

УДК 631.461: 631.458: 633.37

СТРУКТУРА БАКТЕРИАЛЬНОГО СООБЩЕСТВА СВЕТЛО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

Козлов А.В., Уромова И.П.

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина»,
Нижегород, e-mail: a_v_kozlov@mail.ru

В работе рассмотрены результаты исследований изменения структуры бактериального сообщества светло-серой лесной легкосуглинистой почвы, слагающей различные фитоценозы Богородского района Нижегородской области. В качестве объектов исследования были выбраны типичный однолетний агроценоз озимой пшеницы, травянистая залежь (7 лет) как переходный фитоценоз, фитоценоз естественного луга и многолетний (15 лет) агрофитоценоз Козлятника Восточного (*Galéga orientalis* Lam.). Бактериальное сообщество почвы оценивалось на основе общей численности бактерий-сапротрофов, вырастающих на МПА, и родовой (видовой) структуры микробиоценоза. Исследования показали, что длительное выращивание Козлятника Восточного как «консервирующей» культуры способствует увеличению численности как общего бактериального пула почвы, так и его разнообразия. Метод консервации залежных земель позволяет сохранить микробиологическое сообщество в оптимально качественном и количественном соотношении и, как следствие, повысить естественное плодородие, экологическую пластичность светло-серой лесной почвы и сформировать ее биогеоценозическую устойчивость.

Ключевые слова: бактериальное сообщество почвы, светло-серая лесная почва, залежные земли, Козлятник Восточный

THE STRUCTURE OF BACTERIAL COMMUNITY LIGHT GREY FOREST SOILS IN THE CONDITIONS OF VARIOUS PHYTOCENOSIS

Kozlov A.V., Uromova I.P.

Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod, e-mail: a_v_kozlov@mail.ru

In work results of researches of change of bacterial community structure of the light gray forest sandy loamy soil composing various phytocenosis of Bogorodsky District of the Nizhny Novgorod Region are considered. As objects of a research have been chosen typical one-year agrocenosis winter wheat, a grassy deposit (7 years) as transitional phytocenosis, phytocenosis a natural meadow and long-term (15 years) agrophytocenosis Kozlyatnik East (*Galéga orientalis* Lam.). Bacterial community of the soil it was estimated on the basis of the total number of the bacteria-saprotrophic, growing by MPA, and patrimonial (specific) structure of a microbiocenosis. Researches have shown that long cultivation of Kozlyatnik East as the «preserving» culture promotes increase number as general bacterial pool of the soil, and its variety. The method of preservation of lay lands allows to keep microbiological community in optimum qualitative and quantitative ratio and, as a result, to increase natural fertility, ecological plasticity of the light gray forest soil and to create her biogeocenotical stability.

Keywords: bacterial community of the soil, light gray forest soil, lay lands, Kozlyatnik East

Разрабатывая научные основы почвоведения, Василий Васильевич Докучаев отмечал огромную роль живых организмов, в частности микроорганизмов, в формировании почвы. В свое время академик Вернадский дал определение почве, которое только подчеркивает умозаключения Докучаева – «Почва есть биокостное тело (постоянное и неподвижное), которое характеризуется неразрывным комплексом неживых веществ (как минеральных, так и органических), корней растений и живых существ (прокариот, простейших, червей и многих других)» [6].

Действительно, все почвы на Земле образовались из выходящих на дневную поверхность весьма разнообразных горных пород, и от этапа выветривания минералов до формирования зрелой почвы роль микроорганизмов в биогеохимических почвенных процессах очевидна и очень многогранна. Поэтому многие авторы [4, 8, 9, 12, 17] считают, что изучение процесса эволюции по-

чвы без участия микробиоты было бы неполноценным и, как следствие, не давало бы неточную картину о свойствах почвенного тела как биогеохимической «пленки» замыкания Большого геологического и Малого биологического круговоротов вещества на планете, так и основного средства сельскохозяйственного производства.

В настоящее время развитие почв продолжается и дальше. Так, в современных экономических условиях нашей страны значительная часть почвенного покрова развивается по типу необоснованного и нерационального выведения его из сельскохозяйственного пользования, то есть по типу забрасывания [1, 7, 14, 16].

Ограниченность материальных ресурсов в большинстве сельскохозяйственных предприятий Нижегородской области приводит к изменениям в структуре сельхозгодий, в частности к увеличению площади неиспользуемой пашни. В сложившихся условиях возрастает опасность зарастания

ее сорной растительностью, кустарником и мелколесьем. На пашне эти процессы происходят более ускоренными темпами, чем на лугах. Повторное освоение таких площадей под угодья может привести к резкому увеличению затрат, так как потребуются различные культуртехнические мероприятия для уничтожения древесно-кустарниковой растительности [12, 23].

Предотвращения деградации подобных сельскохозяйственных угодий можно добиться путем их вовлечения в пастбищные земли, а также путем полного выведения их из структуры посевных площадей и длительного засева многолетними травами с высокой биологической продуктивностью. В настоящий момент этот способ имеет актуальное значение.

Многолетние бобовые травы дают ценные корма для сельскохозяйственных животных, повышают плодородие почвы и являются одними из лучших предшественников полевых культур, особенно для зерновых колосовых видов [2, 19, 23, 25].

Цель исследования. Целью исследования настоящей работы явилась оценка структуры бактериального сообщества светло-серых лесных почв при сукцессионном переходе от агроценоза через залежные земли к фитоценозам с естественными сообществами растений. В качестве исследования альтернативы использования земель, выведенных из структуры посевных площадей, явилось изучение бактериальной микрофлоры почвы в условиях длительного выращивания Козлятника Восточного (*Galéga orientális Lam.*) [22]. В связи с этим единой ключевой задачей исследования стало изучение изменений в численности микробиоты различных трофических уровней в почвах различного сельскохозяйственного использования.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являются светло-серые лесные легкосуглинистые почвы Богородского района Нижегородской области (СПК «Буревестник»), сформированные на лессовидных суглинках. Для исследования в 2015 году были отобраны образцы почв, занятых различными растительными сообществами:

- посеvy озимой пшеницы (типичный однолетний агроценоз);
- травянистая залежь возраста примерно 7 лет (переходный фитоценоз);
- естественный луг (естественный луговой фитоценоз);
- посеvy Козлятника Восточного 15-летнего возраста (многолетний агрофитоценоз).

Почва отбиралась в осеннее время 2015 года с глубины пахотного горизонта (15–20 см) каждого ценоза; все варианты были отобраны в четырехкратной повторности.

Определение численности бактерий проводилось по методу Р. Коха, в основе которого лежит принцип – каждая выросшая на питательной среде колония яв-

ляется потомством одной клетки или иной единицы микроскопической жизни.

Почвенная суспензия, разведенная в степени 1:10000, высевалась в чашки Петри на твердую питательную среду поверхностным способом. В качестве среды был использован мясопептонный агар (МПА). Инкубация микроорганизмов проводилась в термостате при температуре +37,7°C в течение 10 дней. Затем на основе морфологических, культуральных и биохимических признаков [3, 11, 13, 15, 18, 21, 24] колоний микроорганизмов определялся родовой и видовой состав микрофлоры, подсчитывалось число колоний и пересчитывалось в число колониеобразующих единиц (КОЕ) на 1 г абсолютно-сухой почвы. Анализ почвы проводился в первые 3 дня после отбора проб при их естественной влажности.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования представлены в таблице 1, на основе которых можно определить некоторые закономерности.

Так, в почве под посевами озимой пшеницы были выявлены бациллы вида *subtilis*, а также бактерии рода *Micrococcus* и *Mycobacterium*. Все они являются типичными сапротрофными микроорганизмами, но между их экологическими функциями имеются различия. Бациллы вида *subtilis* участвуют в разложении азотсодержащего органического вещества, но большее предпочтение в питании отдают минеральным формам азота. То есть они могут участвовать в микробиологических трофических цепях как в роли аммонификаторов, так и в роли нитрификаторов.

Бактерии рода *Micrococcus* являются жесткими всесторонними деструкторами, разлагающими преимущественно безазотистое органическое вещество (например, целлюлозу и лигнин), а Микобактерии помимо аналогичной функции еще участвуют в минерализации гумусовых веществ. Можно сказать, что в почве под посевами озимой культуры происходит разложение органических остатков культурных растений, минерализация гумуса и, возможно, разложение минерального азота из внесенных удобрений [26].

В почве под травянистой залежью число бацилл вида *subtilis*, а также бактерий рода *Micrococcus* увеличивалось. Это может быть связано с тем, что в первые годы не включенный по каким-либо причинам участок в структуру посевных площадей начинает зарастать преимущественно злаковыми сорняками, как менее требовательными к условиям питания и более устойчивыми к негативным факторам внешней среды. Таковыми являются куриное просо, пырей ползучий и другие. Растительные остатки этих растений бедны азотистыми органическими соединениями и богаты клетчаткой. По-видимому, это и обуславливает активное развитие бактерий рода *Micrococcus*.

Состав бактериальной микрофлоры в светло-серых лесных почвах различных фитоценозов

Род и вид бактерий	Растительное сообщество ($M \pm m^*$), тыс. КОЕ / 1 г абс.-сух. почвы			
	Посевы озимых зерновых	Залежь травянистая	Луговой фитоценоз	Козлятник восточный
Род <i>Bacillus</i> :				
– <i>B. subtilis</i>	376,6 ± 3,3	2503,9 ± 30,6	61,9 ± 1,8	485,2 ± 4,0
– <i>B. mesentericus</i>	**	–	–	24,4 ± 1,1
– <i>B. cereus</i>	–	–	1247,4 ± 20,4	21,6 ± 1,9
– <i>B. mycoides</i>	–	–	–	36,5 ± 1,5
Род <i>Pseudomonas</i>	–	–	–	120,9 ± 2,7
Род <i>Flavobacterium</i>	–	–	63,6 ± 3,6	36,3 ± 1,6
Род <i>Micrococcus</i>	140,2 ± 3,0	626,6 ± 5,2	61,9 ± 1,3	–
Род <i>Mycobacterium</i>	123,1 ± 2,4	–	–	–
Неидентифицированные роды сапротрофов	200,4 ± 3,3	101,0 ± 2,1	390,8 ± 9,6	1893,9 ± 37,8

* – M – среднее, m – ошибка среднего; ** – микроорганизм не был обнаружен.

Развитие бацилл, скорее всего, связано с тем, что активно разрастающиеся сорные растения выносят очень много зольных элементов, которые высвобождаются при минерализации гумусовых веществ почвы. Можно сказать, что в первые годы зарастания пашни сорняками разложение органического вещества почвы не замедляется, а наоборот – усиливается. Отсутствие Микобактерий обусловлено повышением числа более устойчивых микроорганизмов-конкурентов рода *Micrococcus*.

В почве под луговым сообществом трав в большом количестве были обнаружены бациллы вида *cereus*. Их экологическая функция направлена преимущественно на разложение азотсодержащего органического вещества. Также здесь были обнаружены представители рода *Flavobacterium*, которые помимо минерализации полисахаридов, разлагают и сложные азотистые соединения неспецифической природы [23].

Содержание *B. subtilis* и *Micrococcus* уменьшалось по сравнению с залежными землями. Скорее всего, такие изменения в видовом разнообразии и количестве микроорганизмов происходят, потому что луговое сообщество трав представлено уже не только злаками, но и другими семействами, в том числе сложноцветными и бобовыми. Растительные остатки растений этих семейств более богаты азотом и зольными элементами, чем опад сорных растений. К тому же в лугах изначально накапливается гораздо большее количество растительного опада по сравнению с растительностью агроценозов, так как отсутствует отчуж-

дение органического вещества с урожаем. Поэтому процессы трансформации, сохранения и накопления минерального азота замедляются, что подтверждается снижением числа *B. subtilis*, а интенсивность разложения белков усиливается за счет бацилл вида *cereus*. Уменьшение числа бактерий рода *Micrococcus*, по-видимому, обусловлено появлением сильных конкурентов – Флавобактерий [5].

Из всего вышесказанного следует, что забрасывать какой-либо участок пашни без применения агротехнических элементов его консервации нецелесообразно – земля «простаивает» время, в течение которого происходит длительное восстановление качества этих почв. К тому же выведение участка земли из структуры посевных площадей без дальнейшей работы с ним приводит к ухудшению фитосанитарного состояния за счет активного развития сорных растений. Поэтому в подобных случаях рекомендуется применять один из методов быстрого восстановления пашни после ряда лет экстенсивного земледелия, которым является метод консервации земель. Он подразумевает сохранение почвы под посевами каких-либо многолетних (лучше – бобовых) трав с мощной вегетативной массой и большим проективным покрытием поверхности, во время которого происходит восстановление структуры почвы, ее физико-химических свойств, а также восстановление нормального микробиологического сообщества.

Подтверждением чему в нашем примере явилось многолетнее выращивание Козлятника Восточного. Во-первых, увеличение

числа родов микроорганизмов, выполняющих равноценные экологические функции, в целом уже говорит о более благополучном состоянии среды, по сравнению с другими вариантами. Так, здесь бациллы видов *cereus* и *mycoides* отвечают за аммонификацию белковых и других органических азотсодержащих веществ растительных остатков Козлятника. Бациллы видов *subtilis* и *mesentericus* помимо аналогичной функции выполняют функцию трансформации минеральных форм азота, а бактерии родов *Pseudomonas* и *Flavobacterium*, как одни из наиболее жестких всесторонних деструкторов, проводят разложение многих органических веществ почвы, в том числе разложение лигнина, хитина, углеводов, углеводов, гумуса и нерастворимых фосфатов почвы. К тому же на корнях Козлятника, как бобового растения, начинают развиваться ассоциативные азотфиксаторы, которые образуют клубеньки с запасаемым в них минеральным азотом. Этот факт приводит к обогащению почвы одним и важнейших биогенных элементов [10].

Количество неидентифицированных бактерий-сапротрофов в почве под Козлятником Восточным также оказалось в максимальном количестве по сравнению с другими вариантами исследования. Данный факт также подтверждает с одной стороны оптимизацию условий для развития сапротрофного пула микробиоты в прикорневой массе, а с другой стороны – его стремление сформировать свое количество, оптимальное для данной почвенной разности в благополучных условиях [20].

Заключение

Продолжительное (15 лет) выращивание Козлятника Восточного на одном и том же месте как «консервирующей» культуры показало, что оно, несомненно, увеличивает численность общего микробного пула почвы и его разнообразие. Применение метода консервации залежных земель позволяет сохранить микробиологическое сообщество в оптимально качественном и количественном соотношении и, как следствие, повышает естественное плодородие и экологическую пластичность светло-серой лесной почвы и формирует ее биогеоценологическую устойчивость.

Список литературы

1. Ананьева Н.Д. Оценка устойчивости микробных комплексов почв к природным и антропогенным воздействиям / Н.Д. Ананьева, Е.В. Благодатская, Т.С. Демкина // Почвоведение. – 2002. – № 5. – С. 580–587.
2. Гузнов Г.Я. Сравнительная продуктивность козлятника восточного и люцерны посевной в условиях Нижегородской области Г.Я. Гузнов, М.А. Гаревская, И.И. Ивашин // Современные проблемы оптимизации минерального питания растений. – Н.Новгород: НГСХА, 1998. – С. 186–189.
3. Добровольская Т.Г. Физикохимия и биология торфа. Методы оценки численности и разнообразия бактериальных и актиномицетных комплексов торфяных почв / Т.Г. Добровольская, А.В. Головченко, Л.В. Лысак, Г.М. Зенова. – Томск: Изд-во Томского ГПУ, 2010. – 97 с.
4. Добровольский Г.В. Экология почв / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Издательство Московского университета, 2012. – 412 с.
5. Егоров Н.С. Влияние продуктов метаболизма на характер популяционных взаимодействий в искусственных экосистемах / Н.С. Егоров, Н.С. Ландау // Экологическая роль микробных метаболитов. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – С. 178–200.
6. Емцев В.Т. Микробиология / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. – М.: Дрофа, 2006. – 444 с.
7. Естественное восстановление микробиологических свойств дерново-подзолистой почвы в условиях залежи [Сазонов С.Н. и др.] // Почвоведение. – 2005. – № 5. – С. 575–580.
8. Заварзин Г.А. Введение в природоведческую микробиологию / Г.А. Заварзин, Н.Н. Колотилова. – М.: Книж. Дом «Университет», 2001. – 256 с.
9. Звягинцев Д.Г. Биология почв / Д.Г. Звягинцев, И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.
10. Зенова Г.М. Роль метаболитов во взаимодействиях микроорганизмов в ассоциациях природных экосистем / Г.М. Зенова // Экологическая роль микробных метаболитов. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – С. 166–177.
11. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 224 с.
12. Киришин В.И. Агрономическое почвоведение. – М.: КолосС, 2010. – 687 с.
13. Козлов А.В. Лабораторно-инструментальные методы исследований в экологии объектов окружающей среды. – Н. Новгород: НГПУ им. К. Минина, 2016. – 89 с.
14. Кутузова А.А. Как не допустить превращения залежи в бросовые земли / А.А. Кутузова, Д.М. Тебердиев, Д.Н. Лебедев // Земледелие. – 2008. – № 1. – С. 2–3.
15. Лысак Л.В. Методы оценки и бактериального разнообразия почв и идентификации почвенных бактерий / Л.В. Лысак, Т.Г. Добровольская, И.Н. Скворцова. – М.: МАКС Пресс, 2003. – 120 с.
16. Марфенина О.Е. Микробиологические аспекты охраны почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 120 с.
17. Муха В.Д. Естественно-антропогенная эволюция почв (общие закономерности и зональные особенности). – М.: КолосС, 2004. – 271 с.
18. Определитель бактерий Берджи. В 2-х т. Т. 1 и Т. 2. / Под ред. Г.А. Заварзина. – М.: Мир, 1997. – 801 с.
19. Полянская, Л.М. Особенности изменения структуры микробной биомассы почв в условиях залежи / Л.М. Полянская, Н.И. Суханова, К.В. Чакамазян, Д.Г. Звягинцев // Почвоведение. – 2012. – № 7. – С. 792–798.
20. Полянская Л.М. Содержание и структура микробной биомассы как показатель экологического состояния почв / Л.М. Полянская, Д.Г. Звягинцев // Почвоведение. – 2005. – № 6. – С. 706–714.
21. Практикум по микробиологии / Под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 608 с.
22. Скворцов В.И. Достоинства Козлятника Восточного / В.И. Скворцов // Земледелие. – 1997. – № 2. – С. 16–17.
23. Структурно-функциональное разнообразие бактериальных комплексов различных типов почв [Семионова Н.А. и др.] // Почвоведение. – 2002. – № 4. – С. 453–464.
24. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.
25. Шеметов И.И. Влияние многолетних растений на показатели плодородия светло-серых лесных почв Предбайкалья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.03 / Шеметов Игорь Иванович – Улан-Удэ, 2007. – 19 с.
26. Экология микроорганизмов / Под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Изд-во «Юрайт», 2015. – 268 с.