V.N. Babodey, A.A. Shevchuk, S.N. Vislavukhava

RESEARCH-BASED APPROACH IN THE DEVELOPMENT OF A NEW KIND OF FATTY FILLINGS FOR CONFECTIONERY PRODUCTS

The article presents the results of research on the development of recipe composition of fatty fillings higher humidity for the manufacture of confectionery. The choice of raw ingredients is substantiated and the analysis of their influence on the quality indicators, rheological properties and water activity of the fillings are carried out. A new kind of fatty fillings differs from traditional types higher moisture (3-5 times), lower fat content (8-48 %) and energy value (15-24 %).

УДК 637.146+664.143

В статье приведены результаты исследований, посвященных разработке сбивного кондитерского изделия, являющегося источником белка. В качестве источника биологически полноценного белка был использован концентрат сывороточных белков (КСБ), изготавливаемый методом ультрафильтрации на одном из отечественных молокоперерабатывающих предприятий. Установлены оптимальные дозировки и технологические режимы введения КСБ в сбивную конфетную массу, позволяющие получить конфеты с хорошими органолептическими свойствами и содержанием белка на уровне 12 г в 100 г продукта.

НОВЫЙ ВИД СБИВНОГО КОНДИТЕРСКОГО ИЗДЕЛИЯ НА ОСНОВЕ СЫВОРОТОЧНОГО БЕЛКА МОЛОКА

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь

***С.Е. Томашевич**, кандидат технических, старший научный сотрудник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции;*
***А.А. Шевчук**, старший научный сотрудник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции;*
***В.Н. Бабодей**, начальник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции*

БГКПП «Белгоспищепром», г. Минск, Республика Беларусь

***И.И. Кондратова**, кандидат технических наук, доцент, начальник управления координации и развития алкогольной, крахмалопаточной и кондитерской отраслей*

Использование молочной сыворотки и продуктов ее переработки является важной промышленной проблемой, поскольку на долю данного побочного продукта при производстве сыра, творога и казеина приходится около 80-90 % от массы молока. В настоящее время актуальным является научный поиск в области рациональных способов промышленной переработки пищевых ингредиентов на основе сыворотки и создание на их базе новых наименований продукции.

В современных условиях использование мембранных процессов (электродиализ, ультрафильтрация, нанофильтрация и др.) позволяет регулировать свойства сыворотки, фракционировать ценные молочные компоненты, что позволяет расширить спектр применения данного сырьевого ингредиента в пищевых производствах. Мембранные технологии относительно ма-

лоэнергоемки и позволяют в ряде случаев проводить технологический процесс при пониженных температурах (8-15°С), сохраняя важные нативные биологические свойства сырья [1]. Современные технологии позволяют получать ценные по химическому составу пищевые ингредиенты на основе молочной сыворотки — сухую сыворотку, лактозу, органические кислоты, витамины и др.

Перспективными продуктами переработки молочной сыворотки являются концентраты сывороточных белков. Основные компоненты белковых веществ сыворотки (лактоальбумин и лактоглобулин) содержат все незаменимые аминокислоты. По своей биологической ценности сывороточный белок превосходит другие белки. Так, для обеспечения суточной потребности организма в незаменимых аминокислотах требуется 28,4 г белка коровьего молока или 17,4 г яичного белка при 14,5 г сывороточного белка в нативном состоянии [2, с. 69]. Сывороточные белки, являясь источником аргинина, гистидина, метионина, лейцина, изолейцина, лизина, цистина, метионина, треонина, триптофана и других аминокислот, в полной мере используются организмом для структурного обмена, в основном для регенерации белков печени, образования гемоглобина и плазмы крови, а также играют определенную роль в защитных реакциях организма [3, с. 10-11].

Кроме биологической ценности, сывороточные белки обладают технологическими свойствами — растворимостью, гидрофильностью, пенообразующей, гелеобразующей и эмульгирующей способностью, сравнительной устойчивостью к денатурации.

В связи с этим особую актуальность имеет использование сывороточных белков молока при производстве пищевой продукции массового спроса, в частности, кондитерских изделий.

Целью работы являлась разработка сбивных кондитерских изделий (конфет со сбивными корпусами), являющихся источником белка.

Белковые вещества являются необходимой составной частью пищи, которые участвуют в формировании новых тканей организма и восстановлении клеток, а также в синтезе иммунных тел, гормонов, ферментов. Большинство физиологов и биохимиков считают, что суточная норма потребления белков должна обеспечивать 10-15 % калорийности пищи и не должна быть ниже 70 г. С повышением физической нагрузки эта норма должна быть увеличена: если для здорового взрослого человека со средним весом при средней физической нагрузке в сутки требуется 1,5 г белка на 1 кг массы тела, то для человека с тяжелой физической работой — около 2,5 г на 1 кг массы тела. В повышенном содержании белка в пище нуждаются работники горячих цехов и лица, выздоравливающие после перенесённых лихорадочных заболеваний, т.к. при высоких температурах не только повышается распад белка, но и снижается его усвояемость. Кроме того, период роста и физиологического развития организма также требует увеличенное содержание белка в пище [4, с. 10-11]. Обеспечить выполнение данных требований возможно путем целенаправленного подбора и включения в рацион продуктов, являющихся источником белка.

Традиционные конфеты со сбивными корпусами («Суфле», «Птичье молоко» и аналогичные) пользуются спросом среди всех категорий населения, однако они содержат в своем составе большое количество углеводов (около 60 %) и жиров (20-25 %) при незначительном содержании белка (до 2,0-2,5 %). В связи с этим актуальной задачей является разработка сбалансированных по составу конфет, являющихся источником биологически полноценного белка.

Согласно требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки», содержание белка в 100 г пищевой продукции, считающейся источником белка, должно обеспечивать не менее 12 % калорийности продукта и не менее 5 % от суточной потребности организма человека в белке (75 г согласно Приложению 2 ТР ТС 022).

В качестве источника белка при производстве кондитерских изделий практический интерес представляло использование отечественного сырьевого ингредиента, вторичного продукта молочной промышленности — концентрата сывороточных белков КСБ-УФ-80, изготавливаемого из молочной сыворотки методом ультрафильтрации на ОАО «Щучинский маслосырзавод».

Данный концентрат сывороточных белков представляет собой порошок кремового цвета, с запахом и вкусом, свойственными сухому молочному продукту. Исследуемый образец КСБ содержит около 4 % влаги, 80 % белка, 6 % жира, 1,8 % золы и небольшое количество лактозы. Установлено, что КСБ-УФ-80 обладает достаточно высокой растворимостью — 98,2 % (при растворимости сухого яичного белка, использованного в качестве контроля, 96,2 %).

Научный интерес представляло определение возможности использования концентрата сывороточных белков КСБ-УФ-80 в качестве пенообразователя, альтернативного яичному белку при производстве сбивных конфетных масс.

Основными показателями качества растворов, содержащих пенообразователь, являются вязкость, пенообразующая способность и стойкость пены. Из литературы известно, что с увеличением концентрации пенообразователя (поверхностно-активного вещества — ПАВ) вспениваемость раствора сначала увеличивается до максимального значения, затем остается практически постоянной либо снижается. Обычно изменение пенообразующей способности с ростом концентрации ПАВ связывают с мицеллообразованием. При достижении критической концентрации мицеллообразования (ККМ) происходит завершение формирования адсорбционного слоя, который в этот момент приобретает максимальную механическую прочность. При дальнейшем увеличении концентрации ПАВ в растворе (выше значения ККМ) скорость диффузии молекул в поверхностный слой молекул уменьшается, чем и объясняется некоторое снижение пенообразующей способности [5, с. 182-184, 223]. В связи с этим целесообразно было изучить пенообразующие свойства КСБ-УФ-80 с целью установления концентрации раствора с оптимальными пенообразующими свойствами.

Исследована способность к пенообразованию растворов концентрата сывороточных белков КСБ-УФ-80 в диапазоне концентраций от 2,5 % до 40,0 %.

На первом этапе определили вязкость растворов КСБ, поскольку данный показатель влияет на процесс образования пены и ее стабильность. Эксперимент осуществляли с помощью ротационного вискозиметра «Reolab QC» (Anton Paar, Австрия) при температуре 18,5 ± 0,5 °С и скорости сдвига 30 $с^{-1}$. Установлено, что растворы концентрацией 2,5-20,0% характеризуются динамической вязкостью 0,017-0,031 Па*с, растворы концентрацией 25-30 % — вязкостью 0,048-0,080 Па*с. Увеличение содержания сухих веществ в растворе КСБ до 35-40 % приводит к значительному повышению его динамической вязкости — до 0,282-1,000 Па*с.

Влияние концентрации раствора концентрата сывороточных белков на его пенообразующие свойства представлено на рис. 1.

Установлено, что пенообразующая способность раствора КСБ концентрацией 2,5 % составляет 550 %. Наибольшая пенообразующая способность (700 %) отмечена в растворах с содержанием сухих веществ 5-10 %. При дальнейшем увеличении содержания КСБ в растворах от 12,5 % до 40,0 % их пенообразующая способность снижается с 600 % до 200 %. По-видимому, концентрация КСБ-УФ-80 в растворе, равная 10 %, обеспечивает критическую концентрацию мицеллообразования сывороточных белков. Кроме того, отрицательное влияние дальнейшего повышения концентрации раствора на величину его пенообразующей способности, вероятно, обусловлено повышением вязкости раствора, а также негативным влиянием жира, входящего в состав КСБ, на процесс сбивания белков. Продолжительность сбивания растворов концентрата сывороточного белка до максимума пенообразования при повышении концентрации с 2,5 % до 40,0 % увеличивается с 1,5 до 5,0 мин.

Изучена стойкость пен, образованных растворами КСБ-УФ-80 в диапазоне концентраций сухих веществ 2,5-40,0 %. Стойкость (стабильность) пены обусловлена скоростью синерезиса вследствие оттока жидкой фазы из пленок воздушных пузырьков [5, с. 228]. Стойкость пен анализировали по времени их полураспада. Продолжительность полураспада пен КСБ с концентрацией сухих веществ 2,5-5,0 % составляет 0,5-1,0 мин, концентрацией 10,0-12,5 % — 2,5 мин, концентрацией 15-20 % — 1,5-1,7 мин, концентрацией 25 % и 30 % — 8 мин и 50 мин соответственно. Стойкость пен с концентрацией сухих веществ 35-40 % в течение 250 мин составляла 85-88 %.

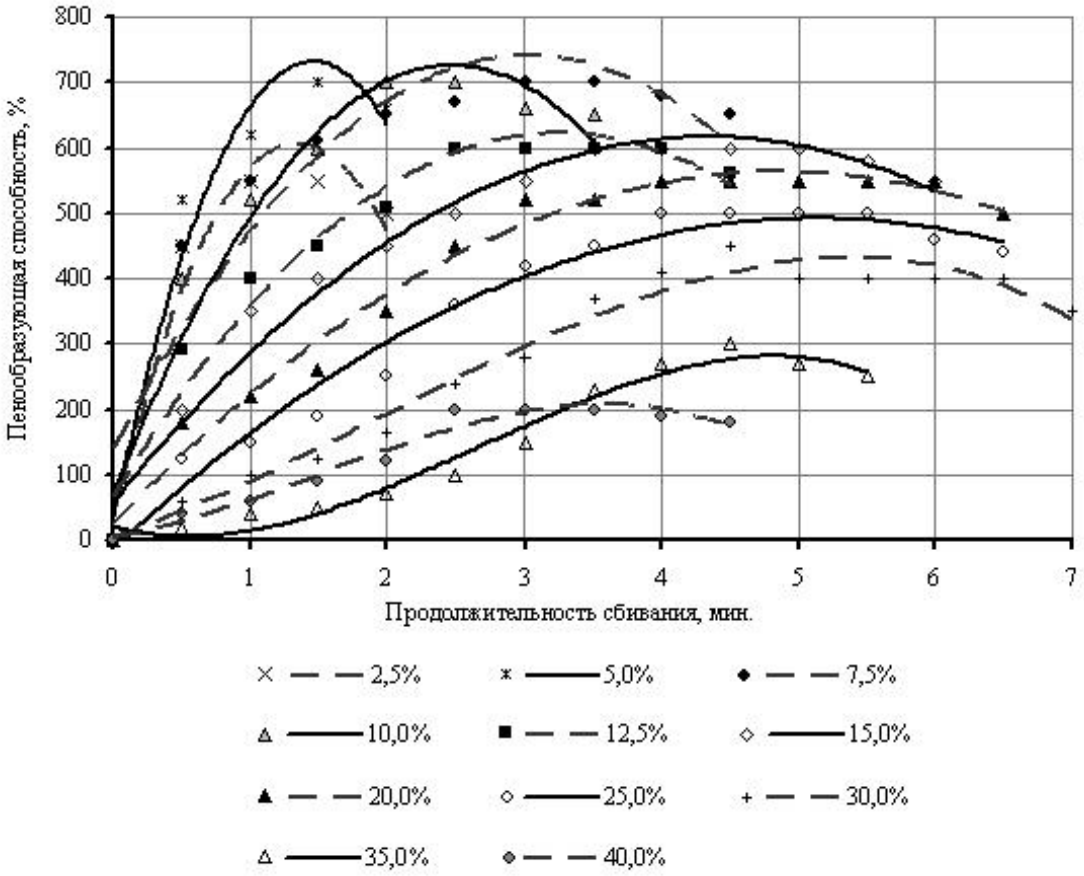

Рис. 1. Влияние концентрации сухих веществ на пенообразующие свойства раствора концентрата сывороточных белков КСБ-УФ-80

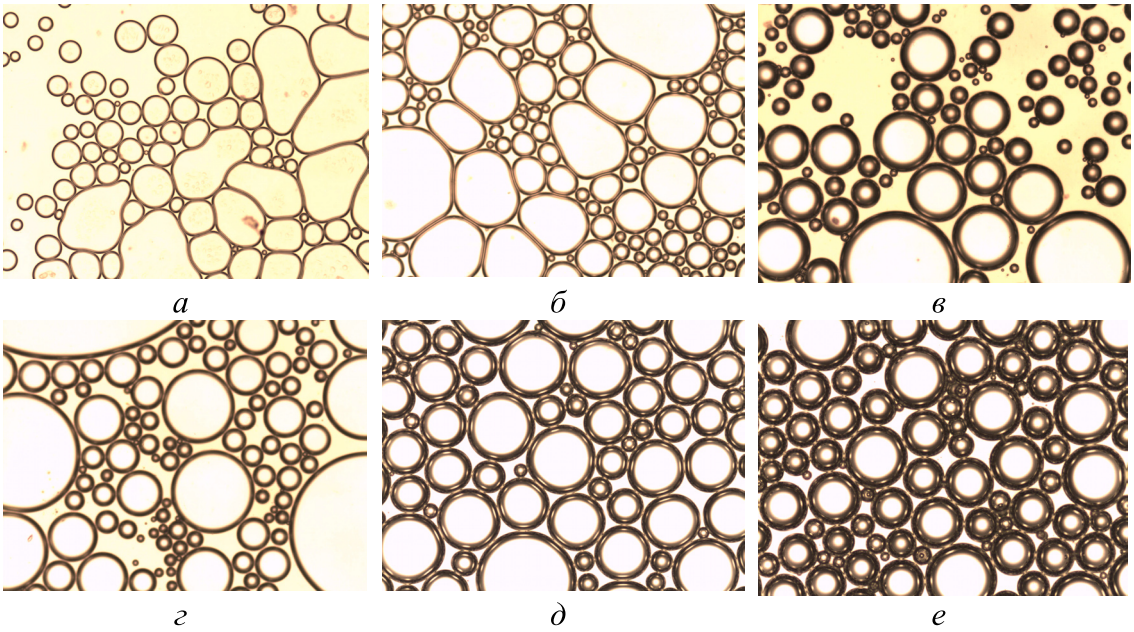

Рис. 2. Микроструктура пен, образованных концентратами сывороточных белков КСБ-УФ-80: *а* — концентрация 10%; *б* — концентрация 15%; *в* — концентрация 20%; *г* — концентрация 25%; *д* — концентрация 35%; *е* — концентрация 40%

Изучена микроструктура пен, образованных концентратами сывороточных белков КСБ-УФ-80, с применением микроскопа «OLYMPUS CX41RF» при увеличении в 40 раз. Результаты представлены на рис. 2.

Как видно из данных рис. 2, пены представляют собой дисперсные системы, состоящие из дисперсной фазы (воздух); дисперсионной среды (водный раствор, содержащий водорастворимые белки, углеводы и минеральные вещества КСБ) и поверхностного слоя на границе раздела фаз (белковая пленка).

Микроскопирование структуры пен, полученных из концентратов сывороточных белков, показало, что в целом форма частиц воздушной среды пен — шарообразная (кубическая), диаметр воздушных пузырьков составляет от 0,7 до 3,2 мм (с увеличением концентрации белка размер пузырьков уменьшается, а толщина поверхностного слоя увеличивается). При этом в сбивных массах КСБ с концентрацией сухих веществ 10-15 % имеются точечные контакты между пленками воздушных пузырьков (рис. 2 *а*, 2 *б*). Это обусловлено более высокой пенообразующей способностью данных растворов белка, в результате чего по мере насыщения жидкости воздухом толщина перегородок между пузырьками уменьшается, пузырьки плотнее сближаются и, прилегая друг к другу, приобретают форму, отличную от шара, т.е. форму многогранников [5, с. 221].

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что оптимальной концентрацией раствора концентрата сывороточных белков с массовой долей белка 80 %, использование которого предусматривается в качестве пенообразователя при изготовлении сбивных корпусов конфет, является концентрация сухих веществ 10 %. Данный раствор характеризуется высокой пенообразующей способностью (700 %) и удовлетворительной стойкостью (период полураспада пены — 2,5 мин). Кроме того, принятая в качестве оптимальной концентрация раствора КСБ на уровне 10 % близка к концентрации сухих веществ в яичном белке (12 %), который является традиционным пенообразователем кондитерского производства.

На следующем этапе проведена отработка технологических режимов введения концентрата сывороточных белков в сбивную конфетную массу.

Традиционные сбивные конфетные массы изготавливаются путем сбивания сахаро-паточного, глюкозного или другого сиропа с пенообразователем (яичным белком) с последующим добавлением молочных и/или масложировых продуктов. Исследовали возможность применения глюкозного сиропа, патоки, а также сахаро-паточных сиропов с различным соотношением сахара и патоки в рецептурах конфет. На основании результатов анализа динамической вязкости данных полуфабрикатов при содержании в них сухих веществ 79,5 ± 0,5 %, температуре 18,0 ± 0,5 °С и скорости сдвига 35 $с^{-1}$ установлена целесообразность использования в рецептуре конфет сахаро-паточного сиропа с соотношением сахар : патока 2 : 1 по натуре. Это обусловлено наименьшей вязкостью данного сиропа, что снизит энергоемкость процесса сбивания конфетной массы и уменьшит затяжистость готового конфетного корпуса.

Исходя из требуемого уровня содержания белка в готовых конфетах (при массовой доле глазури в них 27 %) рассчитали дозировку КСБ в сбивную массу — 22 % от общей загрузки сухих веществ сырья. Небольшую часть КСБ от его рецептурного количества вводили взамен яичного белка, а оставшееся количество — взамен сухих веществ молока и половины рецептурного количества масла из коровьего молока, т.к. снижение рецептурного количества жира в 2 раза позволит создать более сбалансированную рецептуру конфет (т.е. приблизиться к оптимальному соотношению белков, жиров и углеводов в пище — 1 : 1 : 4 [4, с. 11]). Первую часть КСБ-УФ-80 вводили в сбивную массу в виде раствора с концентрацией сухих веществ 10 % (что является оптимальным способом его использования в качестве пенообразователя), вторую часть — в виде смеси с пластифицированным маслом из коровьего молока в соотношении 1,5 : 1,0. При этом, при использовании КСБ-УФ-80 в смеси с маслом в сухом виде готовые конфетные корпуса имеют важный недостаток — значительную прилипаемость к зубам при их употреблении. Следовательно, с целью получения сбивных корпусов конфет с хорошими органолептическими свойствами целесообразно концентрат сывороточных белков перед соединением с маслом гид-

ратировать. Установлена степень гидратации КСБ, обеспечивающая возможность его введения в массу в требуемом рецептурном количестве по технологическим и органолептическим характеристикам.

Изготовление сбивной массы с КСБ на основе сахаро-паточного сиропа с содержанием агара 0,85-1,50 % от общей загрузки сухих веществ сырья в сироп (аналогично традиционным конфетам «Птичье молоко» и «Суфле») показало, что данное количество агара недостаточно для полного желирования массы, изготовленной по разработанному рецептурному составу. Установлена целесообразность увеличения содержания сухих веществ агара в сиропе до 1,80 %. Кроме того, с целью улучшения вкуса конфет в рецептуру сбивной массы целесообразно ввести пищевую соль и ароматизатор, например, молочной или фруктовой группы.

Сбивная кондитерская масса, изготовленная разработанным способом, имеет выраженную пенообразную структуру с плотностью 580 ± 10 кг/м^3, хорошие органолептические характеристики (цвет — белый с кремоватым оттенком, вкус — с приятным молочным привкусом без выраженного привкуса сывороточного белка, запах — свойственный используемому ароматизатору).

Расчет пищевой ценности сбивных конфет, изготовленных с добавлением концентрата сывороточных белков КСБ-УФ-80 показал, что в 100 г продукта содержание белка составляет 12 г (или 16 % от его средней суточной потребности), жира — 16 г, углеводов — 51 г (соотношение 1 : 1,3 : 4,2). При этом за счет белка обеспечивается 12 % калорийности продукта, за счет жира — 38 %, за счет углеводов — 50 %. Данные характеристики позволяют отнести разработанные конфеты со сбивными корпусами к пищевой продукции, являющейся источником белка. Такой продукт может быть рекомендован к потреблению лицами, занятыми тяжелой физической работой, физически активными людьми, лицами с недостатком массы тела, а также всем категориям населения в качестве источника биологически полноценного белка.

Кроме того, результаты исследования являются частью вклада в решение актуальной промышленной проблемы по переработке вторичных сырьевых ресурсов молочной отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Золоторева, М. С.* Продукты переработки сыворотки в молочном производстве / Переработка молока. — 2014. — № 2. — С. 24.
2. *Сенкевич, Т.* Молочная сыворотка: переработка и использование в агропромышленном комплексе: / Т. Сенкевич, К.-Л. Ридель. — Пер. с нем. Н.А. Эпштейна; под. ред. Н. Н. Липатова. — М. : Агропромиздат, 1989. — 270 с.
3. *Храмцов, А. Г.* Молочная сыворотка. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Агропромиздат, 1990. — 240 с.
4. *Кирхенштейн, А.М.* Что необходимо знать о полноценной пище / А. М. Кирхенштейн; под. ред. Ф.Г. Кроткова. — М. : Пищепромиздат, 1952. — 135 с.
5. *Зубченко, А.В.* Физико-химические основы технологии кондитерских изделий: учебник / А.В. Зубченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Воронеж : ВГТА, 2001. — 389 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 23.02.2016

S.Tamashevich, A. Shauchuk, V. Babadey, I. Kandratava

NEW KIND OF AERATED CONFECTIONERY PRODUCT ON THE BASIS OF WHEY PROTEINS

In the article cited results about working out of aerated confectionery product, being a source of protein. The concentrate of whey proteins (the CWP) has been used as a source of complete protein. The CWP is produced by an ultrafiltration method at the Belarusian butter-cheese plant. Optimum dosages and technological parameters of the CWP addition in aerated confectionery mass are established. These parameters allow obtaining sweets with high organoleptical properties and with the protein content about 12 %.