

БИОСЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ АНТОЦИАНОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Н.Ю. Чеснокова

Дальневосточный федеральный университет, Институт химии ДВО РАН, Владивосток, Россия

В современных условиях задачей, стоящей перед пищевой промышленностью, является обеспечение надлежащего качества и безопасности продуктов питания на протяжении всего производственного цикла. Определение качественных характеристик и степени свежести продуктов представляет собой сложную исследовательскую задачу. Существующие методы оценки качества пищевых продуктов позволяют получать точные количественные показатели, однако, они обладают ограничениями применения в условиях торговой сети, что делает их недоступными для рядового потребителя. В связи с этим актуальной задачей современности становится разработка простых и оперативных способов оценки свежести пищевых продуктов. Перспективным решением данной проблемы может стать создание биосенсорных систем. В их состав включаются специальные индикаторы, реагирующие изменением окраски на вещества, образующиеся при порче продуктов питания. Особую перспективу в качестве таких индикаторов представляют антоциановые пигменты, обладающие высокой чувствительностью к изменениям уровня pH среды. Примечательно, что изменение окраски антоцианов происходит примерно при тех значениях pH, при которых наблюдается порча продуктов животного происхождения. Интеграция этих пигментов в структуру биосенсоров позволит эффективно оценивать свежесть продуктов питания, предоставляя потребителям возможность контролировать их качество в режиме реального времени.

В рамках данной научной работы проводится разработка биосенсорных систем, функционирующих на базе природных пигментов – антоцианов. Основная цель исследования заключается в создании эффективных инструментов для оперативного контроля качественных характеристик продукции животного происхождения.

В качестве исходного материала для производства биосенсоров были использованы растворы антоцианов, полученные методом экстракции из краснокочанной капусты. Технологический процесс предусматривал последовательное нанесение концентрированного экстракта на поверхность фильтровальной бумаги, причем процедура нанесения осуществлялась пять раз для достижения оптимальной чувствительности сенсора.

На рисунке 1 продемонстрирована зависимость цветовой трансформации антоциановых растворов в зависимости от варьирования значений pH системы.

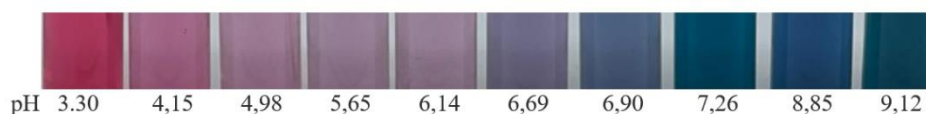


Рисунок 1. Изменение окраски растворов антоцианов, выделенных из красной капусты, в диапазоне pH от 3,30 до 9,12

Анализ визуальных данных, представленных на графике 1, демонстрирует выраженную зависимость колориметрических характеристик антоцианового экстракта от кислотно-щелочного баланса исследуемой среды. При pH 3,30 раствор имеет интенсивную красную окраску. В диапазоне pH 4,15–6,14 фиксируется постепенное ослабление насыщенности цвета с переходом к розовым тонам. В интервале pH 6,14–6,69 происходит кардинальное изменение цветовой гаммы с формированием характерного сине-фиолетового оттенка. Полученные результаты свидетельствуют о высокой чувствительности антоцианового пигмента к изменениям кислотно-щелочного баланса среды. Данная особенность позволяет рассматривать экстракт антоцианов, полученный из краснокочанной капусты, как перспективный природный индикатор для определения pH среды.

Учитывая, что в процессе хранения продуктов питания происходит изменение pH за счет образования летучих азотсодержащих соединений, в частности, аммиака и метиламинов, которые

образуются в результате микробиологического разложения белков, в данной работе были проведены исследования индикаторных свойств биосенсоров в условиях изменения кислотности. Оценка реакции проводилась путем помещения биосенсоров в атмосферу, содержащую пары аммиака. При взаимодействии с аммиаком биосенсоры демонстрировали изменение цвета от красного к сине-фиолетовому, что подтверждает их потенциал для использования в качестве индикаторов изменений pH среды.

В рамках эксперимента по оценке качества продукции биосенсоры, созданные на основе антоцианов, были применены для мониторинга состояния филе мяса птицы в процессе холодильного хранения. Образцы филе птицы были помещены в чашку Петри с фиксированным на верхней стенке биосенсором. После подготовки образцы помещали в холодильный шкаф, где поддерживался температурный режим 4–6 °С, оптимальный для хранения данной категории продукции. Динамика цветовых изменений биосенсорных элементов в ходе эксперимента фиксировалась на первые, третьи и четвертые сутки хранения. Результаты визуальных наблюдений за изменением цвета биосенсоров отражены на иллюстративном материале (рисунок 2), что позволяет провести анализ изменений качества исследуемого образца куриного филе в процессе холодильного хранения.

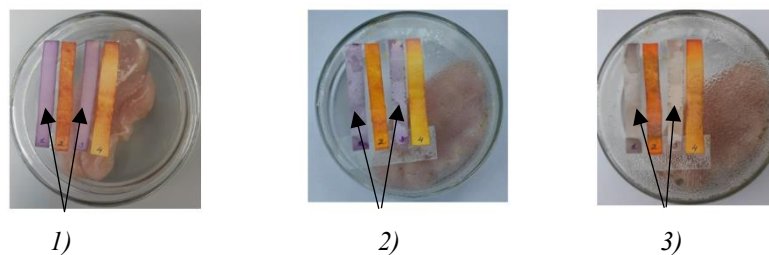


Рисунок 2. Изменение цвета биосенсоров на первые (1), третьи (2) и четвертые (3) сутки хранения филе мяса птицы при температуре 4-6 °С

Анализ экспериментальных данных позволяет проследить характерную динамику изменений в процессе хранения куриного филе. К третьим суткам хранения наблюдается изменение цветовой гаммы биосенсора, происходит переход от розового цвета к сине-фиолетовому. Данный цветовой сдвиг сопровождается изменениями органолептических характеристик продукта. Консистенция филе становится мягкой, слизистой, формируется несвойственный запах. К четвертым суткам фиксируется процесс обесцвечивания биосенсорного элемента, что является индикатором микробиологической порчи исследуемых образцов. Исследование подтверждает эффективность применения биосенсоров на основе антоцианов для оценки качества белковых продуктов.

Таким образом, включение антоциановых биосенсоров непосредственно в упаковочные материалы открывает перспективы создания инновационной системы визуального мониторинга, позволяющей в режиме реального времени отслеживать качественные характеристики продуктов животного происхождения на протяжении всего периода хранения.