

УДК 664.951+006

Ю.В. Карпенко, Е.М. Панчишина, В.А. Скальская

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

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ РЫБНОЙ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ, ПОЛУЧЕННОЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ SOUS VIDE (СУ-ВИД)

Рассмотрены основные вопросы, связанные с применением технологии sous vide (низкотемпературная термическая обработка продукта в вакууме). Описаны достоинства и недостатки исследуемой технологии и варианты ее применения при производстве рыбных продуктов. В ходе исследования установлено влияние режимов термообработки кулинарной продукции на примере рыбы отварной на физико-химические и органолептические показатели. Выявлено, что применение технологии sous vide позволяет значительно сократить потери при кулинарной обработке и улучшить органолептические показатели готовой продукции. Представлены результаты исследования микробиологических показателей готовой продукции в хранении. Применение параметров термической обработки при использовании технологии sous vide, составляющих 50/40, 65/14 (температура/продолжительность, °С/мин), обеспечивает микробиологическую безопасность готовой продукции.

Ключевые слова: кулинарная продукция, sous vide, термическая обработка, качество, микробиологическая безопасность.

Ju.V. Karpenko, E.M. Panchishina, V.A. Skalskaya

THE EVALUATION OF QUALITY AND SAFETY INDICATORS READY-TO-EAT FISH PRODUCTS BY SOUS VIDE

The main issues of sous vide technology are considered, the advantages and disadvantages of this technology and its application options in the production of fish products are described. The influence of low-temperature heat treatment in vacuum of culinary products on the example of boiled fish on the physic, chemical and organoleptic characteristics has been established. It is revealed that the use of sous vide technology can significantly reduce losses during heat treatment and improve organoleptic characteristics. Assessment of the quality of finished products by microbiological indicator of safety in storage carried out. The use of sous vide heat treatment parameters of 50/40, 65/14 (temperature / duration, ° C / min) ensures the microbiological safety of the finished product.

Key words: ready-to-eat fish products, sous vide, heat treatment, quality, microbiological safety.

Современный темп жизни, высокие объемы потребления и уровень технологического прогресса обуславливают общую тенденцию к уменьшению продолжительности процессов, связанных как с производством пищевых продуктов, так и с их потреблением. Неуклонно продолжает расти рынок готовых к употреблению пищевых продуктов и полуфабрикатов. Пища должна оставаться сбалансированной, содержать весь набор полноценных и незаменимых компонентов, в том числе функциональных, для сохранения и улучшения здоровья, снижения риска развития алиментарных заболеваний, предотвращения или восполнения дефицита питательных веществ в организме человека.

Термическая обработка является одной из важнейших технологических операций, формирующей качество пищевого продукта и его стабильность в хранении. При термообработке происходят физико-химические и коллоидно-дисперсные изменения белков, связанные с денатурацией. При этом уплотняется консистенция продукта, происходит значительное отделение влаги и растворимых веществ [1], а значит, и снижение пищевой ценности продукта.

Использование щадящих режимов термообработки, контроль скорости нагрева позволяют сохранить пищевую ценность продукта, его усвояемость, снизить потери влаги и улучшить органолептические характеристики готового продукта [2].

Технология *sous vide* (фр. «под вакуумом») нашла достаточно высокое практическое применение в мясоперерабатывающей отрасли, а также в технологии общественного питания. Данная технология предусматривает производство пищевого продукта путем помещения его в полимерные структурированные многослойные пакеты, особенностью которых является их устойчивость к высоким температурам и длительной термической обработке, вакуумирования наполненного пакета и дальнейшую термическую обработку в воде или другой греющей среде. Особенностью технологии является более длительная продолжительность процесса при достаточно низкой и точно контролируемой температуре обработки продукта [3, 4]. Причем герметичная упаковка под вакуумом позволяет более эффективно происходить процессу теплопереноса от воды или пара в пищевой продукт. Следовательно, желаемая степень готовности всего объема продукта достигается без чрезмерного нагрева при оптимальных температурах в центре продукта [3].

Использование *sous vide* позволяет сохранить на максимально высоком уровне относительно традиционной термической обработки такие показатели качества продукта, как сочность, вкус и аромат, пищевую ценность; повысить биодоступность различных питательных веществ для организма человека; повысить сроки годности продукции за счет снижения обсемененности готового продукта; сократить потери массы в ходе технологического процесса; снизить окисление липидов; сократить объем закладки специй [5].

Однако недостатками данной технологии принято считать сложность обеспечения микробиологической безопасности продукта, которая, однако, решается использованием качественного сырья, применением герметичной упаковки, строго контролируемой температуры в течение заданного периода времени в ходе термической обработки, быстрым (шоковым) последующим охлаждением или замораживанием продукта перед этапом хранения, использованием консервирующих веществ в качестве дополнительных микробиологических барьеров [3].

В рыбной отрасли использование низкотемпературной тепловой обработки вакуумированных продуктов продолжает неуклонно расти. Так, разработаны и обоснованы технологии производства кулинарной продукции из пресноводных рыб, температурная обработка которых составила 75 ± 2 °C при продолжительности 25 ± 2 мин [6]. С использованием технологии *sous vide* разработаны рецептуры и технологии кулинарных изделий из кальмара и рыбы с комплексными растительными добавками [7], с использованием сока лайма в качестве консервирующего агента [4], разработан альтернативный способ термической обработки креветок [8]. Выявлено, что использование инновационной технологии *sous vide* позволяет повысить органолептические, структурно-механические и физико-химические показатели готовой продукции [9, 10].

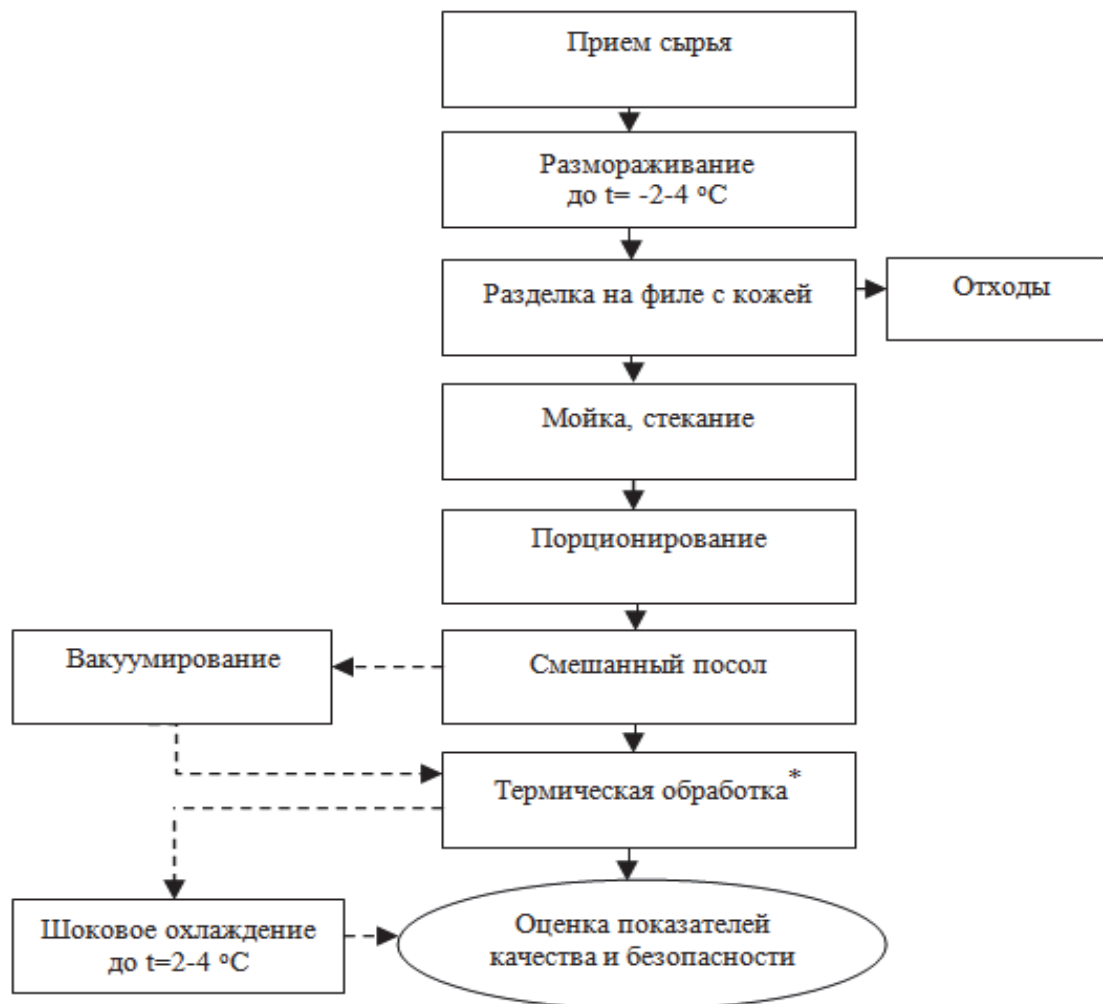
Произведенный сравнительный анализ массива данных о существующих параметрах термической обработки продуктов с использованием технологии *sous vide* [2, 4, 6, 7, 8, 12, 13, 14] позволил сделать вывод о том, что для обеспечения микробиологической безопасности кулинарного рыбного продукта технологические температурно-временные параметры термической обработки могут составлять соответственно 50/40, 65/14 (температура/продолжительность, °C/мин). Однако данные научной литературы о развитии микроорганизмов в процессе низкотемпературной тепловой обработки довольно ограничены [12].

Целью настоящей работы являлось проведение оценки показателей качества и безопасности рыбной кулинарной продукции на примере рыбы отварной, полученной по технологии *sous vide*.

В соответствии с поставленной целью предполагалось решение следующих задач:

- исследование влияния параметров термической обработки в образцах отварной рыбы на физико-химические и органолептические показатели качества;
- проведение оценки качества готовой продукции по микробиологическим показателям безопасности в хранении.

В качестве сырья для получения исследуемых образцов готовой продукции отварной рыбы использовали горбушу мороженую по ГОСТ 32366-2013. Вспомогательными материалами служили соль пищевая (ГОСТ Р 51574-2018), вода питьевая (СанПиН 2.1.4.1074-01), армированные трехслойные рулоны марки Caso для sous vide, плотностью 115 мкр. Технологическая схема отварной рыбы различными способами представлена на рис. 1.



Примечание. * – способы и режимы термической обработки представлены в табл. 1; пунктирной стрелкой указаны операции, характерные для технологии sous vide.

Рис. 1. Технологическая схема отварной рыбы с применением различных способов термической обработки

Fig. 1. Technological scheme of production of boiled fish

Таблица 1
Способы и режимы термической обработки при производстве отварной рыбы
Table 1

Heat treatment modes in the production of boiled fish

Способ термообработки	Вид теплоносителя	Температура, °C	Продолжительность, мин
Варка на пару	Насыщенный водяной пар	98±1,0	10–12
Варка в воде	Вода	96±2,0	10–12
Sous vide	Вода	50±0,5	40
	Вода	65±0,5	14

Температуру контролировали термометром Testo 826-T4.

Потери массы в ходе термической обработки в образцах вареной рыбы определяли как отношение массы куска рыбы до и после термической обработки, выраженное в процентах.

Содержание воды определяли общепринятым стандартным методом по ГОСТ 7636-85.

Органолептическую оценку качества готовой продукции проводили по ГОСТ 7631-2008 с использованием метода количественного описательного анализа (КОА) [15].

Экспертная оценка КОА проводилась с применением балльной шкалы (табл. 2), разработанной в соответствии с рекомендациями по описанию терминологии групповых и единичных дескрипторов [11]. Результаты сенсорной оценки оформляли в виде органолептических профилей.

Таблица 2

Балльная шкала для определения органолептических показателей образцов термически обработанной рыбы

Table 2

Sensory scale for determining the organoleptic characteristics of heat-treated fish samples

Групповой дескриптор	Единичный дескриптор	Словесная характеристика	Баллы
Внешний вид	Цвет	Светло-розовый	1
		Розоватый	2
		Розово-оранжевый	3
		Оранжевый	4
		Розовый	5
Запах	Степень сохранения запаха, свойственного данной продукции	Отсутствует	1
		Едва уловимый	2
		Незначительно выраженный	3
		Умеренно выраженный	4
		Значительно выраженный	5
Вкус	Степень сохранения вкуса, свойственного данной продукции	Отсутствует	1
		Едва уловимый	2
		Незначительно выраженный	3
		Умеренно выраженный	4
		Значительно выраженный	5
Консистенция	Плотность	Очень мягкая	1
		Мягкая	2
		Мягковатая	3
		Уплотненная	4
		Плотная	5
	Сочность	Сухая	1
		Суховатая	2
		Недостаточно сочная	3
		Очень сочная, водянистая	4
		Сочная	5
	Нежность	Жестковатая	1
		Слегка жестковатая	2
		Очень нежная, близкая к мажущей	3
		Нежность выражена недостаточно интенсивно	4
		Нежная	5

Согласно ТР ЕАЭС 040/2016 «Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» оценку микробиологических рисков учитывали по следующим показателям: количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) (ГОСТ 10444.15); наличие или отсутствие сульфитредуцирующих бактерий рода *Clostridium* (ГОСТ 29185), бактерий рода *Salmonella* (ГОСТ 31659), бактерий группы кишечных палочек (колиформные бактерии) (ГОСТ 31747), количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus* (ГОСТ 31746), а также микроорганизмов порчи (дрожжи и плесневые грибы) (ГОСТ 10444.12).

Микробиологические исследования проводились в динамике, т.е. в процессе хранения при температуре 4 ± 2 °С, периодичность контрольных точек которых определены по МУК 4.21847-04 «Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов».

Все исследования проводили в трехкратной последовательности. Статистическую обработку результатов исследования осуществляли на основе подсчета средних значений величин и стандартной средней ошибки.

Одним из положительных эффектов от применения технологии sous vide является более высокое содержание влаги в готовом продукте и снижение потерь тканевого сока относительно данных показателей в продукте, полученном путем традиционной термической обработки. Результаты исследований количества потерь тканевого сока при термообработке представлены в табл. 3 (в числителе даны значения потерь тканевого сока в зависимости от массы куска, в знаменателе – среднее значение).

Таблица 3

Потери массы при термообработке отварной рыбы различными способами варки

Table 3

Weight loss during heat treatment of boiled fish by various cooking methods

Способ термообработки	Масса кусков до термообработки, г	Масса кусков после термообработки, г	Потери при термообработке, %
Варка на пару	44,95–62,37	34,51–51,95	$\frac{16,70 - 23,23}{20,43}$
Варка в воде	52,0–73,0	38,61–57,16	$\frac{21,69 - 25,75}{23,22}$
Sous vide, 50/40	48,71–66,25	42,90–60,78	$\frac{8,26 - 16,37}{11,34}$
Sous vide, 65/14	50,56–85,10	45,07–62,37	$\frac{9,29 - 13,02}{11,21}$

Как видно из табличных данных, использование технологии sous vide обеспечивает значительное снижение потерь при термообработке – в 2 раза по сравнению с варкой в воде, в 1,5 раза – при термообработке на пару. Потери при термообработке исследуемых образцов продукции при использовании традиционного способа варки на пару или в воде обусловлены в основном отделением жидкой фазы, которая содержит минеральные вещества, некоторое количество (до 1,5 %) общего белка. Количество отделенного жира зависит от жирности сырья и может составлять до 2,5 % от массы сырья [16]. Полученные данные подтверждаются результатами исследований по определению содержания воды в образцах отварной рыбы после термической обработки (рис. 2).

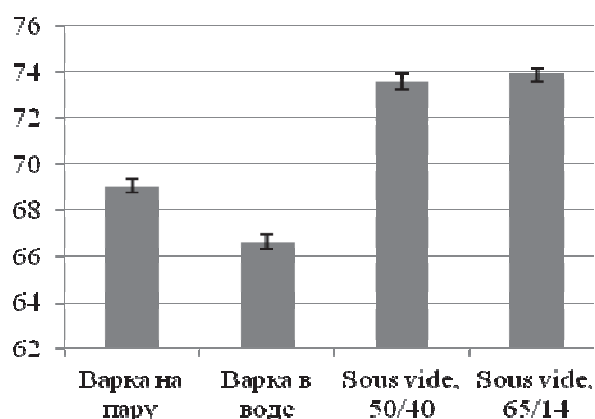


Рис. 2. Содержание воды в образцах отварной рыбы после термической обработки
 Fig. 2. Water content in samples of boiled fish after heat treatment

Результаты сенсорной оценки исследуемых образцов отварной рыбы, изготовленных с применением различных способов термической обработки, представлены на рис. 3 в виде органолептических профилей.

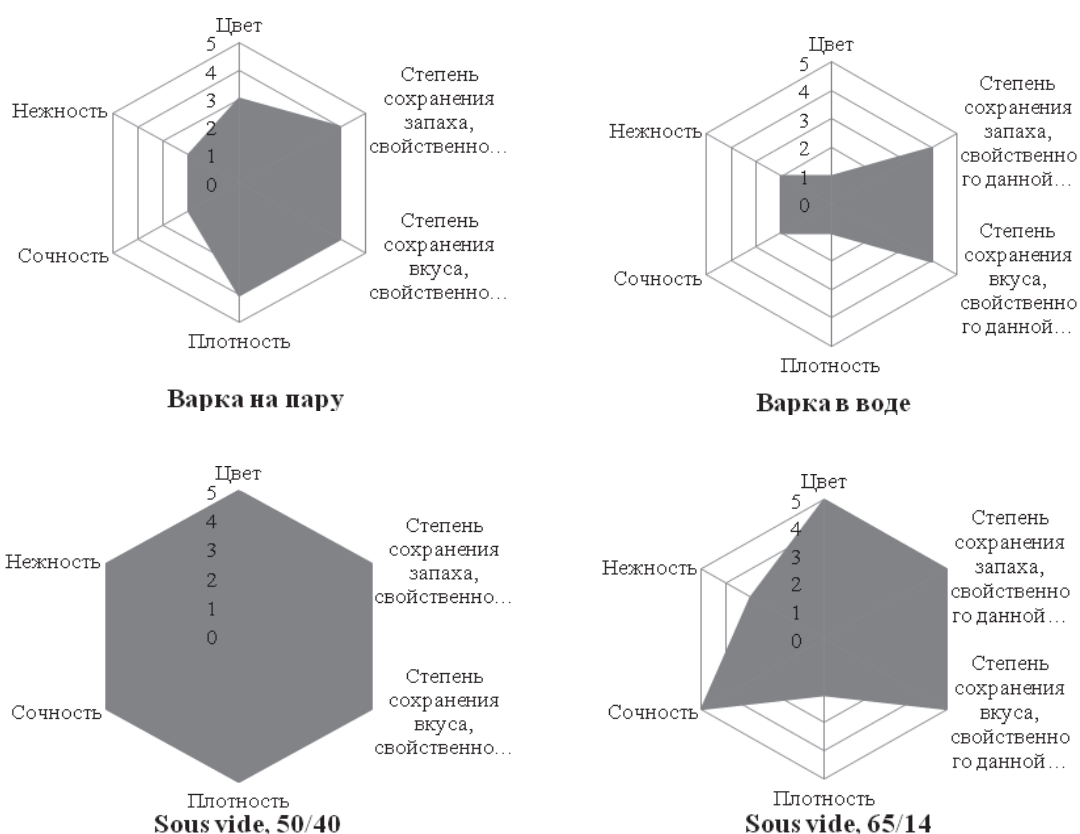


Рис. 3. Органолептические профили единичных дескрипторов образцов отварной рыбы с использованием различных способов термообработки
 Fig. 3. Organoleptic profiles of boiled fish single descriptors using various heat treatment methods

Как видно из рис. 3, в ходе дегустации наибольшее количество баллов получил образец отварной рыбы по технологии sous vide с параметрами 50/40 (мин/°C), который оценен экспертами как образец с наиболее приемлемыми органолептическими показателями, что согласуется с общеизвестными данными [3, 9, 10]. Основные изменения происходят с органолеп-

тическим показателем «консистенция», что согласуется с результатами физико-химических исследований. Единичные дескрипторы «плотность», «сочность» и «нежность», входящие в групповой дескриптор «консистенция», напрямую зависят от содержания воды в образцах продукта после термической обработки.

Формирование цвета готовой продукции обусловлено наличием в мышечной ткани рыбы природных пигментов, к которым относят каротиноиды, меланины, гемоглобин и некоторые другие химические соединения [11]. При традиционной термообработке в воде значительная часть чувствительных к свету, теплу и кислороду пигментов разрушается, незначительная их часть переходит в бульон (варочные воды), поэтому цвет такой рыбы характеризовался экспертами как светло-розовый или бледный. При варке на пару ассоциированные с белками пигменты мигрирует на поверхность рыбы, при этом происходит каскад сахараминных реакций с образованием розово-оранжевых и оранжевых продуктов реакции на поверхности куска рыбы. Используя технологию *sous vide*, можно избежать значительного изменения цвета готового продукта, а значит, сформировать положительную гедоническую оценку потребителя.

Результаты определения МАФАНМ исследуемых образцов отварной рыбы, полученных различными способами термической обработки, представлены на рис. 4.

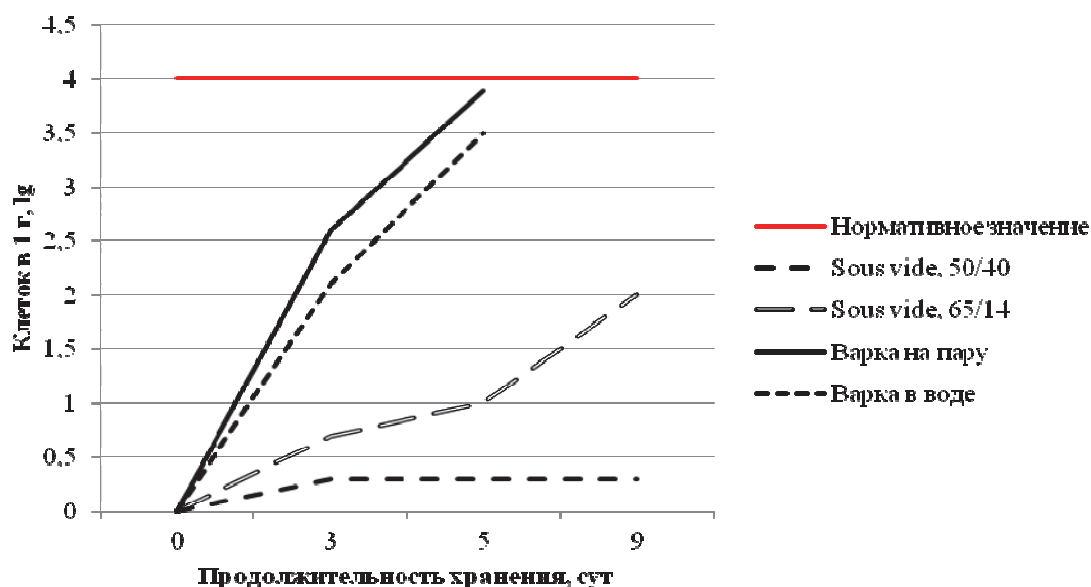


Рис. 4. Динамика численности МАФАНМ отварной рыбы в процессе хранения при температуре 4 ± 2 °С

Fig. 4. The dynamics of the mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms number of boiled fish during storage at 4 ± 2 °C

Данные рисунка свидетельствуют об отсутствии превышения нормативного значения численности микроорганизмов в образцах отварной рыбы, полученных различными способами термообработки. Тем не менее в образцах отварной рыбы, изготовленной по традиционной технологии с применением пара и воды в качестве теплоносителей, наблюдается интенсивный рост микроорганизмов, и уже на пятые сутки уровень численности популяции достигает предельно допустимого значения.

БГКП, *S.aureus*, *Clostridium spp.*, *Salmonella spp.*, дрожжи и плесневые грибы в нормируемых объемах всех образцов отварной рыбы не обнаружены.

При термической обработке по технологии *sous vide* одним из важнейших критериев сохранения качества готовой продукции и его микробиологической безопасности является строго контролируемая температура термообработки в течение заданного периода времени, а

также качество сырья. Нарушение технологического режима термической обработки при переработке некачественного сырья может спровоцировать рост и развитие микроорганизмов.

Известные литературные сведения [13] стали предпосылкой для проведения модельного эксперимента с нарушенными технологическими параметрами термической обработки для выявления микробиологических рисков при производстве продукции по исследуемой технологии *sous vide*.

Так, в лабораторных условиях нами проведено моделирование технологического режима с нарушенными температурно-временными параметрами, при этом отклонение от заданной температуры составило 3°C , т.е. $65 \pm 3^{\circ}\text{C}$. При этом продолжительность процесса увеличили на 10–15 мин с соответствии с рекомендациями [12].

При посеве полученных образцов на дифференциально-диагностические среды Плоскирева и Эндо в контролируемой навеске (25 г) обнаружены колонии микроорганизмов по морфологическим признакам, которые характерны для рода *Salmonella* spp. – от светлорозового до розового цвета с блестящим налетом (рис. 5).

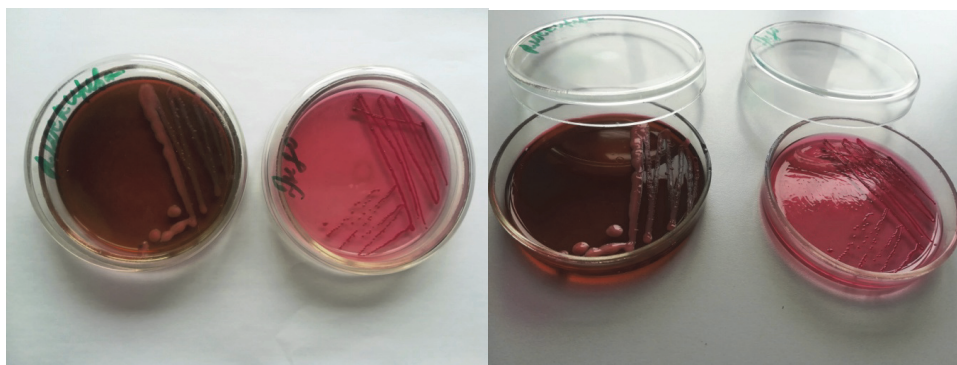


Рис. 5. Культуральный рост выделенных микроорганизмов на дифференциально-диагностических средах Плоскирева и Эндо

Fig. 5. Cultural growth of isolated microorganisms on Ploskirev and Endo differential diagnostic media

Известно, что бактерии рода *Salmonella* представляют собой грамотрицательные (Гр(-)) палочки с закругленными концами, однако в результате проведенных нами морфологических исследований с помощью микроскопии установлено, что выделенные бактерии являются смешанной культурой грамположительной (Гр(+)) палочковидной и кокковой форм (рис. 6).

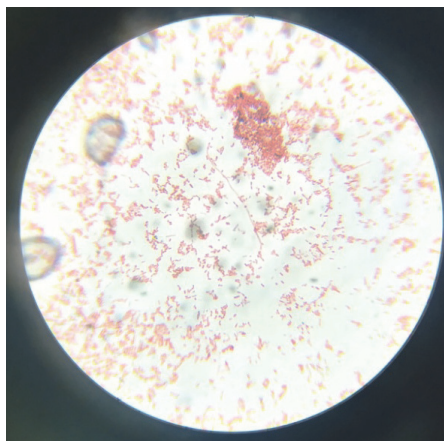


Рис. 6. Микроскопическая картина выделенных микроорганизмов

Fig. 6. Microscope image of isolated microorganisms

Дальнейшие исследования по идентификации выделенных бактерий не проводились.

Таким образом, даже незначительное изменение температуры при термической обработке способом *sous vide* может спровоцировать рост и развитие микроорганизмов, что может привести к снижению доброкачественности готовой продукции.

В ходе исследований проведена оценка показателей качества и безопасности рыбной кулинарной продукции на примере рыбы отварной, полученной по традиционной технологии варкой в воде и на пару и по технологии *sous vide* (низкотемпературная обработка продукта в вакууме).

Результаты сравнительного анализа показателей качества и безопасности кулинарной продукции показали, что при использовании технологии *sous vide* потери при термообработке снижаются в 1,5–2,0 раза при сравнении с образцами, изготовленными традиционным способом.

Проведенные органолептические исследования показали, что образцы отварной рыбы, изготовленные способом *sous vide*, получили более высокие показатели по групповым дескрипторам «консистенция», что подтверждается исследованиями по установлению содержания воды в образцах, и «внешний вид».

Применение температурно-временных параметров термической обработки при использовании технологии *sous vide*, составляющие 50/40, 65/14 (температура/продолжительность, °С/мин), обеспечивают микробиологическую безопасность готовой продукции. Однако отклонение от исследованных технологических параметров приводит к изменению микробного фона, которое может привести к снижению доброкачественности готовой продукции.

Оценка микробиологических параметров в хранении показала, что использование технологии *sous vide* позволит увеличить срок годности кулинарной продукции до 5 сут, тогда как срок годности аналогичного продукта, термическая обработка которого осуществляется традиционным способом, составляет 36 ч.

Таким образом, использование технологии *sous vide* при строго контролируемой температуре термообработки качественного сырья в течение заданного периода времени позволяет сохранить на высоком уровне органолептические показатели кулинарной продукции, повысить сроки годности за счет снижения обсемененности путем применения вакуумирования и герметичной упаковки продукта и сократить потери массы при термообработке.

Список литературы

1. Богданов В.Д., Гусева Л.Б. Совершенствование процесса термообработки рыбных фаршевых кулинарных продуктов // Науч. тр. Дальрыбвтуза, 2014. Т. 31. С. 88–94.
2. Bansal V., Siddiqui M.W., Rahman Sh. Minimally processed foods: overview. In *minimally processed foods. Technologies for safety, quality and convenience*. Switzerland: Food engineering series, 2015. 313 p.
3. Фофанова Т.С. Технология су-вид – некоторые аспекты качества и микробиологической безопасности // Теория и практика переработки мяса. 2018. № 1. С. 59–68.
4. Matiyaschuk E.V., Ashmarina G.P., Skrebets A.S. Приготування риби за технологією «*sous vide*» // Научный взгляд в будущее. 2018. Т.1, № 8. С. 33–43.
5. Карпов Д.В., Глебова Н.В. Альтернативные способы тепловой обработки продуктов // Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма: материалы V Междунар. студенч. интернет-конф. 2017. С. 130–133.
6. Тимошенкова И.А., Москвичева Е.В., Евелева В.В. К обоснованию технологии кулинарных изделий из пресноводных рыб, упакованных под вакуумом // Междунар. науч.-исследоват. журн. 2016. № 12, ч. 3. С. 186–190.

7. Мацейчик И.В., Корпачева С.М., Сапожников А.Н. Совершенствование технологии кулинарных изделий из рыбы и морепродуктов // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2015. № 4. С. 31–39.

8. Купцов Р.П. Альтернативный способ термической обработки креветок // Human Progress. 2017. Т. 3, № 12. 5 с.

9. Медянская О.А. Инновационные технологии в индустриальном производстве рыбной кулинарной продукции // Науч. вестн. Государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт». 2016. Т. 2. С. 115–119.

10. Лисиченок О.В., Коршунова В.В., Ворожейкина Н.Г., Тарабанова Е.В. Влияние методов тепловой обработки на пищевую ценность кулинарной продукции из рыбы // Вестн. Новосибир. гос. аграрного ун-та. 2014. № 4. С. 100–104.

11. Ким Г.Н., Ким И.Н., Сафронова Т.М., Мегеда Е.В. Сенсорный анализ продуктов переработки рыбы и беспозвоночных. СПб.: Изд-во «Лань», 2014. 512 с.

12. Sous vide – Food safety precaution for restaurants CP058/1207 // NSW Government Food Authority.

13. Baldwin D. E. A practical guide to sous vide cooking (version 0.4i dated 9 September 2011). Режим доступа: <http://www.douglasbaldwin.com/sous-vide.html>.

14. Cosansu S., Mol S., Alakavuk D. U., Ozturan S. (2013). The effect of lemon juice on shelf life of sous vide packaged whiting (*Merlangius merlangus euxinus*, Nordmann, 1840) // Food and Bioprocess Technology. 2013. Vol. 6. I. 1. P. 283–289.

15. Сафронова Т.М., Панчишина Е.М. Органолептический профиль пищевого продукта: Объективизация метода оценки // Изв. вузов. Пищ. технология. 2017. № 4(358). С. 88–91.

16. Тюльзнер М., Кох М. Технология рыбопереработки. СПб.: Профессия, 2011. 404 с.

Сведения об авторах: Карпенко Юлия Валериевна, ассистент, e-mail: bozhuk@mail.ru;
Панчишина Екатерина Мироновна, кандидат технических наук, доцент;
Скальская Вероника Анатольевна.