

УДК 664.8.022:635.655

КАЛИНИНА Е.Д., канд. техн. наук

Луганский национальный аграрный университет

ДИНАМИКА СОСТАВА УГЛЕВОДОВ И КИСЛОТНОСТИ ГИДРОЛИЗОВАННОГО МОЛОКА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ГИДРОЛИЗА ЛАКТОЗЫ

Некоторые потребители не могут употреблять молочные продукты, что связано с недостаточным количеством фермента лактазы в пищеварительном тракте человека. Кроме того, высокое содержание углеводов обуславливает не только изменение консистенции при хранении сгущенных консервов с сахаром, но и ограничивает употребление этих продуктов людьми, имеющими определенные диетические потребности. Одним из перспективных путей решения этой проблемы является расщепление лактозы с помощью фермента β -галактозидазы.

В данной работе определен количественный состав углеводов и показателей титруемой и активной кислотностей гидролизованного молока при различной степени гидролиза лактозы.

Ключевые слова: молоко гидролизованное, лактоза, глюкоза, галактоза, титруемая и активная кислотности, высокоэффективная жидкостная хроматография, степень гидролиза лактозы, β -галактозидаза, ферментный препарат GODO-YNL2, криоскопический метод.

Постановка проблемы. Содержание лактозы в молоке колеблется незначительно и составляет в среднем 4,5–5,1 %. Несмотря на важность лактозы [1, 2], встречаются случаи, когда ее наличие в продуктах питания нежелательно. Это связано с недостаточным количеством или отсутствием фермента β -галактозидазы в пищеварительном тракте человека, что ограничивает потребление молока и, следовательно, поступление в организм биологически ценных питательных веществ.

В натуральном виде лактоза человеческим организмом не усваивается. Одним из перспективных путей решения данной проблемы является полное или частичное расщепление лактозы с помощью фермента β -галактозидазы на моносахара глюкозу и галактозу. При снижении содержания лактозы изменяется химический состав молока, улучшаются органолептические показатели, оно лучше усваивается и переваривается организмом человека [3, 4].

Анализ последних исследований и публикаций. Анализ литературных источников позволяет сделать вывод, что благодаря расщеплению лактозы в молоке с помощью β -галактозидазы, появится возможность разработать новые технологии продуктов для людей, интолерантных к лактозе [5–6].

Цель исследований – возможность промышленного использования ферментного препарата GODO-YNL2 для проведения ферментативного гидролиза лактозы при производстве сгущенных молочных консервов с сахаром.

Задачей исследований было определение количественного углеводного состава и анализ изменения титруемой и активной кислотностей при различной степени гидролиза лактозы молока.

Материал и методика исследований. Для проведения экспериментальных исследований использовали пастеризованное молоко, охлажденное до температуры 43–45 °С, с массовой долей препарата 0,03 % от массы сырья; до температуры 4–6 °С, с массовой долей препарата 0,02 % от массы сырья; до температуры 4–6 °С, с массовой долей препарата 0,01 % от массы сырья. Ферментативный гидролиз проводили под действием препарата GODO-YNL2 активностью 5000 НЛЕ/см³. Гидролизованное молоко направляли на инактивацию фермента при температуре 75–80 °С [8, 9].

Определение массовой доли лактозы, глюкозы и галактозы проводили хроматографическим методом с использованием высокоэффективного жидкостного хроматографа SCL-6A фирмы «Shimadzu» (Япония) [7]. Степень гидролиза лактозы определяли криоскопическим методом, измеряя точку замерзания молока гидролизованного на миллиосмометре – криоскопе термoeлектрическом МТ-5-0,2 (Россия).

Активную кислотность среды определяли потенциометрическим методом с использованием рН-метра марки ИРФ. Изменения активной кислотности реакционной среды регулировали внесением в нее 0,1н гидроксида натрия или 1 н молочной кислоты.

Определение вышеперечисленных показателей положены в основу преимуществ ферментативного гидролиза лактозы в сравнении с традиционными технологическими схемами, которые используются в производстве сгущенных молочных консервов с сахаром.

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенные исследования показывают, что при содержании лактозы $1,30 \pm 0,06$ %, содержание глюкозы и галактозы равно и составляет по $1,75 \pm 0,09$ % и т.д. В начале процесса гидролиза идет интенсивное снижение содержания лактозы и рост количества моносахаров – глюкозы и галактозы. С уменьшением содержания лактозы процесс замедляется (рис. 1).

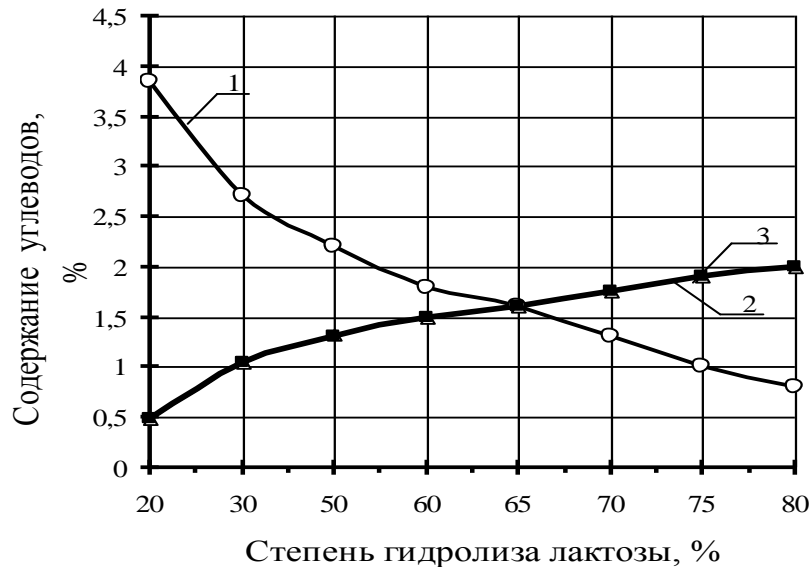


Рис. 1. Динамика количественного состава углеводов после обработки молока β-галактозидазой: 1 – лактоза; 2 – глюкоза; 3 – галактоза.

Используя ферментный препарат GODO-YNL2 при гидролизе лактозы, меняется углеводный состав молока (лактоза расщепляется до глюкозы и галактозы), что приводит к различным изменениям, которые также требуют изучения. Дальнейшие исследования были посвящены изучению влияния ферментативного гидролиза лактозы на физико-химические свойства молока (кислотности). Полученные данные представлены в таблицах 1–3.

Таблица 1 – Титруемая и активная кислотности молока (при температуре 43–45 °С, массовой доле препарата 0,03 %)

Продолжительность гидролиза, (60x60), с	Степень гидролиза лактозы, %	Титруемая кислотность, °Т	Активная кислотность
Контроль	–	18,0±0,5	6,6±0,1
0,5–1,0	35,3±1,7	18,0±0,5	6,6±0,1
3,5–4,0	70,4±3,5	19,0±0,5	6,6±0,1
4,5–5,0	72,2±3,6	20,0±1,0	6,5±0,1

Как следует из экспериментальных данных титруемая кислотность молока, подвергнутого ферментативному гидролизу лактозы препаратом GODO-YNL2 (активностью 5000 НЛЕ/см³), практически не изменилась при степени гидролиза лактозы 70–75 %. При степени гидролиза лактозы 80–82 % во всех образцах титруемая кислотность повысилась и составила 21,0 °Т, активная кислотность понизилась до 6,5. Такие показатели кислотности молока не рекомендуется использовать при производстве молочных сгущенных консервов с сахаром.

Таблиця 2 – Титруемая и активная кислотности молока (при температуре 4–6 °С, массовой доле препарата 0,01 %)

Продолжительность гидролиза, (60x60), с	Степень гидролиза лактозы, %	Титруемая кислотность, °Т	Активная кислотность
8–10	48,0±2,4	18,0±0,5	6,6±0,1
12–14	60,0±3,0	19,0±0,5	6,6±0,1
14–16	66,2±3,6	19,0±1,0	6,6±0,1
16–18	68,3±3,4	19,0±1,0	6,6±0,1
18–20	70,4±3,6	19,0±1,0	6,6±0,1
20–22	74,5±3,7	20,0±1,0	6,6±0,1
22–24	78,2±3,8	21,0±1,0	6,5±0,1

Таблиця 3 – Титруемая и активная кислотности молока (при температуре 4–6 °С, массовой доле препарата 0,02 %)

Продолжительность гидролиза, (60x60), с	Степень гидролиза лактозы, %	Титруемая кислотность, °Т	Активная кислотность
2,5–3,0	30,0±1,5	18,0±0,5	6,6±0,1
5,5–6	48,8±2,4	18,0±0,5	6,6±0,1
6–8	53,1±2,6	18,0±0,5	6,6±0,1
8–10	59,8±3,0	19,0±0,5	6,6±0,1
10–12	69,0±3,4	19,0±1,0	6,6±0,1
13–15	71,0±3,8	19,0±1,0	6,6±0,1
16–18	79,5±4,0	20,0±1,0	6,6±0,1
18–20	82,0±4,1	21,0±1,0	6,5±0,1

Выводы. Изучен углеводный состав гидролизованного молока при различной степени гидролиза лактозы молока.

Установлено, что ферментативный гидролиз лактозы особого влияния на кислотность молока не оказывает при степени гидролиза лактозы 70–75 %, что очень важно при длительном хранении молока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пабат В.А. Лактоза молока в здоровье человека / В.А. Пабат, Д.Т. Винничук, В.П. Чагаровский // Молочная промышленность. – 2004. – № 1 (10). – С. 28–29.
2. Лактоза и ее производные / [Синельников Б.М., Храмцов А.Г., Евдокимов И.А. та ін.]. – СПб.: Профессия, 2007. – 768 с.
3. Михайлова Н.И. Гидролиз лактозы / Н.И. Михайлова // Переработка молока. – 2003. – № 5. – С. 11–12.
4. Рипелиус, К. Максилат – ферментная обработка молока решает проблему непереносимости лактозы / К. Рипелиус, Б. Двинский // Молочная промышленность. – 1995. – № 5. – С. 23–25.
5. Донской Н.С. Применение ферментативного гидролиза лактозы / Н.С. Донской, А.Д. Лодыгин // Молочная промышленность. – 2008. – № 11. – С. 74–75.
6. Скорченко Т.А. Перспективы виробництва молочних продуктів з гідролізованою лактозою / Т.А. Скорченко, А.Г. Пухляк, Т.Г. Федченко // Молочное дело. – 2005. – № 2, 3. – С. 16.
7. Высокоэффективная жидкостная хроматография в биохимии / [Г. Бауэр, Х. Энгельг, А. Хеншен и др.]. – М.: Мир, 1988. – 687 с.
8. Калинина Е.Д. Применение фермента лактазы для гидролиза молочного сахара при производстве стуженого обезжиренного молока / Е.Д. Калинина, И.О. Романчук // Зб. наук. праць Луган. нац. ун-ту, серія: техн. науки № 49/72. – Луганськ: ЛНАУ, 2005. – С. 224–228.
9. Калініна О.Д. Вплив ферментативної обробки β-галактозидазою на зміну органолептичних і фізико-хімічних показників знежиреного молока / О.Д. Калініна, І.О. Романчук // Темат. зб. наук. праць. – Донецьк, 2005. – Вип. 13. – С. 77–82.

Динаміка складу вуглеводів і кислотності гідролізованого молока за різного ступеня гідролізу лактози О.Д. Калініна

Певна частина споживачів не може вживати молочні продукти, що пов'язано з недостатньою кількістю ферменту лактази в травному тракті людини. Крім того, високий уміст вуглеводів обумовлює не тільки виникнення вад консистенції під час зберігання згущених консервів з цукром, але й обмежує вживання цих продуктів людьми, які мають певні дієтичні потреби. Одним із перспективних шляхів вирішення проблеми є розщеплення лактози за допомогою ферменту β-галактозидази. В даній роботі визначено кількісний склад вуглеводів та показники титрованої і активної кислотностей гідролізованого молока за різного ступеня гідролізу лактози.

Ключові слова: молоко гідролізоване, лактоза, глюкоза, галактоза, активна кислотність, кислотність, яку титрують, високоефективна рідинна хроматографія, ступінь гідролізу лактози, β-галактозидаза, ферментний препарат GODO-YNL2, криоскопічний метод.

Надійшла 21.10.2013.