

УДК 664.951.3

## Создание технологии слабосоленой рыбы с ароматом копчения с использованием коптильного препарата "Сквама-2"

**В.А. Гроховский, А.М. Ершов, Ю.Т. Глазунов, Ю.В. Шокина, В.В. Беспалова**

*Факультет пищевых технологий и биологии МГТУ,  
кафедра технологий пищевых производств*

**Аннотация.** Проведены эксперименты по установлению ключевых технологических параметров для изготовления рыбы слабосоленой с ароматом копчения. Проведена оптимизация процесса посола рыбы с коптильным препаратом. Наилучшие органолептические показатели слабосоленого ароматизированного продукта достигаются при температуре солевого раствора минус 4 °С и концентрации коптильного препарата в тузлуке, равной 10 %. Исследованиями установлен срок годности слабосоленой рыбы с ароматом копчения, не превышающий 4-х недель при температуре (4 ± 1) °С. Разработана, согласована и утверждена техническая документация на новый вид рыбной продукции.

**Abstract.** The experiments on establishing the key technological parameters for producing light-salted fish with smoking aroma have been carried out. The process of salting with the liquid smoke has been optimized. The best sensory characteristics of light-salted aromatized product can be achieved at the brine temperature of minus 4 °C and the concentration of liquid smoke in the brine equal to 10 %. The experiments have shown that the shelf life of light-salted fish with smoking aroma do not exceed 4 weeks at the temperature (4 ± 1) °C. The technical documents on the new kind of fish product have been developed, coordinated and approved.

**Ключевые слова:** слабосоленая рыба, аромат копчения, коптильный препарат, ключевые технологические параметры, органолептические показатели, срок годности, техническая документация

**Key words:** light-salted fish, smoke aroma, liquid smoke, key technological parameters, sensory characteristics, shelf life, technical documents

### 1. Введение

В Мурманском государственном техническом университете (кафедра технологий пищевых производств факультета пищевых технологий и биологии) были разработаны технология и устройство для изготовления коптильного препарата "Сквама-2" с разработкой и утверждением в установленном порядке технической документации и выпуском небольших промышленных партий для ряда производственных предприятий (*Гроховский, Ершов, 2011*).

На основе полученного нового экологически безопасного коптильного препарата решено разработать технологию слабосоленой рыбы с ароматом копчения.

### 2. Подготовка и проведение экспериментов по установлению ключевых технологических параметров для изготовления рыбы слабосоленой с ароматом копчения

При разработке технологии учитывались последние тенденции и рекомендации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) по производству закусочных продуктов, к которым относится копченая рыба.

В настоящее время исследованиями многих учёных установлено вредное воздействие поваренной соли на организм человека. В связи с этим ВОЗ призывает производителей пищевой продукции к снижению содержания в них соли и исключению её за счёт применения различных заменителей (водоросли, чеснок, KCl, и др.). Рыбная продукция с низкой массовой долей поваренной соли (от 3,5 до 5,5 %) всегда пользовалась у российского потребителя повышенным спросом и относится к продукции деликатесной, т.е. с улучшенными гастрономическими свойствами. К недостаткам данной продукции можно отнести малые сроки её годности в связи со слабо проявляющимся в ней консервирующим действием поваренной соли.

Компенсировать слабый консервирующий эффект поваренной соли в такой продукции можно, применив в технологии её производства некоторые дополнительные консервирующие факторы:

- действие химических компонентов в составе копильного препарата, тем или иным способом приводимого в контакт с солёным полуфабрикатом;
- глубокую разделку, при которой у рыбы удаляются внутренности, содержащие активные протео- и липолитические ферменты, что существенно снижает риск перезревания и биохимической порчи готовой продукции;
- вакуумную упаковку готовой продукции, снижающую риск её вторичного обсеменения и окисления липидов в её составе.

Применение в технологии производства слабосоленой рыбы созданного копильного препарата "Сквама-2", практически не имеющего в своём составе канцерогенных соединений, делает её более привлекательной для потребителя, практически при полном отсутствии каких-либо отрицательных эффектов копчения.

В то же время, известно, что фенолы в составе копильных препаратов обладают выраженным антипротеолитическим действием (Курко, 1969; Мезенова, 2001), поэтому при разработке новой технологии необходимо определиться с оптимальной дозировкой копильного препарата и способом введения его в рыбу, чтобы обеспечить протекание процесса её созревания в той степени, в которой обеспечивалось бы формирование на необходимом уровне всех органолептических свойств – "букета созревшей солёной рыбы".

В выборе сырья для изготовления деликатесной слабосоленой рыбы с ароматом копчения остановились на традиционных для европейской Арктики объектах промысла, продукция из которых пользуется стабильно высоким спросом у населения – сельди атлантической, скумбрии атлантической, форели радужной, сёмги (атлантического лосося) мороженых.

Наиболее целесообразным был признан вид разделки готовой продукции – филе с кожей, что позволит обеспечить реализацию в разрабатываемой технологии актуальных тенденций производства дорогостоящей рыбной продукции в мелкой расфасовке, упакованной в плёночные материалы под вакуумом, в том числе внарезку, т.е. высокой степени кулинарной готовности.

Были проведены предварительные эксперименты для установления наилучшего способа разделки размороженного сырья перед посолом. Из всех способов разделки сырья, применяемых в изготовлении слабосоленой рыбы с действующей "Технологической инструкцией № 7 по разделке рыбы" (Сборник технологических..., 1992), наиболее целесообразными признаны два:

- разделка на обезглавленную потрошёную (с последующим посолом с копильным препаратом и разделкой солёной рыбы на филе с кожей непосредственно перед упаковкой под вакуумом);
- разделка на филе с кожей (с последующим посолом филе с копильным препаратом и дальнейшей упаковкой солёного филе под вакуумом).

Эксперименты проводились для четырёх выбранных видов сырья (сельдь и скумбрия атлантические, сёмга, форель радужная).

Химический состав сырья, условия посола и последующего хранения до созревания рыбы поддерживались постоянными в ходе всех экспериментов для исключения влияния этих технологических факторов на органолептическую оценку готовой продукции, проводимую по разработанной шкале (Сафронова, 1998; Ким и др., 2008), а именно: посол проводился при температуре не выше 15 °С до трёх суток, тузлучным способом, плотность тузлука от 1,12 до 1,14 г/см<sup>3</sup>, температура тузлука не выше 15 °С, количество добавляемой к рыбе смеси тузлука и копильного препарата составляло 20 % от массы тузлука, добавляемого в посольную ёмкость. Результаты экспериментов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Органолептическая оценка рыбы слабосоленой с ароматом копчения двух видов разделки

Сельдь		Скумбрия		Форель		Сёмга	
Обезглавл. потр.	Филе с кожей	Обезглавл. потр.	Филе с кожей	Обезглавл. потр.	Филе с кожей	Обезглавл. потр.	Филе с кожей
Органолептическая оценка, баллы							
15,6	17,6	15,5	19,2	20,0	15,5	18,5	13,0

Органолептическую оценку полученных образцов рыбы проводили в соответствии с разработанной балльной шкалой (Сафронова, 1998; Ким и др., 2008).

Эксперименты показали, что продукция, изготовленная из сёмги и форели радужной, разделанной на обезглавленную потрошёную с последующим посолом и разделкой на филе с кожей непосредственно перед упаковыванием под вакуумом, имела более высокую органолептическую оценку (табл. 1) по сравнению с продукцией, полученной посолом филе с кожей. Образцы рыбы, разделанные на филе с кожей, имели непривлекательный внешний вид из-за коричневых пятен в результате

прокрашивания поверхности со стороны среза мяса копильным препаратом и, соответственно, "хорошую" и "удовлетворительную" оценки. Поэтому для данного сырья признан наилучшим способ разделки до посола – на обезглавленную потрошёную.

В то же время, для более мелкой рыбы, сельди и скумбрии, наилучшим оказался способ разделки на филе с кожей с последующим посолом рыбы в виде филе. Продукция, полученная таким способом, имела "превосходную" и "отличную" оценку органолептических свойств, в то время как продукция из обезглавленной потрошёной – всего лишь "хорошую".

В следующих экспериментах предстояло определиться с наиболее приемлемым способом посола – тузлучным либо смешанным.

Эксперименты проводили с образцами ранее выбранных видов сырья. Химический состав сырья, температуру посола и последующего хранения до созревания рыбы поддерживали постоянными в ходе всех экспериментов для исключения влияния этих технологических факторов на органолептическую оценку готовой продукции, а именно: сельдь, скумбрия разделаны на филе, сёмга и форель разделаны на обезглавленную потрошёную, после посола разделяли на филе с кожей, смешанный посол проводился при температуре не выше 15 °С до трёх суток, плотность добавляемого тузлука составляла от 1,12 до 1,14 г/см<sup>3</sup>, соотношение массы солевого раствора и рыбы в посольной ёмкости составляло не менее 1 : 2, количество добавляемого к тузлуку копильного препарата составляло 20 % от массы тузлука. Продолжительность посола варьировали с учётом размеров и химического состава сырья, посол прерывался при достижении рыбой массовой доли поваренной соли в тканях от 5,0 до 5,5 %. Выбор наиболее приемлемого способа посола проводили по результатам органолептической оценки готовой продукции. Результаты экспериментов представлены в табл. 2.

Таблица 2. Органолептическая оценка рыбы малосоленной с ароматом копчения, изготовленной с применением двух способов посола

Сельдь		Скумбрия		Форель		Сёмга	
Обезглавл. потр. смешан.	Филе с кожей тузлучн.	Обезглавл. потр. смешан.	Филе с кожей тузлучн.	Обезглавл. потр. смешан.	Филе с кожей тузлучн.	Обезглавл. потр. смешан.	Филе с кожей тузлучн.
Органолептическая оценка, баллы							
15,6	17,6	15,5	19,2	20,0	15,5	18,5	13,0

Как показали эксперименты, для крупной рыбы, сёмги и радужной форели, наиболее приемлем смешанный способ посола обезглавленного потрошёного полуфабриката с последующей разделкой перед вакуумированием, для более мелкой сельди и скумбрии – тузлучный посол филе с последующим вакуумированием.

При обосновании способа упаковывания готовой продукции под вакуумом исходили из того, что для её производства используется исключительно жирное сырьё с массовой долей жира от 8 до 26 %. Поэтому для снижения риска окислительной порчи готовой продукции, а также для создания более привлекательного для потребителя внешнего вида, удобства транспортирования и хранения целесообразным был признан именно такой способ её упаковывания.

На основании проведённых исследований разработана технологическая схема изготовления слабосоленной рыбы с ароматом копчения с применением копильного препарата "Сквама-2", включающая следующие операции: приём и хранение сырья до обработки; размораживание; мойка и сортирование; разделка и мойка; посол в солевом растворе с добавлением препарата и льда; созревание; разделка, ополаскивание; упаковывание; маркирование; хранение.

Обоснованный технологический процесс регламентирован (в части технологии изготовления продукции и научно обоснованных технологических режимов производства) разработанной и утверждённой ТИ по изготовлению слабосоленной рыбы с ароматом копчения. Готовая продукция должна соответствовать требованиям разработанного ТУ 9263-004-00471633 "Рыба слабосоленая с ароматом копчения".

### 3. Оптимизация процесса посола рыбы с копильным препаратом в технологии слабосоленной рыбы с ароматом копчения

Установление оптимальных параметров процесса посола, совмещённого с ароматизацией, обуславливающего приготовление продукции с необходимым набором вкусоароматических свойств, осуществляли с использованием математического планирования эксперимента (центральное ортогональное композиционное планирование – полнофакторный эксперимент) (Адлер и др., 1976). В

качестве объекта исследования использовали традиционное для Северного бассейна сырьё – скумбрию атлантическую.

Под математическим описанием процесса посола филе скумбрии, совмещённого с ароматизацией копильным препаратом "Сквама-2", понимаем уравнение, связывающее функцию отклика с влияющими факторами. В качестве функции отклика  $Y$  выбрана органолептическая оценка качества слабосоленой рыбы с ароматом копчения в баллах, на основании разработанной шкалы.

Анализ имеющихся экспериментальных данных позволяет сделать вывод о том, что из большого числа факторов, влияющих на массообмен при бездымном копчении рыбы, ключевыми являются те, которые определяют интенсивность внешнего массообмена – массовая доля копильного препарата в тузлуке, в котором осуществляется посол, а также факторы, определяющие интенсивность внутренней диффузии – температура посола. Остальные влияющие факторы (плотность тузлука, продолжительность посола, соотношение рыба : тузлук, способ разделки сырья и его удельная поверхность) поддерживались на постоянном уровне в ходе экспериментов с целью исключить их влияние на результат. Химический состав скумбрии атлантической, используемой для проведения экспериментов, представлен в табл. 3.

В качестве влияющих факторов, определяющих качество готовой продукции, были выбраны:  $X_1$  – температура посола, °С;  $X_2$  – концентрация копильного препарата в тузлуке, используемом для посола филе скумбрии, %. Область факторного пространства ограничивалась следующим образом: по первому влияющему фактору – от минус 4 до минус 8 °С; по второму влияющему фактору – от 10,0 до 20,0 %.

Таблица 3. Химический состав 100 г скумбрии атлантической

Наименование показателя	Значение
Вода, г	55,06
Белки, г	18
Жиры, г	26,14
Зола, г	1,3
НБА, %	0,053
АА, %	0,021
АЛО, %	0,024
КЧ, мг КОН на 1 г жира	8,29
ПЧ, мг%	2,56

Математическая обработка результатов проводилась с использованием компьютерной программы по алгоритму Холецкого (*Решетников, 2000*). В результате обработки получено уравнение регрессии

$$y = -5,709 - 0,1753x_1 + 2,9347x_2 - 0,0077x_1 \cdot x_2 - 0,05x_1^2 - 0,1x_2^2;$$

$$F\text{-ratio} = 213,87;$$

$$R\text{-squared} = 95 \%$$

Проверка адекватности уравнения регрессии в заданной области факторного пространства проводилась при помощи критерия Фишера и с использованием программы научных и инженерных расчётов "STATGRAPHICS Plus Version 5.0".

Для уравнения, описывающего процесс посола, совмещённого с ароматизацией копильным препаратом "Сквама-2", скумбрии атлантической, значение расчётной величины критерия Фишера составило 213,87. Сравнение значений критерия Фишера с табличным значением позволяет сделать вывод об адекватности модели, т.е. полученная математическая зависимость достаточно хорошо описывает процесс.

Полученное уравнение регрессии позволяет не только предсказать значение функции отклика для заданных условий проведения эксперимента, но и даёт информацию о форме поверхности отклика. Исследование этой поверхности необходимо для выбора оптимальных параметров – температуры процесса и массовой доли копильного препарата в тузлуке.

Оптимумы функции отклика определили с помощью вышеуказанной программы "STATGRAPHICS Plus Version 5.0".

Были рассчитаны близкие к оптимальным значения влияющих факторов, соответствующие максимальному значению функции отклика – органолептической оценке продукции – температура тузлука при посоле  $x_1 = -4$  °С и концентрация копильного препарата в тузлуке, используемом для посола  $x_2 = 10$  %.

#### 4. Исследование качества рыбы слабосоленой с ароматом копчения в процессе хранения

Для экспериментальных работ была выбрана сельдь атлантическая крупная жирная мороженная, выловленная ОАО "Мурманский траловый флот" в Норвежском море в осенний период времени. Химический состав сельди представлен в табл. 4.

Таблица 4. Химические показатели сельди атлантической мороженной, %

Вода	Белковые вещества ( $N \times 6,25$ )	Липиды	Зола	Небелковые азотистые вещества
62,2	18,2	17,9	1,2	0,38

В соответствии с найденными оптимальными технологическими режимами изготовления слабосоленой рыбы с ароматом копчения выработаны три опытные партии (1, 2, 3) такой продукции с концентрацией препарата, соответственно 5, 10, и 15 %, которые были направлены на хранение при температурном режиме ( $4 \pm 1$ ) °С с целью установления степени консервирующего действия препарата на продукт. В качестве контроля изготовлена партия слабосоленой сельди без применения коптильного препарата и также направлена на хранение.

Сразу же после изготовления и в процессе хранения через 14, 28, 42 и 56 суток проводили органолептические, химические и микробиологические исследования готовой продукции с применением соответствующих методик. Результаты исследований рыбопродукции в процессе хранения представлены на рис. 1-4.

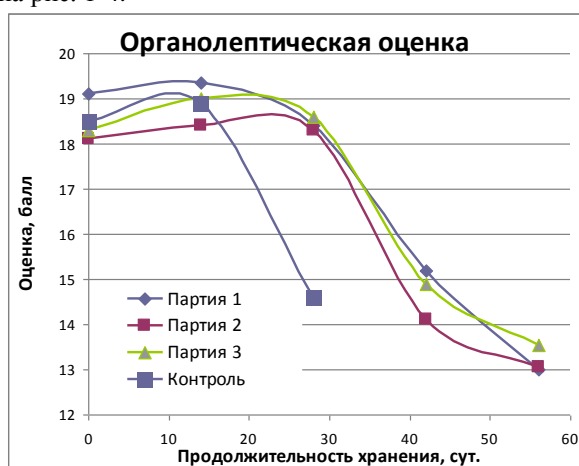


Рис. 1. Изменение органолептических показателей сельди слабосоленой с ароматом копчения при хранении

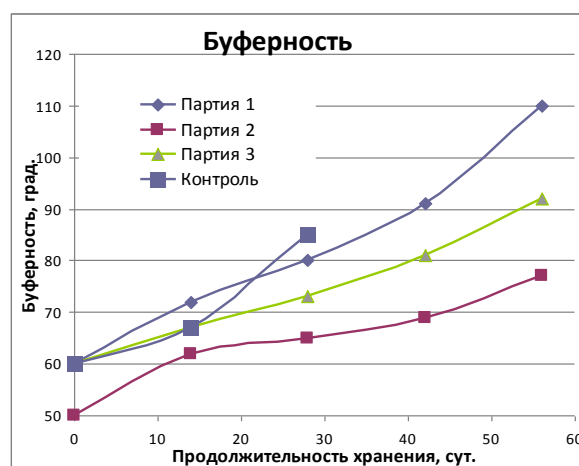


Рис. 2. Изменение буферности сельди слабосоленой с ароматом копчения при хранении

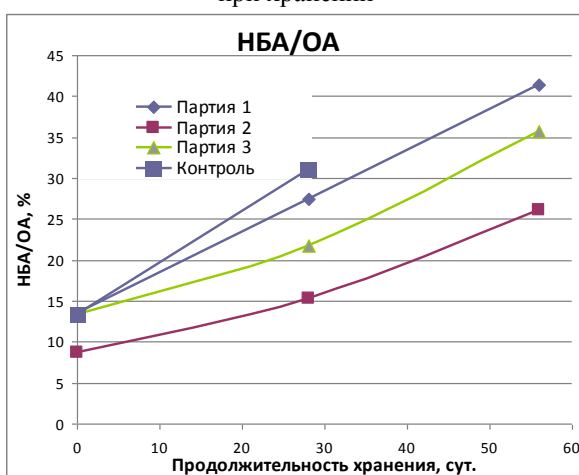


Рис. 3. Изменение НБА/ОА сельди слабосоленой с ароматом копчения при хранении

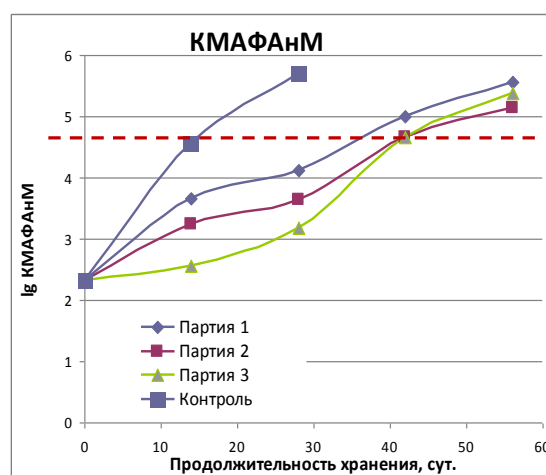


Рис. 4. Изменение КМАФАнМ сельди слабосоленой с ароматом копчения при хранении

В процессе хранения слабосоленое филе сельди, ароматизированное коптильным препаратом, всех трёх партий характеризуется высокими качественными характеристиками в течение четырёхнедельного хранения как субъективных (органолептика), так и объективных (буферность нарастает от 50 до 80°, отношение НБА/ОА от 9 до 28 %). И только по истечению месячного хранения качественные показатели стали ухудшаться, в частности, органолептические показатели снизились до уровня 13-14 баллов (удовлетворительное качество). Анализ микробиологических показателей свидетельствует о сверхнормативном (более  $5 \times 10^4$ ) превышении общего количества МАФАНМ через 42 суток хранения.

В контрольной партии сельдь слабосоленая по комплексу органолептических, химических и микробиологических показателей не выдержала 28-суточного хранения и была выведена из эксперимента.

Таким образом, проведённые исследования качества нового продукта свидетельствуют об определённой степени бактерицидности препарата и оптимальной продолжительности хранения в течение четырёх недель при температуре  $(4 \pm 1)$  °С. Именно такие режимы и условия хранения были введены в техническую документацию – ТУ 9263-004-00471633 "Рыба слабосоленая с ароматом копчения. Технические условия" и ТИ на её изготовление.

Образцы разработанной инновационной продукции демонстрировались на различных международных выставках ("Море. Ресурсы. Технологии – 2007", г. Мурманск, "Экспофиш – 2011", г. Москва), где были отмечены рядом наград.

## 5. Выводы

1. На основе коптильного препарата "Сквама-2" разработана технология изготовления слабосоленой рыбы с ароматом копчения.
2. Проведена оптимизация процесса посола, в результате которой установлено, что наилучшие органолептические показатели слабосоленого ароматизированного продукта достигаются при температуре солевого раствора  $-4$  °С и концентрации коптильного препарата в тузлуке, равной 10 %.
3. Установлен срок годности слабосоленой рыбы с ароматом копчения, не превышающий четырёх недель при температуре  $(4 \pm 1)$  °С. Разработана, согласована и утверждена техническая документация на новый вид рыбной продукции – ТУ 9263-004-00471633 "Рыба слабосоленая с ароматом копчения. Технические условия" и ТИ на её изготовление.

## Литература

- Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М., Наука, 279 с., 1976.
- Гроховский В.А., Ершов А.М. Создание устройств и технологий изготовления коптильных препаратов. Изв. вузов. Пищевая технология, № 5/6, с. 67-68, 2011.
- Ким Г.Н., Ким И.Н., Сафронова Т.М., Мегода Е.В. Сенсорный анализ продуктов из гидробионтов. М., Колос, 549 с., 2008.
- Курко В.И. Химия копчения. М., Пищ. пром-сть, 343 с., 1969.
- Мезенова О.Я. Современные проблемы и методы исследования в технологии копчёной продукции. Учеб. пособие. Калининград, КГТУ, 149 с., 2001.
- Решетников М.Т. Планирование эксперимента и статистическая обработка данных. Учеб. пособие. Томск, Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 231 с., 2000.
- Сафронова Т.М. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции. М., ВНИРО, 243 с., 1998.
- Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. В 2 т. Под ред. А.Н. Белогурова, М.В. Васильевой. М., Колос, т. 1, с. 55-72, 1992.