

ISSN 0453-8307

# **ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ**

**ХVІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ  
УЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ  
(14 квітня 2017 р.)**

**Збірник наукових праць  
Секція 2: «Теплофізика, теплоенергетика, наноматеріали та  
нанотехнології»**



ОДЕСА 2017

**УДК 547; 37.022**

**Еколого-енергетичні проблеми сучасності / Збірник наукових праць всеукраїнської науково - технічної конференції молодих учених та студентів. Одеса, 14 квітня 2017 р. – Одеса, Видавництво ОНАХТ, - 2017р. – 77 с.**

Збірник включає наукові праці учасників, що об'єднані по темам: теплофізичні проблеми в різних галузях науки і техніки; енергетика і енергозбереження в сучасних виробництвах.

Матеріали подано українською, російською та англійською мовами.

ISSN 0453-8307 © Одеська національна академія харчових технологій

## БИОКОНВЕРСИЯ СМЕШАННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В МИКРОБНЫЙ ЭКЗОПОЛИСАХАРИД ЭТАПОЛАН

Вороненко А.А., Ивахнюк Н.А.

Национальный университет пищевых технологий

Мировое производство масел составляет около 2,5–3 млн. т [1]. На предприятиях, перерабатывающих растительное сырье для получения масел, образуется значительные объемы отходов. Кроме того, ежедневно увеличивается количество заведений быстрого питания, в которых пережаренное масло является основным побочным продуктом. Выбросы таких отходов в окружающую среду в большинстве стран мира не регламентируются, а химическое обезвреживание является экономически нецелесообразным. Отметим, что цены на пережаренное масло в Украине остаются невысокими (не выше 10 грн/л), однако предложение существенно превышает спрос.

Пережаренное масло может использоваться для получения газообразного водорода, пиролизических масел, резин, генерации электроэнергии, откорма скота [2], но наиболее распространенный способ его утилизации – применение для получения биодизеля [3]. Несмотря на экологические преимущества, данная технология имеет ряд недостатков: высокая стоимость процесса, образование побочного продукта (глицерина), короткий срок годности биотоплива [3]. Более выгодным методом утилизации отработанных масел является использование их в качестве субстрата для получения продуктов микробного синтеза, в том числе и экзополисахаридов (ЭПС) – высокомолекулярных экзогенных метаболитов углеводной природы, способных к гелеобразованию и изменению реологических характеристик водных систем [4].

В предыдущих работах нами установлена возможность синтеза мультифункционального полисахарида этаполана (продуцент *Acinetobacter* sp. ИМВ В–7005) на рафинированном и отработанном подсолнечном масле [3, 5].

Одним из подходов для интенсификации технологий микробного синтеза является культивирование продуцента на смеси ростовых субстратов [4].

В связи с изложенным выше цель данной работы – установить условия культивирования *Acinetobacter* sp. ИМВ В–7005, обеспечивающие максимальные показатели синтеза этаполана на смеси рафинированного подсолнечного масла и мелассы, с последующей заменой такого масла на отработанное.

Штамм ИМВ В-7005 выращивали в жидкой минеральной среде, содержащей в качестве источника углерода смесь подсолнечного масла (0,4-2,0 % по объему) и мелассы (1,0-2,0 % по углеводам). В одном из вариантов рафинированное масло заменяли на различные типы отработанного: после жарки мяса, картофеля, овощей и смешанного (после жарки мяса, картофеля, лука и сыра). Посевной материал выращивали в среде с моносубстратами мелассой, рафинированным и отработанным маслом в концентрации 0,5 %. Культивирование осуществляли в колбах (750 мл) с 100 мл среды на качалке (320 об/мин) при 30 °С в течении 120 ч.

Концентрацию биомассы определяли по оптической плотности клеточной суспензии с последующим пересчетом на сухую биомассу в соответствии с калибровочным графиком. Количество синтезированного этаполана определяли весовым методом после осаждения изопропанолом. ЭПС-синтезирующую способность рассчитывали как отношение концентрации ЭПС к концентрации биомассы и выражали в г ЭПС/г биомассы.

Определение энергетических затрат на синтез этаполана и биомассы из сахарозы осуществляли, как описано в работе [4]. Генерацию энергии при катаболизме линолевой та олеиновой кислот рассчитывали на основе информации о β-окислении жирных кислот [6], а

также данных об активности ферментов цикла Кребса, глиоксилатного цикла и глюконеогенеза у штамма *Acinetobacter* sp. ИМВ В-7005 [4].

На первом этапе работы рассчитывали соотношение концентраций энергетически-дефицитного (сахароза) и энергетически-избыточного (подсолнечное масло) субстратов при выращивании штамма ИМВ В-7005 на их смеси. Расчеты показали, что молярное соотношение сахарозы и подсолнечного масла в среде должно составлять 1:0,9.

Дальнейшее исследование показали, что наиболее высокие показатели синтеза (концентрация синтезированных ЭПС 8,8 г/л, ЭПС-синтезирующая способность 2,8 г ЭПС/ г биомассы) наблюдались при молярном соотношении моносубстратов в смеси 1:1,1, максимально приближенном к теоретически рассчитанному (1:0,9).

Повышение концентраций моносубстратов в смеси (до 1,5 %) при соблюдении оптимального молярного соотношения позволило повысить количество синтезированного этаполана и ЭПС-синтезирующую способность в 1,2 и 1,3 раза соответственно. При дальнейшем повышении концентраций моносубстратов в смеси показатели синтеза снижались.

На следующем этапе работе исследовали возможность замены рафинированного масла на отработанное в смеси с мелассой для биосинтеза этаполана.

Установлено, что независимо от природы источника углерода (меласса, различные типы пережаренного масла) в среде для получения инокулята и типа отработанного масла в смеси с мелассой, концентрация синтезированного полисахарида (10-14 г/л) была такой же, как и при использовании смеси мелассы и рафинированного субстрата (10-12,5 г/л). При этом наиболее высокие показатели синтеза (концентрация синтезированных ЭПС до 14 г/л, ЭПС-синтезирующая способность 3,5 г ЭПС/ г биомассы) наблюдались при использовании для получения посевного материала и биосинтеза ЭПС смешанного отработанного масла.

Таким образом, в ходе проведенной работы установлена оптимальная молярная концентрация мелассы и масла в смеси (1:1,1); и продемонстрирована возможность замены рафинированного масла на различные типы отработанного (после жарки картофеля, мяса, овощей и смешанное), что позволяет не только существенно снизить стоимость целевого продукта, но и утилизировать токсичное пережаренное масло.

Полученные результаты являются основой для разработки универсальной технологии получения этаполана на смеси промышленных отходов (отработанное масло и меласса), независимой от типа и поставщика отработанного масла.

1. *Dumont M.J., Narine S.S.* Soapstock and deodorizer distillates from North American vegetable oils: Review on their characterization, extraction and utilization. // *Food Res. International.* – 2007. – Vol. 40, № 8, pp. 957–974.

2. *Panadare D.C., Rathod V.K.* Applications of waste cooking oil other than biodiesel: A review // *Iran. J. Chem. Eng.* – 2015. – Vol. 12, № 3. – p. 55-76.

3. *Ivakhniuk M., Pirog T.* Intensification of microbial exopolysaccharide ethapolan synthesis under *Acinetobacter* sp. IMV B-7005 cultivation on sunflower oil // *Ukrainian Journal of Food Science.* – 2014. – Vol. 2, № 1. – p. 52-57.

4. *Подгорский В.С., Иутинская Г.А., Пирог Т.П.* Интенсификация технологий микробного синтеза. – К.: Наук. думка, 2010. – 327 с.

5. *Pirog T.P., Ivakhniuk M.O., Voronenko A.A.* Exopolysaccharides synthesis on industrial waste // *Biotechnologia Acta.* – 2016. – Vol. 9, № 2. – p. 7-18.

6. *Ratledge C.* Biodegradation of oils, fats and fatty acids. In: *Biochemistry of microbial degradation.* – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994. – 590 p.

*Пирог Т.П., д.б.н., профессор, Национальный университет пищевых технологий*

## ГЛОСАРІЙ

<i>Андерсон О.Ю.</i>	3	<i>Мауогана Е.І.</i>	9
<i>Артёменкова В. О.</i>	4	<i>Макеева Е.Н.</i>	50
<i>Артюхов В.М.</i>	52	<i>Мандрійчук О.М.</i>	59
<i>Бабой Є.О.</i>	6	<i>Манойло Є.В.</i>	16
<i>Бондаренко А.А.</i>	7	<i>Мансарлійський О.М.</i>	38
<i>Вілаіко Үи</i>	9	<i>Мацько Б.С.</i>	41
<i>Варвонець М. Д.</i>	11	<i>Мукминов И.И.</i>	43,20,18
<i>Вороненко А.А.</i>	13	<i>Нижніков А.А.</i>	44
<i>Вороненко Ю. Є.</i>	15	<i>Никитин И.Ю.</i>	46
<i>Годунов П. А.</i>	17	<i>Николаев И.А.</i>	48
<i>Грубнік А.О.</i>	18	<i>Овсянник А.В.</i>	50
<i>Григор'єв О. А.</i>	20	<i>Павлів Л.В.</i>	52
<i>Далицинська Л.С.</i>	21	<i>Петрик А.А.</i>	53
<i>Іванов В.В.</i>	22	<i>Радуш М.С.</i>	54,*
<i>Іванов С. С.</i>	24	<i>Радуш Д.С.</i>	55
<i>Івахнюк Н.А</i>	13	<i>Рудкевич І.В.</i>	57
<i>Жуков Р.О.</i>	25	<i>Руденок М.В.</i>	59
<i>Заяц А.С.</i>	27	<i>Саянная Я.Ю.</i>	60
<i>Калинин Е.А.</i>	48	<i>Солодка А.В.</i>	62
<i>Кньшук А.В.</i>	43,20	<i>Тодосенко А.В.</i>	64
<i>Koval I.Z.</i>	29	<i>Трошев Д.С.</i>	65
<i>Ковтуненко Л.І.</i>	30	<i>Үakibouski S.F.</i>	9
<i>Козловская И.Ю.</i>	31	<i>Філіпенко О.О.</i>	67
<i>Колесниченко Н.А.</i>	32	<i>Чернов А.А.</i>	69
<i>Красінько В.О.</i>	57	<i>Чорнокінь Е.О.</i>	70
<i>Левицька О.Г.</i>	36	<i>Шаповал І.О.</i>	59
<i>Лукьянова А.С.</i>	22,55	<i>Шкоропато М.С.</i>	7
<i>Лисянская М.В.</i>	34	<i>Шостік Д.І.</i>	71
<i>Ляшенко К.І.</i>	71	<i>Yunoshev N.</i>	73
<i>Магурян Н. С.</i>	36		

**ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ  
ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ**

**ХVІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ УЧЕНИХ ТА  
СТУДЕНТІВ  
(14 квітня 2017 р.)**

**Збірник наукових праць  
Секція 2: «Теплофізика, теплоенергетика, наноматеріали та  
нанотехнології»**

НТБ ОНАХТ

Підписано до друку 12.04.2017 р. Формат 60x84 1/16.  
Гарн. Таймс. Умов.- друк. арк5,1. Тираж 20 прим.  
Замовл. №.791  
ВЦ «Технолог»