**Метод определения свежести мясных продуктов с использованием индикаторов на основе углеродных точек и разработанного флуоресцентного устройства**

***Ионов Я.А., Назарова Е.А.***

*Студент, 2 курс магистратуры*

*Университет ИТМО, Санкт-Петербург*

*E-mail: yaionov@itmo.ru*

Покупатели часто сталкиваются с приобретением несвежей продукцией, что создает дополнительные риски для здоровья населения. Решением данной проблемы может стать умная упаковка, которая делится на два типа: интеллектуальная и активная. Интеллектуальная упаковка с помощью индикаторов может определять в реальном времени изменение состояния продукта внутри упаковки. К примеру, таким образом может определяться количество газа, выделяющегося при порче [1]. Активная упаковка обладает свойствами, позволяющими пролонгировать свежее состояние продукта [2].

Углеродные точки (УТ) являются наноматериалом, обладающим свойством флуоресцировать под ультрафиолетом. Они достаточно просто синтезируются с помощью большого количества методов, наиболее распространённые из них: гидротермальный и сольвотермальный [3], а также могут изменять интенсивность флуоресценции при взаимодействии с различными веществами [4]. Для концентрирования УТ и для уменьшения контаминации ими внешней среды их закрепляют на материале-носителе [5]. Однако, в виде суспензии их не удобно использовать для встраивания в упаковку, поэтому в данной работе тест-зоны индикаторов реализуются в виде пленок с УТ.

Научной группой предлагается создание индикаторов свежести с использованием УТ, включенных в матрицу пленки. УТ во время синтеза закрепляются на наночастицах хитозана, имеющих размеры около 160 нм. Далее гибридные наночастицы смешивают с альгинатом натрия и глицерином. В сушильном шкафу при 60 ̊C образуется пленка, которая обладает достаточной устойчивостью к внешним воздействиям. Индикаторы внутри упаковки с мясным продуктом будут реагировать на сульфидсодержащие соединения, которые способны гасить интенсивность флуоресценции на длине волны эмиссии 425 нм. Для корректного количественного определения изменения интенсивности, было создано специальное устройство. Оно обеспечивает постоянные условия считывания и имеет источник ультрафиолета необходимой длины волны. С помощью камеры смартфона и данного устройства на фото фиксируется состояние индикатора в упаковке, и после обработки фотографии программой получают результат о свежести продукта. Было выяснено, что падение интенсивности флуоресценции УТ на 15% говорит о присутствии в продукте условно-патогенных микроорганизмов, отвечающих за порчу, в количестве, превосходящем допустимые пределы. Таким образом, можно определить реальное состояние продукта, несмотря на сроки годности.

Представленный метод определения свежести мясных продуктов поможет сохранить репутацию производителя и продавца, а также сохранить здоровье населения России.

*Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект №24-76-10093).*

**Литература**

1. Mohammadi, Z., Jafari, S. M. Detection of food spoilage and adulteration by novel nanomaterial-based sensors // Adv. Colloid Interface Sci. 2020. V. 286.

2. Viacava G. E., Marcovich N. E., Ansorena M. R. Studies on nanostructure functionalized materials for active and intelligent food packaging // Elsevier eBooks. 2024. P. 477–511.

3. Fu Q. et al. The emerging development of nitrogen and sulfur co-doped carbon dots: Synthesis methods, influencing factors and applications // Mater. Today Chem. 2024. V. 37.

4. Shi X. et al. Review on carbon dots in food safety applications // Talanta. 2018. V. 194. P. 809–821.

5. Li J. et al. Carbon Dots‐in‐Matrix Boosting Intriguing luminescence properties and applications // Small. 2019. V. 15. № 32.