

Использование физико-химических методов обработки с целью продления срока годности, повышения качества и контроля безопасности продуктов питания

С.Ю. Воложанинова, О.А. Суворов, А.Л. Кузнецов, Н.Д. Посохов

Московский государственный университет пищевых производств

Аннотация: В статье представлен обзор научно-технической литературы в области применения физико-химических методов обработки с целью получения продуктов питания с усовершенствованными потребительскими свойствами, сохраняющимися в течение длительного времени. Представленные методы являются одними из ключевых в пищевой отрасли и активно применяются для создания индустрии здорового питания.

Ключевые слова: электростатическая обработка, электрохимическая активация растворов, сублимационная сушка, улучшение качества продуктов, увеличение сроков годности, контроль, качество, безопасность.

Введение

В настоящее время на предприятиях пищевой промышленности все чаще сталкиваются с проблемой выработки продукции стабильно высокого качества с пролонгированными сроками годности и отвечающей жестким требованиям ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 22000.

Существует множество способов сохранения и продления срока годности продуктов питания, в том числе за счёт внесения различных функциональных ингредиентов, витаминов и различных улучшителей с целью оптимизации показателей. Однако использование подобных методов не всегда гарантирует безопасность, так как при употреблении таких продуктов в организме человека могут накапливаться значительные количества веществ, которые в больших концентрациях являются вредными и даже опасными для здоровья. В связи с этим, при производстве пищевых продуктов целесообразно минимизировать искусственное внесение химических веществ, используя эффективные методы и средства, являющиеся безвредными для человека и окружающей среды.

Решение данной задачи может основываться на уже сделанных открытиях путем применения результатов научных исследований и практических апробаций в части использования различных физических полей, электрохимической обработки и результатов экспериментов, сопряженных с разработками в области химии, биохимии и др. [1-13].

Внедрение современных физико-химических методов имеет большое промышленное значение для совершенствования технологических процессов и получения наилучшего результата с точки зрения качества, безопасности и продления сроков годности продуктов питания.

Электростатическая обработка

На сегодняшний день в технологических процессах пищевого производства наибольший интерес представляют собой технологии, основанные на использовании процессов взаимодействия прямого и косвенного воздействия электроэнергии и физических полей на продукты питания.

Использование электротехнологий в пищевой промышленности является одним из перспективных направлений, что обусловлено следующими достоинствами: сокращение продолжительности технологических процессов, сохранение пищевой ценности продуктов без снижения их качеств, осуществление микробиологического контроля в процессе обработки, снижение тепловых потерь, повышение КПД использования энергии и др.

Тем не менее, несмотря на все положительные стороны различных способов электрообработки нужно учитывать ряд факторов, ограничивающих ее использование: обезвоживание периферийных слоёв продукта, наличие специфического запаха, необходимость подбора оптимальных параметров и режимов обработки для каждого продукта [2, 3].

Воздействие электростатических полей на продукты питания заключается в том, что ионизированный газ, перемещаясь в электрическом поле, передает заряд тонкодисперсным частицам вещества (пыль, краска, копильный дым и др.), вследствие чего частицы начинают упорядоченно передвигаться от одного электрода к другому.

Важно отметить, что при правильном распределении воздушных масс внутри установки, ионизированный газ способен губительно влиять на развитие микроорганизмов, разрушая их клеточные структуры, что в дальнейшем приводит к их гибели [4]. Благодаря такому способу обработки стало возможным увеличение сроков годности продуктов без ухудшения пищевых качеств по сравнению с классическими методами, действие которых имело незначительную степень защиты от внешних факторов среды и развития микроорганизмов.

Электростатический метод обработки может применяться в различных областях пищевой промышленности: при электросепарировании, панировке, копчении, при внесении в продукты вкусоароматических добавок, в целях ускорения сушки и отвода гигроскопической влаги, для подавления или интенсификации роста микроорганизмов [3-6]. Так, обработка электрическим полем семян позволяет снизить заболеваемость семян и при периодической обработке практически полностью ингибирует болезнетворные микроорганизмы, тем самым повышая качество и безопасность. Циклические режимы обработки наиболее экономичны и эффективны [7].

Электрохимическая активация

Все большую заинтересованность в решении проблем повышения качества и контроля безопасности продуктов, эффективности технологии, экологичности производства приобретают результаты исследований по применению электрохимически активированных (ЭХА) растворов.

Принцип действия ЭХА заключается в следующем: перед применением в технологических процессах воду и разбавленные водные растворы веществ переводят в метастабильное состояние электрохимическим униполярным воздействием (например, в анодной или катодной камерах диафрагменного электролизера). Данное состояние обладает аномальными и самопроизвольно изменяющимися во времени физико-химическими параметрами, заключающимися в не соответствии концентраций продуктов электрохимических реакций в растворе [8].

Непосредственно процессы, происходящие в электролизере можно представить как:

1. Окисление воды на аноде (анолит): $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e} \rightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2$;
2. Восстановление воды на катоде (католит): $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$.

В результате в анодной камере образуются высокоактивные окислители O_2^\bullet , O_3 , HO_2 , OH^\bullet , обладающие выраженными биоцидными свойствами, а в катодите возникают насыщенные восстановители OH^- , H_3^- , O_2^- , H_2 , OH^\bullet , HO_2^- , имеющие высокую адсорбционно-химическую активность.

Вместе с этим, в активированных растворах молекулы воды обладают дополнительными степенями свободы за счет разорванных под влиянием электрического поля водородных связей. Это обстоятельство оказывает огромное влияние на физико-химические и биологические реакции, что способствует проникновению активированных растворов в межклеточные пространства [9].

Одними из главных задач электрохимической активации являются сокращение или полное исключение использования химических реагентов в технологических растворах, уменьшение загрязненности отработанных растворов, повышение качества продуктов, экономия времени и упрощение различных технологических процессов. ЭХА используется для создания

эффективных и экологически чистых технологий в различных областях. На рис. 1 показана принципиальная схема применения электрохимической активации в технологических процессах [8].

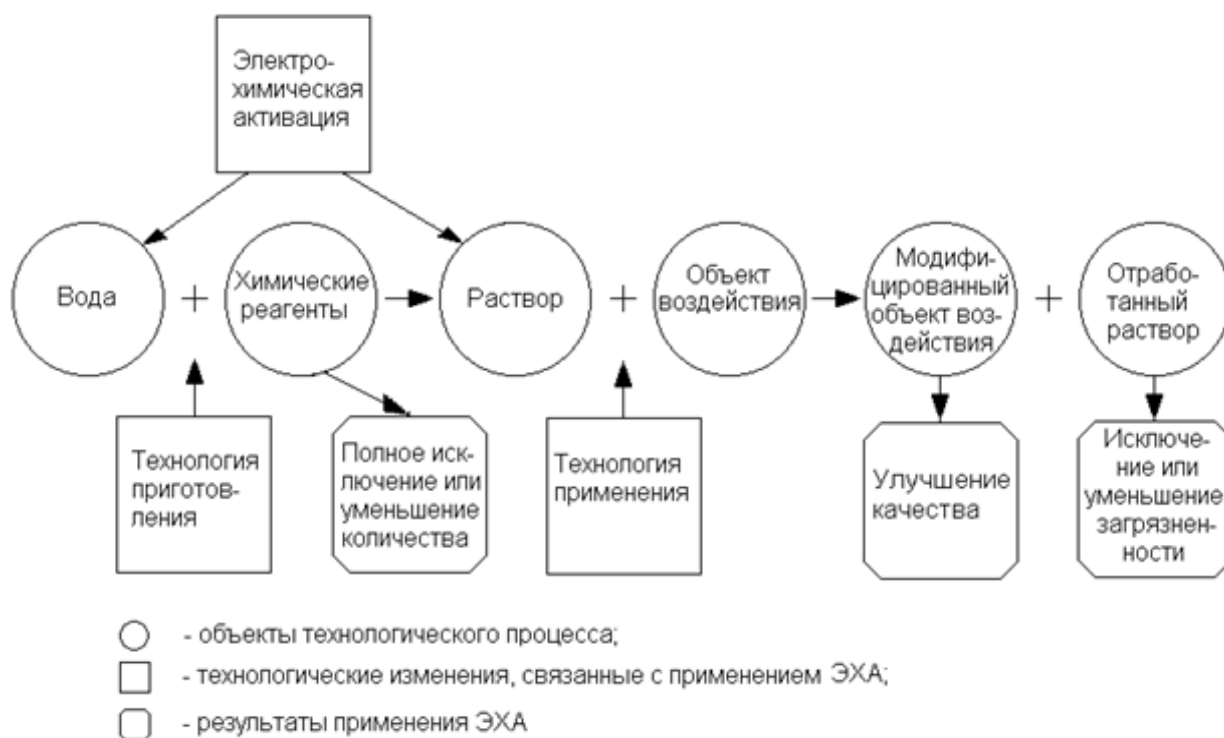


Рис. 1. - Схема применения электрохимической активации в технологических процессах

Ключевыми преимуществами электрохимической активации являются:

- Эффективность, в т.ч. за счет аномальной реакционной способности растворов и газов, применяемых для обеззараживания, мойки, экстракции, окисления и во многих технологических процессах;
- Экологичность, в т.ч. за счет отсутствия токсичности и наличия сходства активнорействующих веществ ЭХА растворов веществам, вырабатываемым в макроорганизме при фагоцитозе;
- Экономичность, в т.ч. за счет использования в процессе электролиза доступных и дешевых реагентов – соли и воды.

В настоящее время уже более 500 патентов и заявок на полезную модель в области техники и технологии электрохимической активации нашли широкое применение в различных отраслях промышленности, сельском хозяйстве и медицине, доказав свою эффективность, экологичность и экономичность. ЭХА технологии и техника уже несколько десятилетий успешно работают на многих предприятиях, в лечебно-профилактических учреждениях, станциях водоподготовки в России, дальнем и ближнем зарубежье.

Отдельные направления зеленой электрохимии в агротехнологиях, технико-экономическая эффективность которых подтверждена экспериментально или широким практическим использованием приведены ниже:

- обеззараживание и увеличение сроков хранения растительного и животного сырья – салатов, зелени, овощей, плодов, ягод, кондитерских изделий, мяса, рыбо- и морепродуктов (при эффективности против всех патогенных микроорганизмов, включая листерии) и др.;
 - обеззараживание питьевой, промышленных и сельскохозяйственных сточных вод, воды аквариумов, террариумов, емкостей любого объема для подачи и/или хранения воды;
 - обработка сырья и оборудования на пищевых перерабатывающих заводах;
 - обеззараживание туш скота и птиц в убойных цехах и на мясоперерабатывающих заводах, дезинфекция объектов;
 - применение на рыболовецких судах для увеличения срока сохранности рыбы и морепродуктов, в т.ч. в форме льда с антибактериальными свойствами;
 - поение антиоксидантной водой животных;
-



- лечение и профилактика заболеваний животных: санация раневых поверхностей животных, вымени коров поение молодняка (телят, поросят, птенцов) при кишечных инфекционных заболеваниях, а также в целях их профилактики и т.д.;

- полив растений, обработка растений в теплицах для борьбы с вирусными и бактериальными заболеваниями;

- обеззараживание семян и рассады перед посевом и высадкой;

- силосование зеленых кормов;

- водоподготовка и обеззараживание воды при выращивании чувствительных мальков рыб и креветок;

- экстракция хмеля с увеличением выхода изогумулона, повышение качества ферментированного солода и ускорение процессов экстракции и ферментации в производстве пива;

- улучшение качества и органолептической оценки коньяка, сокращение времени послекупажного отдыха и увеличение оборачиваемости емкостей в производстве коньяка;

- улучшение качества и увеличение сроков хранения пресервов;

- улучшение качества рыбного, мясного, растительного сырья и увеличение сроков хранения консервов;

- холодная пастеризация плодово-ягодных и овощных напитков, соков, морсов, компотов;

- обеззараживание воздуха в присутствии человека;

- применение в производстве пищевых добавок (молочно-белковые концентраты и др.), хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий, чая, какао, кофе и др.;

- при СІР-мойке на предприятиях по производству напитков с соблюдением жестких санитарных норм, улучшением качества мойки и

обеззараживания, снижением токсичности и увеличением экологичности [8-10].

Сублимационная сушка

Одним из наиболее совершенных методов сохранения продуктов без потери их пищевой ценности на сегодняшний день является сублимационная сушка. Этот способ основывается на удалении влаги из замороженных продуктов путем перехода льда в пар, исключая жидкую фазу. Данный прием позволяет практически полностью сохранить питательные вещества, содержащиеся в свежем продукте, а также его форму, вкус и цвет в течение продолжительного времени при положительной температуре внешней среды.

Существенным отличием сублимационной сушки от обычных методов является равномерная усадка материала, позволяющая сохранять его исходную форму, избегая разрушения, а также быстрая регенерация сухпродуктов, имеющих после сушки пористую структуру, путем подачи воды.

Таким образом, сублимационная сушка не нуждается в применении каких-либо консервантов, стабилизаторов и красителей. Продукты, прошедшие данную обработку имеют большие возможности для использования, как в качестве готовых продуктов быстрого приготовления, так и в качестве полуфабрикатов для дальнейшей промышленной переработки [11].

Принцип действия такого метода основывается на физическом свойстве воды. В частности, при значениях атмосферного давления ниже определенного интервала, называемого тройной точкой, вода способна находиться только в двух агрегатных состояниях - твердом и газообразном, а уже в тройной точке присутствует в трех фазах. И в случае если парциальное давление водяного пара в окружающей среде ниже, чем парциальное давление льда, то лед продукции непосредственно переходит в газообразное

состояние, минуя жидкую фазу. На рисунке 2 представлена диаграмма фазовых переходов воды с указанием тройной точки и ее параметров.

На данный момент известно две разновидности сублимационной сушки:

- сушка в вакууме при давлении среды ниже давления в тройной точке;
- сушка при атмосферном давлении над поверхностью воды в продукте ниже давления в тройной точке [12].

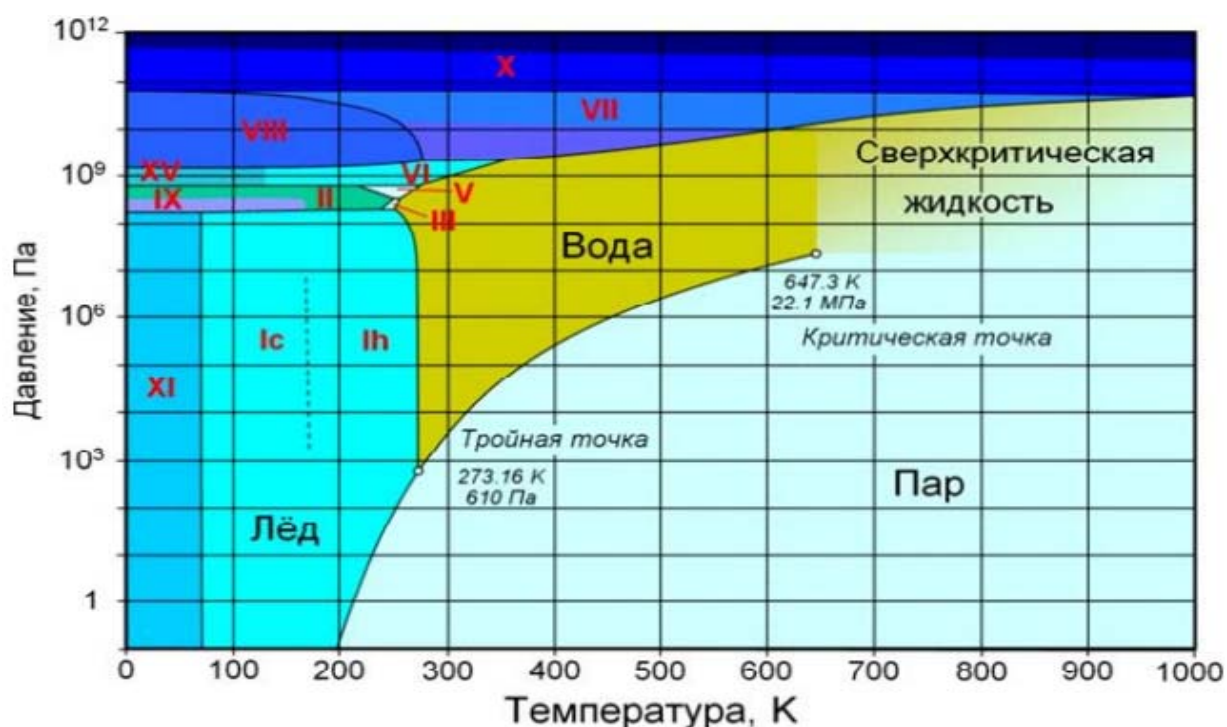


Рис. 2.- Диаграмма фазовых переходов воды

Вакуумная технология заключается в обезвоживании пищевых продуктов до влажности 2,4-3,6 %, обеспечивая максимальное сохранение большинства нативных свойств в процессе длительного хранения [13]. Однако использование таких процессов могут позволить лишь крупные производства из-за высокой стоимости установок и значительного расхода электроэнергии.

Альтернативой вакуумной сублимационной сушки может послужить сублимационная сушка при атмосферном давлении, так как она не требует

дорогостоящего оборудования и вполне может снизить стоимость готового продукта. Однако, на сегодня отсутствуют достаточно полные представления о данном методе, поэтому изучение данного метода является актуальной задачей [12].

Заключение

Внедрение и активное использование рассмотренных физико-химических методов обработки позволит повысить качество продуктов питания, снизить риски употребления опасной продукции, увеличить сроки годности и тем самым решить актуальные задачи, стоящие перед предприятиями пищевых производств. Приведенные физико-химические методы обработки по сравнению другими методами имеют существенные преимущества: эффективность, безопасность, доступность, технологичность, экологичность.

Литература

1. М.В. Рудых, С.Е. Волокитина Физические методы обработки пищевых продуктов // Молодежь и наука: сборник материалов X Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 80-летию образования Красноярского края. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. URL: conf.sfu-kras.ru/sites/mn2014/directions.html.
 2. И.В. Злобина, С.А. Дунаев Применение СВЧ-обработки в приготовлении мясных кулинарных изделий с использованием белков растительного происхождения // Вопросы электротехнологии. 2014. №2(3). С. 37.
 3. А.Л.Кузнецов, О.А. Суворов Исследование возможности применения электростатической обработки для интенсификации процессов конвективной сушки // Инженерный вестник Дона, 2015, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2015/2896.
-

4. Д.Н. Катусов, Э.А. Алимова Перспективы использования электростатического поля при производстве продуктов питания // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: Сборник статей и докладов пятнадцатой международной научно-практической конференции. Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. - Барнаул. 2013. С. 64-69.

5. Higashiyama Y., Asano K Recent progress in electrostatic separation Technology // Particulate Science and Technology: An International Journal. Oct 2007, Vol. 19, 78 p.

6. А.Л. Кузнецов, Л.О. Никифорова Электростатическая обработка жидких сред подавления роста микроорганизмов // Сборник материалов VI межведомственной науч.-практ. конф. «Товароведение, общественное питание и технологии хранения продовольственных товаров» - Москва, 2014. - С. 109-112.

7. Т.Н. Стерхова, А.В. Савушкин, А.А. Сиротин, П.Д. Корнаухов Электрический способ обеззараживания семян сельскохозяйственных культур // Инженерный вестник Дона, 2013. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2013/1590.

8. Бахир, В.М. Электрохимическая активация: изобретения, техника, технология. - М.: «Вива-Стар», 2014. - 512 с.

9. Н.И. Бабков, А.С. Виннов, Т.Н. Маевская Использование электроактивированной воды в технологии рыбных белковых масс // Харчова наука I технологія. 2012. №1(18). С. 99.

10. А.И. Бывальцев, Г.О. Магомедов, В.А. Бывальцев Свойства активированной воды и ее использование в пищевой промышленности // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. 2008. №7. С. 49–53.

11. Krokida M.K., Karathanos V.T., Maroulis Z.B. Effect of Freezedrying Conditions on Shrinkage and Porosity of Dehydrated Agricultural Products // Journal of Food Engineering. 1998, 35. pp. 369–380.

12. Г.П. Власенко, А.Н. Григорьева, А.С. Алексеева Атмосферная сублимационная сушка пищевых продуктов // Використання холодопелотехніки в технологіях виробництва та зберігання харчових продуктів. 2012. № 29 (том 2). С. 79-83.

13. С.В. Шахов, Г.И. Мосолов, Р. Барыкин Разработка вакуум-сублимационной сушилки для обезвоживания жидких продуктов // Вестник МАХ. 2014. № 3. С. 58.

References

1. Rudykh M.V., Volokitina S.Ye. Molodezh' i nauka: sbornik materialov KH Yubileynoy Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiyem, posvyashchennoy 80-letiyu obrazovaniya Krasnoyarskogo kraya. Krasnoyarsk: Sibirskiy federal'nyy un-t, 2014. URL: conf.sfu-kras.ru/sites/mn2014/directions.html.

2. Zlobina I.V., Dunayev S.A. Voprosy elektrotekhnologii. 2014. №2(3). p. 37.

3. Kuznetsov A.L., Suvorov O.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2015/2896.

4. Katusov D.N., Alimova E.A. Sovremennyye problemy tekhniki i tekhnologii pishchevykh proizvodstv: Sbornik statey i dokladov pyatnadtsatoy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Alt. gos. tekhn. un-t im. I.I. Polzunova. Barnaul. 2013. pp. 64-69.

5. Higashiyama Y., Asano K. Particulate Science and Technology: An International Journal. Oct 2007, Vol. 19, 78 p.

6. Kuznetsov A.L., Nikiforova L.O. Sbornik materialov VI mezhvedomstvennoy nauch.-prakt. konf. «Tovarovedeniye, obshchestvennoye pitaniye i tekhnologii khraneniya prodovol'stvennykh tovarov» Moskva 2014. pp. 109-112.
7. Sterkhova T.N., Savushkin A.V., Sirotin A.A., Kornaukhov P.D. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2013/1590.
8. Bakhir V.M. [Electrochemical activation: inventions, techniques, and technology]. M.: «Viva-Star». 2014. 512 p.
9. Babkov N.I., Vinnov A.S., Mayevskaya T.N. Kharchova nauka I tekhnologiya. 2012. №1 (18)*. p. 99.
10. Byval'tsev A.I., Magomedov G.O., Byval'tsev V.A. Khraneniye i pererabotka sel'skokhozyaystvennogo syr'ya. 2008. №7. pp. 49–53.
11. Krokida M.K., Karathanos V.T., Maroulis Z.B. Journal of Food Engineering. 1998, 35. pp. 369–380.
12. Vlasenko G.P., Grigor'yeva A.N., Alekseyeva A.S. Viktoristannya kholodoteplotekhniki v tekhnologiyakh virobnitstva ta zberigannya kharchovikh produktiv. 2012. № 29 (tom 2). pp. 79-83.
13. Shakhov S.V., Mosolov G.I., Barykin R. Vestnik MAKH. 2014. № 3. p. 58.