

Профессор Н.С. Родионова, доцент Е.С. Попов,  
аспирант Т.И. Бахтина, аспирант Д.А. Погребная  
(Воронеж. гос. ун-т. инж. техн.) кафедра сервисных технологий,  
тел.(473) 255-37-72

## **Исследование влияния режимов термовлажностной обработки на сенсорные и биохимические показатели полуфабрикатов из гидробионтов**

В статье исследован процесс влияния режимов низкотемпературной термовлажностной обработки на сенсорные и биохимические показатели полуфабрикатов из кальмара и карпа, предварительно вакуум-упакованных в полимерные пакеты. Изучение данных показателей проводили на анализаторе запахов «МАГ-8» с методологией «Электронный нос». Авторами было установлено, что в полученных продуктах в большей степени сохраняются нативные кислоты, полярные, азотсодержащие соединения, уменьшается содержание соединений, которые образуются при традиционной обработке – эфиры, арены.

The paper is studied the effect of low temperature hygrothermal processing on sensory and biochemical semi squid and carp, after vacuum-packed in plastic bags. The study of these parameters is carried out on odor "MAG-8" with the methodology of "electronic nose". Authors found that in the resulting product is more preserved native acid, polar, nitrogen-containing compounds and reduced the content of compounds that are formed during traditional processing – ethers, arens.

*Ключевые слова:* животное сырье, полуфабрикат, вакуумная упаковка, термовлажностная обработка.

В настоящее время одной из приоритетных задач развития индустрии общественного питания является совершенствование процессов тепловой кулинарной обработки сырья. Этот вопрос является актуальным в связи с тем, что традиционная тепловая кулинарная обработка сопровождается существенными потерями массы полуфабрикатов и готовой продукции.

В настоящее время одним из перспективных направлений развития пищевой промышленности является применение комплексной технологии обработки пищевых продуктов, предварительно упакованных в вакуумные полимерные пакеты, с последующей термовлажностной обработкой. Применение данной технологии позволяет сохранять витамины, белки, углеводы, жиры, макро – и микроэлементы сырья в неизменном состоянии, с сохранением цвета, запаха, вкуса пищевого продукта и гарантированной гигиенической безопасностью при увеличении сроков хранения [2].

В качестве объекта исследования были выбраны полуфабрикаты из кальмара и карпа, являющиеся источником полноценного белка, а также содержащие в своем составе широкий спектр витаминов, минеральных веществ, макро- и микроэлементов. Целью исследования являлось изучение влияния режимов низкотемпературной термовлажностной обработки на сенсорные и биохимические показатели полуфабрикатов из кальмара и карпа, предварительно вакуум-упакованных в полимерные пакеты.

Исследуемые образцы, нарезанные порционными кусочками массой 40 г, подвергались предварительной вакуумной упаковке в полимерные пакеты с последующей тепловой кулинарной обработкой, которую проводили в диапазоне температур 333 – 373 К. Влагосодержание теплоносителя поддерживалось равным 100 %. В образцах продукта контролировали степень кулинарной готовности, которая определялась достижением требуемой консистенции готового продукта. В качестве контроля исследова-

ли образцы кальмара и карпа, приготовленные традиционным способом (варка).

В ходе экспериментальных исследований в полученных образцах проводили изучение аромата на анализаторе запахов «МАГ - 8» с методологией «Электронный нос» (производство ООО «Сенсорные технологии», Воронеж) [1].

В качестве измерительного массива применены 8 сенсоров на основе пьезокварцевых резонаторов ОАВ типа с базовой частотой колебаний 10,0 МГц с разнохарактерными пленочными сорбентами на электродах. Покрывания выбраны в соответствии с задачей испытаний (возможная эмиссия из проб разных органических соединений): 2 – полярных (чувствительных к воде, спиртам, альдегидам, эфирам, фенолам, другим органическим соединениям): поливинилпирролидон, ПВП (сенсор 1), тритон Х-100, ТХ-100 (сенсор 2); 2 – полярных, чувствительных к кислотам: 18-краун-6 (сенсор 4), Твин 40 (сенсор 6); 2 – полярных, чувствительных к алкилацетатам: динонилфталат, ДНФ – селективный к сложным эфирам (сенсор 8), к легколетучим аминам – полидиэтиленгликоль сукцинат, ПДЭГС (сенсор 5); специфические: к фенолам - ТОФО (сенсор 3), 4 - аминокантипирин, 4ААП (сенсор 7).

Пробы термостатировали до комнатной температуры, отбирали среднюю пробу массой 5,0 г, помещали в герметичный стеклянный сосуд с полимерной мягкой мембраной. Пробы выдерживали при постоянной температуре (293 К) не менее 30 минут. Отбирали индивидуальным шприцем для каждой пробы 3 см<sup>3</sup> равновесной газовой фазы и вводили в ячейку детектирования.

Суммарный аналитический сигнал сформирован с применением интегрального алгоритма обработки сигналов 8-ми сенсоров в виде «визуального отпечатка». Для установления отличий и схожести проб применяли «визуальные отпечатки» максимумов (наибольшие отклики 5-ти наиболее информативных сенсоров).

Для сравнения полного состава равновесной газовой фазы над образцами применен алгоритм наложения матрицы аналитических сигналов всех сенсоров. Критерий различия –

степень схожести ( $СП$ , %) с произвольно выбранным стандартом, в качестве которого принята проба с наибольшим ароматом.

В качестве критериев для оценки различия в запахе анализируемых проб, отличия от сигналов в РФФ пробоотборника выбраны:

- качественные характеристики:

а) форма «визуального отпечатка» с характерными распределениями по осям откликов, которая определяется набором соединений в РФФ;

б) отношение максимальных сигналов двух сенсоров, позволяющих идентифицировать основные сорбирующиеся вещества;

- количественные характеристики:

а)  $S_{\Sigma}$ , Гц.с – суммарная площадь полного «визуального отпечатка», которая оценивает общую интенсивность аромата;

б) максимальные сигналы сенсоров с наиболее активной или специфической сорбцией пленками сорбентов  $\Delta F_i$ , Гц (для оценки содержания отдельных классов органических соединений в РФФ методом нормировки);

в) параметр стабильности аромата  $A_{i/j}$  – соотношение сигналов отдельных сенсоров в матрице, которое позволяет оценить изменение соотношения концентраций отдельных классов веществ в равновесной газовой фазе над образцами.

«Визуальные отпечатки» максимумов построены по максимальным откликам сенсоров в РФФ образцов за время измерения (не более 2 мин).

В процессе экспериментальных исследований было установлено, что для тестируемых свежеприготовленных проб характерен близкий в каждой группе состав легколетучей фракции запаха. «Визуальные отпечатки» максимумов по форме близки между собой, что свидетельствует о близком качественном составе запаха проб. По этим, самым общим аналитическим сигналам, установлены различия в количественном составе – содержании отдельных классов легколетучих соединений. Еще существеннее различия в кинетических «визуальных отпечатках», которые позволяют установить тонкие отличия в составе РФФ над образцами (рис. 1, 2).

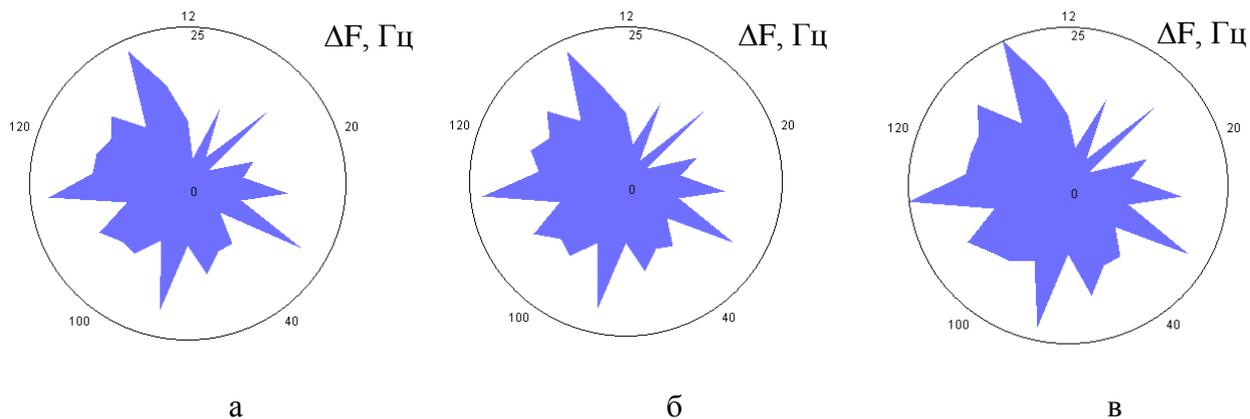


Рис. 1. Оптимальные «визуальные отпечатки» сигналов сенсоров в РФФ над анализируемыми образцами кальмаров, полученных при различных температурных режимах обработки: а – 333 К (Проба 1); б – 373 К (Проба 2); в – обработка традиционным способом (Контроль 1)

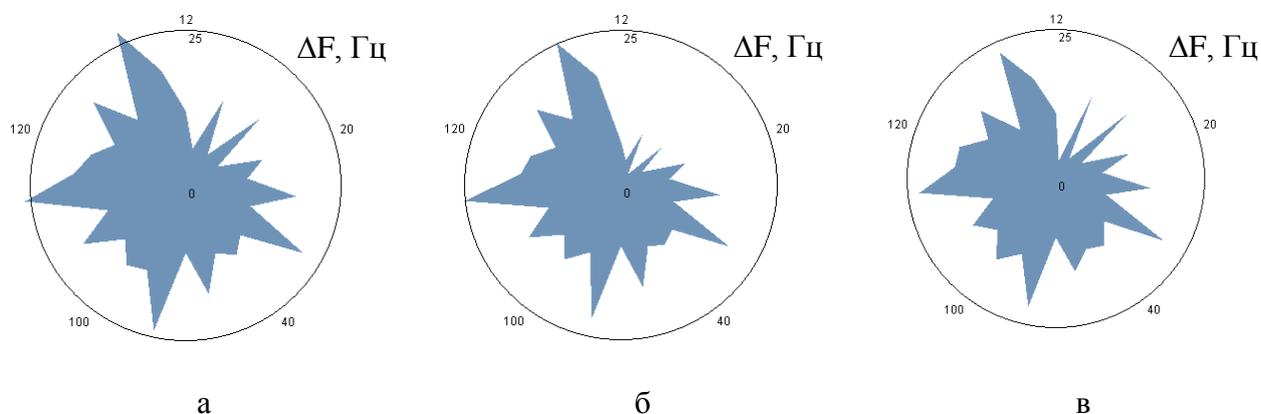


Рис. 2. Оптимальные «визуальные отпечатки» сигналов сенсоров в РФФ над анализируемыми образцами карпа, полученных при различных температурных режимах обработки: а – 333 К (Проба 1); б – 373 К (Проба 2); в – обработка традиционным способом (Контроль 2)

Анализируя полученные экспериментальные данные, следует отметить, что для рыбы установлено изменение качественного и количественного состава равновесной газовой фазы при изменении режима обработки. Так, при обработке в вакуумной упаковке при 333 К в РФФ увеличивается содержание алкиламинов, спиртов, циклических соединений; уменьшается содержание алкилацетатов, других сложных эфиров, ароматических соединений. Практически не изменяется содержание алифатических кислот, аминокислот и при обработке в вакуумной упаковке в большей степени сохраняются нативные кислоты, полярные, азотсодержащие соединения рыбы, уменьшается содержание соединений, которые образуются при высокой температуре при варке в воде – эфиры, арены. С увеличением температуры обработки в вакуумной упаковке происходит частичная деструкция белков с выделением алкиламинов, других среднелетучих полярных и среднепо-

лярных соединений. Таким образом, термическая обработка при любой температуре в вакууме предпочтительнее, чем варка рыбы в воде.

Иным образом изменяется состав легколетучей фракции запаха при термической обработке кальмаров. При варке в воде и при обработке в вакуумной упаковке при 373 К происходят идентичные процессы деструкции, окисления, в результате чего содержание в РФФ аминов, алкилацетатов, спиртов увеличивается, а аренов, кислот – уменьшается. При этом процессы, протекающие при термической обработке кальмаров, с ростом температуры противоположно влияют на изменение состава РФФ, по сравнению с обработкой карпа.

Для сопоставления различий в составе РФФ над образцами кальмара и карпа по сравнению с контролем применен метод обработки многомерных данных – наложения «визуальных отпечатков» (метод «отпечатков пальцев») (рис. 3, 4)

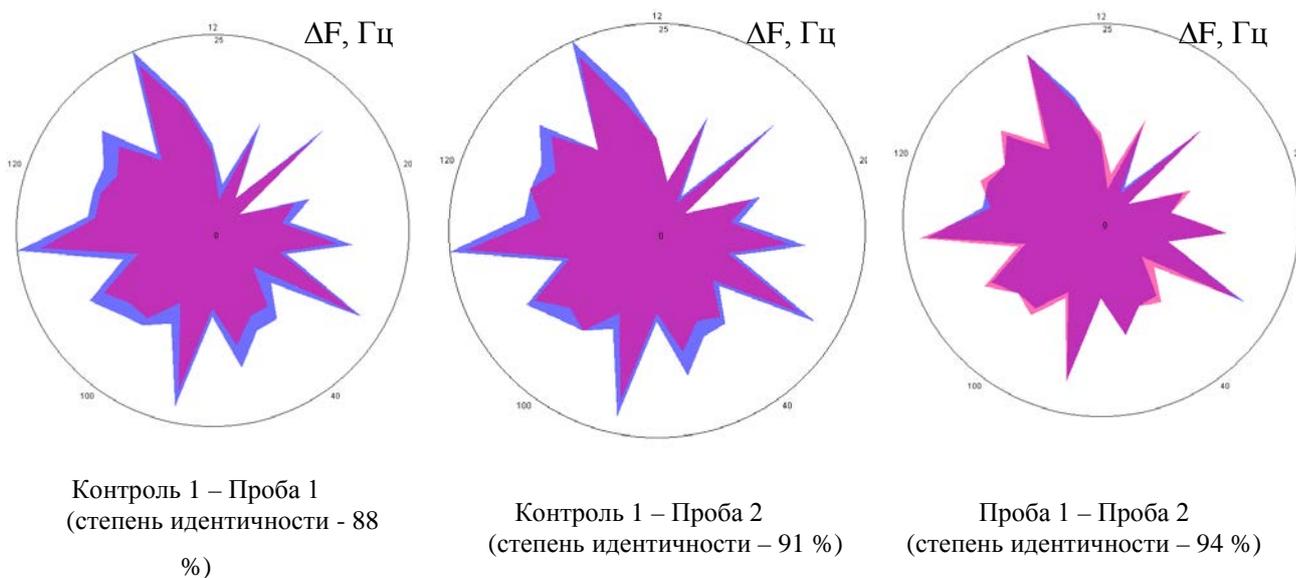


Рис. 3. Сравнение кинетических «визуальных отпечатков» сигналов сенсоров в РФФ над тестируемыми пробами кальмара методом наложения «отпечатков пальцев» (по круговой оси указано время измерения)

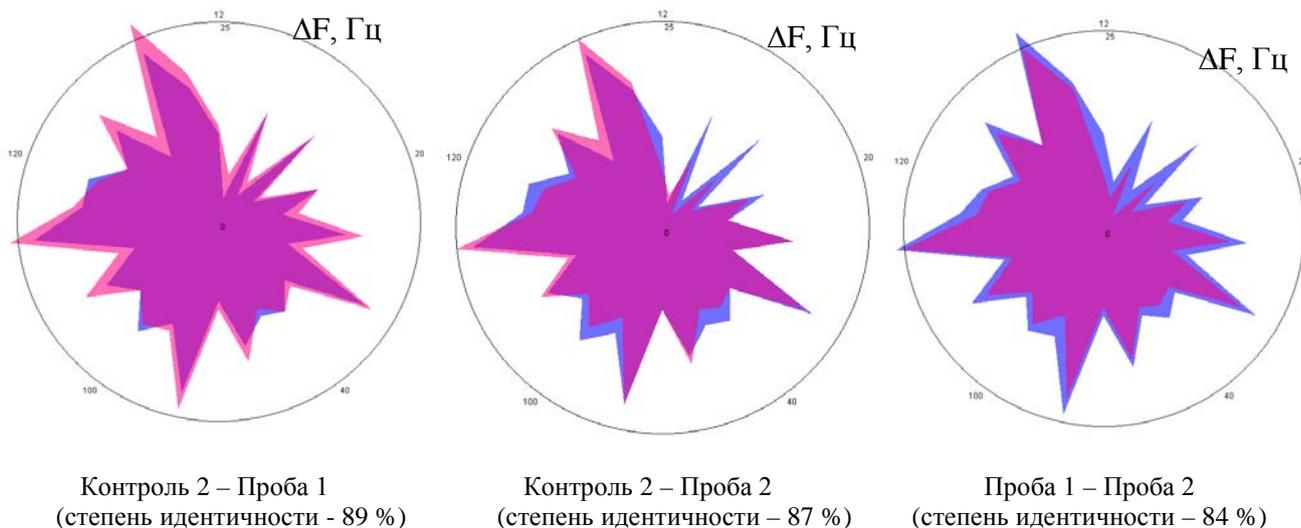


Рис. 4. Сравнение кинетических «визуальных отпечатков» сигналов сенсоров в РФФ над тестируемыми пробами карпа методом наложения «отпечатков пальцев» (по круговой оси указано время измерения)

Различаются «визуальные отпечатки» максимумов размерами (площадью фигуры), которая зависит от содержания (концентрации) веществ в равновесной газовой фазе над образцами, и формой. Форма «визуального отпечатка» для близких по составу матрицы проб определяется соотношением в пробе и, как следствие, в равновесной газовой фазе концентраций основных классов органических соединений, на детектирование которых настроен массив сенсоров: несвязанная влага, летучие кислоты, алифатические спирты, альдегиды,

сложные эфиры, кетоны, амины, N-содержащие соединения. Функция отклика выбранных сенсоров связана с содержанием летучих кислородсодержащих веществ, воды, а также других органических соединений (альдегиды, кислоты, кетоны, эфиры, спирты, ароматические соединения, азот-содержащие соединения).

Общее содержание летучих веществ в РФФ над пробами позволяет оценить площадь «визуального отпечатка» (табл. 1). По этому критерию возможно сравнение интен-

сивности аромата над исследуемыми образцами и контролем – по относительной разности площадей «визуального отпечатка» максимумов.

Относительное содержание отдельных групп летучих веществ рассчитано методом нормировки (табл. 2).

Т а б л и ц а 1

Отклики сигналов сенсоров ( $\Delta F_{\max}$ , Гц) и площадь «визуальных отпечатков» сигналов сенсоров

Проба	ПВП	ТХ100	ТОФО	18К6	ПДЭГС	Tween-40	4ААП	ДНФ	S
<b>Кальмар</b>									
Контроль 1	39	17	17	19	12	25	17	4	14635
Проба 1	34	15	15	17	11	23	16	4	12859
Проба 2	36	16	14	17	12	23	15	4	13317
<b>Карп</b>									
Контроль 2	35	17	14	17	11	24	18	4	13561
Проба 1	42	17	14	20	13	27	19	4	15096
Проба 2	40	16	12	18	13	25	18	3	14166

Т а б л и ц а 2

Относительное содержание в РФ над пробами отдельных групп соединений

Номер пробы	Свободная влага, %	Кислоты, %	Ароматические соединения, %	Сложные эфиры, %	Азотсодержащие, %
<b>Кальмар</b>					
Контроль 1	26	17,0	11,3	2,7	8,0
Проба 1	25	17,0	11,9	3,0	8,0
Проба 2	26	16,8	11,0	2,9	8,8
<b>Карп</b>					
Контроль 2	25	17,0	12,9	3,0	7,9
Проба 1	27	17,3	12,1	2,6	8,3
Проба 2	28	17,2	12,4	2,0	9,0

Анализируя полученные экспериментальные данные, можно заключить, что применение низкотемпературной тепловой кулинарной обработки пищевых продуктов с предварительной вакуумной упаковкой карпа и кальмара в большей степени благоприятна при 333 К.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Кучменко, Т. А. Инновационные решения в аналитическом контроле [Текст]: учебное пособие / Т. А. Кучменко. – Воронеж: Воронежская государственная технологическая академия, ООО «СенТех», 2009. – 252 с.

2 Родионова, Н. С. Исследование процесса тепловой обработки гидробионтов с использованием низкотемпературного термовлажностного режима [Текст] / Н. С. Родионова, Е. С. Попов, Т. И. Фалеева // Вестник РАСХН. – 2011. – № 6. – С. 75 – 78.

#### REFERENCES

1 Kuchmenko, T. A. Innovative solution in the analytical control [Text]: textbook / T. A. Kuchmenko. – Voronezh: Voronezh state technological academy, LLC "SenTeh", 2009. – 252 p.

2 Rodionova, N. S. Investigation of thermal processing of aquatic organisms using low-temperature thermo-humidity conditions [Text] / N. S. Rodionova, E. S. Popov, T. I. Faleeva // Bulletin of RAAS. – 2011. - № 6. – P. 75-78.