

УДК 664.6:658.5:664.8

Анализ качественных и технико-экономических показателей технологии производства пакетированных мясокостных бульонов длительного хранения

О. С. Фоменко*, Ф. Я. Рудик

**Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н. И. Вавилова, г. Саратов, Россия;*

e-mail: fomenkoos@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2700-3119>

Информация о статье Реферат

Поступила
в редакцию
12.03.2025;

получена
после доработки
21.04.2025;

принята
к публикации
12.05.2025

Ключевые слова:

пакетированные
бульоны,
экономическая
эффективность,
бактерицидная
обработка,
микробиологическая
безопасность,
рентабельность

Статья содержит анализ технологических и экономических аспектов производства пакетированных мясокостных бульонов длительного хранения. Исследование фокусируется на сравнении традиционной технологии и новой методики, интегрирующей ультрафиолетовую обработку сырья и ультразвуковую обработку готового продукта. Оценка включает микробиологические показатели, себестоимость производства и его рентабельность. Исследование показало, что применение предварительной УФ амальгамной обработки мясокостного сырья в сочетании с ультразвуковой гомогенизацией и стерилизацией готового бульона обеспечивает значительное сокращение времени достижения микробиологической безопасности с 11 до 1 часа. Использование данной технологии позволило снизить себестоимость продукции на 33,7 %, при этом рентабельность производства увеличилась с 316,4 до 528,7 %. В исследовании также анализируются затраты на создание и эксплуатацию поточно-технологической линии, что позволяет оценить ее экономическую эффективность в целом. Результаты исследования подтверждают экономическую целесообразность внедрения новой технологии в пищевую промышленность, что делает ее перспективной для повышения конкурентоспособности продукции на рынке. Экономический эффект обусловлен уменьшением затрат на производство, повышением длительности сохранности готового продукта.

Для цитирования

Фоменко О. С. и др. Анализ качественных и технико-экономических показателей технологии производства пакетированных мясокостных бульонов длительного хранения. Вестник МГТУ. 2025. Т. 28, № 2. С. 244–251. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2025-28-2-244-251>.

Analysis of quality and technical and economic indicators of the technology for the production of packaged meat and bone broths with long shelf life

Olga S. Fomenko*, Felix Ya. Rudik

**Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering
named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia;*

e-mail: fomenkoos@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2700-3119>

Article info

Received
12.03.2025;

received
in revised form
21.04.2025;

accepted
12.05.2025

Abstract

The paper contains the analysis of technological and economic aspects of the production of packaged meat-and-bone broths with long shelf life. The study focuses on comparing traditional technology with a new method that integrates ultraviolet treatment of raw materials and ultrasonic treatment of the finished product. The assessment includes microbiological indicators, production costs, and profitability. The study has demonstrated that the application of preliminary UV-amalgam treatment of meat-and-bone raw materials, combined with ultrasonic homogenization and sterilization of the finished broth, significantly reduces the time required to achieve microbiological safety from 11 to 1 hour. Furthermore, the use of this technology reduced production costs by 33.7 %, while profitability increased from 316.4 to 528.7 %. The study also analyzes the costs associated with creating and operating the flow-technological line, allowing for an overall evaluation of its economic efficiency. The results confirm the economic feasibility of implementing the new technology in the food industry, making it a promising solution for enhancing the competitiveness of products in the market. The economic benefits are driven by reduced production costs and extended shelf life of the finished product.

Key words:

packaged broths,
economic efficiency,
bactericidal treatment,
microbiological safety,
profitability

For citation

Fomenko, O. S. et al. 2025. Analysis of quality and technical and economic indicators of the technology for the production of packaged meat and bone broths with long shelf life. *Vestnik of MSTU*, 28(2), pp. 244–251. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2025-28-2-244-251>.

Введение

Разработанная поточно-технологическая линия в своей производственной направленности предназначена для выработки из мясокостного сырья пакетированного бульона длительного хранения. На этом основании данная линия характеризуется как совокупность различных последовательно связанных технологических операций и технических средств, взаимосвязанных единым технологическим процессом. Каждая отдельно взятая технологическая операция несет определенную функциональную направленность и на старте ее выполнения считается законченной, за ней в технологической последовательности начинается выполнение следующей операции с совершенно другим процессовым воздействием (*Линия...*, 2024) (рис.).

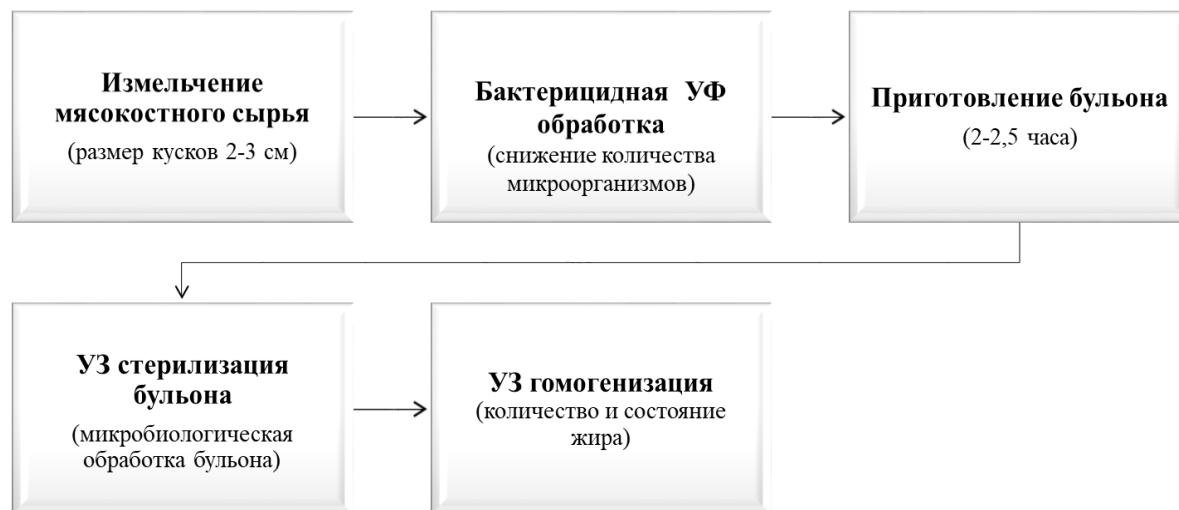


Рис. Операционная схема технологического процесса производства мясокостного бульона

Fig. Operational flow chart of the technological process of meat and bone broth production

Таким образом, оценка технологической эффективности должна быть осуществлена по следующим операциям:

- результаты бактерицидной обработки сырья (*Рудик и др., 2024а; Рудик и др., 2024б*);
- результаты времени выработки бульона на основе операций измельчения сырья и времени кипячения бульона (*Рудик и др., 2024в*);
- одновременное выполнение двух операций стерилизации и гомогенизации бульона ультразвуком.

Функциональная специфика технологических операций подтверждается в работах авторов (*Мауль и др., 2017; Моргунова и др., 2025; Narasym et al., 2020*).

Каждое из рассматриваемых операционных воздействий связано с получением промежуточных данных, обуславливающих достижение конечной цели (*Бурак и др., 2024*). В этой связи оптимальными признаны методы качественного анализа. В соответствии с ГОСТ 15467-79¹ качество продукции характеризуется в пищевой отрасли ее пригодностью удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением.

Операции технологического процесса по своей сути функционально отличаются и достаточно сложно их характеризовать общим показателем, а при качественном анализе допускается каждому потребителю формировать свои требования оценки качества продукции. Количественную характеристику одного или нескольких свойств продукции, входящих в ее качество, рекомендуется рассматривать применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления. При этом каждая из трех операций характеризуется параметром признака продукции, количественно характеризующего его свойство:

- бактерицидная обработка сырья, основным показателем является КМАФАнМ (КОЕ/см³);
- время, необходимое для выработки бульона, ч;
- стерилизация и гомогенизация, характеризуются показателем КМАФАнМ (КОЕ/см³).

В данном случае возможно использование дифференцированного показателя качества преобладающих показателей в отдельности с последующей, конечной, интеграцией суммарного положительного эффекта.

Цель работы – оценка технологической эффективности и экономической целесообразности новой поточно-технологической линии производства пакетированных мясокостных бульонов длительного хранения, интегрирующей ультрафиолетовую и ультразвуковую обработку, по сравнению с традиционной технологией

¹ ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. Дата актуализации 01.07.2023. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/31626?ysclid=maut4oi8uo519030913>.

на основе анализа микробиологических, технологических показателей, временных затрат, полной себестоимости и экономической эффективности производства.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись традиционная технология производства мясокостного бульона и разработанный авторами инновационный технологический процесс производства пакетированных мясокостных бульонов длительного хранения, а также бульоны, приготовленные по предлагаемым технологическим решениям. Основное внимание уделялось сравнительному анализу технологических параметров, микробиологической безопасности и экономической эффективности продукции. УФ-обработка мясокостного сырья осуществлялась с использованием бактерицидного ультрафиолетового излучателя "Светолит-50 (90)", оснащенного УФ амальгамной лампой типа АНЦ 170/70-ПЗ-3. Основные параметры и режимы обработки включали: длина волны 253,7 нм, интенсивность излучения 90 мкВт/см², расстояние до источника излучения 50 см. Для стерилизации и гомогенизации бульона использовался аппарат УЗАП-1/22-ОП. Режимы обработки включали частоту 22 кГц, интенсивность 1,2 Вт/см² и время экспозиции 15 мин. Температура поддерживалась в диапазоне 50–60 °С. Определение микробиологической безопасности бульона определяли КМАФАнМ (количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, включая дрожжи и плесени) в соответствии с ГОСТ Р 54354-2011² "Мясо и мясные продукты. Общие требования и методы микробиологического анализа". Расчет бактерицидной эффективности базировался на экспериментальных данных, нормативных требованиях ТР ТС 034/2013 "О безопасности мяса и мясной продукции" (приложение 1)³. Расчет экономической эффективности проводился на основании методических рекомендаций (Болохонов, 2015). В работе комплексно применены экспериментальные, экономические и математические методы, дополненные нормативными стандартами. Методика проведения исследований основывалась на требованиях нормативных документов: ГОСТ Р 51705.1-2024⁴ "Системы менеджмента качества. Управление качеством и безопасностью пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования", ГОСТ 15467-79⁵ "Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения".

Результаты и обсуждение

Интервалы времени, характеризующиеся длительностью сохранности бульона, оцениваются состоянием остаточной микробиологической зараженности после бактерицидной обработки различными средствами. Они обуславливаются экспоненциальным законом распределения вероятности между независимыми событиями, протекающими при заражении и развитии микроорганизмов и, соответственно, при использовании различных по своей конечной результативности способов обработки. При этом плотность распределения вероятности при средней интенсивности процессов обеззараживания описывается выражением

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \text{ при } t \geq 0, \quad (1)$$

где λ – параметр закона распределения; t – случайная величина.

Данное обстоятельство свидетельствует о возможности исследования результатов бактерицидной обработки путем дифференциальной оценки качества обеззараживания с помощью оценки единичных показателей, получаемых различными способами обработки, с показателем базового аналогового в условных единицах

$$q_i = \frac{P_{i \text{ оп}}}{P_{i \text{ ан}}} \text{ при } i = 1, 2, \quad (2)$$

где $P_{i \text{ оп}}$ – показатель микробиологической обсемененности, КОЕ/см³; i – итоговые показатели по результатам исследований; $P_{\text{ан}}$ – бульон, приготовленный традиционным способом без применения обработок обеззараживания; P_i – бульон, приготовленный по технологии, предусматривающей совмещенную ультразвуковую и ультрафиолетовую обработку (Линия..., 2024; Рудик и др., 2024в; Илюхина и др., 2021; Awad et al., 2012).

² ГОСТ Р 54354-2011. Мясо и мясные продукты. Общие требования и методы микробиологического анализа. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/52016/?ysclid=maut75do9o824468869>.

³ Технический регламент Таможенного союза "О безопасности мяса и мясной продукции" (ТР ТС 034/2013) (с изменениями на 27 сентября 2023 года) / принят решением Совета Евразийской экономической комиссии от 9 октября 2013 года № 68 (редакция, действующая с 10 июля 2024 года). URL: <https://docs.cntd.ru/document/499050564?ysclid=mautpirc1698161910>.

⁴ ГОСТ Р 51705.1-2024. Системы менеджмента качества. Управление качеством и безопасностью пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/82746/?ysclid=maut8fq8q966937858>.

⁵ ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. Дата актуализации 01.07.2023. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/31626?ysclid=maut4oi8uo519030913>.

Предельный уровень бактерицидной обработки установлен нормативной документацией и должен составлять не более $0,5 \times 10^2$ КОЕ/см³, на этом основании оценка эффективности осуществлялась согласно выражению

$$q_i = P_{i\text{оп}} - P_{i\text{пр}} / P_{i\text{ан}} - P_{i\text{пр}}, \quad (3)$$

где P_i – предельный нормированный показатель обсемененности микроорганизмами.

Расчетные показатели по бактерицидной обработке представлены в табл. 1.

Таблица 1. Дифференциальная оценка качества обеззараживания микроорганизмов и длительности достижения предельного состояния

Table 1. Differential assessment of the quality of microorganism disinfection and the duration of reaching the limit state

№ п/п	Наименование способа бактерицидной обработки	Условное обозначение	Дифференциальный показатель качества достижения предельного состояния, усл. ед.		Срок достижения предельного состояния, ч
			1	2	
1	Традиционная технология	$P_{\text{ан}}$	1,0		1
2	Совмещенная с ультразвуковой и ультрафиолетовой обработкой	P_1		6,0	11

Показатели качества, приведенные в табл. 1, свидетельствуют о высокой эффективности совмещенной ультразвуковой и ультрафиолетовой обработки мясокостного сырья. На первой стадии производства бульона предусматривается ультрафиолетовое облучение мясокостного сырья перед закладкой в пищеварочный котел. На второй стадии бульон до укупорки подвергается высокоэффективной стерилизации ультразвуком, что, несомненно, повышает стабильность низкого состояния микробиологической зараженности (*Илюхина и др., 2021; Awad et al., 2012; Кондратенко и др., 2023; Федосенко и др., 2022; Рязанцева и др., 2022; Зилов, 2024*).

Дополнительная стабильность релаксации микроорганизмов обеспечивается за счет обеспечения высокого качества очистки бульона от вторичных продуктов окисления. Удаление грубых тканевых частиц в ситочном фильтре, устанавливаемом на выходе бульона из пароварочного котла, и фильтрация в песочном фильтре коллоидно-дисперсных частиц стабилизируют качество с позиции органолептических показателей и замедления окислительных процессов. Немаловажным положительным фактором является и состояние остаточной массовой доли жира, она уменьшается при фильтрации, а гомогенизацией достигается высокая степень разрушения жировых шариков, и, как следствие, присутствие в бульоне в свободном равновесном состоянии, препятствующем их объединению, приводящем к порче продукта. Эффективность ультразвуковой и ультрафиолетовой обработки подтверждается исследованиями (*Yeh et al., 2013*).

Единичный дифференциальный показатель качества, установленный по преобладающему показателю микробиологической обсемененности, являющегося основным гарантом пролонгации срока хранения, не позволяет оценить эффективность поточно-технологической линии (ПТЛ). Она должна будет зависеть от всех дифференциальных составляющих и определяться в зависимости от интегрального суммарного показателя, включающего в себя и затратные средства на создание ПТЛ, и ее эксплуатацию. В таком случае эффективность технологического процесса и поточно-технологической линии определяется выражением

$$I = P_{\Sigma} / Z_{\text{С.ПТЛ}} + Z_{\text{ЭК}}, \quad (4)$$

где P_{Σ} – суммарная эффективность ПТЛ, руб.; $Z_{\text{С.ПТЛ}}$ – затраты на создание ПТЛ, руб.; $Z_{\text{ЭК}}$ – эксплуатационные затраты ПТЛ, руб.

Определение эффективности ПТЛ в ценностном варианте, как представлено в выражении 4, не может быть достоверной информацией по причине отсутствия главной преследуемой цели – повышения длительности пищевой сохранности продукта, полученного и представленного в табл. 1. В этой связи наиболее рациональной принята методика, основанная на возможности анализировать себестоимость различных технологий с дифференциальным показателем качества

$$I = C_{\text{сб}} \times q_{ki}, \quad (5)$$

где $C_{\text{сб}}$ – себестоимость производства бульона, руб.; q_{ki} – дифференциальный показатель качества i -й технологии, у. е.

Себестоимость оборудования, обеспечивающего повышение микробиологического состояния бульона, представлена в табл. 2.

Таблица 2. Примерный перечень оборудования ПТЛ, обуславливающего длительность хранения бульона
Table 2. Approximate list of PTL equipment determining the shelf life of broth

№ п/п	Наименование технологической операции	Наименование оборудования	Тип, марка	Кол-во, шт.	Установленная мощность, кВт	Стоимость ед. оборудования, руб.
1	Ультрафиолетовая бактерицидная обработка сырья	Бактерицидный ультрафиолетовый излучатель	"Светолит-50 (90)" УФ амальгамная лампа АНЦ 170/70-ПЗ-3	1	0,5	91 080
2	Подогрев воды	Водонагреватель	Electrolux EWH 50 Major LZR 3	1	2,0	23 800
3	Варка бульона	Котел пищеварочный	КПЭМ-60-7	1	18,1	246 600
4	Стерилизация и гомогенизация бульона	Аппарат ультразвуковой проточный "Волна-П"	УЗАП-1/22-ОП (вариант исполнения № 1)	1	1,0	350 000
5	Упаковка	Ручной запайник стаканов	МЗ-4003М	1	0,4	25 000
Итого					22,0	736 480

В табл. 3 представлен примерный перечень технологического оборудования, применяемого по традиционной технологии производства мясокостного бульона из говядины.

Таблица 3. Технологическое оборудование, применяемое для приготовления бульона по традиционной технологии

Table 3. Technological equipment used for preparing broth using traditional technology

№ п/п	Наименование технологической операции	Наименование оборудования	Тип, марка	Кол-во, шт.	Установленная мощность, кВт	Стоимость ед. оборудования, руб.
1	Варка бульона	Котел пищеварочный	КПЭМ-60-7	1	18,1	246 600
2	Стерилизация	Автоклав	ИПКС-128-150Pr(H)	1	15,0	593 543
3	Упаковка	Ручной запайник стаканов	МЗ-4003М	1	0,40	25 000
Итого					33,5	865 143

Для комплексной оценки эффективности ПТЛ были проведены экономические расчеты (Магомедов и др., 2021), включавшие анализ полной себестоимости производства мясокостного бульона и себестоимости единицы продукции (300 мл) по стандартной и предлагаемой технологиям. Результаты расчетов приведены в табл. 4.

Таблица 4. Полная себестоимость производства мясокостного бульона из говядины по стандартной и предлагаемой технологии

Table 4. Full cost of production of beef bone broth using standard and proposed technology

Наименование	Стандартная технология, руб.	Предлагаемая технология, руб.
Сырье и основные материалы	1 239	1 239
Транспортно-заготовительные расходы	62	62
Тара и упаковка	1 243,5	1 243,5
Топливо и энергия на технологические цели	427	160
Затраты на оплату труда	4 000	2 000
Социальный налог	1 208	604
Амортизация	576,8	491
Прочие производственные расходы	438	290
Внепроизводственные расходы	460	304
Полная себестоимость	9 654,2	6 393,4
Себестоимость единицы продукции (300 мл)	36,2	24

На основании данных о полной себестоимости производства мясокостного бульона, себестоимости единицы продукции (300 мл) и дифференциальных показателей качества (табл. 1), рассчитанных по формуле (5), проведена комплексная оценка эффективности поточно-технологической линии. Методология анализа основана на применении стоимостных и качественных параметров, что позволяет количественно определить суммарный экономический эффект от внедрения новой технологии:

$$I_{\text{ан}} = 1,0 \cdot 9654,2 = 9654,2 \text{ руб.};$$
$$I_1 = 6,0 \cdot 6393,4 = 38360,4 \text{ руб.}$$

Проведен расчет экономической эффективности производства и реализации мясокостного бульона. Результаты представлены в табл. 5.

Таблица 5. Показатели экономической эффективности производства мясокостного бульона по стандартной и предлагаемой технологии, руб.

Table 5. Economic efficiency indicators for the production of meat and bone broth using standard and proposed technology, rub.

Наименование	Стандартная технология, руб.	Предлагаемая технология, руб.
Полная себестоимость	9 654,2	6 393,4
Себестоимость единицы продукции (300 мл)	36,2	24
Цена, руб./шт. за единицу продукции (300 мл)	150	150
Выручка в смену, руб.	40 200	40 200
Прибыль от реализации в смену, руб.	30 545,8	33 806,5
Рентабельность продукции, %	316,4	528,7
Рентабельность продаж, %	75,9	84,1

Результаты сопоставительного анализа экономической эффективности демонстрируют, что внедрение предлагаемой технологии производства мясокостного бульона обеспечивает прибыль от реализации в размере 33 806,5 руб. за смену, что превышает аналогичный показатель традиционной технологии на 3 260 руб. Количественная оценка рентабельности продукции, рассчитанная в соответствии с методологией (Магомедов и др., 2021), составила 528,7 % для новой технологии против 316,4 % для стандартной. Полученные значения рентабельности превышают среднеотраслевые нормативы пищевой промышленности, что подтверждает экономическую целесообразность модернизации производства. Таким образом, производственно-сбытовой цикл с использованием ультрафиолетовой и ультразвуковой обработки является экономически более эффективным решением, сочетающим высокую экономическую эффективность с улучшенными показателями микробиологической безопасности.

Заключение

Разработанная технология производства мясокостных бульонов с использованием ультразвуковой и ультрафиолетовой обработки демонстрирует значительные преимущества перед традиционным методом. Снижение себестоимости на 33,7 %, увеличение рентабельности до 528,7 % и ускорение процессов стерилизации подтверждают ее экономическую целесообразность. Улучшение микробиологической безопасности обеспечивает пролонгированный срок хранения и соответствие санитарным нормам. Однако внедрение требует инвестиций в оборудование (например, аппараты ультразвуковой стерилизации), что может быть обосновано за счет долгосрочных экономических выгод и повышения качества и длительности хранения продукции. Рекомендуется дальнейшее совершенствование процессов фильтрации и оптимизация энергопотребления для снижения эксплуатационных затрат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

- Болохонов М. А. Экономика предприятия (фирмы). Саратов : Саратовский источник, 2015. 123 с.
- Бурак Л. Ч., Завалей А. П. Эффективность комбинированного воздействия ультразвука и микроволн при обработке пищевых продуктов. Обзор // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 2. С. 342–357. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2024-2-2510>. EDN: HYJQCX.
- Зилов Е. А. Обеззараживание вод с помощью ультрафиолетового излучения и ультразвуковой обработки // XXI век. Техносферная безопасность. 2024. Т. 9, № 2(34). С. 142–151. DOI: <https://doi.org/10.21285/2500-1582-2024-9-2-142-151>. EDN: XDNSRJ.
- Илюхина Н. В., Колоколова А. Ю., Тришканева М. В., Крюкова Е. В. [и др.]. Исследование динамики ингибирования микрофлоры растительного сырья в результате обработки ультрафиолетовым излучением // Хранение и переработка сельхозсырья. 2021. № 1. С. 117–126. DOI: <https://doi.org/10.36107/spfp.2021.194>. EDN: IDW1HY.

- Кондратенко Т. Ю., Кондратенко В. В., Курбанова М. Н., Пацюк Л. К. Ультразвуковая кавитация и ее потенциальное влияние на микрофлору: Систематический обзор предметного поля // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2023. № 4. С. 75–97. DOI: <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.4.463>. EDN: QPOGIK.
- Линия производства расфасованного питьевого бульона, мясокостной пасты и вареного мяса для изготовления кулинарных изделий: пат. № 2812972 Рос. Федерация / Ф. Я. Рудик, С. А. Богатырев, И. С. Киселева, О. С. Фоменко [и др.]. № 2023117677; заявл. 05.07.2023 ; опубл. 06.02.2024 г. Бюл. № 4. EDN: KXLESP.
- Магомедов М. Д., Заздравных А. В., Афанасьева Г. А. Экономика пищевой промышленности. Москва : Дашков и К, 2021. 230 с.
- Мауль Д., Красникова Л. В., Громцев А. С. Исследование влияния ультразвуковой обработки в жидких средах различного состава на поверхностную микрофлору мясных полуфабрикатов // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2017. Т. 79, № 3(73). С. 19–25. DOI 10.20914/2310-1202-2017-3-19-25. EDN: ZTUKKZ.
- Моргунова Н. Л., Рудик Ф. Я., Жиздюк А. А., Буйлов В. Н. Исследование изменения качественных показателей зерна пшеницы при эксплуатационно-технологической обработке ультразвуком в водной среде // *Аграрный научный журнал*. 2025. № 4. С. 111–118. DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.y2025i4pp111-118>. EDN: VRWRFE.
- Рудик Ф. Я., Фоменко О. С., Куценкова В. С., Сагингалиева А. Г. Принципы, общая схема и обоснование эффективности теплопередачи при производстве мясных продуктов питания // *Вестник ВСГУТУ*. 2024в. № 2(93). С. 12–18. DOI: 10.53980/24131997_2024_2_12. EDN: CVSFYP.
- Рудик Ф. Я., Фоменко О. С., Сагингалиева А. Г. Проблема насыщения продуктового рынка питьевыми продуктами питания длительного срока хранения // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. 2024а. № 3. С. 28–32. DOI: 10.24412/2311-6447-2024-3-28-32. EDN: ELXVBP.
- Рудик Ф. Я., Фоменко О. С., Сагингалиева А. Г., Пасько О. В. Анализ и обоснование способа и технических средств для бактерицидной обработки мяса при производстве пакетированных бульонов длительного хранения // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. 2024б. № 3. С. 89–95. DOI: 10.24412/2311-6447-2024-3-89-95. EDN: MSQMUF.
- Рязанцева К. А., Шерстнева Н. Е. Традиционные и инновационные способы применения ультрафиолетового излучения в молочной промышленности // *Техника и технология пищевых производств*. 2022. Т. 52, № 2. С. 390–406. DOI: 10.21603/2074-9414-2022-2-2372. EDN: VTCVRL.
- Федосенко Т. В., Кондратенко Т. Ю., Кондратенко В. В. Особенности применения ультразвуковой кавитации для обработки жидкообразных сред // *Все о мясе*. 2022. № 5. С. 38–45. DOI: 10.21323/2071-2499-2022-5-38-45. EDN: FOYMPD.
- Awad T. S., Moharram H. A., Shaltout O. E., Asker D. [et al.]. Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: A review // *Food Research International*. 2012. Vol. 48, Iss. 2. P. 410–427. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.05.004>.
- Harasym J., Satta E., Kaim U. Ultrasound treatment of buckwheat grains impacts important functional properties of resulting flour // *Molecules*. 2020. Vol. 25, Iss. 13. Article number: 3012. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25133012>.
- Yeo S.-K., Liong M.-T. Effects and applications of sub-lethal ultrasound, electroporation and UV radiations in bioprocessing // *Annals of Microbiology*. 2013. Vol. 63. P. 813–824. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13213-012-0559-8>.

References

- Bolokhonov, M. A. 2015. Economics of an Enterprise (Firm). Saratov. (In Russ.)
- Burak, L. C., Zavaley, A. P. 2024. Combined ultrasonic and microwave processing of food: A review of efficiency. *Food Processing: Techniques and Technology*, 54(2), pp. 342–357. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2024-2-2510>. EDN: HYJQCX. (In Russ.)
- Zilov, E. A. 2024. Disinfection of water using ultraviolet radiation and ultrasonic treatment. *XXI Century. Technosphere Safety*, 9(2(34)), pp. 142–151. DOI: <https://doi.org/10.21285/2500-1582-2024-9-2-142-151>. EDN: XDNSRJ. (In Russ.)
- Ilyukhina, N. V., Kolokolova, A. Yu., Trishkanova, M. V. et al. 2021. Study of the dynamics of microflora inhibition in plant raw materials as a result of ultraviolet radiation treatment. *Storage and Processing of Farm Products*, 1, pp. 117–126. DOI: <https://doi.org/10.36107/spfp.2021.194>. EDN: IDWIHY. (In Russ.)
- Kondratenko, T. Yu., Kondratenko, V. V., Kurbanova, M. N., Patyuk, L. K. 2023. Ultrasonic cavitation and its potential impact on microflora: A systematic review of the subject area. *Storage and Processing of Farm Products*, 4, pp. 75–97. DOI: <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.4.463>. EDN: QPOGIK. (In Russ.)
- Rudik, F. Ya., Bogatyrev, S. A., Kiseleva, I. S. et al. 2024. Production line for packaged drinking broth, meat-and-bone paste, and boiled meat for culinary products, Russian Federation, Pat. 2812972 C1. EDN: KXLESP. (In Russ.)

- Magomedov, M. D., Zazdravnykh, A. V., Afanasyeva, G. A. 2021. Economics of the food industry. Moscow. (In Russ.)
- Maul, D., Krasnikova, L. V., Gromtsev, A. S. 2017. Study of the effect of ultrasonic treatment in liquid media of various compositions on the surface microflora of meat semi-finished products. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 79(3(73)), pp. 19–25. DOI: 10.20914/2310-1202-2017-3-19-25. EDN: ZTUKKZ. (In Russ.)
- Morgunova, N. L., Rudik, F. Ya., Zhizdyuk, A. A., Builov, V. N. 2025. Study of changes in quality indicators of wheat grain during operational-technological ultrasonic treatment in an aqueous medium. *The Agrarian Scientific Journal*, 4, pp. 111–118. DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.y2025i4pp111-118>. EDN: VRWRFE. (In Russ.)
- Rudik, F. Ya., Fomenko, O. S., Kutsenkova, V. S., Sagingalieva, A. G. 2024b. Principles, general scheme, and justification of heat transfer efficiency in the production of meat food products. *ESSUTM Bulletin*, 2(93), pp. 12–18. DOI: 10.53980/24131997_2024_2_12. EDN: CVSFYP. (In Russ.)
- Rudik, F. Ya., Fomenko, O. S., Sagingalieva, A. G. 2024a. The problem of saturating the food market with long-shelf-life drinking food products. *Technologies of the Food and Processing Industry of the Agro-Industrial Complex-Healthy Food Products*, 3, pp. 28–32. DOI: 10.24412/2311-6447-2024-3-28-32. EDN: ELXVBP. (In Russ.)
- Rudik, F. Ya., Fomenko, O. S., Sagingalieva, A. G., Pas'ko, O. V. 2024b. Analysis and justification of methods and technical means for bactericidal treatment of meat in the production of long-shelf-life packaged broths. *Technologies of the Food and Processing Industry of the Agro-Industrial Complex-Healthy Food Products*, 3, pp. 89–95. DOI: 10.24412/2311-6447-2024-3-89-95. EDN: MSQMUF. (In Russ.)
- Ryazantseva, K. A., Sherstneva, N. E. 2022. Traditional and innovative methods of using ultraviolet radiation in the dairy industry. *Food Processing: Techniques and Technology*, 52(2), pp. 390–406. DOI: 10.21603/2074-9414-2022-2-2372. EDN: VTCVRL. (In Russ.)
- Fedosenko, T. V., Kondratenko, T. Yu., Kondratenko, V. V. 2022. Features of the application of ultrasonic cavitation for the treatment of liquid media. *Vsyo o Myase*, 5, pp. 38–45. DOI: 10.21323/2071-2499-2022-5-38-45. EDN: FOYMPD. (In Russ.)
- Awad, T. S., Moharram, H. A., Shaltout, O. E., Asker D. et al. 2012. Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: A review. *Food Research International*, 48(2), pp. 410–427. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.05.004>.
- Harasym, J., Satta, E., Kaim, U. 2020. Ultrasound treatment of buckwheat grains impacts important functional properties of resulting flour. *Molecules*, 25(13). Article number: 3012. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25133012>.
- Yeo, S.-K., Liong, M.-T. 2013. Effects and applications of sub-lethal ultrasound, electroporation and UV radiations in bioprocessing. *Annals of Microbiology*, 63, pp. 813–824. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13213-012-0559-8>.

Сведения об авторах

Фоменко Ольга Сергеевна – ул. Соколова, 335, г. Саратов, Россия, 410005; Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н. И. Вавилова, канд. техн. наук, доцент; e-mail: fomenkoos@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2700-3119>

Olga S. Fomenko – 335 Sokolovaya Str., Saratov, Russia, 410005; Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor; e-mail: fomenkoos@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2700-3119>

Рудик Феликс Яковлевич – ул. Соколова, 335, г. Саратов, Россия, 410005; Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н. И. Вавилова, д-р техн. наук, профессор; e-mail: rudik.sgau@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8444-0115>

Felix Ya. Rudik – 335 Sokolovaya Str., Saratov, Russia, 410005; Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov, Dr Sci. (Engineering), Professor; e-mail: rudik.sgau@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8444-0115>