

УДК 637.1

А.Х. Эль Могази

НЕТРАДИЦИОННЫЕ СПОСОБЫ ВОДОПОДГОТОВКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СЫВОРОТОЧНЫХ НАПИТКОВ

В статье рассмотрены вопросы специфики питания людей в условиях жаркого климата, а также актуальные технологии обработки воды и передовые способы восстановления сухих молочных продуктов.

Напитки, подсырная сыворотка, водоподготовка, активизация воды, магнитная обработка воды, кавитационная обработка воды, растворимость сухих молочных продуктов, акустическая обработка воды.

Обсуждение

Проведенный анализ системы питания жителей Египта свидетельствует о низком качестве и количестве продовольственного сырья. Структура питания значительной части населения страны не соответствует реальным потребностям и научно обоснованным нормам. В ряде регионов питание характеризуется дефицитом витаминов и биоэлементов (аскорбиновой кислоты, йода, селена, железа, кальция и пр.), полноценных белков.

В основе метаболизма людей в жарком климате важное место занимает терморегуляция и водно-солевой обмен, наряду с водой в организм человека должны поступать минеральные вещества в сбалансированном виде. Естественным источником минеральных веществ в легкоусвояемой форме, а также белков является молочная сыворотка, ресурсы которой в Египте значительны, так как в рационе питания населения большое место занимают сыры. Особенно популярен в Египте сыр «Домиати», который очень известен среди народов Средиземного моря [1]. Свое название сыр получил в честь города Домиат, который находится на севере Египта около Средиземного моря. Сыр Домиати относится к группе рассольных мягких сыров. Его используют как в свежем виде, так и в зрелом после 60–90 дней созревания в соленой сыворотке. Сыр отличается повышенным содержанием соли (4–7 %), повышенной влажностью (47–53%). Сыр не имеет корки, обладает остросоленным вкусом и слегка ломкой консистенцией. При его производстве ежегодно образуется около 1,5 млн т. сыворотки [2].

Валовое производство молока в Египте составляет около 5 млн т. в год. Структура переработки молока определяется производственно-технической базой молочной промышленности, сырьевыми ресурсами и национальными особенностями. Большая часть молока потребляется без промышленной переработки. Основная часть молока перерабатывается на мягкие сыры, в том числе на сыр «Домиати» [3].

Среднедушевое потребление молока в Египте составляет 83 кг в год на человека. Поэтому сыворотку можно рассматривать как сырьевой ресурс для производства пищевых продуктов. Она содержит полноценные молочные белки, молочный жир, углеводы, витамины, минеральные соли, молочную кислоту и может быть использована для выработки функциональных продуктов питания, необходимых для египетского населения.

На кафедре технологии молока и молочных продуктов МГУПБ ведутся исследования по разработке рецептуры и технологии сывороточных напитков пас-

теризованных и синбиотических напитков для поддержания водно-солевого баланса и регулирования термогенеза в условиях Египта. Сырьем может быть натуральная сыворотка, сухая сыворотка, а также сухое обезжиренное молоко (СОМ) и их смесь. Поэтому проведено исследование процесса их восстановления.

Восстановление осуществляли общеизвестным методом, а также на экспериментальной установке, состоящей из кавитационного реактора серии РКУ (ТУ 5130–002–26784341–08), электроакустического магнитострикционного преобразователя, ультразвукового генератора с системой управления преобразователем. Метод, используемый в данной установке, основан на явлении акустической кавитации, вызываемой упругими гармоническими колебаниями ультразвукового диапазона частоты, распространяемыми в жидкости источниками ультразвука.

В результате кавитационной обработки вода приобретает ряд свойств, определяемых процессами конденсации электронов и изменениями структурно-энергетических состояний ассоциированной фазы воды. Электромагнитная активность внешней среды при кавитационной обработке воды оказывает влияние на электрохимические, структурно-энергетические показатели и биологическую активность воды.

Кавитационная обработка водопроводной воды приводит к активации воды с уменьшением значений окислительно-восстановительного потенциала, увеличению концентрации биологически активных пероксидных нон-радикалов, увеличению электропроводности воды по сравнению с необработанной водой. Вода, обработанная в устройстве, характеризуется высокой метастабильностью, определяемой низкими значениями абсолютной вязкости. Активированная вода приобретает бактериостатические свойства (снижает или подавляет активность микроорганизмов). Действие воды на биологические объекты определяется несколькими факторами, включая как подавление жизнеспособности микроорганизмов вследствие наличия токсических соединений (токсоэффекты), так и стимулирующее действие электрон-донорных примесей в воде (электронно-активные восстановители). Активация воды в устройстве создает условия для активации и гидратации обрабатываемых продуктов питания и придания им полезных потребительских качеств (продление сроков сохранности продуктов питания).

Объектами исследований были выбраны восстановленное сухое обезжиренное молоко, восстановленная сухая молочная подсырная сыворотка (СПС), восстановленная сухая молочная смесь (СМС), со-

стоящая из 50% сухой молочной подсырной сыворотки и 50% сухого обезжиренного молока. Восстановление проводили на основе воды, обработанной в сонохимическом реакторе. Было изучено влияние кавитационной обработки воды на интенсивность растворения сухих молочных продуктов (рис. 1).

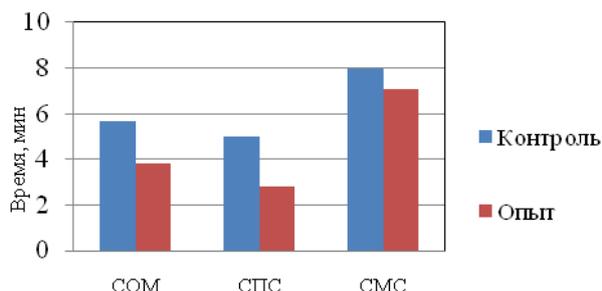


Рис. 1. Влияние кавитационной обработки воды на интенсивность растворения сухих молочных продуктов

Наименьшее время растворения в воде, обработанной в сонохимическом реакторе, у сухой молочной подсырной сыворотки.

В рамках исследований осуществлены работы по созданию водоподготовительных процедур, обеспечивающих повышение качества воды для растворения сухих молочных продуктов. С этой целью в производственных условиях апробированы магнитная и акустическая обработка воды с применением промышленного оборудования. С учетом механизмов и химизма реакции восстановления исследования проведены на более сложных, чем сыворотка, системах: на СОМ и сухом цельном молоке (СЦМ).

На сегодняшний день магнитная обработка широко применяется с целью предотвращения накипеобразования, интенсификации процесса коагуляции и кристаллизации, ускорения растворения реагентов, улучшения бактерицидного действия дезинфекантов и обеззараживания воды. Механизм воздействия магнитного поля на воду окончательно не выяснен, имеется ряд гипотез, классифицированных Е.Ф. Тебенихиным [4] на три основные группы:

- первая связывает действие магнитного поля на ионы солей, растворенных в воде, предполагает образование центров их кристаллизации за счет поляризации и деформации ионов, сопровождающейся понижением их гидратации, и их критическое сближение;
- вторая предполагает действие магнитного поля на коллоидные примеси воды;
- третья основана на возможном двойственном воздействии магнитного поля, с одной стороны, вызывающего изменения в агрегации молекул воды, а с другой – нарушающего ориентацию ядерных спинов водорода в ее молекулах.

Сущность метода магнитной обработки состоит в том, что при пересечении водой магнитных силовых линий мигрирующий тонкодисперсный осадок (шлам) образуется не на поверхности нагрева, а в массе воды, откуда и удаляется. Экспериментально установлено, что скоагулированные за счет процессов ориентации до размеров 0,01...0,04 мкм ферромагнитные коллоидные частицы намагничиваются и увеличиваются до размеров, позволяющих им становиться центрами кристаллизации. На этих центрах происходит кри-

сталлизация ионов CaCO_3 из пересыщенных нестабильных растворов. При отсутствии пресыщения частицы ферромагнетиков, образованные при воздействии магнитного поля, недолговечны и распадаются в течение 5...6 с при выходе из магнитного поля. Ферромагнитные комплексы железа обычно присутствуют в воде в количестве 0,15...0,25 мг/г, что уже достаточно для магнитной обработки воды. Метод эффективен при обработке вод кальциево-карбонатного класса, которые составляют порядка 80% вод всех водоемов России и охватывают примерно 85% ее территории.

В сравнении с умягчением воды термическим методом основными преимуществами магнитной обработки являются простота, дешевизна, безопасность и почти полное отсутствие эксплуатационных расходов. На практике применяют магнитные аппараты с постоянными стальными или феррито-бариевыми магнитами и электромагнитами. Аппараты с постоянными магнитами удобны и дешевы, но напряженное поле в них невелика и нерегулируема. Более широкие возможности имеют аппараты с электромагнитами, позволяющие создавать магнитное поле с регулируемой напряженностью до 400кА/м.

Основными параметрами аппаратов водообработки магнитным полем служат напряженность магнитного поля в рабочем зазоре аппарата; продолжительность пребывания воды в активной зоне магнитного поля; градиент напряженности; кратность и периодичность воздействия поля на воду; скорость движения воды в аппарате. Эффект магнитной обработки воды зависит также от ее температуры, наличия в ней ферромагнитных оксидов железа, условий нахождения воды после обработки, интервала с момента обработки до ее использования.

Магнитную обработку вод в потоке постоянным магнитным полем проводили на установке МWS. Основным элементом данной установки является многополюсный магнитный элемент цилиндрической формы, создающий аксиально-симметричное магнитное поле, аксиальная и радиальная составляющие которого при переходе от полюса к полюсу меняют направление на противоположное. Магнитный элемент соосно установлен в корпусе, представляющем собой стандартную трубу из ферромагнитного материала, составляя единую магнитную систему. За счет имеющейся в данной системе топографии поля достигается максимальная эффективность воздействия магнитного поля на воду.

Принцип работы МWS заключен в том, что при магнитной обработке в устройстве на молекулы воды и примеси действует магнитное поле. Молекулы воды попадают в резонанс с разрушением кластерной структуры. Примеси освобождаются от опеки водных кластеров и могут вступать во взаимодействие друг с другом. При этом уже в холодной воде ионы кальция начинают осаждаться на поверхности свободных примесей – в центрах кристаллизации, образуя так называемые микрокристаллы. Процесс этот лавинообразный: новые ионы кальция прикрепляются к уже высадившемуся кальцию на поверхности микрокристаллов.

Эксперимент состоял из следующих этапов: обработка воды на установке MWS, фильтрация, подогрев до 50°C и восстановление СОМ и СЦМ. Фильтрацию воды осуществляли непосредственно после выхода из магнитного поля посредством промышленных фильтров ("Aquasystems", США) из пористой керамики (от 5 мкм). В качестве контроля исследовали водопроводную воду, предварительно нагретую до 50°C. Результаты исследований представлены на рис. 3 и 4.

Как следует из указанных рисунков, магнитная обработка воды позволяет повысить растворимость

СОМ и СЦМ. При этом повышение массовой доли СВ в смеси негативно сказывается на эффективности растворения. Сравнительный анализ полученных результатов с результатами ранее проведенных исследований показывает, что достигаемый эффект основан не только на понижении общей жесткости. Вероятно, действие магнитного поля не ограничивается влиянием на ионы солей с образованием центров кристаллизации и их удалением, но и отражается на структуре воды, «разрыхляя» ее. Полученный эффект требует дальнейшего исследования.

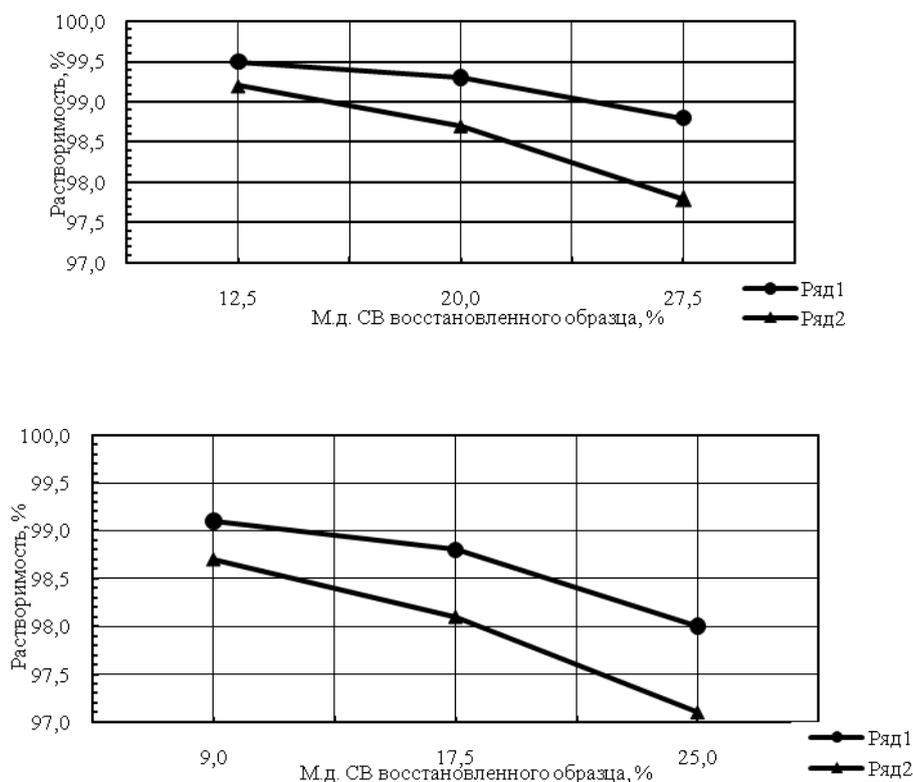


Рис. 3. Влияние омагнитченной воды на растворимость образцов СОМ: ряд 1 - омагнитченная вода; ряд 2 - водопроводная вода

Не менее перспективно использование воды акустическим полем. Механизм действия акустического поля заключается в создании кавитации, которая способствует нарушению процесса кристаллизации, частичной дезактивации и др. Для этой цели применяют генераторы с ультразвуковой частотой 10...150 кГц колебаний, классифицируемые на две основные группы: механические, в которых источником ультразвука является механическая энергия потока жидкости (газа), и электромеханические – преобразующие электроэнергию. Упругие колебания звукового и ультразвукового диапазонов частот в жидкости позволяют успешно использовать эти явления для интенсификации следующих процессов: диспергирования, эмульгирования, кристаллизации, массообмена, смешения, полимеризации и др. Основные факторы, влияющие на выбор акустических устройств для работы в жидкостной среде, таковы: частота и интенсивность колебаний, продолжительность экспонирования, условия работы (температура и давление). К

достоинствам акустических аппаратов следует отнести компактность и малую потребляемую мощность.

Акустическое воздействие на воду проводили на «S-эмульгаторе» (ЗАО «Промышленные технологии»). Эксперимент, по сути, был аналогичен предыдущему и состоял из следующих этапов: обработка воды «S-эмульгатором», фильтрация, подогрев до 50°C и восстановление СОМ и СЦМ. В качестве контроля исследовали водопроводную воду, предварительно нагретую до 50°C. Результаты представлены на гистограммах (рис. 4 и 5).

Как видно из указанных гистограмм, предварительная акустическая обработка воды способствует повышению растворимости образцов СМП. Отмечена меньшая эффективность растворения по сравнению с результатами магнитной обработки. Следует отметить, что, как и при магнитной обработке, механизм повышения окончательно не выяснен и связан частично с понижением общей жесткости воды.

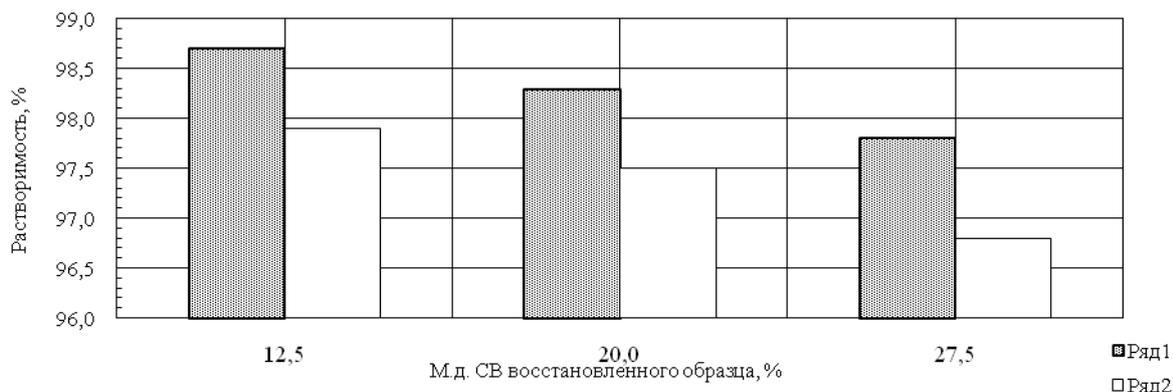


Рис. 4. Влияние предварительной акустической обработки воды на растворимость образцов СЦМ ряд 1 - обработанная вода; ряд 2 - водопроводная вода

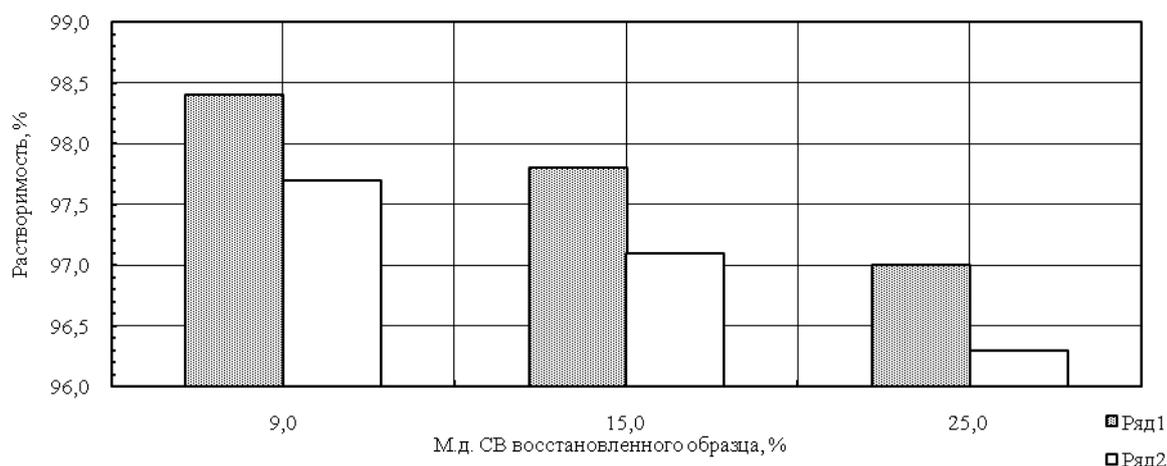


Рис. 5. Влияние предварительной акустической обработки воды на растворимость образцов СОМ ряд 1 - обработанная вода; ряд 2 - водопроводная вода

Данные динамики водопроводной воды и ее образцов, подвергнутых магнитной и акустической обработке, по показателям общей жесткости и активной кислотности представлены в табл. 1.

Таблица 1

Динамика показателей воды

№	Наименование показателя	Водопроводная вода	Магнитная обработка	Акустическая обработка
1	Общая жесткость, ммоль/л	3,8	3,3	3,5
2	pH	7,5	7,3	7,4

Полученные результаты растворимости исследуемых образцов СОМ и СЦМ при их восстановлении предварительно технологически обработанной водой показывают, что исследуемые нетрадиционные способы предварительной обработки положительно сказываются на растворимости СМП.

Для создания кисломолочного напитка выбрана сухая молочная подсырная сыворотка, восстановленная на основе воды после кавитационной обработки, и смесь СМС.

Схема производства напитка из сухой молочной подсырной сыворотки включает следующие операции:

- подготовку и оценку качества сухого сырья;
- растворение в воде РКУ;
- составление нормализованной смеси по рецептуре;
- пастеризация;
- охлаждение;
- фасование, упаковка;
- доохлаждение до температуры хранения;
- хранение.

В ходе исследований была проведена опытно-лабораторная выработка молочно-сывороточного напитка, в котором осуществлялись исследования потребительских свойств, в том числе исследования структурно-механических свойств свежеприготовленного напитка и напитка в процессе хранения.

Влагодерживающую способность кисломолочного напитка определяли методом центрифугиро-

вания при факторе разделения 1000 по методике, разработанной ГНУ ВНИМИ (рис.6).

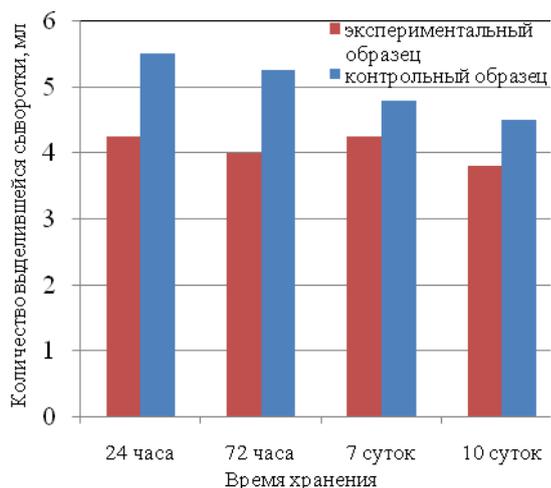


Рис. 6. Изменение влагоудерживающей способности молочно-сывороточного напитка в процессе хранения ($t = 8 \pm 2$ °C)

Список литературы

1. Fundamentals of Cheese Science / Patrick F. Fox, Timothy P. Guinee, Timothy M. Cogan, Paul L. H. McSweeney, 2000. – P. 411.
2. Biochem. J. (1986) Vol. 236, 503–507. (Printed in Great Britain). Clark D. CARRINGTON and Mohamed B. ABOUDONIA. Department of Pharmacology, Duke University Medical Center, Durham, NC 27710, U.S.A.
3. ILCA BULLETIN. International livestock center for Africa, P.O. Box 5689, Addis Ababa, Ethiopia. – 1987 (april). – №27. – P. 10–16.

ГОУВПО «Московский государственный университет прикладной биотехнологии»,
109316, Россия, г. Москва, ул. Талалихина, 33.
Тел./факс (495)276-14-23
e-mail: rector@msaab.ru

SUMMARY

A.H. El Moghazy

NONTRADITIONAL WAYS OF WATER PREPARATION FOR WHEY-BASED BEVERAGES PRODUCTION

The article deals with the peculiarities of people's diet in hot climate. The water preparation technologies and advanced ways of dry dairy products recombination are considered.

Beverages, cheese whey, water preparation, water activation, magnet water treatment, cavitation water processing, dry dairy products solubility, acoustic water treatment.

Moscow State University of Applied Biotechnology (MGUPB)
33, Talalikhina St., Moscow, 109316, Russia
Phone/Fax: +7(495)276-14-23
e-mail: rector@msaab.ru