

УДК 631.42

ДИНАМИКА МИКРОБНЫХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПИРОГЕННЫХ ПОЧВ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

© 2014 А.И. Фахрутдинов, Т.Д. Ямпольская

Сургутский государственный университет ХМАО-Югры

Поступила в редакцию 12.05.2014

Проведены исследования по оценке изменения химических, биологических и биохимических показателей лесных почв разного срока постпирогенного самовосстановления. Увеличение объемов доступного углерода и элементов питания на фоне изменения физико-химических параметров нашло отражение в микробной и ферментативной активности почв. Показано, что почвенные процессы направлены на формирование плодородия близкого к уровню характерного для данной почвенно-климатической зоны.

Ключевые слова: *пирогенные почвы, почвенные микроорганизмы, почвенные ферменты*

Лесные пожары являются неотъемлемой частью естественной и антропогенной трансформации окружающей среды. Глубина и характер пирогенных изменений определяется, как правило, по нарушению и восстановлению лесного комплекса, не принимая во внимание деградацию почвы (табл. 1) [1-3]. Пожар не просто нарушает химический состав грунта и уничтожает часть микрооргани-

мов на какое-то сравнительно небольшое, порядка нескольких лет, время. Инициированные пожаром изменения приводят к радикальной перестройке экосистемы и ускоряют круговорот азота и углерода, который продолжает проходить с большей скоростью на протяжении десятков, если не сотен лет [4-6].

Таблица 1. Анализ прохождения лесных пожаров за период 2004-2010 гг. [1]

Показатели/годы	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
количество пожаров, шт.	1028	893	373	386	210	412	440
площадь возгорания, га	62742	96307	15783	14993	5607	8172	5362
ущерб, млн. руб.	4 094	2 779	314	197	208	157	684

Микробные комплексы в силу большого разнообразия их биохимических функций и высокой чувствительности к изменениям среды перспективны в качестве критериев для оценки состояния пирогенных почв. Исследование динамики структуры и функциональной активности микробоценозов после пожаров разной интенсивности позволяет использовать эколого-биологические и биохимические характеристики почв для прогнозирования скорости и направленности процессов после пожарного леса возобновления [7-9].

Пожары средней и высокой интенсивности в первый год оказывают негативное влияние на структуру и функциональную активность микробных комплексов подзолистых почв. Снижается численность и биомасса микроорганизмов азотно-углеродного цикла, обедняется качественный состав, снижается интенсивность микробного дыхания, повышается олиготрофность п

почв в отношении азота. На состояние микробных комплексов почв влияет не только интенсивность пирогенного воздействия, но и погодные условия на момент пожара [10-12]. Благоприятное сочетание влажности и прогревания почвы стимулирует микробиологические процессы минерализации органического вещества, оказывая положительное влияние на лесорастительные условия в лесных биогеоценозах. Действие пирогенного фактора на микробоценозы почв неоднозначно, что определяется как неравномерным распределением горючих материалов, так и мозаичным характером произрастания напочвенного покрова и микрорельефом [13]. Пожары низкой интенсивности повышали активность микробиологических процессов в почвах, что создавало благоприятные предпосылки для после пожарного формирования живого напочвенного покрова и активного лесного возобновления [17].

Цель работы: исследование биологической и биохимической трансформации пирогенных почв в разные этапы восстановления.

Для исследований были выбраны 4 участка дерново-подзолистых почв, расположенных в Сургутском районе. Участки характеризуются

Фахрутдинов Айвар Инталович, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии. E-mail: fakhruddinov_a_i@mail.ru

Ямпольская Татьяна Даниловна, кандидат биологических наук, доцент. E-mail: yampolska0105@mail.ru

пирогенным воздействием разного возраста: 1, 5, 10 и 20 летней давности. Чистые участки (контрольные) не подвергнутым огненному воздействию. На участках выбраны точки, где заложены почвенные разрезы, проведено описание и отбор образцов для почвенного, микробиологического и ферментативного анализов.

Аналитические исследования проводили на свежих образцах почвы. О биологической активности почвы судили по численности физиологических групп микроорганизмов: общее микробное число, мицелиальные грибы, дрожжи и анаэробные бактерии [14]. Биохимическая активность почв определялась измерением ряда ферментов: каталазы, дегидрогеназы, уреазы и протеазы [15]. В сухих почвенных образцах определялись: кислотность рН, гидролитическая кислотность (Нг) и емкость обменных оснований (S) [16].

Поступление в результате пожаров большого количества минерализованного органического вещества вызвало резкий сдвиг параметров почвенно-поглощающего комплекса. Сорбирующая способность «угольного» материала переформируют ионный баланс и вызывает увеличение процесса создания новых коллоидных компонентов (рис. 1). Высокотемпературное воздействие на верхние горизонты почв приводит к разрушению сформированных почвенных агрегатов, изменению структуры сложения горизонтов и в значительной мере меняет характеристики собственно минеральной составляющей, переводя ряд минералов к потере важных физико-химических свойств. Кислотность изменяется в нейтральную сторону, что вызвано связыванием ионов водорода и алюминия. На протяжении последующих лет значения рН возвращаются к слабо-кислой, и по истечению 20 лет достигают контрольных по всему почвенному профилю. Причиной возврата является специфический для хвойных лесов растительно-древесный опад, насыщающий почву кислыми компонентами.

Функционирование почвенно-поглощающего комплекса нарушается в сторону увеличения гидролитической кислотности и емкости обменных оснований. Формируемая новая коллоидная система имеет значения в 2-3 раза выше контрольных на глубину до 60-70 см по профилю почв. Это в свою очередь меняет доступность различных элементов питания, перестраивая взаимоотношения в пищевых цепях почвенной экосистемы. По мере восстановления пирогенных почв, увеличение емкости почвенно-поглощающего комплекса продвигается вниз по профилю, по причине поддержки развивающейся корневых систем нового фитоценоза.

Активность различных эколого-трофических групп почвенных микроорганизмов определяется доступностью ряда основных элементов, в первую очередь азота и фосфора и компонентов физиологического баланса. Термическое воздействие на верхний слой почвы, приводящее к практически их полной биологической «стерилизации» происходит на фоне поступления большого количества легкодоступных компонентов для энергетического и пластического обмена. В последующие сезоны после пожара в почве разворачивается борьба за эти элементы с последовательным

формированием зависящих друг от друга микробных группировок (рис. 2).

В первые несколько лет доминирование принадлежит бактериальным формам, чья численность по отношению к контрольным участкам, возрастает в несколько раз, и это развитие имеет ограничение по профилю почвы. На глубинах поле 50-60 см активно развиваются группы факультативных анаэробов. Помимо этого происходит активный вынос элементов питания новым развивающимся фитоценозом. По прошествии 20 лет после пирогенного воздействия общая микробная активность нарушенной и контрольной почв практически выравнивается, однако активность анаэробов остается высокой. Причиной этому служит слитность, вследствие спекания почвенных агрегатов, вновь сформированного дернового горизонта, не обеспечивающего тем самым формирование большого количества микропустот в почвенных агрегатах.

Пирогенный фактор воздействовал на микробноценозы почв неоднозначно в пределах профиля одного участка. Этому способствовало неравномерное распределение зольных материалов, пестрый характер произрастания напочвенного покрова и специфика микрорельефа. Пожары повышали активность микробиологических процессов в почвах, что формировало благоприятные предпосылки для после пожарного формирования нового напочвенного покрова и активного лесовозобновления по всем ярусам леса. Развитие ферментативной активности почв определяется суммарным взаимодействием биологических элементов всех уровней, развитием корневых систем и поглощающей (иммобилизирующей) функцией почвы. Пирогенное воздействие полностью уничтожает как элементы этого взаимодействия, так и многовременные налаженные физиологические и биохимические механизмы формирования, передачи и использования различных ферментов и других биологически активных веществ (рис. 3).

В первый сезон после пожара ферментативная активность смещается вниз по профилю, и в своих значениях превосходит контрольные показатели. Этому в немалой степени способствует промывной режим, утягивающий не закрепленные на почвенных агрегатах ферменты и активизация микрофлоры в нижележащих горизонтах. В последующих сезонах наблюдается активизация дегидрогеназы и уреазы в значениях, почти в двое превосходящих контрольные. Такая картина свидетельствует об активном перераспределении доступных форм углерода и азота и изменением их соотношения. На период десятого сезона после пожара происходит концентрация ферментативной активности на глубине 20-30 см, где активно формируется новый дерновый горизонт, имеющий оптимальные условия для протекания разнообразных биохимических процессов. В последующем динамика ферментативных процессов на пирогенных почвах сходна с почвами контрольного участка, но в абсолютных значениях выше в 1,5-2 раза. Это является следствием стабилизации поглощательно-го комплекса почвы, поступлением новых корневых остатков и опадом на фоне активизации общей биологической активности.

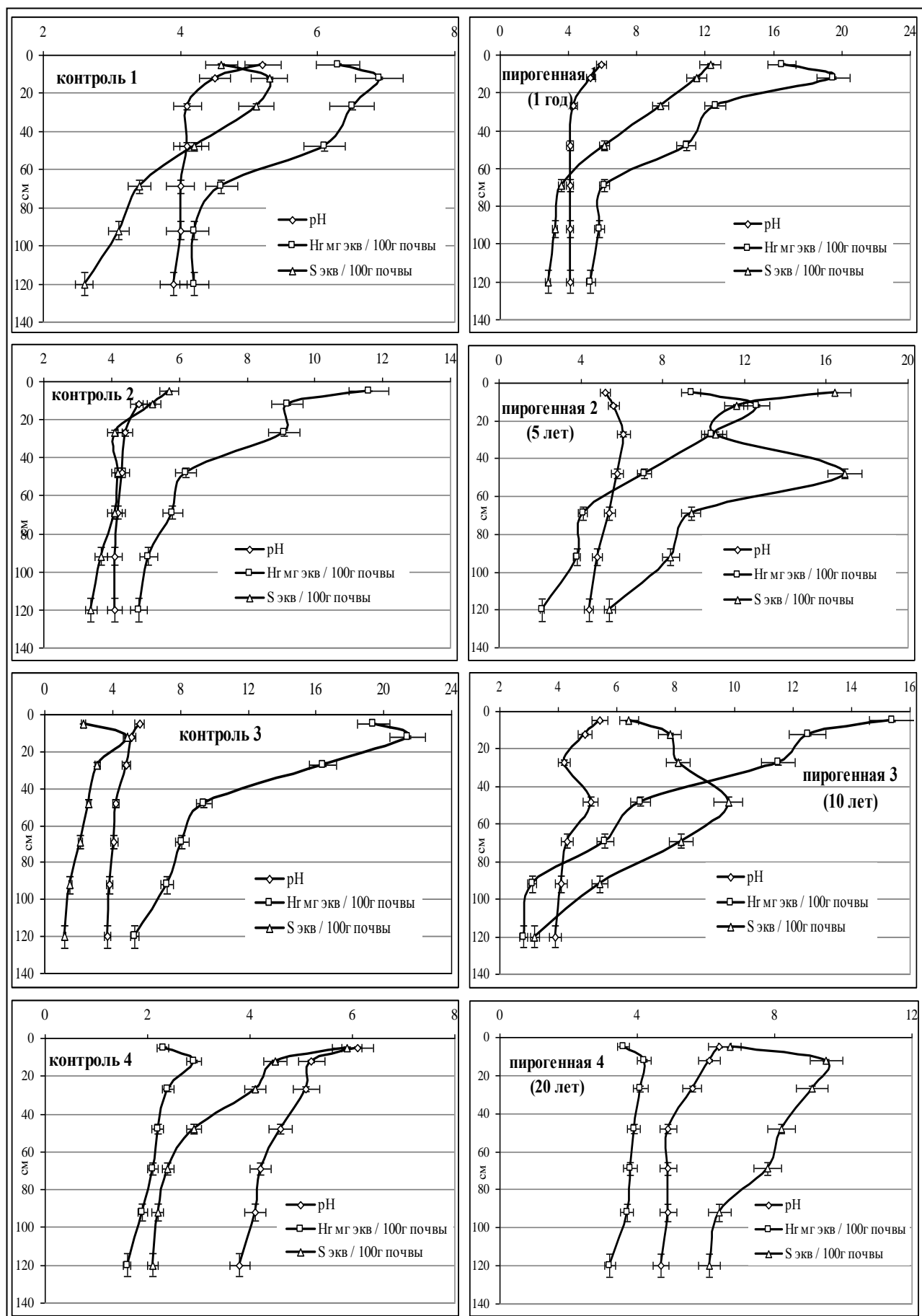


Рис. 1. Изменение почвенных показателей в контрольных и пирогенных почвах

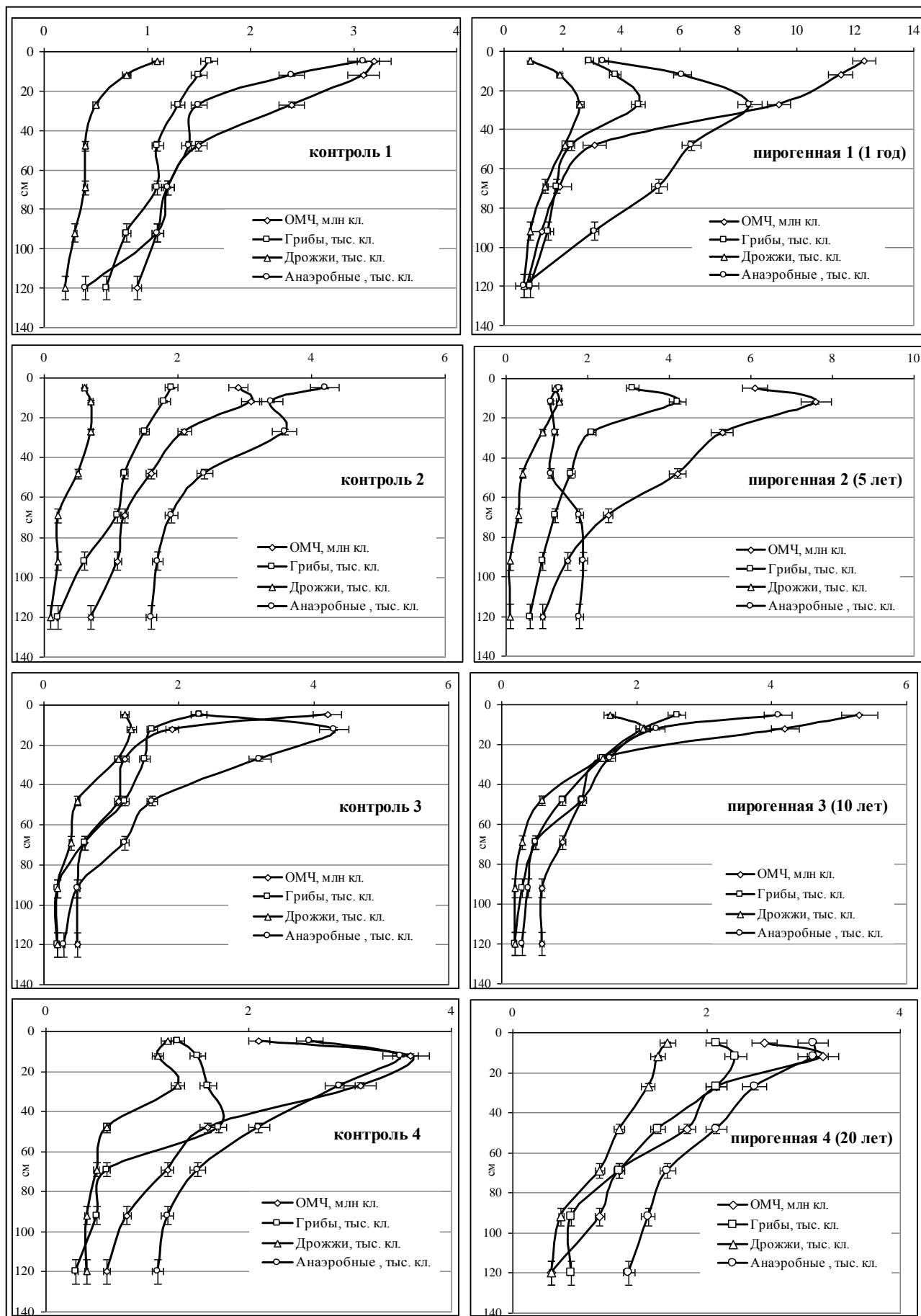


Рис. 2. Изменение численности микроорганизмов в контрольных и пирогенных почвах

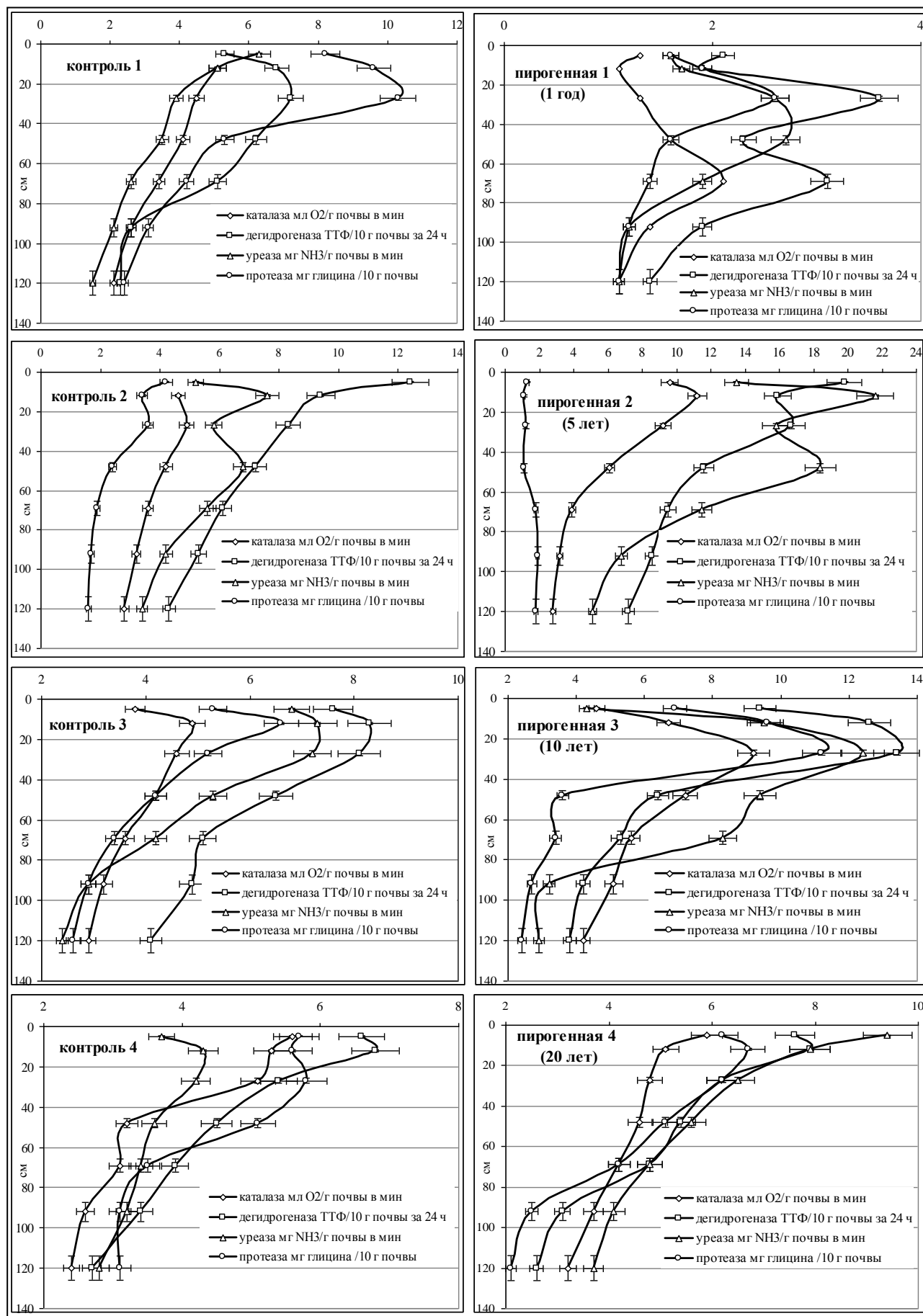


Рис. 3. Изменение активности ферментов в контрольных и пирогенных почвах

Выводы: влияние пирогенного фактора на различные элементы почвенной системы разнообразны, разнонаправлены и формируют условия для внутреннего перераспределения пластических и энергетических процессов, но в целом они укладываются в общую стратегическую систему взаимоотношения факторов почвообразования. Любые изменения в составе и деятельности микрофлоры пирогенных почв лишь усиливают или ослабляют отдельные известные нам химические, физиологические и биохимические процессы, происходящие в рамках данной почвенно-климатической зоны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре в 2010 году / Департамент экологии ХМАО-Югры, «НПЦ Мониторинг», ООО «Принт-Класс», 2011. 128 с.
2. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре в 2011 году / Департамент экологии ХМАО-Югры, издание, ООО «Печатное дело», 2012. 138 с.
3. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре в 2012 году / Департамент экологии ХМАО Югры, ООО «Печатное дело», 2013. 177 с.
4. Прокушкин, С.Г. Экологические последствия пожаров в лиственничниках Северной тайги Красноярского края / С.Г. Прокушкин, Н.Д. Сорокин, П.А. Цветков // Лесоведение. 2000. № 4. С. 16-21.
5. Сорокин, Н.Д. Влияние низовых пожаров на биологическую активность криогенных почв Сибири / Н.Д. Сорокин, С.Ю. Евграфова, И.Д. Гродницкая // Почвоведение. 2000. № 3. С. 315-319.
6. Сорокин, Н.Д. Влияние лесных пожаров на биологическую активность почв // Лесоведение. 1983. № 4. С. 24-28.
7. Гынинова, А.Б. Изменение свойств дерново-лесных почв под влиянием пожаров / А.Б. Гынинова, Д.П. Сымпылова // Почвы Сибири, их использование и охрана. – Новосибирск, 1999. С. 120-124.
8. Попова, Э.П. Пирогенная трансформация свойств лесных почв Среднего Приангарья // Сибирский экологический журнал. 1997. Т. 4, №4. С. 413-418.
9. Цибарт, А.С. Влияние пожаров на свойства лесных почв Приамурья (Норский заповедник) / А.С. Цибарт, А.Н. Геннадиев // Почвоведение. 2008. №7. С. 783-792.
10. Безкоровайная, И.Н. Пирогенная трансформация почв сосняков средней тайги Красноярского края / И.Н. Безкоровайная, Г.А. Иванова, П.А. Тарасов и др. // Сибирский экологический журнал. 2005. № 1. С. 143-152.
11. Pietikainen, J. Microbial biomass and activity in the humus layer following burning: shortterm effects of two different fires / J. Pietikainen, H. Fritze // Canadian Journal of Forest Research. 1993. 23. P. 1275-1285.
12. Grasso, G.H. Effect of heating on the microbial population of grassland soil / G.H. Grasso, G. Ripabelli, M.L. Sammareo, S. Mazzoleni // The International Journal of Windland Fire. 1996. V. 6, N. 2. P. 67-70.
13. Vazquez, F.J. Soil microbial population after wildfire / F.J. Vazquez, M.J. Acea, T. Carballas // FEMS Microbiology Ecology/ 1993. 13. P. 93-104.
14. Методы почвенной микробиологии и биохимии. – М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
15. Хазиев, Ф.Г. Методы почвенной энзимологии. – М., Наука, 2005. 252 с.
16. Практикум по агрохимии / Под. ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 1989. 304 с.

DYNAMICS OF MICROBIC AND BIOCHEMICAL INDICATORS OF PIROGENIC SOILS IN KHANTY-MANSI AUTONOMOUS DISTRICT

© 2014 A.I. Fakhruddinov, T.D. Yampolskaya

Surgut State University of Khanty-Mansi Autonomous Districtg-Yugra

Researches on the assessment the change of chemical, biological and biochemical indicators of forest soils at different period of postpirogenic self-restoration are conducted. The increase in volumes of available carbon and feeding elements against the change of physical and chemical parameters found reflection in microbic and enzymatic activity of soils. It is shown that soil processes are directed on formation the fertility close to the level characteristic for this soil and climatic zone.

Key words: *pirogenic soils, soil microorganisms, soil enzymes*

Ayvar Fakhruddinov, Candidate of Biology, Associate Professor at the Microbiology Department. E-mail: fakhruddinov_a_i@mail.ru

Tatiana Yampolskaya, Candidate of Biology, Associate Professor. E-mail: yampolska0105@mail.ru