

УДК 631.46.631.445.41:631.84  
© 2012

*Малиновская И. М., доктор сельскохозяйственных наук  
ННЦ «Институт земледелия НААН»*

## ВЛИЯНИЕ ПОЖАРА НА СОСТОЯНИЕ МИКРОБИОЦЕНОЗА ПОЧВЫ ВОСЬМИ- И ДВАДЦАТИЛЕТНИХ ЗАЛЕЖЕЙ

*Рецензент – кандидат биологических наук Ю. А. Драч*

*Вивчення стану мікробіоценозів постпірогенних і фонових ділянок восьми- і двадцятирічних перелогів показало, що механізм впливу пожежі розрізняється через 3 і 14 місяців після його проходження. Загальні процеси, що відбуваються внаслідок пожежі через 3 місяці: зниження чисельності мікроорганізмів, їх фізіолого-біохімічної активності, посилення мінералізації сполук вуглецю й азоту, за виключенням гумусу, підвищення фітотоксичності ґрунту. Через 14 місяців внаслідок покращання мінерального живлення фітоценозу знижуються активність розкладання гумусу і фітотоксичність ґрунту.*

**Ключевые слова:** пожар, микробиоценоз, залежь, эколого-трофические группы, минерализация, гумус, фитотоксичность.

**Состояние проблемы.** Распаханность сельскохозяйственных угодий в Украине составляет в среднем 82 %, в некоторых регионах – до 96 %. Сверхнормативная распаханность приводит к ухудшению экологической ситуации: усилению эрозионных процессов, заилению русел малых рек, засолению прилегающих к ним земель и др. [1, 8]. Площадь травянистых биогеоценозов в мире составляет 3,4 млрд га, что в 2,0 раза превышает площадь пахотных земель. В Украине, напротив, их площадь в 7,7 раза меньше пашни [1]. Учитывая большую роль травянистых биогеоценозов, постановлением Минагрополитики Украины и Президиума Украинской академии аграрных наук (2000 г.) предлагается вывести из сельскохозяйственного использования 10 млн гектаров малопродуктивных пахотных земель и перевести их частично под леса (2 млн га), а частично – под луга (10 млн га).

**Анализ последних публикаций по данной проблеме.** Одним из технологических приемов, позволяющих достичь максимального хозяйственного эффекта при восстановлении травянистых биогеоценозов, является сжигание растительных остатков с целью уничтожения возбудителей болезней и вредителей [1]. Одновременно пожары приводят к поступлению в атмосферу значительных количеств оксидов углерода, азота

и потере запасов органического вещества экосистем, содержащихся в фитомассе, подстилке и верхних слоях почвы [10]. Число исследований, посвященных влиянию пожара на состояние микробного сообщества, в доступной литературе ограничено [2, 7]. Установлено, что между пирогенной и фоновой делянками существуют различия по интенсивности респирации и соотношению растворенного органического углерода к общему углероду почвы. Важным с теоретической и практической точек зрения является изучение изменений сообщества почвенных микроорганизмов в ходе восстановления фитоценоза постпирогенных участков.

**Целью** нашего исследования была оценка влияния пирогенного фактора на численность и соотношение микроорганизмов основных эколого-трофических групп, интенсивность и направленность минерализационных процессов в почвах с разным периодом выведения из сельскохозяйственного использования.

**Материалы и методы.** Исследования проведены в системе локального мониторинга, созданного на базе стационарного опыта лаборатории интенсивных технологий зерновых колосовых культур и кукурузы ННЦ «Институт земледелия НААН», размещенного на территории опытного хозяйства «Чабаны» в Киево-Святошинском районе Киевской области на правом берегу р. Днепр. Исследования проведены на примере серой лесной почвы на территориально близких участках: 1 и 2 – почва, выведенная из сельскохозяйственного использования в 1987 г. (двадцатилетняя залежь); 3 и 4 – почва, выведенная из сельскохозяйственного использования в 2000 г. (восьмилетняя залежь). Пожар средней интенсивности произошел в начале апреля 2007 г., в результате чего на большей части площади выгорело покрытие из мха, лишайники, подстилка, подрост деревьев. Пожар малой интенсивности (второй) произошел в начале апреля 2008 г., при этом выгорела только подстилка, накопленная за 2007 год.

Численность микроорганизмов основных эко-

лого-трофических групп оценивали методом посева почвенной суспензии на соответствующие питательные среды [9]. Показатели интенсивности процессов минерализации, вероятность формирования бактериальных колоний (ВФК) и фитотоксические качества почвы определяли в соответствии с описанным ранее [6]. Коэффициент удельной фосфатрастворяющей активности (Кг) определяли на агаризованных средах по разработанному нами методу [3].

Статистическую обработку результатов проводили с использованием современных программ *Microsoft Excel*.

**Результаты исследования.** Исследования, проведенные в 2007 г., показали, что спустя 3 месяца после пожара в почве залежей снижается количество микроорганизмов большинства изученных эколого-трофических групп и их физиологическая активность, усиливается интенсивность минерализационных процессов по сравнению с фоновыми делянками [6]. Пожар 2008 года (вследствие его незначительной мощности) практически не повлиял на содержание в

почве двадцатилетней залежи аммонификаторов, целлюлолитиков, автохтонных микроорганизмов, стрептомицетов и микромицетов, мобилизаторов органофосфатов (табл. 1). При этом существенно снизилось количество азотобактера, нитрифицирующих бактерий, педотрофов и мобилизаторов минеральных фосфатов. В случае последних также снизилась удельная фосфатрастворяющая активность. Таким образом, вследствие двух пожаров в почве многолетней залежи снизилось, прежде всего, количество микроорганизмов, вовлеченных в цикл углерода. Снижение численности микроорганизмов происходит, на наш взгляд, из-за прогревания верхних слоев почвы в процессе пожара, а позднее – вследствие уменьшения густоты растений и уменьшения количества корневых выделений.

С другой стороны, в результате поступления в почву минеральных веществ после пожара увеличивается количество микроорганизмов цикла азота: иммобилизаторов минерального азота, олигонитрофилов, денитрификаторов.

**1. Численность микроорганизмов в серой лесной почве двадцатилетней и восьмилетней залежей, млн. КОЕ\*/г абсолютно сухой почвы**

№	Вариант	Аммонификаторы	Иммобилизаторы минерального азота	Олигонитрофилы	Азотобактер, % обрастания почвенных комочков	Нитрифицирующие (авто-трофы)	Денитрификаторы	Педотрофы	Целлюлозоразлагающие	Полисахаридсинтезирующие	Автохтонные	Стрептомицеты	Микромицеты	Микроорганизмы мобилиз. минеральные фосфаты	Кг	Микроорганизмы, мобилиз. органофосфаты
1	Двадцатилетняя залежь, пожар в 2007 и 2008 гг.	60,6	88,5	62,8	14,7	0,64	51,2	59,6	24,7	5,12 4,17	5,46	14,0	50,4	0,76	0,536	3,79
2	Двадцатилетняя залежь, пожар в 2007 г.	59,0	79,5	36,7	97,0	0,87	8,51	33,3	25,0	1,14	5,90	12,5	48,4	5,62	0,601	3,03
3	Восьмилетняя залежь, пожар в 2007 г.	59,1	101,1	25,3	2,67	0,46	122,7	58,5	33,1	3,35	3,59	15,7	78,8	4,09	0,417	4,46
4	Восьмилетняя залежь, фоновый участок	67,8	128,7	29,2	3,01	0,49	10,6	56,0	59,0	2,98	1,96	21,3	75,7	4,48	0,267	8,95
	НП <sub>05</sub>	2,0	8,4	3,1	5,8	0,2	2,0	10,5	9,6	0,9	1,8	2,8	3,0	1,2		0,68

Примечание: \* – колониобразующая единица

Ранее было показано [6], что микроорганизмы почвы, испытавшей влияние пирогенного фактора, находятся в менее активном, по сравнению с микроорганизмами фонового участка, физиолого-биохимическом состоянии. Результаты, полученные в 2008 г., подтверждают эту закономерность: физиологическая активность микроорганизмов участка, испытавшего воздействие двух пожаров, ниже активности микроорганизмов участка, испытавшего влияние одного пожара: аммонификаторов – на 56,8 %, иммобилизаторов минерального азота – 32,8, педотрофов – 50,0, целлюлолитиков – 26,3, микромицетов – 18,0, мобилизаторов органофосфатов – 250,0, автохтонных микроорганизмов – на 59,0 % (табл. 2).

Почва, испытавшая воздействие двух пожаров, характеризуется большей интенсивностью протекания микробиологических процессов по сравнению с почвой, испытавшей воздействие пирогенного фактора только в 2007 году. Это подтверждает общую закономерность, установленную на основании изучения влияния пожара 2007 г., – на постпирогенных участках увеличивается интенсивность минерализации органических (индекс педотрофности) и азотсодержащих веществ (коэффициент минерализации азота) [6].

Несмотря на то, что количество автохтонных микроорганизмов одинаково на участках, испытавших влияние одного и двух пожаров, активность деструкции гумуса ниже на участке, испытавшем влияние двух пожаров (табл. 1, 3). Поскольку на примере пожара 2007 г. было показа-

но, что спустя 3 месяца после пожара интенсивность минерализации гумуса остается прежней, то можно предположить, что в 2008 г. проявляется влияние пожара предыдущего года: поступление минеральных элементов с золой снижает активность разложения гумусовых веществ подобно тому, как это наблюдается при внесении минеральных удобрений [4]. Высокий уровень активности минерализации гумуса на участке, испытавшем воздействие одного пожара, совпадает с высокой физиолого-биохимической активностью автохтонных микроорганизмов в почве этого варианта (табл. 2, 3).

Токсичность почвы многолетней залежи на участке, испытавшем влияние двух пожаров, на 12,2 % ниже, чем токсичность почвы участка, испытавшего влияние одного пожара (табл. 3), хотя на примере пожара 2007 г. было показано, что спустя 3 месяца после пожара токсичность почвы постпирогенного участка была на 10,1 % выше токсичности почвы фонового участка [5]. Причиной снижения токсичности почвы на участке, испытавшем влияние двух пожаров, может быть улучшение минерального питания растений спустя 14 месяцев после первого пожара. В данном случае имеет место наложение отрицательного действия второго пожара и положительных последствий первого пожара. Улучшение же минерального питания фитоценоза вследствие различных причин, в частности, внесения минеральных удобрений, приводит к снижению токсичности почвы [4].

**2. Вероятность формирования колоний микроорганизмов ( $\lambda$ , час<sup>-1</sup> · 10<sup>1</sup>) в серой лесной почве двадцатилетней и восьмилетней залежей**

№	Вариант	Аммонификаторы	Иммобилизаторы минерал азота	Олигонитрофилы	Педотрофы	Целлюлозо-разлагающие	Микромицеты	Микроорганиз. мобилиз. минеральные фосфаты	Микроорганизмы, мобилиз. органофосфаты	Автохтонные	Нитрифицирующие (автотрофы)	Денитрифицирующие
1	Двадцатилетняя залежь, пожар в 2007 и 2008 гг.	0,88	0,67	0,35	0,52	0,19	0,39	0,08	0,08	0,039	0,051	0,34
2	Двадцатилетняя залежь, пожар в 2007 г.	1,38	0,89	0,36	0,78	0,24	0,46	0,06	0,28	0,062	0,053	0,01
3	Восьмилетняя залежь, пожар в 2007 г.	0,58	0,43	0,38	0,63	0,28	0,37	0,14	0,35	0,113	0,055	0,04
4	Восьмилетняя залежь, фоновый участок	0,63	0,78	0,35	0,68	0,42	0,47	0,12	0,32	0,074	0,115	0,03

**3. Показатели интенсивности минерализационных процессов и фитотоксичность серой лесной почвы двадцатилетней и восьмилетней залежей**

№	Вариант	Индекс педотрофности	Коэффициент олиготрофности	Коэффициент иммобилизации азота	Активность минерализации гумуса, %	Масса 100 растений тест-культуры – пшеницы озимой, г		
						стебли	корни	общая масса
1	Двадцатилетняя залежь, пожар в 2007 и 2008 гг.	0,98	1,04	1,46	9,20	9,62	10,7	20,3
2	Двадцатилетняя залежь, пожар в 2007 г.	0,56	0,62	1,35	17,7	8,62	9,43	18,1
3	Восьмилетняя залежь, пожар в 2007 г.	0,99	0,43	1,71	6,13	8,74	7,49	16,2
4	Восьмилетняя залежь, фоновый участок	0,83	0,43	1,90	3,50	9,34	9,46	18,8
НІР <sub>05</sub>						0,09	0,07	0,15

Проведенными ранее исследованиями было показано, что пожар приводит к исчезновению азотобактера из почвы многолетней залежи на протяжении минимум трех месяцев [6]. Спустя год после пожара количество азотобактера в почве многолетней залежи восстанавливается до прежнего уровня (97 %). Пожар 2008 года тормозит восстановление численности азотобактера, но не так существенно, как в результате предыдущего пожара, который привел к исчезновению этого микроорганизма. Причиной может быть большая мощность пожара 2007 г. – горела подстилка, накопленная за предыдущие 20 лет, а в 2008 г. – подстилка, накопления только за один год.

Почва восьмилетней залежи и ранее характеризовалась незначительным содержанием азотобактера; пожар 2007 года также, как и для многолетней залежи, привел к его исчезновению; через год его численность достигла 87 % исходного уровня (табл. 1).

В почве восьмилетней залежи через 14 месяцев после пожара все еще снижено количество иммобилизаторов минерального азота – на 27,4 %, олигонитрофилов – 16, азотобактера – 13, целлюлозоразлагающих – 79, стрептомицетов – 36, мобилизаторов органофосфатов – на 101 % (табл. 1). Микроорганизмы постпирогенного участка этой залежи так же, как и через 3 месяца после пожара, характеризуются меньшей физиологической активностью, чем микроорганизмы фоновой делянки. Максимальным различием физиолого-

биохимической активности характеризуются иммобилизаторы минерального азота, целлюлозоразлагающие бактерии и нитрификаторы.

По интенсивности расходования органического вещества и гумуса почва постпирогенного участка восьмилетнего перелога превышает показатели фоновой делянки, однако, в отличие от наблюдений, проведенных спустя 3 месяца после пожара на двадцатилетней залежи, интенсивность процесса оподзаливания выравнивается на этих участках, а процесс минерализации азота становится менее напряженным. Последствия пожара 2007 г. все еще сказываются на фитотоксичности почвы восьмилетней залежи: она выше токсичности почвы фоновой делянки на 16 %.

Таким образом, пожары приводят к снижению численности и физиолого-биохимической активности микроорганизмов основных экологотрофических и функциональных групп почв залежей, это снижение имеет место спустя 3 и 14 месяцев после пожара. Амплитуда колебаний этих показателей зависит от группы микроорганизмов и возраста залежи.

**Выводы:**

1. Механизм влияния пожара на почвенный микробиоценоз восьмилетней и двадцатилетней залежей отличается через 3 и 14 месяцев после его прохождения. Последствием пожара спустя 3 месяца является снижение численности микроорганизмов всех изученных экологотрофических групп. Спустя 14 месяцев вследствие улучшения минерального питания фитоце-

ноза численность отдельных групп снижается, а других (в основном, цикла азота) повышается.

2. Физиологическая активность микроорганизмов участков, испытывавших воздействие одного и двух пожаров, ниже активности микроорганизмов фонового участка.

3. Токсичность почвы многолетней залежи на участке, испытывавшем влияние двух пожаров, на 12,2 % ниже токсичности почвы участка, испытывавшего влияние одного пожара.

### БИБЛІОГРАФІЯ

1. Боговін А. В. Трав'янисті біогеоценози, їхнє поліпшення та раціональне використання / А. В. Боговін, І. Т. Слюсар, М. К. Царенко – К.: Аграрна наука, 2005. – 360с.
2. Ильичев Ю. Н. Лесовозобновление на разных элементах рельефа сосновых гарей / Ю. Н. Ильичев, Н. Т. Бушков, А. А. Полищук // Проблемы лесоводства и лесовосстановления на Алтае. – Барнаул. – 2001. – С. 20–22.
3. Малиновская И. М. Определение фосфатрастворяющей активности микроорганизмов на жидкой и агаризованных средах Муромцева / И. М. Малиновская // Агроекологічний журн. – 2002. – №3. – С. 68–71.
4. Малиновська І. М. Особливості мікробних комплексів сірого лісового ґрунту перелогів та агроценозів / І. М. Малиновська, О. О. Черниш, О. П. Романчук // Зб. наук. праць Інституту землеробства. – К.: Нора Прінт. – 2007. – Вип. 2. – С. 29–34.
5. Малиновська І. М. Вплив типу фітоценозу на спрямованість та інтенсивність мікробіологічних процесів у ґрунті багаторічного перелогу /

4. Почва, испытывавшая воздействие двух пожаров, характеризуется большей интенсивностью протекания микробиологических процессов по сравнению с почвой, испытывавшей воздействие одного пожара. В ней усиливается интенсивность минерализации органических (индекс педотрофности) и азотсодержащих веществ (коэффициент минерализации азота). Одновременно (вследствие улучшения минерального питания фитоценоза) снижается активность разложения гумуса.

- І. М. Малиновська // Вісник Прикарпатського національного університету: серія Біологія. – 2008. – Вип. 11. – С. 68–75.
6. Малиновська І. М. Стан мікробіоценозів постпірогенної і фонові ділянок сірого лісового ґрунту / І. М. Малиновська, О. П. Сорока // Зб. наук. праць Інституту землеробства. – К.: ЕКМО, 2008. – Вип. 3–4. – С. 46–51.
7. Наумова Н. Б. Биомасса и активность почвенных микроорганизмов после низового пожара в сосновом лесу / Н. Б. Наумова // Почвоведение. – 2005. – №8. – С. 984–987.
8. Сайко В. Ф. Стан земельних угідь та поліпшення їх використання / В. Ф. Сайко // Зб. наук. праць Інституту землеробства. – К.: ЕКМО, 2005. – С. 3–11.
9. Tenner E. Z. Практикум по микробиологии / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.
10. Caldwell T. G. Forest floor carbon and nitrogen losses due to prescription fire / T. G. Caldwell, D. W. Johnson, W. W. Miller, R. G. Qualls // Soil Sci. Soc. Am. J. – 2008. – V. 66. – # 1. – P. 262–267.