

УДК 663.18

Уханова А.А., Со Вин Мьинт, Градова Н.Б., Клушин В.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОРБЕНТА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВ КОКОСА, В ТЕХНОЛОГИИ БИОМИНЕРАЛИЗАЦИИ**Уханова Александра Анатольевна**, студентка 4 курса факультета биотехнологии и промышленной экологии; **Со Вин Мьинт**, аспирант кафедры промышленной экологии, разработчик активного угля;**Градова Нина Борисовна**, доктор биологических наук, профессор;**Клушин Виталий Николаевич**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры промышленной экологии, e-mail: klouch@mail.ru;Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

Сопоставимы ли между собой понятия «биоминерализация» и «микроорганизмы»? Технология биоминерализации в настоящее время – перспективное направление в науке. Использование сорбента в данной технологии решает несколько важных проблем: с одной стороны - переработка оболочек плодов кокосовых пальм на углеродные адсорбенты сокращает образование многотоннажных отходов, с другой стороны - сорбент выступает в роли защитного барьера для бактерий от агрессивной среды бетона, а значит, технологию биоминерализации можно считать настоящим прорывом в строительных технологиях.

Ключевые слова: биоминерализация, сорбент, уробактерии, иммобилизация.**RESEARCH ABOUT THE FEASIBILITY OF USING THE SORBENT, OBTAINED FROM COCONUT WASTE, IN BIOMINERALIZATION TECHNOLOGY**

Ukhanova A.A., Saw Win Myint, Gradova N.B., Klushin V.N.

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

Are terms «biomineralization» and «microorganisms» comparable? Biomineralization technology today is a promising trend in science. Usage as sorbent in this technology solves several important problems: on the one hand - processing of coconut on carbon adsorbents reduces the formation of large-tonnage waste, on the other hand- the sorbent acts as a protective barrier for bacteria from the aggressive environment of concrete, and thus the biomineralization technology can be considered as a breakthrough in building technology.

Keywords: biomineralisation, sorbent, Uro-bacteria, immobilization.

Объектом исследования является штамм *Bacillus sphaericus* - палочковидные строго аэробные грамположительные спорообразующие уробактерии.

Целью работы явилось сравнение эффективности уже изученных сорбентов с активным углем, полученным на кафедре промышленной экологии в РХТУ им. Менделеева при переработке скорлупы плодов кокосовых пальм, при его использовании в технологии биоминерализации.

Биоминерализация – процесс, в ходе которого организмом осуществляется внеклеточное химическое осаждение минеральных фаз [1]. Бактерии рода *Bacillus* используются в качестве агента для биологического производства минералов на основе карбоната кальция. Исследования показали, что бактерии способны выделять CaCO₃ внутри трещин бетона, находясь в иммобилизованном состоянии. Высокое значение pH бетона препятствует росту бактерий, использование сорбента в данной технологии служит защитой микроорганизмов от агрессивной щелочной среды [2].

Исследование динамики роста и функциональной активности микроорганизмов на жидкой питательной среде

Состав жидких питательных сред

1) L-бульон (г/л): глюкоза – 20; дрожжевой экстракт – 5; пептон – 10; NaCl – 2; водопроводная вода – 1000 мл.

2) Среда Кристенсена (г/л): глюкоза – 1; пептон – 1; NaCl – 5; KH₂PO₄ – 2; мочевины – 20; водопроводная вода – 1000 мл.

3) Среда Дика (г/л): пептон – 3; NaHCO₃ – 2,12; мочевины – 10; водопроводная вода – 1000 мл.

Все среды стерилизовали при 0,5 атм. в течение 30 минут.

Для исследования динамики роста культуры были измерены значения оптической плотности (D₀), для исследования функциональной активности культуры измерялись значения pH в течение суток для каждой питательной среды. Результаты приведены в табл.1 и на рис.1:

Табл.1. Активность роста (D₀) и уреазная активность (pH) *Bacillus sphaericus* при культивировании на разных питательных средах

Измеряемый параметр	L-бульон	Ср.Кристенсена	Ср.Дика
pH (контрольный)	6,3	6,17	8,92
pH ₀	6,3	6,13	8,92
D ₀	0,075	0,065	0,065
pH ₁	5,83	6,08	8,84
D ₁	0,56	0,128	0,055
pH ₂	5,87	5,81	8,76
D ₂	1,75	0,15	0,1

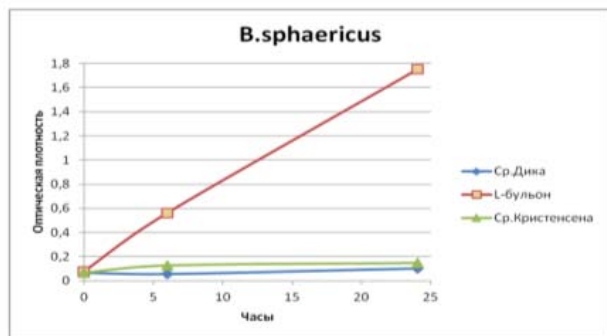


Рис.1. Сравнение активности роста культуры *B.sphaericus* в различных жидких питательных средах

Результаты показали, что наибольшая активность роста проявлялась в среде L-бульон.

Для исследования степени сорбции уробактерий проводилась иммобилизация на сорбентах активный уголь, торфяной сорбент «Норд» и перлит. Для определения числа иммобилизованных на сорбенте клеток, проводился подсчет колоний культуры *Bacillus sphaericus* до и после иммобилизации. Опыт показал, что количество клеток до иммобилизации $M_{(до\ иммоб.)}$ составляло $2,3 \cdot 10^8$.

Степень сорбции клеток на сорбентах представлена в табл.2:

Табл.2. Степень сорбции клеток на сорбентах (культивирование уробактерий в жидкой питательной среде)

Среда/сорбент	Процент иммобилизованных клеток, %
Среда Дика, торфяной сорбент	91,3
Среда Кристенсена, активный уголь	90,6
Среда Дика, активный уголь	96,7

Исследование показало, что наибольшая степень сорбции наблюдалась при культивировании уробактерий в среде Дика и иммобилизации клеток на активном угле.

Степень сорбции уробактерий, культивированных на твердой питательной среде, представлена в табл.3:

Табл.3. Степень сорбции клеток на сорбентах (культивирование уробактерий на твердой питательной среде)

Сорбент	Процент иммобилизованных клеток, %
Активный уголь	98,2
Торфяной сорбент	98,6
Перлит	89,5

При культивировании уробактерий на твердых питательных средах наибольшая степень сорбции наблюдалась при использовании торфяного сорбента «Норд» и активного угля.

Сравнивая два опыта можно заметить, что при выращивании культуры на твердых питательных средах иммобилизация проходит лучше, чем в жидких средах. Клетки, выращенные на твердой питательной среде, обладают более высокой адсорбционной способностью. По результатам проведения опытов на жидких и твердых питательных средах наиболее эффективным сорбентом оказался активный уголь.

Исследование жизнеспособности иммобилизованных микроорганизмов при разных сроках хранения высушенного сорбента.

Опыт проводился на протяжении 2 месяцев. Для исследования жизнеспособности уробактерий была измерена функциональная активность (рН) спустя 14 дней, 1 месяц и 2 месяца от начала эксперимента. В качестве сорбентов были использованы: активный уголь, диатомит, целлюлоза и трепел.

Функциональная активность иммобилизованных уробактерий представлена на рис. 2 и в табл. 4:

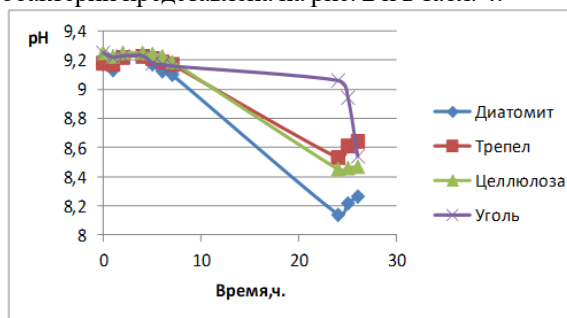


Рис.2. Функциональная активность иммобилизованных микроорганизмов спустя 2 месяца от начала эксперимента

Результаты показали, что спустя 2 месяца от начала опыта наблюдалась высокая степень сорбции уробактерий на всех сорбентах. Наибольшая степень сорбции наблюдалась при иммобилизации клеток на активном угле.

Табл.4. Функциональная активность (рН) микроорганизмов спустя 2 месяца хранения высушенных сорбентов с иммобилизованными на них клетками

Сорбент	Диатомит	Трепел	Целлюлоза	Уголь
0	9,17	9,18	9,25	9,25
1	9,13	9,17	9,23	9,22
2	9,22	9,22	9,25	9,23
4	9,23	9,23	9,25	9,23
5	9,17	9,21	9,24	9,18
6	9,12	9,19	9,23	9,17
7	9,10	9,17	9,19	9,16
24	8,14	8,53	8,45	9,06
25	8,22	8,61	8,46	8,94
26	8,26	8,64	8,47	8,54

Исследование показало, что сохранение функциональной активности уробактерий наблюдается на всех сорбентах в течение 2 месяцев, однако, на активных углях в большей степени. Данный сорбент является эффективным носителем для иммобилизованных клеток и позволяет длительно сохранять их жизнеспособность. Результат настоящего исследования является научной основой для разработки технологии получения препарата для биоминерализации на основе активного угля.

Список литературы

1. Navdeep Kaur Dharmi, Sudhakara M. Reddy, Abhijit M. Biofilm and Microbial Applications in Biomaterialized Concrete. - Thapar University, Patiala, India, 2003.
2. Stocks-Fischer S., Galinat J. K., Bang S. S. Microbiological precipitation of CaCO_3 //Soil Biology and Biochemistry. – 1999. – Т. 31. – №. 11. – С. 1563-1571.