

УДК 637.1.04:613.2

Е. В. БЕСПАЛОВА, О. В. ДЫМАР, Т. А. САВЕЛЬЕВА

**ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ЛАКТОЗЫ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЫСОКОБЕЛКОВОГО МОЛОЧНОГО ПРОДУКТА
ДЛЯ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ**

Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь, e-mail: t.savelyeva@tut.by

(Поступила в редакцию 04.10.2011)

Введение. Питание – жизненная потребность человека. Основные задачи питания состоят в обеспечении организма человека энергией, пластическими веществами и биологически активными компонентами. Для спортсменов, стремящихся к достижению высоких результатов, вопросы рационального питания приобретают особое значение, поскольку взаимосвязь питания и физической работоспособности практически доказана специалистами всего мира.

В основе стратегии питания спортсменов лежат общие принципы здорового питания, однако имеются и специальные задачи. Они заключаются в повышении работоспособности, улучшении наращивания мышечной массы и ускорении процессов восстановления после физической нагрузки [1].

Для силовых видов спорта такие функции выполняет белковая пища, преимущественно животного происхождения. Однако обязательным является присутствие углеводов, без адекватного количества которых снижается образование АТФ, усиливается мышечный катаболизм. При организации рационального питания спортсменов в период напряженных физических нагрузок в условиях учебно-тренировочного сбора или в сложных условиях соревнований возникла необходимость использовать специализированные продукты для питания данной группы населения. Применение таких продуктов предполагает четкое определение стратегии и тактики их использования, упрощение планирования рациона спортсменов, соблюдение режима питания и равномерное поступление пищевых веществ в организм.

Для производства продуктов питания для спортсменов применяются различные виды белков. Лучшим из них источником высококачественного белка считается сывороточный белок. Он имеет наивысшую скорость расщепления среди цельных белков, что позволяет использовать его для восстановления после тренировки. Аминокислотный состав сывороточных белков наиболее близок к аминокислотному составу мышечной ткани человека, а по содержанию незаменимых аминокислот с разветвленной цепью они превосходят все остальные белки животного происхождения [2].

Молочные белки являются недорогим источником полноценного белка с хорошим аминокислотным составом, но из-за содержания в нем лактозы применение продуктов для питания спортсменов ограничено, поскольку значительная их часть страдает лактозной интолерантностью. Кроме того, для человека, испытывающего повышенные физические, психологические нагрузки, потребление легко усваиваемых углеводов в виде моноз предпочтительнее. Лактоза поглощается в среднем в 3 раза медленнее по сравнению с глюкозой и галактозой. Благодаря их быстрому всасыванию в организме потребление низколактозных продуктов приводит к значительному повышению уровня сахара в крови, что восполняет энергию, потраченную организмом во время тренировочного процесса [3].

В последние годы в нашей стране намечается развитие в области применения и разработки специализированных продуктов питания для спортсменов, однако их промышленное производство весьма ограничено. Следовательно, одной из задач современной пищевой промышленности является производство продуктов питания, обладающих узконаправленным действием и предназначенных для людей, испытывающих повышенные физические нагрузки, т. е. выработка добавок к пище с пониженным содержанием лактозы или полным ее отсутствием, достигаемым путем гидролиза молочного сахара.

Цель работы – разработка технологии производства продукта специализированного жидкого с пониженным содержанием лактозы.

Объекты и методы исследования. Исследования проводили в лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности» в 2010 г.

Объекты исследования – молочная основа продукта (концентрат сывороточных белков, концентрат молочного белка), продукт специализированный жидкий для питания спортсменов. Предмет исследования – содержание лактозы в сырье и готовом продукте, физико-химические показатели продукта и сырья, технологические параметры процесса производства.

В процессе работы применяли стандартные физико-химические методы исследования.

Результаты и их обсуждение. Продукт состоит из молочно-белковой основы, немолочных компонентов, с добавлением или без стабилизаторов консистенции. Молочно-белковая основа продукта специализированного жидкого для питания спортсменов представляет собой концентрат сывороточных белков, концентрат молочного белка или их смесь. Выбор молочного сырья зависит от стадии применения готового продукта в процессе соревновательно-тренировочной деятельности. Концентраты белка получены ультрафильтрацией сыворотки и/или обезжиренного молока с последующей одноступенчатой диафильтрацией с разбавлением водой в соотношении 1:3.

Далее молочный компонент подвергали ферментативному гидролизу лактозы. Существенными факторами, влияющими на процесс, являются: температура, количество фермента и продолжительность его воздействия. Основываясь на просмотренных литературных источниках, решено использовать фермент марки «Maxilakt L2000» компании DSM в количестве 0,3% от общего объема концентрата белка. Он наиболее подходит для выполнения поставленных функций, поскольку обладает оптимумом действия в нейтральной среде (6,5–7,0 ед. рН), в то время как активная кислотность гидролизуемого концентрата составляет 6,77. Гидролиз проводили в термостате при температуре 40 °С в течение 4 ч. В процессе отбирали пробы продукта и определяли степень гидролиза лактозы йодометрическим методом (рис. 1, 2).

Таким образом, процесс концентрирования обезжиренного молока и молочной сыворотки способствовал уменьшению концентрации лактозы на 79%, из них на долю диафильтрации приходится 34%. Такое сочетание технологических операций дает возможность физическими методами вырабатывать белковые продукты с пониженным содержанием молочного сахара, к тому же это увеличивает массовую долю белка в сухом веществе, что позволит сбалансировать рацион питания спортсмена по соотношению белок : углеводы.

На рис. 2 представлено изменение массовой доли углеводов в продукте в процессе гидролиза лактозы, которое показало, что ферментативный гидролиз лактозы дополнительно снизил содержание молочного сахара в сырье на 17% от ее исходного количества. Таким образом, комплекс технологических операций обеспечил выработку продуктов с содержанием лактозы не более 4% от ее первоначальной концентрации, что позволяет отнести их к классу продукции с пониженным содержанием молочного сахара.

Из формулы гидролиза (рис. 3) на каждую молекулу лактозы в реакцию включается одна молекула воды. Это позволяет повысить содержание сухих веществ продукта в количестве, эквивалентном количеству гидролизованной лактозы. В процессе ферментации для продукта специализированного жидкого молочного такое увеличение составляет 0,73%.

Величина степени гидролиза является объективной характеристикой, отражающей совокупность изменения концентрации молочного сахара в продукте. Однако этот показатель не позволяет оценить изменения пищевой ценности, а также функциональных свойств сырья при создании на ее основе концентрированных белковых продуктов. В таких продуктах моно- и диса-

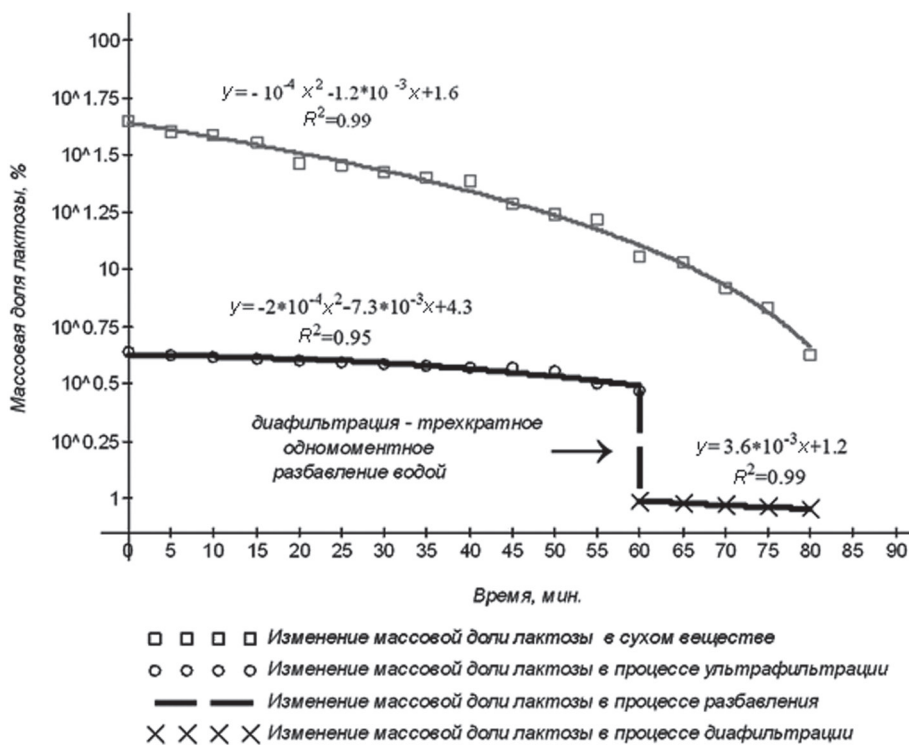


Рис. 1. Изменение массовой доли лактозы в процессе ультра- и диафильтрации

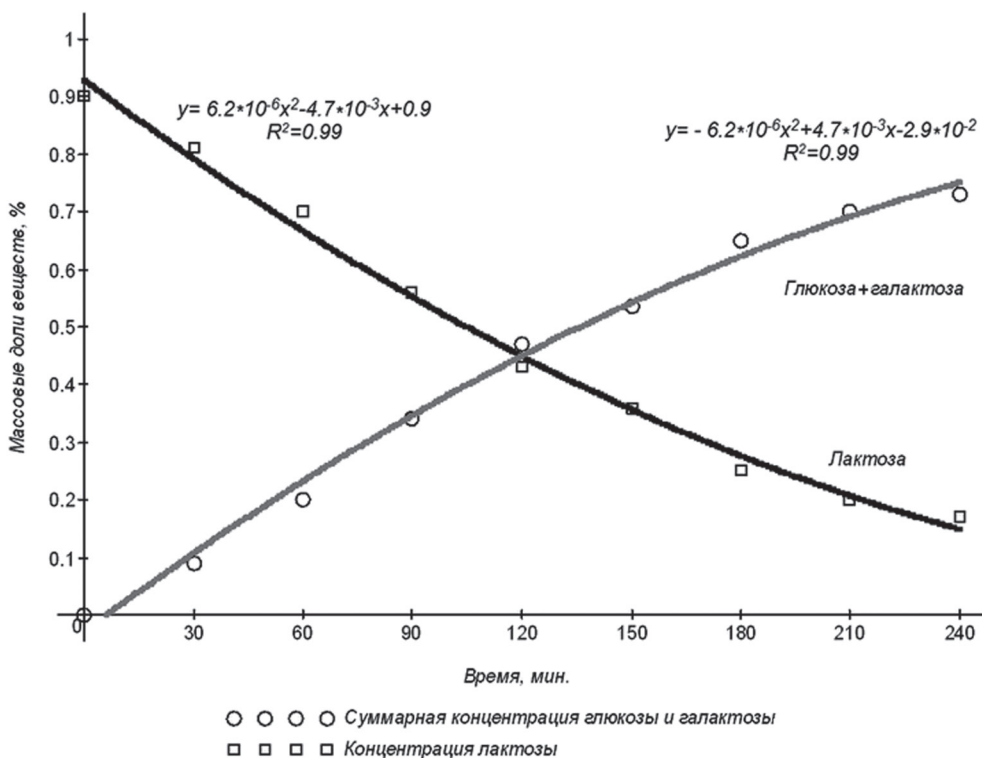


Рис. 2. Изменение массовой доли лактозы, глюкозы и галактозы в процессе ферментативного гидролиза

хариды являются важным фактором оценки сладости. В связи с этим в гидролизованном сырье целесообразно определять углеводный состав. Анализ полученных результатов показывает, что в концентрате с pH 6,77 при увеличении продолжительности гидролиза массовые доли глюкозы и галактозы за счет ферментации постепенно увеличиваются, а массовая доля лактозы уменьшается. Как видно, на выходе гидролизованный концентрат имеет практически одинаковую кон-

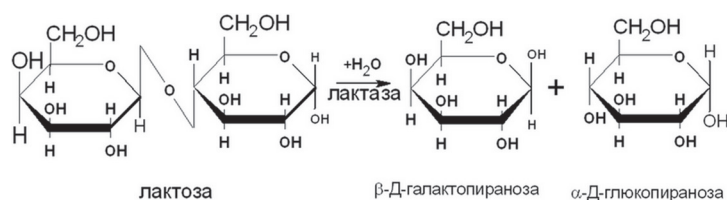


Рис. 3. Формула гидролиза лактозы

центрацию моноз, что объясняется количеством подобранного фермента. Уменьшая концентрацию ферментного препарата, соотношение глюкозы и галактозы увеличивается в сторону повышения концентрации глюкозы. Напротив, при использовании оптимальной дозы фермента или ее увеличении разница в концентрациях образующихся моносахаридов сокращается [4].

Исследование физико-химических показателей обезжиренного молока, концентрата молочного белка (таблица) показало, что в процессе диафильтрации уменьшилась титруемая кислотность, увеличилось значение рН. Снижение же последних двух представленных показателей для концентратов дает увеличение белка в сухом веществе в среднем на 3%. Это позволяет применять диафильтрацию для увеличения относительного его содержания в конечном продукте.

Физико-химические показатели молочного сырья

Показатель	Обезжиренного молока	Концентрат молочного белка	
		до процесса диафильтрации	после процесса диафильтрации
Титруемая кислотность, °Т	18	55	47
Активная кислотность, ед. рН	6,67	6,70	6,77
Содержание сухих веществ, %	9,8	26,0	23,0
Содержание белка, %	3,40	17,5	16,0

Также определяли органолептические показатели полученного концентрата с пониженным содержанием лактозы. В качестве контроля выступал концентрат белков без проведения операции ферментативного гидролиза. Исследуемый образец обладает наиболее выраженной сладостью, это объясняется тем, что лактоза в 4,6 раза менее сладкая, чем глюкоза.

Провели расчет индекса сладости продуктов в зависимости от технологических процессов.

Индекс сладости исходного обезжиренного молока:

$$I_M = M_L I_L,$$

где M_L – массовая доля лактозы в молоке, мг/г; I_L – индекс сладости лактозы, ед.

$$I_M = 43,5 \cdot 16 = 696 \text{ ед.}$$

Индекс сладости концентрата белков молока после ультрафильтрации:

$$I_{б.м.уф} = 29,5 \cdot 16 = 472 \text{ ед.}$$

Индекс сладости концентрата белков молока после диафильтрации:

$$I_{б.м.дф} = 9 \cdot 16 = 144 \text{ ед.}$$

Индекс сладости концентрата белков молока с различным уровнем гидролиза лактозы:

$$I_{г.б.м.} = M_L I_L + M_{ГЛ} I_{ГЛ} + M_G I_G,$$

где M_L , $M_{ГЛ}$, M_G – массовые доли лактозы, глюкозы и галактозы соответственно, мг/г; I_L , $I_{ГЛ}$, I_G – индекс сладости глюкозы и галактозы соответственно, ед.

$$I_{50\%} = (4,2 \cdot 16) + (2,5 \cdot 74) + (2,3 \cdot 32,1) = 326 \text{ ед.}$$

$$I_{96\%} = (1,7 \cdot 16) + (3,64 \cdot 74) + (3,66 \cdot 32,1) = 414 \text{ ед.}$$

Таким образом, относительный индекс сладости продукта уменьшается в процессе проведения комплекса баромембранных методов обработки. Ферментативный гидролиз лактозы дает

его увеличение и приближает к показателям концентрата белков молока после ультрафильтрации, однако такая сладость уже является результатом действия более простых сахаров.

В связи с этим осуществили пересчет сладости концентрата после диафильтрации и гидролиза лактозы на массовую долю сахарозы:

$$M_c = I_{\text{б.м.дф}} / I_c,$$

где I_c – индекс сладости сахарозы, ед.

$$M_{\text{с дф}} = 144/100 = 1,44 \text{ мг/г};$$

$$M_{\text{с 96\%}} = 414/100 = 4,14 \text{ мг/г};$$

$$M_{\text{с 96\%}} / M_{\text{с дф}} = 4,14/1,44 = 2,9 \text{ раза.}$$

Полученные описанные результаты позволяют сделать вывод о возможности использования гидролиза молочного сахара в целях увеличения сладости продукта в среднем в 3 раза без дополнительного введения углеводов.

Предлагаемый комплекс операций позволяет получить сырье для выработки продукта с пониженным содержанием лактозы. Технология производства включает следующие процессы:

- 1) ультрафильтрацию – для концентрирования белков молока;
- 2) диафильтрацию – для снижения массовой доли лактозы до уровня 4,5% в сухом веществе;
- 3) гидролиз лактозы – для частичного расщепления молочного сахара на более простые составляющие (монозы). Эта операция позволяет получить концентрат белков молока с содержанием дисахарида не более 0,2 г на 100 г продукта.

На основе полученного концентрата молочного белка выработали продукт жидкий с пониженным содержанием лактозы для функционального питания. В качестве немолочных компонентов использовали сахарозу и/или глюкозу, вкусовые наполнители (какао, ванилин), в качестве стабилизирующей системы – высокоэтерифицированный цитрусовый пектин, который дополнительно повышает биологическую ценность продукта, увеличивает вязкость продукта, что изменяет консистенцию, уменьшает активную кислотность при незначительном увеличении титруемой, что положительно сказывается на деятельности желудочно-кишечного тракта.

Заключение. Таким образом, был разработан и выработан в лабораторных условиях специализированный жидкий молочный продукт с пониженным содержанием лактозы, что дает возможность расширить ассортимент продуктов питания для определенных групп населения, увеличить скорость усваивания некоторых компонентов и тем самым наиболее быстро восполнить потраченную энергию в результате спортивно-тренировочной деятельности. В процессе производства применяли ряд технологических операций, которые позволили частично удалить лактозу из концентратов белка без ухудшения его органолептических и физико-химических свойств. В качестве одной из них использовали ферментативный гидролиз молочного сахара, что дополнительно увеличило сладость продукта. Это позволило понизить концентрацию вносимых по рецептуре углеводов. Данный продукт может использоваться не только спортсменами и людьми, обладающими лактазной недостаточностью, но и для массового питания, требующего повышенной биологическую и пищевую ценность.

Литература

1. *Борисова, О. О.* Питание спортсменов: зарубежный опыт и практические рекомендации: учеб.-метод. пособие / О. О. Борисова. – М.: Совет. спорт, 2007. – 132 с.
2. *Технология продуктов спортивного питания: учеб. пособие / Э. С. Токаев [и др.].* – М.: МГУПБ, 2010. – 108 с.
3. *Лактоза и ее производные / Б. М. Синельников [и др.]; под ред. А. Г. Храмцова.* – СПб.: Профессия, 2007. – 767 с.
4. *Крутин, А. В.* Основные аспекты применения ферментативных препаратов, гидролизующих лактозу в молочной сыворотке, в связи созданием продуктов функционального назначения / А. В. Крутин // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы VIII междунар. науч.-практ. конф., Минск, 8–9 окт. 2009 г. / редкол.: В. Г. Гусakov [и др.]. – Минск, 2009. – С. 409–416.

E. V. BESPALOVA, O. V. DYMAR, T. A. SAVELYEVA

**STUDYING THE DYNAMICS OF DECREASE OF LACTOSE CONTENT WHEN PRODUCING A HIGH
PROTEIN DAIRY PRODUCT FOR SPORTSMEN FEEDING**

Summary

The article presents the results of research on the creation of a special dairy product with a low content of lactose. This product is used by sportsmen and people suffering from lactose intolerance. The main results of research on the changes of weight content of lactose and monosaccharides received in the process of hydrolysis are presented. The influence of this technological operation on physical-chemical and organoleptic indicators of primary products is shown.