

Тамара Чумановна Тултабаева – доктор технических наук, доцент; Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, Қазақстан; e-mail: tamara_tch@list.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2483-7406>.

Айым Елтаевна Турсынханова – магистр технических наук, АО «Alikhan Bokeikhan University»; Казахстан; e-mail: aiym.tursynkhanova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3014-1985>.

Ұлбала Есентуровна Асанова – магистр технических наук, АО «Alikhan Bokeikhan University»; Казахстан; e-mail: esenturovna87@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6733-9936>.

Бегжан Калемшариева – Инженер-технолог, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Казахстан; e-mail: ospanova93-93@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8036-9718>.

Information about the authors

Balzhhan Kanatkeldyzy Ospanova – Master of Technical Sciences, doctoral student of the Department of Food Technology and Processing; Kazakh Agrotechnical University named after S.Seifullin, Kazakhstan; e-mail: ospanova93-93@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1237-2413>.

Tamara Chumanovna Tultabaeva – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor; Kazakh Agrotechnical University named after S.Seifullin, Kazakhstan; e-mail: tamara_tch@list.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2483-7406>.

Ayim Eltayevna Tursinkhanova – Master of Technical Sciences, АО «Alikhan Bokeikhan University»; Kazakhstan; e-mail: aiym.tursynkhanova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3014-1985>.

Ulbala Esenturovna Asanova – Master of Technical Sciences, АО «Alikhan Bokeikhan University»; Kazakhstan; e-mail: esenturovna87@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6733-9936>.

Begzhan Kalemsharieva – Process Engineer, Kazakh Agrotechnical University named after S.Seifullin, Kazakhstan; e-mail: aiym.tursynkhanova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3014-1985>.

Редакцияға енуі 29.01.2024

Өңдеуден кейін түсуі 18.03.2024

Жариялауға қабылданды 02.04.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-2(14)-34

МРНТИ: 69.51.31



**Ж.К. Қалибеқызы¹, Ф.Х. Смольникова*, А.Н. Нургазезова¹, М.М. Какимов²,
Н.Р. Муслимова¹**

¹Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

²Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина
010011, Республика Казахстан, г. Астана, Проспект Жениса, 62

*e-mail: smolnikovafarida@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА СУШЕНОЙ ЩУКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОКОВ СВЧ И СУШКОЙ ГОРЯЧИМ ВОЗДУХОМ

Аннотация: Для проведения процесса сушки используются различные методы технологической обработки: сублимационная сушка, сушка инфракрасным излучением, токами СВЧ, тепловой нагрев и др. В данной статье приведены исследования, которые направлены на изучение технологического процесса сушки рыбного сырья (щуки) токами СВЧ (3 режима высушивания – 700, 800, 900 Вт) и тепловой сушки горячим воздухом, исследования санитарно-показательных микроорганизмов в процессе хранения. При исследовании были использованы стандартные методы. Опыты проводились в трехкратной повторности и обрабатывались методами математической статистики. Результаты исследования показали, что сушка токами СВЧ эффективна при 900 Вт, сокращается время высушивания, микробиологические показатели имеют более низкие значения, чем при обычной тепловой сушкой горячим воздухом. Химический состав сушеной рыбы отличается незначительно, но при высушивании при 900 Вт, продукт отличается более высоким содержанием белка. Показатели хранимостепособности у рыбы, высушенной токами СВЧ более высокие, чем при

сушке горячим воздухом, что также является большим преимуществом для данной категории продовольственных продуктов. Готовая продукция отвечала нормам технического регламента, имела положительные физико-химические и органолептические показатели.

Ключевые слова: щука, токи СВЧ, сушка, влажность, тепловой процесс, качество, хранимоспособность, нагрев.

Введение

Процесс высушивания пищевых продуктов возможно осуществлять различными методами, один из них сушка токами СВЧ.

Микроволны – это неионизирующие электромагнитные волны, расположенные в диапазоне частот от 300 МГц до 300 ГГц. Международный союз электросвязи разрешил использование нескольких микроволновых частот в промышленных, научных, медицинских и бытовых целях [1]. (ISM-D) (Меда и др., 2017).

Микроволновая печь (MW) предлагает уникальный механизм нагрева, который объемно выталкивает внутреннюю влагу на поверхность во время сушки продуктов с высоким содержанием воды, таких как рыба [2].

Была исследована конвективная сушка клипфиша (вяленой трески) с использованием микроволн (MBT) при различной интенсивности. Определенная кинетика показывает, что время сушки может сократиться более чем на 90% при интенсивности микроволн 155 Вт кг^{-1} [3].

Zhen-hua Duan было исследовано влияние нагрева горячим воздухом в микроволновой печи на сушку и качественные характеристики свежего рыбного филе тилапии. Экспериментальные кривые сушки были получены при трех мощностях микроволнового излучения (200, 400 и 600 Вт) после сушки горячим воздухом при двух температурах воздуха (40 и 50°C) и постоянной скорости воздуха 1,5 м/с. Были исследованы некоторые показатели качества, такие как усадка, регидратация и восстановительные свойства. Результаты показали, что увеличение мощности СВЧ привело к снижению конечного содержания влаги при сушке в течение того же периода времени. Чем выше температура горячего воздуха, тем выше скорость обезвоживания. Коэффициент усадки и коэффициент регидратации увеличивались с увеличением мощности микроволнового излучения и температуры воздуха. Однако коэффициент извлечения уменьшался с увеличением мощности микроволнового излучения и температуры воздуха. Более низкая температура горячего воздуха и мощность микроволновой печи способствуют сохранению качества филе тилапии [4].

Рыбу толстолобика сушили в микроволновой печи при разной мощности (100, 300 и 500 Вт). Высушенную рыбу консервировали в полиэтиленовых пакетах после удаления воздуха с помощью вакуума и хранили при лабораторной температуре. Для этих образцов были проведены аналитические тесты и определение содержания микроорганизмов при длительности хранения (0, 15, 30, 45 и 60) дней. В сушеной рыбе наблюдалось снижение общего содержания микробов после сушки до нуля, затем оно постепенно увеличивалось до достижения максимального количества в конце срока хранения по сравнению со свежей рыбой. В то время как бактерии кишечной палочки и грибки отсутствовали в сушеной рыбе в течение всего срока хранения. Липолитические и протеолитические бактерии, обнаруженные через (45 и 30) дней после окончания срока хранения соответственно, достигают своего максимального предела в конце срока хранения 60 дней [5].

Реструктурированные хрустящие рыбные кубики, содержащие *Salicorniabigelovii*Torr. (*S. bigelovii*), были разработаны с использованием микроволновой вакуумной сушки. Была проведена серия экспериментов по сушке и оптимизации для оптимизации технологических условий микроволновой вакуумной сушки.

Результаты показали, что оптимальными условиями микроволнового вакуума были: начальное содержание влаги в сурими контролировалось на уровне 60,5% (влажная основа, вес.б.) и микроволновый нагрев в течение 20 мин при давлении вакуума 0,090 МПа и мощности микроволн 11 Вт/г. Конечный продукт имел однородную форму, однородную текстуру, приятный цвет и восхитительный вкус [6].

В исследовании изучалось влияние мощности микроволновой печи на кинетику массопереноса при сушке рыбного паштета. Содержание влаги и температура продукта регистрировались для получения эффективной коэффициента диффузии, определяющего процесс массообмена. Наблюдалось увеличение скорости сушки с увеличением мощности микроволн с 300 до 900 Вт. Поэтому микроволновая печь рекомендуется в качестве одного из вариантов сушки в пищевой промышленности благодаря более высокой скорости сушки и более эффективному нагреву [7].

Мидии (*Mytilus edulis*) можно употреблять в качестве альтернативного пищевого продукта для некоторых видов мяса, таких как говядина и рыба, благодаря высокому содержанию белка. В этом исследовании к *Mytilus edulis* было применено несколько уровней микроволновой мощности (90, 180, 360, 600 и 800 Вт), чтобы определить их влияние на кинетику сушки, характеристики регидратации и потребление энергии. Оптимальное время сушки, составляющее 16, 5 и 2 мин, было определено для уровней мощности микроволн 90, 180 и 360 Вт соответственно. Однако при мощности микроволн 600 и 800 Вт оптимальное время сушки составляло 80 и 60 с соответственно. Экспериментальные результаты показывают, что изменение уровней мощности микроволнового излучения незначительно влияет на кинетику сушки, характеристики регидратации и энергопотребление [8].

Целью исследования была разработка системы непрерывной микроволновой сушки с использованием горячего воздуха (HAMW) и оценка эффективности сушки креветок под воздействием микроволнового излучения. Сушильная система состояла из сушильной камеры с конвейерной лентой размером 1,5 × 0,5 м, магнетрона мощностью 1,45 кВт для генерации микроволн с частотой 2450 ± 50 МГц, системы генерации горячего воздуха с воздушонагревателем мощностью 1 кВт и осевым вентилятором мощностью 50 Вт и других элементов управления. Содержание влаги в креветках снизилось с 80,55% до 16,5% в течение 3,5 ч после сушки. Эффект объемного нагрева микроволнами привел к сокращению времени сушки. Активность воды, коэффициент регидратации и усадка образцов сушеных креветок составили 0,552%, 2,51% и 14,14% соответственно при максимальном сохранении цвета. Был проведен предварительный и микробиологический анализ свежих и сушеных креветок, и было установлено, что они находятся в безопасных пределах [9].

Анализ литературных источников показывает широкую возможность использования микроволн в сушке рыбного сырья.

Условия и методы исследования

Для проведения экспериментов использовали стандартные методы. Химический состав сушеной рыбы был исследован с применением методик: содержание жира по ГОСТ 26829-86 [10], зола по ГОСТ 26226-95 [11], содержание белка по ГОСТ 7636-85 [12], содержание влаги по ГОСТ 13496.3 [13], количество соли по ГОСТ 7636-85 [12].

Для проведения исследований санитарно-показательных микроорганизмов использовались следующие методы: определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов ГОСТ 10444.15-94 [14], определение кишечной палочки по ГОСТ 31747-2012 [15], количество дрожжей и плесней по ГОСТ 10444.12-2013 [16], *S. aureus* по ГОСТ 30347-16 [17]. Определение сальмонелл в сухой рыбе осуществляли по ГОСТ 31659-2012 [18], листерий по ГОСТ 32031-2012 [19].

Опыты проводились в 3-х кратной повторности. Обработка экспериментальных данных проведена с помощью стандартных компьютерных программ, результаты выражены как общие средние величины с соответствующими стандартными отклонениями.

Результаты исследований

Целью данного исследования являлось проведение сравнительного анализа качества сушеной щуки, изготовленной с использованием СВЧ сушки и сушки горячим воздухом.

Для проведения эксперимента принимали сырье по качеству и количеству. Сырье было разделено на две части, одна часть предназначалась для сушки токами СВЧ, другая часть для тепловой сушки горячим воздухом.

Для сушки рыбы была выбрана щука мелких размеров. Сырье охлаждали до температуры 0-2°C. У рыбы потрошили брюхо и удаляли внутренности. Охлажденное сырье промывали чистой водой с температурой 15°C. У рыбы отделяли голову, плавники. Делались два надреза вдоль спинки. Рыбу оставляли при температуре 0 °C на 8 часов, осуществляли

посолку рыбы при расходе соли 3,5-4 кг на 100 кг сырья. После окончания посолки, рыбу замораживали при температуре минус (-20°C) в течении 6 часов. Замороженную рыбу нарезали на слайсере на ломтики толщиной 4 мм и далее отправляли на сушку СВЧ в микроволновую печь при разных мощностях 700, 800, 900 Вт. Высушенный продукт охлаждали воздухом с температурой 5°C в течении 10 мин. Готовую сушеную рыбу хранили при температуре $18-20^{\circ}\text{C}$ в течении 5 месяцев.

Другую часть рыбы просушивали в сушильном шкафу горячим воздухом. Процесс осуществлялся в три стадии. На первой стадии проводили сушку при 90°C в течении 70 минут, далее подсушка при 125°C в течении 145 минут, сушка рыбы при 100°C в течении 130 минут. Общее время сушки составило 345 минут или 5 часов 45 минут, относительная влажность воздуха – не выше 35%, скорость движения воздушного потока от 0,5 м/сек до 1,5 м/сек.

Сушеную рыбу обдували воздухом с температурой 5°C с целью охлаждения в течении 10 минут и отправляли на упаковку.

Был исследован процесс изменения влаги в процессе сушки токами СВЧ в микроволновой печи при различных мощностях. Процесс изменения влаги в образцах приведен на рисунке 2.

Первоначально были заданы параметры сушки рыбы до конечной влажности продукта до 12%.

На рисунке 3 показана динамика изменения влаги в рыбе при сушке горячим воздухом. Конечные параметры влажности также устанавливались на 12%.

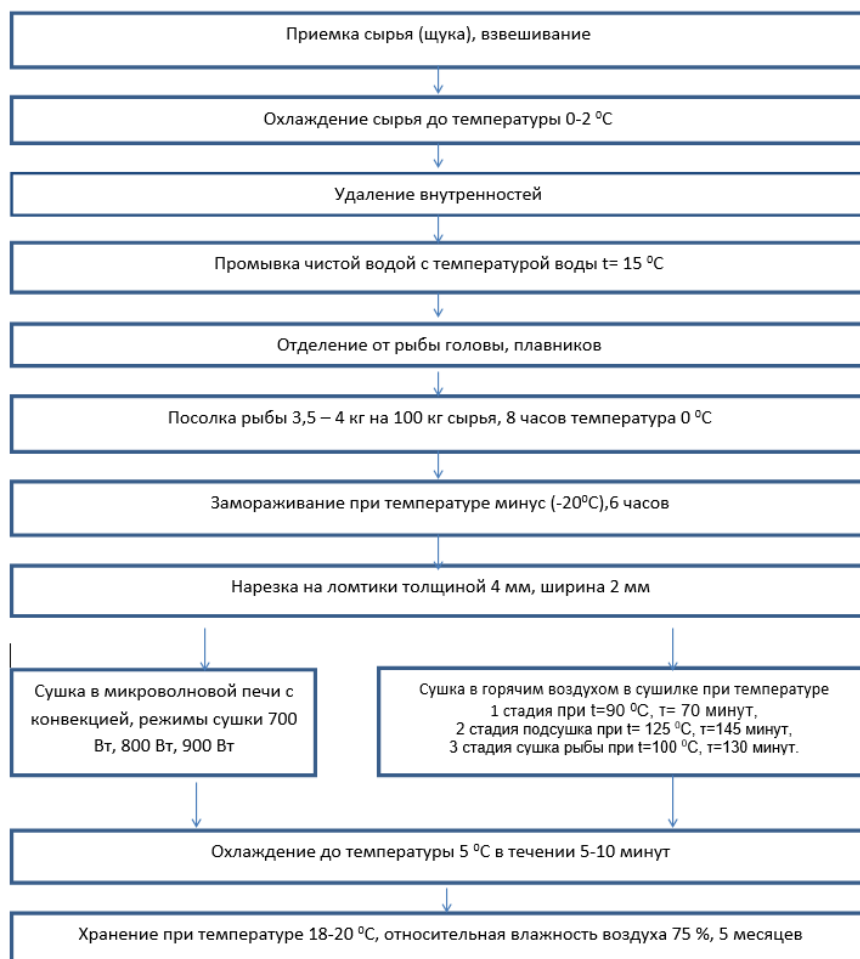


Рисунок 1 – Технологическая схема сушки рыбы (щуки)

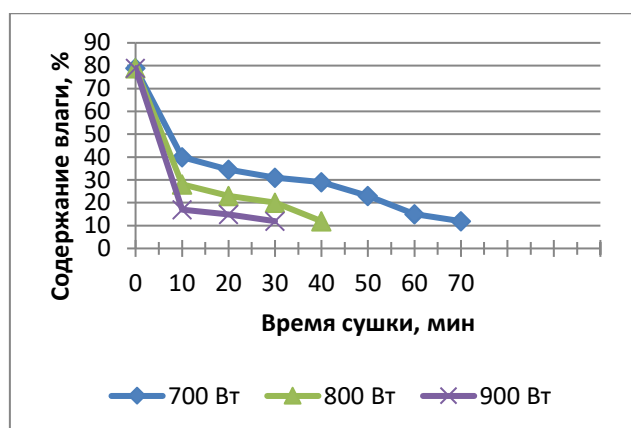


Рисунок 2 – Изменение влажности рыбы (щуки) в процессе сушки токами СВЧ

Динамики изменения влажности при сушке рыбы токами СВЧ показала, что при использовании 900 Вт процесс сушки рыбы можно завершить за 30 минут, при использовании 800 Вт процесс сушки завершается за 40 минут, при использовании 700 Вт сушка заканчивается через 70 минут.

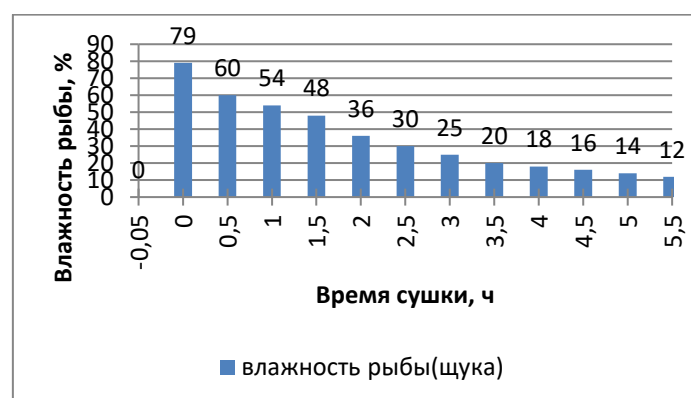


Рисунок 3 – Изменение влажности рыбы (щуки) в процессе сушки горячим воздухом

Анализ рисунка 3 показывает, что снижение влажности происходило интенсивно в начале сушки, к концу сушки влага испарялась умеренно, плавно и по истечении 5,5 часов достигала 12%.

Обсуждение результатов

В высушенной рыбной продукции была определена пищевую ценность, результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Пищевая ценность сушеной рыбы

Показатель	Рыба, высушенная токами СВЧ 700 Вт	Рыба, высушенная токами СВЧ 800 Вт	Рыба, высушенная токами СВЧ 900 Вт	Рыба, высушенная горячим воздухом
Влага, %	12	12	12	12
Белки, %	46,1	46,2	46,6	46,2
Содержание соли %	6	6	6	7
Жир, %	4,1	4,1	4,2	4,0
Зола, %	2,6	2,65	2,7	2,6
Калорийность, кал	223	226	228	
Толщина кусочков, мм	0,4	0,4	0,4	0,4

Данные показывают, в целом, химический состав образцов сушеной рыбы резко не отличался друг от друга. В образце рыбы, высушенной при 900 Вт было выше содержание белка, золы, жира по сравнению с другими.

Полученные образцы были исследованы на органолептические показатели качества, результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Органолептические показатели сушеной щуки

Показатель	Рыба, высушенная горячим воздухом	Рыба, высушенная токами СВЧ 700 Вт	Рыба, высушенная токами СВЧ 800 Вт	Рыба, высушенная токами СВЧ 900 Вт
Внешний вид	Поверхность чистая. Допускается незначительный налет поваренной соли на поверхности	Поверхность чистая. Допускается незначительный налет поваренной соли на поверхности. Ломтики светлые	Поверхность чистая. Допускается незначительный налет поваренной соли на поверхности	Поверхность чистая. Допускается незначительный налет поваренной соли на поверхности
Запах	Рыбный, без посторонних запахов	Рыбный, без посторонних запахов	Рыбный, без посторонних запахов	Рыбный, без посторонних запахов
Консистенция	Плотная, твердая	Плотная, твердая однородная	Плотная, твердая однородная	Плотная, твердая однородная
Вкус	Вкус резко солоноватый рыбный	Вкус солоноватый рыбный	Вкус солоноватый рыбный	Слегка солоноватый, рыбный

Органолептические показатели рыбы оказались удовлетворительные. У образца, высушенного горячим воздухом более сильнее ощущалась солоноватость вкуса.

Следующим этапом являлось изучение санитарно-показательных микроорганизмов в образцах при хранении в течении 5 месяцев. Данные по микробиологическому составу представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Санитарно-показательные микроорганизмы сушеной рыбы

Образец	Время хранения	Объем, масса продукта см ³ , г в котором не допускается				КМАФНМ, КОЕ**/ см ³ (г), не более	Дрожжи (Д), плесневые грибы (П), КОЕ/см ³ (г), не более
		Бактерии группы кишечной палочки (БГКП)	<u>Staphylococcus aureus</u>	Листерии <u>L.monocytogenes</u>	Патогенные, в том числе <u>Salmonella</u>		
Рыба, высушенная горячим воздухом	0	0	0	0	0	3 x 10 ⁴	2,5±0,74
	1 месяц	0	0,02±0,010	0	0	3,2 x 10 ⁴	3,0±0,11
	2 месяца	0	0,03±0,010	0	0,4±0,010	3,4 x 10 ⁴	6,1±0,21
	3 месяца	0,001±0,01	0,04±0,010	0	2±0,010	3,7 x 10 ⁴	8,2±0,44
	4 месяца	0,0023±0,01	0,043±0,010	0	3,4±0,010	4,5 x 10 ⁴	10,1±0,32
	5 месяцев	0,0025±0,0022	0,05±0,010	0	7±0,010	5,2 x 10 ⁴	15,3±0,25
Рыба, высушенная токами СВЧ 700 Вт	0	0	0	0	0	1 x 10 ⁴	1,2±0,10
	1 месяц	0	0	0	0	1,11 x 10 ⁴	1,95±0,33
	2 месяца	0	0	0	0	1,26 x 10 ⁴	2,36±0,18
	3 месяца	0,0025±0,001	0,011±0,010	0	0,5±0,010	1,74 x 10 ⁴	4,75±0,85
	4 месяца	0,0034±0,0011	0,023±0,010	0	0,7±0,010	1,94 x 10 ⁴	7,21±0,71
	5 месяцев	0,0044±0,0010	0,033±0,011	0	0,9±0,010	2,74 x 10 ⁴	8,33 ±0,11
Рыба, высушенная токами СВЧ 800 Вт	0	0	0	0	0	0,9 x 10 ⁴	0,8±0,22
	1 месяц	0	0	0	0	1,0 x 10 ⁴	1,25±0,33
	2 месяца	0	0	0	0	1,11 x 10 ⁴	2,17±0,18
	3 месяца	0,0015±0,014	0,009±0,010	0	0,3±0,010	1,54 x 10 ⁴	4,11±0,85
	4 месяца	0,0021±0,014	0,013±0,010	0	0,4±0,010	1,74 x 10 ⁴	6,21±0,71
	5 месяцев	0,031±0,0010	0,021±0,011	0	0,6	2,03 x 10 ⁴	7,30 ±0,61
Рыба, высушенная токами СВЧ 900 Вт	0	0	0	0	0	0,6 x 10 ⁴	0,6±0,08
	1 месяц	0	0	0	0	0,8 x 10 ⁴	1,05±0,33
	2 месяца	0	0	0	0	0,9 x 10 ⁴	1,37±0,18
	3 месяца	0,0010±0,0014	0,007±0,010	0	0,3±0,010	1,14 x 10 ⁴	3,01±0,85
	4 месяца	0,0013	0,010±0,010	0	0,4±0,010	1,34 x 10 ⁴	4,11±0,71
	5 месяцев	0,0021±0,0010	0,015±0,011	0	0,6±0,010	1,77 x 10 ⁴	5,10 ±0,61
Норма по техническому регламенту* (ТР 040/2016)		0,01	0,1	25	25	5 x 10 ⁴	100

*Технический регламент Евразийского экономического союза "О безопасности рыбы и рыбной продукции" (ТР ЕАЭС 040/2016)

Анализ табличных данных показывает, что санитарно-показательные микроорганизмы в образце сушеной щуки, высушенной токами СВЧ при 900 Вт имеет наименьшие значения по сравнению с другими образцами. В образце щуки, высушенной горячим воздухом КМАФНМ превысило нормируемое значение на 5 месяце хранения, следовательно, такой образец рекомендуется хранить 4 месяца. Исследование позволяет сделать вывод, что сушка микроволновым излучением способствует снижению микробной обсеменённости, повышает сроки хранения продукта.

Заключение

Результаты исследования позволяют сделать вывод, что токи высокой частоты способствуют улучшению пищевой ценности продукта, в частности повышению количества белка на 0,4%, содержание золы на 0,1%, жира на 0,2% по сравнению с образцом, высушенным горячим воздухом. Токи СВЧ позволяют сократить время высушивания щуки, повышают хранимособность готовой продукции, это становится явным при изучении санитарно-микробиологических показателей. Органолептические показатели продукта в целом соответствуют нормам, в образце высушенным горячим воздухом ощущается больше солоноватость, так как в нем содержание соли составляет 7%, а в образцах, высушенных СВЧ 6%. Токи СВЧ позволяют сократить технологический процесс производства, повысить качество продукции и ее хранимособность.

Список литературы

1. Meda V. Microwave heating and the dielectric properties of foods / V. Meda, V. Orsat, V. Raghavan // Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. – 2017. – V. 2. – P. 23-43.
2. Recent trends and future potential of microwave-assisted fish drying / Md. Fahim Shahriar et al // Drying Technology. – 2022. – 40:16. – P. 3389-3401.
3. Michael Bantle Model and process simulation of microwave assisted convective drying of clipfish / Bantle Michael, Käfer M. Eikevik Timo, Trygve // Applied Thermal Engineering. – 2013. – Vol. 59, Issues 1-2, P. 675-682.
4. Drying and quality characteristics of tilapia fish fillets dried with hot air-microwave heating / Zhenhua Duan et al // Food and Bioproducts Processing. – 2011. – Volume 89, Issue 4. – P. 472-476.
5. Al-Temimi Wasan K. Studying of physical and chemical properties and microbial content for dried fish by microwave / Al-Temimi Wasan K. Abdul Razzaq // Diyala Agricultural Sciences Journal (DASJ). – 2018. – Vol. 10, № 1.
6. Restructured Crispy Fish Cubes Containing *Salicorniabigelowii* Torr. Developed with Microwave Vacuum Drying / L. Wang et al // Journal of Aquatic Food Product Technology. – 2013. – 22:3. – P. 226-240.
7. Hii ChingLik Simulation of mass transfer kinetics of microwave drying of fish paste / Hii ChingLik, Choon Lai Chiang, Rebecca Li Lian Tan // AIP Conference Proceedings. – 2022. – Vol. 2357, № 1.
7. Hii C.L. Simulation of mass transfer kinetics of microwave drying of fish paste / C.L. Hii, C.L. Chiang, R.L.L. Tan // AIP Conference Proceedings. – 2022. – T. 2357, № 1.
8. Kipcak A.S. Microwave drying kinetics of mussels (*Mytilusedulis*) / A.S. Kipcak // Res Chem Intermed. – 2017. – № 43. – P. 1429-1445.
9. Development and evaluation of hot air-assisted microwave dryer for shrimp (*Metapenaeusdobsoni*) / P.V. Alfiya et al // Journal of Food Processing and Preservation. – 2022. – T. 46, № 11. – P. 17112.
10. ГОСТ 26829-86 Консервы и пресервы из рыбы. Методы определения жира. – М.: Стандартинформ, 2001. – 11 с.
11. ГОСТ 26226-95 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой золы. – М.: Стандартинформ, 2003. – 8 с.
12. ГОСТ 7636 – 85 Рыба морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Стандартинформ, 2013. – 121 с.

13. ГОСТ 13496.3-92 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения влаги. – М.: Стандартинформ, 2011. – 6 с.
14. ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. – М: Стандартинформ, 2010. – 311 с.
15. ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). – М.: Стандартинформ, 2013. – 15 с.
16. ГОСТ 10444.12-2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов. – М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.
17. ГОСТ 31746-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазополжительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*. – М.: Стандартинформ, 2013. – 28 с.
18. ГОСТ 31659-2012 Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. – М.: Стандартинформ, 2012. – 21 с.
19. ГОСТ 32031-2012. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes*. – М.: Стандартинформ, 2012. – 27 с.

References

1. Meda V. Microwave heating and the dielectric properties of foods / V. Meda, V. Orsat, V. Raghavan // Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. – 2017. – V. 2. – R. 23-43. (In English).
2. Recent trends and future potential of microwave-assisted fish drying / Md. Fahim Shahriar et al // Drying Technology. – 2022. – 40:16. – R. 3389-3401. (In English).
3. Michael Bantle Model and process simulation of microwave assisted convective drying of clifish / Bantle Michael, Käfer M. Eikevik Timo, Trygve // Applied Thermal Engineering. – 2013. – Vol. 59, Issues 1-2, R. 675-682. (In English).
4. Drying and quality characteristics of tilapia fish fillets dried with hot air-microwave heating / Zhenhua Duan et al // Food and Bioprocess Processing. – 2011. – Volume 89, Issue 4. – R. 472-476. (In English).
5. Al-Temimi Wasan K. Studying of physical and chemical properties and microbial content for dried fish by microwave / Al-Temimi Wasan K. Abdul Razzaq // Diyala Agricultural Sciences Journal (DASJ). – 2018. – Vol. 10, № 1. (In English).
6. Restructured Crispy Fish Cubes Containing *Salicornia bigelovii* Torr. Developed with Microwave Vacuum Drying / L. Wang et al // Journal of Aquatic Food Product Technology. – 2013. – 22:3. – R. 226-240. (In English).
7. Hii ChingLik Simulation of mass transfer kinetics of microwave drying of fish paste / Hii ChingLik, Choon Lai Chiang, Rebecca Li Lian Tan // AIP Conference Proceedings. – 2022. – Vol. 2357, № 1.
7. Hii C.L. Simulation of mass transfer kinetics of microwave drying of fish paste / C.L. Hii, C.L. Chiang, R.L.L. Tan // AIP Conference Proceedings. – 2022. – T. 2357, № 1. (In English).
8. Kipcak A.S. Microwave drying kinetics of mussels (*Mytilus edulis*) / A.S. Kipcak // Res Chem Intermed. – 2017. – № 43. – R. 1429-1445. (In English).
9. Development and evaluation of hot air-assisted microwave dryer for shrimp (*Metapenaeus dohrnii*) / P.V. Alfiya et al // Journal of Food Processing and Preservation. – 2022. – T. 46, № 11. – R. 17112. (In English).
10. GOST 26829-86 Консервы и продукты из рыбы. Методы определения жира. – М.: Стандартинформ, 2001. – 11 с. (In Russian).
11. GOST 26226-95 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой зольности. – М.: Стандартинформ, 2003. – 8 с. (In Russian).
12. GOST 7636 – 85 Рыба морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Стандартинформ, 2013. – 121 с. (In Russian).

13. GOST 13496.3-92 Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya vlagi. – M.: Standartinform, 2011. – 6 s. (In Russian).
14. GOST 10444.15-94 Produkty pishchevye. Metody opredeleniya kolichestva mezofil'nykh aehrobnykh i fakul'tativno-anaehrobnykh mikroorganizmov. – M: Standartinform, 2010. – 311 s. (In Russian).
15. GOST 31747-2012 Produkty pishchevye. Metody vyyavleniya i opredeleniya kolichestva bakterii gruppy kishechnykh palochech (koliformnykh bakterii). – M.: Standartinform, 2013. – 15 s. (In Russian).
16. GOST 10444.12-2013 Mikrobiologiya pishchevykh produktov i kormov dlya zhivotnykh. Metody vyyavleniya i podscheta kolichestva drozhzhei i plesnevykh gribov. – M.: Standartinform, 2014. – 16 s. (In Russian).
17. GOST 31746-2012 Produkty pishchevye. Metody vyyavleniya i opredeleniya kolichestva koagulazopol ozhitel'nykh stafilokokkov i Staphylococcus aureus. – M.: Standartinform, 2013. – 28 s. (In Russian).
18. GOST 31659-2012 Produkty pishchevye. Metod vyyavleniya bakterii roda Salmonella. – M.: Standartinform, 2012. – 21 s. (In Russian).
19. GOST 32031-2012. Produkty pishchevye. Metody vyyavleniya bakterii Listeria Monocytogenes. – M.: Standartinform, 2012. – 27 s. (In Russian).

Информация о финансировании

Данное исследование выполнено в рамках научно-технической программы BR21882447 – «Разработка системы обеспечения безопасности пищевых продуктов в условиях длительного хранения на основе электрофизических и радиационных методов обработки» финансируемой Министерством науки и высшего образования Республики Казахстан.

**Ж.Қ. Қалибекқызы¹, Ф.Х. Смольникова*, А.Н. Нұрғазезова¹, М.М. Кәкімов²,
Н.Р. Муслимова¹**

Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., көш. Глинка, 20 А
²Қазақ агротехникалық зерттеу университеті. С. Сейфуллин,
010011, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62
*e-mail: smolnikovafarida@mail.ru

МИКРОТОЛҚЫНДЫ ТОҚТАРДЫ ПАЙДАЛАНУ МЕН ЫСТЫҚ АУАДА КЕПТІРУ АРҚЫЛЫ КЕПТІЛГЕН ШОРТАННЫҢ САПАСЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ

Кептіру процесін жүргізу үшін әртүрлі технологиялық өңдеу әдістері қолданылады: сублимациялық кептіру, инфрақызыл сәулемен кептіру, микротолқынды тоқтар, термиялық қыздыру және т.б. Бұл мақалада балық шикізатын (шортанды) микротолқынды тоқтармен кептірудің технологиялық процесін зерттеуге (3 кептіру режимі – 700, 800, 900 Вт) және ыстық ауамен термиялық кептіруді, сақтау процесінде санитарлық микроорганизмдерді зерттеуді зерттеуге бағытталған зерттеулер келтірілген. Зерттеу кезінде стандартты әдістер қолданылды. Зерттеуде стандартты әдістер қолданылды. Тәжірибелер үш данада жүргізілді және математикалық статистика әдістерін қолдану арқылы өңделді. Зерттеу нәтижелері микротолқынды тоқтармен кептіру 900 Вт-та тиімді екенін көрсетті, кептіру уақыты қысқарады, ал микробиологиялық көрсеткіштер ыстық ауамен әдеттегі термиялық кептіруге қарағанда төмен мәндерге ие. Кептірілген балықтың химиялық құрамы аздап ерекшеленеді, бірақ 900 Вт-та кептірілгенде, өнім ақуыздың жоғары мөлшерімен ерекшеленеді. Микротолқынды тоқтармен кептірілген балықтың сақтау қабілеттілігі ыстық ауамен кептіруге қарағанда жоғары, бұл сонымен қатар азық-түлік өнімдерінің осы санаты үшін үлкен артықшылық болып табылады. Дайын өнімі техникалық регламенттердің стандарттарына сай болды және оң физикалық, химиялық және органолептикалық көрсеткіштерге ие болды.

Түйін сөздер: шортан, микротолқынды тоқтар, кептіру, ылғалдылық, термиялық процесс, сапа, сақтау қабілеті, жылыту.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE QUALITY OF DRIED PIKE USING MICROWAVE CURRENTS AND HOT AIR DRYING

To carry out the drying process, various technological processing methods are used: sublimation drying, drying with infrared radiation, microwave currents, thermal heating, etc. This article presents studies that are aimed at studying the technological process of drying fish raw materials (pike) with microwave currents (3 modes drying – 700, 800, 900 W) and thermal drying with hot air, research of sanitary indicative microorganisms during storage. Standard methods were used in the study. The experiments were carried out in triplicate and processed using the methods of mathematical statistics. The results of the study showed that drying with microwave currents is effective at 900 W, the drying time is reduced, and microbiological indicators are lower than with conventional thermal drying with hot air. The chemical composition of dried fish differs slightly, but when dried at 900 W, the product has a higher protein content. The shelf life of fish dried using microwave currents is higher than when dried with hot air, which is also a big advantage for this category of food products. The finished products met the standards of technical regulations and had positive physical, chemical and organoleptic indicators.

Key words: pike, microwave currents, drying, humidity, thermal process, quality, storage capacity, heating.

Сведения об авторах

Жанар Калибеккызы – кандидат технических наук, доцент, член правления, проректор по науке и инновациям департамента науки, Университет Шакарима, г. Семей, Республика Казахстан; e-mail: zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6859-4472>.

Фарида Смольникова* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология пищевых производств и биотехнологии»; Университет Шакарима, Семей, Республика Казахстан; e-mail: smolnikovafarida@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8777-5313>.

Алмагуль Нургазезова – кандидат технических наук, руководитель департамента послевузовского образования; Университет Шакарима, Семей, Республика Казахстан; e-mail: almanya1975@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8707-9725>.

Мухтарбек Какимов – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технология пищевых и перерабатывающих производств», Казахский научно-исследовательский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Астана, Республика Казахстан; e-mail: muhtarbek@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1190-2195>.

Назерке Муслимова – PhD докторант кафедры «Технологии пищевых производств и биотехнологии»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: muslimova.n.r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2536-0590>.

Авторлар туралы мәліметтер

Жанар Қалибекқызы – т.ғ.к., доцент, кеңес мүшесі, Қазақстан Республикасы Семей қаласының Шәкәрім атындағы университетінің ғылым бөлімінің ғылым және инновациялар жөніндегі проректоры; e-mail: zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6859-4472>.

Фарида Смольникова* – техника ғылымдарының кандидаты, «Тамақ өндірісінің технологиясы және биотехнология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: smolnikovafarida@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8777-5313>.

Алмагүл Нұрғазезова – техника ғылымдарының кандидаты, жоғары оқу орнынан кейінгі білім департаментінің басшысы; Шәкәрім университеті, Семей, Қазақстан Республикасы; e-mail: almanya1975@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8707-9725>.

Мұхтарбек Кәкімов – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, «Тамақ және өңдеу өнеркәсібінің технологиясы» кафедра меңгерушісі, техника ғылымдарының кандидаты, доцент, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан Республикасы; e-mail: muhtarbek@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1190-2195>.

Назерке Муслимова – «Тамақ өндірісінің технологиясы және биотехнология» кафедрасының PhD докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: muslimova.n.r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2536-0590>.

Information about the authors

Zhanar Kalibekkyzy – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Member of the Board, Vice-Rector for Science and Innovation, Department of Science, Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6859-4472>.

Farida Smolnikova* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Production Technology and Biotechnology; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: smolnikovafarida@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8777-5313>.

Almagul Nurgazezova – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Postgraduate Education; Shakarim University, Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: almanya1975@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8707-9725>.

Mukhtarbek Kakimov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department «Technology of Food and Processing Industries», Kazakh Scientific Research Agrotechnical University named after S. Seifullin, Astana, Republic of Kazakhstan; e-mail: muhtarbek@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1190-2195>.

Nazerke Muslimova – PhD doctoral student of the Department of Food Production Technology and Biotechnology; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: muslimova.n.r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2536-0590>.

Поступила в редакцию 09.04.2024
Поступила после доработки 22.04.2024
Принята к публикации 23.04.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-2(14)-35

МРНТИ 65.63.33



Р.К. Макеева¹, Д.А. Тлевлесова^{1*}, Л.Л. Гинойн², Н.Т. Абраимов², Б.С. Сансызбаев²

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности»

050060, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Гагарина, 238 Г

²Organic and minerals Limited

Z05T3F5, Республика Казахстан, г. Астана, пр. Мангилик Ел, 3Д. 55/22

*e-mail: tlevlessova@gmail.com

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕСЕРТОВ НА ОСНОВЕ КОЗЬЕГО МОЛОКА

Аннотация: В настоящее время производители продуктов питания стремятся выделить свою продукцию с помощью креативных стратегий сегментации и позиционирования, фокусируясь на функциональности и качестве. Творожные пасты со злаками демонстрируют значительный рыночный потенциал благодаря растущему интересу потребителей к здоровым и функциональным продуктам с изысканным вкусом и текстурой. Качество продукта напрямую зависит от качества сырья, что подчеркивает важность системы кормления животных. Качество козьего молока варьируется в зависимости от кормовой базы и условий содержания, влияя на его питательные характеристики.

Исследование выявило, что творожные пасты с добавлением талкана обладают улучшенными органолептическими и функциональными свойствами. Талкан обогащает продукт клетчаткой, витаминами и минералами, улучшает текстуру и придает легкий ореховый привкус. Производственный процесс включает пастеризацию молока, свертывание с использованием закваски и сычужного фермента, добавление талкана и функциональных компонентов (пробиотики, витамины, минералы). Полученный продукт отличается высокой питательной ценностью, содержанием белка и аминокислот, а также улучшенными микробиологическими показателями. Творожные пасты на основе козьего молока с талканом предлагают уникальное сочетание вкусов и текстуры, что делает их привлекательными для потребителей, заботящихся о здоровье. Разработанная технология обеспечивает высокое качество и безопасность продукта,