

Methodical bases of increase of investment appeal of the industry of rest and the basic directions of development of recreational

activity in Republic Bashkortostan are resulted.

© Нафикова И.Р.

УДК 36.95:28.072

В.А. Ермолаев, Ю.В. Мудрикова, Н.Н. Воробьева

## **ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ СОЗРЕВАНИЯ И ВАКУУМНОЙ СУШКИ НА ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ МОЛОЧНЫХ БЕЛКОВ СЫРА**

*Ключевые слова: сушка; фракционный состав; белок; созревание сыра «Покровский»; электрофорез.*

**Введение.** Сухие сыры необходимы для создания запасов на длительные сроки (Госрезерв), снабжения жителей отдаленных районов страны (Крайнего Севера), организации питания армии, МЧС, людей, работающих в автономных условиях, расширения рынка сухих молочных продуктов. Сухие сыры необходимы в качестве обогащающей белковой добавки в другие пищевые продукты (молочные, мясные, хлебобулочные и т.д.), так же их можно использовать в качестве основы для различных приправ, соусов [2].

Сыр, как и молоко, из которого он изготовлен, представляет собой уникальную систему, являющуюся источником белков высокой биологической ценности – казеинов и сывороточных. Казеины от сывороточных белков отличаются строением, свойствами, выполняемыми функциями, количественным и качественным составом аминокислот. Сывороточные белки содержат больше незаменимых аминокислот, поэтому считаются более полноценными. Соотношение между белками изменяется в зависимости от периода года, породы коров, структуры рационов, способа технологической обработки.

Известно, что важнейшим процессом созревания сыра является многообразная деградация компонентов сырной массы, при которой происходит образование различных промежуточных соединений, формирующих органолептические свойства

продукта. Ферментативное расщепление белков молока начинается еще на стадии образования молочного сгустка. В его основе лежит гидролиз  $\chi$ -казеина, приводящий к потере гидрофильного гликомакропептида и последующей агрегации мицелл казеина. Дальнейшие технологические операции создают условия для развития молочнокислых бактерий, экзо- и эндоферменты которых также в определенной степени воздействуют на продукты гидролиза белков сычужным ферментом.

**Цель и задачи исследований.** Однако до сих пор не было произведено оценки белкового профиля сухого сыра. Подобная оценка позволит провести анализ функциональных свойств нового продукта. Целью данной статьи является исследование влияния процессов созревания и вакуумной сушки на фракционный состав молочных белков сыра. В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи: качественное и количественное определение фракционного состава молочных белков в процессе созревания сыра «Покровский» и после сушки готового продукта.

**Условия, материалы и методы исследований.** Исследования проводили в лаборатории Научно-образовательного центра, созданного при ГОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности». Объектами исследования являлись: сыр «Голландский» со сроком созревания 0 и 90 дней, сухой «Гол-

ландский» сыр. Сушку проводили в лабораторных условиях на экспериментальной установке при температуре  $(70 \pm 3)^\circ\text{C}$  в течение  $5 \pm 0,5$  часа.

Молекулярное массовое распределение белков сыра до и после сушки оценивали с помощью белкового электрофореза методом Лэмли [3]. В ходе исследования использовали ячейку для электрофореза PROTEAN II xi. Для разделения белка использовали денатурирующий полиакриламидный гель (12% разделяющий и 4% фокусирующий) с 0,1% SDS-Na. Электрофоретическое разделение белковых фракций проводили на однократном электродном буфере с добавлением 0,1% SDS-Na при 15 мА. Гель окрашивали 0,2% красителем Coomassie Brilliant Blue R-250, (приготовленным на ледяной уксусной кислоте), при повышенной температуре в течение 7-10 минут, затем отмывали дистиллированной водой.

Перед началом электрофореза сыр проинкубировали в присутствии додецилсульфата натрия. Благодаря гидрофобным взаимодействиям он образует отрицательно заряженные комплексы с белками. Дополнительная обработка белков меркаптоэтанолом, восстанавливающим дисульфидные связи, приводит к полному разрушению белок-белковых комплексов. В этом случае единственным фактором, который может повлиять на подвижность белков в полиакриламидном геле, является размер белка, а точнее его молекулярная масса [3].

Калибровку геля проводили, используя набор белковых маркеров производства Si-bEnzyme, содержащий 12 высокоочищенных рекомбинантных белков молекулярной массы от 10 до 250 кДа, которые после проведения электрофореза в полиакриламидном геле и фиксации красителем Coomassie Brilliant Blue R-250 образуют дискретные полосы. Просмотр и фотографирование гелей проводили на УФ-трансиллюминаторе TSP-20M («Vilber Lourmat», США). Сохранение и обработку данных осуществляли с помощью гель-документирующей системы «Doc-It LS» (версия 6).

Определение общего белка проводили по методу Дюма, основанном на измерении

теплопроводности молекулярного азота, образующегося после сжигания анализируемого образца при температуре около  $1000^\circ\text{C}$  в атмосфере кислорода и последующего восстановления всех образующихся оксидов азота при помощи восстанавливающего агента, с использованием анализатора белкового азота RAPID N Cube (Elementar, Германия) [4].

Количественное определение общего белка в образцах показало, что в сырной массе его содержание 27,0 г/100 г продукта, в созревшем сыре «Покровский» – 29,0 г/100 г, в сухом сыре – 40,0 г/100 г.

Дальнейшие исследования направлены на изучение фракционного состава белков молока в образцах «Покровского» сыра до и после сушки. Проведение денатурирующего электрофореза в полиакриламидном геле с метилмеркаптаном позволяет разделять не просто казеиновую фракцию, а суммарные белки молока. Молочные белки, присутствующие в испытуемой пробе, экстрагировали с помощью тетраборатного буфера с добавлением ЭДТА, pH=8,22. Результаты проведения денатурирующего электрофореза в сыре «Голландский» до и после сушки представлены на рисунке 1. Казеины имеют молекулярную массу ~ 25-35 кДа,  $\beta$ -лактоглобулин ~ 18 кДа,  $\alpha$ -лактальбумин ~ 14 кДа, лактоферрин ~ 80 кДа, сывороточный альбумин ~ 66 кДа и др.

Результаты проведенных исследований фракционного состава белков «Покровского» сыра в процессе созревания и после сушки свидетельствуют о том, что при созревании сыра происходит изменение в составе казеинов. Содержание  $\beta$ -казеина и  $\kappa$ -казеина снижается за 90 дней процесса созревания сыра в 2,6 и 2,7 раза, соответственно. Снижение содержания сывороточных белков иммуноглобулина и лактоферрина происходит менее интенсивно, в 1,8 раз – для иммуноглобулина и в 1,3 раза – для лактоферрина.

За счет снижения содержания этих белков происходит закономерное увеличение содержания следующих фракций казеина –  $\alpha s1$ -казеин и  $\alpha s2$ -казеин, и сывороточного белка –  $\beta$ -лактоглобулина, примерно на 22%.

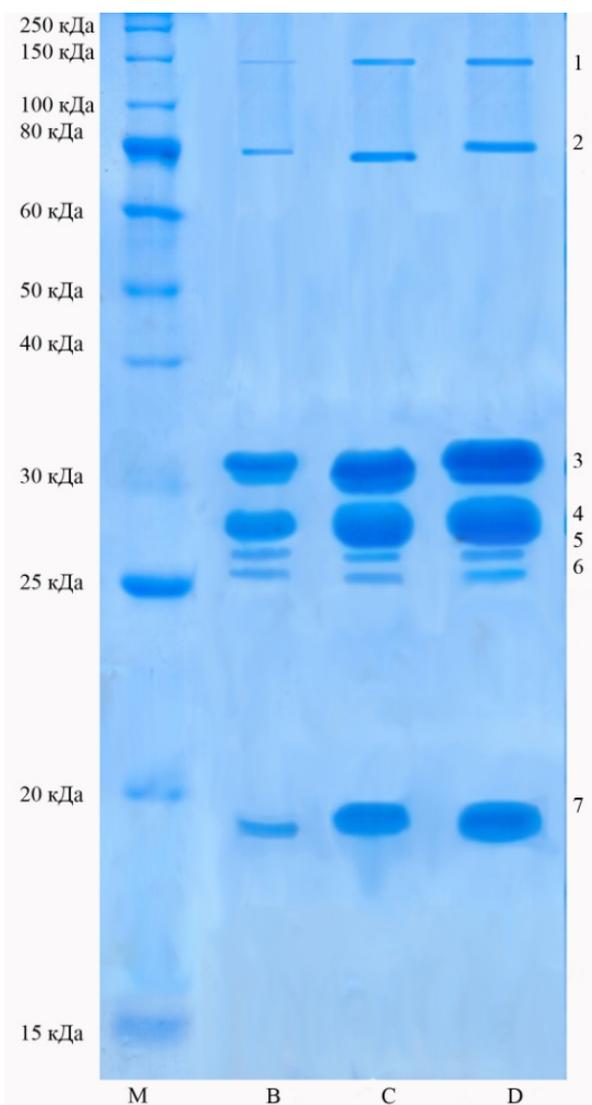


Рисунок 1

Электрофорез в полиакриламидном геле: М – маркер; В – сыр, 0 дней созревания; С – сыр, 90 дней созревания; D – сухой сыр, 90 дней созревания

Был проведен анализ изменения фракционного состава молочных белков после сушки «Покровского» сыра. Так как в процессе сушки содержание общего белка в продукте увеличивается на 38%, увеличивается и содержание всех фракций казеинов.

Сывороточные молочные белки наиболее подвержены изменениям при температурной обработке. Однако содержание сывороточных белков практически не изменяется, что подтверждает теорию о незначительности температурного фактора при вакуумной сушке сыра. Содержание  $\beta$ -лактоглобулина в процессе сушки не уменьшается, а даже увеличивается.

В случае, если бы структурные изменения содержащихся сывороточных белков были бы вызваны температурной денатурацией, то в молекулах белка освобождались ранее «скрытые» функциональные группы: сульфгидрильные группы цистеина,  $\epsilon$ -аминогруппы лизина, гидроксильные группы серина и др. В этом случае вследствие освобождения сульфгидрильных групп и выделения из них сероводорода сухой сыр приобретал бы специфический запах и привкус пастеризации. Однако этого не происходит.

**Результаты исследований.** Таким образом, вакуумная сушка сыра «Покровский» приводит к увеличению общего количества белков и сывороточных белков в частности. Сывороточные белки обладают важнейшими биологическими функциями. Иммуноглобулины выполняют защитную функцию, являясь носителями пассивного иммунитета, лактоферрин обладает антибактериальными свойствами. Лактоферрин и  $\beta$ -лактоглобулин также выполняют транспортную роль – переносят в кишечник железо, витамины и другие соединения. Также сывороточные белки снижают уровень холестерина в крови [5].

Установлено, что в процессе протеолиза белков при созревании сыра содержание  $\alpha$ s2-казеина и  $\alpha$ s1-казеина увеличивается приблизительно на 37% и 14%, от общего количества белков в исследуемом продукте, соответственно. Из сывороточных белков в процессе созревания увеличивается относительное содержание  $\beta$ -лактоглобулина.

В процессе сушки содержание  $\alpha$ s1-казеина,  $\alpha$ s2-казеина,  $\beta$ -казеина и  $\kappa$ -казеина увеличилось. В процессе сушки сыра наибольшие изменения претерпевают лактоферрин и некоторые минорные фракции с молекулярной массой (16-18) кДа, процентное содержание которых уменьшается, а содержание  $\beta$ -лактоглобулина увеличивается.

**Выводы.** Полученные результаты свидетельствуют о том, что в процессе сушки сыра «Покровский» биологическая ценность продукта растет в связи с концентрированием функционально значимых сывороточных белков.

### *Библиографический список*

1. Ермолаев В.А., Просеков А.Ю. Вакуумные технологии молочно-белковых концентратов. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2010. – 212 с.
2. Ермолаев В.А., Расщепкин А.Н. Определение температур вакуумной сушки твердых сыров // Сыроделие и маслоделие. – 2009. – № 4. – С. 44-45.
3. Остерман Л.А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот. Электрофорез и ультрацентрифугирование. – М.: Наука, 1981. – 288 с.
4. Просеков А.Ю., Бабич О.О., Мудрикова О.В. Использование денатурирующего электрофореза для определения качества питьевого молока // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 3. – С. 70-72.
5. Бышевский А.Ш., Терсенов О.А. Биохимия для врача. – Екатеринбург: Уральский рабочий, 1994. – 384 с.

### *Сведения об авторах*

1. **Ермолаев Владимир Александрович**, кандидат технических наук, докторант кафедры «Технология молока и молочных продуктов», Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 650056, г. Кемерово, б-р Строителей, д. 47. Тел.: 8-(384-2)-39-68-74. E-mail: ermolaevvla@rambler.ru.
2. **Мудрикова Юлия Викторовна**, магистрант кафедры «Бионанотехнологии», Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 650056, г. Кемерово, б-р Строителей, д. 47. Тел.: 8-(384-2)-39-68-74. E-mail: mudricovauv@mail.ru.
3. **Воробьева Наталья Николаевна**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Теплохладотехника», Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, 8-(384-2)-39-68-49. E-mail: vorobnn@yandex.ru.

Описана методика экспериментальных исследований. Представлен электрофорез «Покровского» сыра различной степени зрелости до и после сушки. Установлена

молекулярная масса белков «Покровского» сыра. Исследовано изменение фракционного состава белков в процессе созревания сыра, а также после сушки.

V. Yermolaev, U. Mudrikova, N. Vorobeva

### **INFLUENCE OF PROCESSES OF MATURING AND VACUUM DRYING ON FRACTIONAL STRUCTURE DAIRY FIBERS OF CHEESE**

**Keywords:** *drying; fractional composition; protein; cheese ripening "Pokrovsk"; electrophoresis.*

### *Authors' personal details*

1. **Ermolaev Vladimir**, Candidate of Technical Science, doctoral student Department «Technology of milk and dairy products», The Kemerovo technology institute of food industry, 650056, Kemerovo, blvd Builders 47, 8(384-2)39-68-74, ermolaevvla@rambler.ru.
2. **Mudrikova Julia**, magistrant first year department «Bionanotechnology», The Kemerovo technology institute of food industry, 650056, Kemerovo, blvd Builders 47, 8(384-2)39-68-74, mudricovauv@mail.ru.
3. **Vorobieva Natalia**, Candidate of Technical Science, an assistant professor Department «Теплохладотехника», The Kemerovo technology institute of food industry, 650056, Kemerovo, blvd Builders 47, 8(384-2)39-68-49, vorobnn@yandex.ru.

A technique for experimental studies. Submitted electroforez «Pokrovsk» cheese of varying degree of maturity before and after drying. The molecular weight of proteins «Po-

krovsk» cheese. The change of the fractional composition of proteins in during maturation of cheese, and after drying.

© Ермолаев В.А., Мудрикова Ю.В., Воробьева Н.Н.

УДК 637.146.1

С.Г. Канарейкина, Т.А. Кудрявцева, А.М. Махиянов

## ВЛИЯНИЕ ВИДА ЗАКВАСКИ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА СМЕШАННОГО БРОЖЕНИЯ

**Ключевые слова:** молочнокислые бактерии; молочные дрожжи; закваски; кисло-молочный продукт смешанного брожения; биохимические показатели.

В последние десятилетия в нашей стране и за рубежом активно проводятся исследования по созданию кисломолочных продуктов лечебно-профилактического назначения, которые считаются перспективным средством оздоровления населения. Свойства этих продуктов в значительной степени обеспечиваются культурами про-

дуктов со специфическими физиолого-биохимическими эффектами и модифицированным составом [2].

Особое место следует отвести продуктам, технология которых основана на использовании многокомпонентных симбиотических заквасок, сообщаемым кисломолочным продуктам лечебные свойства [1].

Таблица 1 Видовой состав испытуемых заквасок

Условное обозначение	Видовой состав закваски
ABF	Lbm. acidophilum, Lbm. bulgaricum, Kluyveromyces fragilis
ABFM	Lbm. acidophilum, Lbm. bulgaricum, Kluyveromyces fragilis, Kluyveromyces marxianus
ABFMC	Lbm. acidophilum, Lbm. bulgaricum, Kluyveromyces fragilis, Kluyveromyces marxianus, Candida colliculosa

На кафедре Технологии молока и пищевой биотехнологии ГОУ ВПО СПбГУ-НиПТ проводилась работа по созданию кисломолочного продукта смешанного брожения близкому по своим свойствам к кумысу из кобыльего молока, считаемому в прошлом веке чемпионом по лечебному воздействию.

Первоначально была проведена работа по созданию заквасок, способных обеспечить эти свойства продукта. По результатам из шести составленных композиций заквасок в дальнейшей работе использовались три вида: *ABF*, *ABFM*, *ABFMC*. Для

изучения влияния вида закваски на процесс сквашивания и свойства готового продукта проводили специальную серию опытов. Видовой состав испытуемых заквасок указан в таблице 1.

В образцы подготовленного молока жирностью 2,5%, обогащенного лактозой, вносили испытуемые закваски в количестве 5%, перемешивали и термостатировали при  $t = 28-30^{\circ}\text{C}$ . Для оценки энергии кислотообразующей способности закваски в процессе сквашивания и по готовности сгустков отбирали образцы и определяли активную и титруемую кислотности, а также со-