических грибов» для студентов 4 курса дневного отделения специальности «G 31 01 01 – Биология». Минск: БГУ, 2004. 36 с.
17. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов / Под ред. М.К. Хохрякова. Ленинград: ВИЗР, 1974. 69 с.
18. Левкина, Л.М. Род *Alternaria* Nees // Новое в систематике и номенклатуре грибов / Под ред. Ю.Т. Дьякова, Ю.В. Сергеева. – М.: Национальная академия микологии, «Медицина для всех». 2003. С. 276–303.
19. Пидопличко Н.М. Грибы – паразиты культурных растений, Определитель в 3 томах. Киев: «Наукова Думка». 1977. 300 с.
20. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов: пер. с англ. М.: Мир, 2001. 486 с.
21. Павленко В.Ф., Андриенко М.В. Микроорганизмы почв яблоневых насаждений. Киев: УСХА, 1995. 264 с.
22. Mazzola M., Manici L. M. Apple Replant Disease: Role of Microbial Ecology in Cause and Control // *Annual Review of Phytopathology*. 2012. Volume 50, Issue 1. P. 45–65. DOI: 10.1146/annurev-phyto-081211-173005
23. Astapchuk I.L., Yakuba G.V., Nasonov A.I. Pathocomplex of root rot of apple tree in nurseries and young orchards of the South of Russia // *BIO Web of Conferences*. 2020. P. 06002. DOI:10.1051/bioconf/20202506002