

ПОЛУЧЕНИЕ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ ИЗ НЕГИДРОЛИЗОВАННОГО КРАХМАЛСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

М.М. ШАМЦЯН*, К.А. СОЛОДОВНИК*, В.И. ЯКОВЛЕВ*,
Э.К. АФРИКЯН**

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(Технический университет), 198013

**Институт микробиологии НАН и Республиканский центр депонирования
микробов НАН и Министерства образования и науки Армении, 178510, г. Абовян

Из рубца коровы выделены штаммы молочнокислых бактерий *Streptococcus bovis*, которые благодаря своей амилотической активности позволяют осуществлять прямое малолactoкислое сбраживание сырого крахмалсодержащего сырья без дорогостоящей и энергоемкой стадии предварительного гидролиза.

Լոճի ստամոքսային հատվածից գտնվելից, մեկուսացվել են *Streptococcus bovis* կարճաթթվային բակտերիաների շտամներ: Ամլոսացված շտամները, շնորհիվ իրենց ամիլոլիտիկ ակտիվության, թույլ են տալիս իրականացնել օսյա փարուսակող հումքի ուղղակի կարճաթթվային լսմորոս առանց նախնական կիրորդիլի:

The strains of lactic - acid bacteria *Streptococcus bovis* were isolated from the rumen of cow. Due to their amyolytic activity, the isolated strains permitted to provide the lactic acid fermentation from raw starchy substrates directly without expensive and energy consuming stage of preliminary hydrolysis.

L-молочная кислота - Streptococcus bovis - крахмалсодержащие отходы.

В последние годы значительно возрос интерес к различным аспектам получения и применения молочной кислоты, что обусловлено как все увеличивающимся спросом в традиционных областях ее использования, так и новыми перспективами, связанными с созданием на основе молочной кислоты биodeградируемых полимеров и других веществ. Относительно высокая стоимость молочной кислоты является основным фактором, ограничивающим ее применение в качестве исходного сырья для синтеза других продуктов.

Поскольку большинство молочнокислых бактерий не способно сбраживать полисахариды, для утилизации крахмала необходимо проводить его предварительный гидролиз, являющийся довольно энергоемкой стадией. Нами изучалась возможность получения молочной кислоты из негидролизованых крахмалсодержащих отходов. Ранее мы сообщали о способе получения молочной кислоты с использованием сырого крахмала рисовых отрубей [2,5,6]. В настоящей работе представлены результаты экспериментов по получению молочной кислоты из сырого крахмала характерных для стран СНГ отходов сельскохозяйственного сырья - пшеничных отрубей и картофельных отходов.

Материал и методика. На базе Института микробиологии НАН Армении и кафедры технологии микробиологического синтеза Санкт-Петербургского технологического института

из различных образцов рубца коровы был выделен и идентифицирован ряд культур *Streptococcus bovis*, способных гидролизовать сырой зерновой крахмал и осуществлять гомоферментативное молочнокислое брожение.

Молочнокислое брожение проводили в колбах Эрленмейера с объемами 0,3 и 0,5 л, инкубируемых в термостатах при 37-40°.

Концентрацию крахмала и сбраживаемых сахаров и исследуемых образцах после ферментативного расщепления полисахаридов, а также концентрации глюкозы в супернатанте определяли методом Сомаджи-Нельсона [7]. Концентрацию сбраживаемых полисахаридов выражали через глюкозный эквивалент.

Измерение концентрации L-молочной кислоты проводили с помощью энзиматической реакции, используя лактатдегидрогеназу и п lutамат-пируваттрансминазу, применяя специальный набор фирмы "Boehringer Mannheim" (Германия, кат. N139084), предназначенный для определения L-молочной кислоты в пищевых продуктах и других веществах [8].

Результаты и обсуждение. Выбор *S.bovis* в качестве продуцента молочной кислоты обусловлен следующими его свойствами :

- культуры *S.bovis* обладают высокой амилолитической активностью и способны гидролизовать сырой крахмал, причем гидролиз зернового крахмала осуществляют гораздо активнее, чем картофельного [3,4],

- для культур *S.bovis* характерны высокая степень сахаролитичности и гомоферментативное сбраживание углеводов с образованием L-молочной кислоты [1,4],

- минимальные пищевые потребности *S.bovis* не сложны и в отличие от других молочнокислых стрептококков и лактобацилл для их роста необходимы только глюкоза, аммиак и неорганические соли [1].

Это позволяет осуществлять получение молочной кислоты из дешевого сырья - крахмалсодержащих отходов перерабатывающей промышленности, исключив энергоемкие стадии предобработки крахмала. Учитывая, что α -амилаза продуцента проявляет большую активность на сыром крахмале, с целью снижения энергозатрат стерилизацию субстрата проводили при комнатной температуре разбавленными растворами серной кислоты. Поскольку накапливающаяся в процессе брожения в среде молочная кислота ингибирует дальнейший рост продуцента и процессы лактатобразования, в среду вносили карбонат кальция и в качестве конечного продукта получали лактат кальция.

Установлено, что пшеничные отруби вполне удовлетворяют минимальным пищевым потребностям *S.bovis* и являются полноценным субстратом для молочнокислого брожения с применением этого рубцового стрептококка. Оптимальные значения температур для роста клеток продуцента и лактатобразования находятся в пределах 37-40° (рис. 1), а рН - в пределах 6,0 - 7,0 (рис. 2).

Получение лактата из картофельных отходов блокировалось присутствующими в субстрате фосфатами, которые будучи связанными с глюкозными остатками ингибировали действие амилазы и исключали процесс лактатобразования.

Для преодоления этого явления к субстрату на стадии стерилизации (рН 1,5 - 2,0) добавляли препарат кислой фосфатазы, продуцируемой *Aspergillus niger*. Совмещение стерилизации субстрата с действием

фосфатазы позволило осуществить молочнокислое брожение с применением *S. boydii* и получить L(-) молочную кислоту из крахмалистых отходов картофеля. В результате брожения с использованием *S. boydii* вырабатывался только L-изомер молочной кислоты.

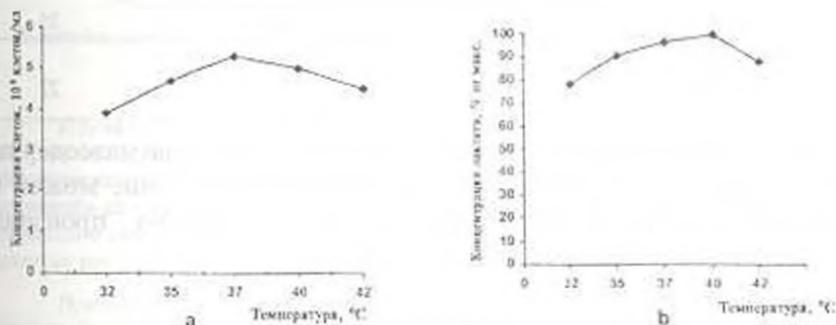


Рис. 1. Влияние температуры на процессы роста клеток *S. boydii* (а) и лактатобразования (б).

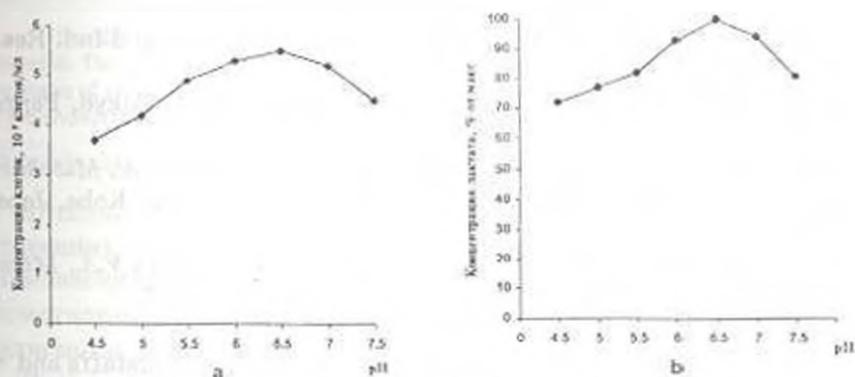


Рис. 2. Влияние pH среды на процессы роста клеток *S. boydii* (а) и лактатобразования (б).

Предлагаемый способ получения молочной кислоты с применением в качестве продуцента *S. boydii* позволяет существенно удешевить процесс ее производства за счет использования дешевого сырья и исключения энергозатратных стадий предферментационной обработки крахмала.

В таблице 1 обобщены результаты экспериментов по изучению лактатобразования при сбраживании указанных субстратов с применением одного из наиболее активных из выделенных нами штаммов *S. boydii*.

Ферментации с 8 %-ным исходным содержанием сырого крахмала завершались на 3-и сут. При этом примерно треть исходного содержания крахмала оставалась несброженной. Можно предположить, что остаточные сахара представлены разветвленными олигосахаридами с α -1-6 гликозидной связью, не гидролизуемой α -амилазой продуцента. Как показано в наших предыдущих работах, этот недостаток успешно устраняется добавлением

к ферментационной среде препаратов глюкоамилазы.

Таблица 1. Ферментация крахмала зерновых и картофельных отходов культурой *S.bovis* (концентрация крахмала в среде - 8%)

Сырье	Продолжительность ферментации, ч	Выход лактата, г/л	Остаточные сахара, г/л
Пшеничные отруби	60	48	25
Картофельные очистки	60	45	27

На основе предлагаемого способа, используя крахмалсодержащие отходы переработки сельскохозяйственной продукции, может быть разработана энерго- и ресурсосберегающая технология производства молочной кислоты с низкой себестоимостью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Краткий определитель бактерий Берги. 495, М., 1980.
2. Шамцян М.М., Яковлев В.И., Мизокэми К., Ямамото Т., Африкян Э.Г. Биолог. журн. Армении, 47, 1, 3-8, 1994.
3. Aurangzeb M., Qadeer M.A., Iqbal J. Pakistan J. Sci. and Ind. Res., 35, 12, 520-523, 1992.
4. Handbook of Amylases and Related Enzymes. 274, Tokyo, Pergamon Press, 1988.
5. Shamtjian M., Okubo T., Murai M., Chu D.C., Abelian V.A., Mizokami K., Yamamoto T. Ann. Meet. Japanese Soc. Agric. Biol. Sci.- Kobe, Japan, 5, 1992.
6. Shamtjian M.M., Okubo T., Murai M., Chu D.C., Abelian V.A., Mizokami K., Yamamoto T. Denpun Kagaku. 40, 3, 305-310, 1993.
7. Somogyi M. J. Biol. Chem., 174, 1, 189-200, 1952.
8. UV- method for the determination of L-lactic acid in foodstuffs and other materiales. Instructions for performance of assay. Cat. N 139084. Boehringer Mannheim GmbH, Biochemica, 1987.

Поступила 11.III.1997