

УДК 637.344

**БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ
МОЛОЧНОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ****Орлова Т.А.** *д-р техн. наук**Ставропольский институт кооперации (филиал) Автономной некоммерческой организации высшего образования «Белгородский университет кооперации, экономики и права» (Ставрополь)***Парамонова А.А.***Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет» (Ставрополь)***Орлов А.А.***Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный медицинский университет» (Ставрополь)***Срибный А.С.**, *канд. техн. наук**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет» (Ставрополь)*

Реферат. В основе биотехнологии лежит процесс фракционирования обезжиренного молока пектином с образованием двух фракций концентрата натурального казеина (КНК) и сывороточно-полисахаридной фракции (СПФ) с определенным составом и функциональными свойствами, которые в свою очередь являются основой для получения разнообразных функциональных молочных продуктов.

Ключевые слова: обезжиренное молоко, пектин, концентрат натурального казеина (КНК), сывороточно-полисахаридная фракция (СПФ), функциональные продукты

Summary. The biotechnology is based on the process of fractionation of skim milk by pectin with formation of two fractions – the concentrate of natural casein (CNC) and the whey-protein fraction (WPF) with a certain structure and functional properties which in turn are the basis for manufacturing of various functional milk products.

Keywords: skim milk, pectin, concentrates of natural casein (CNC), whey-protein fraction (WPF), functional products

Введение. Создание устойчивой продовольственной базы является одной из важных задач требующих решения в нашей стране. Ресурсосберегающие биотехнологические процессы, обеспечивающие рациональное использование молочного и растительного сырья могут быть обеспечены на основе изучения комплексного влияния ряда технологических факторов и качественных характеристик полисахаридов на процесс фракционирования. Создание нового поколения функциональных продуктов питания на основе принципов бионанотехнологии является инновационным направлением [1,2].

Объекты и методы исследований. Были проведены исследования по изучению влияния ряда технологических факторов, условий разделения на фракционирование обезжиренного молока пектином. Изучены качественные характеристики получаемых фракций и направления получения функциональных продуктов питания.

Обсуждение результатов. В основу биотехнологии фракционирования молочного сырья полисахаридами положены оптимальные сочетания технологических факторов, позволяющие в известных пределах регулировать и контролировать разделение смеси обезжиренного молока и пектина на две фазы и концентрирование казеинового комплекса молока. В основе технологии лежит фракционирование компонентов обезжиренного молока с применением пектина вследствие термодинамической несовместимости высокомолекулярных биополимеров – казеина и пектина. В результате получают сывороточно-полисахаридную фракцию (СПФ), содержащую сывороточные белки, пектин и другие растворимые вещества молока, и концентрат натурального казеина (КНК), представляющий собой раствор казеин-кальций фосфатного комплекса, находящегося в коллоидно-дисперсном состоянии.

Направления использования полисахаридов в производстве пищевых продуктов связано с их физико-химическими характеристиками и функциональными свойствами [3,4]. Белки молока и полисахариды являются природными биополимерами. В функциональных пищевых продуктах белки и полисахариды определяют их пищевую ценность, а также являются основными структурообразователями. На их основе можно создать многие формы пищи с заданной структурой, необходимыми органолептическими показателями [3, 5-8].

Были проведены исследования по изучению влияния ряда технологических факторов, условий разделения на фракционирование обезжиренного молока пектином. При разработке и освоении технологии фракционирования молочного сырья биополимерами важен правильный подбор полисахарида, обладающего необходимыми качественными характеристиками и разделяющей способностью. Используя различные виды полисахаридов, можно получать продукты фракционирования заданного состава с широким спектром функциональных свойств.

При проведении исследований изучено влияние на процесс фракционирования обезжиренного молока степени этерификации пектина. Результаты фракционирования молока образцами пектинов в зависимости от его физико-химических характеристик представлены в табл.

Таблица – Массовая доля белка в КНК и СПФ в зависимости от характеристик пектина

Образец	Степень этерификации, %	Фракционирование в поле гравитационных сил центробежных сил			
		Массовая доля белка, %			
		СПФ	КНК	СПФ	КНК
1	73±1	0,84±0,01	13,5±0,1	0,84±0,01	14,2±0,1
2	69±1	0,78±0,01	11,9±0,1	0,72±0,01	13,0±0,1
3	32±1	Система не разделилась			
4	52±1	Система не разделилась		1,5±0,01	11,2±0,1

Анализ полученных результатов показал, что пектины с высокой степенью этерификации обладают высокой разделяющей способностью, при снижении степени этерификации до 50 % разделение системы в поле гравитационных сил затруднено. При использовании низкоэтерифицированных пектинов – СЭ 30 % система не разделилась, ввиду его высокой чувствительности к ионам кальция, что приводит к стабилизации системы обез-

жиренного молока с пектином. Проведенные исследования показали возможность использования высокоэтерифицированных (СЭ – 68-74 %) пектинов для фракционирования обезжиренного молока. В результате проведенных исследований установлены закономерности фракционирования обезжиренного молока, изучены свойства полученных продуктов (КНК, СПФ).

С научной точки зрения выделить казеиновый комплекс молока в растворимом состоянии в виде казеин-кальций фосфатного комплекса (ККФК) можно методом ультрацентрифугирования при 20000 об/мин в течение 3 – 3,5 час. Содержание общего белка в осадке ККФК составило (г/100 г сух. вещ.) – 87,2 казеина – 84 и сывороточных белков – 3,2 [4].

Для фракционирования обезжиренного молока используют яблочный или цитрусовый высокоэтерифицированный пектин. Важной характеристикой пектина для фракционирования молочного сырья является взаимодействие с растворителем и ионогенными компонентами раствора. Интенсивность процесса приготовления и качество водного раствора пектина, являющегося жидкой биомембранной, определяется комплексом гидродинамических, физико-химических и технологических показателей [2,4].

Пектины, применяемые для фракционирования биокolloидов должны достаточно полно выделять белковые вещества, обеспечивать высокую степень концентрирования при малом расходе полисахарида и высокую скорость выделения (фракционирования), быть нетоксичными по отношению к животным и человеку. Процесс должен быть доступным и экономически выгодным. В результате проведенных исследований установлено, что физико-химические характеристики пектина (молекулярная масса, содержание полиуронидов, степень этерификации, массовая доля сухих веществ в растворе пектина) в совокупности оказывают влияние на процесс фракционирования обезжиренного молока. Увеличение содержания полиуронидов с 50 до 80 % приводит к снижению оптимальных концентраций пектина в смеси. В результате были сформулированы требования к пектинам для фракционирования молочного сырья. Степень этерификации 70–75 %, содержание полиуронидов 60–80 %.

Сформулированы требования к переработке молочного сырья с применением пектина:

- в процесс переработки должны вовлекаться все компоненты сырья;
- свойства компонентов в процессе переработки должны сохраняться или улучшаться;
- биотехнология должна быть экономически эффективной.

Основные преимущества фракционирования молочного сырья полисахаридами (пектином) по сравнению с традиционными методами:

- высокий выход, полное использование фракций (концентрат натурального казеина и сывороточно-полисахаридная фракция) на пищевые цели;
- исключение денатурирующих изменений в системе;
- низкие энергетические затраты;
- сохранение высоких биологических и функциональных свойств получаемых фракций;
- возможность регулирования получения продуктов с заданными физико-химическим составом и функциональными свойствами уже на стадии фракционирования биополимеров.
- высокая чистота, получаемых концентратов (нет сопутствующих неорганических компонентов и др. веществ);
- экологическая безопасность производства.

Комплексная переработка молочного сырья с применением пектина позволила получить жидкие фракции – концентрата натурального казеина (КНК) и сывороточно-полисахаридную (СПФ) фракцию [2 - 4].

Сывороточно-полисахаридная фракция, представляла собой однородную жидкость и имела чистый молочный вкус с лёгким привкусом используемого полисахарида. Во фракцию практически полностью переходит пектин, это обуславливает её потенциально высокие функциональные свойства.

Присутствие в СПФ полисахарида увеличивает его вязкость, что позволяет использовать ее в качестве стабилизатора и загустителя пищевых продуктов. СПФ отличается выраженным стабилизирующим действием за счет способности образовывать при определенных условиях пену и достаточно прочный гель. Сывороточно-полисахаридная фаза является принципиально новым видом молочного сырья. В первом приближении (без учета пектина) её можно представить как аналог молочной сыворотки. Однако наличие в сывороточно-полисахаридной фракции и ее концентратах пектина придаёт ей целый комплекс новых свойств, либо полностью отсутствующих, либо слабо выраженных в традиционных молочных продуктах. Особенно сильно выражены в сывороточно-полисахаридной фазе структурирующие свойства – пенообразующая, желеобразующая и стабилизирующая способности [2, 4].

Изучение размеров частиц в СПФ при помощи многофункционального спектрометра динамического и статического рассеивания света показало наличие в ней наночастиц с размерами от 20 до 1000 нм. В результате исследований, установлено, что полисахарид присутствует в СПФ в виде комплекса с сывороточными белками. Установлено, что входящие в состав СПФ природные биополимеры – пектин и сывороточные белки, потенцируют фармакологические свойства фракции и продуктов с ее использованием [4].

Выводы. Установлено, что ценный многокомпонентный состав и технологические свойства КНК и СПФ, заключающиеся в хорошей растворимости в широком диапазоне массовой доли сухих веществ, температурной устойчивости при низких значениях pH, предоставляют широкие возможности для создания на основе фракций целой гаммы функциональных молочных продуктов. При этом фракции и продукты на их основе СПФ обладают согласно медико-биологической оценке специфической активностью, повышающей устойчивость организма к вредным воздействиям окружающей среды, и дает возможность смягчить отрицательное влияние временных физических и эмоциональных перегрузок на человека [3, 4]. Как показали исследования, дополнительная биотехнологическая обработка КНК и СПФ с использованием молочнокислых организмов и ферментов и введение наполнителей позволяют усилить их структурообразующие свойства. Продукты, полученные на основе фракционирования молочного сырья пектином, отличаются от традиционных продуктов по медико-физиологическим характеристикам. Применение молочно-белковых концентратов для производства функциональных продуктов питания определяется их функциональными свойствами. Наиболее важными являются следующие функциональные свойства – растворимость, вязкость, эмульгирующие, пенообразующие и желеобразующие свойства.

На основе концентратов с максимальным сохранением их природных свойств могут быть получены функциональные продукты со сбалансированным составом с увеличенным сроком хранения. Продукты способствуют адаптации организма и повышают общую резистентность.

Организация здорового питания требует совершенствования технологии получения традиционных продуктов, а также создания нового поколения функциональных пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям [2, 5-8].

Анализ различных способов переработки молочного белково-углеводного сырья, показал, что проведение биотехнологической обработки и обогащение продуктов гидролизатами сывороточных белков являются технологической платформой для инноваций в области получения продуктов на основе направленной трансформации лактозы, казеина и сывороточных белков [8, 9].

В большинстве пищевых продуктов белки и пектины не только определяют их пищевую ценность, но и являются основным структурообразующим звеном. На их основе можно создать многие формы пищи с заданной макроструктурой, необходимыми органолептическими показателями [3, 5, 9].

С использованием КНК, СПФ и ее концентратов разработана по технологии (Био-Тон) серия молочных и кисломолочных продуктов, которые можно классифицировать по жирности, по применяемым для их получения закваскам, по массовой доле сухих веществ и белка. Использование КНК позволяет повысить содержание белковой фракции в продукте, снизить его калорийность при этом получить продукты плотной пластичной консистенции, по свойствам аналогичные жирным.

Различные комбинации белков и полисахаридов, многообразие биотехнологических приемов позволят разрабатывать функциональные продукты питания определенного состава и назначения с высокими органолептическими характеристиками.

Литература

1. Инновационные технологии продуктов на основе биокластеров молочной сыворотки: учебное пособие / А.Д. Лодыгин [и др.]. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2010. – 143 с.
2. Прогностическая модель биомембранной технологии молочных продуктов нового поколения в реалиях рыночной экономики и членства России в ВТО / В. И. Трухачев [и др.] // Индустрия питания.–2017.–№ 2(3).– С. 38- 41.
3. Молочников, В. В. Основные принципы производства молочных продуктов нового поколения / В.В.Молочников, Т.А.Орлова // Переработка молока. – 2008. – №11.– С. 52-54.
4. Теория и практика безотходной переработки молока в замкнутом технологическом цикле// В. И. Трухачев [и др.]. – Ставрополь: АГРУС, 2012. – 360 с.
5. Донченко, Л.В. Концепция НАССР на малых и средних предприятиях / Л.В. Донченко, Е.А. Ольховатов.– СПб.: Лань, 2016.– 180 с.
6. Огнева, О.А. Разработка плодовоовощных десертов функционального назначения / О.А. Огнева, Л.В. Донченко // Труды Кубанского государственного аграрного университета.– Краснодар: КубГау, 2014.– Т 1, № 46.–С. 104-109.
7. Орлова, Т.А. Сывороточно-полисахаридная фракция в функциональных напитках / Т.А. Орлова, В.Е. Мильтюсов // Молочная промышленность. –2008. – № 12. – С. 64-66.
8. Срибный, А.С. Мониторинг качества функциональных хлебопродуктов с использованием сывороточно-полисахаридной фракции / А. С. Срибный, Т.А. Орлова // АПК Ставрополя.–2011.– №3.– С. 32–36.
9. Лодыгин, А.Д. Методы гидролиза сывороточных белков молока / А.Д. Лодыгин, А.Г. Храмцов, Н.С. Донской// Сборник научных трудов СевКавГТУ серия «Продовольствие». - Ставрополь: СевКавГТУ, 2010. – № 6. –С.19-21.