

УДК 664.951

Е.В. Федосеева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, Луговая, 52б

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРЕСЕРВОВ ИЗ МОЛОК ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

Определены оптимальные параметры операции посола молок лососевых рыб с применением специально разработанных алгоритмов. При математической обработке результатов получены расчетно-опорные уравнения, позволяющие проанализировать характер реакции, динамику изменения характеристик полуфабриката, создать математические модели с заданными алгоритмами.

Ключевые слова: *молоки лососевых рыб, оптимальные параметры, алгоритм, математическая обработка, расчетно-опорные уравнения.*

E.V. Fedoseeva

DETERMINATION OF OPTIMUM PARAMETERS OF TECHNOLOGICAL OPERATIONS IN THE PRODUCTION OF PRESERVED FOOD OF SALMON MILT

Optimum parameters of operation salting of salmon milt with application of specially developed algorithms are determined. The settlement and basic equations allowing to analyse nature of reaction, dynamics of change of characteristics of a semi-finished product, to create mathematical models with the set algorithms are received at mathematical processing of results.

Key words: *salmon milt, optimum parameters, algorithm, mathematical processing, settlement basic equations.*

Особое внимание в последние годы в нашей стране и за рубежом уделяется разработке продуктов из водных биологических ресурсов с заданным составом и свойствами и повышенной биологической ценностью для ежедневного употребления.

Производство пресервов является важным направлением современной технологии обработки рыбы. Не подвергаясь тепловой обработке, они сохраняют практически все полезные свойства и пищевую ценность натуральных продуктов, которые использовались для их обработки [1].

Изменение видового состава водных биологических ресурсов, поступающих на производство пресервов, требуют поиска новых технологических решений, которые повышают пищевую и биологическую ценность, улучшают органолептические показатели готового продукта.

В ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз» была исследована возможность использования для производства пресервов молок лососевых рыб.

Объектами проводимых исследований являлись:

- молоки лососевых рыб мороженые сроком хранения 3 месяца при температуре минус 18 °С, отвечающие требованиям существующей нормативной документации (ТУ 9267-037-33620410-04) и СанПиН 2.3.2.1078-01 [2];

- молоки лососевых рыб соленые.

Для технологических целей использовали вспомогательные материалы, которые соответствовали требованиям действующей нормативной документации.

По результатам исследований определение оптимальных параметров при производстве пресервов проводили по предварительному посолу молок. Для этого применялись специаль-

но разработанные алгоритмы с использованием ортогонального композиционного плана второго порядка для двух факторов [3].

Области существования основных факторов были выбраны с учетом результатов предварительных экспериментов и литературных данных [4].

Для предварительного посола молок основными факторами, которые оказывают существенное влияние на проникновение посольных компонентов в молоки, изменение их массы и органолептические показатели, оказались: концентрация вещества, % (X), время выдержки сырья в растворе, ч (Z).

Исследования проводились на модельных образцах в условиях, идентичных работе производственного предприятия.

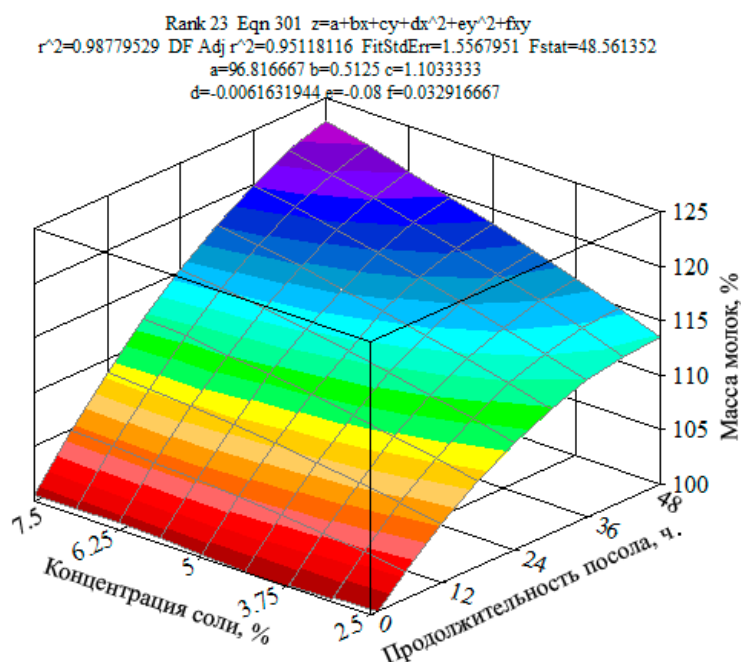
Выдерживание молок промысловых рыб ДВ региона (лососевых, сельдевых, тресковых) проводилось вначале отдельно в растворах поваренной соли с концентрацией 2,5, 5 и 7,5 % и раствора сахара – 1, 1,5 и 2 % в течение 48 ч, при температуре 4 °С; соотношение сырье: раствор – 1:1.

Были найдены эмпирические зависимости, связывающие три переменные: концентрацию вещества (X), %, время выдержки сырья в растворе (Z), ч и изменение массы молок (Y), %.

Математическая обработка результатов опыта заключалась в том, что выбор той или иной эмпирической формулы $\varphi(x)$ оценивался требованиями наилучшего приближения $\varphi(x)$ к $Y(x)$ – параметру, определяющему изменение массы молок в некотором интервале значений содержания химических веществ $\alpha \leq x \leq B$, где α – минимальная и B – максимальная концентрации веществ.

Влияние концентрации раствора поваренной соли на изменение массы сырья представлено на рис. 1.

Рис. 1. Изменение массы молок лососевых от концентрации соли и продолжительности посола
Fig. 1. The change of salmon milt mass from concentration of salt and duration of salting



Представленные результаты показывают, что масса молок в течение всего времени постепенно увеличивается при выдержке сырья во всех трех растворах поваренной соли предложенных концентраций. Наибольшее увеличение массы в среднем на (28 %) происходит при концентрации раствора поваренной соли 7,5 %, при концентрации раствора 5,0 % масса увеличивается в среднем на 19,7 %, а при концентрации 2,5 % – на 12,4 % (среднее значение).

Уравнение, описывающее изменение массы молок лососевых рыб в растворе поваренной соли, имеет вид

$$Y = 2,59 \cdot X^{0,64} \cdot Z^{0,45},$$

где X – концентрация раствора поваренной соли, %; Z – время выдерживания сырья в растворе, ч.

Данные органолептической оценки молок, выдержанных в растворе поваренной соли, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Органолептическая характеристика сырья после выдерживания в растворе поваренной соли разной концентрации

Table 1

The organoleptic characteristic of raw materials after keeping in solution of table salt of different concentration

Показатели	Концентрация раствора соли, %		
	2,5	5,0	7,5
Вкус	Невыраженный, с привкусом сырости	Приятный, свойственный сырью, слегка соленый	Соленый
Запах	Свойственный для морского сырья		
Цвет	Серо-розоватый	Бело-кремовый	Розовый
Консистенция	Малосочная, слегка упругая	Сочная, упругая	Очень сочная, упругая

Молоки, выдержанные в 2,5%-м растворе поваренной соли, имеют невыраженный вкус, с привкусом сырого мяса; менее сочную, относительно других образцов, консистенцию.

Выдержка сырья в 5%-м солевом растворе позволяет получить полуфабрикат со свойственным морскому сырью вкусом и запахом, сочной консистенцией.

Молоки, выдержанные в 7,5%-м растворе поваренной соли, имеют соленый вкус и самую сочную консистенцию.

Совместный анализ органолептических показателей и процесса изменения массы молок (набухания) показывает, что оптимальной является выдержка сырья в 5%-м растворе поваренной соли. При данной концентрации полуфабрикат имеет лучшие органолептические характеристики, а также увеличение массы в среднем на 19,7 % от исходной.

Процесс изменения массы молок в растворе сахара представлен на рис. 2.

Из приведенных данных видно, что увеличение массы молок идет до 12 ч выдержки сырья в растворе сахара. Наибольшее увеличение на 16,5 % при данном времени приходится на 2%-ю концентрацию сахара. Затем в интервале с 12 до 24 ч масса молок снижается, после чего опять начинает расти. После выдержки сырья в течение 2 сут в растворе сахара предложенных концентраций масса изменяется волнообразно, но второй максимум имеет значение меньше первого, в среднем на 4 %.

Данные органолептической характеристики сырья (табл. 2), выдержанного в растворах сахара предложенных концентраций, демонстрируют, что показатели запаха, цвета и консистенции практически не отличаются. В этом случае выбор концентрации для выдержки сырья определяет показатель вкуса. Установлено, что для сохранения вкуса, свойственного молокам лососевых рыб, предпочтительна выдержка в растворе сахара с концентрацией 1,5 и 2 %.

Уравнение, отображающее изменение массы молок в растворе сахара, имеет вид

$$Y = 7,36 \cdot X^{0,379} \cdot Z^{0,49},$$

где X – концентрация раствора сахара, %; Z – время выдерживания сырья в растворе, ч.

Данные органолептической оценки молок лососевых рыб, выдержанных в растворах сахара разных концентраций, представлены в табл. 2.

Rank 48 Eqn 301 $z=a+bx+cy+dx^2+ey^2+fx$
 $r^2=0.9765068$ DF Adj $r^2=0.94831495$ FitStdErr=1.1680825 Fstat=49.878605
 $a=96.7$ $b=0.40833333$ $c=5.19$
 $d=-0.0076822917$ $e=-1.7$ $f=0.13333333$

Рис. 2. Изменение массы молок лососевых от концентрации сахара и продолжительности посола
 Fig. 2. The change of salmon milt mass from concentration of sugart and duration of salting

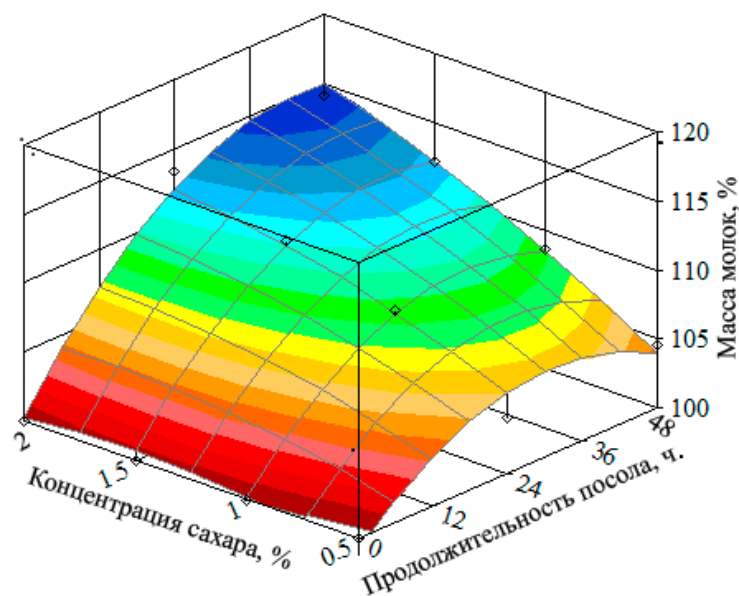


Таблица 2

Органолептическая характеристика сырья после выдерживания в растворах сахара разной концентрации

Table 2

The organoleptic characteristic of raw materials after keeping in solution of sugar of different concentration

Показатели	Концентрация раствора сахара, %		
	1	1,5	2,0
Запах	Маловыраженный запах морского сырья		
Вкус	Невыраженный, сырой	Свойственный для молок	Сладковатый
Цвет	Бело-розоватый с кремовым оттенком		
Консистенция	Упругая		

После выбора оптимальных концентраций отдельных растворов (поваренная соль 5 %; сахар 1 %) исследовали процесс изменения массы молок лососевых рыб в пряно-солевом растворе, при тех же значениях температуры и времени выдерживания. Было установлено, что уже через 24 ч происходит увеличение массы молок на 12 %. Данные органолептической оценки свидетельствуют, что выдержка сырья в пряно-солевом растворе в течение 48 ч при температуре 0 до + 4 °С позволяет получить полуфабрикат с выраженным приятным запахом и привкусом и более сочной консистенцией, чем исходное сырье. При данных параметрах в системе происходит равномерное перераспределение пряно-солевого раствора, в результате все участки п/ф приобретают заданное количество поваренной соли 3,5 %, что соответствует требованиям, предъявляемых к малосоленой продукции.

На основе опытных данных при выдержке сырья в течение 48 ч в пряно-солевом растворе была изучена корреляционная связь между тремя переменными: Y – изменение массы молок, %; X_1 – содержание в растворе поваренной соли, %; X_2 – содержание в растворе сахара %.

Опытные данные об изменении массы молок в пряно-солевом растворе приведены в табл. 3.

Таблица 3

Изменение массы молок в пряно-солевом растворе (средние значения)

Table 3

The change of salmon milt mass in spicy – salt solution (average values)

X_1 , %	X_2 , %	Y , %
2,5	1	12,4
5	1	15,9
5	1,5	16,5
5	1,5	15,8
5	1	12,6
5	2	17,5
7,5	2	20,5
$X_{1cp} = 4,998$	$X_{2cp} = 1,43$	$Y_{cp} = 15,88$

В итоге получено следующее уравнение множественной регрессии:

$$Y = 15,88 + 0,8659 \cdot (X_1 - 4,998) + 0,3818 \cdot (X_2 - 1,43).$$

Из данного уравнения видно, что наибольшее влияние на изменение массы молок в растворе оказывает поваренная соль, затем сахар.

Коэффициент корреляции $R = 0,408$ свидетельствует о разряженной связи между переменными.

Таким образом, в результате математической обработки результатов были определены оптимальные параметры технологических операций при производстве пресервов, а именно, получены расчетно-опорные уравнения, позволяющие проанализировать характер реакции, динамику изменения характеристик полуфабриката молок лососевых рыб, создать математические модели с заданными алгоритмами.

Список литературы

1. Богданов В.Д., Благодирова М.В., Салтанова Н.С. Современные технологии производства соленой продукции из сельди тихоокеанской и лососевых. – Петропавловск-Камчатский: Новая книга, 2007. – 240 с.
2. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности сырья и пищевых продуктов. Санитарные эпидемиологические правила и нормативы. – М.: ФГУП «Интер СЭН», 2001. – 168 с.
3. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М., 1976. – 280 с.
4. Мезенова, О.Я. Моделирование и оптимизация технологических процессов производства продуктов питания путем математического планирования эксперимента / О.Я. Мезенова. – Калининград, 1995. – 50 с.

Сведения об авторе: Федосеева Елена Владимировна, e-mail: elena-692008@mail.ru.