

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ СОЛЕННОЙ ПИЩЕВОЙ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ

Сулдина Екатерина Владимировна, ассистент кафедры «Микробиология, вирусология, эпизоотология и ветеринарно-санитарная экспертиза»

Мерчина Светлана Васильевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Микробиология, вирусология, эпизоотология и ветеринарно-санитарная экспертиза»

Молофеева Надежда Ивановна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Микробиология, вирусология, эпизоотология и ветеринарно-санитарная экспертиза»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017. г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; 89374545651

e-mail: e.suldina2006@yandex.ru

Ключевые слова: идентификация, безопасность, рыба, соленая рыба, лососевые, семга, форель, кижуч, голец, кета, нерка, ПЦР, *Salmo salar*

По опубликованным литературным данным, благодаря последовательным слаженным действиям надзорных органов в 2022 году общее количество случаев фальсификации рыбной продукции сократилось до 11,8%. Целью исследований стала идентификация 10 образцов соленой пищевой рыбной продукции - лосось атлантический (сёмга) слабосоленый филе-кусочек различных товаропроизводителей. Исследования рыбной продукции проводили согласно действующему Техническому регламенту ЕАЭС 040/2016. Авторами не установлено фальсификации при оценке наименований, визуальном осмотре и проведении органолептических исследований. При анализе данных аналитических исследований установлено, что показатели свежести изучаемой соленой пищевой рыбной продукции не выходят за границы нормы, в то время, как содержание поваренной соли превышено относительно заявленной характеристики «слабосоленая» в 40% образцов. При проведении микробиологических исследований установлено, что показатель КМАФАнМ превышен относительно нормы 5×10^4 во всех исследуемых образцах. Наличие БГКП, *S. aureus*, *V.parahaemolyticus* и *L.monocytogenes* в образцах не установлено. Видовую идентификацию соленой пищевой рыбной продукции на соответствие заявленным характеристикам лосось атлантический (сёмга) проводили, используя готовые комплекты для обнаружения ДНК рыб семейства лососёвых и дифференциации видов. Установили, что все образцы принадлежат к виду сёмга (*Salmo salar*). По результатам проведенных исследований можно отметить, что микробная обсемененность всех исследуемых образцов превышает микробиологические нормативы безопасности пищевой рыбной продукции, что в целом не повлияло на изменение физико-химических свойств продукции и не привело к развитию патогенных микроорганизмов.

Введение

По данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации рынок рыбных продуктов в стране сбалансирован и стабилен, а уровень самообеспеченности рыбой по результатам 2022 года составил более 150%, что значительно превышает показатель, установленный Доктриной продовольственной безопасности (85 %) [1].

Однако, несмотря на достаточное количество рыбных продуктов на российском рынке, остается целый ряд критических точек в этой отрасли экономики, включая: качество реализуемой продукции, ее безопасность и соответствие заявленным товаропроизводителем характеристикам [2].

Так, ориентируясь на совокупность опубликованных данных, можно утверждать, что до 2016 года уровень ассортиментной фальсификации на рыбном рынке составлял порядка 38 %. Благодаря скоординированным последовательным действиям со стороны надзорных органов:

Россельхознадзора, Рыбного союза, Роскачества, Национального центра безопасности продукции водного промысла и аквакультуры и Ассоциации компаний розничной торговли в 2022 году общее количество случаев подмены сократилось до 11,8 % [3].

В связи с этим целью наших исследований стала органолептическая и аналитическая идентификация соленой пищевой рыбной продукции - лосось атлантический (сёмга) слабосоленый филе-кусочек.

Материалы и методы исследований

10 образцов солёной пищевой рыбной продукции - лосось атлантический (сёмга) слабосоленый филе-кусочек различных производителей были приобретены на рынках и в крупных торговых сетях г. Ульяновска, Ульяновской области. Все образцы находились в пределах срока годности.

Питательные среды и реактивы:

Мясопептонный агар (Nutrient Agar, India), мясопептонный бульон (Nutrient Broth, India);

Таблица 1

Исследование органолептических свойств образцов соленой рыбной пищевой продукции - лосось атлантический (сёмга) слабосоленый филе-кусок

№ образца	Цвет	Запах	Консистенция	Вкус	Проба варкой
1	Бледно-оранжевый	Аромат присущий рыбному	плотная	Приятный	Прозрачный бульон с крупными хлопьями и каплями жира
2	Бледно-оранжевый	Аромат присущий рыбному	плотная	Приятный	Мутный бульон с крупными хлопьями и мелкими каплями жира
3	Бледно-оранжевый	Аромат присущий рыбному	плотная	Приятный	Прозрачный бульон с мелкими хлопьями и очень крупными каплями жира
4	Бледно-розовый	Аромат присущий рыбному	Дряблая, мягкая	Приятный	Прозрачный бульон с крупными хлопьями и крупными каплями жира
5	Ярко-оранжевый	Аромат присущий рыбному	Дряблая, мягкая	Приятный	Прозрачный бульон с хлопьями и каплями жира на поверхности
6	Оранжево-красный	Аромат присущий рыбному	Дряблая, мягкая	Приятный	Прозрачный бульон не имеет хлопьев и крупными каплями жира
7	Бледно-красный	Аромат присущий рыбному	Дряблая, мягкая	Приятный	Прозрачный бульон с крупными хлопьями и мелкими каплями жира
8	Бледно-красный	Не имеет выраженного аромата	Дряблая, мягкая	Приятный	Мутный бульон с мелкими хлопьями и бледными каплями жира
9	Бледно-розовый	Аромат присущий рыбному	Дряблая, мягкая	Приятный	Прозрачный бульон с крупными хлопьями и крупными каплями жира на поверхности
10	Бледно-оранжевый	Не имеет выраженного аромата	Дряблая, мягкая	Приятный	Мутноватый бульон с мелкими хлопьями и крупными каплями жира на поверхности

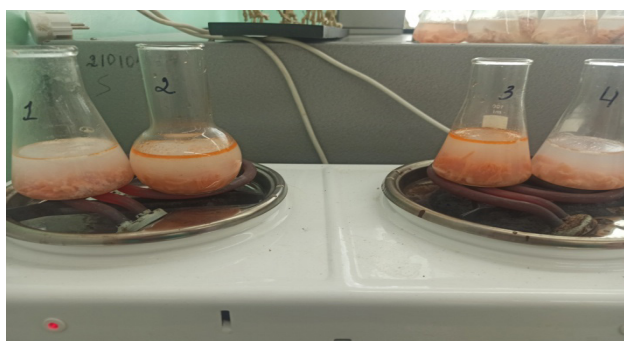


Рис.1 – Проба варкой образцы 1-4

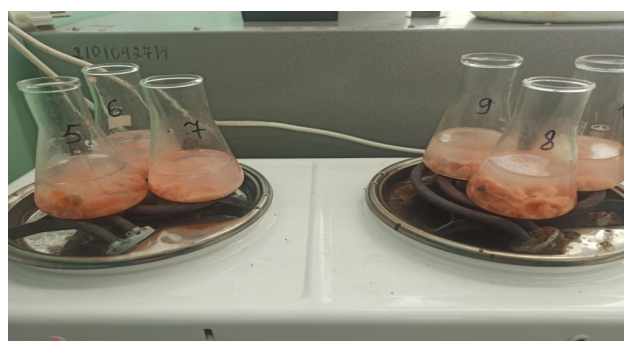


Рис.2 – Проба варкой образцы 5-10

агар - агар (Agar Agar, India), Оксфорд агар (Listeria Oxford Medium Base, India) с селективной добавкой, хромогенный агар (Chromogenic Listeria Agar Base India) с комплектом селективных добавок, основа бульона Фрейзера (Fraser Broth Base HiMedia) с селективными добавками, Среда №2 Сабуро для выращивания грибов (ФБУН ГНЦ ПМБ), Стафилококк-агар (ФБУН ГНЦ ПМБ), HiCrome UTI Agar, Modified (HiMedia), E.coli-coliforms chromogenic medium (Pronadisa).

Набор реагентов для выделения ДНК, «Сорб-ГМО-Б» (Синтол, г. Москва), который сочетает в себе метод СТАВ регламентированный МР 4.2.0019-11 и метод выделения ДНК путем ее сорбции на частицах кремниевого сорбента.

Наборы реагентов для обнаружения ДНК рыб семейства лососёвых и дифференциации видов: гольца (*Salvelinus* spp), кижуча (*Oncorhynchus kisutch*) и сёмги (*Salmo salar*)

«*Salvelinus* spp / *Oncorhynchus kisutch* / *Salmo salar* Ident RT multiplex» и горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*), кеты (*Oncorhynchus keta*) и нерки (*Oncorhynchus nerka*) «*Oncorhynchus gorbuscha* / *Oncorhynchus keta* / *Oncorhynchus nerka* Ident RT multiplex» (Синтол, г. Москва).

Исследования рыбной продукции проводили согласно действующему Техническому регламенту Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016) [4].

Работа выполнена на базе кафедры микробиологии, вирусологии, эпизоотологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ и ОГБУ Мелекесский центр ветеринарии и безопасности продовольствия им. С. Г. Дырченкова.

Результаты исследований

На первом этапе исследований нами была

проведена идентификация приобретенной соленой рыбной пищевой продукции по наименованию, визуально и органолептическими методами. Все отобранные образцы оценивались по критериям: цвет, запах, консистенция, вкус, свежесть (проба варкой). Результаты представлены в таблице 1 и на рисунках 1-2.

Далее проводили идентификацию соленой рыбной пищевой продукции аналитическими методами, которые включали проверку соответствия полученных в ходе исследования показателей признакам, указанным в Техническом регламенте [4].

Водородный показатель pH определяли с помощью электрического pH метра ИТ-1101. Нормальный показатель для пищевой продукции из рыбы семейства лососевых 6,1-6,3, доходит до значения 6,9. У товара сомнительной свежести – pH=7,0–7,2, у несвежей – pH = 7,3 и выше.

Результаты измерения водородного показателя 10 образцов соленой рыбной пищевой продукции представлены на рисунке 3.

Показатели свежести изучаемой продукции устанавливали также в реакции с сернокислой медью, определением содержания аминок-аммиачного азота (рис. 4) и с помощью люминисцентной спектроскопии. Наличие в образцах продуктов первичного распада белков не обнаружено.

Исследованию на содержание поваренной соли подлежит вся соленая рыбная пищевая продукция. Характеристика «слабосоленая» свойственна рыбной продукции с процентным содержанием соли 6-10, средне-соленая – 10-14, крепосоленая – больше 14. Результаты представлены на рисунке 5.

Содержание поваренной соли было превышено относительно заявленной характеристики «слабосоленая» в 40% образцов.

Определение мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определяли путем посева последовательных 10-кратных разведений образцов соленой рыбной пищевой продукции на мясопептонный агар с последующим выращиванием в условиях термостата в течении суток и перерасчетом по выросшим колонеобразующим единицам количества мезофильных микробов - аэробов и факультативных анаэробов на 1 г продукта. Установлено, что во всех образцах показатель КМАФАнМ превышен относительно нормы 5×10^4 (рис. 6).

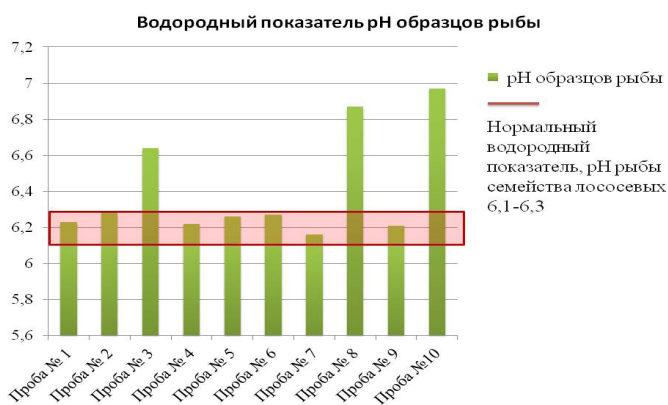


Рис. 3 – Результаты определения pH в образцах соленой рыбной пищевой продукции

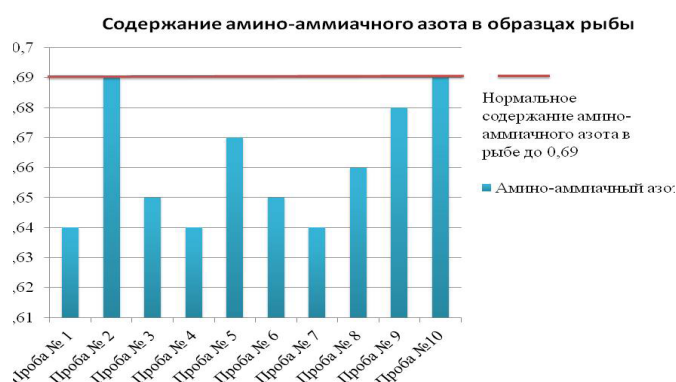


Рис. 4 – Содержание аминок-аммиачного азота в образцах соленой рыбной пищевой продукции

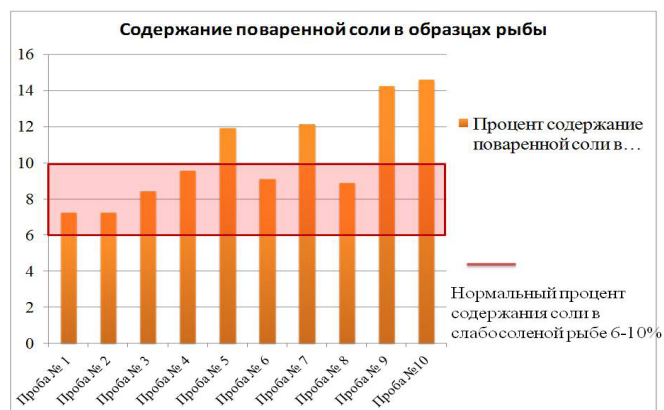


Рис. 5 – Определение содержания поваренной соли в образцах соленой рыбной пищевой продукции

Присутствие в образцах бактерий группы кишечной палочки, *S. aureus* и *V. parahaemolyticus* не установлено.

Для выявления листерий использовали среду накопления – бульон Фрейзера и хромогенный агар ALOA (рис. 7). В образце №8 обна-

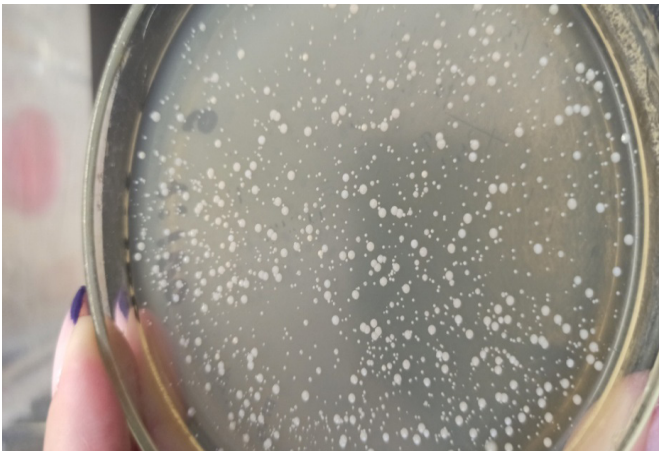


Рис. 6 – Результаты определения КМАФАНМ в образце № 6

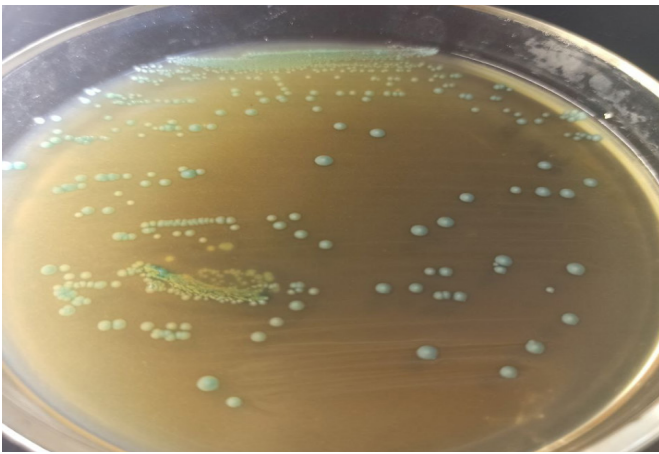


Рис. 7 – Результаты определения L.monocytogenes в образце № 8

ружены бактерии *Listeris spp.*, однако наличие патогенных *L.monocytogenes* не установлено.

Видовую идентификацию образцов соленой пищевой рыбной продукции на соответствие заявленным характеристикам лосось атлантический (сёмга) проводили, используя готовые комплекты для выделения ДНК «Сорб-

ГМО-Б» и обнаружения ДНК рыб семейства лососёвых и дифференциации видов производства Синтол на амплификаторе ДТ-96. Учет результатов осуществляли в соответствии с инструкцией к наборам и прибору. Результаты представлены на рисунке 8. Установили, что все образцы принадлежат к виду сёмга (*Salmo salar*).

Таким образом, в результате проведенной видовой идентификации образцов соленой пищевой рыбной продукции методом ПЦР-РВ установили, что все образцы принадлежат к виду сёмга (*Salmo salar*).

Обсуждение

Идентификация видов рыбы и рыбной продукции стала международной проблемой главным образом из-за широко распространенных сообщений о случаях фальсификации, когда дорогие или пользующиеся высоким спросом виды рыбы заменяются более дешевыми или более доступными [5-10]. В среднем такое мошенническое поведение товаропроизводителей при реализации продуктов рыбоводства составляет 30%, о чем сообщается в исследовании Pardo M. Á. et al., при этом диапазон распространенности фальсификата может варьироваться от менее ,чем 5% до 100% [11]. В связи с возросшей осведомленностью о мошенничестве с продуктами питания [12] борьба с ним в рыбном секторе крайне необходима с целью поддержки справедливой торговли и защиты прав потребителей.

Идентификация видов рыб может быть достигнута с использованием нескольких аналитических методик, наиболее широко используемыми из которых являются методы на основе ДНК [13]. Так, с момента разработки полимеразной цепной реакции (ПЦР) было предложено большое разнообразие методов диагностики, таких как штрих-кодирование ДНК, ПЦР в реальном

Номер лунки	Идентификатор пробирки	Ср. Fam	Ср. Hex	Ср. Rox
F2	Образец_1		28,1	
F3	Образец_2		26,3	
F4	Образец_3		28,7	
F5	Образец_4		17,4	
F6	Образец_5		17,7	
F7	Образец_6		16,3	
F8	Образец_7		19,3	
F9	Образец_8		19,2	
G4	Образец_9		20,3	
G5	Образец_10		19,4	
G3	К+ (ДНК рыб)	27,6	24,2	12,2
G2	К- (ДНК рыб)			

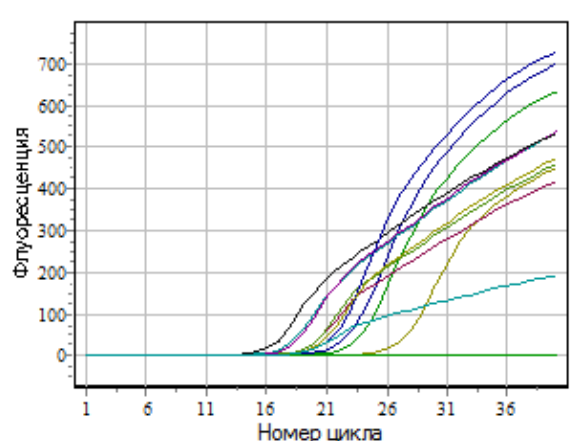


Рис. 8 - Результаты видовой идентификации образцов соленой пищевой рыбной продукции методом ПЦР-РВ

времени и мультиплексная ПЦР [14]. Более того, с использованием существующей базы данных последовательностей ДНК подбор видоспецифичных праймеров становится более доступным, а их использование позволяет легко обнаруживать целевые виды [15-16]. Тем не менее существенным неудобством всех этих методов, основанных на ПЦР, является необходимость использования дорогостоящего оборудования и привлечения квалифицированных экспертов для анализа данных.

В настоящее время на российском рынке представлен ряд коммерческих наборов для обнаружения ДНК рыб семейства лососёвых в мультиплексной ПЦР. Однако, стоит отметить, что для данного вида исследований более удобным может стать метод петлевой изотермической амплификации (LAMP). Благодаря своим преимуществам (скорость получения результата, простота использования, высокая чувствительность, возможность применения на месте) LAMP широко используется в клинической диагностике и при выявлении патогенов. В последние годы в нескольких исследованиях метод петлевой изотермической амплификации использовался также для определения подлинности пищевых продуктов, включая идентификацию ингредиентов из свинины [17], курицы [18] и конины [19] в переработанных мясных продуктах, что подтверждает возможность применения данного метода и для идентификации рыбы в рыбных продуктах.

Заключение

По результатам проведенных исследований можно отметить, что микробная обсемененность всех исследуемых образцов превышает микробиологические нормативы безопасности пищевой рыбной продукции, что в целом не повлияло на изменение физико-химических свойств продукции и не привело к развитию патогенных микроорганизмов.

Библиографический список

1. Дайджест «Рыба»: основным рынком сбыта российской рыбной продукции остается Китай / «Центр Агроаналитики» - 30.03.2023 - URL: <https://specagro.ru/analytics/202303/daydzhest-ryba-osnovnym-rynkom-sbyta-rossiyskoj-rybnoy-produkcii-ostaetsya-kitay>
2. Оценка продовольственной безопасности России / И. Н. Сафиуллин, Б. Г. Зиганшин, Э. Ф. Амирова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16. – № 2(62). – С. 124-132. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-124-132. – EDN FKWBPM.
3. Fishnews: «В борьбе с фальсификатом важна системная работа» - 14.01.2022 - URL: https://рыбныйсоюз.рф/press-center/news/fishnews-v-borbe-s-falsifikatom-vazhna-sistemnaya-rabota/?sphrase_id=17
4. ТР ЕАЭС 040/2016. Технический регламент Евразийского экономического союза. О безопасности рыбы и рыбной продукции: утвержден Решением Совета Евразийской экономической комиссии 18.10.2016 № 162 (вступ. в силу с 01.09.2017). – Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Cline, E. Marketplace substitution of Atlantic salmon for Pacific salmon in Washington State detected by DNA barcoding / E. Cline // Food Research International. – 2012. – Т. 45. – №. 1. – С. 388-393.
6. Günther, B. Full-length and mini-length DNA barcoding for the identification of seafood commercially traded in Germany / B. Günther, M. J. Raupach, T. Knebelberger // Food Control. – 2017. – Т. 73. – С. 922-929.
7. Pollack, S. J. et al. Evaluation of DNA barcoding methodologies for the identification of fish species in cooked products // Food Control. – 2018. – Т. 84. – С. 297-304.
8. Saull, J. et al. The detection of Atlantic cod (*Gadus morhua*) using loop mediated isothermal amplification in conjunction with a simplified DNA extraction process // Food Control. – 2016. – Т. 59. – С. 306-313.
9. Xiong, X. et al. DNA barcoding reveals chaotic labeling and misrepresentation of cod products sold on the Chinese market // Food Control. – 2016. – Т. 60. – С. 519-532.
10. Xiong, X. et al. Multiple fish species identified from China's roasted Xue Yu fillet products using DNA and mini-DNA barcoding: Implications on human health and marine sustainability // Food Control. – 2018. – Т. 88. – С. 123-130.
11. Pardo, M. Á. et al. DNA barcoding revealing mislabeling of seafood in European mass caterings // Food Control. – 2018. – Т. 92. – С. 7-16.
12. Spink, J. W. The current state of food fraud prevention: overview and requirements to address 'How to Start?' and 'How Much is Enough?' // Current Opinion in Food Science. – 2019. – Т. 27. – С. 130-138.
13. Böhme, K. et al. Review of recent DNA-based methods for main food-authentication topics // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2019. – Т. 67. – №. 14. – С. 3854-3864.
14. Gopi, K. et al. Determining the provenance and authenticity of seafood: A review of current methodologies // Trends in Food Science & Technology.

– 2019. – T. 91. – C. 294-304.

15. Kang, T. S. Basic principles for developing real-time PCR methods used in food analysis: A review //Trends in Food Science & Technology. – 2019. – T. 91. – C. 574-585.

16. Quek, M. C. et al. Molecular identification of species and production origins of edible bird's nest using FINS and SYBR green I based real-time PCR // Food Control. – 2018. – T. 84. – C. 118-127.

17. Liu, R. et al. A simple isothermal nucleic acid amplification method for the effective on-site

identification for adulteration of pork source in mutton // Food Control. – 2019. – T. 98. – C. 297-302.

18. Sul, S. Y. Development of a direct loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assay for rapid and simple on-site detection of chicken in processed meat products / S. Y. Sul, M. J. Kim, H. Y. Kim // Food Control. – 2019. – T. 98. – C. 194-199.

19. Aartse .A. et al. Evaluation of a loop-mediated isothermal amplification (LAMP) method for rapid on-site detection of horse meat //Food Control. – 2017. – T. 81. – C. 9-15.

IDENTIFICATION AND SAFETY OF SALTED FOOD FISH PRODUCTS

**Suldina E.V., Merchina S.V., Molofeeva N.I.,
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ulyanovsk State Agrarian University
432017. Ulyanovsk, Novyi Venets boulevard, 1; 89374545651
e-mail: e.suldina2006@yandex.ru**

Key words: Identification, safety, fish, salted fish, salmonids, salmon, trout, coho salmon, char, chum salmon, sockeye salmon, PCR, *Salmo salar*

According to published literature data, thanks to consistent coordinated actions of supervisory authorities in 2022, the total number of cases of falsification of fish products decreased to 11.8%. The aim of the research was to identify 10 samples of salted fish food products - Atlantic salmon (*salmon*) slightly salted fillet-piece of various producers. Studies of fish products were carried out in accordance with the current Technical Regulations of the EAEU 040/2016. The authors did not establish falsification in evaluation of names, visual inspection and organoleptic studies. When analyzing the data of analytical studies, it was found that the freshness parameters of the studied salted fish food products did not go beyond the limits of the norm, while the content of salt was exceeded in relation to the declared characteristic "lightly salted" in 40% of the samples. When conducting microbiological studies, it was found that the QMA&OAMO index exceeded the norm by 5×10^4 in all the studied samples. The presence of coliform bacteria, *S. aureus*, *V. parahaemolyticus* and *L. monocytogenes* in the samples was not established. Species identification of salted fish food products for compliance with the declared characteristics of Atlantic salmonids (*salmon*) was carried out using ready-made kits for detecting DNA of fish of the salmon family and differentiating of species. It was established that all samples belong to salmon species (*Salmo salar*). According to the results of the studies, it can be noted that microbial contamination of all the studied samples exceeds the microbiological safety standards for fish food products, which in general did not affect the change of physical and chemical properties of the product and did not lead to development of pathogenic microorganisms.

Bibliography:

1. Digest "Fish": China remains the main market for Russian fish products / Center for Agroanalytics - 30.03.2023 - URL: <https://specagro.ru/analytics/202303/daydzhest-ryba-osnovnym-ryнком-sbyta-rossiyskoy-rybnoy-produkcii-ostaetsya-kitay>
2. Assessment of food security in Russia / I. N. Safullin, B. G. Ziganshin, E. F. Amirova [et al.] // Vestnik of Kazan State Agrarian University. - 2021. - V. 16. - № 2 (62). - S. 124-132. - DOI 10.12737/2073-0462-2021-124-132. - EDN FKWBPB.
3. Fishnews: "Systemic work is important in fight against counterfeit products" - 01/14/2022 - URL: https://rybnyuz.rf/press-center/news/fishnews-v-borbe-s-falsifikatom-vazhna-sistemnaya-rabota/?sphrase_id=17
4. TR EAEU 040/2016. Technical regulations of the Eurasian Economic Union. On the safety of fish and fish products: approved by the Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission on October 18, 2016 № 162 (put into force on September 1, 2017). – Access from the legal reference system "ConsultantPlus".
5. Cline E. Marketplace substitution of Atlantic salmon for Pacific salmon in Washington State detected by DNA barcoding //Food Research International. - 2012. - V. 45. - № 1. - P. 388-393.
6. Günther, B. Full-length and mini-length DNA barcoding for the identification of seafood commercially traded in Germany / B. Günther, M. J. Raupach, T. Knebelberger //Food Control. – 2017. – T. 73. – C. 922-929.
7. Pollack, S. J. et al. Evaluation of DNA barcoding methodologies for the identification of fish species in cooked products //Food Control. – 2018. – T. 84. – C. 297-3048.
8. Saull, J. et al. The detection of Atlantic cod (*Gadus morhua*) using loop mediated isothermal amplification in conjunction with a simplified DNA extraction process //Food Control. – 2016. – T. 59. – C. 306-313.
9. Xiong X. et al. Multiple fish species identified from China's roasted Xue Yu fillet products using DNA and mini-DNA barcoding: Implications on human health and marine sustainability //Food Control. - 2018. - V. 88. - P. 123-130.
10. Xiong, X. et al. Multiple fish species identified from China's roasted Xue Yu fillet products using DNA and mini-DNA barcoding: Implications on human health and marine sustainability //Food Control. – 2018. – T. 88. – C. 123-130.
11. Pardo M. A. et al. DNA barcoding revealing mislabeling of seafood in European mass caterings //Food Control. - 2018. - V. 92. - P. 7-16.
12. Spink, J. W. The current state of food fraud prevention: overview and requirements to address "How to Start?" and "How Much is Enough?" //Current Opinion in Food Science. – 2019. – T. 27. – C. 130-138.
13. Böhme, K. et al. Review of recent DNA-based methods for main food-authentication topics //Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2019. – T. 67. – №. 14. – C. 3854-3864.
14. Gopi K. et al. Determining the provenance and authenticity of seafood: A review of current methodologies //Trends in Food Science & Technology. - 2019. - V. 91. - P. 294-304.
15. Kang, T. S. Basic principles for developing real-time PCR methods used in food analysis: A review //Trends in Food Science & Technology. – 2019. – T. 91. – C. 574-585.
16. Quek, M. C. et al. Molecular identification of species and production origins of edible bird's nest using FINS and SYBR green I based real-time PCR // Food Control. – 2018. – T. 84. – C. 118-127.
17. Liu, R. et al. A simple isothermal nucleic acid amplification method for the effective on-site identification for adulteration of pork source in mutton // Food Control. – 2019. – T. 98. – C. 297-302.
18. Sul, S. Y. Development of a direct loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assay for rapid and simple on-site detection of chicken in processed meat products / S. Y. Sul, M. J. Kim, H. Y. Kim // Food Control. – 2019. – T. 98. – C. 194-199.
19. Aartse .A. et al. Evaluation of a loop-mediated isothermal amplification (LAMP) method for rapid on-site detection of horse meat //Food Control. – 2017. – T. 81. – C. 9-15.