

## Разработка новых кулинарных изделий из черноморской кефали-лобана

Ольга Н. Кривonos<sup>1</sup> kryvonos.olga@mail.ru  
Наталья В. Долганова<sup>1</sup> dolganova-natalya@ya.ru  
Валерия В. Богомолова<sup>2</sup> bogomolovavalery@ya.ru

<sup>1</sup> Астраханский государственный технический университет, ул. Татищева, 16, г. Астрахань, 414025 Россия

<sup>2</sup> отдел "Керченский" Азово-Черноморский филиал "ВНИРО", ул. Свердлова, 2, г. Керчь, 298300, Россия

**Аннотация.** Увеличение туристического потока в Республику Крым, а также ускорение темпа жизни населения привело к повышению спроса на готовые рыбные кулинарные изделия. В связи с этим возникает необходимость создания нового рыбного кулинарного продукта длительного хранения из сырья азово-черноморского бассейна. В качестве рыбного сырья был выбран кефаль-лобан черноморский (*Mugil cephalus*), объем уловов которого в последние годы стабильно нарастает. Технология су-вид – является прогрессивной технологией, для которой характерны низкотемпературные режимы термической обработки, в результате чего получается продукт с уникальными органолептическими характеристиками, превосходящие традиционные виды обработки рыбного сырья. Рыба и овощи, приготовленные по технологии су-вид, отличаются нежностью и сочностью, усиливается аромат готового блюда. При разработке технологии нового продукта были определены оптимальные технологические параметры (температура и продолжительность процесса) термической обработки филе рыбы в вакууме на основе математического моделирования. Исследования проводились на оборудовании сектора технологий переработки водных биоресурсов отдела «Керченский» Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»). Термическая обработка образцов осуществлялась в водяной бане ЛБ-63 в соответствии с планом эксперимента в диапазоне от 55 до 70 °C с продолжительностью от 15 до 30 мин. Для упаковки продукта использовался вакуумный аппарат Solis Vac Premium. Была построена регрессионная модель, состоящая из целевой функции, определяемой микробиологическим показателем КМАФАнМ. Для планирования эксперимента и определения оптимальных технологических параметров рыбного кулинарного продукта использовалось программное обеспечение «STATGRAPHICS Plus Version 5.0».

**Ключевые слова:** су-вид, технологические параметры, термическая обработка, кулинарное изделие, кефаль черноморская, математическое моделирование, математическая модель, органолептическая оценка

## Development of new culinary products derived from black sea grey mullet

Olga N. Krivonos<sup>1</sup> kryvonos.olga@mail.ru  
Natalya V. Dolganova<sup>1</sup> dolganova-natalya@ya.ru  
Valeriya V. Bolomolova<sup>2</sup> bogomolovavalery@ya.ru

<sup>1</sup> Astrakhan State Technical University («ASTU»), Tatischeva str, 16, Astrakhan, 414025 Russia

<sup>2</sup> Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Azov-Black Sea Branch of the VNIRO, Sverdlova str, 2, Kerch, 298300, Russia

**Abstract.** The increasing in tourist flow to the Republic of Crimea, as well as the acceleration of the pace of life of the population led to an increase in demand for finished fish culinary products. In this regard, there is a need to create a new fish culinary product of long-term storage from the raw materials of the Azov-Black Sea basin. The Black Sea mullet (*Mugil cephalus*) was chosen as fish raw material, the catch volume of which has been steadily increasing in recent years. Sous-vide technology - is a progressive technology, which is characterized by low-temperature modes of heat treatment, resulting in a product with unique organoleptic characteristics that are superior to traditional types of processing of fish raw materials. Fish and vegetables prepared using the sous-vide technology are distinguished by tenderness and juiciness, the aroma of the finished dish is enhanced. During the development of new product technology, the optimal technological parameters (temperature and process duration) were determined for heat treatment of fish fillet in vacuum based on mathematical modeling. The research was carried out on the equipment of the sector of technologies of processing of water biological resources of the department "Kerchenskiy" of the Azov-Black Sea branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography. Heat treatment of samples was carried out in a water bath of LB-63 according to the plan of an experiment in the range from 55 to 70 °C with lasting from 15 to 30 min. For packing of a product the vacuum device Solis Vac Premium was used. A regression model was constructed consisting of the objective function determined by the microbiological index QMAFAnM. The software "STATGRAPHICS Plus Version 5.0" was used to plan the experiment and determine the optimal technological parameters of the fish culinary product..

**Keywords:** sous-vide, technological parameters, heat treatment, culinary product, Black Sea mullet, mathematical modeling, mathematical model, organoleptic evaluation

Для цитирования

Кривonos О.Н., Долганова Н.В., Богомолова В.В. Разработка новых кулинарных изделий из черноморской кефали-лобана // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 2. С. 67–71. doi:10.20914/2310-1202-2020-2-67-71

For citation

Krivonos O.N., Dolganova N.V., Bogomolova V.V. Development of new culinary products derived from black sea grey mullet. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 2. pp. 67–71. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-2-67-71

## Введение

Популярность рыбных кулинарных изделий у потребителей увеличивается с каждым годом, это связано с наличием различного ассортимента в магазинах, удобством потребления кулинарных изделий (разогрев в СВ-печах), темпом жизни людей.

Использование данной технологии для рыб азово-черноморского бассейна позволяет создать полезный полноценный продукт, который можно использовать в качестве готового блюда.

Динамика вылова кефали-лобана в акватории Черного моря характеризуется положительным трендом (рисунок 1), обусловленным увеличением запаса стада этих рыб, что говорит о перспективности использования данного вида в качестве основного сырья кулинарных изделий.



Рисунок 1. Динамика вылова кефали-лобана в акватории Черного моря

Figure 1. Dynamics of catch of mullet-loban in the Black Sea

Технология су-вид позволяет сохранить структуру продукта, его вкус и аромат, а также сделать его нежным и сочным; продлить сроки годности без использования консерванта, за счет уменьшения обсемененности готового изделия [1–6, 8, 9].

**Цель работы** – разработка и обоснование технологических параметров кулинарных изделий из кефали-лобана по технологии су-вид.

## Материалы и методы

Объект исследований – кефаль-лобан черноморский (лат. *Mugil cephalus*), весеннего вылова (март 2019 года). По показателям безопасности рыба соответствовала требованиям ТР ТС 021/2011 [7].

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определяли по ГОСТ 10444.15–94.

Оптимальные режимы термообработки – продолжительность и температуру воды в водяной бане определяли методом математического моделирования в программе "STATGRAPHICS Plus Version 5.0".

Статистическая обработка данных проводилась стандартными методами оценки результатов испытаний для малых выборок с помощью программы Microsoft Excel 2010.

Органолептическую оценку рыбных кулинарных изделий проводили, используя пятибалльные шкалы, в соответствии с ГОСТ 7631–2008.

## Результаты и обсуждение

Разработанная технология включает следующие процессы: рыбу предварительно мыли, разделяли на тушку, обесшкуривали и отделяли филе от костей. Подготовленное филе кефали смешивали с солью (1,5% к массе рыбы), затем панировали в сухарях с добавлением куркумы (5% к массе сухарей). Куркума использовалась для придания продукту приятного желтого оттенка, а также для пролонгирования сроков годности. Далее филе обжаривали в тонком слое масла по 10 с с каждой стороны, выкладывали на бумажные салфетки-полотенца для удаления излишнего количества масла в течение нескольких минут. Обжаренное филе укладывали в полимерные пищевые пакеты, которые предназначены для приготовления по технологии су-вид, а также замораживания пищи, разогрева в печах СВЧ. Добавляли овощной маринад, равномерно распределяя по поверхности рыбы.

Рецептура маринада включает следующие компоненты: морковь, лук, петрушка, томатная паста, вода, сахар, соль поваренная и пряности. При приготовлении овощного маринада в кипящую воду закладывают обжаренные овощи и доводят до кипения, а затем добавляют остальные компоненты, взятые согласно рецептуре (кроме пряностей). Смесь повторно доводят до кипения и варят в течение 12–20 мин. Пряности в молотом виде закладывают в маринад за 5 мин до окончания варки.

С помощью вакууматора Solis Vac Premium из пакетов откачивался воздух, запаивался шов. Дальнейшую термообработку проводили в водяной бане ЛБ 63.

Моделирование процесса термообработки кулинарных изделий из рыбы основано на эмпирической зависимости выходного фактора от нескольких входных факторов. В качестве выходного фактора выбрали микробиологический показатель КМАФАнМ, для варено-мороженых и быстрозамороженных обеденных блюд не должен превышать более  $2 \times 10^4$  КОЕ/г [10].

На данный показатель непосредственно оказывают влияние температура  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) и продолжительность термообработки  $\tau$  (мин), поэтому они были выбраны в качестве входных факторов. Диапазон изменения фактора  $T$  выбран от 55 до 70  $^{\circ}\text{C}$ , а фактора  $\tau$  – от 15 до 30 мин.

Для установления эмпирической зависимости между микробиологическим показателем КМАФАнМ, температурой и продолжительностью термообработки  $y = f(T, \tau)$  был предварительно составлен план эксперимента (таблица 1),

включающий 10 опытов для двух видов рыб. Каждая строка матрицы – это условия эксперимента. Последовательность получили с помощью программы STATGRAPHICS

Таблица 1.

План эксперимента по моделированию режима тепловой обработки кулинарной продукции длительного хранения и результаты его реализации

Table 1.

Experimental plan for modeling heat treatment of long-term cooking products and results of its implementation

Образец Sample	Условия Conditions		КМАФАнМ, КОЕ/г, $\times 10^4$ QMAFAnM, CFU/g, $\times 10^4$
	T, °C	$\tau$ , мин $\tau$ , min	
1	60	15	2,8
2	70	15	1,7
3	60	30	2,4
4	70	30	1,6
5	58	22,5	2,3
6	72	22,5	1,5
7	65	11,8	2,7
8	65	33,1	2,0
9	65	22,5	2,1
10	65	22,5	2,1

В соответствии с выше приведённым планом эксперимента по моделированию процесса термообработки подготовленную вакуумированную рыбу примерно 170–200 г каждый образец, подвергали термической обработке в водяной бане. После каждого опыта термообработанные образцы (рисунок 2) сразу же охлаждались в морозильной камере и направлялись в лабораторию на дальнейшие исследования.



Рисунок 2. Кефаль вакуумированная жаренная под овощным маринадом су-вид

Figure 2. Grey mullet fried vacuum under vegetable marinade sous-vide

Уравнение регрессии, описывающее процесс продолжительности термообработки и необходимого времени для получения безопасного готового кулинарного продукта кефаль –

филе жаренная под овощным маринадом по технологии су-вид, имеет вид:

$$9 + 3992,12T - 2548,32\tau - 39,99997T^2 + 20,0T\tau + 22,2222\tau^2 \quad (1)$$

$$F\text{-ratio} = 0,44;$$

$$R^2 = 0,94$$

Полученные уравнения регрессии позволяют не только предсказать значение функции отклика для заданных условий проведения эксперимента, но и дают информацию о форме поверхности отклика. Исследование этой поверхности необходимо для выбора оптимальных параметров – температуры и продолжительности

Поверхность отклика у от заданных факторов эксперимента для всех опытных образцов представлена на рисунке 3.

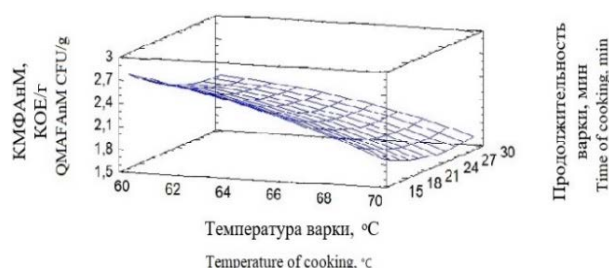


Рисунок 3. Поверхность отклика (зависимость значений КМАФАнМ от продолжительности и температуры варки) для образца «Кефаль филе жаренная под овощным маринадом су-вид»

Figure 3. Response surface (dependence of QMAFAnM values on cooking duration and temperature) for sample "Grey mullet fillet fried under vegetable marinade sous-vide"

При проведении органолептического анализа, контрольным образцом служила кефаль жареная: к филе добавляли соль (1,5% к массе рыбы), панировали в сухарях с куркумой, обжаривали в масле до полной готовности, охлаждали, упаковывали в пакет, добавляли маринад и распределяли его по поверхности, вакуумировали и замораживали в морозильной камере.

Средние значения органолептических показателей представлены в таблице 2

Профилограммы комплексной органолептической оценки контрольного и экспериментальных образцов с наибольшим количеством баллов представлены на рисунке 4. Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что экспериментальные образцы, приготовленные по технологии су-вид, в сравнении с контрольными образцами, превосходят по органолептическим показателям.

Таблица 2.

Органолептическая оценка качества кулинарных изделий «Кефаль филе жареное под маринадом су-вид»

Table 2.

Organoleptic assessment of the quality of culinary products "Grey mullet fillet fried under marinade sous-vide"

Показатель Indicator	Образец   Sample										
	контроль   control	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Внешний вид   Appearance	3,7	3,3	4,7	3,7	4,7	4,2	4,6	3,6	4,2	4,1	4,2
Запах   Aroma	4,1	3,5	4,5	3,9	4,8	4,0	4,8	3,5	4,1	4,3	4,3
Вкус   Taste	4,1	3,2	4,4	3,6	4,9	4,2	4,9	3,8	4,3	4,2	4,3
Консистенция   Consistence	3,8	3,3	4,2	3,5	4,3	3,9	4,5	3,9	4,2	4,3	4,4
Цвет   Color	4,2	3,5	4,7	3,8	5	4,0	4,8	3,5	4,1	4,3	4,3
Сумма баллов   Score	16,9	16,8	22,5	18,5	23,7	20,3	23,6	18,3	20,9	21,2	21,2



Рисунок 4. Профилограмма комплексной органолептической оценки образцов «Кефаль жаренная под овощным маринадом су-вид»

Figure 4. Profilogram of complex organoleptic evaluation of samples "Grey mullet fried under vegetable marinade sous-vide"

С помощью ПО «STATGRAPHICS Plus Version 5.0» провели оптимизацию полученных результатов микробиологического исследования образцов. После получения уравнений регрессии, связывающих переменные, математическую модель оптимизировали с учётом отклика –

показатель КМАФАнМ (КОЕ/г) с целью определения оптимального режима тепловой обработки продукта.

При оптимизации определяли комбинацию экспериментальных факторов по заданному отклику. Следует отметить, что значения отклика КМАФАнМ (КОЕ/г) должно не превышать значение показателя  $2 \times 10^4$  КОЕ/г (для варено-мороженных и быстрозамороженных обеденных блюд). На основе полученных значений отклика, программа подбирает оптимальные значения, при которых соблюдаются данные условия: продолжительность обработки – 24 мин, температура –  $72^\circ\text{C}$ . Приготовленные образцы по рекомендуемым параметрам удовлетворяли органолептические и микробиологические показатели. Мясо рыб было нежное, с приятным сочным с приятным ароматом.

### Заключение

Применение математического моделирования технологических параметров позволило определить оптимальные безопасные параметры тепловой обработки (продолжительность – 24 мин и температуру –  $72^\circ\text{C}$ ) для кулинарных изделий из кефали-лобана по технологии су-вид.

### Литература

- 1 Carrascal J.R. Sous-vide cooking of meat: A Maillardized approach // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2019. V. 16. P. 100–108.
- 2 Mathias P.C. The quest for umami: Can sous vide contribute? // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2018. V. 13. P. 129–133.
- 3 Shengjian S.F. Texture, color and sensory evaluation of sous-vide cooked beef steaks processed using high pressure processing as method of microbial control // LWT. 2019. V. 103. P. 169–177.
- 4 Uttaro B. Efficacy of multi-stage sous-vide cooking on tenderness of low value beef muscles // Meat Science. 2019. V. 149. P. 40–46.
- 5 Stringer S.C. Predicting bacterial behaviour in sous vide food // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2018. V. 13. P. 117–128.
- 6 Cosansu S. Effect of grape seed extract on heat resistance of Clostridium perfringens vegetative cells in sous vide processed ground beef // Food Research International. 2019. V. 120. P. 33–37.
- 7 ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного Союза «О безопасности пищевой продукции». Электронный ресурс: ЦНТД «Регламент», 2012. 164 с.
- 8 Cui Z., Dubova H., Mo H. Effects of sous vide cooking on physicochemical properties of squid // Hygienic Engineering and Design. 2019. V. 29. P. 35–40.
- 9 Jandlová M., Jarošová A., Kameník J. The Effect of Final Heating on the Concentration of Phthalic Acid Esters by Sous-Vide Production // Materials Science Forum. Trans Tech Publications Ltd, 2019. V. 955. P. 80–85.
- 10 ТР ЕАЭС 040/2016. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции». URL: <http://docs.cntd.ru/document/420394425>

## References

- 1 Carrascal J.R. Sous-vide cooking of meat: A Maillardized approach. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2019. vol. 16. pp. 100–108.
- 2 Mathias P.C. The quest for umami: Can sous vide contribute? *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2018. vol. 13. pp. 129–133.
- 3 Shengjian S.F. Texture, color and sensory evaluation of sous-vide cooked beef steaks processed using high pressure processing as method of microbial control. *LWT*. 2019. vol. 103. pp. 169–177.
- 4 Uttaro B. Efficacy of multi-stage sous-vide cooking on tenderness of low value beef muscles. *Meat Science*. 2019. vol. 149. pp. 40–46.
- 5 Stringer S.C. Predicting bacterial behaviour in sous vide food. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2018. vol. 13. pp. 117–128.
- 6 Cosansu S. Effect of grape seed extract on heat resistance of *Clostridium perfringens* vegetative cells in sous vide processed ground beef. *Food Research International*. 2019. vol. 120. pp. 33–37.
- 7 TR TS 021/2011. Technical regulation of the Customs Union “On food safety”. *Elektrostat: TsNTD “Reglament”*, 2012. 164 p. (in Russian).
- 8 Cui Z., Dubova H., Mo H. Effects of sous vide cooking on physicochemical properties of squid. *Hygienic Engineering and Design*. 2019. vol. 29. pp. 35–40.
- 9 Jandlová M., Jarošová A., Kameník J. The Effect of Final Heating on the Concentration of Phthalic Acid Esters by Sous-Vide Production. *Materials Science Forum*. Trans Tech Publications Ltd, 2019. vol. 955. pp. 80–85.
- 10 TR EAEU 040/2016. Technical regulation of the Eurasian Economic Union “On the safety of fish and fish products”. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/420394425> (in Russian).

## Сведения об авторах

**Ольга Н. Кривонос** аспирант, кафедра технологии товаров и товароведения, Астраханский государственный технический, ул. Комарова, 26, г. Керчь, Республика Крым 298327, Россия, kryvonos.olga@mail.ru

**Наталья В. Долганова** д.т.н., профессор, кафедра технологии товаров и товароведения, Астраханский государственный технический университет, ул. Комарова, 26, г. Керчь, Республика Крым 298327, Россия, dolganova-natalya@ya.ru

**Валерия В. Богомолова** к.т.н., ведущий научный сотрудник, сектор технологий переработки водных биоресурсов, отдел «Керченский» Азово-Черноморский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, ул. Вишневая, 18, г. Керчь, Республика Крым, 298312, Россия, bogomolovavalery@ya.ru

## Information about authors

**Olga N. Krivonos** graduate student, technology of goods and commodity science department, Astrakhan State Technical University, Komarova, 26 Kerch, Krym, 298327, Russia, kryvonos.olga@mail.ru

**Natalya V. Dolganova** Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of goods and commodity science department, Astrakhan State Technical University, Komarova, 26 Kerch, Krym, 298327, Russia, dolganova-natalya@ya.ru

**Valeriya V. Bolomolova** Cand. Sci. (Engin.), leading researcher, sector of technologies for processing aquatic biological resources, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Vishnevaya st., 18, Kerch, Krym, 298312, Russia, bogomolovavalery@ya.ru

## Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

## Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 22/04/2019	После редакции 30/04/2020	Принята в печать 08/05/2020
Received 22/04/2019	Accepted in revised 30/04/2020	Accepted 08/05/2020