

УДК 53.082.9

Наносенсорный анализ качества пищевого сырья методом электронного нанобаланса

Иванкин Андрей Николаевич^{1(*)}

ivankinan@bmstu.ru

SPIN-код: 4174-3299

Бабурина Марина Ивановна²

baburina2005@yandex.ru

SPIN-код: 5484-4100

Кузнецова Татьяна Георгиевна²

labsens@mail.ru

SPIN-код: 2850-2028

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Москва, Россия

Аннотация. Описан процесс применения наносенсорной системы «электронный нос» для инструментальной оценки качества органолептических показателей аромата и запаха пищевого сырья. Показана перспективность использования метода наносенсорики для экспрессного анализа качества продуктов, в частности мясного сырья и изделий на его основе.

Ключевые слова: наносенсорики, электронный нанобаланс, качество пищевых продуктов

Nano sensory analysis of food raw material quality by electronic nano balance method

Ivankin Andrey Nikolaevich^{1(*)}

aivankin@bmstu.ru

SPIN-code: 4174-3299

Baburina Marina Ivanovna²

baburina2005@yandex.ru

SPIN-code: 5484-4100

Kuznetsova Tatyana Georgievna²

labsens@mail.ru

SPIN-code: 2850-2028

¹ BMSTU, Moscow, Russia² V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Abstract. The process of using the nanosensory system “electronic nose” for instrumental assessment of the quality of organoleptic indicators of aroma and smell of food raw materials is described. The prospects of using the nanosensory method for express analysis of the product quality, in particular meat raw materials and products based on it, are shown.

Keywords: nanosensorics, electronic nanobalance, food quality

Введение. Контроль качества пищевых продуктов традиционно проводят по органолептическим показателям методом экспертной оценки, однако использование принципа наносенсорики позволяет выполнять достоверный инстру-

ментальный анализ [1, 2]. Важнейшим показателем качества пищевых продуктов является запах, который формируется комплексом разнообразных летучих органических соединений [3, 4]. Особенно это значимо для мясного сырья [5].

Приоритетным становится разработка простых, дешевых и, самое главное, быстрых анализаторов для экспрессной оценки состава запахов пищевых продуктов, например, мультисенсорных аналитических систем «электронный нос», которые представляют собой анализатор паров или газов на основе комбинации разнородных сенсоров, имитирующих работу органов обоняния человека [6, 7].

Цель работы — использовать мультисенсорную систему нанодатчиков для оценки динамики летучих компонентов газовой смеси образцов в процессе хранения мясного сырья в замороженном состоянии для последующего технологического применения.

Методы и материалы; результаты. В качестве объектов исследования в работе использовали пищевое сырье — свинину охлажденную и хранившуюся при температуре минус 18 °С в течение 6 месяцев.

Исследования сенсорных характеристик мясного сырья проводили на приборе VOCmeter, газовом хроматографе HP 7890 фирмы Hewlett Pacard. Детектирование осуществляли с использованием масс-селективного детектора. MSD 5975C с программным обеспечением Entanced MSD Productivity Chem Station. Жирные кислоты подвергали исследованию газовой хроматографией по модифицированному методу ISO 5509-1978.

С помощью мультисенсорного анализа установлено, что в процессе хранения свинины в течение 6 мес. при минус 180 °С происходит изменение качественного и количественного содержания летучих компонентов в газовой фазе, о чем свидетельствуют показания наносенсоров системы Q1–Q8 (рис. 1) и M1–M4 (рис. 2).

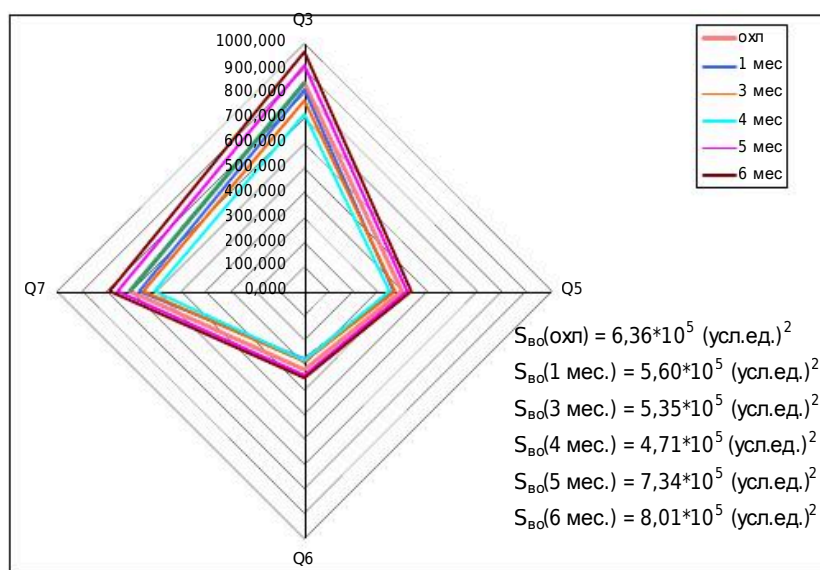


Рис. 1. «Визуальные отпечатки» запаха мясного сырья, хранение при минус 18 °С

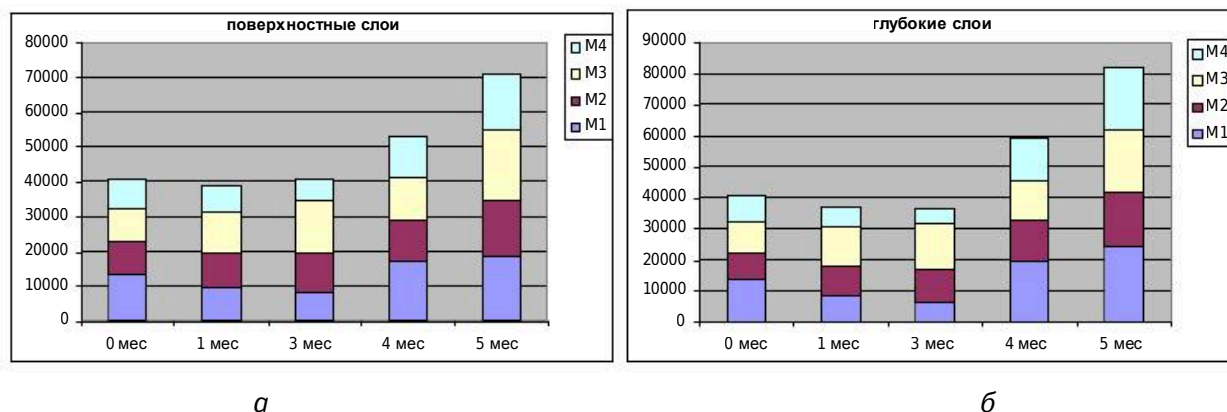


Рис. 2. Показания сенсоров MOS₁-MOS₄ при исследовании замороженной свинины (6 мес. хранения при — 18 °С):

а — поверхностные слои; б — глубокие слои

Анализ состояния образцов выявил изменение интенсивности запаха замороженного мяса, связанного с уменьшением содержания в газовой фазе ароматических спиртов, эфиров жирных кислот, карбонильных соединений (рис. 3).

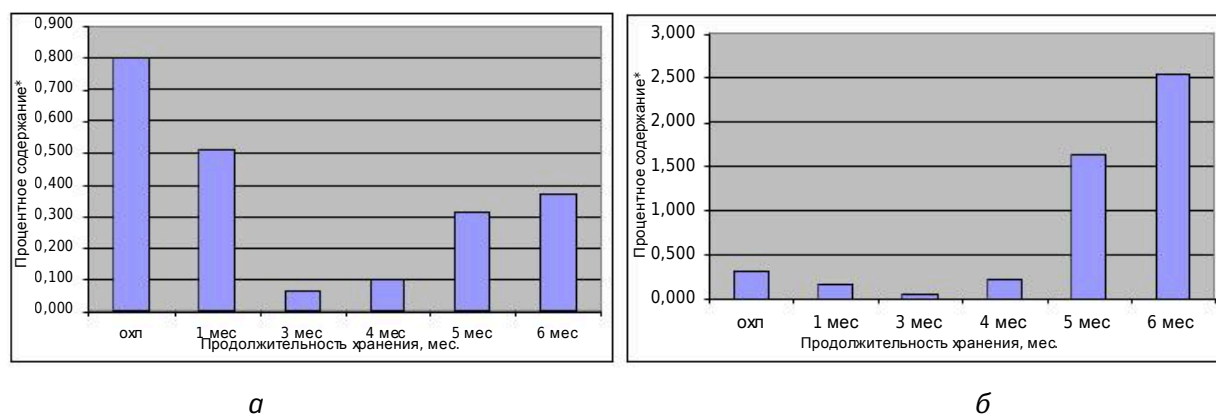


Рис. 3. Динамика содержания летучих соединений в газовой фазе замороженной свинины в процессе хранения при температуре минус 18 °С:

а — карбонильные; б — ароматические

Обсуждение. Проведенные исследования динамики запаха мясного сырья в процессе длительного низкотемпературного хранения показали, что к четвертому месяцу хранения интенсивность запаха замороженного мяса снижается на 26 % по сравнению с охлажденным сырьем, о чем свидетельствуют данные, характеризующие площади «визуальных отпечатков». Начиная с 5 мес. показания наносенсоров Q₃, Q₇, Q₅, проявляющих сродство к ароматическим углеводородам, карбонильным соединениям, а также летучим жирным кислотам, возрастали.

При хранении замороженного мяса было установлено, что в течение первых трех месяцев количество ненасыщенных жирных кислот (олеиновая C18:1 и другие кислоты с одной, двумя и более непредельными связями

C14:1, C18:3w6, C18:3w3, C20:1w9, C20:2w6, C20:4w6, C22:1n9t, C22:2w6, C22:6w3) возрастало. Это свидетельствует о том, что на первых порах ферментативная активность при хранении мяса развивается преимущественно как липазная и дегидралазная. При длительном хранении мяса в замороженном состоянии доля предельных жирных кислот возрастает с одновременным уменьшением содержания наиболее ценных полиненасыщенных жирных кислот вследствие их биологической реакционной способности. Наносенсорика позволяла проследивать изомеризацию непредельных кислот, что важно, поскольку считается, что присутствие *транс*-изомеров в пище нарушает нормальный обмен веществ у человека.

Заключение. Таким образом, в результате проделанной работы была достоверно подтверждена возможность прослеживаемости состояния животного сырья при хранении.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Afzal A., Afzaal M., Saeed F., Maan A.A. The chemistry of flavor formation in meat and meat products in response to different thermal and non-thermal processing techniques. *J. Food Process. Preserv.*, 2022, vol. 46 (10), art. no. 16847. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16847>
- [2] Bleicher J., Ebner E.E., Bak K.H. Formation and analysis of volatile and odor compounds in meat. *Molecules*, 2022, vol. 27 (19), art. no. 6703. <https://doi.org/10.3390/molecules27196703>
- [3] Juárez M., Caine W.R., Larsen I.L., Robertson W.M., Dugan M.E., Aalhus J.L. Enhancing pork loin quality attributes through genotype, chilling method and ageing time. *Meat Sci.*, 2009, vol. 83 (3), pp. 447–453. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.0166>
- [4] Kosowska M., Majcher M.A., Fortuna T. Volatile compounds in meat and meat products. *Food Sci. Technol.*, 2017, vol. 37 (1), pp. 1–7. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.08416>
- [5] Xiang C., Li S., Liu H., Liang C., Fang F., Zhang D., Wang Z. Impact of chilling rate on the evolution of volatile and non-volatile compounds in raw lamb meat during refrigeration. *Foods*, 2021, vol. 10 (11), art. no. 2792. <https://doi.org/10.3390/foods10112792>
- [6] Howe P.E., Barbella N.G. The flavor of meat and meat products. *J. Food Sci.*, 2010, vol. 2 (3), pp. 197–202.
- [7] Кузнецова Т.Г., Иванкин А.Н., Куликовский А.В. *Наносенсорный анализ сырья и растительных объектов: монография*. Saarbrücken, Germany, LAMBERT Academic Publishing, 2013, 224 p.