

## К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ТЕХНОЛОГИИ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

*И.Ю. Потороко, Н.В. Попова, Н.В. Науменко*

В настоящее время Россия занимает достаточно высокие позиции в объемах производства молока и молочных продуктов, при этом сезонность производства молока, сглаженная использованием в технологиях немолочных компонентов, является все менее выраженной и позволяет наращивать объемы производства. Вместе с тем, традиционное применение сухих молочных ингредиентов в молочной промышленности способствует в течение всего года, независимо от периода лактации молочного поголовья, сохранению не только привычных для потребителя ассортимента продукции, вкусовых достоинств, но и наиболее важных в функциональном значении веществ, заложенных в исходном сырье самой природой.

В настоящее время рядом исследователей (Тихомировой Н.В., Шестаковым С.Д., Шлыковым С.Н., Фиалковой Е.А., Хмелевым В.Н., Поповой О.В., Дунаевым С.А. и др.) установлено, что электрофизические методы воздействия на многокомпонентные пищевые системы позволяют интенсифицировать отдельные технологии пищевых производств.

Известно, что для получения качественной продукции из сухого молока необходимо, чтобы оно отличалось хорошей растворимостью и восстанавливаемостью, а завершённым процесс восстановления можно считать тогда, когда физико-химические свойства восстановленного молока будут соответствовать свойствам натурального. Интенсивность этого процесса зависит от комплекса качественных характеристик сухого молочного сырья и воды как растворителя. Поэтому можно с уверенностью сказать, что к основным технологическим факторам, определяющим эффективность процесса восстановления сухих молочных продуктов, следует отнести количественное соотношение сухой и водной фракций; температуру, интенсивность и уровень жесткости механического воздействия при растворении. Значит выстраивая процесс восстановления, прежде всего, необходимо учитывать приоритетность роли воды как растворителя и как дисперсной среды восстановленной молочной эмульсии.

Целью работы являлось исследование влияния электрофизического воздействия на свойства воды, ее способность к восстановлению сухого молока и, как следствие, на качество восстановленных молочных продуктов. Для достижения цели работы были определены следующие задачи:

- установление условий электрофизического воздействия;
- оценка изменений параметров воды, подвергнутой электрофизическому воздействию;
- исследование возможностей использования активированной воды для восстановления сухого молока.

В ходе экспериментальных исследований было установлено, что различные способы обработки воды, временно повышают физико-химическую и биохимическую активность воды. Известно, что все явления активации воды и жидких сред имеют одинаковую природу – отклонение внутренней потенциальной энергии от термодинамически равновесного значения под действием различных внешних сил. Причем, различные способы активации неодинаково обеспечивают вещество избыточной энергией, в этой связи особый интерес представляет использование наносекундных электромагнитных импульсов (НЭМИ). Параметры энергетических характеристик НЭМИ позволяют создать условия для целенаправленного воздействия на физико-химические свойства веществ.

Характерной особенностью наносекундного электромагнитного поля является наличие пространственно-временного направления действия силы за время одного импульса, что может усилить активационное действие электролиза при совместной обработке воды. Поэтому нами исследовалось влияние одновременного действия электролиза с НЭМИ на изменение водородного показателя воды. На рис. 1 показана зависимость величины рН от длительности обработки воды одновременным действием постоянного тока с НЭМИ. Исходное значение рН составляет  $7,82 \pm 0,2$  ед.

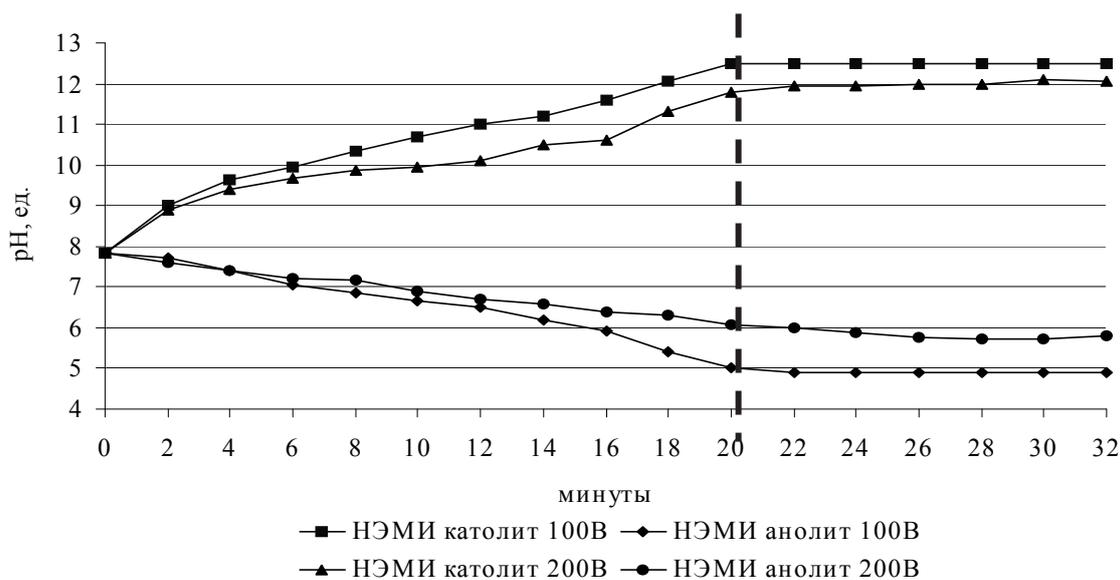


Рис. 1. Зависимость величины рН от длительности обработки воды одновременным действием электролиза с НЭМИ

Полученные данные свидетельствуют, что использование НЭМИ в сочетании с электролизом позволяет при напряжении 100 В получить такие изменения величины рН, которые приближены и даже несколько превышают значения, соответствующие воде после электролиза при напряжении 200 В. Необходимо отметить, что за 20 минут одновременного воздействия постоянного тока с НЭМИ на воду можно добиться такого значения рН,

которое соответствует рН воды активированной электролизом в течение 30 минут. Это позволяет сделать предположение, что использование НЭМИ совместно с электролизом приводит к изменению свойств воды при более низких напряжениях и за сокращенный промежуток времени.

Несомненно, большое практическое значение имеет сохраняемость полученных свойств. Поэтому целесообразно проследить динамику изменения величины рН за определенный промежуток времени. Для исследования использовалась вода с максимальными изменениями величины рН (обработанная одновременным действием электролиза с НЭМИ при напряжении 100 В в течение 20 минут). Полученные данные представлены на рис. 2.

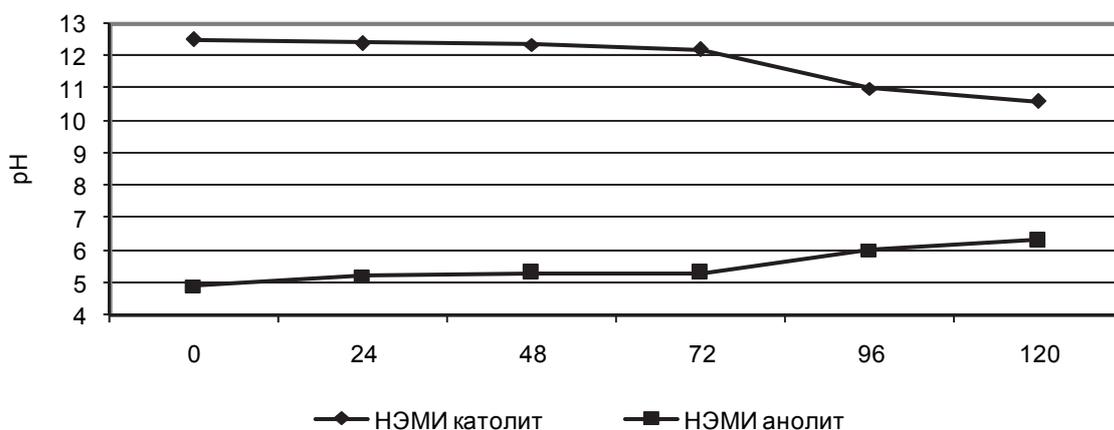


Рис. 2. Динамика изменения рН при хранении воды, активированной одновременным действием электролиза с НЭМИ

Резкое увеличение в результате воздействия НЭМИ количества гидратированных электронов повышает энергию межмолекулярного взаимодействия. Это приводит к распаду большего числа объемных кластеров и образованию гидратированных электронов, которые находятся намного дальше, чем при электролизе, от свободных радикалов и более продолжительный период времени не соединяются с ними, обуславливая замедление интенсивности релаксационных процессов. Силы поверхностного натяжения жидкой воды обусловлены водородными связями между молекулами, что позволяет предположить их разрушение в результате обработки. Значение поверхностного натяжения в процессе активации снижается, что может быть обусловлено разрушением водородных связей воды, как наиболее чувствительных к внешним воздействиям.

Вязкость является еще одним показателем, характеризующим изменения свойств воды в процессе активации. Катодная обработка воды уменьшает значение вязкости, что, с точки зрения Г.Е. Ковалевой и др. [3], может происходить из-за возможной формы новых молекул, близкой к сферической.

При анодной обработке наблюдается увеличение вязкости, что, по мнению М.Э. Борисова, С.Н. Койкова [4], может быть вызвано двумя эффектами: релаксационной ориентации молекул воды, приводящей к постепен-

ному упорядочению структуры кластеров, и миграции последних с упорядоченной структурой. При длительном воздействии электрического тока в структуре воды образуются островки (крупные кластеры) с повышенной вязкостью за счет преимущественной ориентации водородных связей вдоль линии поля. Упорядоченность системы возрастает со временем благодаря миграции крупных кластеров, так как с увеличением размера их дипольный момент и поляризуемость повышаются. Установленный размер кластеров составляет  $(1,8-1,7) \cdot 10^4$  нм для анодной воды, тогда как для катодной воды эта величина составляет всего  $0,8 \cdot 10^4$  нм [5].

В результате проведенного эксперимента было установлено:

- катодная вода, полученная как при электролизе, так и при одновременном воздействии электролиза с НЭМИ, достигала значений рН 11,8–12,5, причем при электролизе через 30 минут активации с напряжением 200 В, а при одновременном воздействии электролиза с НЭМИ за 20 минут с напряжением 100 В;

- катодная вода имела выраженную биохимическую активность, о чем свидетельствовали изменения поверхностного натяжения, вязкости и электропроводности после протекания процессов активации. Сохраняемость полученных свойств у католита и НЭМИ католита составляла 48 и 70 часов соответственно;

- анодная вода, полученная как при электролизе, так и при одновременном воздействии электролиза с НЭМИ, имела значения рН 5–5,2, отличалась повышенной величиной поверхностного натяжения, вязкости и электропроводности, не обладала биологической активностью;

- химический состав анодной воды характеризовался увеличением содержания ионов железа и хлоридов, а также снижением количества ионов кальция, магния, натрия и калия.

- оценка свойств воды до и после обработки показала изменения в положительную сторону и установила взаимосвязь со временем и условиями обработки.

Таким образом, оценивая полученные результаты, можно выделить направления дальнейших исследований, связанные с выбором оптимальной методики восстановления сухого молока до молочного продукта (по времени, условиям, степени восстановления).

#### Библиографический список

1. Белкин В.С. Наносекундные электромагнитные импульсы и их применение / В.С. Белкин, В.А. Бухарин и др.; под ред. В.В. Крымского. – Челябинск, 2000. – 110 с.
2. Федорищенко, Г.М. Способ сохранения свойств омагниченной воды: информ. листок № 2026826 / Г.М. Федорищенко, И.И. Коломысов / – Ставрополь: ЦПТИ, 1995. – 3 с.
3. Ковалева, Г.Е. Обоснование электроактиватора воды для улучшения каче-

ства пшеничного теста в хлебопечении: дис. ... канд. техн. наук / Г.Е. Ковалева. – Ставрополь, 2003.– 281 с.

4. Борисова, М.Э. Физика диэлектриков / М.Э. Борисова, С.Н. Койков – Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1979. – 240 с.

5. Бахир, В.М. Медико-технические системы и технологии для синтеза электрохимически активированных растворов / В.М. Бахир – М.. ВНИИИМТ, 1998. – 66 с.

6. Бахир, В.М. Регулирование физико-химических свойств технологических водных растворов униполярным электрохимическим воздействием и опыт его практического использования: дис. ... канд. техн. наук в виде науч. докл. канд. техн. наук / В.М. Бахир: – Казань: Казанский хим.-технол. ин-т, 1985. – 16 с.

7. Делимарский, Ю.К. Электролиз / Ю.К. Делимарский. – К.: Техніка, 1982. – 167 с.