

Научная статья

УДК 541.135/.135.5:665.2

DOI: 10.17586/2310-1164-2022-15-1-3-11

## Теоретическое обоснование применения электроактивированной жидкости в технологии получения жиров

М.В. Горбачева<sup>1\*</sup>, В.Е. Тарасов<sup>2</sup>, А.И. Сапожникова<sup>1</sup><sup>1</sup>Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологий – МВА имени К.И. Скрябина  
Россия, Москва, \*gmv76@bk.ru<sup>2</sup>Кубанский государственный технологический университет, Россия, Краснодар

**Аннотация.** Работа посвящена научно-методологическому обоснованию механизма разрушения жировой ткани под действием ионов электроактивированной жидкости. Объектами исследования служили: внутренний и подкожный жир страуса; электролит, полученный путем электролиза водного раствора NaCl при силе постоянного тока 0,5–0,6 А, напряжении 36–50 В, массовая доля NaCl 3–5%; лабораторный электролизер, адаптированный под условия эксперимента. Приведены сведения использования электрохимической активации (ЭХА) воды и растворов в различных областях промышленности и сельского хозяйства. Анализ научно-технической информации в области технологии жиров животного происхождения свидетельствует об отсутствии систематизированных знаний о закономерностях процессов под действием ЭХА среды и теоретических основ механизма межйонного энергетического взаимодействия, а также влияния его на структурные составляющие жировой ткани. Описаны факторы, обуславливающие разрушение молекулы фосфолипида под действием электроактивированной жидкости. Один из них связан с адсорбированием заряженными коллоидными частицами ионов противоположного заряда, в результате чего частицы теряют свои заряды и способность к электростатическому отталкиванию, что приводит к необратимому разрушению сольватной оболочки жировой клетки. Показано, что для получения католита с заданными характеристиками и снижения образования молекулярного хлора и водорода была применена лабораторная установка электролизера, конструкция которого предусматривает два внутренних стержневых электрода и дополнительную диафрагму, разделяющую межэлектродное пространство на камеры. В данной конструкции установки электролизера водный раствор NaCl диссоциирует на ионы Na<sup>+</sup> и Cl<sup>-</sup>, которые через фильтрующие перегородки двигаются к соответствующим электродам, где встречаются с диссоциированными ионами воды H<sup>+</sup> и OH<sup>-</sup>. Таким образом, в процессе электролиза водного раствора хлорида натрия в анодной зоне образуется HCl, а в катодной зоне NaOH. Предложенная гипотеза механизма межйонного энергетического взаимодействия и влияния его на структурные составляющие жировой ткани, легли в основу теоретических положений и практических доказательств целесообразности использования электроактивированной жидкости в технологии получения жиров.

**Ключевые слова:** плазмолиз клетки; жир страуса; католит; электролит; жировая ткань; сольватная оболочка; деструкция; электролизер

Original article

## Theoretical substantiation for the application of electroactivated fluid in the technology of fats production

Maria V. Gorbacheva<sup>1\*</sup>, Vasily E. Tarasov<sup>2</sup>, Alla I. Sapozhnikova<sup>1</sup><sup>1</sup>Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA n.a. K.I. Skryabin  
Moscow, Russia, \*gmv76@bk.ru<sup>2</sup>Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

**Abstract.** The work is devoted to scientific and methodological substantiation for the mechanism of adipose tissue destruction under the action of electroactivated fluid ions. The research objects were: internal and subcutaneous fat of an ostrich; the electrolyte obtained by electrolysis of water solution NaCl at a direct current strength of 0.5–0.6 A, voltage 36–50 V, mass fraction of NaCl 3–5%; the laboratory electrolyzer adapted to experimental conditions. Information on the use of electrochemical activation of water and solutions in various areas of industry and agriculture is given. The analysis of scientific and technical information in the field of technology for the fats of animal origin shows the lack of systematized knowledge about the regularities of processes under the action of ECA medium and theoretical foundations of the inter-ion energy interaction mechanism and its influence on the structural components of fatty tissue. The factors responsible for the degradation of the phospholipid molecule under the action of electroactivated fluid are described. One of them is related to the adsorption of ions of an opposite charge by charged colloidal particles, as a result of which the particles lose their charges

and ability for electrostatic repulsion, which leads to irreversible destruction of the solvate shell of the fat cell. It was shown that in order to obtain a catholyte with specified characteristics and to reduce the formation of molecular chlorine and hydrogen, a laboratory electrolyzer unit was used, the design of which includes two internal rod electrodes and an additional diaphragm dividing the interelectrode space into chambers. In this design of the electrolyzer unit, an aqueous NaCl solution dissociates into  $\text{Na}^+$  and  $\text{Cl}^-$  ions, which move through the filter partitions to the corresponding electrodes where they meet the dissociated water ions  $\text{H}^+$  and  $\text{OH}^-$ . Thus, during the electrolysis of aqueous sodium chloride solution, HCl is formed in the anodic zone and NaOH in the cathodic zone. The proposed hypothesis of the mechanism of inter-ion energy interaction and its effect on the structural components of fat tissue formed the basis of theoretical provisions and practical evidence for the feasibility of using electroactivated fluid in the technology of obtaining fats.

**Keywords:** cell plasmolysis; ostrich fat; catholyte; electrolyte; adipose tissue; solvate shell; destruction; electrolyzer

## Введение

Электрохимические методы обработки водных растворов – новая область прикладной электрохимии, не имеющая альтернативы в сфере экологически чистых технологий. Исследования, выполненные учеными и специалистами различных отраслей промышленности, доказали широкие возможности ЭХА, как инструмента преобразования традиционных технологий для создания новых технических возможностей [1]. Существенный вклад в развитие этого научно-практического направления внесли В.М. Бахир, Ю.Г. Задорожний, Б.И. Леонов, В.А. Паничева, В.И. Прилуцкий, С.А. Алехин (1975–1985; 1988, 1996–1999, 2001–2003 гг.); Н.А. Мариампольский (1978–1985 гг.); А.Х. Касымов и В.В. Вахидов (1978–1985 гг.); А.Г. Лиакумович, П.А. Кирпичников (1980–1990 гг.), К.А. Калунянц, Н.Г. Цикоридзе А.А. Кочеткова (1980–1982 гг.), В.И. Фисин и В.И. Филоненко (1980–1995 гг.); Ю.В. Латышев и И.Л. Герловин (1980–1987 гг.) В.Е. Тарасов (1996, 2008, 2010–2019 гг.); А.А. Борисенко (2002 г) и многие другие.

Весьма успешно развиваются научные направления использования электрохимической активации в пищевых производствах [2–10], в частности в области переработки жиров и масел.

В научной литературе описаны в качестве перспективных направлений развития ЭХА разработка способов очистки жиров и рафинации масел, регулирование их физико-химических свойств [11–13], а также получение топленых жиров [14, 15].

Перечисленные отечественные и зарубежные достижения, список которых далеко не полон, подтверждают несомненные преимущества внедрения ЭХА в практику индустрии для развития инновационных технологий, обеспечивающих решение проблем экономии энергии, времени, материалов с сохранением высоких технико-экономических показателей производства и снижением нагрузки на окружающую среду, что особенно важно, принимая во внимание высокую конкуренцию со стороны западных европейских стран в условиях санкционного давления и ограничительных экономических мер.

Несмотря на то, что значительно расширились сведения по использованию ЭХА среды, позволяющей изменять и регулировать свойства воды, растворов, используя метастабильные жидкости вместо агрессивных химических реагентов в технологиях [1], электрохимические методы продолжают быть малоизвестными и практическая проработка их с целью вовлечения в хозяйственный оборот все еще недостаточна.

Анализ научно-технической информации в области технологии жиров животного происхождения свидетельствует об отсутствии систематизированных знаний о закономерностях процессов под действием ЭХА среды и теоретических основ механизма межмолекулярного энергетического взаимодействия, а также влияния его на структурные составляющие жировой ткани. Вышеперечисленное тормозит создание инновационных экологически безопасных способов переработки жира-сырца, обеспечивающих интенсификацию процесса, высокие показатели выхода продукта и его качества.

Цель работы – научно-методологическое обоснование механизма разрушения жировой ткани под действием ионов электроактивированной жидкости.

## Объекты исследования

Объектами исследования стали:

✓ внутренний и подкожный жир страуса, представляющий скопление жировых клеток – адипоцитов, плотно прилегающих друг к другу и расположенных в ячейках каркаса из тонкой сети рыхлой волокнистой

соединительной ткани. Строение адипоцитов – типичное для белой жировой ткани. Клетки крупные, полигональной формы со слегка скругленными углами, содержат единую жировую «каплю» в центре с тонким ободком цитоплазмы по периферии, ядро смещено к клеточной мембране [16];

✓ электролит, полученный путем электролиза водного раствора NaCl при силе постоянного тока 0,5–0,6 А, напряжении 36–50 В, массовая доля NaCl 3–5% [17];

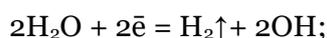
✓ электролизер [18], адаптированный под условия эксперимента.

### Результаты исследования

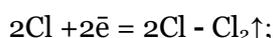
Как известно, в электролизере, разделенном мембраной на две зоны в процессе электролиза водного раствора хлорида натрия – на аноде выделяется хлор, на катоде – водород, а в растворе образуется гидроксид натрия.

Ниже приведены реакции, протекающие при электролизе раствора NaCl:

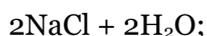
реакция на катоде



на аноде



суммарное уравнение



электролиз



При электролизе водного раствора NaCl в процессе участвуют молекулы воды. Натрий располагается в ряду активности перед алюминием, поэтому на катоде восстанавливаются не катионы натрия, а вода, при этом выделяется водород и образуются гидроксид-ионы.

Для исключения данного нежелательного процесса нами использована установка электролизера [18], имеющая три зоны (рисунок 1). В данной конструкции установки электролизера водный раствор NaCl диссоциирует на ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ , которые через фильтрующие перегородки двигаются к соответствующим электродам, где встречаются с диссоциированными ионами воды  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$ . Таким образом, в процессе электролиза водного раствора хлорида натрия в анодной зоне образуется HCl, а в катодной зоне NaOH. Образование хлорноватистой кислоты ( $\text{HClO}$ ), физические свойства которой переменны и зависят от концентрации раствора, с одной стороны, будет препятствовать наиболее активному проявлению гидролитических изменений в жире, возникающих в ходе технологических процессов его переработки, с другой – может обуславливать накопление продуктов окисления в нем. В результате разложения HClO – основного активного компонента и сильного окислителя в анолите, возрастает накопление в анодной камере ионов  $\text{H}^+$  и продуктов окисления ионов  $\text{Cl}^-$ , что усиливает перенос их через диафрагму в катодную камеру. Это способствует увеличению содержания активного хлора в католите, и как следствие снижению его pH [19].

Помимо этого, использование водопроводной воды может привести к получению электролитов, состоящих преимущественно из солей жесткости (Ca, Mg, Fe, Cu, Zn и др.), снижающих качество жира [17]. Поэтому в работе использовали деминерализованную воду.

Поскольку в устройстве предусмотрена возможность изменения скорости движения жидкости отдельно в каждой зоне, это позволяет получить католит с заданными pH и ОВП при постоянном токе (рисунок 1). Биологические функции живых объектов зависят от присутствия и концентрации ионов в биологических жидкостях. Распределение воды между внутриклеточными и внеклеточными пространствами зависит от общего количества растворенных веществ, так как она движется в направлении осмотического градиента [21]. Следовательно, важно, чтобы и тип, и концентрация ионов сохранялись постоянными внутри данного пространства. Это постоянство обеспечивается за счет динамического равновесия между выходом ионов наружу и их поступлением извне. Неравномерное распределение ионов приводит к возникновению мембранного потенциала.

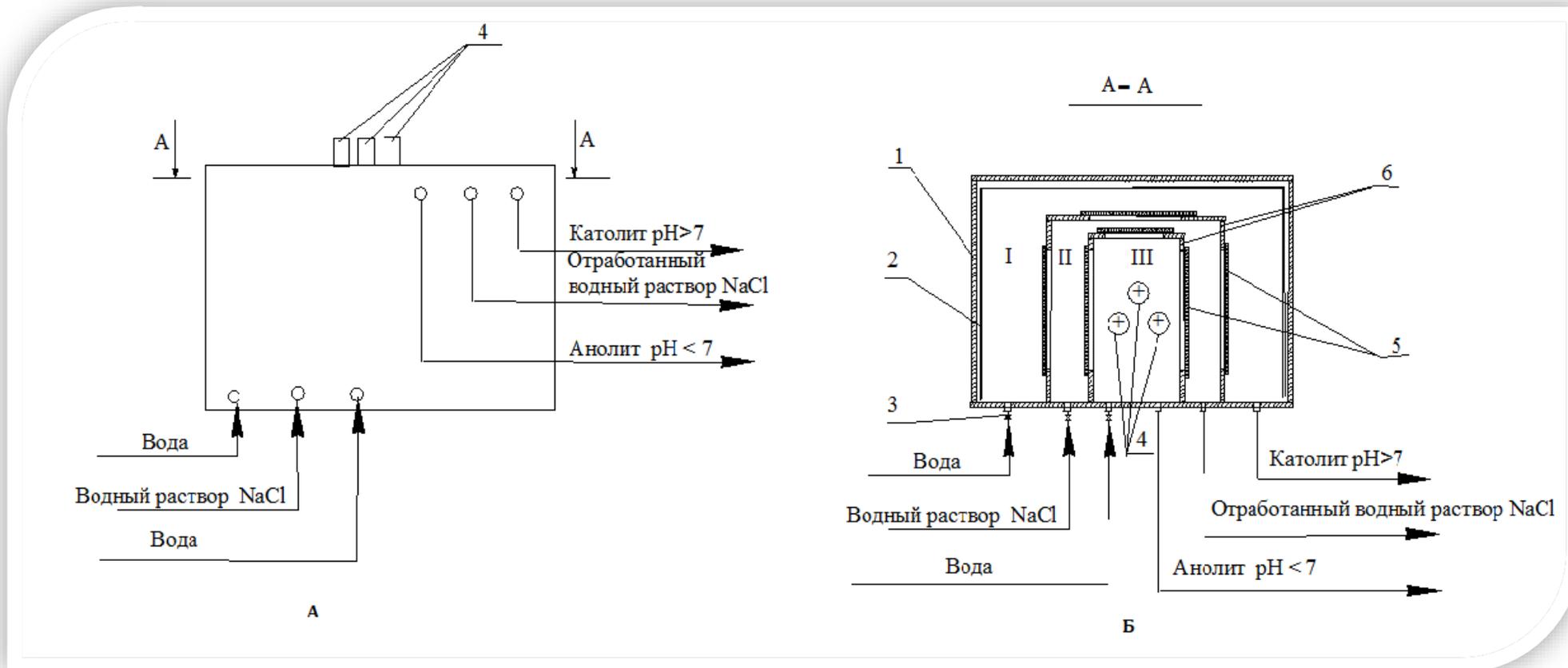


Рисунок 1 – Лабораторная установка электролизера: А – вид спереди; Б – вид сверху; I – катодная зона; II – зона подачи раствора NaCl; III – анодная зона [18]  
 1 – корпус электролизера; 2 – катод, выполненный из нержавеющей стали; 3 – патрубки с регулируемыми вентилями; 4 – анод графитовый; 5 – фильтрующие перегородки; 6 – внутренние перегородки электролизера

Figure 1. Laboratory electrolyzer unit: А – front view; Б – top view; I – cathodic zone; II – zone of NaCl solution feeding; III – anodic zone [18]  
 1 – electrolyzer body; 2 – stainless steel cathode; 3 – branch pipes with regulating valves; 4 – graphite anode; 5 – filter baffle plate; 6 – internal electrolyzer baffle plates

При контакте с водной фазой поверхность клеточной ткани приобретает электрический заряд в результате адсорбции ионов из водной фазы или электролитической диссоциации поверхностного слоя жировой фазы. Оба этих процесса зависят от площади поверхности частиц и поэтому результирующий электрический заряд особенно существен для мелкодисперсных жировых клеток, которые способны электростатически связывать ионы из раствора или адсорбировать молекулы растворенных веществ.

Мицеллы сольватной оболочки жировой клетки приобретают заряд чаще всего в результате адсорбции ионов из раствора. При добавлении растворов электролитов происходит частичное разрушение лиофобных участков молекул мицелл. Это связано с тем, что заряженные коллоидные частицы адсорбируют ионы противоположного заряда. В результате частицы теряют свои заряды и способность к электростатическому отталкиванию, поддерживающему стабильность лиофобных молекул, в частности фосфолипидов. Таким образом, происходит необратимое разрушение сольватной оболочки жировой клетки (рисунок 2).

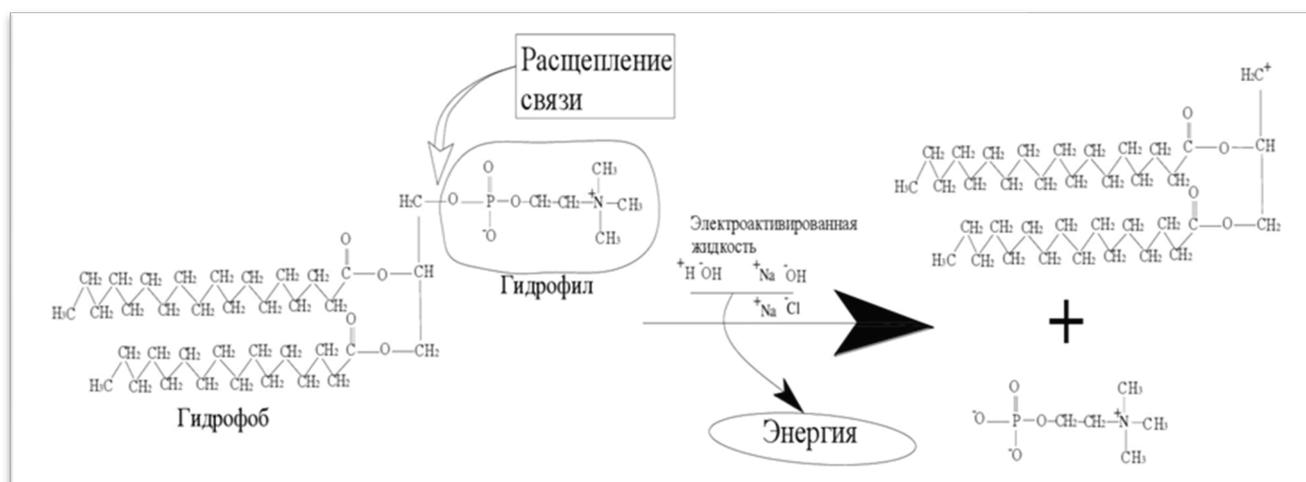


Рисунок 2 – Механизм разрушения молекулы фосфолипида под действием электроактивированной жидкости  
 Figure 2. Phospholipid molecule destruction under the action of electroactivated fluid

Процесс разрушения с отделением остатка фосфорной кислоты от диглицерида происходит под действием ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$ . Мицеллы жировых клеток приобретают заряды в результате диссоциации ионогенных поверхностных участков. Их сольватная оболочка, состоящая из слоев ориентированных молекул фосфолипидов (рисунок 3), стабилизирующих частицы жировой ткани, препятствует его агрегации. Освобожденные от стабилизирующей оболочки коллоидные частицы агрегируют, то есть происходит их высаливание.

Важно отметить, что мембрана жировой клетки, в отличие от анионов  $\text{Cl}^-$ , проницаема для катионов  $\text{Na}^+$ . Причем, часть ионов  $\text{Na}^+$  диффундирует через мембрану из внешнего раствора с высокой концентрацией ионов  $\text{Na}^+$  во внутриклеточное пространство с низкой концентрацией.

В результате с внешней стороны мембраны жировой клетки возникает некоторый избыток отрицательных зарядов, а во внутриклеточном пространстве – положительных.

Таким образом, локализация разнозаряженных ионов на границе мембраны жировой клетки создает различные электрические потенциалы, разность которых можно назвать мембранным потенциалом, зависящим от отношения концентраций разнополярных ионов и их электронного потенциала [20].

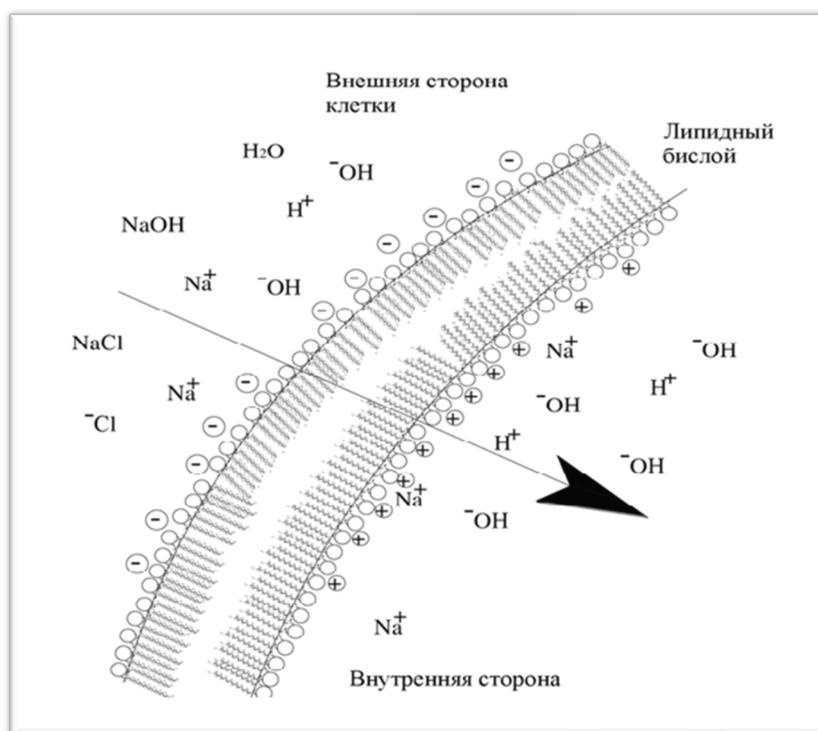


Рисунок 3 – Участок сольватной оболочки жировой клетки и механизм ее разрушения под действием ионов электроактивированной жидкости

Figure 3. Fragment of solvate shell of fat cell and the mechanism of its destruction under the action of electroactivated fluid

Для научного доказательства выдвигаемой нами гипотезы были исследованы гистологические препараты образцов жира, вытопленного в воде и катодите при различных температурах (рисунок 4 и 5).

На рисунке 5 отчетливо видны структурные изменения в жировой ткани на клеточном уровне. При воздействии ЭХА среды на жировую субстанцию выявлена частичная ее трансформация, которую можно объяснить плазмолизом клеток и выходом жира во внешнюю среду (рисунок 5 А2).

При нагреве катодита до  $55^\circ\text{C}$  и выше, волокнистая соединительная ткань имеет очаговый характер на фоне бесформенной жировой массы (рисунок 5 Б2). Наблюдаемые различия связаны с разрывом водородных, ковалентных и электровалентных связей, освобождающаяся энергия которых постепенно накапливается в клетках по мере увеличения воздействия внешних факторов (рисунок 6).

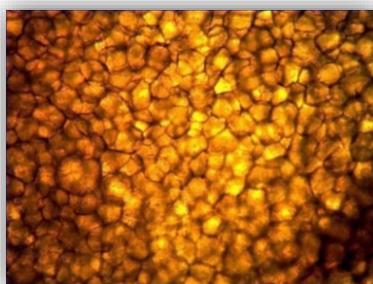
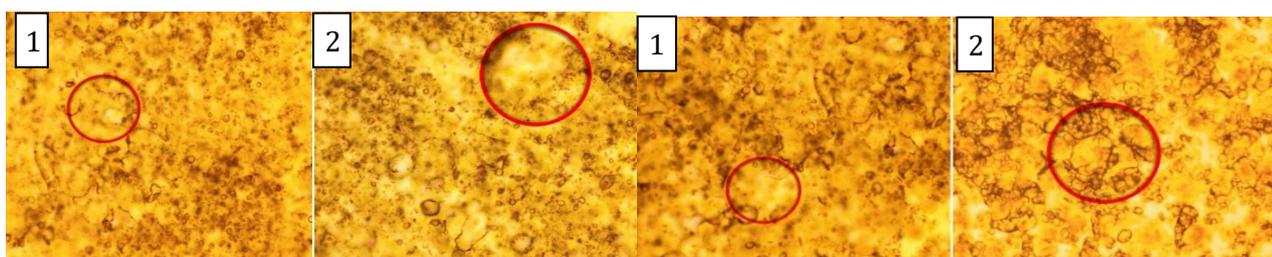


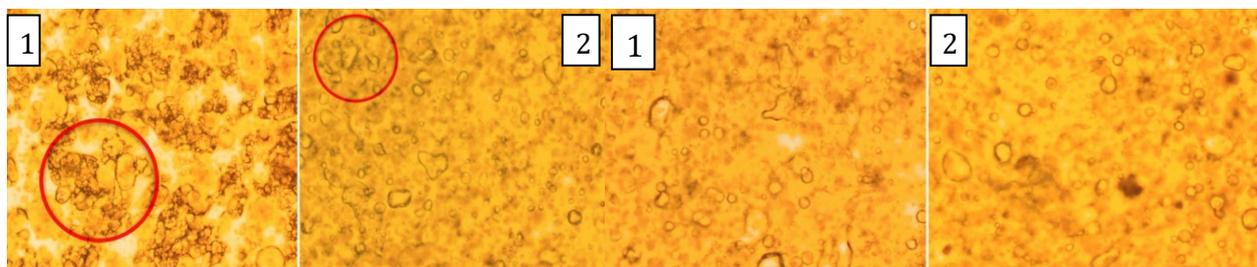
Рисунок 4 – Жир-сырец страуса подкожный до вытапливания ( $\times 200$ )

Figure 4. Ostrich subcutaneous fat before rendering ( $\times 200$ )



А) Обработка жира при температуре 45°С;

Б) Обработка жира при температуре 55°С



В) Обработка жира при температуре 75°С

Г) Обработка жира при температуре 100°С

Рисунок 5 – Структура жира страуса, полученного мокрым вытапливанием (×200): 1 – в воде; 2 – в ЭХА среде  
 Figure 5. The structure of ostrich fat obtained by wet rendering (×200): 1 – in water; 2 – in ECA medium

Следует отметить, что при вытапливании в воде денатурация белковых структур и более высокая степень жириозвлечения могут быть достигнуты только при температуре вытапливания 75°С и выше (рисунок 5 (В1) и 5(Г1)). Выявленные основные закономерности указывают на преимущества применения электроактивированной жидкой среды для вытапливания животных жиров.

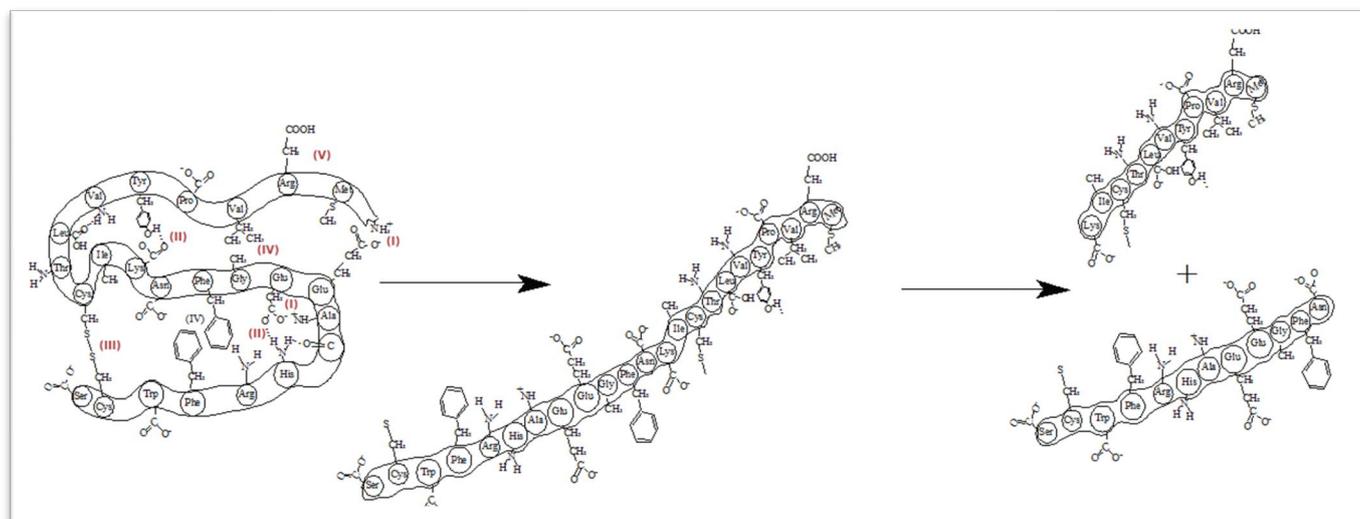


Рисунок 6 – Механизм денатурации белковой молекулы под действием ЭХА среды: I – ионная связь (относится к электростатическим взаимодействиям); II – водородная связь (возникает между боковыми цепями аминокислот и пептидными связями); III – дисульфидная связь (образуется между цистеиновыми остатками – внутримолекулярная связь); IV – гидрофобная связь (отражает взаимодействие неполярных групп); V – гидратируемые группы

Figure 6. Mechanism of protein cell denaturation under the action of ECA medium: I – ionic bond (a kind of electrostatic interaction); II – hydrogen bond (a bond between amino acid side chains and peptide bonds); III – disulfide bond (a bond between cysteine residues – intermolecular bond); IV – hydrophobic bond (reflects interaction of nonpolar groups); V – hydrated groups

## Заключение

Предложенные теоретические положения механизма межклеточного взаимодействия, объясняющего необратимое разрушение сольватной оболочки жировой клетки в ЭХА среде вследствие создания мембранного потенциала, легли в основу разработки концепции комплексной ресурсосберегающей переработки жирового сырья.

## Литература

1. Бахир В.М., Задорожный Ю.Г., Леонов Б.И., Паничева С.А., Прилуцкий В.И., Сухова О.И. Электрохимическая активация: история, состояние, перспективы. М.: ВНИИИМТ, 1999. С. 3–5.
2. Малова Г.В., Василевский П.Б. Способ извлечения жира из жиросодержащего сырья: пат. 2090594 Российская Федерация. 1997. 6 с.
3. Aider M., Kastyuchik A., Gnatko E., Benali M., Plutakhin G. Electro-activated aqueous solutions: theory and application in the food industry and biotechnology. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2012, V. 15, pp. 38–49.
4. Kitanovski V.D., Vlahova-Vangelova D.B., Dragoev S.G., Nikolov H.N., Balev D.K. Effect of electrochemically activated anolyte on the shelf-life of cold stored rainbow trout. *Food Science and Applied Biotechnology*. 2018, V. 1, pp. 1–10.
5. Pasko O.A. Metabolism in *Amaranthus l.* seeds after their treatment with electrochemically activated water. *Agricultural Biology*. 2013, V. 3, pp. 84–91.
6. Тарасов С.В., Мартовщук В.И., Мгебришвили Т.В., Тарасов В.Е. Способ получения масла из виноградной косточки: пат. 2563935 Российская Федерация. 2015. Бюл. № 28. 8 с.
7. Набок М., Плутахин Г. Выпечка пшеничного хлеба с использованием в тестозамешивании электроактивированных водных растворов // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2009. № 9. С. 38–41.
8. Плутахин Г.А., Аидер М., Коцаев А.Г., Гнатко Е.Н. Практическое применение электрохимически активированных водных растворов // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 92. С.254–264.
9. Осадченко И.М., Филатов А.С., Чамурлиев Н.Г. Разработка способа получения мясного фарша с использованием электроактивированных растворов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2017. № 1(45). С. 109–114.
10. Осадченко И.М., Горлов И.Ф., Филатов А.С., Карпенко Е.В. Разработка эффективного способа обработки мясного сырья для хранения в охлажденном состоянии при использовании электроактивированных растворов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2018. № 1 (49). С. 200–203.
11. Ликумович А.Г., Хубулава З.И., Кирпичников П.А., Агваздина Л.И., Агаджанян С.И., Кадьрова В.Х., Бахир В.М., Спектор Л.Е., Верижников Л.В. Способ регенерации окисленных жиров: а. с. 1231868 СССР, 1983, Бюл. № 9. 4 с.
12. Маслова Г.В. Способ очистки жира: пат. 2090595 Российская Федерация. 1997. 8 с.
13. Красавцев Б.Е., Цатурян А.С., Симкин В.Б., Александров Б.Л., Александрова Э.А. Способ рафинации растительного масла (варианты): пат. 2525269 Российская Федерация. 2011, Бюл. № 22. 8 с.
14. Способ получения топленого жира страуса: пат. 2382072 Российская Федерация. 2010, Бюл. № 5. 6 с.
15. Горбачева М.В., Тарасов В.Е., Сапожникова А.И., Гордиенко И.М., Стрепетова О.А. Способ получения топленого жира страуса: пат. 2683559 Российская Федерация. 2019. Бюл. № 10. 5 с.
16. Горбачева М.В., Тарасов В.Е., Сапожникова А.И. Особенности строения и свойств подкожного и внутреннего жира страуса // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2018. № 2–3. С. 23–26.
17. Горбачева М.В., Тарасов В.Е., Сапожникова А.И. Оптимизация условий и параметров получения электроактивированной жидкости для вытапливания жира страуса // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 8. С. 88–96.
18. Тарасов В.Е., Каленичина Е.В., Бондаренко Е.Ю., Бороданкова И.В. Аппарат для получения электроактивированных жидкостей: пат. 76920 U1 Российская Федерация. 2008. 6 с.
19. Юркевич А.Б. Влияние удельного расхода электричества на физико-химические параметры анолита и католита // Вестник Витебского гос. мед. ун-та. 2003. № 2. С. 104–105.
20. Мусил Я., Новакова О., Кунц К. Современная биохимия в схемах. Пер. с англ. М.: Мир. 1984. С. 19–20.

## References

1. Bakhir V.M., Zadorozhnyi Yu.G., Leonov B.I., Panicheva S.A., Prilutsky V.I., Sukhova O.I. *Electrochemical activation: history, state, prospects*. Moscow, VNIIMT Publ., 1999. pp. 3–5. (In Russian)
2. Maslova G.V., Vasilevskij P.B. *Method of isolating fat from fat-containing raw material*. Patent RF, no. 2090594. 1997.
3. Aider M., Kastyuchik A., Gnatko E., Benali M., Plutakhin G. Electro-activated aqueous solutions: theory and application in the food industry and biotechnology. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2012, V. 15, pp. 38–49.
4. Kitanovski V.D., Vlahova-Vangelova D.B., Dragoev S.G., Nikolov H.N., Balev D.K. Effect of electrochemically activated anolyte on the shelf-life of cold stored rainbow trout. *Food Science and Applied Biotechnology*. 2018, V. 1, pp. 1–10.
5. Pasko O.A. Metabolism in *Amaranthus l.* seeds after their treatment with electrochemically activated water. *Agricultural Biology*. 2013, V. 3, pp. 84–91.

6. Tarasov S.V., Martovshchuk V.I., Mgebrishvili T.V., Tarasov V.E. *Grape stone oil production method*. Patent RF, no. 2563935. 2015.
7. Nabok M., Plutahin G. Baking of wheat bread using electroactivated water solutions in dough mixing. *Bakery and Confectionery Industry of Ukraine*. 2009, no. 9, pp. 38–41. (In Russian)
8. Plutakhin G.A., Aider M., Koshchayev A.G., Gnatko E.N. Practical application of electrochemically activated aqueous solutions. *Scientific Journal of KubSAU*. 2013, no. 92, pp. 254–264. (In Russian)
9. Osadchenko I.M., Filatov A.S., Chamurliiev N.G. Process for the preparation of minced meat by the use of electroactivated solutions. *Izvestia of Lower Volga Agro-University Complex*. 2017, no. 1, pp. 109–114. (In Russian)
10. Osadchenko I.M., Gorlov I.F., Filatov A.S., Karpenko E.V. Development of effective method of processing of meat raw material for storage in the cooling state at the use of electroactivated solutions. *Izvestia of Lower Volga Agro-University Complex*. 2018, no. 1, pp. 200–203. (In Russian)
11. Liakumovich A.G., Hubulava Z.I., Kirpichnikov P.A., Agvazhdina L.I., Agadzhanjan S.I., Kadyrova V.H., Bahir V.M., Spektor L.E., Verizhnikov L.V. *Method of regeneration of oxidized fats*. Certificate of authorship USSR, no. 1231868. 1983. (In Russian)
12. Maslova G.V. *Method of purifying fat*. Patent RF, no. 2090595. 1997.
13. Krasavtsev B.E., Tsaturjan A.S., Simkin V.B., Aleksandrov B.L., Aleksandrova E.A. *Vegetable oil refining method (variants)*. Patent RF, no. 2525269. 2014.
14. *Method of preparing ostrich rendered fat*. Patent RF, no. 2382072. 2010.
15. Gorbacheva M.V., Tarasov V.E., Sapozhnikova A.I., Gordienko I.M., Strepetova O.A. *Method of obtaining ostrich melted fat*. Patent RF, no. 2683559. 2019.
16. Gorbacheva M.V., Tarasov V.E., Sapozhnikova A.I. Peculiarities of the structure and properties of the subcutaneous and internal ostrich fat. *Food Technology*. 2018, no. 2-3, pp. 23–26. (In Russian)
17. Gorbacheva M.V., Tarasov V.E., Sapozhnikova A.I. Optimization of Conditions and Parameters for obtaining electroactivated liquid for ostrich fat rendering. *Science and Technology of AICis*. 2018, no. 8, pp. 88–96. (In Russian)
18. Tarasov V.E., Kalenichina E.V., Bondarenko E.Yu., Borodankova I.V. *Apparatus for obtaining electroactivated liquids*. Patent RF, no. 76920 U1. 2008.
19. Yurkevich A.B. Influence of specific electricity consumption on physicochemical parameters of anolyte and catholyte. *Vestnik of Vitebsk State Medical University*. 2003, no. 2, pp. 104–105. (In Russian)
20. Musil J., Novakova O., Kunz K. *Biochemistry in schematic perspective*. Prague. Avicenum. Czechoslovak Medical Press. 1980.

### Информация об авторах

Мария Владимировна Горбачева – канд. техн. наук, доцент, заведующая кафедрой товароведения, технологии сырья и продуктов животного и растительного происхождения им. С.А. Каспарьянца

Василий Евгеньевич Тарасов – д-р техн. наук, профессор кафедры технологии жиров, косметики, товароведения, процессов и аппаратов

Алла Ионовна Сапожникова – д-р техн. наук, профессор кафедры товароведения, технологии сырья и продуктов животного и растительного происхождения им. С.А. Каспарьянца

### Information about the authors

Maria V. Gorbacheva, Ph.D., Associate Professor, Chair of the department of commodity science, technology of raw materials and products of animal and plant origin n.a. S.A. Kasparyanz

Vasily E. Tarasov, D. Sc., Professor at the Department of fat technology, cosmetics, commodity science, processes and apparatus

Alla I. Sapozhnikova, D. Sc., Professor of the Department of commodity science, technology of raw materials and products of animal and plant origin n.a. S.A. Kasparyanz

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflicts of interests

Статья поступила в редакцию 22.12.2021

Одобрена после рецензирования 17.01.2022

Принята к публикации 20.01.2022

The article was submitted 22.12.2021

Approved after reviewing 17.01.2022

Accepted for publication 20.01.2022