

СЕНСОРНЫЙ АНАЛИЗ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ЖИВОТНЫХ ЖИРОВ

Дворянинова О.П.¹, Соколов А.В.¹, Бакатанова Е.О.¹

¹ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж, Россия (394036, г. Воронеж, пр. Революции, 19), e-mail: olga-dvor@yandex.ru

Потребности России в пищевых животных жирах удовлетворяются в значительной степени за счет импорта и в меньшей степени – за счет продукции отечественных производителей. Это связано со значительным падением животноводства в предыдущие годы, для восстановления которого требуется большое количество лет. В связи с этим максимальное привлечение малоиспользуемых и нетрадиционных ресурсов чрезвычайно актуально. Большая плодовитость и скороспелость кроликов стали причиной интенсивного развития этого направления животноводства в некоторых крупных регионах России, что создает достаточно значительную сырьевую базу для получения мяса и пищевого животного жира. В целях удовлетворения потребности в обеспечении качества и безопасности жировой продукции предлагается для оценки жиров использовать мультисенсорную систему «электронный нос», состоящую из десяти пьезосенсоров. Работа такой системы основана на многоуровневой нейронной семиотической модели, описывающей механизм работы обонятельной луковицы человека. Установлено, что интенсивность аромата жировой ткани на 20% выше, чем у топленого жира. Так как матрица сенсоров из 8 элементов настроена на легколетучие органические кислоты, спирты, альдегиды, ароматические соединения, то этих веществ в равновесной газовой фазе над образцом жировой ткани больше, чем над топленым жиром, на 20%. Сумма содержаний спиртов, альдегидов, кислот и ароматических соединений в топленом жире уменьшилась на 32% по сравнению с жировой тканью. Различия в содержании только спиртов и альдегидов у анализируемых образцов достигает 13%.

Ключевые слова: жировая ткань, электронный нос, топленый жир, визуальные отпечатки, сенсоры, безопасность, качество.

THE TOUCH ANALYSIS IN THE ASSESSMENT OF QUALITY OF FOOD ANIMAL FATS

Dvoryaninova O.P.¹, Sokolov A.V.¹, Bakatanova E.O.¹

¹FSBEI HPE «Voronezh state university of engineering technologies», Voronezh, Russia (394036, Voronezh, Revolution Ave., 19), e-mail: olga-dvor@yandex.ru

Needs of Russia for food animal fats are satisfied substantially due to import and to a lesser extent – at the expense of production of domestic producers. It is connected with considerable falling of animal husbandry in previous years which restoration requires a large number of years. In this regard the maximum attraction of the low-used and nonconventional resources extremely actually. Big fertility and precocity of rabbits became the reason of intensive development of this direction of animal husbandry in some large regions of Russia that creates rather considerable source of raw materials for receiving meat and food animal fat. For satisfaction of need for ensuring quality and safety of fatty production it is offered to use the multitouch system "electronic nose" consisting of ten pyezosensor for an assessment of fats. Work of such system is based on the multilevel neural semiotics model describing the mechanism of work of an olfactory bulb of the person. It is established that intensity of aroma of fatty tissue is 20% higher, than at melted fat. As the matrix of sensors from 8 elements is adjusted on easily flying organic acids, alcohols, aldehydes, aromatic connections, it is more than these substances in an equilibrium gas phase over a sample of fatty tissue, than over melted fat for 20%. On the sum of contents of alcohols, aldehydes, acids and aromatic connections in melted fat decreased by 32% in comparison with fatty tissue. Distinction in the content only of alcohols and aldehydes at the analyzed samples are reached by 13%.

Keywords: fatty tissue, electronic nose, melted fat, visual prints, sensors, safety, quality.

В последние годы состояние российской мясной промышленности характеризуется тенденцией к росту объемов производства, расширением ассортимента выпускаемой продукции, включая жировые продукты на основе животных жиров.

Потребности России в пищевых животных жирах удовлетворяются в значительной степени за счет импорта и в меньшей степени – за счет продукции отечественных производителей. Это связано со значительным падением животноводства в предыдущие годы, для восстановления которого требуется большое количество лет. В связи с этим максимальное привлечение малоиспользуемых и нетрадиционных ресурсов чрезвычайно актуально. Большая плодовитость и скороспелость кроликов стали причиной интенсивного развития этого направления животноводства в некоторых крупных регионах России, что создает достаточно значительную сырьевую базу для получения мяса и пищевого животного жира [6; 7].

Для оценки качества жиров и жировой продукции очень удобным, быстрым и простым является органолептический (сенсорный) метод.

В целях удовлетворения потребности в обеспечении качества и безопасности жировой продукции предлагается для оценки жиров использовать мультисенсорную систему «электронный нос», состоящую из десяти пьезосенсоров. Работа такой системы основана на многоуровневой нейронной семиотической модели, описывающей механизм работы обонятельной луковицы человека [4].

Материалы и методы

Объектами исследования служили: жировая ткань кролика - проба 1, и топленый кроличий жир - проба 2, с различными сроками хранения (0, 1 и 4 суток при температуре 4 °С). Изучение аромата проводилось на анализаторе запахов «МАГ-8» с методологией «Электронный нос» (ООО «Сенсорные технологии», Воронеж). Программное обеспечение MAGSoft (ООО «КвадроСофт», Воронеж). В качестве измерительного массива применялись 8 сенсоров на основе пьезокварцевых резонаторов ОАВ типа с базовой частотой колебаний 10,0 МГц с разнохарактерными пленочными сорбентами на электродах. Покрытия выбраны в соответствии с задачей испытаний: 3 – полярных, гидрофильных, ацидофильных (чувствительных к кислотам); 1 – полярный, чувствительный к спиртам, альдегидам; 1 – универсальный на органические соединения; 1 - неполярный; 1 – селективных к ароматическим соединениям; 1 – неполярный, чувствительный к неполярным органическим соединениям [1; 5].

Пробоподготовка. Пробы термостатировали до комнатной температуры, отбирали среднюю пробу массой 1 г, помещали в герметичный стеклянный сосуд с полимерной мягкой мембраной. Пробы выдерживали при постоянной температуре (20 °С) не менее 30 минут. Отбирали индивидуальным шприцем для каждой пробы 1 см³ равновесной газовой фазы и вводили в ячейку детектирования.

Режим измерения. Время измерения 60 с, режим фиксирования откликов сенсоров – равномерный с шагом 1 с, оптимальный алгоритм представления откликов сенсоров – градиентный $4/5 \text{ с} \div 3/10 \text{ с}$. Погрешность 5-7%.

Суммарный аналитический сигнал сформирован с применением интегрального алгоритма обработки сигналов 8, 7 и 6 сенсоров (оптимизация для поиска аналитической информации) в виде «визуального отпечатка». Для установления отличий и схожести проб применяли соответственно оптимальные кинетические «визуальные отпечатки» (по сигналам 7 и 6 сенсоров) и «визуальный отпечаток» максимумов (наибольшие отклики сенсоров) [2].

В качестве критериев для оценки различия в аромате анализируемых проб выбраны.

Качественная характеристика – форма «визуального отпечатка» с характерными распределениями по осям откликов. Количественные характеристики – 1) $S\Sigma$, Гц.с – суммарная площадь полного «визуального отпечатка» оценивает общую интенсивность аромата, пропорциональна концентрации легколетучих веществ, в том числе воды – построенного по всем сигналам всех сенсоров за полное время измерения; 2) S , Гц.с – площадь оптимизированного кинетического «визуального отпечатка» оценивает содержание легколетучих веществ в равновесной газовой фазе (РГФ) – построен по отдельным, наиболее значимым откликам наиболее информативных сенсоров. Из массива могут исключаться сенсоры с наиболее активными полярными сорбентами – ПВП, краун-эфиром и специфическим сорбентом, с откликом на уровне шумов; 3) максимальные сигналы сенсоров с наиболее активной или специфической пленками сорбентов ΔF_i , Гц. Кинетические «визуальные отпечатки» аромата тестируемых проб: в подписях указаны площади «визуальных отпечатков». По кругу отмечено время измерения, с; по вертикальной оси – величина откликов сенсоров, ΔF , Гц [3].

Результаты и обсуждение

Для тестируемых проб характерен идентичный аромат, отражающийся сходным составом равновесной газовой фазы (РГФ) над пробами свежего жира и пробами жира в процессе хранения (рис. 1).

Функция отклика выбранных сенсоров связана с содержанием легколетучих кислородсодержащих веществ, воды, а также других органических соединений (альдегиды, кислоты, кетоны, эфиры, спирты, фенолы). Диаграммы, построенные по максимальным откликам сенсоров (рис. 1), позволяют оценить схожесть состава равновесной газовой фазы над тестируемыми образцами. По сигналам 8, 7 и 6 дифференцирующих сенсоров установлена высокая идентичность состава РГФ образцов проб жира, однако наблюдаются некоторые различия. Наибольшее влияние на состав равновесной газовой фазы всех

тестируемых образцов оказывает несвязанная влага, содержание которой зависит от условий, времени хранения предоставленных образцов.

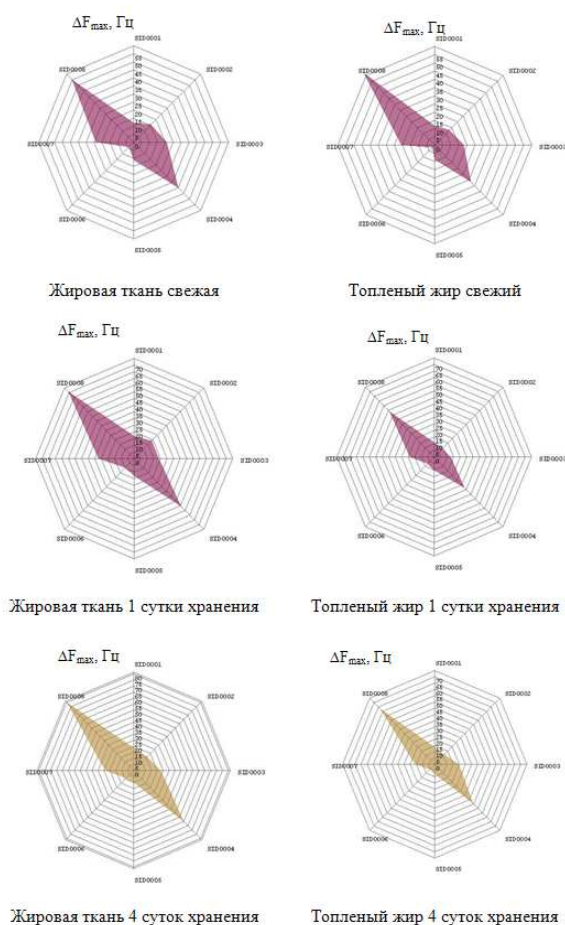


Рис. 1. «Визуальные отпечатки» максимальных сигналов сенсоров в РГФ над тестируемыми пробами. По осям указаны номера сенсоров в матрице

На первом этапе сравнивали свежие пробы жировой ткани и топленого жира между собой. В РГФ над пробами жировой ткани содержится больше несвязанной влаги, чем над топленым жиром. Проведем оценку по сигналам сенсоров с наиболее гидрофильным покрытием поливинилпирролидоном (ПВП). Функция отклика сенсоров с полярными покрытиями связана с содержанием легколетучих кислородсодержащих веществ, в том числе воды, поэтому при построении оптимальных «визуальных отпечатков» РГФ над пробами из матрицы откликов исключены отклики некоторых сенсоров, проявляющих наибольшее сродство к воде и другим кислородсодержащим легколетучим органическим веществам (альдегиды, кислоты, спирты). Однако первое представление о составе и различиях в составе РГФ над контрольным и опытным образцами позволяет оценить площадь общего суммарного «визуального отпечатка» и отклик 2-го сенсора с ацидофильным гидрофильным покрытием (Полиэтиленгликоль адипинат) и 8-го сенсора (ПВП) (табл. 1).

Таблица 1

Суммарная площадь полного «визуального отпечатка» РГФ над свежими пробами жировой ткани, топленого жира и фоновый сигнал на холостую пробу воздуха

Вид пробы	ΔF_2 , Гц	ΔF_8 , Гц	$S\Sigma$, Гц.с
Жировая ткань	19	77	6736
Топленый жир	13	61	5640
Фон	-2	-5	493

По сигналу этих сенсоров возможно оценить содержание несвязанной влаги и легколетучих полярных органических веществ (кислоты).

Установлено, что интенсивность аромата жировой ткани на 20% выше, чем у топленого жира. Так как матрица сенсоров из 8 элементов настроена на легколетучие органические кислоты, спирты, альдегиды, ароматические соединения, то этих веществ в равновесной газовой фазе над образцом жировой ткани больше, чем над топленым жиром, на 20%. Сумма содержаний спиртов, альдегидов, кислот и ароматических соединений в топленом жире уменьшилась на 32% по сравнению с жировой тканью. Различия в содержании только спиртов и альдегидов у анализируемых образцов достигают 13%.

В то же время РГФ топленого жира обогатилась ароматическими соединениями на 20%, что связано с частичной термодеструкцией жира после вытопки. Более тонкие различия в составе РГФ над образцами позволяют установить оптимизированные кинетические «визуальные отпечатки» (рис. 2). Из матрицы откликов исключены сигналы сенсоров с наиболее активным и инертными сорбентами.

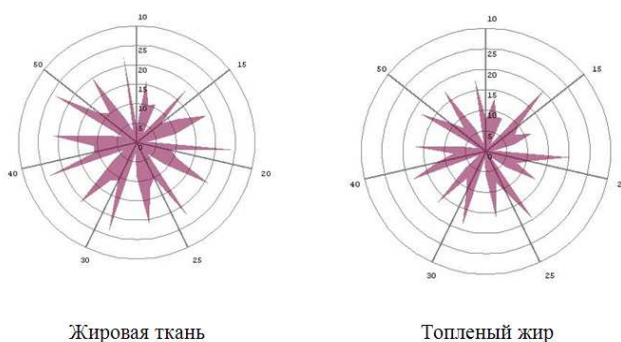


Рис. 2. Кинетические «визуальные отпечатки» аромата свежего топленого жира и жировой ткани

В РГФ над жировой тканью детектируется большее содержание ароматобразующих компонентов (табл. 2), качественный состав равновесных газовых фаз идентичен друг другу более чем на 95%. Различия в количественном составе РГФ – 13-15%.

Таблица 2

Суммарная площадь оптимального «визуального отпечатка» и относительное различие в содержании ароматобразующих компонентов РГФ свежих проб жировой ткани и топленого жира

Вид пробы	SΣ, Гц,с	Различия аромата проб, %
Жировая ткань	3082	1 > 2:13%
Топленый жир	2484	
Фон	220	

На втором этапе сравнивали пробы после 1 суток хранения. Проанализировали результаты микровзвешивания РГФ над образцами после хранения по аналогичной схеме. Установлено, что содержание несвязанной влаги меньше, чем для свежих образцов.

После хранения при температуре 4 °С обе пробы изменились, в большей степени изменился состав РГФ жировой ткани (табл. 3).

Таблица 3

Суммарная площадь полного «визуального отпечатка» РГФ над пробами жировой ткани и топленого жира после 1 суток хранения и фоновый сигнал на холостую пробу воздуха

Вид пробы	ΔF2, Гц	ΔF8, Гц	SΣ, Гц,с
Жировая ткань	22	73	7924
Топленый жир	15	57	5721
Фон	-1	-4	436

Интенсивность аромата жировой ткани на 28% больше, чем у топленого жира. Более тонкие различия в составе РГФ над образцами позволяют установить оптимизированные кинетические «визуальные отпечатки» (рис. 3). Из матрицы откликов исключены сигналы сенсоров с наиболее активным и инертными сорбентами.

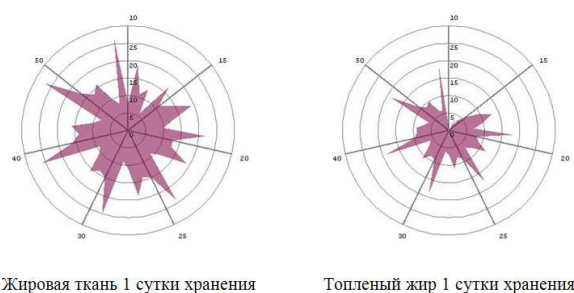


Рис. 3. Кинетические «визуальные отпечатки» аромата жировой ткани и топленого жира

Различия в количественном составе РГФ обеих проб после хранения в течение 1 суток – 25% (табл. 4).

Таблица 4

Суммарная площадь оптимального «визуального отпечатка» и относительное различие в содержании ароматобразующих компонентов РГФ проб жировой ткани и топленого жира после 1 суток хранения

Вид пробы	SΣ, Гц.с	Различия аромата проб, %
Жировая ткань	3581	1 > 2: 25%
Топленый жир	2684	
Фон	250	

При хранении в течение 1 суток увеличилось содержание в РГФ над жировой тканью на 18% по сравнению со свежим образцом, в том числе: содержание спиртов и альдегидов увеличилось на 30%; воды уменьшилось; полярных органических веществ (спирты, альдегиды, сложные эфиры, кетоны) на 114%; в том числе кислот на 30%. Проба жира после термообработки при хранении в течение 1 суток практически не изменилась – увеличилось общее содержание в РГФ над жиром на 1,5% по сравнению со свежим образцом, в том числе: содержание спиртов и альдегидов не изменилось; воды незначительно уменьшилось; полярных органических веществ (спирты, альдегиды, сложные эфиры, кетоны, кислоты) на 14% увеличилось; в том числе кислот на 10%.

На третьем этапе - сравнение пробы после 4 суток хранения. Проанализировали результаты микровзвешивания РГФ над образцами после хранения по аналогичной схеме. Установлено, что содержание несвязанной влаги меньше, чем для свежих образцов (табл. 5).

Таблица 5

Суммарная площадь полного «визуального отпечатка» РГФ над пробами жировой ткани и топленого жира после 4-х суток хранения и фоновый сигнал на холостую пробу воздуха

Вид пробы	ΔF2, Гц	ΔF8, Гц	SΣ, Гц.с
Жировая ткань	21	81	8496
Топленый жир	14	65	6331
Фон	-2	-7	457

Интенсивность аромата жировой ткани на 25% больше, чем у топленого жира. Различия вызваны образованием кислот, но не альдегидов, кетонов, спиртов. Более тонкие различия в составе РГФ над образцами позволяют установить оптимизированные кинетические «визуальные отпечатки» (рис. 4). Из матрицы откликов исключены сигналы сенсоров с наиболее активным и инертными сорбентами.

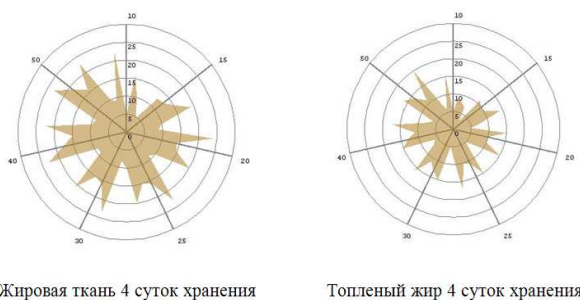


Рис. 4. Кинетические «визуальные отпечатки» аромата жировой ткани и топленого жира

Различия в количественном составе РГФ обеих проб после хранения в течение 4 суток – 28% (табл. 6).

Таблица 6

Суммарная площадь оптимального «визуального отпечатка» и относительное различие в содержании ароматобразующих компонентов РГФ проб жировой ткани и топленого жира после 4 суток хранения

Вид пробы	SΣ, Гц.с	Различия аромата проб, %
Жировая ткань	3668	1 > 2: 28%
Топленый жир	2653	
Фон	260	

Таким образом, в ходе проведения эксперимента доказано, что использование жировой ткани и топленого жира после хранения в течение 4 суток при температуре 4 °С не целесообразно, так как это приводит к существенному различию в составе РГФ и влияет на органолептические показатели готового продукта.

Список литературы

1. Алтухова Е.В. Инструментальная оценка качества рыбного сырья / Е.В. Алтухова, Е.В. Калач, О.П. Дворянинова // Международный журнал экспериментального образования. - 2011. - № 8. - С. 326-327.
2. Дворянинова О.П. Сенсорный анализ в оценке качества майонезных соусов с добавлением икорного джуса / О.П. Дворянинова, А.В. Соколов, М.В. Бобрешова, Т.А. Кучменко // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2015. - № 2 (64). - С. 181-186.
3. Казакова Е.С. Сенсорный анализ продовольственных товаров. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2012. – 120 с.
4. Найденова Е.И. Перспективы использования жира нетрадиционных видов животных в технологии производства колбасных изделий / Е.И. Найденова, А.В. Соколов // Современные наукоемкие технологии. - 2014. - № 5-1. - С. 115.
5. Перешивкина Е.Ю. Экспресс–контроль качества рыбных продуктов / Е.Ю. Перешивкина, О.П. Дворянинова, Е.В. Калач, А.В. Соколов // Международный студенческий научный вестник. - 2015. - № 3-3. - С. 342.
6. Соколов А.В. Химические свойства топленого кроличьего жира / А.В. Соколов, Л.В. Антипова // Мясная индустрия. - 2007. - № 1. - С. 64-66.

7. Харланова М.В. Перспективы использования кроличьего жира для производства специальных жиров / М.В. Харланова, А.В. Соколов // Успехи современного естествознания. - 2012. - № 6. - С. 139.

Рецензенты:

Родионова Н.С., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой сервиса и ресторанного бизнеса ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж;

Василенко В.Н., д.т.н., профессор, декан технологического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж.