

УДК [664.951.2 + 664.951.3] : 664.951.039.51

## **Разработка технологии деликатесной слабосоленой рыбопродукции с применением коптильного препарата, получаемого на основе дымовой коптильной среды, вырабатываемой ИК-дымогенератором**

**А.М. Ершов<sup>1</sup>, Ю.В. Шокина<sup>1</sup>, В.В. Беспалова<sup>1</sup>, О.А. Кирилук<sup>1</sup>,  
А.Н. Папуша<sup>3</sup>, В.А. Гроховский<sup>1</sup>, Е.Е. Белокопытова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Технологический факультет МГТУ, кафедра технологии пищевых производств*

<sup>2</sup> *Биологический факультет МГТУ, кафедра микробиологии*

<sup>3</sup> *Судомеханический факультет МА МГТУ, кафедра технической механики*

**Аннотация.** Разработана технология деликатесной слабосоленой рыбной продукции с ароматом копчения. Получена математическая модель технологического процесса ее изготовления, позволившая определить оптимальные значения основных технологических параметров. Обоснованы показатели качества нового вида продукции и разработана методика расчета интегрального показателя качества. Исследованы биохимические, микробиологические процессы, протекающие в тканях в процессе хранения. Проведенные исследования позволили обосновать сроки и условия годности нового вида продукции – слабосоленой продукции с ароматом копчения.

**Abstract.** The technology of production of delicious low-salted fish with smoke aroma has been developed. The mathematical model of technological process has been worked out, on its base some optimal values of main parameters have been determined. The parameters of the new product quality and the method of its determination have been considered. The biochemical and microbiological processes in the end product tissues during storage have been studied. Due to the researches the storage process and time of the new product – low-salted fish with smoke aroma – have been substantiated.

### **1. Введение**

Основными направлениями на пути создания экологически чистых санитарно безупречных управляемых технологий производства копченых изделий на сегодняшний день являются:

- совершенствование контроля производства;
- совершенствование контроля качества копченых изделий путем применения современных методов определения вредных веществ, цвета поверхности и консистенции мышечной ткани, а также создания специализированных балльных шкал для комплексной органолептической оценки качества;
- подготовка полуфабриката с максимальным выходом съедобной части, минимально возможным уровнем солености, небольшой порционной массой;
- применение коптильных препаратов вместо дыма при условии их совершенного химического состава, соответствующего аппаратурного оформления процесса и прогрессивных технологий их применения;
- получение коптильных препаратов с совершенным химическим составом на основе рафинированных водных конденсатов технологического дыма или его выбросов;
- максимальная расшифровка механизмов формирования основных свойств копченой продукции и на их базе создание моделируемых процессов и управляемых технологий.

Практически всем перечисленным требованиям отвечает разработанная на кафедре технологии пищевых производств технология слабосоленой рыбы с ароматом копчения.

Целью проводимых нами исследований являлось определение оптимальных технологических режимов изготовления продукции.

### **2. Объекты и методы исследования**

Эксперименты проводили на опытно-промышленной установке для получения коптильного препарата на основе дымовой коптильной среды, вырабатываемой ИК-дымогенератором, изготовленной на кафедре технологии пищевых производств (ТПП) МГТУ, и размещенной в научно-производственной лаборатории современных технологических процессов переработки гидробионтов (СТППГ) той же

кафедры. В качестве топлива для получения дымовой коптильной среды были выбраны опилки лиственных пород деревьев по ТУ 13-322-76 "Сырье древесное для копчения" с удельной поверхностью от 9 до 20 м<sup>2</sup>/кг и начальной влажностью 45±5 %. Технологические параметры получения коптильного препарата – температура и объем воды, продолжительность и условия насыщения воды компонентами дыма – поддерживались постоянными в ходе экспериментов.

При разработке технологии слабосоленой рыбы с ароматом копчения определяли следующие качественные показатели сырья и готовой продукции:

- химический состав (массовая доля поваренной соли, влаги, белкового азота, жира, кислотное (КЧ) и пероксидное (ПЧ) числа экстрагированного из тканей жира, азот летучих оснований (АЛО)) определяли стандартными методами по ГОСТ 7636, отбор проб и подготовка проб к лабораторным исследованиям – по ГОСТ 7631;
- массовую долю аминного азота (АА) – формольным титрованием;
- активную кислотность – потенциометрическим методом по ГОСТ 28972;
- альдегидное число (АЧ) экстрагированного по методике Блая – Дайера из мышечной ткани жира – фотоколориметрированием с бензидином;
- водоудерживающую способность тканей (ВУС) – по ГОСТ 7636;
- органолептические показатели – по специально разработанной пятибалльной шкале с введением коэффициентов значимости.

Гигиенические исследования продукции проводились на основе обязательных комплексных исследований, в соответствии с утвержденными в установленном порядке методами контроля регламентируемых показателей. При микробиологическом контроле все образцы продукции были исследованы на:

- присутствие мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (МАФАНМ) по ГОСТ 10.444.15.

Построение математических моделей исследуемых процессов и поиск оптимальных условий их протекания осуществлены по методу Бокса – Уилсона с использованием центральных ортогональных композиционных планов (Саутин, 1975). Расчет коэффициентов уравнений регрессии, проверку адекватности уравнений регрессии и поиск оптимума полученной функции в заданной области факторного пространства осуществляли на ПЭВМ с использованием компьютерной программы DataFit Ver. 8.1.

### 3. Результаты и их обсуждение

#### 3.1. Разработка технологии слабосоленой рыбы с ароматом копчения и оптимизация основных параметров технологического процесса

Разработанная технологическая схема производства филе форели слабосоленой с ароматом копчения представлена на рис. 1.

Анализ предварительных экспериментальных данных позволяет сделать вывод о том, что из большого числа факторов, влияющих на массообмен при бездымном копчении рыбы, основными являются: фактор, определяющий интенсивность внутренней диффузии соли – температура посола  $X_1$  (°С), а также массовая доля коптильного препарата  $X_2$  (%) в тузлуке, в котором осуществляется посол. Остальные влияющие факторы (плотность тузлука, продолжительность посола, количество тузлука, добавляемого к рыбе при смешанном посоле, способ разделки сырья и его удельная поверхность, химический состав сырья) поддерживались в ходе экспериментов на постоянном уровне. Массовая доля коптильного препарата в тузлуке варьировалась в ходе экспериментов от 10 до 20 %. Температура посола была выбрана с учетом возможных рисков микробиологической порчи продукции, имеющей конечную соленость на уровне от 3,5 до 5 %, и составила во всех экспериментах от –8°С до –4°С.

При составлении схемы эксперимента был использован метод математического планирования

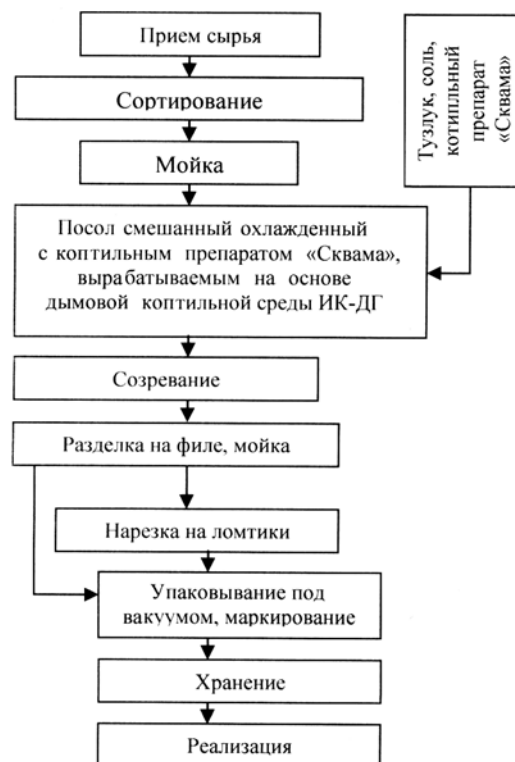


Рис. 1. Технологическая схема изготовления рыбы слабосоленой с ароматом копчения

эксперимента – центральное ортогональное композиционное планирование, а именно полнофакторный эксперимент.

В качестве функции отклика  $Y$  нами была выбрана органолептическая оценка продукции, которая проводилась при помощи разработанной балльной шкалы. Математическая обработка результатов была проведена с использованием компьютерной программы, в основе которой лежит алгоритм Холецкого. В результате обработки было получено уравнение регрессии

$$Y = -5.71 - 0.175 \cdot X_1 + 2.93 \cdot X_2 - 0.00770 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0.0500 \cdot X_1^2 - 0.100 \cdot X_2^2. \quad (1)$$

Максимальное значение органолептической оценки продукции было достигнуто при минус 4°C и 10 % по первому и второму влияющим факторам соответственно.

### **3.2. Обоснование методологии расчета интегрального показателя качества рыбной продукции, изготавливаемой с применением копильного препарата, получаемого на основе дымовой копильной среды, вырабатываемой ИК-дымогенератором**

Для объективной оценки качества слабосоленой рыбопродукции с ароматом копчения был использован интегральный показатель качества. Являясь комплексным показателем, он включает в себя показатели, отражающие характер и глубину биохимических процессов, протекающих в тканях рыбы и формирующих в ней основные технологические эффекты, и микробиологические показатели, свидетельствующие о безопасности продукции.

При разработке методики расчета интегрального показателя качества слабосоленой с ароматом копчения рыбопродукции нами была взята за основу модифицированная методика Г.Б. Чинова (Притыкина, 2005).

В ходе экспериментов были изготовлены опытные партии скумбрии атлантической слабосоленой с ароматом копчения. В качестве сырья использовали скумбрию атлантическую неразделанную мороженую по ГОСТ 20057.

После дефростации в проточной воде температурой не выше 18°C рыбу солили в тузлуке плотностью 1.20 г/см<sup>3</sup>, при соотношении рыба : тузлук – 1:2, температура тузлука составляла 10±1°C. В тузлук перед посолом добавляли копильный препарат "Сквама-2". Массовая доля копильного препарата в тузлуке составляла 10 %. Посол прерывали по достижении полуфабрикатом солёности от 3.5 % до 4.8 %. После рыбу ополаскивали и разделяли на филе с кожей. После разделки филе промывали тузлуком плотностью 1.04 г/см<sup>3</sup> и направляли на упаковку под вакуумом. Хранили филе в разных температурных условиях:

- при температуре от 15 до 18°C;
- при температуре от –4 до –8°C;
- при температуре от –10 до –12 °C.

В ходе хранения определяли следующие показатели: органолептические – по разработанной шкале органолептической оценки в баллах, посредством дегустаций, оценивали внешний вид, вкус, аромат, консистенцию, общую приемлемость продукции; химические – аминный азот, азот летучих оснований, в экстрагированном из мышечной ткани жире – кислотное число, альдегидное число, пероксидное число; микробиологические – МАФАНМ. Определение показателей проводили на 0 (фон), 10-е, 20-е и 26-е сутки хранения, исходя из предполагаемого срока хранения 20 суток. График исследований разрабатывался на основании МУК 4.2.1847 "Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов".

Графики изменения перечисленных выше показателей качества и безопасности скумбрии атлантической филе слабосоленого с ароматом копчения в процессе хранения при разных температурах приведены на рис. 2.

Анализ представленных данных показывает, что с ростом температуры и продолжительности хранения растет активность микроорганизмов, о чем свидетельствует плавный линейный рост значений показателя МАФАНМ. Ферментативная активность при температуре хранения продукции от 15 до 18°C максимальна (показатели АА, АЛО, КЧ) и минимальна при температуре хранения от –10 до –12°C. Окислительная порча нарастает с увеличением температуры хранения, о чем свидетельствуют значения показателей ПЧ, АЧ, определенных в экстрагированном из мышечной ткани жире. Органолептическая оценка продукции ухудшалась с ростом температуры и продолжительности хранения.

Таким образом, нами была выявлена направленность биохимических и микробиологических процессов, протекающих в тканях продукции в процессе хранения при разных температурах и на разных сроках, что позволило нам в дальнейшем разработать шкалу объективных признаков качества нового вида рыбной продукции и гигиенически обосновать сроки ее годности и условия ее хранения.

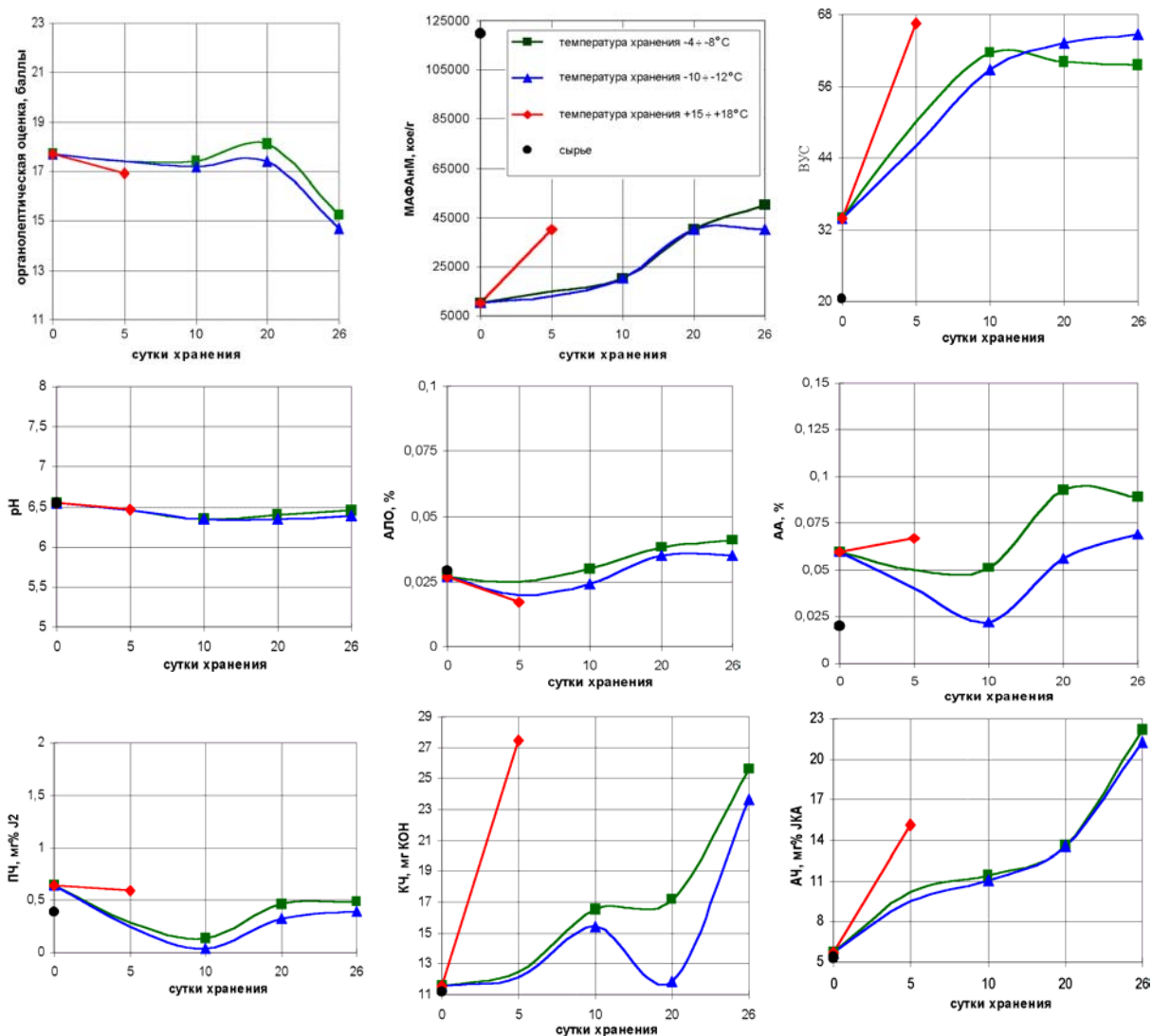


Рис. 2. Динамика изменения показателей форели филе слабосоленого с ароматом копчения в процессе хранения при разных температурах

Таблица 1. Направленность изменения объективного признака качества  $N_i$  при хранении

	Биохимические показатели	Микробиологические показатели	Органолептические показатели	Величина $\beta$
Признаки, значение которых растет при снижении качества продукции	Аминный азот, азот летучих оснований, альдегидное, пероксидное и кислотное числа	МАФАНМ, бактерии группы кишечной палочки (БГКП), сульфитредуцирующие клостридии (СРК), золотистый стафилококк, патогенные, в т.ч. сальмонелла	—	-1
Признаки, значение которых уменьшается при снижении качества продукции	—	—	Внешний вид, вкус, аромат, консистенция, общая приемлемость	+1

В табл. 1 приведена разработанная нами шкала признаков качества слабосоленой с ароматом копчения продукции, которые будем учитывать при расчете интегрального показателя качества.

Учет при определении интегрального показателя качества органолептических и микробиологических признаков продукции позволяет, на наш взгляд, получить более объективную картину изменения уровня ее качества в процессе хранения, что необходимо для оптимизации его сроков и условий. Для продукции малых сроков хранения, такой, как слабосоленая с ароматом копчения, ориентироваться при оценке качества только на показатели биохимической порчи не представляется нам достаточно корректным. За предусмотренный срок хранения глубоких биохимических изменений может

и не произойти, в то время как для развития микробиологической порчи и ухудшения органолептических свойств продукции период хранения даже в несколько суток может оказаться вполне достаточным.

Полученные в ходе исследований результаты позволили выявить характер изменения отдельных показателей качества с течением срока хранения в зависимости от температурных условий и рассчитать значение интегрального показателя качества. Результаты расчета приведены в табл. 2.

Таблица 2. Интегральный показатель качества слабосоленой рыбы с ароматом копчения

Показатель <sup>1</sup>	Содержание показателя на сутки хранения при температуре <sup>2</sup>					
	10		20		26	
	-4 ÷ -8°C	-10 ÷ -12°C	-4 ÷ -8°C	-10 ÷ -12°C	-4 ÷ -8°C	-10 ÷ -12°C
МАФАНМ	2.940	2.940	8.824	14.710	14.710	23.530
Органолептика	0.95	0.99	0.98	1.17	1.40	1.85
АЛО	2.33	2.33	3.17	8.17	3.33	14.67
АА	4.09	4.15	5.28	5.28	6.60	9.69
КЧ	1.08	1.42	1.22	1.47	1.36	1.52
ПЧ	1.04	1.34	1.45	1.92	1.21	2.23
АЧ	0.32	1.84	1.51	2.04	1.57	2.57
Интегральный показатель качества	0.51	0.47	0.31	0.20	0.30	0.13

<sup>1</sup> показатели представляют собой отношение измеренного признака в начальный момент хранения к величине признака в любой выбранный момент хранения;

<sup>2</sup> исследования при температуре хранения от 15 до 18°C прекращены на 4-5-е сутки в связи с превышением показателя МАФАНМ допустимых значений и неприемлемой для пищевой продукции органолептической оценкой.

### 3.3. Оптимизация условий и сроков хранения слабосоленой рыбы с ароматом копчения

Для математического описания процесса хранения слабосоленой рыбы с ароматом копчения в качестве функции отклика  $Y$ , был выбран интегральный показатель качества  $R$ , в качестве основных влияющих факторов – продолжительность хранения –  $X_1$  (сутки); температура хранения –  $X_2$  (°C).

При составлении схемы эксперимента не мог быть применен метод математического планирования, так как не представлялось возможным выделить основной уровень и симметричный относительно него шаг варьирования влияющих факторов. Значения последних задавались нормативным документом, а не выбирались произвольно из ограниченного нами диапазона значений. Тем не менее, математическая модель, адекватно описывающая процесс хранения слабосоленой рыбы с ароматом копчения, была получена с применением компьютерной программы STATGRAPHICS, которая позволяет связать функцию отклика с выбранным количеством влияющих факторов с заданной вероятностью (рис. 3).

Математическая модель процесса хранения скумбрии атлантической слабосоленой с ароматом копчения представлена уравнением:

$$Y = -0.0519 \cdot X_1 + 1.501 \cdot X_2 - 0.536 \cdot X_2^2 - 0.000959 \cdot X_1^2. \quad (2)$$

Максимальное значение интегрального показателя качества продукции в исследованной области факторного пространства было достигнуто при значениях влияющих факторов, соответственно, 20 суток и температуре от минус 4 до минус 8°C.

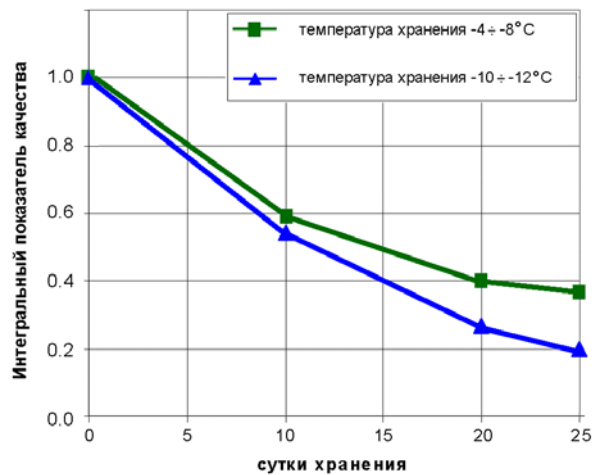


Рис. 3. Изменение интегрального показателя качества форели филе слабосоленого с ароматом копчения в процессе хранения при разных температурах

### 3. Заключение

Исследованы биохимические и микробиологические процессы, протекающие при хранении нового вида рыбной продукции – рыбы слабосоленой с ароматом копчения. Выявлена их направленность, влияние на уровень качества и безопасности продукции.

На основе проведенных исследований определены показатели качества рыбы слабосоленой с ароматом копчения, которые должны быть учтены при расчете интегрального показателя качества.

Усовершенствована методика расчета интегрального показателя качества Семенова – Притыкиной с учетом особенностей технологии изготовления продукции и малых предполагаемых сроков ее хранения, что позволило получить изменяющуюся в зависимости от ряда ключевых факторов численную характеристику уровня качества продукции, разработать математическую модель процесса хранения продукции.

Оптимизирована математическая модель, описывающая процесс хранения слабосоленой рыбы с ароматом копчения. Объективно обоснованы оптимальные условия хранения и сроки годности продукции на основе учета интегрального показателя качества.

На основе проведенных комплексных исследований разработаны ТУ 9263-004-00471633-06 и ТИ "Рыба слабосоленая с ароматом копчения".

### Литература

- Притыкина Н.А.** Обоснование дифференциации сортности мороженой рыбы на основе интегрального показателя качества. *Автореферат дис. ... канд. техн. наук, Калининград, 25 с., 2005.*
- Саутин С.Н.** Планирование эксперимента в химии и химической технологии. *Л., Химия, 47 с., 1975.*