

венных материалов для хроматографии и выпуску картриджей для очистки проб от мешающих экстрактивных веществ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Покровский А.А. Метаболические аспекты фармакологии и токсикологии пищи. - М.: Медицина, 1979. - 181 с.
2. Тутельян В.А., Кравченко Л.В. Микотоксины. - М.: Медицина, 1985. - 118 с.
3. Методические указания по обнаружению, идентификации и определению содержания афлатоксинов в продовольственном сырье и пищевых продуктах с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии. - М.: Минздрав СССР, 1986. - 12 с.
4. Food Solution with HPLC. Ordering Guide, 1996.
5. Diod-array detector. Методические указания. Отпечатано в Германии, Publ. №12-5964-1601 E, 1995.

УДК 539.234

В.Г. Зарапин, В.Г. Лугин, И.М. Жарский  
(БГТУ, г. Минск)

#### ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА МЯСА

Оперативный и точный контроль качества различных продуктов и товаров может быть обеспечен методами качественного и количественного определения не только химического состава самих продуктов, но и их «запахов», т.е. путем идентификации и измерения парциальных давлений газовых сред, создаваемых продуктами в окружающей атмосфере. Безусловные перспективы в данной области открывает применение химических сенсоров газов, особенно с точки зрения оперативности контроля, упрощения пробоподготовки для анализа, дешевизны, возможности получения легко обрабатываемой информации в виде электрического сигнала и, следовательно, возможности автоматизации процесса.

Процесс микробиологической порчи мяса и мясных продуктов сопровождается разложением аминокислот и выделением газообразных или легколетучих продуктов: сероводорода, аммиака меркаптанов (тиофенолов). Следовательно, определяя количества выделяющихся газов или одного из них, например сероводорода, можно судить о качестве тестируемых мясопродуктов.

Данная работа посвящена исследованию возможности применения химических сенсоров сероводорода на основе пленок  $\text{SnO}_x$  для определения свежести мяса.

В настоящее время для детектирования сероводорода, как правило, наиболее широко применяют сенсоры на основе пленок  $\text{SnO}_2$ , легированных медью или оксидом меди [1, 2]. Нами установлено, что пленки нелегированного  $\text{SnO}_x$ , полученные неизоотермическим окислением пленок олова [3], также обладают высокой чувствительностью к сероводороду, особенно в области малых концентраций.

Для предварительной калибровки сенсора исследована температурная зависимость чувствительности к сероводороду и установлено, что максимум чувствительности находится при температуре  $200^\circ\text{C}$ , время отклика и регенерации сенсора при данной температуре составляет  $\sim 10$  минут.

При исследованиях воздействия на пленки  $\text{SnO}_x$  сероводорода в воздухе в интервале концентраций от 0,15 до 60 ppm установлено, что сигнал сенсора является логарифмической функцией концентрации  $\text{H}_2\text{S}$  (рис. 1):

$$\frac{R_0}{R_{\text{H}_2\text{S}}} = A \cdot \ln C_{\text{H}_2\text{S}} + B,$$

где  $R_0$  и  $R_{\text{H}_2\text{S}}$  - сопротивление пленки в чистом воздухе и в воздухе, содержащем  $\text{H}_2\text{S}$ ;  $A$  и  $B$  - постоянные, имеющие значения  $0,75 \pm 0,005$  и  $3,1 \pm 0,05$  соответственно.

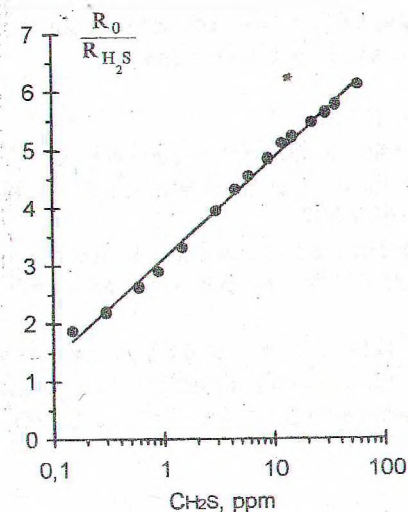


Рис. 1. Зависимость сигнала сенсора от концентрации сероводорода в воздухе.

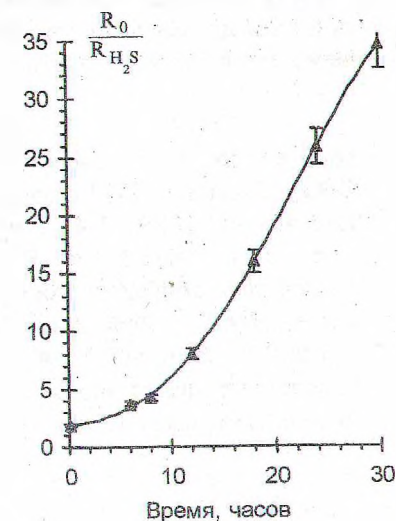


Рис. 2. Зависимость сигнала сенсора от срока хранения мяса.

В области концентраций сероводорода от 60 ppm и выше сигнал сенсора стремится к насыщению.

Исследования возможности применения сенсоров сероводорода для определения качества мясных продуктов осуществлялись на примере свинины, образцы которой массой ~5 грамм после определенных промежутков времени хранения после разморозки при комнатной температуре помещались в измерительную камеру с расположенным внутри сенсором и выдерживались в течение 15-20 минут для достижения равновесного значения количества выделяемого газа между воздухом и пробой.

Зависимость сигнала сенсора от срока хранения мяса приведена на рис. 2, из которой следует, что уже после ~10 часов хранения мяса при комнатной температуре процессы микробиологической порчи начинают стремительно развиваться. Установлено, что необходимое для органолептического определения количество сероводорода выделяется только после ~25 часов хранения мяса.

Из полученных результатов видно, что отклик сенсора на пробу мяса после ~12 часов ее хранения превышает значение отклика на 60 ppm сероводорода в воздухе, что, видимо, является следствием совместного адсорбционного воздействия на пленку  $\text{SnO}_x \text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$  и метантиола ( $\text{CH}_3\text{SH}$ ).

Проведенные исследования показали, что использование химических сенсоров на основе  $\text{SnO}_x$  перспективно для определения качества мясных продуктов, а недорогие компактные приборы на их основе могут быть использованы для бытового применения, что несет в себе также социальный аспект в свете реальной защиты прав рядового потребителя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние меди на сенсорные свойства поликристаллических пленок  $\text{SnO}_2$  / Гаськов А.М., Рябова Л.И., Лабо М. и др. // Журнал неорганической химии. -1996. -Т. 41, № 6. -С.989-997.
2. Yoo D.J., Tamakix J., Park S.J. Copper oxide-loaded tin dioxide thin films for detection of dilute hydrogen sulfide // Jap. J. Appl. Phys. Pt.2. -1995. - Vol.34, № 4A. -P.2455-2457.
3. Лугин В.Г., Зарапин В.Г., Жарский И.М. Сенсорные и структурные свойства тонких пленок оксида олова, полученных магнетронным распылением // Материалы, технологии, инструменты. -1999. -№ 1. -С.62-66.