

УДК 579.69

## ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОБНЫХ И ФЕРМЕНТАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ В РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

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

Сургутский государственный университет ХМАО-Югры

Поступила в редакцию 12.05.2014

Продолжена работа по оценке изменения численности различных эколого-трофических групп микроорганизмов и по оценке ферментативной активности почв в условиях разнообразного углеводородного загрязнения. Показана глубокая и разнообразная взаимосвязь физиологических и биохимических процессов с активностью исследованных групп микроорганизмов и ферментов с изменением почвенно-климатических особенностей различных районов округа.

Ключевые слова: почвенные микроорганизмы, эколого-трофические группы, почвенные ферменты, каталаза, дегидрогеназа, инвертаза, уреазы

Многообразие физиологических и биохимических процессов почвенных биоценозов формируется взаимоотношением различных микробных эколого-трофических групп, в условиях изменения внешних факторов, и проявляется в изменении численности микроорганизмов и динамикой почвенных ферментов. Почвенно-климатические условия и различные антропогенные нагрузки предопределяют протекания биологических процессов в почвах округа, формируя разнообразные уровни функционирования экосистем во всех географических участках округа.

Исследования продолжались на протяжении 2012-13 гг. на ранее использованных мониторинговых площадках, охватывающих всю территорию округа [1, 2]. В работе изложены материалы по западной, северной, южной, восточной и центральной точкам. Микробиоценоз оценивался посредством общего микробного числа (ОМЧ) на МПА, численности углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ) на среде Кинга, микромицетов на среде Чапека, спорообразующих на МПА + сусло. В работе исследовалась динамика активности опорных ферментов: каталазы, дегидрогеназы, инвертазы и уреазы общепринятыми методами [3].

Малоснежная зима 2011-12 гг. вызвала низкий уровень воды в бассейне р.Оби, который

в сочетании с продолжительным жарким летом определило низкий уровень полевой влажности. Сезон характеризовался небывалым количеством лесных пожаров. Значимые дождевые осадки произошли в конце сентября начале октября [4]. Погодные условия 2013 г. были близки к средним многолетним показателям, что определило нормальное протекание всего многообразия почвенных процессов [5]. Снижение активности почвенного микробиоценоза нарушенного (уровень нефтяного загрязнения 6,67 г/кг) и ненарушенного участков центральной точки характеризуются привязанностью к погодным условиям в оба сезона исследований в диапазоне  $9-21 \times 10^6$  клеток (рис. 1). Высокая динамика в 2012 г. обусловлена благоприятными погодными условиями.

Подобная динамика общей микробной активности выявлена во всех остальных представленных зонах, за исключением северной (рис. 2). В северной точке с загрязнением нефтепродуктами 2,75 г/кг выявлено смещение ряда показателей в сезоне 2012 г., в частности численности микроорганизмов: от 0,4 до  $1,0 \times 10^6$  клеток, чему способствовало изменение питательного и водно-воздушного режимов из-за больших осадков в летний период. Засушливое лето 2012 г. не оказало существенного влияния на ненарушенные и нарушенные почвы восточной точки, с загрязнением до 1,5 г/кг (мазут, масло, дизельное топливо), с численностью микроорганизмов до  $5-6 \times 10^6$  клеток. Причиной этому вероятно послужило влияние влажных воздушных масс из бассейна р. Енисей. В микробиоценозах почв

Фахрутдинов Айвар Инталович, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии. E-mail: fakhruiddinov\_a\_i@mail.ru

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

южной точки во всех вариантах выявлена классическая реакция на снижение потенциала почвенной влаги с изменением численности в диапазоне с  $19$  до  $9 \times 10^6$  клеток. Загрязнения газовым

конденсатом с высоким содержанием парафина на уровне  $0,57$  г/кг не оказало существенного влияния на протекание биологических процессов.

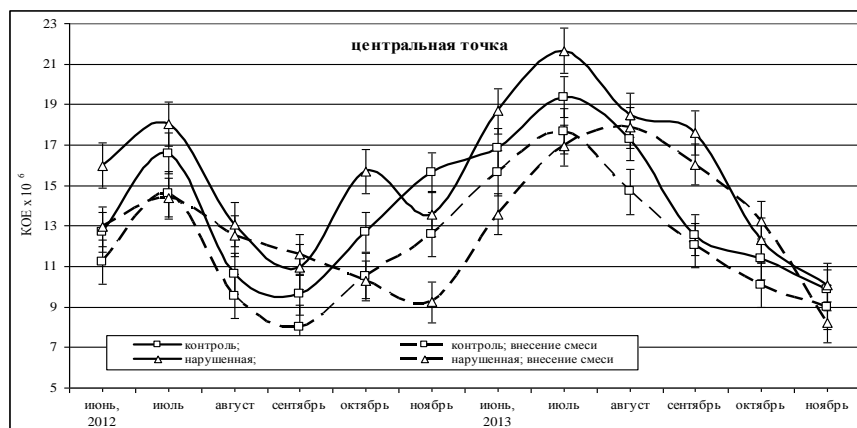


Рис. 1. Общая микробная активность почв ландшафтов центральной точки

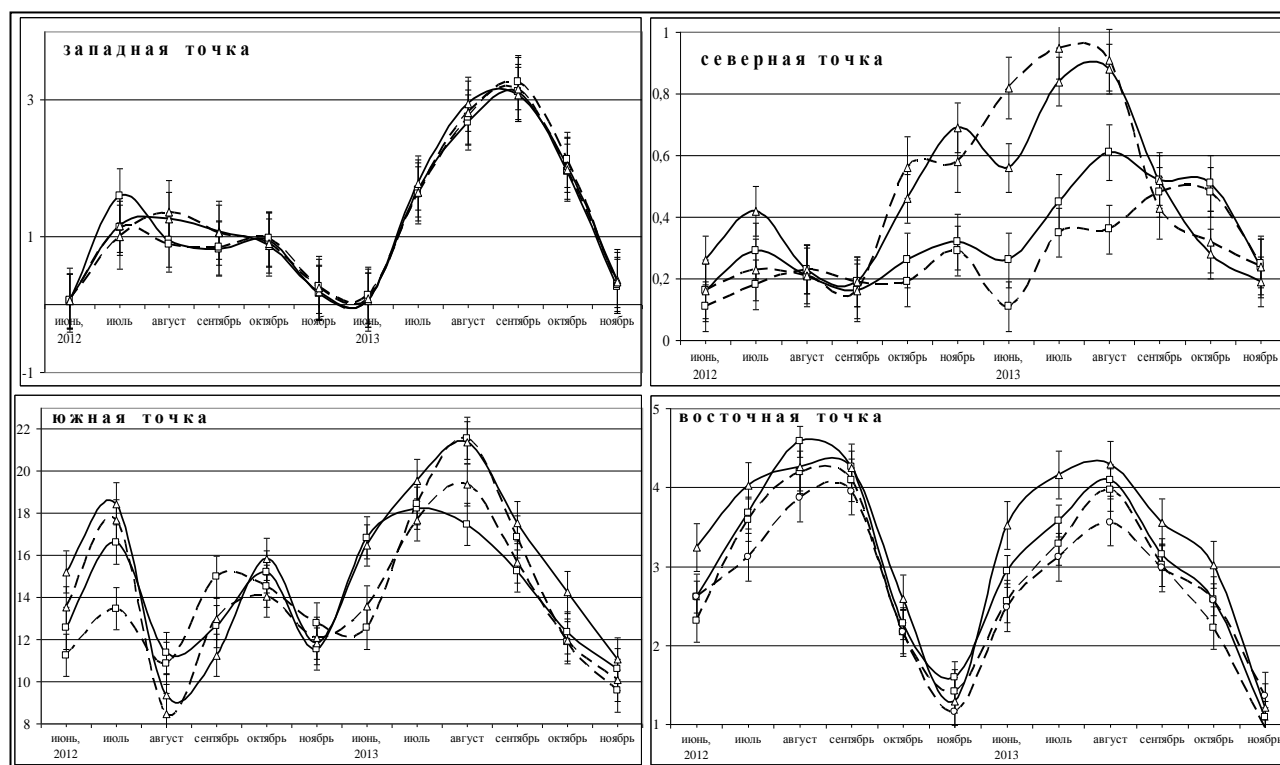


Рис. 2. Общая микробная активность в различных географических зонах округа (на всех рисунках легенда аналогична легенде на рис. 1)

Стабилизирующая и деструктивная активность УОМ, как в ненарушенной, так и загрязненной нефтяными углеводородами почвах, активно реагирует на изменение количества доступной влаги, со снижением численности до  $1,5 \times 10^3$  клеток (рис. 3). В последующем сезоне динамика данной группы укладывается в классические показатели активности, достигая значений  $4-4,5 \times 10^3$  клеток в августе – сентябре 2013 г.

Динамика данной группы сходна с показателями центральной зоны, за исключением участка северной и южной зонах (рис. 4), где существенное влияние на численность УОМ оказал температурный и водный режимы, при чем в обоих сезонах исследования. Рост численности УОМ в сезоне 2013 г. достигает нескольких раз, что формирует высокие показатели оптимизации процессов почвенной системы микробиоценоза.

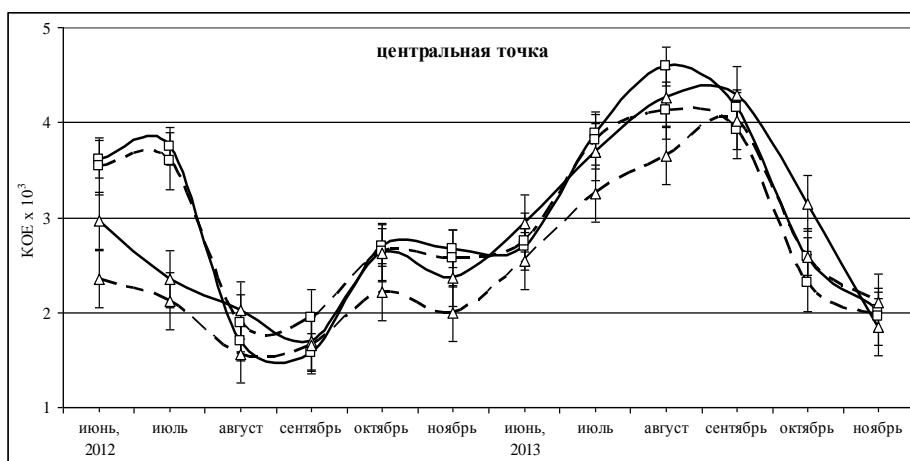


Рис. 3. Активность почвенных УОМ почв центральной точки

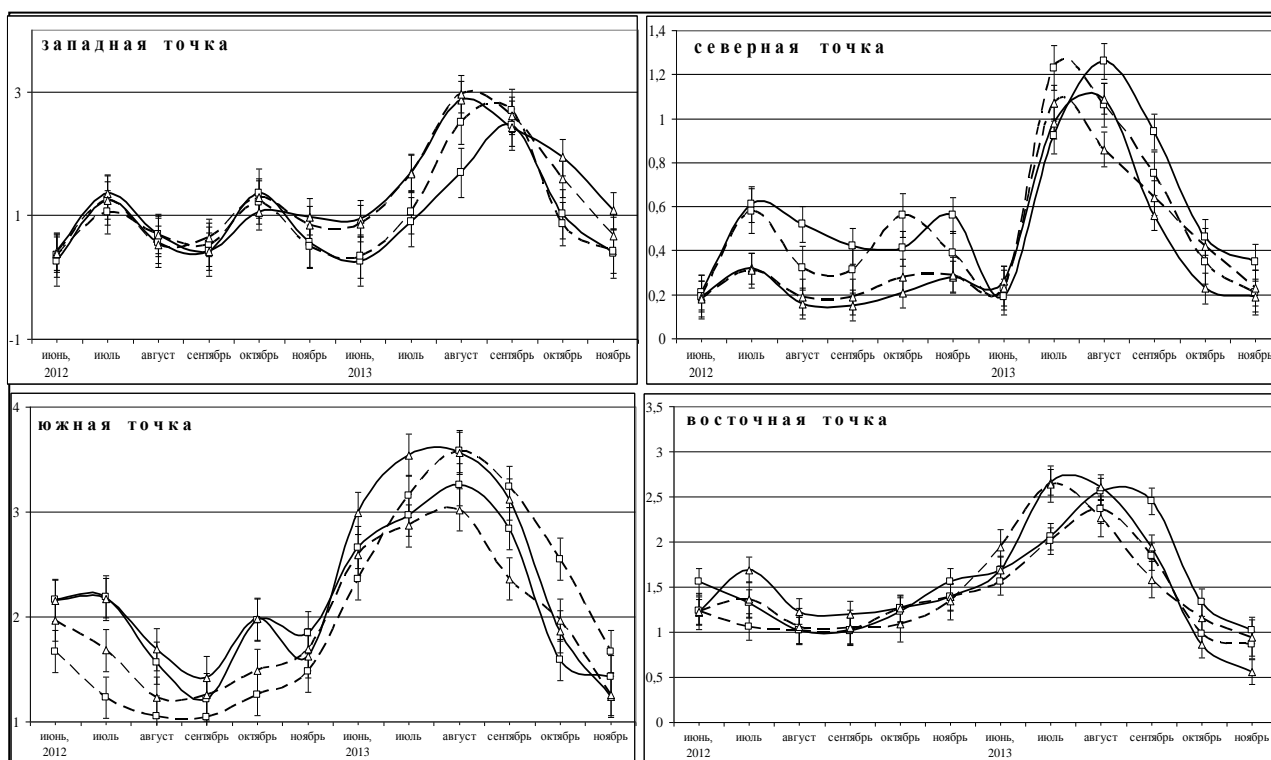


Рис. 4. Активность почвенных УОМ в различных географических зонах округа

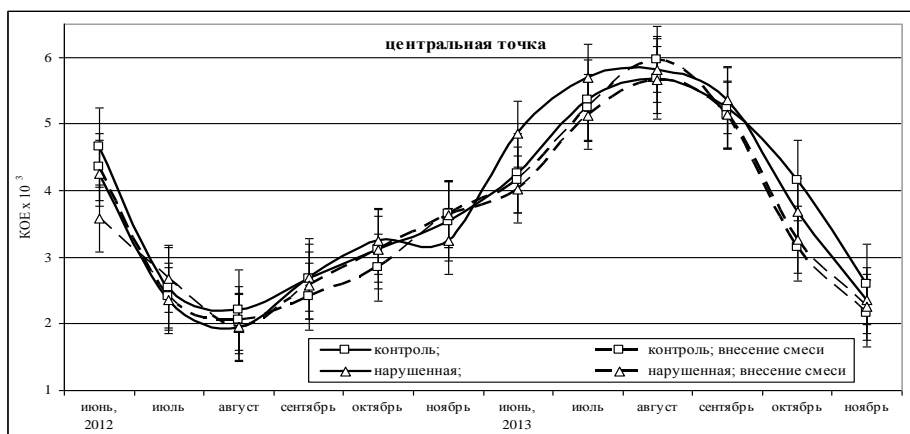


Рис. 5. Активность микромицетов почв центральной точки

Снижение влажности почв в существенной мере сказалось на численности микромицетов, с 3,5-4,5 в начале сезона 2012 г. до  $2,0 \times 10^3$  клеток в августе (рис. 5). Осенние осадки способствовали росту численности с высокими показателями

в октябре-ноябре. В сезоне 2013 г. наблюдалась высокая активность на всем промежутке исследований до  $6,0 \times 10^3$  клеток, с отсутствием значимых отличий между естественной и загрязненной почвами.

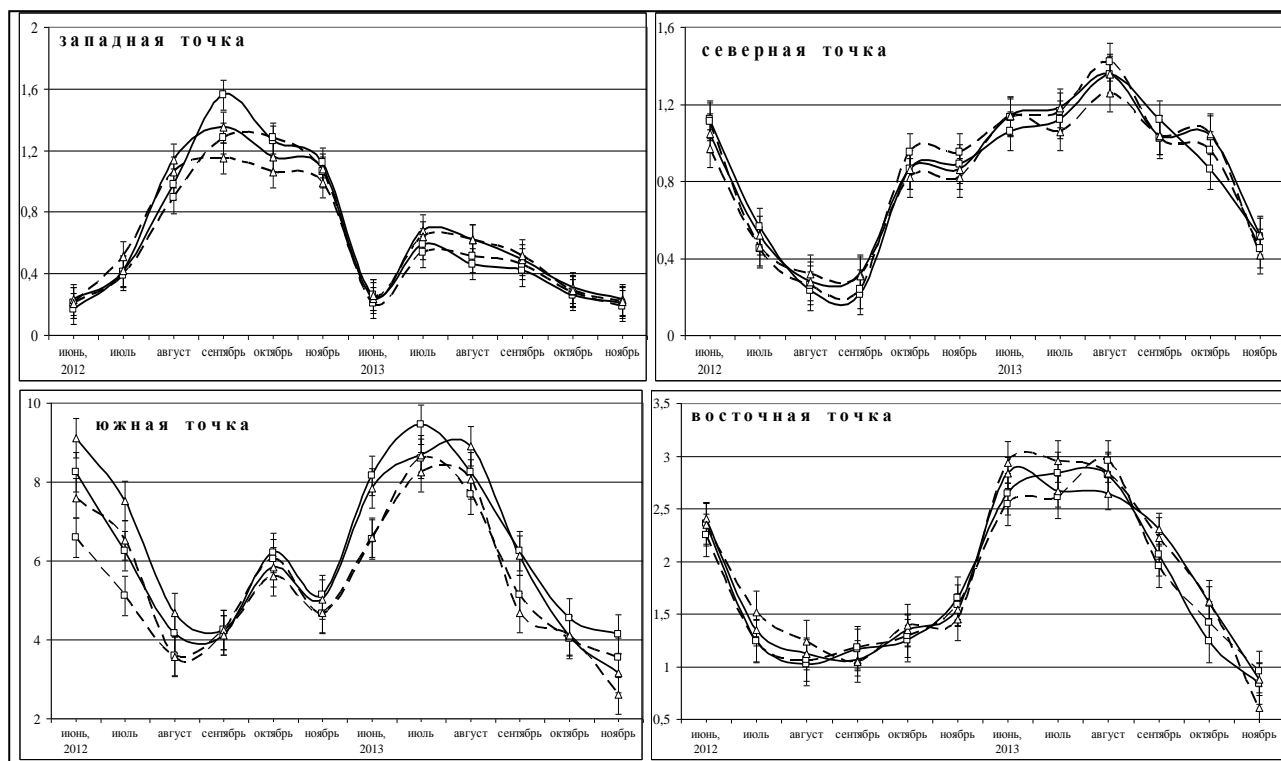


Рис. 6. Активность микромицетов в различных географических зонах округа

Специфика погодно-климатических условий 2012-13 гг. и особенности физиологии ярко проявились в динамике активности микромицетов в различных представленных зонах исследования округа (рис. 6). Неоднозначное действие этих факторов наблюдается в почвах западного участка; где выявлен активный рост численности в сложных условиях водно-воздушного режима, до значений  $1,2-1,6 \times 10^3$  клеток в сентябре-октябре 2012 г. Очевидно, положительно

сказалась влияние грунтовых вод и плотная подстилка, представленная смесью хвойного, листового и травянистого опада. В почвах остальных представленных участках округа наблюдалась динамика численности характерная реакция на изменение потенциала почвенной влажности, отличаясь в номинальных показателях динамики в зависимости от географического расположения.

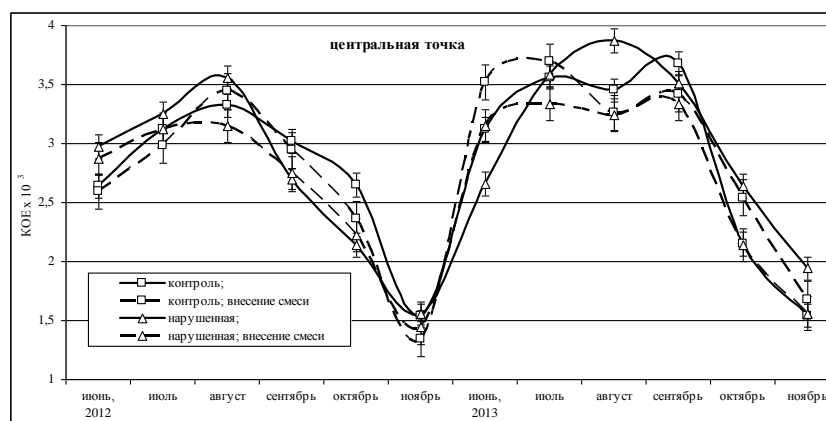


Рис. 7. Активность спорообразующих микрофлоры почв центральной точки

Изменение почвенных экологических условий в сезонах исследования нашли отражение в динамике численности спорообразующей микрофлоры (рис. 7). Снижение доступности почвенной влаги привело к росту численности в июле-августе, а последующая стабилизация водного режима вызвало антогонистическое действие по отношению микробеноза в целом и снижение численности до  $1,5 \times 10^3$  клеток на грамм почвы. Подобная динамика данной экологотрофической группы микробеноза наблюдается в различных зонах округа с колебаниями численности в зависимости от их географического расположения.

Ведущие физико-химические свойства, микробиологические процессы в почве, нитрификация, сульфификация формируют активность оксидоредуктаз. Реакция на существенное изменение физических условий микробеноза в почвах центральной точки в сезоне 2012 г. нашла свое отражение в снижении каталазой активности до значений  $0,6-0,8 \text{ см}^3 \text{ O}_2$  на г почвы (рис. 8). В последующем сезоне наблюдается стабилизация динамики фермента, максимальные значения определены в июне, и достигали  $1,5 \text{ см}^3 \text{ O}_2$  на г почвы. На остальных анализируемых участках округа значения и динамика показателей каталазы находится в зависимости от погодных условий сезонов и географического расположения участка исследования.

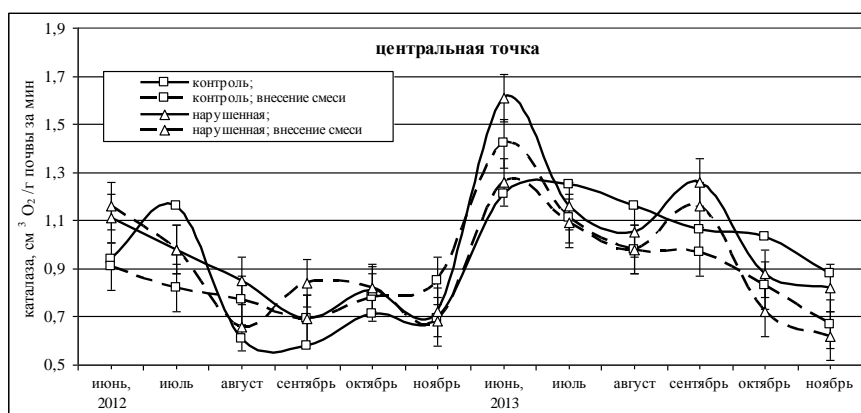


Рис. 8. Изменение каталазной активности почв центральной точки

Гидролазы расщепляют высокомолекулярные органические соединения, и инвертазная активность, как показатель вовлечения в биохимические процессы полисахаридов, показала стабильность бактериальной части микробеноза (рис. 9). Наблюдается взаимосвязь с погодными условиями: если минимальные значения инвертазы в 2012 г. определены в период с августа по октябрь, то 2013 г. в начале лета достигали

значений  $3,5-4,5$  мг глюкозы на г почвы в сутки. Напряженная ситуация с доступностью почвенной влаги определили сходные по динамике показатели инвертазной активности по всему округу. Исключение составили почвы западного участка, где наблюдался значимый рост инвертазы, что вызвано избытком мотрмассы в верхнем горизонте.

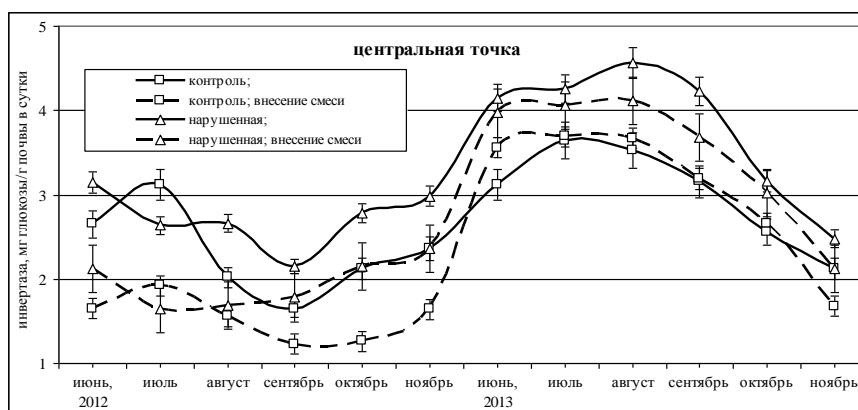


Рис. 9. Изменение инвертазной активности почв центральной точки

Активность дегидрогеназ рассматривается как показатель жизнедеятельности микроорганизмов и трансформации органического вещества почвы. Показатели дегидрогеназы в 2012 г. на контрольных реагируют на изменение влажности в осенний период с увеличением с 0,5-0,6 до 0,9-1,0 мг ТТФ на 10 г. почвы (рис. 10). Показатели активности данного фермента по другим участкам в сезонах исследований 2012-2013 гг. показывают привязанность почвенной системы к изменению состояния водно-воздушного режима

почв вне наличия и характера нарушения. Значения активности дегидрогеназы во всех вариантах опыта варьируются в широком диапазоне от 0,5 до 3,0 мг ТТФ на 10 г. почвы. Активность дегидрогеназ рассматривается как показатель жизнедеятельности микроорганизмов и трансформации органического вещества почвы. Показатели дегидрогеназы в 2012 г. на контрольных реагируют на изменение влажности в осенний период с увеличением с 0,5-0,6 до 0,9-1,0 мг ТТФ на 10 г. почвы (рис. 10).

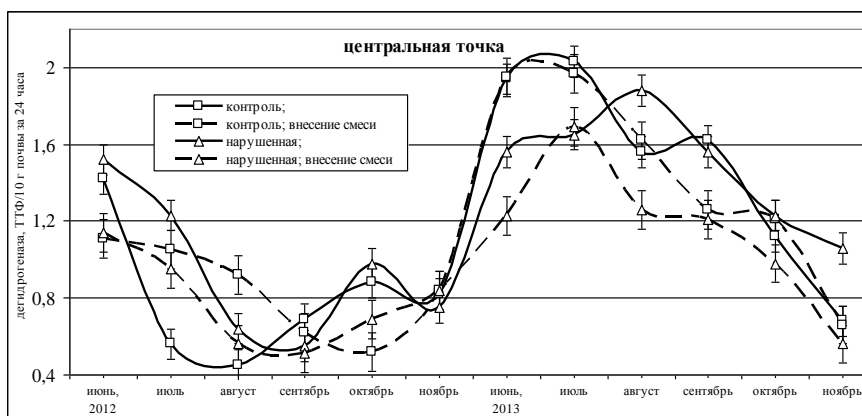


Рис. 10. Изменение дегидрогеназной активности почв центральной точки

Показатели активности данного фермента по другим участкам в сезонах исследований 2012-2013 гг. показывают привязанность почвенной системы к изменению состояния водно-воздушного режима почв, вне наличия и характера нарушения. Значения активности дегидрогеназы во всех вариантах опыта варьируются в широком диапазоне от 0,5 до 3,0 мг ТТФ на 10 г. почвы.

В круговороте азота в почве главную роль играют протеолитические и дезаминирующие ферменты, превращая его в доступные формы для компонентов биологической системы. Динамики уреазы в почвах центральной точки

округа связана со снижением биологической активности в сезоне 2012 г. показатели снизились с 1,5-2,0, в июне, до 0,6-0,8 мг NH<sub>3</sub> на г. почвы в мин августе-отябре (рис. 11). Восстановление активности фермента в сезоне 2013 г. показывает высокую потенциальную биохимическую активность биоценоза. Изменение показателей уреазы на остальных представленных участках также имеет четкую закономерность в сравниваемых сезонах, снижение в середине лета 2012 г., с незначительным простом в осени, и высокой активностью в 2013 г. Значения уреазы по различным вариантам опыта составил от 0,4 до 2,5 мг NH<sub>3</sub> на г. почвы в мин.

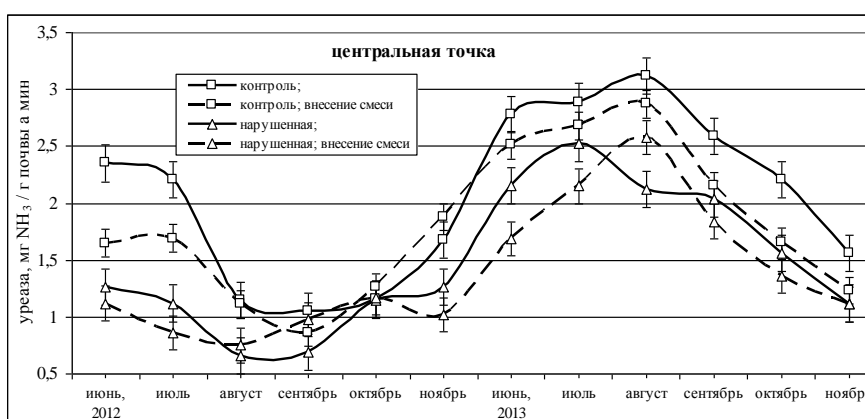


Рис. 11. Изменение уреазной активности почв центральной точки

**Выводы:** представленные результаты показывают влияние абиотических факторов на активность различных составляющих эколого-трофических групп микроорганизмов микробсообщества, отображающееся в разнообразной сезонной реакции и изменении количественных показателей. Динамика исследованных опорных ферментов сформированы изменением физико-химических и физиологических процессов вследствие разнообразия погодных условий, вне зависимости от характера и уровня загрязнения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Фахрутдинов, А.И. Динамика микробной активности почв центральной части территории Западной Сибири (на примере ХМАО) / А.И. Фахрутдинов, Т.Д. Ямпольская // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Том 14, №1(8). С. 2072-2076.
2. Фахрутдинов, А.И. Ферментативная активность почв ХМАО при длительной углеводородной проволкации / А.И. Фахрутдинов, Т.Д. Ямпольская // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Том 14, №1(8). С. 2077-2081.
3. Звягинцев, Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии: учебное пособие. – М.: МГУ, 1991. 304 с.
4. Доклад об экологической ситуации в ХМАО-Югре в 2011 году / Департамент экологии ХМАО-Югры, ООО «Печатное дело», 2012. 138 с.
5. Доклад об экологической ситуации в ХМАО-Югре в 2012 году Департамент экологии ХМАО-Югры, ООО «Печатное дело», 2013. 177 с.

## CHANGE THE MICROBIC AND ENZYMATIC INDICATORS OF SOILS IN VARIOUS SOIL-CLIMATIC ZONES OF KHANTY-MANSI AUTONOMOUS DISTRICT

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

Surgut State University of Khanty-Mansi Autonomous District-Yugra

Work on assessment the change of number of various ecological trophic groups of microorganisms and according to enzymatic activity of soils in the conditions of various hydrocarbonic pollution is continued. The deep and various interrelation of physiological and biochemical processes with activity of the studied groups of microorganisms and enzymes with change of soil and climatic features of various areas of the district is shown.

Key words: *soil microorganisms, ecological trophic groups, soil enzymes, catalase, dehydrogenase, unvertase, urease*