

## СОЗДАНИЕ СЕНСОРА НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ТИТАНА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Гриценко М.М., Назарова Е.А.,

Научный руководитель – к.х.н. Кривошапкина Е.Ф.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»

**Аннотация.** При попадании в молоко пероксида водорода происходит сложный процесс окисления липидов и витаминов, что в конечном итоге негативно влияет на потребителя. В данной работе исследовано влияние пероксида водорода на пленки диоксида титана, полученные золь-гель методом, и дальнейшее использование диоксида титана в качестве индикатора на присутствие пероксида водорода в молоке.

**Введение.** Актуальной проблемой современной промышленности является проблема долгосрочного хранения молока. Один из способов консервирования молока – это добавление пероксида водорода, который плохо влияет на потребителя - окисляет многие процессы и приводит к негативным последствиям для здоровья. Авторы одного из исследований, изучив пробы молока с различными концентрациями пероксида водорода, пришли к выводу, что добавление пероксида водорода в количестве 0,14% обеспечивает наилучшие физико-химические характеристики и молоко пригодно для употребления. Антимикробная активность лактопероксидазы, содержащейся в молоке, проявляется через каталитическое окисление тиоцианат-иона ( $\text{SCN}^-$ ) пероксидом водорода. Пероксид в данном случае является активирующим антимикробную активность тиоцианата ( $\text{SCN}^-$ ) веществом. Для обеззараживания молока от микроорганизмов используется пероксид водорода в концентрациях 30-50 мг/л или же перкарбонат натрия.

На сегодняшний день существуют способы обнаружения пероксида водорода в молоке – созданы тест-полоски с хромогеном и ферментом, что является достаточно дорогостоящим методом, кроме того, срок годности таких полосок ограничен.

**Основная часть.** Перспективным способом для обнаружения малых концентраций (менее 0,01%) пероксида водорода является использование реакции образования комплексного окрашенного соединения диоксида титана с пероксидом водорода. Таким образом, целью данной работы является создание и исследование пленок диоксида титана в качестве сенсора на присутствие избыточного количества пероксида водорода, изучение цветной реакции полученных пленок на присутствие пероксида водорода в водных растворах и молоке.

Золь синтезировали по уже разработанной методике: смешивали изопропоксид титана, с изопропанолом, который по каплям добавляли в подкисленный азотной кислотой раствор деионизированной воды. Раствор перемешивали на магнитной мешалке, а затем упаривали. Также методом динамического рассеяния света контролировался диаметр наночастиц золя  $\text{TiO}_2$ , который в конечном итоге составил примерно 30 нм. Для получения раствора более густой консистенции его упаривали при температуре 60 °С в течение 48 часов. Вязкость раствора увеличивалась, однако, его мутность менялась в зависимости от времени выпаривания. Далее упаренный золь был перемещен в форму и высушивался до получения прозрачной и полупрозрачной пленок.

Чувствительность  $\text{TiO}_2$  была проверена при концентрациях пероксида водорода 0,5%, 0,1%, 0,05%, 0,01%, 0,005%, 0,001%. На всех пробах наблюдалось окрашивание – от ярко оранжевого до слабо - желтого цвета. Следовательно, мы можем использовать данный метод для определения малых концентраций пероксида водорода. На пленку из данной серии были

нанесены также растворы молока добавлением пероксида водорода. Окраска оставалась стабильной после высыхания.

**Выводы.** Таким образом, в ходе работы синтезирован золь диоксида титана; получены однородные и прозрачные пленки из выпаренного золя. Установлена зависимость между интенсивностью окрашивания и концентрацией пероксида водорода в образцах. На данном этапе становится возможным создание сенсора на основе геля диоксида титана с дальнейшей печатью индикатора методом струйной печати и 3D принтинга для автоматизации данного процесса. В перспективе становится возможным использование данного метода для обнаружений небольших концентраций пероксида водорода в молоке.

*Работа выполнена в рамках научного проекта №МК-1632.2020.11 при финансовой поддержке Совета по грантам Президента РФ.*