

УДК 637.142.2

Обработка творожной сыворотки электроискровыми разрядами

Канд. техн. наук

О.В. КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО,**О.А. ЧЕРНЮШОК**

Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина

В современных промышленных технологиях все большую роль играют нетрадиционные способы обработки материалов и пищевых продуктов, которые позволяют внедрять ресурс- и энергосберегающие технологии, способствующие интенсификации производства. К ним относятся электрофизические процессы, основанные на непосредственном воздействии на материал электрического тока в сочетании с механическим (физическим) воздействием: сверхвысоко-частотная энергия в непрерывном и импульсном режимах, инфракрасное излучение, электроконтактный нагрев, обработка в электростатическом поле и пр. В частности, интенсивно развивается техника реализации электроискрового разряда в жидкости, следствием которого является электрогидравлический эффект (ЭГ-эффект). Согласно Л.А. Юткину данный эффект представляет собой сложное физико-химическое явление, которое сопровождается целым рядом эффектов: высокие импульсные давления, достигающие тысяч атмосфер; пульсация газовых пузырьков; ударные волны; линейные перемещения жидкости со сверхскоростями; импульсная кавитация; полидисперсное ультразвуковое излучение; действие плазмы канала искры, сопровождающееся инфракрасным, ультрафиолетовым излучением; импульсные электромагнитные поля и пр.

Наибольшее практическое применение ЭГ-эффект находит в химической, горнодобывающей и обогатительной промышленности. Однако исследователями Национального университета пищевых технологий доказана перспективность данного направления для пищевой промышленности с целью интенсификации технологических процессов и улучшения свойств продуктов и полуфабрикатов в производстве сахара, крахмала, инулина, фруктозы и пр. В работах [1–3, 6, 7] установлено, что

обработка электрическим импульсным разрядом комплексно воздействует на продовольственное сырье. Ударная волна, возникающая при электрическом пробое среды, интенсивно перемешивает систему. Создавая при этом растягивающие усилия в жидкости, она вызывает образование кавитационных пустот, благоприятствующих диспергированию частиц. Тепловые процессы в канале разряда приводят к образованию парогазовой полости, пульсации которой интенсифицируют процессы массообмена. Кроме того, использование данного метода благоприятствует частичной инактивации микрофлоры пищевых продуктов.

Учитывая, что для молочной промышленности приоритетным инновационным вектором остается разработка энергосберегающих технологий и соблюдение принципов безотходного производства, изучено действие электроискровых разрядов на белки и микрофлору творожной сыворотки для оценки безопасности обработки нетрадиционным способом.

Лабораторная электрогидравлическая установка состоит из электро-разрядной камеры объемом 3 дм³ и генератора, обеспечивающего импульсную подачу разрядов [4]. Напряжение при обработке сыворотки изменяли в пределах 25–45 кВ, количество импульсов – от 5 до 25 с шагом 5. В зависимости от напряжения и количества импульсов дисперсным анализом, проведенным на приборе «Zetasizer Nano ZS» (Великобритания), установлено диспергирование белковых частиц творожной сыворотки в 1,5–10 раз.

В пробах, обработанных при напряжениях 20–30 кВ, присутствовали более крупные частицы, а по мере увеличения напряжения и количества импульсов их размер уменьшался. Наилучший результат получен при обработке сыворотки под напряжением 45 кВ и количестве импульсов 20: средний размер белковых частиц при этом 89–100 нм.

Оценка электропроводности и дзета-потенциала до и после воздействия электроискровых разрядов на коллоидную систему сыворотки указывает на зависимость данных показателей от коли-

чества импульсов. Зафиксированы увеличение, последующие снижение и вновь рост электропроводности с варьированием количества разрядов от 5 до 25, а изменение дзета-потенциала имело зеркально противоположную зависимость. Выявленные тенденции можно связать с изменением состояния коллоидной системы сыворотки под воздействием ЭГ-эффекта, поскольку, как известно, данные характеристики несут информацию о протекающих в стабилизирующих оболочках процессах, размере и форме частиц, процессах структурирования.

В исследованных образцах наблюдалось изменение не только размера частиц, но и их фракционного состава.

Электрофорез сывороточных белков осуществляли на аппарате «Hofer Mighty Small» (Amersham Biosciences, США). Полученные результаты показали, что в сыворотке, обработанной электроискровыми разрядами, содержится α - и β -казеин – 20–25 и 16–18 % соответственно, которые при хранении выпадали в осадок, а также α -лактальбумин (11–12 %), β -лактоглобулин (72–85 %), иммуноглобулины (4–6 %), находящиеся в растворе.

Подтверждено положительное влияние ЭГ-эффекта на микробиологические показатели сыворотки. Инактивирующее действие электроискровой обработки возрастает с увеличением количества разрядов и напряжения. После обработки при напряжении 30–40 кВ и количестве разрядов 5–10 наблюдалась частичная инактивация микроорганизмов – их количество уменьшилось в среднем на 8–28 % по сравнению с необработанной сывороткой (контроль). А обработка 15–25 электрическими разрядами с напряжением 45 кВ обеспечивала наиболее эффективную инактивацию микроорганизмов творожной сыворотки: их общее количество сократилось в среднем на 47–58 % по сравнению с контролем. Увеличение напряжения до 50 кВ не приводило к ожидаемому увеличению степени инактивации микроорганизмов, а напротив, наблюдалось снижение бактерицидного эффекта электроискровой обработки.

Полученные результаты согласуются с данными исследователей, изучавших действие электроискровых разрядов в других средах, в частности диффузионном соке [6]. Подтверждено большее бактерицидное действие разрядов небольшой энергии (напряжение до 45 кВ), а с увеличением напряжения инактивирующее действие электроискровой обработки уменьшается. Чувствительны к действию электрогидравлического эффекта также плесневые грибы и дрожжи: после обработки электроискровыми разрядами их количество снижается на 40–55 % в зависимости от напряжения и количества разрядов.

Подавление жизнедеятельности микроорганизмов творожной сыворотки, на наш взгляд, можно объяснить комплексным воздействием возникающих при ЭГ-обработке кавитационных процессов, высокого давления, мощных ударных волн, интенсивного ультрафиолетового и ультразвукового излучения, импульсного магнитного поля и других явлений. Как известно, все они обладают определенными бактерицидными свойствами. Механизм влияния перечисленных физических процессов на микрофлору водных сред окончательно не раскрыт. Авторы склоняются к предположению, изложенному в работах [5, 6], о том, что при обработке творожной сыворотки электроискровыми разрядами повреждаются молекулярные структуры клеток и клеточных мембран, что обуславливает морфологические изменения и деструкцию клеток с их частичной или полной потерей жизнеспособности. Данному эффекту также способствует УФ-излучение, в зоне распространения которого происходит интенсивная инактивация микроорганизмов.

Безопасность творожной сыворотки, обработанной нетрадиционным для молочной промышленности методом, определяли на основании острой токсичности – интегрального показателя физиологически активных веществ, в том числе лекарственных средств и пищевых продуктов. Исследования проводили в ГО «Институт фармакологии и токсикологии НАМН Украины» (Киев) в условиях одно- и многократного введения в желудок взрослым белым крысам. Для исключения возможной половой чувствительности к исследуемому продукту опыты проводили параллельно на животных обоих полов. Острую токсичность творожной сыворотки, которая подверглась воздействию электроискровых разрядов, изучали в сравнительном аспекте с действием на осветленную сыворотку [8].

Основным критерием токсического действия сыворотки была гибель животных, но в ходе эксперимента регистрировали также показатели массы тела, функционирование желудочно-кишечного тракта и дыхательной системы, изменения реакции на внешние раздражители (звуковые, световые, тактильные, химические, механическое сжатие и т.д.), характеризовали внешний вид, поведение, зоосоциальные отношения между животными, активность потребления корма и воды и т.д. Полученные результаты свидетельствуют об идентичности действия молочной сыворотки, обработанной электроискровыми разрядами, на основные физиологические показатели функционирования организма, т.е. о безопасности предложенного способа.

Проведенная серия экспериментов подтверждает перспективность обработки творожной сыворотки электроискровыми разрядами с целью энергосбережения, интенсификации технологических процессов и создания продуктов, в частности напитков, из цельной ферментированной и неферментированной сыворотки, с новыми свойствами, без нежелательного осаждения белка, отвечающих нормам безопасности.

Мп

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Василів В.Л.** Розроблення та застосування способу електрогидравлічної інтенсифікації процесів харчових виробництв: автореф. дис. ... канд. техн. наук / НУХТ. Київ, 2005.
2. **Гулий І.С., Українець А.І., Дашковський Ю.О.** та інші. Електроіскрові технології в харчовій промисловості: перспективи застосування // Наукові праці НУХТ. 2002. № 13.
3. **Дашковський Ю.О., Попова І.В., Маринін А.І.** та інші. Одержання фруктозу-інулоолігосахаридних сирогів з використанням електроімпульсних технологій // Цукор України. Науково-практичний галузевий журнал. 2008. № 3 (57).
4. **Патент України № 22033.** Установа для електроіскрового оброблення рідких середовищ / А.І. Маринін, Ю.О. Дашковський, А.І. Українець, В.П. Василів, В.В. Олішевський. – Опубл. 10.04.07. Бюл. № 4.
5. **Слива Ю.В., Хомічак Л.М., Логвін В.М.** і ін. Вплив електрогидравлічного ефекту на мікрофлору дифузійного соку // Цукор України. 2005. № 4.
6. **Слива Ю.В.** Розроблення способу одержання дифузійного соку з використанням електроіскрових розрядів: автореф. дис. ... канд. техн. наук. 05.18.05/ НУХТ. 2007.
7. **Українець А.І.** Розроблення технологій та апаратури для подовження терміну зберігання харчових продуктів: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: спец.: 05.18.12 «Процеси й обладнання харчових, мікробіологічних і фармацевтичних виробництв» / А.І. Українець. – Київ, 1999.
8. **Чернюшок О.А., Кочубей-Литвиненко О.В., Дашковський А.І., Киричок Л.М.** Нешкідливість сироватки молочної, обробленої електроіскровими розрядами, при одно- та багаторазовому введенні в шлунок білим щурам // Наукові праці ОДАХТ. 2012. № 1 (18).

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛОВ «МОЛОЧНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ» И «СЫРОДЕЛИЕ И МАСЛОДЕЛИЕ» ПОЗДРАВЛЯЕТ С ЮБИЛЕЕМ ВЛАДИМИРА ВИТАЛЬЕВИЧА ЛАВИНОВА

Владимир Витальевич окончил Московскую ветеринарную академию им. К.И.Скрябина и Российскую академию государственной службы при Президенте Российской Федерации. Трудовой путь: зоотехник, старший зоотехник-селекционер, главный технолог по животноводству, зам. исполнительного директора Росплемобъединения, исполнительный директор РСПМО с самого начала его создания в 2000 г., с сентября 2012 г. и по настоящее время директор Департамента животноводства и племенного дела Минсельхоза Российской Федерации. На протяжении многих лет он является активным членом редколлегии журнала «Молочная промышленность». Профессионализм в деле, которым занимается В.В.Лавинов, и воля в достижении намеченных целей снискали ему уважение коллег.

Поздравляя Вас, Владимир Витальевич, с юбилеем, от всего сердца желаем успеха в деле, которому Вы служите, благополучия Вам и Вашим близким.