

# Влияние катодной электрохимической активации молока на свойства сливочного масла

**Виктория Владимировна Почапская**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры

E-mail: 89226201222@mail.ru

**Наталья Владимировна Соболева**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры

**Валентина Андреевна Ляшенко**, аспирант

Оренбургский государственный аграрный университет, г. Оренбург

Пастеризация и стерилизация молока могут влиять на сохранность биологически активных веществ. Альтернативой данных операций может выступать катодная электрохимическая активация молока. При катодной электрохимической активации молока стабилизаторами качества служат растворимые аминокислоты сывороточных белков молока, выбираемых из групп иммуноглобулинов,  $\alpha$ -лактоальбуминов и  $\beta$ -лактоглобулинов, включающих такие аминокислоты, как: аспарагин, глицин, глутамин, серин, треонин и тирозин на уровне 0,5 мас. %. Что позволяет длительно сохранять антиоксидантные свойства молока на стандартном уровне: титруемая кислотность не более 17 °Т, активная кислотность (рН) 8–10,5; стабилизировать стандартный уровень обсемененности патогенной микрофлорой – не более  $8 \times 10^4$  (КОЕ)/см<sup>3</sup>. Был проведен эксперимент по выработке сливочного масла из молока, прошедшего электрохимическую активацию. Опытный образец набрал большее количество баллов при органолептической оценке молока, по сравнению с контрольным. При оценке физико-химических показателей двух образцов сливочного масла было выявлено, что у опытного образца процент влаги выше на 2,5 %, массовая доля жира составляет 81,5 % и находится в пределах нормы. Титруемая кислотность опытного образца также в пределах нормы, несколько ниже, чем у контрольного образца (на 0,3 %). Через месяц после хранения происходят изменения в микробиологическом составе образцов масла. Наибольшее увеличение количества дрожжей и плесени наблюдается у контрольного образца на 3 КОЕ/г, а у опытного всего лишь на 2 КОЕ/г. Таким образом, способ сохранения свойств сливочного масла путем катодной электрохимической активации молока подходит для промышленного внедрения в производство как стандартный технологический прием.

**Ключевые слова:** молоко, сливочное масло, катодная активация, биоэлектроактиватор «Эсперо-1»

**Для цитирования:** Почапская, В. В. Влияние катодной электрохимической активации молока на свойства

сливочного масла / В. В. Почапская, Н. В. Соболева, В. А. Ляшенко // Сыроделие и маслоделие.

2024. № 3. С 64–67. <https://www.doi.org/10.21603/2073-4018-2024-3-6>

## Введение

Сегодня на территории РФ приобретает особую значимость отечественное производство продуктов здорового питания. Употребление сливочного масла в разумных количествах способствует поддержанию здоровья. Сливочное масло богато витаминами, особенно витамином А и D, которые необходимы для здоровья кожи, волос и костей. Оно также содержит антиоксиданты, которые защищают организм от свободных радикалов и предотвращают преждевременное старение, кроме того, сливочное масло является основой современной кухни. Оно придает блюдам неповторимый вкус, а также способствуют лучшему усвоению жирорастворимых витаминов. Также стоит отметить, что оно является отличным источником энергии, что особенно важно для людей, ведущих активный образ жизни или занимающихся спортом (усвояемость сливочного масла составляет 95,00–98,00 % с энергетической ценностью 2728,00–3130,00 кДж/100г).

В 2019 году, в условиях некоторого сокращения объемов производства и ощутимого наращивания импортных поставок, самообеспеченность Российской Федерации сливочным маслом сократилась до 72,6 %. На этом фоне необходимо повысить производство данного продукта для обеспечения населения качественным товаром.

Обеспечить продовольственную безопасность страны, сохранить ее независимость и обеспечить население качественной и полноценной пищей, призваны меры, утвержденные в Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации<sup>1</sup>. Одним из наиболее совершенных продуктов питания населения повсеместно признается молоко. Молоко не только повышает полноценность пищи, но и одновременно является лечебно-профилактическим средством, так как повышает сопротивляемость организма и вредным влиянием внешней среды<sup>2,3</sup>.

<sup>1</sup>Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Утв. Указом Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20

<sup>2</sup>Шалыгина, А. М. Общая технология молока и молочных продуктов: учебник / А. М. Шалыгина, Л. В. Калинина. – М.: КолосС, 2007. – 199 с.

<sup>3</sup>Шепелев, А. Ф. Товароведение и экспертиза молока и молочных продуктов. Учебное пособие /

А. Ф. Шепелев, О. И. Кожухова. – Ростов-на-Дону: «Март», 2001. – 128 стр.

Нынешняя ситуация на рынке характеризуется ростом спроса на молоко, отечественные сыры и сливочное масло. Тенденция активного развития маслоделия наблюдается в последние годы в большинстве стран с развитой молочной промышленностью. В последнее время активно создаются новые виды сливочного масла, которые делают рынок разнообразным. Различия состоят в химическом составе используемого сырья, технологических процессах и органолептических свойствах. Сырье для масла высшего сорта проходит особый контроль. На качество сливочного масла, а также на качественный состав микрофлоры молока оказывают влияние загрязнение молока психрофильной микрофлорой, обладающей значительной липолитической активностью<sup>4</sup> [1, 2].

**Цель работы:** изучить влияние катодной электрохимической активации на сохранность полезных свойств молока.

Задачи исследования:

- изучить физико-химические показатели молока-сырья полученного из СПК (колхоз) «Имени Димитрова» Акбулакского района;
- провести выработку сливочного масла путем катодной электрохимической активации молока.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследований являлись молоко-сырье, сливочное масло. В лабораторию по переработке молока факультета ветеринарной медицины Оренбургского государственного аграрного университета поступило молоко-сырье из СПК (колхоз) «Имени Димитрова» Акбулакского района для проведения физико-химического анализа и дальнейшей выработки сливочного масла.

Исследования проводились в лаборатории ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН. На приборе «Лактан 600 УЛЬТРА-МАКС» установили содержание сухого обезжиренного молочного остатка, температуру замерзания, содержание белка в молоке. На титровальной установке была определена кислотность молока, на инфракрасном анализаторе «СибСКАН» – физико-химические показатели (массовая доля влаги, массовая доля жира). С помощью анализатора «Эвалс» рассчитали содержание влаги.

Электроактивацию молока проводили при помощи биоэлектроактиватора «Эсперо-1» (сертификат соответствия N 9820, «Эсперо», г. Ташкент). Прибор представляет собой медицинский переносной погружной диафрагменный электролизер [3, 4, 5]. Прибор «Эсперо-1» имеет одну крышку, в которую встроен блок питания, два резервуара для католита, в которые помещаются электроды (анод и катод) и резервуары для анолита, состоящие из 2 стаканчиков, между которыми диафрагма (калька бумажная натуральная ГОСТ 892-70).

### Результаты и их обсуждение

Объем молока подвергался электролизу в течение 15 минут. Получаемый продукт отличали повышенная термостойкость и высокий отрицательный окислительно-восстановительный потенциал.

В состав молока входят хлориды, нитраты, фосфаты и сульфаты. В процессе электролиза молока происходит полное восстановление водорода, который выделяется в виде мелких пузырьков газа, а также восстанавливаются катионы Na и K с образованием щелочных соединений.

Стоит отметить, что термостойкость молока с начала процесса активации возрастает до 75 % и сохраняется на этом уровне, что позволяет увеличить выход продукции в процессе его термообработки на 1,50–2,50 %, плотность и содержание жира в активированном молоке при активации не изменяются в сравнении с неактивированным образцом.

Но самое важное – это то, что окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) обработанного молока меняется с положительного на отрицательный (от +1180 до –800 мВ). Этот результат может иметь большое практическое значение для производства. Электрохимическая активация позволяет изменить свойства и качество молока, снизить микробную обсемененность и кислотность. С целью определения, повышения и увеличения длительного сохранения полезных свойств сливочного масла при первичной обработке молока, был проведен опыт [6, 7].

<sup>4</sup>Патент 2234945 РФ «Стабилизатор водного раствора и водосодержащего сырья с самопроизвольно изменяющимися окислительно-восстановительными свойствами»: № 20021227470/15: заявл. 15.10.20026 опубл. 27.08.2004 / В. М. Дворников. – 60 с.

После проведения электроактивации молока из него было произведено сливочное масло (табл. 1).

По органолептическим свойствам образец № 2 (опытный) превосходил образец № 1 (контрольный). Из данных таблицы видно, что образец 1 (контрольный) набрал 13 из 17 баллов, а образец 2 (опытный) 11 из 14 – это соответствует высшему сорту сливочного масла.

Технологический цикл выработки сливочного масла состоял из следующих этапов: приемка свежего молока; отделение сливок от молока (сепарирование); нормализация сливок, их очистка от привкусов и запахов; пастеризация; охлаждение и созревание; сбивание; фасовка готового продукта<sup>5</sup>.

Данные физико-химического анализа представлены в таблице 2.

При анализе физико-химических показателей двух образцов сливочного масла было выявлено, что у опытного образца процент влаги выше на 2,5 %, массовая доля жира составляет 81,5 % и находится в пределах нормы. Титруемая кислотность была в пределах нормы, однако у образца 2 она была несколько выше – на 0,3 %.

**Таблица 2**  
Физико-химические показатели состава сливочного масла, выработанного в условиях молочной лаборатории Оренбургского ГАУ

Наименование показателя	Значение показателя	
	Образец 1	Образец 2
Массовая доля влаги, %	14,2	16,7
Массовая доля жира, %	84,5	81,5
Кислотность жировой фазы, °К	1,2	1,07
Титруемая кислотность молочной плазмы, °Т	57,8	58,3

**Таблица 1**  
Органолептический анализ сливочного масла

Образец	Цвет	Вкус и запах	Консистенция и внешний вид	Итого, баллов
1	От светло-желтого до желтого, однородный по всей массе (2 б)	Выраженный сливочный вкус, без посторонних запахов и привкусов (7 б)	Плотная, однородная, пластичная, поверхность на срезе блестящая, сухая на вид (4 б)	13
2	Светло-желтый, неоднородный (1 б)	Выраженный сливочный вкус, без посторонних запахов и привкусов (6 б)	Плотная, однородная, пластичная, поверхность на срезе блестящая, сухая на вид (4 б)	11

Микробиологические показатели сливочного масла представлены в таблице 3.

Микробиологические показатели состава сливочного масла у обоих образцов находились в пределах нормы, но наблюдались некоторые различия. Показатель КМАФАНМ был ниже у опытного образца –  $9 \times 10^4$  КОЕ/г. Такие микроорганизмы как БГКП (колиформы), *St. aureus*, патогенные в т. ч. сальмонеллы, листерии в обоих образцах не были обнаружены. Количество дрожжей и плесени в обоих образцах находилось на низком уровне 3,0 и 5,0 КОЕ/г при стандарте не более 100 КОЕ/г.

Сливочное масло хранят в морозилке в течение 9 месяцев при температуре  $-12$  °С, и около 12 месяцев – при  $-18$ °С. При длительном хранении вкусовые качества изменяются в отрицательную сторону.

Образцы хранились в холодильной камере при температуре  $(4 \pm 2)$  °С. Через месяц хранения происходило изменение в микробиологических показателях образцов масла (табл. 4).

**Таблица 3**  
Микробиологические показатели состава сливочного масла, выработанного в условиях молочной лаборатории Оренбургского ГАУ

Наименование показателя	Значение показателя	
	Образец 1	Образец 2
КМАФАНМ, КОЕ/г*	$1 \times 10^5$	$9 \times 10^4$
БГКП (колиформы), г	в 0,01 не обн.	в 0,01 не обн.
<i>St. aureus</i> , г	в 0,1 не обн.	в 0,1 не обн.
Патогенные в т. ч. сальмонеллы, г	в 25,0 не обн.	в 25,0 не обн.
Листерии, г	в 25,0 не обн.	в 25,0 не обн.
Дрожжи и плесени (в сумме), КОЕ/г	3,0	5,0

\*КОЕ/г - количество колониеобразующих единиц России за 2023 г.

<sup>5</sup>Горбатова, К. К. Биохимия молока и молочных продуктов / К. К. Горбатова, П. И. Гунькова. – СПб., 2010. – 328 с.

**Таблица 4**  
**Микробиологические показатели**  
**исследованного сливочного масла**  
**при хранении в течении 30 дней при (4 ± 2) °С**

Наименование показателя	Значение показателя	
	Образец 1	Образец 2
КМАФАНМ, КОЕ/г	9 × 10 <sup>4</sup>	1 × 10 <sup>5</sup>
БГКП (колиформы), г	в 0,01 не обн.	в 0,01 не обн.
<i>St. aureus</i> , г	в 0,1 не обн.	в 0,1 не обн.
Патогенные в т. ч. сальмонеллы, г	в 25,0 не обн.	в 25,0 не обн.
Листерии, г	в 25,0 не обн.	в 25,0 не обн.
Дрожжи и плесени (в сумме), КОЕ/г	6,0	7,0

Наибольшее увеличение количества дрожжей и плесени наблюдается у контрольного образца на 3 КОЕ/г, а у опытного всего лишь на 2 КОЕ/г.

## Выводы

При катодной электрохимической активации молока стабилизаторами его качества служат растворимые аминокислоты сывороточных белков молока, выбираемых из групп иммуноглобулинов,

$\alpha$ -лактоальбуминов и  $\beta$ -лактоглобулинов, включающих такие аминокислоты, как: аспарагин, глицин, глутамин, серин, треонин и тирозин содержатся в количестве на уровне 0,5 мас. %. Это позволяет: длительно сохранять, антиоксидантные свойства молока на стандартном уровне титруемой кислотности не более 17 °Т, активной кислотности (рН) на уровне 8–10,5 при увеличении значения окислительно-восстановительного потенциала не выше 550мВ; стабилизировать стандартный уровень обсемененности патогенной микрофлорой не более 8 × 10<sup>4</sup>(КОЕ)/см<sup>3</sup>, исключив такие операции как пастеризация и стерилизация, неблагоприятно влияющие на вкусовые качества масла и сохранность биологически активных веществ.

Таким образом, способ сохранения свойств сливочного масла путем катодной электрохимической активации молока подходит для промышленного внедрения в производство, как стандартный технологический прием. Катодная электрохимическая активация молока с использованием стабилизаторов качества позволяет значительно повысить его функциональные и питательные свойства, делая его более ценным продуктом для потребления. ■

## Effect of Cathodic Electrochemical Activation of Milk on Beneficial Properties of Butter

Victoria V. Pochapskaya, Natalia V. Soboleva, Valentina A. Lyashenko  
 Orenburg State Agrarian University, Orenburg

Pasteurization and sterilization of milk are known to affect its biological properties. Cathodic electrochemical activation offers a prospective alternative to the abovementioned processes. It involves soluble amino acids of whey proteins that are selected from  $\alpha$ -lactoalbumins and  $\beta$ -lactoglobulins, including such amino acids as asparagine, glycine, glutamine, serine, threonine, and tyrosine at 0.5 wt. %. Cathodic electrochemical activation provides a long-term preservation of antioxidant properties: titratable acidity  $\leq 17$  °Т, active acidity (рН) 8–10.5; pathogenic microflora  $\leq 8 \times 10^4$  (CFU)/cm<sup>3</sup>. In this study, the butter sample obtained from electrochemically activated milk demonstrated better sensory properties than the control. As for the physicochemical variables, the experimental sample had a 2.5% higher moisture level while the mass fraction of fat was 81.5% and the titratable acidity was slightly lower than that of the control sample (by 0.3%). After three months of storage, the increase in yeast and mold was by 3 CFU/g in the control sample and by 2 CFU/g in the experimental one. The method of cathodic electrochemical activation proved suitable for industrial butter production.

**Keywords:** milk, butter, cathodic activation, activator Espero 1.

### Список литературы

- Алехин, С. А. «Живая» вода – мифы и реальность / С. А. Алехин [и др.]. – Ташкент: Научно-производственная фирма «Эсперо» УзФ ЦЭНДИСИ, 2001. – 355 с.
- Александрова, Э. А. Исследование антиоксидантной активности электрохимически активированной воды / Э. А. Александрова, Г. А. Шрамко, Б. Е. Красавцев // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2013. № 4. С. 40–43. <https://www.elibrary.ru/rbhirt>
- Бахир, В. М. Электрохимическая активация. Часть II / В. М. Бахир. – М., 1992. – С. 196–199.
- Бахир, В. М. Электрохимическая активация: очистка воды и получение полезных растворов / В. М. Бахир. – М.: ВНИИИМТ, 2001. – 176 с.
- Попов, В. М. Электрохимическая технология изменения свойств воды / В. М. Попов, В. И. Филинчук. – Львов: Выща шк. Изд-во при Львов. гос. ун-те, 1989. – 125 с.
- Иванова, Т. Н. Электрохимическая активация для регулирования кислотности молока / Т. Н. Иванова, М. А. Тарасова, О. В. Мартынова // Пищевая промышленность. 2008. № 11. С. 46–49. <https://www.elibrary.ru/jvnwil>
- Мартынова, О. В. Разработка обогащенных составных молочных продуктов с применением электрохимической активации: автореферат дис. ... канд. тех. наук: 05.18.04 / О. В. Мартынова. – Воронеж, 2010. – 22 с.