

Е.М. ТАЖБАЕВ, В.Н. ФОМИН, Д.А. МУХАНОВА*

ВОЗМОЖНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЛАКТОЗЫ

Карагандинский государственный университет им. академика Е.А. Букетова,
Караганда, Казахстан
E-mail: vitfomin@mail.ru

In the article the energy saving potential of purification technology of the whey intended for lactose extraction is described. It is shown that application of a new type of a chemical coagulant allows to reduce of whey albumine coagulation process activation energy and temperature of processing of raw materials.

Лактоза, основной углевод коровьего молока, находит применение в различных областях хозяйственной деятельности. Она используется в качестве заменителя сахарозы в кондитерской промышленности, при изготовлении смесей для детского, спортивного и диетического питания, в качестве компонента таблетированных лекарственных препаратов. Значительные количества лактозы перерабатываются в лактулозу – ценный лекарственный препарат. Некоторые исследователи предлагают использовать лактозу при производстве биоэтанола. Лактоза используется в пиротехнике в качестве горючего вещества. Обширный спектр применения лактозы диктует увеличение спроса на нее и, как следствие, роста производства.

Единственным промышленным источником лактозы в настоящее время является молочная сыворотка – жидкость, остающаяся после отделения от молока большей части веществ белковой природы. Лактоза выделяется из молочной сыворотки через три основных стадии: предварительной очистки, концентрирования и кристаллизации. Технические и химико-технологические решения, применяемые на каждой из стадий, отличаются разнообразием и существенно зависят от целого ряда факторов. К примеру, на крупных перерабатывающих заводах для очистки и концентрирования в последнее время часто применяются мембранные технологии: ультра- и нанофильтрация и обратный осмос. На средних и мелких предприятиях для очистки преимущественно используют термическую и термохимическую коагуляцию альбуминов и выпарное концентрирование. Стадия кристаллизации различается, главным образом, аппаратным оформлением, зависящим от уровня технологии в регионе и масштабов производства. Наиболее наукоемкой частью технологии является очистка сыворотки от растворимых белковых веществ, присутствие которых в сырье делает выделение лактозы нужной степени чистоты крайне затруднительным.

Изыскание способов отделения сывороточного альбумина, приемлемых в условиях конкретного производства, является актуальной задачей.

Технологические решения, используемые в настоящее время при промышленном выделении лактозы и ее дальнейшей переработке, исчерпывающе перечислены и довольно подробно описаны в [1]. Методы очистки сыворотки, применяемые в промышленности, различаются методами отделения сывороточного альбумина.

Наиболее простые, «классические» методы отделения сывороточного альбумина, основаны на его химической коагуляции. Коагуляция достигается изменением рН среды, повышением температуры, введением электролитов, или же одновременным действием различных сочетаний этих факторов.

Авторами доклада впервые было обращено внимание на возможность использования для коагуляции альбуминов молочной сыворотки таких промышленно доступных веществ, как низшие альдегиды. Для изучения их реакционной способности по отношению к сывороточному альбумину были отобраны три альдегида: формальдегид, ацетальдегид и бензальдегид. Выбор именно этих веществ был обусловлен их низкой стоимостью и высокой реакционной способностью по отношению к аминам. Каждый из выбранных альдегидов имеет некоторые недостатки: формальдегид довольно токсичен и требует строгого контроля содержания в продукте и отходах производства. Ацетальдегид значительно менее токсичен и входит в состав некоторых пищевых продуктов (фрукты, кофе и др.), но и менее реакционноспособен. Бензальдегид имеет высокую температуру кипения, что может создать трудности при очистке конечного продукта.

Для изучения эффективности каждого из упомянутых альдегидов был составлен план эксперимента, приведенный в таблице 1. Во всех экспериментах использовалась творожная сыворотка из одной партии, с содержанием белков 1,45%. Ключевой зависимостью, рассматриваемой в данной статье, можно считать зависимость процесса коагуляции от температуры, позволяющую определить энергию активации процесса коагуляции и оптимизировать режим нагревания.

Таблица 1 - План и результаты эксперимента по изучению коагулянтов.

№ опыта	рН	Т	t	C _{альд}	V _{ас}	α, степень осаждения альдегидом		
						формальдегид	ацетальдегид	бензальдегид
1	3.5	368	30	0.01	1	0,2156	0,1758	0,4629
2	3.5	363	60	0.005	2	0,3154	0,2639	0,4746
3	3.5	358	120	0.0025	3	0,3871	0,3578	0,4431
4	3.5	348	180	0.001	4	0,2912	0,2617	0,3010
5	4	368	60	0.0025	4	0,4799	0,4032	0,6766
6	4	363	30	0.001	3	0,1830	0,1511	0,4065
7	4	358	180	0.01	2	0,7993	0,7709	0,8221
8	4	348	120	0.005	1	0,6255	0,5523	0,7656
9	5	368	120	0.001	2	0,5881	0,5347	0,6393

10	5	363	180	0.0025	1	0,9488	0,8884	0,9512
11	5	358	30	0.005	4	0,3853	0,3138	0,8832
12	5	348	60	0.01	3	0,6134	0,4875	0,9899
13	7	368	180	0.005	3	0,4513	0,4301	0,4501
14	7	363	120	0.01	4	0,4260	0,3897	0,4628
15	7	358	60	0.001	1	0,1686	0,1351	0,2583
16	7	348	30	0.0025	2	0,1320	0,1000	0,3179

После обработки результатов эксперимента методами, принятыми в рамках вероятностно-детерминированного планирования эксперимента [2], были получены зависимости степени осаждения белка альдегидами от всех рассматриваемых факторов, в т.ч. и от температуры. Уравнения 1-3 описывают температурные зависимости степени осаждения сывороточного альбумина для формальдегида (1), ацетальдегида (2) и бензальдегида (3).

Таблица 2 - Зависимости степени коагуляции от температуры.

Уравнение	R	tR
$\alpha = 0.02304 * e^{0.007795 * T}$	0,9959	172,11
$\alpha = 0.007436 * e^{0.01055 * T}$	0,9888	62,779
$\alpha = 0.2282 * e^{0.00238 * T}$	0,9860	50,15

Графические отображения температурных зависимостей для всех трех альдегидов визуально схожи. На рисунке 1 приводится зависимость степени осаждения от температуры для формальдегида.

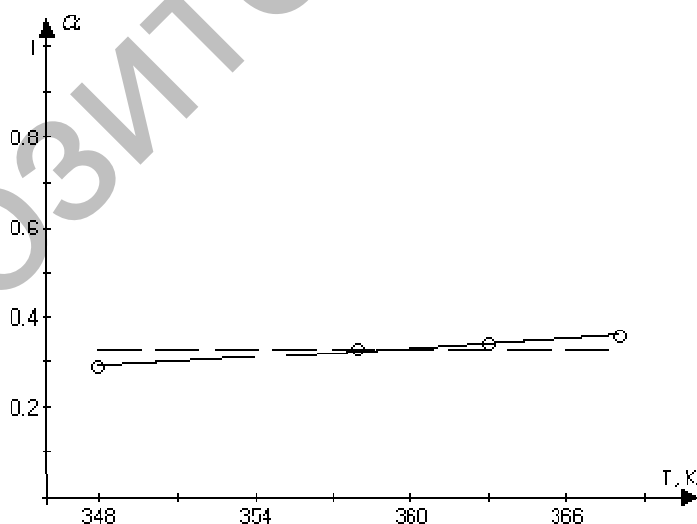


Рисунок 1 - Зависимость степени коагуляции альбумина формальдегидом от температуры

В целом, при повышении температуры степень осаждения возрастает незначительно, и может достигать максимума уже при 348К, а может быть и при более низкой температуре. Снижение температуры процесса на каждый

кекльвин позволяет уменьшить энергозатраты на нагревание сыворотки примерно на 4,2кДж/кг сыворотки, что соответствует экономии 1,16 кВт/ч энергии. Достигнутая применением альдегидных коагулянтов возможность снижения температуры процесса на 40К, по сравнению с применяемой на сегодняшний день, позволяет экономить около 46 кВт/ч энергии при переработке 1 тонны сыворотки.

Дополнительное энергосбережение достигается, по всей видимости, за счет снижения энергии активации процесса. Расчеты показывают, что для ацетальдегида эта величина составляет 113,26 кДж/моль, для фармальдегида – 108,98 кДж/моль и для бензальдегида – 94,49 кДж/моль. Таким образом, использование бензальдегида снижает энергопотребление на стадии коагуляции примерно на 30% [3-5].

Исследование произведено в рамках темы ПЦФ «Разработка технологии получения лактозы и ее производных из отходов отечественных молокоперерабатывающих предприятий».

Литература

1. Синельников Б.М. и др. «Лактоза и ее производные». С-Пб., Из-во «Профессия», 2007г., 768с.
2. Малышев В.П. Вероятностно-детерминированное отображение. – Караганда, «Ғылым», 1994. – 374 с.
3. Kethireddipalli, P. и др. «Protein interactions in heat-treated milk and effect on rennet coagulation», International dairy journal, V. 20, P. 838-843, 2010.
4. Yoo, Sung-Но и др. «Effect of Heat-Treat Methods on the Soluble Calcium Levels in the Commercial Milk Products», Korean journal for food science of animal resources, V. 33, P.369-376, 2013.
5. Schreiber, R. «Heat-induced modifications in casein dispersions affecting their rennetability», International dairy journal, V.11, P.553-558, 2001.

УДК 621.7

Н.К. ТАНАШЕВА^{1,2}, Н.Н. ШУЮШБАЕВА², М.М. ТОРЕГЕЛЬДИН¹,
А.Ж. ТЛЕУБЕРГЕНОВА^{*1}, Г.К. АЛПЫСОВА¹, М. ЕСІМБЕК¹

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГОРЕЛОЧНОГО УСТРОЙСТВА ПО ПРОФИЛЮ ВИТОШИНСКОГО ДЛЯ РАСПЫЛЕНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА

¹Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова,
Караганда, Казахстан

²Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова,
Кокшетау, Казахстан

E-mail: shymkent.a7@mail.ru

The authors proposed the original design of the burner having a nozzle with an aerodynamic twist to burn coal-water fuel. Originality nozzle design is that the mixing of the fuel with the oxidant and twisting occurs in the cavity of the nozzle having a shape Witoszynskyj