

## ИССЛЕДОВАНИЕ МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ СУХОМ ПОСОЛЕ РЫБЫ

Бестужев А.С., канд. техн. наук, доцент, Фатыхов Ю.А., д-р техн. наук, профессор,  
Суслов А.Э., канд. техн. наук, доцент, Балашов С.О., инженер  
ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград

*В работе приводятся экспериментальные данные по комбинированному сухому посолу семги. Исследовалась кинетика просаливания рыбы и образования тузлука*

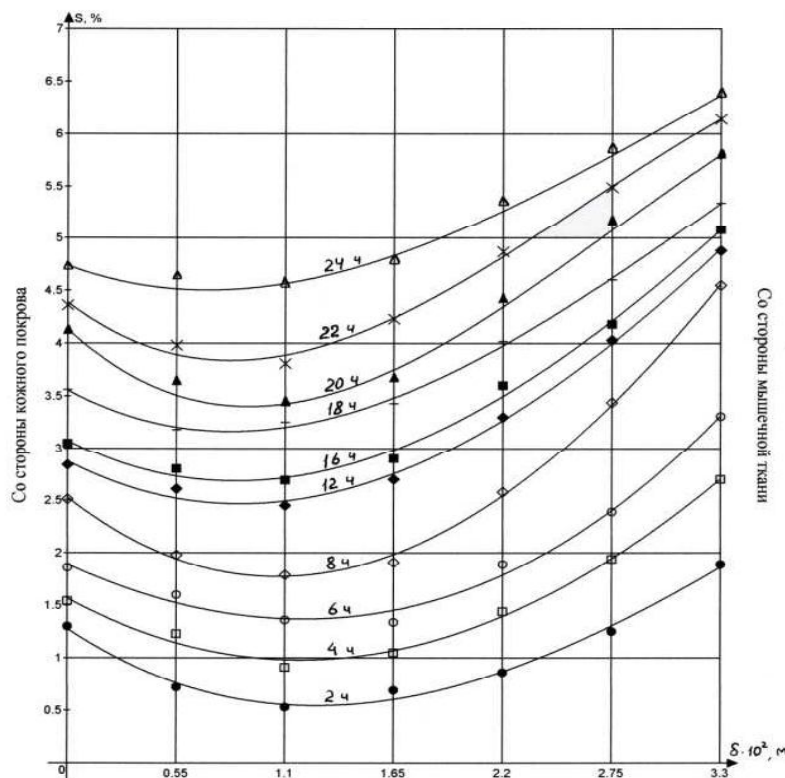
*The paper presents experimental data combined salmon dry salting. The kinetics of fish salting and brine formation has been investigated*

Ключевые слова: посол, тузлук, кинетика просаливания рыбы.

Исследования проводились на образцах охлажденной баренцевоморской семги зимнего (декабрьского) вылова. Рыба характеризовалась следующими показателями: плотность —  $\rho = 1020 \text{ кг/м}^3$ , содержание воды — 74,6 %, липидов — 5,43 %.

Для посола использовались куски разделанной на пласт с удаленной хребтовой костью рыбы. С целью повышения достоверности получаемых результатов производился одновременный сухой посол двух половин разделанной, как указано выше, рыбы. Масса обоих образцов составляла соответственно 926 г и 908 г. Масса соли — 20 % от массы рыбы. Погрешность полученных результатов оказалась небольшой (менее 5 %), поэтому данные усреднялись.

Изменение содержания соли в различных по толщине слоях рыбы с интервалом 2 часа приведено на рис. 1.



**Рис. 1** – Изменение солесодержания по толщине мяса семги

Численные значения содержания соли в различных по толщине слоях рыбы в зависимости от времени и температуры приведены в табл. 1, а кривые кинетики просаливания различных слоев семги приведены на рис. 2.

Таблиця 1 – Зависимость среднеобъемной солёности от времени посола

Время, ч	$\sum S, \%$	Среднеобъемная солёность, %
0	2,1	0,21
1	4,81	0,49
2	7,24	0,74
3	9,23	0,94
4	10,8	1,1
5	12,4	1,27
6	13,8	1,4
7	16,1	1,64
8	18,8	1,91
10	20,9	2,13
12	22,8	2,33
14	23,8	2,43
16	24,3	2,48
17	25,3	2,58
18	27,2	2,77
19	28,8	2,94
20	30	3,06
21	31,1	3,18
22	32,9	3,35
23	34,7	3,54
24	36,1	3,68

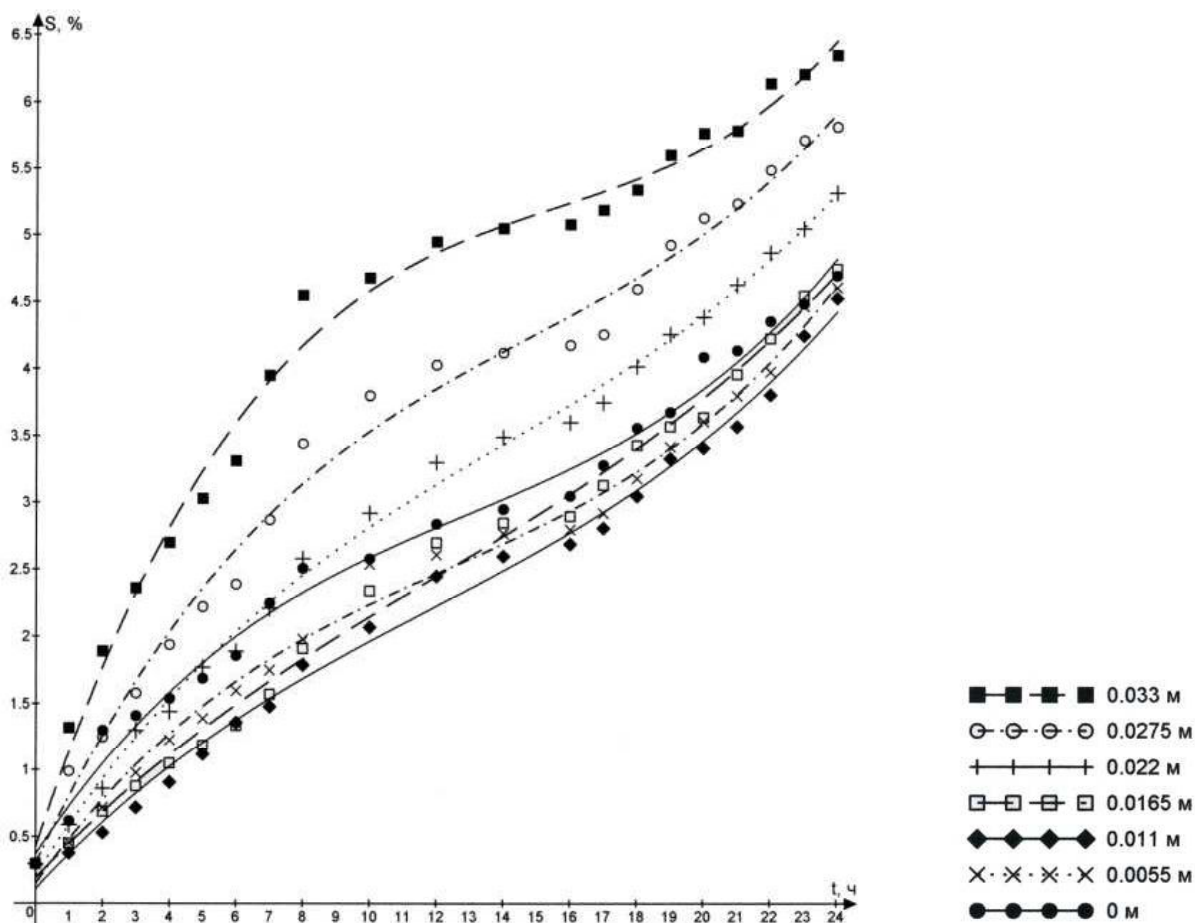


Рис. 2 – Кривые кинетики просаливания слоев сёмги

Как видно из приведенных кривых, содержание соли в слоях со стороны кожного покрова заметно ниже, чем со стороны мышечной ткани. Это объясняется меньшей проницаемостью кожи для диффузии через нее соли, чем мышечной ткани и наличием жира в подкожном слое. Из рисунка видно, что минимум солесодержания во всех случаях смещен в сторону кожного покрова, находясь от него на расстоянии приблизительно 1/3 толщины рыбы.

Из рис. 2 видно, что все кривые имеют точку перегиба, соответствующую времени перехода от второй к третьей стадии посола (16–17 часов).

На основании полученных данных определено изменение среднеобъемной солёности сёмги со временем по формуле [3]:

$$S^H = \frac{b \cdot (S_{(0,\tau)}^H + S_1^H + S_2^H + \dots + S_n^H)}{n+1}, \quad \%, \quad (1)$$

где  $S_{(0,\tau)}^H$  — солёность в центре рыбы, %;

$S_1^H, S_2^H \dots S_n^H$  — величина солёности в слоях по толщине рыбы, %.

Все значения солёности взяты из экспериментальных данных. Эмпирический коэффициент  $b = 0,816$ , так как солёность всех слоев меньше 6,5 % [3].

Изменение среднеобъемной солёности со времени приведено в табл. 1.

Как видно из таблицы, после 24 часов посола комбинированным способом, среднеобъемная солёность рыбы составила 3,68 %, что соответствует малосолёной продукции (от 3...6 %) по классификации АтлантНИРО [1].

Представляет интерес кинетика образования тузлука при данном способе посола рыбы, которая приведена на рис. 3.

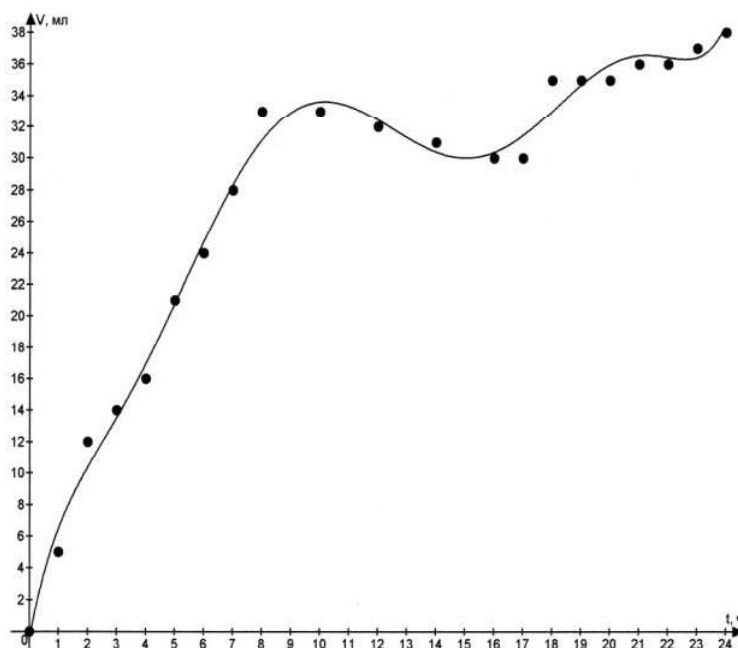


Рис. 3 – Кинетика образования тузлука

Взаимосвязь количества образовавшегося тузлука  $V$  от времени  $\tau$  получена с помощью вышеуказанной компьютерной программы. Уравнение регрессии имеет вид полиномиальной модели второго порядка, описывающей процесс (множественный коэффициент детерминации ( $R^2 = 0,95$ ) в натуральных значениях факторов

$$V = -0,025\tau^2 + 2,198\tau + 0,476 \quad (4)$$

Как видно из рис. 3, на первом этапе посола при температуре плюс 1 °С, количество образовавшегося тузлука интенсивно возрастает (почти линейная зависимость от времени). Затем, на второй стадии посола при температуре минус 22 °С, количество тузлука уменьшается более чем на 9 %, что вызвано переходом части воды в кристаллическое состояние. Так как кристаллообразование начинается с поверхности тузлука, то увеличивается его концентрация в пограничном слое у поверхности рыбы. Как показывают

опытные данные, это увеличение составляет приблизительно 20 % и 16 % со стороны кожного покрова и мышечной ткани, соответственно. Повышение концентрации соли увеличивает скорость внешней диффузии соли из тузлука в рыбу и ускоряет процесс посола.

Готовый продукт представляет собой малосолёную деликатесную продукцию с высокими вкусовыми качествами, сочной и нежной консистенцией. Содержание соли в рыбе составляет 3,68 %, буферность 68 град., азот летучих оснований 12,7 мг %.

Таким образом, выполненные исследования подтверждают возможность получения высококачественной малосолёной продукции из сёмги в течении 24 часов.

### **Выводы**

В соответствии с предложенным способом комбинированного сухого посола рыбы проведены экспериментальные исследования нового способа посола, установлены кинетические зависимости процесса и взаимосвязь влияющих факторов, подтверждена возможность получения качественной деликатесной продукции в течение 24 часов в условиях заданного температурного режима.

### **Література**

1. Баранов В.В., Бражная И.Э., Гроховский В.А. и др. Технология рыбы и рыбных продуктов: под ред. А.М. Ершова. СПб, ГИОРД, 2006. – 944 с.
2. Бестужев А.С., Фатыхов Ю.А., Эрлихман В.Н. Комбинированный способ посола рыбы. Инновации в науке и образовании – 2007: междунар. научн.-практ. конф.: труды. Калининград, КГТУ. – 2007. – Часть 1. – С. 381-382.
3. Ершов А.М., Ершов М.А. Современные методы расчета технологических процессов: Методические указания и контрольные задания для студентов заочников высших учебных заведений по специальности 271000. Мурманск, МГТУ – 2004. – 25 с.

УДК 621.576:664.8.037.1

## **ВПЛИВ РЕЖИМІВ ВАКУУМНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ НА ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПЛОДІВ ЧЕРЕШНІ**

**Арестов А.Ю., аспірант, Ломейко О.П., канд. техн. наук, доцент  
Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь**

*Однією з основних задач сьогодення є забезпечення населення якісними продуктами харчування. Це залежить, насамперед, від якості зберігання продукції. Було встановлено, що при швидкому охолодженні рослинної сировини, хіміко-біологічні процеси протікають менш інтенсивно. А аналіз існуючих способів охолодження показав, що найбільш ефективно використовувати вакуумне охолодження рослинної сировини.*

*One of the primary goals of present time is population maintenance with a qualitative foodstuff. It depends first of all on quality of storage of production. It has been defined, that at fast cooling of vegetative raw materials, chemical and biological processes proceed less intensively. The analysis of existing ways of cooling has shown what most effectively to use vacuum cooling of vegetative raw materials.*

Ключові слова: вакуумний охолоджувач, режими охолодження, рослинна сировина, якість продукції.

Найбільш популярною плодовою культурою Півдня України є черешня. В плодах черешні окрім високого вмісту легкозасвоєваних сахаров містяться органічні кислоти, полісахариди; із мікро- і макроелементів — натрій, калій, марганець, фосфор, залізо. Крім того, темнозбарвлені сорти багаті не тільки загальною сумою біологічно активних речовин фенольної природи, але і антоціанами, що є в організмі людини акцепторами вільних радикалів та інгібіторами ланцюгових реакцій, радіопротекторними речовинами. Це обумовлює необхідність використання в раціоні харчування плодів черешні тривалий час [1, 2].

Південь України має великі природні можливості для збільшення виробництва черешні. Між тим, дана культура характеризується обмеженим строком споживання і переробки у свіжому вигляді завдяки низькій лежкоздатності плодів.

Консервуючи харчові продукти, можна припинити, або сповільнити діяльність мікроорганізмів, а також зруйнувати ферментну систему й у такий спосіб запобігти небажаній зміні продуктів. Проаналізува-