

Гідроліз лактози молочної сироватки з харчовими волокнами

О. КРАСУЛЯ, аспірант

О. ГРЕК, канд. техн. наук

Національний університет харчових технологій

Аннотация. Исследован процесс гидролиза лактозы молочной сыворотки в присутствии растительных ингредиентов, содержащих в своем составе пищевые волокна. Определены параметры гидролиза: температура, продолжительность и оптимальная кислотность сывороточно-растительной среды для производства ферментированных сывороточных напитков.

Ключевые слова: молоко, волокна различного происхождения, ферментный препарат, гидролиз лактозы, ферментированный сывороточный напиток.

Abstract. The process of hydrolysis of lactose whey in the presence of vegetable ingredients containing dietary fiber is studied. Specified parameters of hydrolysis: temperature, duration and optimal whey-vegetable environment for production of fermented whey drinks.

Keywords: milk, dietary fiber of various origin, enzyme preparation, hydrolysis of lac-

Напої на основі молочної сироватки, одержані з використанням мікроорганізмів і ферментів відносяться до продуктів підвищеної харчової цінності. У них поєднуються цінні компоненти самої сироватки і не менш цінні продукти метаболізму дріжджів (молочна кислота, етиловий спирт, леткі жирні кислоти, вітаміни, ферменти і т.д.). Додавання до сироваткових напоїв харчових волокон сприяє збагаченню та підвищенню харчової цінності продукту.

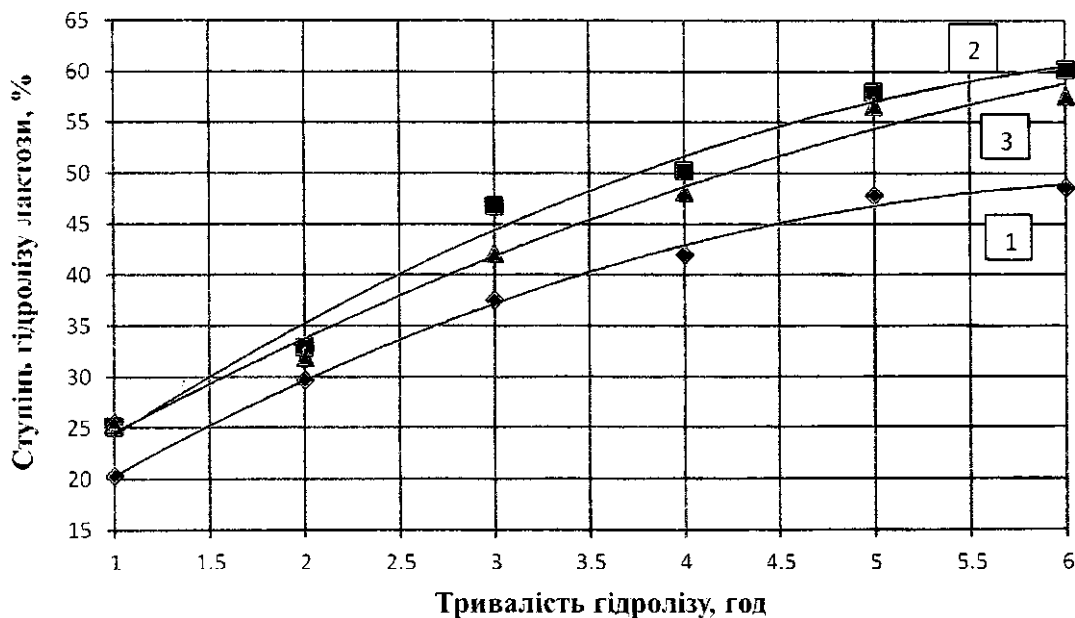
Яблучний пектин у клітковині - це функціональний харчовий інгредієнт, що має позитивний ефект на кілька фізіологічних функцій людини, процеси обміну речовин та органолептично поєднується з молочною сироваткою.

Для процесу бродіння молочної сироватки застосовують спеціальні лактозозброджувальні дріжджі, такі як *Kluyveromyces lactis*, *Kluyveromyces fragilis*, *Candida pseudotropicalis*, *Mycotorula lactis* та ін. Основний об'єм в сухій речовині молочної сироватки займає молочний цукор — 70 %, який представлений головним чином дисахаридом — лактозою (її вміст становить до 90 % від загального вмісту вуглеводів) і продуктами її гідролізу — глюкозою і галактозою. Проте лактозозброджувальні мікроор-

ганізми не мають широкого застосування в промислових умовах. Тому раціональним при виготовленні сироваткових напоїв бродіння є впровадження хлібопекарських дріжджів чи сахароміцетів, які є більш доступними. Як відомо, дані мікроорганізми не здатні утилізувати основний вуглевод молочної сироватки — лактозу. Тому значний інтерес представляє гідроліз лактози до глюкози і галактози за допомогою ферментних препаратів. Даний процес достатньо вивчений та представлений у науковій літературі [2-5].

Гідроліз дає змогу надати сироватці нових властивостей і розширити можливості для її практичного застосування. Ступінь солодкості гідролізованої сироватки збільшується приблизно втричі. Найбільше застосування у молочній промисловості знайшли такі ферментні препарати - галактозидази, як дріжджові («Максилакт», «Лактозим», «Ha-Lac1aze», «GODO-YNL2») та грибні («Лактоканесцин» та ін.), які мають різний оптимум рН [5].

Метою роботи було дослідження раціональних параметрів гідролізу лактози молочної сироватки з концентратами харчових волокон для подальшого зброджування сахароміцетами.



Кінетика ферментативного гідролізу лактози при температурах 25 (1), 30 (2) та 35 °C (3)

Об'єкт досліджень — підсирна молочна сироватка з яблучним пектином у клітковині (ТУ У 30335750-001-2000), який містить 66,7 % харчових волокон.

Для уточнення параметрів ферментації лактози в сироватко-рослинних сумішах на першому етапі досліджено вплив активної кислотності середовища на гідроліз лактози. Для Цього було приготовлено ряд модельних зразків з яблучним пектином у клітковині в кількості 2,0 %, що визначено в попередніх дослідженнях. Одержані суміші пастеризували за температури (95 ± 1) °C без витримки, охолоджували до 30 °C для набухання. Далі регулювали активну кислотність до pH 5,0-6,5. Обраний діапазон значень пбв'язаний із використанням молочної сироватки різного походження, в якій кислотність коливається залежно від основного молочно-білкового продукту. Для підкислення суміші застосовували кислотну сироватку, для розкислення 10%-ий розчин двоокису натрію. Гідролізували лактозу очищеним препаратом лактази, виділеним зі штамів дріжджів

Клиуеготусез Іас^в «GODO-YNL2». Рекомендована виробником доза внесення препарату становить 0,1 г/дм³. Вплив активної кислотності молочної сироватки на ступінь гідролізу лактози встановлювали при температурі 30 °C та визначали відсоткове відношення масової частки вуглеводів у молочній сироватці до і після ферментації. Результати представлені у таблиці.

Вплив активної кислотності молочної сироватки на ступінь гідролізу лактози, %

pH	Тривалість гідролізу лактози, год					
	1	2	3	4	5	6
5,0	0	16,5	18,2	20,6	21,6	21,4
5,5	29,4	32,9	35,9	38,7	39,3	39,8
6,0	25,1	32,9	46,8	50,2	57,9	60,2
6,5	25,6	31,9	42,1	48,1	56,6	57,6

Як видно з таблиці, у сироватці з pH 6,5 активність -галактозидази більш виражена, ніж у зразках з активною кислотністю 6,0-6,5. У сироватці зі знизеним значенням pH до 5,0 од. розкладання лактози на глюкозу і галактозу проходить з меншою інтенсивністю та становить на 6 год ферментації 21,4 %, що нижче на 65,0 % порівняно з молочною сироваткою, у якій pH 5,5-6,5. Отже, використання сироватки з активною кислотністю 5,0-5,5 при гідролізі лактози ферментним препаратом «GODO-YNL2»



недоцільно, оскільки не досягається потрібний рівень вище вказаного показника.

Встановлено, що найвищий рівень гідролізованої лактози спостерігається при активній кислотності сироватки 6,0-6,5 од. протягом 4-5 год ферментації.

Незважаючи на те, що всі хімічні реакції з підвищенням температури прискорюються, для ферментативних реакцій існують певні обмеження, пов'язані з білковим походженням ферментів, концентрацією субстрату та інших факторів [2].

Для уточнення температурного режиму гідролізу молочної сироватки з харчовими волокнами було проведено серію експериментів з трикратним повторенням та варіюванням температур ферментації, які було обрано з урахуванням апріорної інформації про властивості α -галактозидази (лактази).

У ході експерименту використано суміш підсирної молочної сироватки з яблучним пектином у клітковині з активною кислотністю 6,0, отже регулювання pH не проводили, тому що даний показник знаходиться в межах, передбачених для даного ферментного препарату.

Кінетику ферментативного гідролізу лактози при різних температурах представлено на рисунку.

Згідно з графічним зображенням, реакція ферментативного гідролізу сироватки протікає при всіх обраних для експерименту температурах досить інтенсивно. З найбільшою швидкістю гідроліз лактози проходить протягом 1-4 год з початку внесення ферментного препарату при температурі 30 °C. Далі спостерігається стабілізація реакції при майже максимальних значеннях ступеня гідролізу лактози для даних температур та однакової дози ферментного препарату, що пов'язано з ефектом лімітування обмеженості субстрату. При 25 °C спостерігається зниження гідролізуючої здатності ферменту, що супроводжується нижчим ступенем гідролізу лактози. При цьому, максимальне значення гідролізу

лактози молочної сироватки становить 55-60 % на 5-6 год ферментації.

Таким чином, при аналізі кінетичних закономірностей ферментативного гідролізу молочної сироватки з харчовими волокнами при різних значеннях pH та температури, встановлено, що раціональною активною кислотністю молочної сироватки для процесу гідролізу лактози в даному субстраті є pH 6,0-6,5, температура 30 °C. При цьому гідролізується 55-60 % лактози протягом 5-6 год, що є достатнім для проведення процесу бродіння дріжджами-сахароміцетами. Додатково коригується активна кислотність суслу внесенням кислоти сироватки для забезпечення оптимальної дії дріжджів.

Література

1. **Храмцов А.Г.** Современные технологии продуктов на основе гидролиза лактозы молочного сырья // Сборник научных трудов СевКавГТУ. Серия «Продовольствие». - 2006. - №2. - С. 35-39.
2. **Thompson D. K.** Immobilisation of α -galactosidase on macroporous anion exchange resin / Bulletin of the IDF № 289. 1993. - P. 23-26.
3. **Козлов СП.** Обоснование применения α -галактозидазы в технологии гелеобразных сывороточных // Сыроделие и маслоделие. - 2004. - №3. - С. 19.
4. **Дымар О. В.** Ферментативный гидролиз лактозы как перспективное направление в молочной промышленности // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., 7-8 октября 2010 г., г. Минск: РУЛ «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». - 2010. - С. 11-17.
5. **Мінорова А.В.** Вплив кислотності середовища на ферментативний гідроліз лактози у молочній сироватці // Вісник аграрної науки. - Березень. - 2007. - С. 59-60.