

Влияние пирогенного фактора на биологическую активность почв степных ландшафтов

Е.С. Хилова, магистрант, ФГБОУ ВО Оренбургский ГУ

Окружающая среда всегда испытывала воздействие огня, в той или иной степени разрушающего целостность любых экосистем. Безусловно, огонь влияет на каждый из компонентов биогеоценоза. Почва выступает неотъемлемой составляющей всей экосистемы. Она подвергается многостороннему, сильному, сложному воздействию, что в свою очередь приводит к изменению трофических уровней, гидротермического режима, а также биологических показателей.

Почвенные микроорганизмы представляют значительную долю почвенной подстилки. Они регулируют преобразование питательных веществ и поток энергии. Микробиологическое разнообразие почв имеет решающее значение для поддержания устойчивости экосистемы и сильно страдает из-за антропогенных нарушений, таких, как пожары. Такие нарушения могут вызывать сдвиги в комплексе почвенных микроорганизмов, что приводит к существенному воздействию на биогеохимические процессы и функционирование экосистемы [1].

Рассматривая вопрос о влиянии пирогенного фактора на свойства почв, следует учитывать, что действие его неоднозначно. Известно, что после пожара степь моментально зарастает свежей зеленью.

Вопросы постпирогенной трансформации степных ландшафтов Оренбургской области исследовали З.Н. Рябинина, С.Н. Рябцов, О.Г. Калмыкова, А.А. Чибилева, А.И. Пуляев, М.А. Сафонов, В.А. Немков, Е.В. Сапига, Е.В. Шеин и др. Их работы охватывают изучение воздействия пирогенеза на растительный и животный мир, физические и химические свойства почв.

Западно-европейские (Sauer В., 1950; Malin E., 1953; Cleve et al. 1983; Brye К., 2006) учёные говорят о том, что эволюция лесостепных почв, чернозёмов, каштановых и тёмно-каштановых шла при

непосредственном участии пирогенного фактора. Свидетельством тому является инфракрасный анализ гуминовых кислот, в результате которого обнаруживается так называемый пирогенный углерод, при первостепенном участии которого и формировались почвы [2].

Под действием огня изменяются биологические и химические показатели. Актуальным является вопрос об изменении микробиологических свойств почвы в первые годы после пожара. **Цель исследования** – выявление степени воздействия высоких температур на почву путём выяснения динамики численности разных эколого-трофических групп бактерий.

Материал и методы исследования. Осенью 2014 г. из-за неразумного обращения с огнём в 5 км от особо охраняемой природной территории – государственного заповедника «Оренбургский» возникло возгорание, которое вскоре распространилось на участок «Буртинская степь». Воздействию огня подверглись южные чернозёмы.

На данной территории были отобраны образцы весной, летом и осенью 2016 г. Было выбрано два участка, в частности на каждом из них присутствовали горевший и негоревший фрагменты.

С помощью элективных твёрдых питательных сред, предложенных Р. Кохом, были выращены и подсчитаны колониеобразующие единицы. Использовались стандартные методики и среды: среда Чапека – для учёта микроскопических грибов, крахмало-аммиачный агар (КАА) – для выявления амилोलитической группы микроорганизмов, среда Эшби – для выделения бактерий рода *Azotobacter*, голодный агар (ГА) – учёт олиготрофных бактерий, среда Гетченсона – выявление целлюлозоразрушающих бактерий, мясопептонный агар (МПА) – выращивание аммонифицирующих бактерий. Осуществлялось культивирование почвенных суспензий в чашках Петри шпателем.

Результаты исследования. Пул почвенных микроорганизмов степи, особенно чернозёмов, представлен огромным разнообразием. Они связаны между собой и с растительными организмами трофическими, симбиотическими связями [3]. Следует отметить, что бактериальный пул выступает ключевым гумусообразующим и почворегулирующим фактором. Почвенная биота участвует в превращении органических веществ. Многофункциональность и высокая чувствительность позволяют использовать их в качестве индикаторов изменений при воздействии какого-либо фактора.

Основные эколого-трофические группы микроорганизмов представлены: бактериями *p. Azotobacter*, целлюлозоразрушающими, аммонифицирующими, амилотическими, олиготрофными группами и микроскопическими грибами.

Подсчёт колониеобразующих единиц на 1 г почвы, выращенных на селективных средах, показал снижение численности всех эколого-трофических групп микроорганизмов как на первом, так и на втором участке. Весенний период совпадает с началом вегетационного периода, соответственно почвенная среда обогащена элементами питания.

По результатам анализа данных I этапа исследования численность микроорганизмов – аммонификаторов, осуществляющих минерализацию азотсодержащих органических веществ, снизилась на первом участке на 37,9%, на втором – на 12,6% (рис. 1). Следовательно, скорость минерализации горевшего участка ниже контрольного – не затронутого огнём.

Данные бактерии играют огромную роль, преобразуя органические вещества в восстановленную неорганическую форму. На II этапе также наблюдалась тенденция снижения числа микроорганизмов на гари, в то время как III этап характеризовался восстановлением активности аммонифицирующих бактерий.

Аналогичные результаты получены при культивировании олиготрофных микроорганизмов. Их активность уменьшалась в почвах первого участка на 49,1% и второго – на 31,2% (I этап). Эти данные свидетельствуют о высокой степени изменения свойств почв при воздействии пожара. Характер варьирования численности в осенний период говорит об улучшении питательной базы, в связи с чем повышается активность горевшего фрагмента (рис. 2).

Помимо этого во время эксперимента выявлено снижение числа микроорганизмов, разлагающих целлюлозу. Данная группа является достаточно зависимой от сезонных изменений. Зимой процесс разложения угнетён, его усиление происходит в мае, а также в осенний период при поступлении свежего растительного опада [4]. В весенний период показатели функциональной активности олиготрофных микробсообществ первого горевшего участка снизились на 39%, второго – на 25% (рис. 3). Осенью численность данной группы бактерий на гари возросла.

Организмы, которые осуществляют расщепление крахмала, проявили более низкую активность на затронутых огнём участках. Так, численность колоний амилотиков уменьшилось на 65,5 и 80,2% обоих горевших полигонов соответственно.

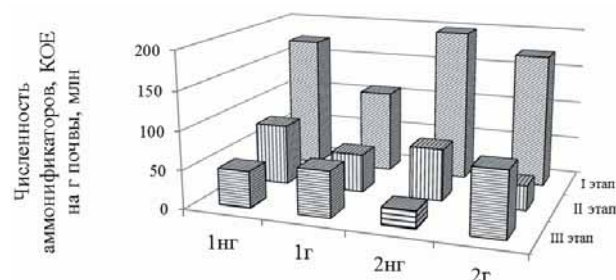


Рис. 1 – Динамика численности аммонификаторов

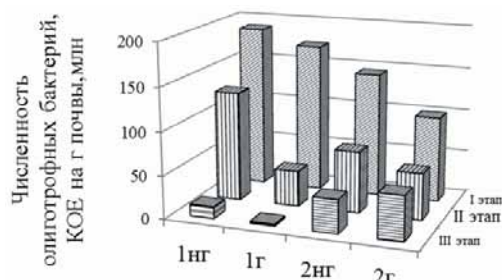


Рис. 2 – Динамика численности олиготрофных микроорганизмов

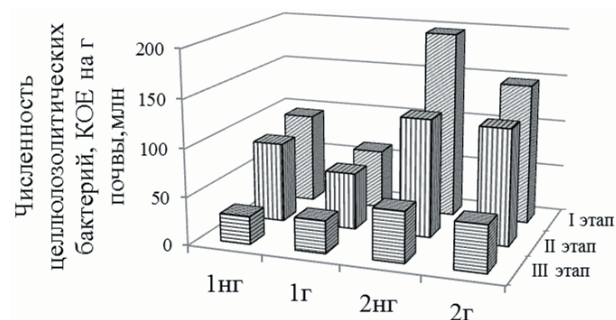


Рис. 3 – Динамика численности целлюлозолитических бактерий

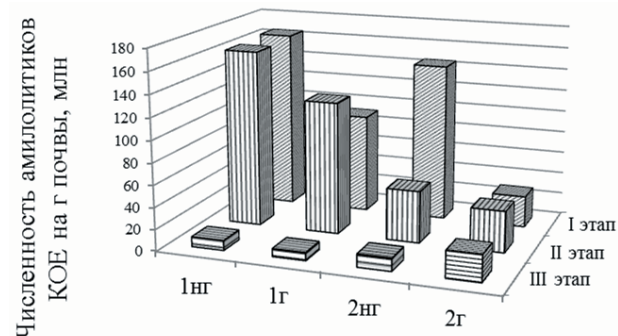


Рис. 4 – Динамика численности амилотиков

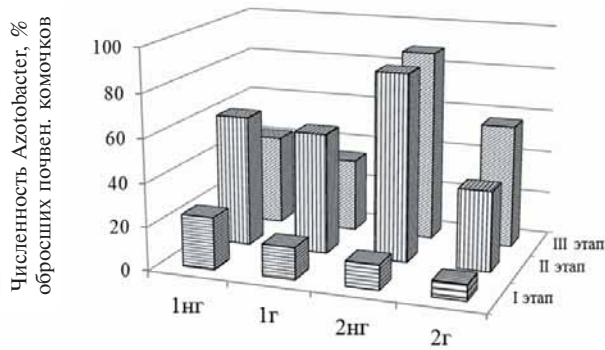


Рис. 5 – Активность бактерий *p. Azotobacter*

На III этапе активность амилотической группы микроорганизмов на участке, подверженном действию огня, увеличилась (рис. 4).

Общая картина постпирогенной микробиологической активности в образцах первого этапа характеризуется стрессовым состоянием, дисбалансом процессов синтеза и разложения.

Обогащённость бактериями *p. Azotobacter* снизилась на горевшем полигоне первого участка на 4,6%, на втором участке – на 36,9%. На II этапе тенденция сохранялась. В образцах почвы, взятых на III этапе исследования, повысилась численность данных бактерий (рис. 5).

Из литературных источников известно, что данные бактерии требовательны к наличию влаги в среде (около 60% от общей влагоёмкости) и органических веществ [5]. *Azotobacter chroococcum* образует слизистые, выпуклые или растекающиеся тёмно-бурые или чёрные колонии. *Az. vinelandii* формируют прозрачные слизистые колонии, которые выделяют желтовато-зеленоватый или сине-зелёный пигменты, проникающие в среду. Из трёх возможных видов бактерий *p. Azotobacter* (*Az. chroococcum*, *Az. agilis*, *Az. vinelandii*) образовались бесцветные, не переходящие в среду колонии микроорганизмов *Azotobacter agilis*.

Высокая требовательность к внешним факторам делает распространение азотобактера весьма ограниченным. Однако почвы степных чернозёмов обладают высокими запасами данной группы бактерий. В весенний период активность азотобактера снижена, осенью при поступлении новых питательных веществ после засушливого лета она возрастает.

Помимо изменения бактериального состава пожар привёл к изменению активности почвенных грибов. Отмечена зависимость микроскопических грибов от показателей влажности и температуры.

Анализ численности мицелиальных форм согласуется с результатами А. И. Фахрутдинова и Т. Д. Ямпольской, в частности уменьшение кислотности подстилки и поступление в почву зольных элементов снижают количество микроскопических грибов. Это можно объяснить усилением конкуренции в поиске питательных веществ со стороны бактериальной микрофлоры [6].

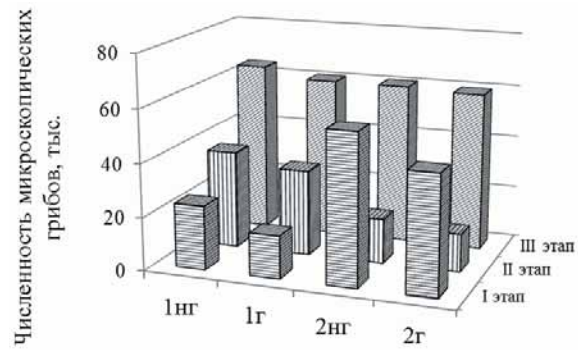


Рис. 6 – Активность микроскопических грибов в почве после пожара (тыс.)

Численность микромицетов снизилась на гари и на первом и на втором участках. При этом в конце вегетационного периода (III этап) активность возросла, показатели горевшего участка практически не уступали незатронутому. Второй участок претерпел незначительные изменения. Осенью показатели активности микроскопических грибов повысились (рис. 6). Чернозёмы южные отличаются высокой конкурентоспособностью микроскопических грибов в борьбе за питательные элементы.

Микробный пул обуславливает гомеостатическое состояние почвенного покрова. За счёт опада в осенний период свежих растений, а соответственно обогащения питательными, а вследствие пожара и зольными элементами группировки микроорганизмов активизировались. Наблюдалась преобладание аммонификаторов, целлюлозолитиков. Частичное преобладание эколого-трофических групп микроорганизмов на гари свидетельствует о восстановлении свойств почв, которое связано с поступлением влаги и органического вещества.

Исследования III этапа (образцы почвы, взятые в осенний период) можно охарактеризовать общими тенденциями восстановления микробиологической активности в почвах на гари.

Действие пирогенного фактора на микробоценозы почв было неоднозначным, что определяется как неравномерным распространением огня, так и мозаичным характером произрастания напочвенного покрова и микрорельефом.

Выводы. После пожара 2014 г. на второй год исследования почва проявила пониженную биологическую активность на горевших полигонах, что связано с обеднением микрофлоры. Однако восстановление происходило быстро, и уже в конце вегетационного периода активность бактериальной микрофлоры на гари полностью восстановилась.

Активизация бактерий осенью связана с улучшением питательных свойств и климатических условий. Различный характер изменений состава микробоценоза антропогенных почв усиливает отдельные известные нам биохимические процессы, которые происходят в рамках данной почвенно-климатической зоны.

Литература

1. Богородская А.В., Сорокин Н.Д., Иванова Г.А. Влияние пирогенного фактора на микробные комплексы почв сосняков Средней Сибири // Лесоведение. 2005. № 2. С. 25–31.
2. Pietikainen J., Fritze H. Microbial biomass and activity in the humus layer following burning: short-term effects of two different fires // Can. J. Forest Research. 1993. V. 23. P. 1275–1285.
3. Скрипникова Е.В., Скрипникова М.К. Особенности развития микробиоты почв после воздействия пирогенного фактора // Вестник Томского государственного университета. 2013. Т. 18. № 3. С. 905–909.
4. Безкоровайная И.Н. Пирогенная трансформация почв сосняков Средней тайги Красноярского края / И.Н. Безкоровайная, Г.А. Иванова, П.А. Тарасов, Н.Д. Сорокин, А.В. Богородская, В.А. Иванов, С.Г. Конард, Д.Дж. Макрае // Сибирский экологический журнал. 2005. Т. 12. № 1. С. 143–152.
5. Анилова Л.В., Шорина Т.С., Пятина Е.В. К вопросу о влиянии пирогенного фактора на растительный покров степей Оренбургского Предуралья // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 12 (131). С. 19–20.
6. Фахрутдинов А.И., Ямпольская Т.Д. Динамика микробных и биохимических показателей пирогенных почв Ханты-Мансийского автономного округа // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 1 (4). С. 1118–1123.