

УДК 597.554

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЫБНОГО СЫРЬЯ

БАЛЫҚ ШИКІЗАТЫНЫҢ САПАСЫН АСПАПТЫҚ БАҒАЛАУ

INSTRUMENTAL ASSESSMENT OF QUALITY OF FISH RAW MATERIAL

*A.E. MATEEVA¹, P.U. UAZHANOVA¹, T.A. KUCHMENKO², S.V. SHAKHOV², A.E. KUTSOVA²,
A.M. KUCHMENKO²*
*A.E. MATEYEVA¹, R.U. UAZHANOVA¹, T.A. KUCHMENKO², S.V. SHAKHOV², A.E. KUTSOVA²,
A.M. KUCHMENKO²*

(Алматынський технологический университет¹, г. Алматы, Казахстан
Воронежский государственный университет инженерных технологий², г. Воронеж, Россия)
(Алматы технологиялық университеті¹, Алматы қ., Қазақстан
Воронеж мемлекеттік инженерлік технологиялар университеті², Воронеж қ., Ресей)
(Almaty Technological University¹, Almaty, Kazakhstan
Fornisci state University of engineering technologies², Voronezh, Russia)
E-mail: mateew@mail.ru

Статья посвящена оценке качества и безопасности рыбы и рыбной продукции. Рассмотрены научно-обоснованные подходы к оценке качества рыбного сырья, его технологической пригодности, обеспечению высоких потребительских оценок и разработки системы контроля качества сырья и выпускаемой продукции. По результатам предварительных испытаний было установлено минимально достаточное число сенсоров в матрице (4) и подобраны модификаторы их электродов для установления первых признаков порчи. Использование мультисенсорной системы «Пьезоэлектронный нос» для оценки качества и безопасности рыбы и рыбной продукции позволяет быстро и точно обнаружить признаки ранней порчи рыбы, рыбных изделий.

Мақала балық пен балық өнімдерінің сапасын және қауіпсіздігін бағалауға арналған. Балық шикізатының сапасын, оның технологиялық жарамдылығын бағалаудың, жоғары тұтынушылық бағалауларды қамтамасыз етудің және шикізат пен шығарылатын өнім сапасын бақылау жүйесін жасаудың ғылыми негізделінген тәсілдері қарастырылған. Алдын ала сынау нәтижелері бойынша матрицадағы сенсорлардың ең аз жеткілікті саны анықталынып (4), олардың алғашқы бұзылу белгілерін анықтауға арналған электродтарының модификаторлары таңдалынып алынды. Балық пен балық өнімдерінің сапасын және қауіпсіздігін бағалау үшін мультисенсорлы «Пьезоэлектронды мұрын» жүйесін пайдалану балықтың, балық өнімдерінің алғашқы бұзылу белгілерін жылдам, әрі дәл байқауға мүмкіндік береді.

The article is devoted to the assessment of the quality and safety of fish and fish products. The scientifically substantiated approaches to assessing the quality of fish raw materials, its technological suitability, providing high consumer estimates and developing a quality control system for raw materials and products are examined. Based on the results of preliminary tests, a minimum sufficient number of sensors in the matrix (4) was established and modifiers of their electrodes were selected to establish the first signs of spoilage. Using the multi-sensor system "Piezoelectronic nose" to assess the quality and safety of fish and fish products allows you to quickly and accurately detect signs of early damage to fish, fish products.

Ключевые слова: рыбное сырье, стандарт, отклонение, электронный нос, пищевая безопасность, отпечаток.

Негізгі сөздер: балық шикізаты, стандарт, ауытқу, электронды шүмек, тағам қауіпсіздігі, таңба.

Key words: fish raw materials, the standard, deviation, the e-nose, food safety, imprint.

Введение

Решение задачи снабжения населения продуктами питания на основе рыбы и морепродуктов (гидробионтов) вносит важный вклад в обеспечение продовольственной безопасности Казахстана.

Рыба и морепродукты являются важнейшими компонентами пищи человека, поскольку представляют собой доступные источники белков, жиров, минеральных веществ, а также содержат такие физиологически важные элементы, как калий, кальций, магний, железо, фосфор и комплекс витаминов, необходимых для организма человека.

Возрастающий спрос на рыбу и изделия из нее диктует необходимость увеличения импорта данного вида продукции. Основными импортерами рыбы в Казахстан являются Норвегия, Эстония, Россия, Исландия, Марокко и др. [1]. К сожалению, при импорте рыбы и рыбопродуктов сложно отследить условия хранения и транспортировки, а нарушение этих основных параметров ведет к ухудшению качества продукции. В связи с этим особое значение приобретают научно-обоснованные подходы к оценке качества рыбного сырья, его технологической пригодности, обеспечение высоких потребительских оценок и разработки системы контроля качества сырья и выпускаемой продукции.

Один из главных факторов безопасного потребления рыбы – объективная оценка степени ее пригодности, в основе которой лежат как органолептические, так и физико-химические методы. Органолептический метод использует сенсорные рецепторы человека для оценки вкуса, запаха и цвета продукта. Он требует наличия высококвалифицированных дегустаторов и носит достаточно субъективный характер. При использовании физико-химических методов необходимы: достаточное количество времени, дорогостоящее оборудование и химические реактивы, работа опытных специалистов [2, 3]. В связи с этим особую актуальность приобретает создание портативных приборов для оперативного определения (экспресс – контроля) степени пригодности рыбы к употреблению в пищу и при этом доступных для потребителя.

В целях оценки качества и безопасности рыбы и рыбной продукции предлагается использовать мультисенсорную систему

«электронный нос», которая способна объективно и непрерывно оценивать свежесть и качество или идентифицировать рыбные продукты [4, 5].

Объекты и методы исследования

Для исследования нами была выбрана форель озерная, выловленная в Павловском рыбхозе Воронежской области в осенний период лова, и приготовленные на ее основе полуфабрикаты (котлеты рыбные) и пресервы.

Для оценки качества и безопасности рыбы и рыбной продукции использовали мультисенсорную систему «Пьезоэлектронный нос», матрицу которого формировали из 8 пьезорезонаторов, электроды которых предварительно модифицировали пленками сорбентов, для чего растворы полиэтиленгликольадипината, поливинилпирролидона, пчелиного воска, эфира 18-краун-6, родамина 6Ж, апиэзонаN, пчелиного клея с Fe^{3+} , тритона X-100 наносили на тензочувствительную область пьезокварцевых резонаторов так, чтобы масса пленок после сушки составляла 10-15 мкг, отклики отдельных сенсоров фиксировали в течение 60 с и формировали в виде суммарного сигнала в кинетический «визуальный отпечаток», который сопоставляли в программном обеспечении прибора с «визуальным отпечатком» для стандарта, сравнивали площади и форму фигур, при относительном различии их менее 20% делали вывод об идентичности состава анализируемой пробы и соответствующего стандарта, при различии более 20% считали различия в составе проб значимыми из-за нарушения технологии изготовления или протекания порчи.

Результаты и их обсуждения

При подготовке к анализу средние пробы массой 10,0 г помещали в стерильный стеклянный пробоотборник, выдерживали при комнатной температуре $20 \pm 1^\circ C$ в герметичном сосуде с полимерной мягкой мембраной. Отбирали индивидуальным шприцем 3 см^3 равновесной газовой фазы (не затрагивая образец) и вводили в ячейку детектирования. Проба характеризовалась высоким содержанием легколетучих веществ в равновесной газовой фазе (РГФ) без нагревания (температура воздуха в лаборатории (20 ± 1) $^\circ C$, фон массива сенсоров от 30 до 50 Гц·с).

Для модификации электродов пьезокварцевых резонаторов АТ-среза с базовой

частотой колебаний 10 МГц применяли этанольные растворы полиэтиленгликольадипината (ПЭГА), поливинилпирролидона (ПВП), родамина 6Ж (R-6G), пчелиного клея с Fe^{3+} (ПчКс Fe^{3+}).

По результатам предварительных испытаний было установлено минимальное достаточное число сенсоров в матрице (4) и подобраны модификаторы их электродов для установления первых признаков порчи (появление азот-, серосодержащих легколетучих соединений, кислот). Тонкие пленки сорбентов формировали нанесением микрошприцем их растворов на тензочувствительную область пьезокварцевых резонаторов. При выборе покрытий электродов учитывали необходимость определения веществ, свидетельствующих как о ранней порче изделий, так и определяющих аромат свежего изделия. Избыток растворителя уда-

ляли в сушильном шкафу в течение 15-20 мин при температуре не выше 40°C.

Пробы равновесной газовой фазы исследуемых образцов, объемом 2 см³ поочередно вводили шприцем в закрытую ячейку детектирования через входной патрубок.

При диффузии легколетучих веществ в околосенсорное пространство ячейки детектирования и их адсорбции на пленке изменялась частота колебаний сенсора, отклик которого регистрировался микропроцессором и передавался на компьютер.

Регенерация сенсора (полное восстановление начальной частоты колебаний) производилась осушенным лабораторным воздухом, подающимся в ячейку с помощью компрессора в течение 10 – 30 с.

Аналитическим сигналом массива сенсоров являлся «визуальный отпечаток»-стандарт для проб-стандартов (рис. 1, а, б, в).

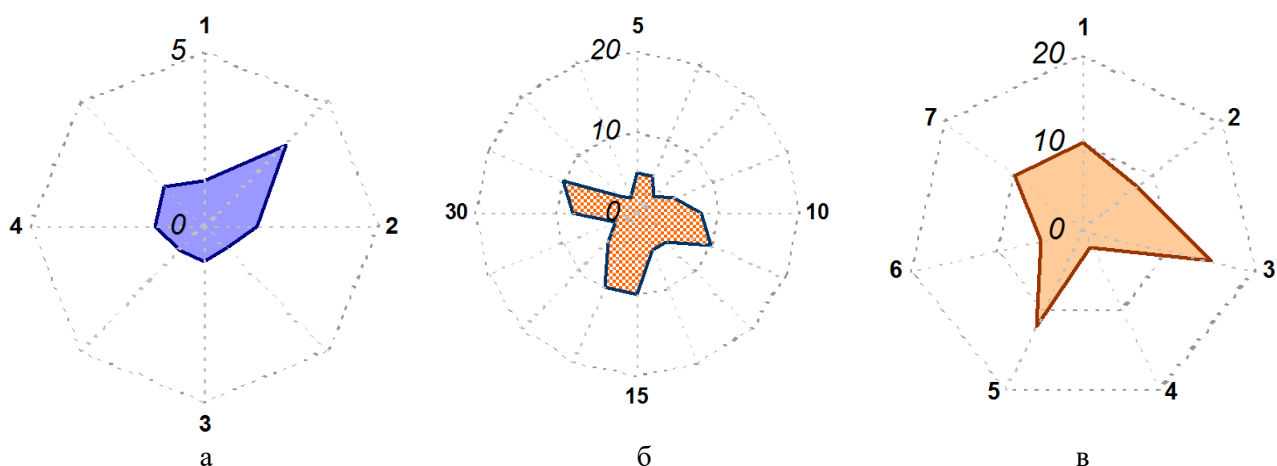


Рисунок 1. «Визуальные отпечатки»-стандарты образцов проб:
а – свежая рыба (форель озерная); б – рыбная котлета; в – пресервы

При этом соблюдался индивидуальный режим измерения сигналов сенсоров в равновесных газовых фазах (РГФ) образцов. Каждому типу пробы (свежая рыба) соответствует индивидуальный по геометрическим параметрам «визуальный отпечаток».

В идентичных условиях анализировали исследуемые пробы, которые хранились с незначительными нарушениями сроков и режимов. «Визуальные отпечатки» РГФ анализируемых образцов сопоставляли со стандарта-

ми. Различие «визуальных отпечатков» менее, чем на 20% подтверждает идентичность состава анализируемых проб и стандартов. Снижение степени идентичности «визуальных отпечатков» (рис. 2, а, б, в) объясняется началом порчи изделий и увеличению содержания или появлению в РГФ аминов, аммиака, алифатических кислот C₂-C₃, меркаптанов, сероводорода (газы-маркеры порчи) [6, 7].

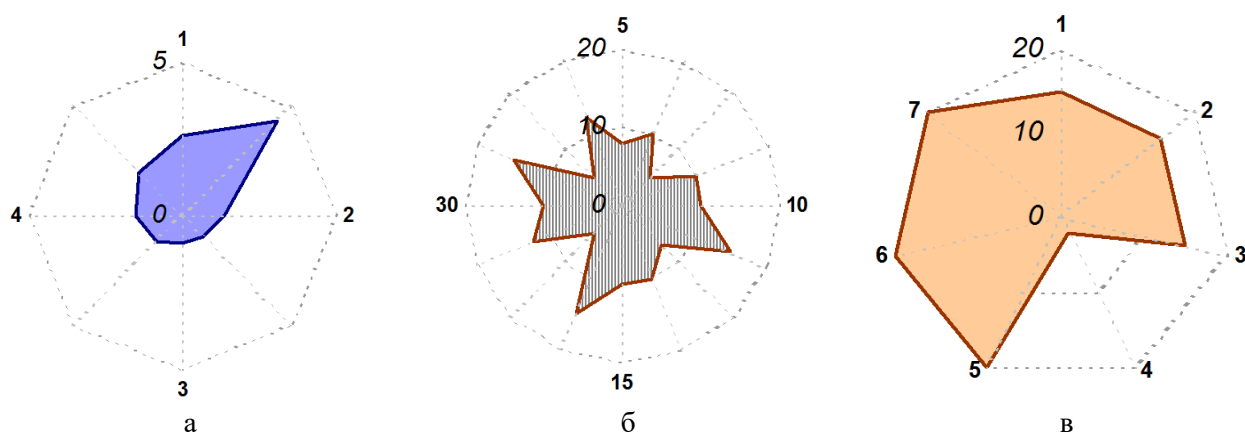


Рисунок 2 - «Визуальные отпечатки» анализируемых образцов проб после хранения с нарушением условий или длительности: а – свежая рыба (форель озерная); б – рыбная котлета; в – пресервы

Так, при хранении свежей рыбы, продуктов из рыбы, пресервов происходит увеличение содержания газов-маркеров порчи, что соответствует увеличению площади «визуальных отпечатков», по сравнению со Стандартами (рис. 1 и 2).

По максимальному сигналу отдельных пьезокварцевых резонаторов с пленками RbG , $PчKcFe^{3+}$ находят при необходимости концентрацию сероводорода, аммиака и легколетучих аминов.

С помощью мультисенсорной системы «Пьезоэлектронный нос» также можно обнаружить нарушение технологии производства, например использование уксуса или специй при производстве пресервов.

Аналитическим сигналом массива сенсоров при этом является кинетический «визуальный отпечаток»-стандарт для проб-стандартов (рис. 1, в) с содержанием уксуса и специй в маринаде, соответствующего техно-

логическим условиям и рецептуре. В идентичных условиях анализировали исследуемые пробы, которые были приготовлены с незначительными нарушениями рецептуры для мариныда. «Визуальные отпечатки» РГФ анализируемых образцов (рис. 3) сопоставляли со стандартами. Различие «визуальных отпечатков» менее, чем на 20% подтверждает идентичность анализируемых проб и стандартов. Снижение степени идентичности «визуальных отпечатков» (рис. 3, а, б) объясняется завышенным содержанием уксусной кислоты и специй в маринаде, а, следовательно, и в готовом продукте, что соответствует увеличению площади «визуальных отпечатков», по сравнению со Стандартами (рисунок 1, в). При заниженном содержании уксусной кислоты и специй площадь «визуальных отпечатков» РГФ исследуемых образцов будет уменьшаться по сравнению со стандартами.

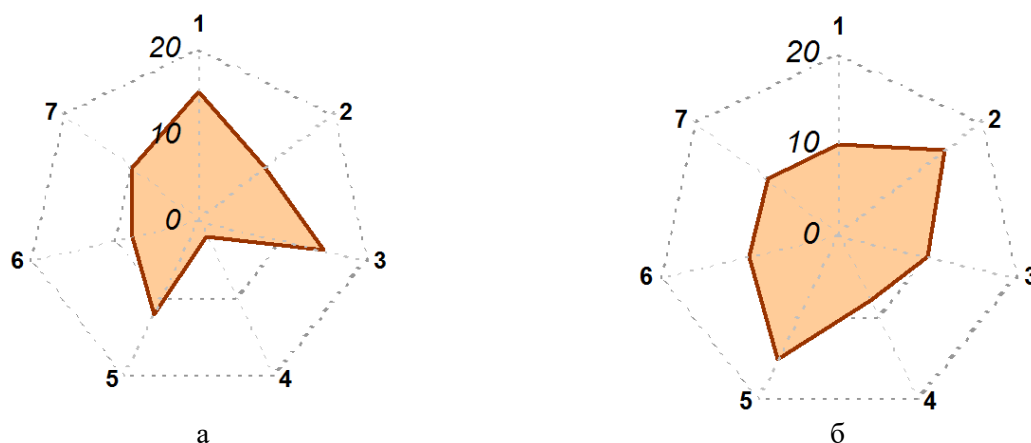


Рисунок 3 - «Визуальные отпечатки» анализируемых образцов: а – с добавлением уксуса выше нормы в пресервах; б – с добавлением специй выше нормы в пресервах

Выводы

Таким образом, использование мульти-сенсорной системы «Пьезоэлектронный нос» для оценки качества и безопасности рыбы и рыбной продукции позволяет:

– быстро и точно обнаружить легколетучие азот-, серосодержащие соединения, образующиеся в результате порчи рыбы, рыбных изделий за счет применения различных комбинаций восьми разнородных пленок сорбентов;

– установить присутствие новых или изменение концентрации легколетучих соединений, вследствие изменения технологии изготовления, условий хранения и качества вводимых ароматоформирующих добавок;

– повысить экспрессность определения – время анализа не превышает 15-20 минут;

– повысить мобильность детектирующего устройства благодаря миниатюрным размерам газоанализатора «пьезоэлектронный нос» и возможности эксплуатации без дополнительных блоков (баллона с газом-носителем, системы пробоотбора), многократного применения без дополнительных изменений устройства;

– исключить субъективность в оценке результатов измерения, сохранять протокол измерений и принятия решения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матеева А.Е. Основные потоки импорта рыбы в Казахстан // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы IV Международной научно-практической конференции (11-13 февраля 2015 года). – Воронеж, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. –С. 321.

2. Казакова Е.С. Сенсорный анализ продовольственных товаров. - Кинель: РИЦ СГСХА. - 2012. - 120 с.

3. Алтухова Е.В., Калач Е.В., Дворянинова О.П. Инструментальная оценка качества рыбного сырья // Международный журнал экспериментального образования. - 2011. - № 8. - С. 326-327.

4. Ghasemi-Varnamkhasti M., Mohtasebi S.S., Siadat M. Biomimeticbased odour and taste sensing systems to food quality and safety characterization. An overview on basic principles and recent achievements // Journal of food Engineering. 2010. – №100. - PP. 337 – 387.

5. Parkes G., Young J.A., Walmsley S.F. et al. Behind the signs– a global review of fish sustainability information schemes // Reviews in Fisheries Science. - 2010. – 18(4). -PP. 344–356.

6. 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 (часть 3) – С. 342.