

**Мордвинова Валентина Александровна, вед.н.с., к.т.н.,
Ильина Светлана Геннадьевна, н.с.**

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия –
филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
(Россия, г. Углич)

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОЕВОГО ИЗОЛЯТА В СЫРОДЕЛИИ

Аннотация. В работе представлены результаты исследований по установлению влияния обогащения молочной смеси растительными белками на уровень молочнокислого процесса при изготовлении мягких сыров. Показано, что соевый изолят более предпочтителен для использования при разработке технологии нового вида продукта. Показано, что способ коагулирования белкового сгустка оказывает влияние на влагоудерживающую способность и сохранность сухих веществ.

Ключевые слова: соевый изолят, мягкий сыр, качество.

**Mordvinova Valentina Aleksandrovna, leading researcher, Ph.D.,
Irina Svetlana Gennadevna, scientist**

All-Russian Scientific Research Institute of Butter and Cheese making –
The branch of the Federal State Budget Scientific Institution
«The Federal Centre of Food Systems after V.M. Gorbатов» RAS
(Russia, Uglich)

THE STUDY OF SOYA POTENTIAL ISOLATE USAGE IN CHEESE-MAKING

Abstract. The investigation results relating to determination of the effect of milk mixture enrichment with vegetable proteins on the level of lactic acid process during soft chesses production are presented. It is shown that soya isolate is more preferable for the development of the new type of the product technology. It is evident that protein coagulum coagulation method effects the moisture-retaining power and preservation of dry matters.

Key words: soya isolate, soft cheese, quality.

Одним из путей ликвидации острого дефицита белка в питании людей является создание новых видов пищевых, в том числе молочных продуктов с использованием растительных белков. Сочетание в составе продукта животного и растительного белка позволяет использовать принцип взаимодополняемости: один животный или растительный белок обладает меньшей биологической ценностью, чем их смесь в оптимальном соотношении [1]. Наиболее широко

для этих целей применяются семена бобовых культур и, в частности, сои. Соевые белки имеют хорошо сбалансированный аминокислотный состав, близкий к белкам животного происхождения, хорошо усваиваются и низкоаллергенны [2].

На современном рынке пищевых ингредиентов соевые белковые продукты представлены изолятами, концентратами, текстуратами, различными видами муки как из обезжиренных, так и из цельных необезжиренных семян, очищенных от оболочки (жирная мука), или частично обезжиренных с помощью механического отжима масла (полуобезжиренная или полужирная мука). Наибольшие объемы промышленного производства приходятся на белковые продукты из обезжиренной сои.

Наиболее часто в продуктах используются соевые изоляты. Производство белковых изолятов было впервые организовано в США в 1960-1961 гг. и затем в Японии в 1965-67 гг. Стремление улучшить функциональные свойства изолятов соевых белков привело в последние годы к разработке новых способов их производства, которые обеспечивают изоляту соевых белков полное отсутствие специфического запаха и нейтральный вкус. Они характеризуются низкой вязкостью, высокой растворимостью, хорошей жирозэмульгирующей способностью и являются одним из самых функциональных продуктов соевого белка на рынке [3,4].

Исследовательскими работами, проведенными во ВНИМИ [5,6], показана перспективность применения соевых белков в комбинированных кисломолочных продуктах путем повышения их качества за счет увеличения плотности нормализованных молочных смесей; повышения содержания белка, улучшения внешнего вида и структурно-механических свойств готового продукта, увеличения срока годности.

Исследования по использованию соевых продуктов в сыроделии в нашей стране проводились в двух направлениях: выработка сыра только из соевой эмульсии, т.е. получение соевых аналогов сыра, и использование соевых продуктов в качестве обогатителя молочной смеси для производства сыра.

Изначально применение соевых продуктов было связано с основной проблемой сыродельных предприятий нашей страны – нехваткой сырья и ярко выраженной сезонностью производства. В качестве одного из путей решения этой проблемы всегда рассматривали внедрение ресурсосберегающих технологий, к которым относятся и технологии мягкого сыра. Выработка мягких сыров, особенно в межсезонный период, позволяет не только экономить натуральное сырье, но и справляться с проблемой несыропригодного молока. Кроме того, мягкий сыр является легкоусвояемым продуктом и обладает повышенной пищевой ценностью. В настоящее время эта тема весьма актуальна в связи с интересом многих потребителей и производителей к продуктам комбинированного белкового состава и аналоговой продукции. Технология мягкого сыра более доступна для получения продукта комбинированного состава. Ассортимент мягких сыров в нашей стране достаточно однообразен. Поэтому использование изолятов соевых белков, содержащих полиненасыщенные жирные кислоты, витамины, микроэлементы

позволит получить молокосодержащий продукт повышенной пищевой и биологической ценности.

Цель исследований

Одним из необходимых условий получения по технологии сыра молокосодержащего продукта с хорошими потребительскими характеристиками, является то, чтобы процесс молочнокислого брожения протекал на достаточно высоком уровне. Поэтому целью 1 этапа исследований было изучение влияния вида и количества растительных белков на процесс молочнокислого брожения в среде молочный белок + растительный белок.

Кроме того, известно, что растительные белки обладают большой влагоудерживающей способностью, что оказывает влияние на структуру белкового сгустка, его синергетические свойства [1,7]. В изготовлении мягких сыров применяют два способа получения сгустка: сычужное свертывание и термокислотное осаждение. Установление основных закономерностей влияния растительного белка на способность сгустка удерживать в структуре влагу, сухие вещества, жир было целью 2 этапа исследований.

Методология исследований

Учитывая достаточно широкое применение растительных белков при изготовлении пищевых продуктов на первом этапе исследований в качестве объектов исследований были выбраны смесевые композиции молока не только с соевым изолятом, но и другими растительными белками.

Было составлено 6 модельных смесей:

- №1 – обезжиренное молоко – контроль;
- № 2 – обезжиренное молоко + соевая мука;
- № 3 – обезжиренное молоко + рисовая мука;
- № 4 – обезжиренное молоко + нутовая мука;
- № 5 – обезжиренное молоко + изолят соевого белка;
- № 6 – обезжиренное молоко + пшеничный изолят.

В обезжиренное молоко добавляли разные дозы (от 10 до 30 %) различных растительных белков. В смесевые композиции вносили 2 % бактериальной закваски мезофильных лактококков, приготовленной из бакконцентрата БК-Углич-№ 4 (производства ФГБНУ «Экспериментальная биофабрика»).

В качестве контроля использовали обезжиренную молочную смесь.

Смеси выдерживали при температуре (31 ± 1) °С в течение 48 часов. Через определенные промежутки времени в смесях измеряли значения активной и титруемой кислотности.

Особое внимание уделяли точке контроля «через 3 часа» (т.к. в течение 3-х часов в ванне происходит активный рост и развитие молочнокислой заквасочной микрофлоры) и точке контроля «через 24 часа», (т.к. в это время мягкий сыр готов к реализации).

Применяли общепринятые и стандартизованные методы измерения контролируемых показателей.

На втором этапе исследовали нормализованные по жиру молочно-растительные смеси. Для оценки обезвоживания их сгустка использовали метод

центрифугирования образцов сгустка на центрифуге «Beckman» в течение 15 мин со скоростью 4000 об/мин.

При сычужном способе получения сгустка в центрифужные стаканы вносили по 200 см³ приготовленных смесей. Для получения сгустков методом термокислотного осаждения белков смеси нагревали до температуры 93-95 °С. После осаждения белков сгустки центрифугировали, затем измеряли количество выделившейся сыворотки и определяют в ней массовые доли сухих веществ и жира.

Результаты

В процессе развития заквасочной микрофлоры происходит сбраживание молочного сахара и накопление молочной кислоты в среде. Изменение значения титруемой кислотности через установленные интервалы является косвенным показателем активности молочнокислого процесса.

Обобщенная диаграмма зависимости титруемой кислотности смеси от вида и количества внесенного растительного белка представлена на рисунке 1.

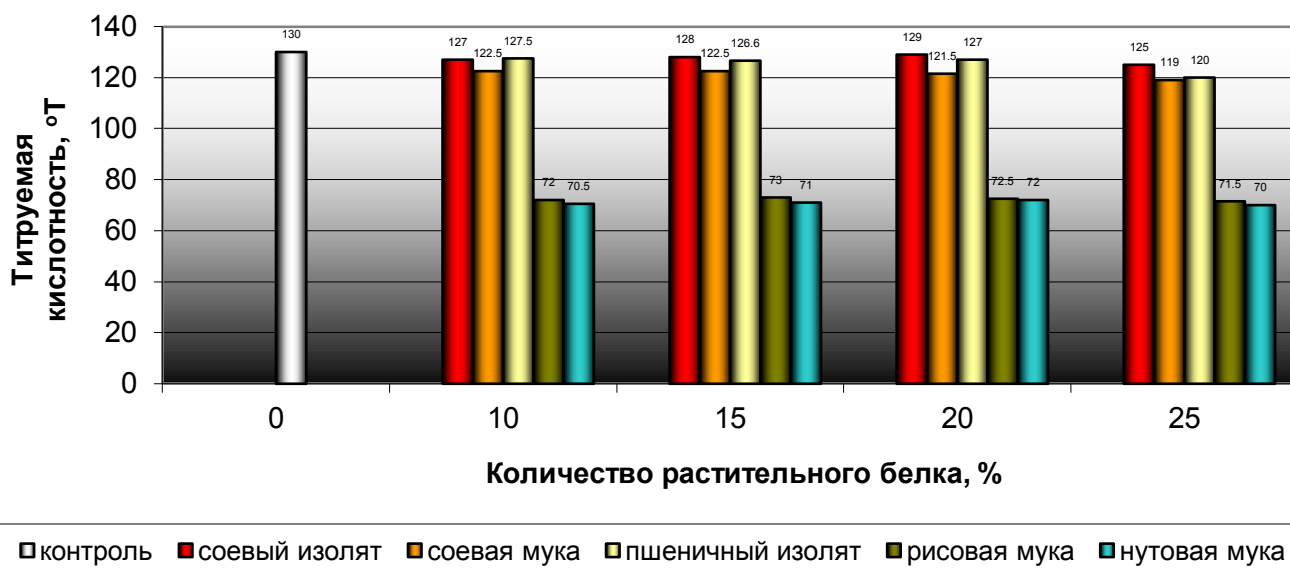


Рисунок 1 – Зависимость титруемой кислотности смеси от вида и количества растительного белка

Из рисунка 1 видно, что более активно титруемая кислотность увеличивалась в смесях с изолятом соевого белка и изолятом пшеничного белка, что является косвенным признаком более активного развития молочнокислой микрофлоры. Значения показателей были близки к контрольному образцу.

Наименьшую интенсивность процесса молочнокислого брожения отмечали в смесях с рисовой и нутовой мукой. Здесь значения титруемой кислотности в опытных образцах были ниже, чем в контрольном образце, в среднем на 46 %.

Смеси с соевой мукой по интенсивности процесса молочнокислого брожения занимали среднее положение. Значения титруемой кислотности в них ниже, чем в контрольном образце, в среднем, на 7 %.

Доза внесения растительного белка не оказала заметного влияния на рост титруемой кислотности.

По результатам экспериментов можно сделать вывод о том, что предпочтительным является обогащение молочной смеси изолятами соевого и пшеничного белков, т.к. эти белки позволяют провести процесс молочнокислого брожения на достаточно высоком уровне. Однако, учитывая преимущества изолята соевого белка по пищевой и биологической ценности по сравнению с пшеничным изолятом, было принято решение дальнейшие исследования проводить только с изолятом соевого белка.

Ранее уже говорилось об относительно повышенной влагоудерживающей способности растительных белков по сравнению с молочными. Кроме того, различия в структуре сгустков, полученных сычужным свертыванием и термокислотным осаждением белков из смесей различного состава, несомненно, должны отразиться на их синергических свойствах.

Состав молочно-растительных смесей и их влагоудерживающая способность показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Влагоудерживающая способность сгустков

№ смеси	Состав смеси	Количество сыворотки, выделившейся при центрифугировании сгустка, см ³	
		сычужное свертывания	термокислотное осаждение
1	Нормализованное по жиру молоко (контроль)	148,5±1,1	169,5±4,8
2	Нормализованная по жиру смесь с соевым белком (70:30)	147,6±2,4	167,3±4,1
3	Нормализованная по жиру смесь с соевым белком (60:40)	141,3±0,9	162,1±3,8
4	Нормализованная по жиру смесь с соевым белком (50:50)	132,1±1,8	160,5±2,3

Как следует из данных, приведенных в таблице 1, из сгустков, полученных сычужным свертыванием, выделилось меньшее количество сыворотки, чем из сгустков, полученных путем термокислотного осаждения белков (в среднем на 14 % по каждому варианту смеси), что свидетельствует о большей влагоудерживающей способности сычужных сгустков. Была отмечена общая тенденция к увеличению влагоудерживающей способности сгустков, полученных обоими способами, при увеличении количества изолята соевого белка в смеси.

О способности сгустков удерживать в своей структуре сухие вещества и жир судили по количеству этих компонентов, перешедших в сыворотку, выделившуюся при центрифугировании. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Массовая доля сухих веществ и жира в сыворотке при синерезисе сгустков

№ смеси	Состав смеси	Массовая доля сухих веществ в сыворотке, %		Массовая доля жира в сыворотке, %	
		сычужное свертывание	термокислотная коагуляция	сычужное свертывание	термокислотная коагуляция
1	Нормализованное по жиру молоко (контроль)	5,63±0,06	5,38±0,01	0,13±0,02	0,10±0,03
2	Нормализованная по жиру смесь с соевым белком (70:30)	5,24±0,05	5,04±0,03	0,12±0,02	0,09±0,03
3	Нормализованная по жиру смесь с соевым белком (60:40)	5,09±0,03	4,87±0,02	0,12±0,02	0,10±0,03
4	Нормализованная по жиру смесь с соевым белком (50:50)	5,18±0,01	4,82±0,03	0,11±0,02	0,08±0,03

Анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что переход сухих веществ и жира в сыворотку зависит от способа коагуляции белка. При термокислотном способе коагулирования в сыворотку переходит меньше сухих веществ и жира, чем при сычужном свертывании. Это можно объяснить принципиальным различием механизма образования сгустков в этих способах коагулирования белка.

При термокислотной коагуляции под влиянием высокой температуры 93-95 °С практически все сывороточные белки денатурируют и осаждаются на мицеллах казеина, образуя с ней достаточно устойчивые связи. Казеиновые мицеллы при нагревании до указанных температур сохраняют свою устойчивость, т.к. казеин не денатурирует при температурах до 100 °С.

Растительные белки, в т.ч. и соевые, представляют собой в основном глобулины [8]. Вероятно, они также образуют с мицеллой казеина достаточно устойчивые гидрофобные связи.

После этого в смесь добавляется молочная кислота для того, чтобы понизить рН среды до 4,6-4,7 ед. рН, т.е. до изоэлектрической точки, при которой казеиновые мицеллы вместе с сывороточными и соевыми белками, находящимися на их поверхности, выпадают в осадок. Таким образом, в формировании структуры сгустка при термокислотном свертывании участвуют и казеин, и денатурированные сывороточные белки.

При сычужном свертывании структура сгустка формируется, в основном, только за счет казеина, претерпевшего биохимические изменения под действием сычужного фермента. Есть сведения, что соевые белки также атакуются сычужным ферментом [9]. Кроме того, на степень взаимодействия белок коровьего молока/соевый изолят при формировании сгустка более важное значение оказывают гидрофобные и электростатические взаимодействия, чем дисульфидные и водородные связи [10]. Сывороточные белки в этом процессе не принимают активного участия, и большая их часть

уходит из сгустка при синерезисе вместе с выделяющейся сывороткой. Кроме того, процесс разрезки, постановки зерна и вымешивания также способствует большому отходу сухих веществ и жира в сыворотку в результате механического воздействия на полученный сгусток.

Состав смеси (образцы № 2,3,4) значимого влияния на потерю сухих веществ не оказал.

Выводы. Результаты исследований показали, что обогащение молочной смеси изолятом соевого белка не оказало ингибирующего действия на интенсивность молочнокислого процесса при изготовлении молокосодержащего продукта по технологии мягкого сыра.

Установлено, что, независимо от количества внесенного растительного компонента, влагоудерживающая способность сычужного сгустка выше по сравнению со сгустком, полученным термокислотным способом коагулирования белка, а способность удерживать в своей структуре сухие вещества ниже.

Список литературы

1. Агаркова Е.Ю., Кручинин А.Г., Рязанцева К.А. Современные технологические подходы к обогащению молочных продуктов // Инновационные технологии обогащения молочной продукции (теория и практика). М.: Франтера, 2016. 374 с.

2. Кручинин А.Г., Агаркова Е.Ю., Березкина К.А. Исследование закономерностей, сопровождающих процессы коагуляции молочно-растительной белковой системы // Научное обеспечение молочной промышленности: сборник научных трудов. Москва, 2012. С. 109.

3. Фоломеева О.Г. Очищенные (изолированные) соевые белки как высокофункциональный ингредиент в молочном производстве // Белки в производстве молочных продуктов: материалы семинара. Москва, 2005. С. 18-19.

4. Шишков В.А. и др. Экстракция растворимых белков из продуктов переработки соевого зерна с применением ферментативного гидролиза // Хранение и переработка сельхозсырья. 2007. № 1. С.19-21.

5. Забодалова ЛА. Биотехнология комбинированных молочных продуктов с использованием компонентов сои: автореферат дис. ... доктора техн. наук. Кемерово: Кемеровский технол. ин-т пищ. пром-ти, 2000.

6. Зобкова З.С., Фурсова Т.П. О консистенции кисломолочных продуктов // Молочная промышленность. 2003. № 1. С. 49-51.

7. Дисозеф Дж. Эндерс Соевые белковые продукты. Характеристики, питательные свойства и применение. М.: Макцентр, 2002. 78 с.

8. Северин Е.С., Алейникова Т.Л., Осипов Е.В., Силаева С.А. Биологическая химия. М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2008. 364 с.

9. Morales F.M. Обработка соевого молока протеазами из *Mucor pusillus* // *Alimentaria*. 1998. 35. № 291. С. 99-101.

10. Okazaki Yoshio, Nippon shokuhin kogaku kogaku kaishi // *Jap. Soc. Food Sci and Techol.* 2001. 46, № 9. С.800-804.