

Заключение

Фотоиндукция биосинтеза астаксантина клетками дрожжей *Ph. rhodozyma* может осуществляться периодическим способом. Такой способ освещения позволяет воспроизвести процесс культивирования продуцента астаксантина в промышленных масштабах, если применять выносные осветительные устройства различной конструкции, существенно экономить электроэнергию на освещение, необходимую для индукции каротиногенеза и использовать для культивирования стандартные промышленные биореакторы любой вместимости.

Литература

1. An G.H., Johnson E.A. (1990) Influence of light on growth and pigmentation of the yeast *Phaffia rhodozyma*. *Antonie Van Leeuwenhoek* 57: 91–103.
2. Vazquez M. (2001) Effect of the light on carotenoid profiles on *Xanthophyllomyces dendrorhous* strains (formerly *Phaffia rhodozyma*). *Food Technol Biotechnol* 39: 123–128.
3. Schmidt I. et al. *Biotechnological production of astaxanthin with Phaffia rhodozyma / Xanthophyllomyces dendrorhous / Applied Microbiology and Biotechnology*, Springer, 2010.

Подбор конструкции мешалки и режима перемешивания для аэрации нефтезагрязненной почвы

д.т.н. проф. Крамм Э.А., к.т.н. Заборская А.Ю.
Университет машиностроения
8-499-267-12-37, a.zaborskaia@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены данные исследований влияния аэрации посредством механического перемешивания на процесс биодegradации углеводов в почве. Предложены различные варианты перемешивающих устройств и режимов перемешивания.

Ключевые слова: биокомпостирование, нефтезагрязненная почва.

Основными факторами, влияющими на процесс биокомпостирования, являются источники питания, дисперсность частиц, влажность, структурно-механические свойства грунта, аэрация, перемешивание, рН [1].

Проведенные нами ранее эксперименты показали, что режим аэрации играет решающую роль в процессе биоокисления углеводов в почве [2].

Нами была разработана лабораторная установка (рисунок 1) для изучения процесса биодegradации нефтезагрязненного грунта в динамических условиях (в условиях механического перемешивания – аэрации). Биореактор 1 представляет собой цилиндрический аппарат на подвижной платформе, оснащенной динамометром 6 для измерения реактивного крутящего момента. Аппарат оснащен механическим регулируемым приводом (2) мешалки-аэратора 3 и измерительной аппаратурой.

Установка работает следующим образом. Реактор с загрузкой устанавливается на подвижную платформу, оборудованную упорным подшипниковым узлом и шкивом. Нить, связанная с электронным динамометром, помещается в ручей шкива таким образом, что при вращении мешалки усилие, связанное с её вращением фиксируется динамометром, а в дальнейшем пересчитывается в крутящий момент. Регулируемый привод позволяет варьировать скорость вращения мешалки, а также осуществлять прерывистые режимы.

Были испробованы 6 видов перемешивающих устройств: пропеллерная мешалка; скребковая мешалка; винтовая мешалка; мешалка тип I; мешалка тип II; мешалка тип III; мешалка тип IV.

Кроме непрерывного, нами исследованы «интерраптные» (прерывистые) режимы перемешивания. Так как при очистке почвы на месте загрязнения рыхление производят не постоянно, а около 2-х раз в неделю, мы предположили, что при обработке почвы в биореакто-

ре возможно чередование перемешивания с выстоем. Были исследованы режимы: 30 мин перемешивания – 30 мин выстоя; 1 час перемешивания – 1 час выстоя; 15 мин перемешивания – 15 мин выстоя; 15 мин перемешивания – 45 минут выстоя; постоянное перемешивание.

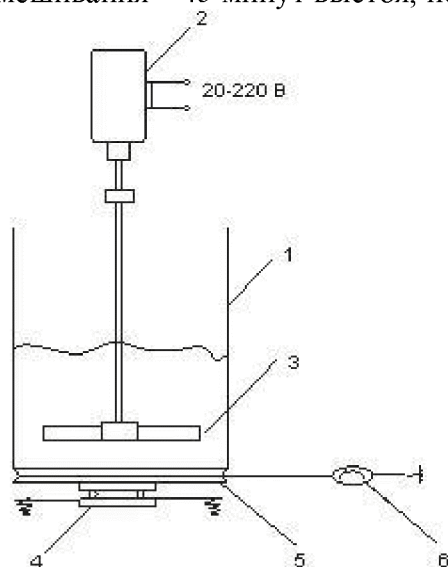


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки: 1 – реактор; 2 – регулируемый привод; 3 – мешалка-аэратор; 4 – упорный подшипник; 5 – шкив; 6 – электронный динамометр

Контрольные опыты осуществлялись в статическом режиме (без механического перемешивания - аэрации) путем размещения одинакового количества грунта в емкости, равной диаметру биореактора. Емкость находилась в тех же температурных условиях, что и биореактор.

Наибольшая разница скоростей потребления в статическом и динамическом режиме прослеживается до 20-ого часа и достигает 7-ми кратной величины. Опыты проводили в течение 48 часов.

Побочным эффектом использования пропеллерной мешалки в непрерывном режиме является грануляция почвы.

В процессе перемешивания пропеллерной мешалкой наблюдалась грануляция нефтезагрязненной почвы. В течение первых суток эксперимента гранулы начали образовываться через час после начала перемешивания. По истечении 8 часов гранулы от размера до 30 мм разрушались и истирались со временем до размера 1 мм и меньше. В «интерраптных» режимах перемешивания грануляция наблюдалась в меньшей степени.

Применение скребковой мешалки не способствовало ускорению процесса биodeградации парафина, хотя при ее использовании было устранено налипание почвы на стенки аппарата. Эта мешалка перемешивала те слои, куда так или иначе не проникает воздух, она расположена ниже других и не сообщает эти слои с атмосферой.

Применение винтовой мешалки (осевое движение материала сверху вниз) не привело к ускорению процесса биodeградации.

Наибольший интерес с точки зрения аэрации нефтезагрязненного грунта представляют гребковые мешалки-аэраторы (рисунок 2) [3].

В опытах с визуализацией потоков перемешиваемого грунта с использованием цветных частиц – маркеров было отмечено, что высокая кратность циркуляции грунта способствует его аэрации и, соответственно, активизирует биоремедиацию. Стало ясно, что биodeградация связана не столько с перемешиванием, сколько с аэрацией почвы. В соответствии с этим были разработаны и изготовлены гребковые мешалки – аэраторы, представляющие собой наборы неравномерно закрепленных на вращающихся траверсах вертикальных тонких штырей.

При вращении гребковой мешалки штыри, следуя круговым траекториям, оставляют в почве цилиндрические каналы, по которым атмосферный воздух проникает во внутренние слои грунта. Эти динамические каналы постоянно засыпаются новыми порциями грунта и вновь возобновляются с очередным оборотом вала привода. Последующие испытания гребковых мешалок показали их высокую эффективность.

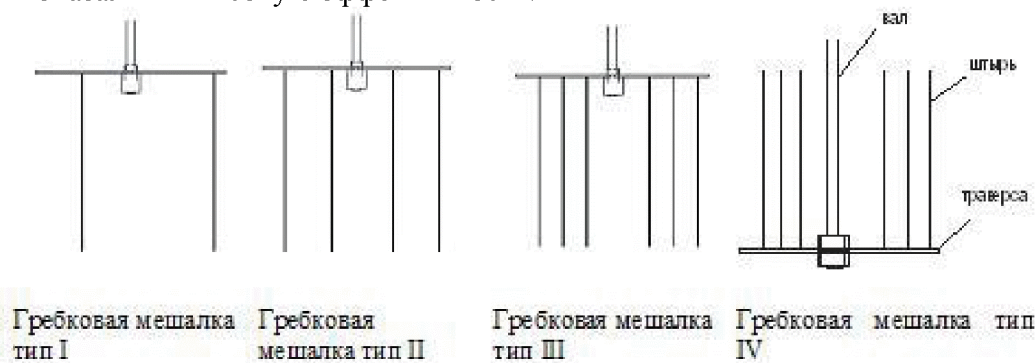


Рисунок 2 – Гребковые мешалки

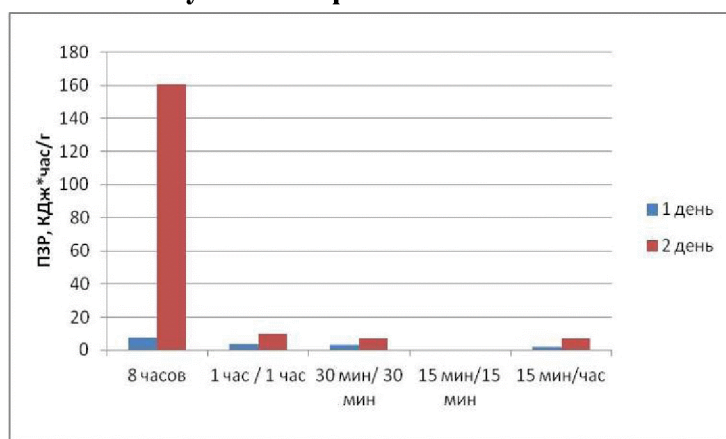


Рисунок 3 – Среднее значение показателя затратности ремедиации за 8 часов для пропеллерной мешалки

Перемешивание почвы с помощью гребковой мешалки тип IV приводит к большему снижению концентрации парафина в почве относительно контроля при любом из рассмотренных режимов. Недостаток применения мешалки со штырями вверх заключается в том, что почва уплотняется траверсой мешалки и налипает на стенки и дно аппарата. Мощность со временем в большинстве случаев уменьшается.

Мешалка типа II положительно влияла на процесс биodeградации парафина. Мешалка тип I приводила к незначительному снижению концентрации углеводородов в почве.

Применение различных перемешивающих устройств и режимов перемешивания ускорило процесс биodeградации углеводородов в различной степени и приводило к различным энергетическим затратам. Поэтому был рассчитан показатель затратности ремедиации (ПЗР), включающий в себя как скорость процесса биоокисления углеводородов, так и энергозатраты на перемешивание. Выбирая наименьшие значения ПЗР, можно выбрать наиболее энергоэффективные режимы перемешивания и перемешивающие устройства.

Значение ПЗР для гребковой мешалки тип I со смещением штырей к центру сопоставимо с прерывистыми режимами гребковых мешалок.

Значительное снижение ПЗР при использовании гребковой мешалки тип I со смещением штырей к центру по сравнению с двумя другими вариантами можно объяснить тем, что при перемещении штырей от края параллельно валу перемешивающего устройства, как и при постоянном их расположении, не происходит равномерной аэрации почвы.

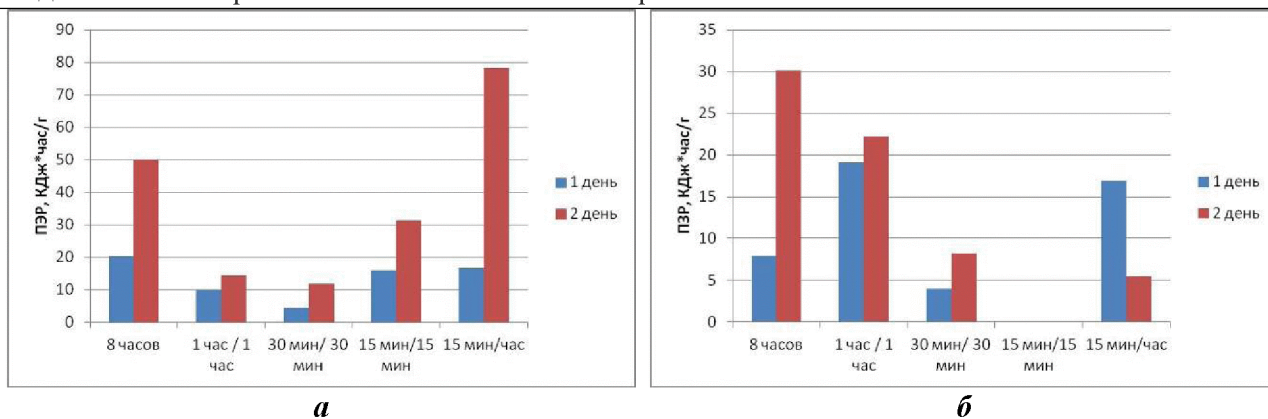


Рисунок 4 – Среднее значение показателя затратности ремедиации за 8 часов для мешалки типа IV (а) и мешалки типа III (б)

Результаты и выводы

Таким образом:

- обработка почвы с помощью мешалок и мешалок-аэраторов эффективна только в течение первых суток;
- постоянный режим динамического воздействия на загрязненную почву почти всегда менее выгоден, чем прерывистые режимы;
- максимально эффективны гребковые мешалки-аэраторы в прерывистых режимах;
- применение гребковой мешалки тип I со сменой положения штырей позволяет значительно снизить затраты энергии и повысить эффективность процесса биологического окисления углеводов в почве.

Литература

1. Бирюков В.В. Технология и установки для биоремедиации поверхностных и подземных загрязнений / Материалы Пятого Московского международного конгресса (Москва, 16-20 марта, 2009г.) М.: ЗАО «Экспо-биохим-технологии», РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009 – часть 2, с. 164.
2. Заборская А.Ю., Крамм Э.А., Кустова Н.А. Изучение влияния структураторов на процесс биоремедиации нефтезагрязненных почв / Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, 2011/1, с. 10-13
3. Zaborskaya A., Kramm E., Kustova N. Influence of dynamic action on biodegradation of hydrocarbons in soil / Environmental engineering selected papers, Vilnius, Lithuania, May 19-20, 2011, VGTU Press «Technika», 2011 – с. 457-460.

Изучение рабочих характеристик комбинированной насадки для процессов очистки газов в биофильтрах

Митин А.К., к.б.н. Загустина Н.А.* , к.т.н. проф. Николайкина Н. Е., к.т.н. Пушнов А.С.

Университет машиностроения

89261092878, smith-debryansk@mail.ru

**Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН*

8(499)952-02-43, 8(499)267-07-97, pushnovas@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрен процесс очистки газов от токсичных органических соединений в биофильтре. Предложен новый тип комбинированной насадки и приведены результаты экспериментальных исследований ее работы. Даны рекомендации по использованию комбинированной насадки в биофильтрах.

Ключевые слова: биофильтр, биокатализатор, комбинированная насадка, гидравлическое сопротивление, микроорганизмы, эффективность.