

УДК 502.3 + 577 + 663

## **ВЛИЯНИЕ ОТРАБОТАННОГО КИЗЕЛЬГУРА НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЫ**

© 2011 Е.Ю. Руденко

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Поступила 11.04.2010

Изучено влияние отработанного кизельгура, образующегося при фильтрации пива, на биологическую активность нефтезагрязненной черноземной почвы. Использованный кизельгур больше изменяет каталазную, чем инвертазную активность черноземной почвы, загрязненной нефтью. Отработанный кизельгур может применяться для очистки черноземной почвы от нефти.

**Ключевые слова:** кизельгур, фильтрация, отходы пивоварения, биологическая активность почвы, каталаза, инвертаза, рекультивация почвы

Углеводороды сырой нефти и продуктов ее переработки являются веществами, наиболее часто загрязняющими окружающую среду. Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами приводит к ухудшению экологической обстановки в местах добычи, транспортирования и переработки нефти [1, 2]. Загрязнение сырой нефтью и нефтепродуктами представляет большую опасность для нормального функционирования почв. Оно проявляется в изменении их физико-химических свойств, в торможении интенсивности биологических процессов, снижении растворимости большинства микроэлементов, резком увеличении соотношения между углеродом и азотом [3]. Нефтяное загрязнение препятствует нормальному тепло- и газообмену почв. При высокой степени загрязнения почвенная масса становится гидрофобной, механические элементы и структурные агрегаты почвы покрываются нефтяной пленкой, которая изолирует питательные вещества от корневых систем растений. При загрязнении нефтью снижается доля агрономически ценных фракций почвы. Почвенные частицы слипаются между собой, что приводит к ухудшению снабжения почвы кислородом [4]. При трансформации и частичном окислении компонентов нефти последняя загустевает и почвенный слой превращается в асфальтоподобную массу, которая совершенно непригодна для произрастания естественной растительности или возделывания сельскохозяйственных культур [5]. В результате физического и токсического влияния нефти изменяется активность почвенных ферментов. При нефтяном загрязнении снижается активность гидролаз, протеаз, нитратредуктазы, дегидрогеназы, целлюлазы и уреазы [6].

Для восстановления агрофизических и агрохимических свойств и плодородия нефтезагрязненной почвы необходимо проводить различные рекультивационные мероприятия, трудоемкость которых зависит от степени загрязненности почвы. Для рекультивации почв, загрязненных сырой нефтью и нефтепродуктами используются

механические, химические, физико-химические и биологические методы. С увеличением внимания к охране окружающей среды биологическая деактивация нефти и нефтепродуктов приобретает все большее значение [1]. При биологической рекультивации в почву вносят углеводородоокисляющие микроорганизмы, минеральные и органические удобрения, иногда в комплексе с мелиорирующими добавками или органическими сорбентами. Внесение удобрений способствует активации естественной почвенной микрофлоры и более интенсивной трансформации нефтяных органических загрязнений.

Отработанный кизельгур, образующийся на стадии фильтрации пива, является одним из основных отходов пивоваренной промышленности. Он содержит диатомит, дрожжи и различные вещества, отфильтрованные из пива. Кизельгуровый осадок используется при производстве кирпичей, цемента и керамического клинкера [7-9], а также в сельском хозяйстве при производстве кормов, в качестве удобрения и регулятора кислотности почвы [10, 11]. Несмотря на то, что отработанный кизельгур применяется в различных отраслях человеческой деятельности, активно ведутся поиски новых путей его утилизации.

Целью данной работы является изучение влияния отработанного кизельгура на биологическую активность нефтезагрязненной черноземной почвы.

Задачи исследования – изучение влияния отработанного кизельгура на каталазу и инвертазу, как показатели биологической активности нефтезагрязненной черноземной почвы.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В работе использовали чернозем оподзоленный среднесуглинистый Кинельского района Самарской области. Почву загрязняли нефтью в массовом соотношении 50 г/кг, затем добавляли отработанный кизельгур, полученный на одном из пивзаводов Самарской области, влажностью 80±2% в количестве 10%, 20% и 30% в пересчете на сухой кизельгур. Контролями служила почва без примеси кизельгура и нефти, а также почва, загрязненная нефтью в массовом соотношении 50 г/кг. Схема эксперимента представлена в таблице.

---

Руденко Елена Юрьевна, канд. биол. наук, доц. e-mail: e\_rudenko@rambler.ru

Таблица. Схема постановки эксперимента

Номер образца	Состав образца
1	Почва (без нефти и кизельгурового осадка)
2	Почва, нефть (50 г/кг)
3	Почва, кизельгуровый осадок (10%), нефть (50 г/кг)
4	Почва, кизельгуровый осадок (20%), нефть (50 г/кг)
5	Почва, кизельгуровый осадок (30%), нефть (50 г/кг)

Влажность опытных и контрольного образцов почвы поддерживалась на уровне  $30 \pm 2\%$ . Образцы помещали в стеклянные сосуды с полиэтиленовыми крышками и инкубировали в термостате при температуре  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  в течение трех месяцев, проводя рыхление и отбирая пробы через 15 суток, 1, 2 и 3 месяца. В отобранных пробах определяли активность каталазы титрометрическим методом и активность инвертазы колориметрическим методом [12].

Для определения каталазной активности навеску почвы массой 2 г помещали в коническую колбу, приливали 40 мл дистиллированной воды и 5 мл 0,3%-ного пероксида водорода. Колбу встряхивали в течение 20 мин. Нерасщепленную часть пероксида водорода стабилизировали добавлением 5 мл серной кислоты с молярной массой эквивалента 3 моль/л, содержимое колбы фильтровали через фильтр «синяя лента». Затем 25 мл фильтрата титровали марганцовокислым калием с молярной массой эквивалента 0,1 моль/л до слабо-розовой окраски. Начальную концентрацию использованного пероксида водорода корректировали титрованием перманганатом калия в кислой среде. Для этого 5 мл 0,3%-ного пероксида водорода смешивали с 40 мл воды и 5 мл серной кислоты с молярной массой эквивалента 3 моль/л, 25 мл этой смеси титровали марганцовокислым калием с молярной массой эквивалента 0,1 моль/л. Из количества перманганата калия, израсходованного на титрование исходного пероксида водорода, вычитали количество перманганата калия, израсходованного для титрования почвенного фильтрата. Эта разница отражала каталазную активность почвы. Каталазную активность выражали в мл марганцовокислого калия с молярной массой эквивалента 0,1 моль/л на 1 г сухой почвы за 20 мин.

Для определения инвертазной активности навеску почвы массой 5 г помещали в колбу объемом 250 мл. Добавляли пипеткой 10 мл 5%-ного раствора сахарозы. Приливали 10 мл ацетатного буфера (рН 4,7) и 0,5 мл толуола. Закрывали колбу пробкой, 3 мин взбалтывали на ротаторе и помещали в термостат при  $30^\circ$  на 24 ч. Затем добавляли 25 мл дистиллированной воды, отфильтровывали через фильтр «синяя лента». Отбирали пипеткой 1 мл фильтрата в мерную колбу на 25 мл. Добавляли пипеткой 5 мл раствора сегнетовой соли и 5 мл раствора сернокислой меди, перемешивали. Мерную колбу с раствором кипячи-

ли 10 мин на водяной бане, охлаждали, доводили дистиллированной водой до метки, перемешивали, содержимое переносили в центрифужную пробирку; центрифугировали 3 мин при 1000 тыс. об/мин. Колориметрировали при длине волны 669 нм в кюветах шириной 10 мм. Количество глюкозы рассчитывали по предварительно составленной калибровочной кривой. В качестве контроля использовали почву без добавления сахарозы и субстрат без почвы. Инвертазную активность выражали в мг глюкозы на 1 г сухой почвы за 24 часа.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенного эксперимента показывают, что при загрязнении черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы нефтью происходит изменение ее структуры и свойств. Почвенные частицы покрываются нефтяной пленкой, вызывающей их слипание между собой, что приводит к ухудшению снабжения почвы кислородом. Загрязненная нефтью почва становится гидрофобной, в связи с чем резко изменяются ее водно-физические свойства, почва становится практически водонепроницаемой. Характер воздействия нефти на механические и водно-физические свойства черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы согласуются с данными других исследователей, отмечавших сходные явления при загрязнении нефтью других типов почв [4, 5].

При внесении в нефтезагрязненную черноземную оподзоленную среднесуглинистую почву отработанного кизельгура происходит ее разрыхление, улучшается структура и водопроницаемость почвы, изменяется ее ферментативная активность.

Динамика изменения каталазной активности контрольных и исследуемых образцов почвы представлена на рис. 1.

Каталазная активность черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы в течение всего эксперимента постепенно снижается. С 15-х суток до одного месяца эксперимента наблюдается тенденция к снижению каталазной активности контрольного образца незагрязненной почвы, к концу второго месяца наблюдений активность почвенной каталазы уменьшается на 23,17%, а к моменту окончания эксперимента каталазная активность исследуемой почвы снижается на 22,73%. Таким образом, к концу третьего месяца наблюдений каталазная активность черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы почти в 2 раза ниже, чем на 15 сутки эксперимента.

Каталазная активность нефтезагрязненной черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы в течение всего эксперимента постепенно возрастает. С 15-х суток до одного месяца эксперимента каталазная активность контрольного образца загрязненной нефтью почвы увеличивается на 31,37%, к концу второго месяца наблюдений активность почвенной каталазы возрастает на 25,93%, а к моменту окончания эксперимента ка-

талазная активность исследуемой почвы увеличивается на 35,43%. Таким образом, к концу третьего месяца наблюдений каталазная активность нефтезагрязненной черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы почти в 2,5 раза выше, чем на 15 сутки эксперимента.

Таким образом, загрязнение нефтью черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы сначала существенно снижает, а затем ощутимо повышает ее каталазную активность. В течение первого месяца эксперимента каталазная активность нефтезагрязненной черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы остается ниже, чем в контрольном образце незагрязненной почвы. На 15 сутки эксперимента каталазная активность почвы, загрязненной нефтью в массовом соотношении 50 г/кг, в 2,5 раза ниже активность каталазы незагрязненной почвы. В конце первого месяца эксперимента каталазная активность нефтезагрязненной почвы меньше контрольного значения в 1,61 раза. К концу двух последующих месяцев наблюдений каталазная активность загрязненной нефтью почвы превышает контрольный показатель не содержащей нефть почвы: в конце 2 месяца – на 8,55%, к концу 3 месяца – в 1,72 раза.

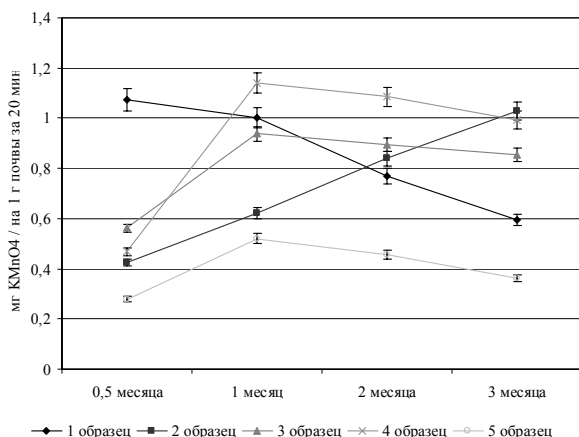


Рис. 1. Изменение каталазной активности нефтезагрязненной черноземной почвы

При добавлении к загрязненной нефтью черноземной оподзоленной среднесуглинистой почве 10% кизельгурового осадка ее каталазная активность в течение первых 15 суток эксперимента увеличивается на 24,02% по сравнению с контрольной нефтезагрязненной почвой. При этом активность каталазы нефтезагрязненного почвенного образца, содержащего 10% отработанного кизельгура, в 1,91 раза ниже контрольного показателя незагрязненной черноземной почвы. При внесении 20% ила кизельгура каталазная активность нефтезагрязненной почвы в течение первых 15 суток увеличивается на 9,47% по сравнению с контрольной содержащей нефть почвой, но более чем в 2 раза (в 2,28 раза) ниже контрольного показателя незагрязненной черноземной почвы. При добавлении к черноземной загрязненной нефтью почве 30% отработанного кизельгура ее каталазная активность в течение первых 15 суток

эксперимента уменьшается на 35,14% по сравнению с контрольной нефтезагрязненной почвой. При этом активность каталазы нефтезагрязненного почвенного образца, содержащего 30% осадка кизельгура, в 3,82 раза ниже каталазной активности незагрязненной черноземной почвы.

Таким образом, добавление к нефтезагрязненной черноземной почве отработанного кизельгура в течение первых 15 суток после начала эксперимента увеличивает ее каталазную активность лишь при массовом соотношении кизельгурового осадка в почве равном 10% и 20%, причем этот показатель больше изменяется у образца, содержащего 10% осадка кизельгура. При добавлении 30% отработанного кизельгура каталазная активность загрязненной нефтью почвы снижается. Самая высокая активность каталазы отмечается у образца нефтезагрязненной почвы с добавлением 10% кизельгурового осадка, а самая низкая – у загрязненной нефтью почвы, содержащей 30% отработанного кизельгура.

В конце первого месяца эксперимента у загрязненной нефтью черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы, содержащей 10% кизельгурового осадка, каталазная активность на 33,81% больше, чем у контрольной нефтезагрязненной почвы. При этом активность каталазы нефтезагрязненного почвенного образца, с добавлением 10% отработанного кизельгура, сопоставима с контрольным показателем незагрязненной черноземной почвы. Каталаязная активность нефтезагрязненной почвы с внесением 20% ила кизельгура на 45,42% превышает аналогичный показатель контрольной содержащей нефть почвы, и на 12,28% - контрольный показатель незагрязненной черноземной почвы. У черноземной загрязненной нефтью почвы, содержащей 30% отработанного кизельгура каталазная активность на 15,97% меньше по сравнению с контрольной нефтезагрязненной почвой. При этом активность каталазы нефтезагрязненного почвенного образца, с добавлением 30% осадка кизельгура, почти в 1,92 раза ниже каталазной активности незагрязненной черноземной почвы.

Таким образом, добавление к нефтезагрязненной черноземной почве отработанного кизельгура к концу первого месяца эксперимента увеличивает ее каталазную активность, по сравнению с контрольной нефтезагрязненной почвой, лишь при массовом соотношении отработанного кизельгура в почве равном 10% и 20%, причем этот показатель больше изменяется у образца, содержащего 20% осадка кизельгура. При добавлении 30% отработанного кизельгура каталазная активность загрязненной нефтью почвы ниже, чем в контроле. Самая высокая каталазная активность отмечается у нефтезагрязненной почвы с добавлением 20% кизельгурового осадка.

В конце второго месяца эксперимента у образца нефтезагрязненной черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы, содержащей 10% кизельгурового осадка, каталазная активность сопоставима с контрольной нефтезагряз-

ненной почвой. При этом активность каталазы загрязненного нефтью почвенного образца, с добавлением 10% отработанного кизельгура, превышает контрольный показатель незагрязненной черноземной почвы на 13,67%. Каталазная активность нефтезагрязненной почвы с внесением 20% ила кизельгура на 22,99% превышает аналогичный показатель контрольной содержащей нефть почвы, и на 29,51% – контрольный показатель незагрязненной черноземной почвы. У черноземной загрязненной нефтью почвы, содержащей 30% отработанного кизельгура каталазная активность на 45,68% меньше по сравнению с контрольной нефтезагрязненной почвой. При этом активность каталазы нефтезагрязненного почвенного образца, с добавлением 30% осадка кизельгура почти на 40,74% ниже каталазной активности незагрязненной черноземной почвы.

Таким образом, добавление к нефтезагрязненной черноземной почве отработанного кизельгура к концу второго месяца эксперимента увеличивает ее каталазную активность, по сравнению с контрольной нефтезагрязненной почвой, лишь при массовом соотношении отработанного кизельгура в почве равном 10% и 20%, причем этот показатель больше изменяется у образца, содержащего 20% осадка кизельгура. При добавлении 30% отработанного кизельгура каталазная активность загрязненной нефтью почвы ниже, чем в контроле. Каталазная активность опытных образцов почвы начинает постепенно снижаться, по сравнению с показателями конца первого месяца эксперимента. По-прежнему, самая высокая каталазная активность отмечается у нефтезагрязненной почвы с добавлением 20% кизельгурового осадка, а самая низкая – загрязненной нефтью почвы, содержащей 30% отработанного кизельгура.

В конце третьего месяца эксперимента у загрязненной нефтью черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы, содержащей 10% кизельгурового осадка, каталазная активность на 17,10% меньше, чем у контрольной нефтезагрязненной почвы. При этом активность каталазы нефтезагрязненного почвенного образца, с добавлением 10% отработанного кизельгура, превышает контрольный показатель незагрязненной черноземной почвы на 30,00%. Каталазная активность нефтезагрязненной почвы с внесением 20% ила кизельгура сопоставима с аналогичным показателем контрольной, содержащей нефть почвы, и почти на 39,49% превышает контрольный показатель незагрязненной черноземной почвы. У черноземной загрязненной нефтью почвы, содержащей 30% отработанного кизельгура каталазная активность почти в 3 раза (в 2,86 раза) ниже, чем у контрольной нефтезагрязненной почвы. При этом активность каталазы нефтезагрязненного почвенного образца, с добавлением 30% осадка кизельгура, почти на 39,82% меньше каталазной активности незагрязненной черноземной почвы.

Таким образом, добавление к нефтезагрязненной черноземной почве отработанного кизельгура

к концу третьего месяца эксперимента снижает ее каталазную активность, по сравнению с контрольной нефтезагрязненной почвой, лишь при всех массовых соотношениях отработанного кизельгура в почве, причем этот показатель больше изменяется у образцов, содержащих 20% и 30% осадка кизельгура. При добавлении 30% отработанного кизельгура каталазная активность загрязненной нефтью почвы остается ниже, чем в контрольной незагрязненной почве. По-прежнему самая высокая каталазная активность отмечается у нефтезагрязненной почвы с добавлением 20% кизельгурового осадка, а самая низкая – загрязненной нефтью почвы, содержащей 30% отработанного кизельгура. Каталазная активность опытных образцов почвы продолжает постепенно снижаться, по сравнению с показателями конца первого месяца эксперимента. Самая высокая каталазная активность отмечается у нефтезагрязненной почвы с добавлением 20% кизельгурового осадка, а самая низкая – загрязненной нефтью почвы, содержащей 30% отработанного кизельгура.

Результаты проведенного эксперимента свидетельствуют, что добавление к черноземной оподзоленной среднесуглинистой почве, загрязненной нефтью в массовом соотношении 50 г/кг, отработанного кизельгура в течение первого месяца увеличивает ее каталазную активность при массовом соотношении осадка кизельгура равном 10% и 20%, особенно интенсивно этот показатель возрастает во второй половине первого месяца наблюдений. В течение следующих двух месяцев эксперимента каталазная активность нефтезагрязненной черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы, содержащей отработанный кизельгур, снижается. Вероятно, это связано с постепенным истощением питательных веществ, содержащихся в кизельгуровом осадке. К концу третьего месяца наблюдений каталазная активность черноземной среднесуглинистой почвы наиболее интенсивно снижается у образца, содержащего 30%, наименее интенсивно – у образца, содержащего 10% отработанного кизельгура.

Изменение инвертазной активности контрольных и исследуемых образцов почвы представлено на рис. 2.

Инвертазная активность черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы в течение всего эксперимента постепенно снижается. С 15-х суток до одного месяца эксперимента инвертазная активность контрольного образца незагрязненной почвы снижается на 17,13%, к концу второго месяца наблюдений наблюдается тенденция к уменьшению активности почвенной инвертазы, а к моменту окончания эксперимента инвертазная активность исследуемой почвы снижается на 10,25%. Таким образом, к концу третьего месяца наблюдений инвертазная активность черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы на 30,04% ниже, чем на 15 сутки эксперимента.

Инвертазная активность нефтезагрязненной черноземной оподзоленной среднесуглинистой

почвы в течение всего эксперимента постепенно снижается. С 15-х суток до одного месяца эксперимента инвертазная активность контрольного образца загрязненной нефтью почвы уменьшается на 13,75%, к концу второго месяца наблюдений активность почвенной каталазы снижается на 11,74%, а к моменту окончания эксперимента наблюдается тенденция к уменьшению инвертазной активности исследуемой почвы. Таким образом, к концу третьего месяца наблюдений инвертазная активность черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы загрязненной нефтью в массовом соотношении 50 г/кг на 28,71% ниже, чем на 15 сутки эксперимента.

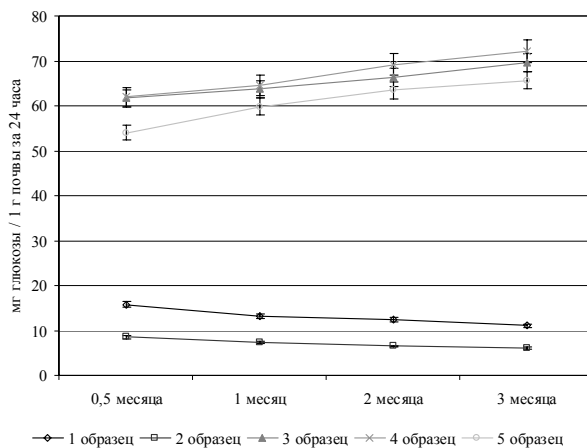


Рис. 2. Изменение инвертазной активности нефтесодержащей черноземной почвы

Таким образом, загрязнение нефтью черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы снижает ее инвертазную активность почти на половину. На 15 сутки эксперимента инвертазная активность почвы, загрязненной нефтью в массовом соотношении 50 г/кг, на 46,05% ниже активности инвертазы незагрязненной почвы. В конце первого месяца эксперимента инвертазная активность нефтесодержащей почвы меньше контрольного значения на 43,89%. К концу двух последующих месяцев наблюдений инвертазная активность загрязненной нефтью почвы ниже контрольного показателя не содержащей нефть почвы: в конце второго месяца – на 47,33%, к концу 3 месяца – на 45,05%.

При добавлении к загрязненной нефтью черноземной оподзоленной среднесуглинистой почве 10% кизельгурового осадка ее инвертазная активность в течение первых 15 суток эксперимента увеличивается в 7,24 раза по сравнению с контрольной нефтесодержащей почвой. При этом активность каталазы нефтесодержащего почвенного образца, содержащего 10% отработанного кизельгура, в 3,91 раза превышает контрольный показатель незагрязненной черноземной почвы. При внесении 20% ила кизельгура инвертазная активность нефтесодержащей почвы в течение первых 15 суток увеличивается в 7,27 раза по сравнению с контрольной содержащей нефть

почвой, и в 3,92 раза выше контрольного показателя незагрязненной черноземной почвы. При добавлении к черноземной загрязненной нефтью почве 30% отработанного кизельгура ее инвертазная активность в течение первых 15 суток эксперимента увеличивается в 6,34 раза по сравнению с контрольной нефтесодержащей почвой. При этом активность каталазы нефтесодержащего почвенного образца, содержащего 30% осадка кизельгура, в 3,42 раза выше инвертазной активности незагрязненной черноземной почвы.

Таким образом, добавление к нефтесодержащей черноземной почве отработанного кизельгура в течение первых 15 суток после начала эксперимента увеличивает ее инвертазную активность. Самая высокая активность инвертазы отмечается у образца нефтесодержащей почвы с добавлением 20% кизельгурового осадка, а самая низкая – у загрязненной нефтью почвы, содержащей 30% отработанного кизельгура.

В конце первого месяца эксперимента у загрязненной нефтью черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы, содержащей 10% кизельгурового осадка, инвертазная активность в 8,68 раза больше, чем у контрольной нефтесодержащей почвы. При этом активность инвертазы нефтесодержащего почвенного образца, с добавлением 10% отработанного кизельгура, превышает контрольный показатель незагрязненной черноземной почвы в 4,87 раза. Инвертазная активность нефтесодержащей почвы с внесением 20% ила кизельгура в 8,78 раза превышает аналогичный показатель контрольной содержащей нефть почвы, и в 4,93 раза – контрольный показатель незагрязненной черноземной почвы. У черноземной загрязненной нефтью почвы, содержащей 30% отработанного кизельгура инвертазная активность в 8,16 раза больше по сравнению с контрольной нефтесодержащей почвой. При этом активность инвертазы нефтесодержащего почвенного образца, с добавлением 30% осадка кизельгура, в 4,58 раза выше инвертазной активности незагрязненной черноземной почвы.

Таким образом, добавление к нефтесодержащей черноземной почве отработанного кизельгура к концу первого месяца эксперимента увеличивает ее инвертазную активность, по сравнению с контрольной нефтесодержащей почвой. Самая высокая инвертазная активность, по-прежнему, отмечается у нефтесодержащей почвы с добавлением 20% кизельгурового осадка.

В конце второго месяца эксперимента у образца нефтесодержащей черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы, содержащей 10% кизельгурового осадка, инвертазная активность в 10,25 раза больше, чем у контрольной нефтесодержащей почвой. При этом активность инвертазы загрязненной нефтью почвенного образца, с добавлением 10% отработанного кизельгура, превышает контрольный показатель незагрязненной черноземной почвы в 5,40 раза. Инвертазная активность нефтесодержащей почвы с внесением 20% ила кизельгура в 10,67 раза пре-

вышает аналогичный показатель контрольной содержащей нефть почвы, и в 5,62 раза - контрольный показатель незагрязненной черноземной почвы. У черноземной загрязненной нефтью почвы, содержащей 30% отработанного кизельгура инвертазная активность в 9,80 раза больше по сравнению с контрольной нефтезагрязненной почвой. При этом активность инвертазы нефтезагрязненного почвенного образца, с добавлением 30% осадка кизельгура, почти в 5,17 раза выше инвертазной активности незагрязненной черноземной почвы.

Таким образом, добавление к нефтезагрязненной черноземной почве отработанного кизельгура к концу второго месяца эксперимента увеличивает ее инвертазную активность, по сравнению с контрольной нефтезагрязненной почвой. По-прежнему самая высокая инвертазная активность отмечается у нефтезагрязненной почвы с добавлением 20% кизельгурового осадка, а самая низкая – у загрязненной нефтью почвы, содержащей 30% отработанного кизельгура.

В конце третьего месяца эксперимента у загрязненной нефтью черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы, содержащей 10% кизельгурового осадка, инвертазная активность в 11,47 раза больше, чем у контрольной нефтезагрязненной почвы. При этом активность инвертазы нефтезагрязненного почвенного образца, с добавлением 10% отработанного кизельгура, превышает контрольный показатель незагрязненной черноземной почвы в 6,31 раза. Инвертазная активность нефтезагрязненной почвы с внесением 20% ила кизельгура в 11,87 раза больше аналогичного показателем контрольной, содержащей нефть почвы, и в 6,53 раза превышает контрольный показатель незагрязненной черноземной почвы. У черноземной загрязненной нефтью почвы, содержащей 30% отработанного кизельгура инвертазная активность почти в 10,82 раза выше, чем у контрольной нефтезагрязненной почвы. При этом активность инвертазы нефтезагрязненного почвенного образца, с добавлением 30% осадка кизельгура, в 5,95 раза больше инвертазной активности незагрязненной черноземной почвы.

Таким образом, добавление к нефтезагрязненной черноземной почве отработанного кизельгура к концу третьего месяца эксперимента увеличивает ее инвертазную активность, по сравнению с контрольной нефтезагрязненной почвой. По-прежнему, самая высокая инвертазная активность отмечается у нефтезагрязненной почвы с добавлением 20% кизельгурового осадка, а самая низкая – загрязненной нефтью почвы, содержащей 30% отработанного кизельгура.

Результаты проведенного эксперимента свидетельствуют, что добавление к черноземной среднесуглинистой почве отработанного кизельгура существенно увеличивает ее инвертазную активность, особенно интенсивно этот показатель возрастает к концу третьего месяца эксперимента. В течение всего эксперимента инвертазная активность черноземной среднесуглинистой почвы

больше всего возрастает при внесении 20%, меньше всего – при добавлении 30% отработанного кизельгура. Активность инвертазы всех опытных образцов почвы постепенно увеличивается в течение всего периода наблюдений.

## ВЫВОДЫ

Результаты проведенного эксперимента позволяют сделать следующие выводы:

1. Загрязнение черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы нефтью в массовом соотношении 50 г/кг увеличивает ее каталазную и снижает инвертазную активность.

2. Внесение отработанного кизельгура увеличивают биологическую активность нефтезагрязненной черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы.

3. Добавление отработанного кизельгура больше влияет на инвертазную, чем на каталазную активность загрязненной нефтью черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы.

4. Каталаязная активность нефтезагрязненной черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы максимально увеличивается более, чем на 45%, по сравнению с контрольной, загрязненной нефтью почвой, во второй половине первого месяца эксперимента при добавлении 20% кизельгурового осадка.

5. Инвертазная активность нефтезагрязненной черноземной оподзоленной среднесуглинистой почвы максимально увеличивается более, чем в 12 раз, по сравнению с контрольной, загрязненной нефтью почвой, к концу третьего месяца эксперимента при добавлении 20% отработанного кизельгура.

6. Отработанный кизельгур может быть использован в качестве рекультиванта нефтезагрязненной почвы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Margesin R., Zimmerbauer A., Schinner F. Monitoring of bioremediation by soil biological activities // *Chemosphere*. 2000. V. 40. P. 339-346.
2. Другов Ю.С., Родин А.А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов. М., 2007. 270 с.
3. Хазиев Ф.Х. Тишкина Е.И. Киреева Н.А. Кузяметов Г.Г. Влияние нефтяного загрязнения на некоторые компоненты агроэкосистемы // *Агрохимия*. 1988, N 2. С.56-61.
4. Винаров А.Ю., Дирина Е.Н., Челноков В.В. Биодобавки для роста растений и рекультивации почв. Экспертный подход к выбору и применению. М., 2006. 150 с.
5. Садыхов А. М., Алиев Н. Ш., Оруджалиев Ф. С. Основные направления рекультивации загрязненных нефтепромысловых земель в Азербайджане // *Азербайджанское нефтяное хозяйство*. 1986, № 10. С. 60-62.
6. Kiss S., Dragan-Bularda M., Pasca D. Enzymology of the recultivation of technogenic soils // *Adv. Agron*. 1989, V. 42. P. 229-278.
7. Russ W., Myrtel H., Meyer-Pittroff R., Babeck A. Kieselguhr sludge from the deep bed filtration of beverages as a source for silicon in the production of

- calcium silicate bricks // Journal of the European Ceramic Society. 2006, V. 26. P. 2547-2559.
8. *Franck J., Francois A.* Gestion des déchets spécifiques de la filière boissons // Bios (Fr.). 1994, V. 25, № 247. P. 27-37.
9. *Mustafin N.R., Aschmarin G.D.* Keramische Klinker auf der Basis von erdiger Kieselgur und industriellen Abfallstoffen // Keram. Z. 2006. № 2. S. 80-81.
10. *Hodenberg G.W.V., Sulke K., Rasp H., Gaudchau M.* Kieselgurensorgung auf landwirtschaftliche Flдchen // Brauwelt. 1987. B. 127, № 23. S. 1064-1066, 1068, 1077-1080.
11. *Bell W.* Verfahren zur Wertstoffgewinnung aus Kieselgurschlamm // Brauindustrie. 1992. B. 77, № 4. S. 315-317.
12. *Хазиев Ф.Х.* Методы почвенной энзимологии. М., 1990. 189 с.

## **INFLUENCE OF FULFILLED DIATOMITE ON BIOLOGICAL ACTIVITY OF PETROPOLLUTED CHERNOZEM SOIL**

© 2011 E.Yu. Rudenko

Samara State Technical University, Samara

Influence of the fulfilled diatomite formed at a beer filtration on biological activity of petropolluted chernozem soil is studied. In the oil-polluted chernozem soil the used diatomite changes more a catalase activity than an invertase one. The fulfilled diatomite can be applied to clear chernozem soil of oil.

**Keywords:** *diatomite, filtration, brewing waste, biological activity of soil, catalase, invertase, soil recultivation*