

Из полученных данных следует, что способ упаковки носителя мало влияет на количество удерживаемой клеточной массы. Волокнистый носитель отличается невысоким газодержанием при большой плотности упаковки, что имеет важное значение для производства. Газонаполнение биореактора при линейном и жгутовом расположении волокнистого носителя не превышает 10%. По величине газодержания менее предпочтительной является насадка типа "ерш".

Выводы

Синтетическое волокно нитрон обладает высокой сорбционной емкостью по отношению к клеткам дрожжей - продуцентов этанола. Процесс иммобилизации протекает более эффективно в кислой среде (рН 4). Иммобилизация клеток на волокне способствует повышению продукции этанола. Для промышленных биореакторов предпочтительным является линейное расположение волокна в вертикальных слоях с плотностью упаковки до 30 кг/м³.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стебакова С.А., Ручай Н.С. Сбраживание гидролизного сусла иммобилизованной культурой дрожжей // Труды БТИ. Сер. 4. 1993. -С.25-29.
2. Jsoutsas Gh., Kapellaki Ju., Psarianos C A mineral supports for the promoution of ethanol fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*./J.Ferment. Technol.-1990.-V.69.-N2.-P.93-97.

УДК 573.6.086.83;663.1

Т.И.Сокольчик, ст.лаб.;

Е.В.Усова, студ.;

В.Н.Леонтьев, доцент

СКРИНИНГ И ХАРАКТЕРИСТИКА

УГЛЕВОДОРОДОКИСЛЯЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ

For about 60 hydrocarbon oxidazing strains of microorganizms were got from environment. Selection of 16 from them based on cytochrom P-450 content was made. Different comparative content of cytochrom P-450 concludes about the different mechanizms of hydrocarbon oxidation.

Отличительной особенностью микробиологического окисления является ферментативная активация молекулярного кислорода с последующим включением его атомов в молекулы органических суб-

стратов [1]. Ключевым звеном в окислении углеводов служит монооксигеназная система, основным компонентом которой является гемопротеид цитохром Р-450 [2].

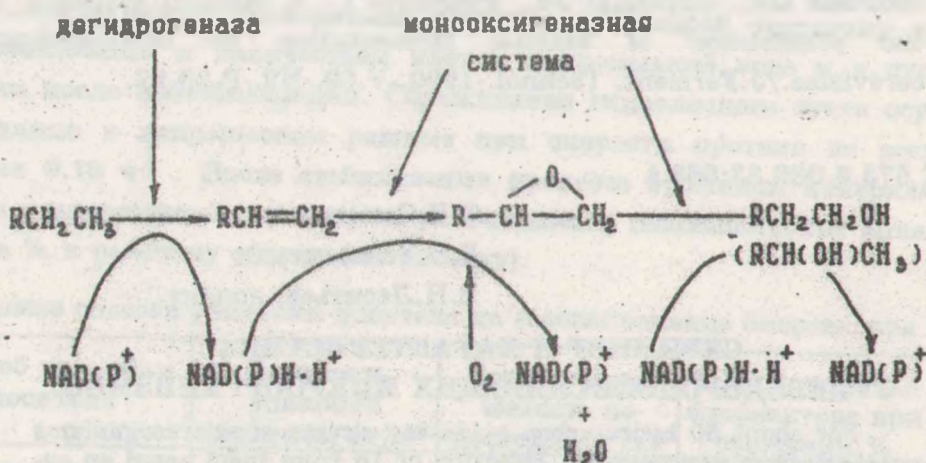
Механизм функционирования монооксигеназной системы хорошо изучен для животных клеток [3].

И существует целый ряд доказательств того, что в микромире монооксигеназная система функционирует аналогичным образом [2]. Однако известны 3 различных механизма первичной атаки молекулы *n*-алкана при окислении микроорганизмами:

- гидроксилирование с помощью оксигеназной системы;
- дегидрирование до соответствующих алкенов-1 с последующей их гидратацией;
- свободнорадикальное окисление с образованием гидроперекисей, далее восстанавливающихся до спиртов.

При функционировании механизма дегидрирования (схема 1) *n*-алканы сначала восстанавливаются специфической NAD(P)-зависимой дегидрогеназой до алкенов-1, а последние под действием монооксигеназной системы превращаются в спирты через эпоксиды [1]. Причем, если в качестве второго субстрата используются алкены-1, то эпоксиды накапливаются внеклеточно [1].

Схема 1



Круг микроорганизмов, синтезирующих эпоксиды, очень широк. К ним относятся представители родов *Rhodococcus* [4], *Mycobacterium*, *Corynebacterium*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Brevibacterium*, *Methylococcus*, *Nocardia* [5]. Имеются данные о том, что метанутилизирующие бактерии способны окислять до спиртов и эпоксидов

только газообразные алканы и алкены, тогда как микроорганизмы *Pseudomonas aeruginosa* и *Pseudomonas oleovorans* окисляют до эпоксидов ненасыщенные углеводороды $C_6 - C_{12}$, но не окисляют газообразные углеводороды [6].

Одновременное присутствие субстратов гидроксилирования (н-алкан) и эпоксидирования (алкен-1) приводит к образованию обоих продуктов (спирта и эпоксида), но с меньшим выходом, чем при отдельном использовании субстратов, что свидетельствует о том, что оба процесса осуществляются на одной и той же монооксигеназной ферментной системе [6].

Известно, что Cyt P-450 - ключевой фермент этой системы - является индуцибельным [6], поэтому окисляющие углеводороды микроорганизмы отбирали по содержанию Cyt P-450 в клетках. Для чего использовали хорошо отработанную методику определения Cyt P-450 в микросомах печени млекопитающих [7].

Из проб почвы, загрязненных нефтепродуктами, было выделено 60 штаммов микроорганизмов, использующих в качестве единственного источника углерода и энергии гексан или бензол. Из них 16 штаммов было проверено на содержание Cyt P-450. Для получения необходимого для измерения количества биомассы клетки культивировали в периодических условиях при 30°C с аэрацией в течение 4 ч на синтетической среде с углеводородами в качестве источников углерода и дрожжевым экстрактом источником ростовых факторов. После чего клетки отделяли центрифугированием и переносили в физиологический раствор (0,8%-ный раствор NaCl) с 0,003% твина 20.

Содержание цитохрома P-450 определяли методом дифференциальной спектроскопии в 2 мм кюветах на спектрофотометре Specord M-40; общее содержание белка в пробах определяли методом Варбурга-Христиана [8].

Результаты измерения удельного содержания цитохрома P-450 представлены в таблице.

Особенности выделенных штаммов микроорганизмов

Штамм*	Форма клеток	Общее содержание белка, мг/мл	Удельное содержание Cyt b_5 , нмоль/мг белка	Удельное содержание Cyt P-450, нмоль/мг белка
1	2	3	4	5
16	палочки	5,50	0,0166	0,0400

Окончание таблицы

1	2	3	4	5
6	кокки	5,20	0,0293	-
5	палочки	6,43	0,0071	-
15	кокки	4,84	0,0126	-
14	палочки	6,78	0,0270	0,0243
1	палочки	3,56	0,0470	-
8	палочки	8,20	0,0056	-
18	палочки	2,83	0,0431	0,0777
11	кокки	4,68	0,0326	-
4	короткие палочки	7,07	0,0366	-
10	палочки	-	-	-
8-1-0	кокки	1,50	0,0763	0,0550
19-0	кокки	6,69	0,0148	0,0200
17-0	кокки	2,25	0,0135	0,0366
2-0	кокки	7,63	0,0050	0,0140
7-2-0	кокки	-	-	-

* Все указанные штаммы являются грамотрицательными бактериями и способны утилизировать метанол, в связи с чем их можно отнести к группе метилотрофов;

** Прочерки свидетельствуют о невозможности определения содержания Сyt P-450.

Все выделенные микроорганизмы способны утилизировать как гексан, так и бензол, причем интенсивность их роста одинакова и практически не зависит от источника углерода. Вместе с тем разные штаммы микроорганизмов сильно отличаются по удельному содержанию как цитохрома b_5 , так и цитохрома P-450. Очевидно, это должно объясняться различием механизмов первичной атаки углеводов при их окислении микроорганизмами. Выяснение связи между удельным содержанием цитохрома P-450 и механизмами первичной атаки углеводов явится предметом наших дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безбородов А.М. Биотехнология продуктов микробного синтеза.- М., 1991.- С.110-130.

2. Wiseman A., King D.G. Microbial oxygenases - and their potential application.//Top.Enzyme and Ferment. Biotechnol.-1982.-Vol.6.-P.151-206.
3. Мецлер Д. Биохимия.-М., 1980.-Т.2.-С.444.
4. Woods N.R., Murell J.C. Epoxidation of gaseous alkenes by a Rhodococcus sp.//Biotechnol.Lett.-1990.-Vol.12, N 6.-P.409-414.
5. Furuhashi Keizo. A fermentation process for the production of optically active epoxides.//CEER.Chem.Econ.and Eng.Rev.-1986.-Vol.18, N 7-8.-P.21-26.
6. Ching-Tsang Hou, Ramesh N.Patel, Allen I.Laskin. Microbiological epoxidation process.//Патент США N 4347319, С.А., 1980.-V.67:44368 W.
7. Современные методы в биохимии /Под ред.В.Н.Ореховича.-М., 1977.-С.60-62.
8. Практическая химия белка /Под ред.А.Дарбре.-М., 1989.-С.300-301.

УДК 628.163.067

Н.В.Черная, ст.н.сотр;
В.Л.Колесников, профессор;
Г.С.Гридюшко, ст.н.сотр.;
Г.Т.Эмелло, мл.н.сотр.;
В.Н.Марцуль, ст.н.сотр.

ИНТЕСИФИКАЦИЯ И ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД г.МИНСКА

Polielectrolites could be used for coagulation of the misro-
geterogain systems.

Типовым решением проблемы водоотделения для большинства предприятий химико-лесного комплекса является объединение промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод в один канализационный коллектор, по которому вода поступает на биологическую очистку. Поэтому в качестве центральной проблемы очистки сточных вод выступает проблема разделения микрогетерогенных систем, дисперсной фазой которых являются частицы активного ила с адсорбированными на их поверхности разнородными, разновеликими и разнотенциальными элементами загрязняющих веществ, а дисперсионной средой - вода. Проблема связана с термодинамической устойчивостью системы вследствие большого сродства поверхности раздела