



Sciences of Europe

VOL 2, No 51 (2020)

Sciences of Europe
(Praha, Czech Republic)

ISSN 3162-2364

The journal is registered and published in Czech Republic.
Articles in all spheres of sciences are published in the journal.

Journal is published in Czech, English, Polish, Russian, Chinese, German and French.

Articles are accepted each month.

Frequency: 12 issues per year.

Format - A4

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

All manuscripts are peer reviewed by experts in the respective field. Authors of the manuscripts bear responsibility for their content, credibility and reliability.

Editorial board doesn't expect the manuscripts' authors to always agree with its opinion.

Chief editor: Petr Bohacek

Managing editor: Michal Hudecek

- Jiří Pospíšil (Organic and Medicinal Chemistry) Zentiva
- Jaroslav Fährnich (Organic Chemistry) Institute of Organic Chemistry and Biochemistry Academy of Sciences of the Czech Republic
- Smirnova Oksana K., Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of History (Moscow, Russia);
- Rasa Boháček – Ph.D. člen Česká zemědělská univerzita v Praze
- Naumov Jaroslav S., MD, Ph.D., assistant professor of history of medicine and the social sciences and humanities. (Kiev, Ukraine)
- Viktor Pour – Ph.D. člen Univerzita Pardubice
- Petrenko Svyatoslav, PhD in geography, lecturer in social and economic geography. (Kharkov, Ukraine)
- Karel Schwaninger – Ph.D. člen Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
- Kozachenko Artem Leonidovich, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of History (Moscow, Russia);
- Václav Pittner -Ph.D. člen Technická univerzita v Liberci
- Dudnik Oleg Arturovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Department of Physical and Mathematical management methods. (Chernivtsi, Ukraine)
- Konovalov Artem Nikolaevich, Doctor of Psychology, Professor, Chair of General Psychology and Pedagogy. (Minsk, Belarus)

«Sciences of Europe» -

Editorial office: Křižíkova 384/101 Karlín, 186 00 Praha

E-mail: info@european-science.org

Web: www.european-science.org

CONTENT

CHEMICAL SCIENCES

Ziyadullaev O., Buriyev F.
SYNTHESIS OF AROMATIC ACETYLENE ALCOHOLS
BASED OF PHENILACETYLENA 3

MEDICAL SCIENCES

Bilenko N. STATE OF MIND AND BIORHYTHMOLOGY OF INDIVIDUALS WHO UNLEASHED AGGRESSIVE WARS 11	Kryvetska I. PEDAGOGICAL INNOVATIONS PERSONALITY ORIENTED APPROACH IN THE DOCTOR'S PROFESSIONAL TRAINING SYSTEM..... 31
Zhulev E., Vokulova Yu. COMPARATIVE EVALUATION OF METHODS FOR STUDYING THE DIMENSIONAL ACCURACY OF ARTIFICIAL CROWN FRAMES MADE OF IPS E. MAX LITHIUM DISILICATE, MANUFACTURED USING TRADITIONAL AND DIGITAL TECHNOLOGIES 18	Rusina S., Nikoriak R. FIELDS OF EDUCATIONAL AND METHODOLOGICAL WORK OPTIMIZATION IN HIGHER MEDICAL EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS 33
Kryvetska I., Kryvetskyi I. ANOMALIES OF CRANIOVERTEBRAL ZONE DEVELOPMENT IN CLINICAL PRACTICE 26	Trach O., Shyian D., Topchii S., Yakovleva Yu. INDIVIDUAL ANATOMICAL VARIABILITY OF THE OCCIPITAL LOBE LENGTH OF THE ENDBRAIN 36

PHARMACEUTICAL SCIENCES

Muradova D., Buzilova A.
CURRENT TRENDS IN MORBIDITY AND MORTALITY
FROM CARDIOVASCULAR DISEASES IN THE ADULT
POPULATION OF THE RUSSIAN FEDERATION 41

TECHNICAL SCIENCES

Bermyk I. DEVELOPMENT OF DRINKING MILK TECHNOLOGY USING ULTRASOUND CAVITATION 45	Vyshinskiy V. TO THE QUESTION OF SPACE AND TIME 64
Bukin A., Chernyaev I. METHOD FOR DETERMINING THE REQUIRED HYDROPOWER RESERVE OF A LUBRICATING SYSTEM 56	Kravchenko O., Kucherenko R., Danchenko E., Besedina S. DEVELOPMENT OF IOT SOLUTIONS FOR CLIMATE CONTROL OF DAIRY PRODUCTION PROCESS 69
Spirin A., Tverdokhlib I., Vovk V. MATHEMATICAL MODEL OF THE EPIDEMIC DEVELOPMENT 60	

TECHNICAL SCIENCES

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПИТНОГО МОЛОКА ЗА ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОЇ КАВІТАЦІЇ

Берник І.М.

*Доцент, завідувач кафедри харчових технологій та мікробіології, к.т.н.,
Вінницький національний аграрний університет,*

DEVELOPMENT OF DRINKING MILK TECHNOLOGY USING ULTRASOUND CAVITATION

Bernyk I.

*Associate Professor
Head of Microbiology and Processing Technology Department, Ph.D.,
Vinnytsia National Agrarian University*

АНОТАЦІЯ

У роботі проведено аналіз технологічних рішень для подовження термінів зберігання рідких харчових продуктів. За результатами оцінки способів та обладнання для подовження термінів зберігання та інактивації мікрофлори запропоновано їх класифікацію в широкому спектрі характеристик, які сьогодні є технічно досяжними. Зазначено, що використання термічної обробки є найбільш розповсюдженою та технічно надійною, при цьому вона призводить до погіршення харчових та органолептичних властивостей отриманих продуктів. Розглянуто сутність та особливості використання таких фізичних способів обробки рідких харчових продуктів, як електромагнітним полем високої та надвисокої частоти, інфрачервоним випромінюванням, високим тиском, іонізуючих випромінювань, ультрафільтрації, безконтактного електричного оброблення в потоці.

Особлива увага присвячена оцінці використання ультразвукових коливань для обробки рідких технологічних середовищ. Розглянуто схему дії акустичних коливань на хіміко-технологічну систему, зокрема на фізико-хімічні ефекти та результати їх взаємодії. Зазначено, що поєднання різних фізичних ефектів, що одночасно впливають на середовища дозволяє запропонувати інші підходи до реалізації технологічних процесів, зокрема й з метою подовження термінів зберігання.

У роботі проведено дослідження впливу інтенсивності, тривалості та температури ультразвукової обробки на зниження мікробної контамінації молока, встановлено раціональні параметри обробки. Виконаними експериментальними дослідженнями встановлено, що за дії ультразвукової кавітації на жирову емульсію спостерігається ще один важливий ефект – гомогенізація жирової фази. Встановлено, що раціональні параметри обробки процесу гомогенізації узгоджуються зі значеннями параметрів бактерицидної дії.

Запропоновано технологічну схему виробництва питного молока за використання ультразвукових кавітаційних технологій на стадії пастеризації та гомогенізації. У порівнянні з типовими вона має низку переваг: спрощення процесу, зниження температури, покращення якості продукту та безпечність виробництва.

ABSTRACT

The analysis of technological solutions for prolonging the shelf life of liquid food products is carried out in the work. Based on the results of evaluation of methods and equipment for prolongation of storage and inactivation of microorganisms, their classification in a wide range of characteristics is proposed, which are technically achievable today. It is noted that the use of heat treatment is the most common and technically reliable, and it leads to deterioration of nutritional and organoleptic properties of the products. The essence and features of using such physical methods of processing liquid food products as electromagnetic field of high and ultrahigh frequency, infrared radiation, high pressure, ionizing radiation, ultrafiltration, contactless electric treatment in the flow are considered.

Particular attention is paid to the evaluation of the use of ultrasonic vibrations for the treatment of liquid process media. The scheme of action of acoustic oscillations on the chemical-technological system, in particular on physico-chemical effects and results of their interaction is considered. It is noted that the combination of different physical effects that simultaneously affect the environment allows us to offer other approaches to the implementation of technological processes, in particular to extend the shelf life.

The study of the influence of intensity, duration and temperature of ultrasonic treatment on the reduction of microbial contamination of milk, the rational parameters of processing are established. Experimental studies have shown that the action of ultrasonic cavitation on the fat emulsion has another important effect - the homogenization of the fat phase. It is established that the rational processing parameters of the homogenization process are consistent with the values of the bactericidal action parameters.

The technological scheme of drinking milk production with the use of ultrasonic cavitation technologies at the stage of pasteurization and homogenization is offered. Compared to typical ones, it has a number of advantages: simplification of the process, lowering of temperature, improvement of product quality and safety of production.

Ключові слова: ультразвук, кавітація, якість продукту, гомогенізація, бактерицидна дія, фізичні способи, подовження термінів зберігання, мікробна контамінація, молоко, технологія.

Keywords: ultrasound, cavitation, product quality, homogenization, bactericidal action, physical methods, prolongation of shelf life, microbial contamination, milk, technology.

Постановка проблеми. Основним завданням вітчизняної харчової та переробної промисловості є забезпечення населення України продуктами харчування високої якості та їх конкурентоспроможності на зовнішньому ринку. Вирішення знаходиться в площині розробки нових технологій, вдосконалення технологічних процесів та апаратів, переходів на нові екологічно чисті технології та широке використання досягнень науки і техніки у виробництвах. Серед харчових продуктів значне місце належить рідким, зокрема: молоку, безалкогольним напоям, пиву, сокам, екстрактам, натуральним винам тощо.

Відомі технології подовження термінів зберігання цих продуктів базуються на термічному обробленні (пастеризація та стерилізація). При цьому харчові та органолептичні властивості їх суттєво погіршуються внаслідок денатурації білків, руйнування ферментно-вітамінного комплексу та інших. Перспективним напрямом підвищення термінів зберігання цих продуктів є застосування фізичних методів обробки, зокрема використання ультразвукових кавітаційних технологій.

Основними перевагами ультразвуку є:

- інактивація мікрофлори при низьких температурах, що забезпечує повне збереження харчових та смакових властивостей продуктів;
- універсальність, яка дозволяє застосовувати їх в різних технологічних процесах;
- екологічна безпека за рахунок виключення

використання тепла і хімічних консервантів.

Аналіз досліджень та публікацій. З метою подовження термінів зберігання в харчовій промисловості використовують різні способи обробки [1].

Найбільш широко в технологічній практиці використовуються вплив на бактерії високих температур протягом визначеного часу.

На вибір режиму обробки продуктів впливають такі фактори:

1. Вміст жиру який утворює навколо бактерій жирову капсулу, що зменшує ефективність дії тепла. Тому зі збільшенням вмісту жиру в продуктах використовується більш жорсткий режим обробки.

2. Кислотність середовища. У кислому середовищі мікроорганізми гинуть швидше. Найбільші бактерицидні властивості притаманні молочній кислоті, менший ефект у присутності оцтової і лимонної кислот.

3. Вміст солі, у присутності якої процес стерилізації відбувається більш ефективно.

4. Вміст повітря, у присутності якого стійкість мікробів підвищується.

Літературні дані за цим питанням найчастіше суперечливі [2–4], узагальнення даних у вигляді графіка залежності між температурою та тривалістю теплової обробки представлено на рис. 1. Для порівняння також представлені відповідні криві для руйнування ферментів та фізико-хімічних властивостей продуктів.

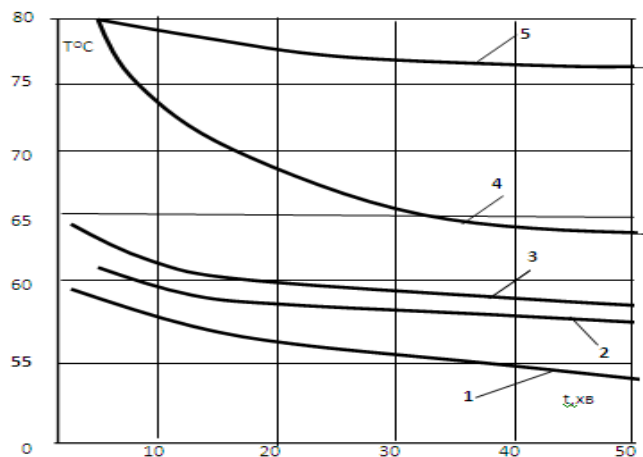


Рис. 1. Графік режимів теплової обробки

(1 – крива загибель дифтерійної палички; 2 – загибель тифозної палички;

3 – загибель туберкульозної палички; 4 – руйнування ферментів; 5 – зміна фізико-хімічних якостей)

Графічні залежності описують емпіричною залежністю тривалості процесу τ від його температури t виду:

$$\ln \tau = \alpha - \beta t, \quad (1)$$

де α і β – чисельні коефіцієнти, що підлягають експериментальному визначенню.

Тоді умова досягнення заданого ефекту теплової обробки має вигляд:

$$\theta = \tau, \quad (2)$$

де τ – дійсний час впливу на технологічне середовище.

За умов $\theta > \tau$ можуть виникнути небажані зміни властивостей продукту, за умов $\theta < \tau$ ефект пастеризації не буде досягнутий.

Оцінку ефективності процесу теплової обробки проводять шляхом визначення коефіцієнту швидкості загибелі мікроорганізмів C :

$$C = \frac{1}{\theta} \ln \frac{N_0}{N_K} \quad (3)$$

де N_0 – початковий вміст бактерій в одиниці об'єму продукту, m^{-3} ; N_K – кінцевий вміст бактерій після пастеризації, m^{-3} .

Використання, даного критерію обумовлено реальними умовами пов'язаними з властивостями технологічного середовища та наявністю мікрофлори.

До недоліків теплової обробки можна віднести високі питомі енерговитрати на одиницю продукції, нерівномірність нагріву продукту в об'ємі, складність конструкції і незручність технічного обслуговування установок.

Попри найбільше застосування теплової обробки з метою інактивації мікрофлори на сьогоднішній день відома також ціла низка інших альтернативних способів обробки.

Аналіз способів та обладнання для подовження термінів зберігання та інактивації мікрофлори дав можливість виконати їх класифікацію в широкому спектрі характеристик, які сьогодні є технічно досяжними (рис. 2) [1].

Розглянемо більш детально фізичні способи підвищення термінів зберігання рідких харчових продуктів.

Обробка електромагнітним полем високої та надвисокої частоти. Електромагнітне поле являє собою особливий вид матерії, що виявляє силовий вплив на заряджені частинки, і визначається як сукупність змінних взаємозалежних, електричного і магнітного полів, що впливають один на одного.

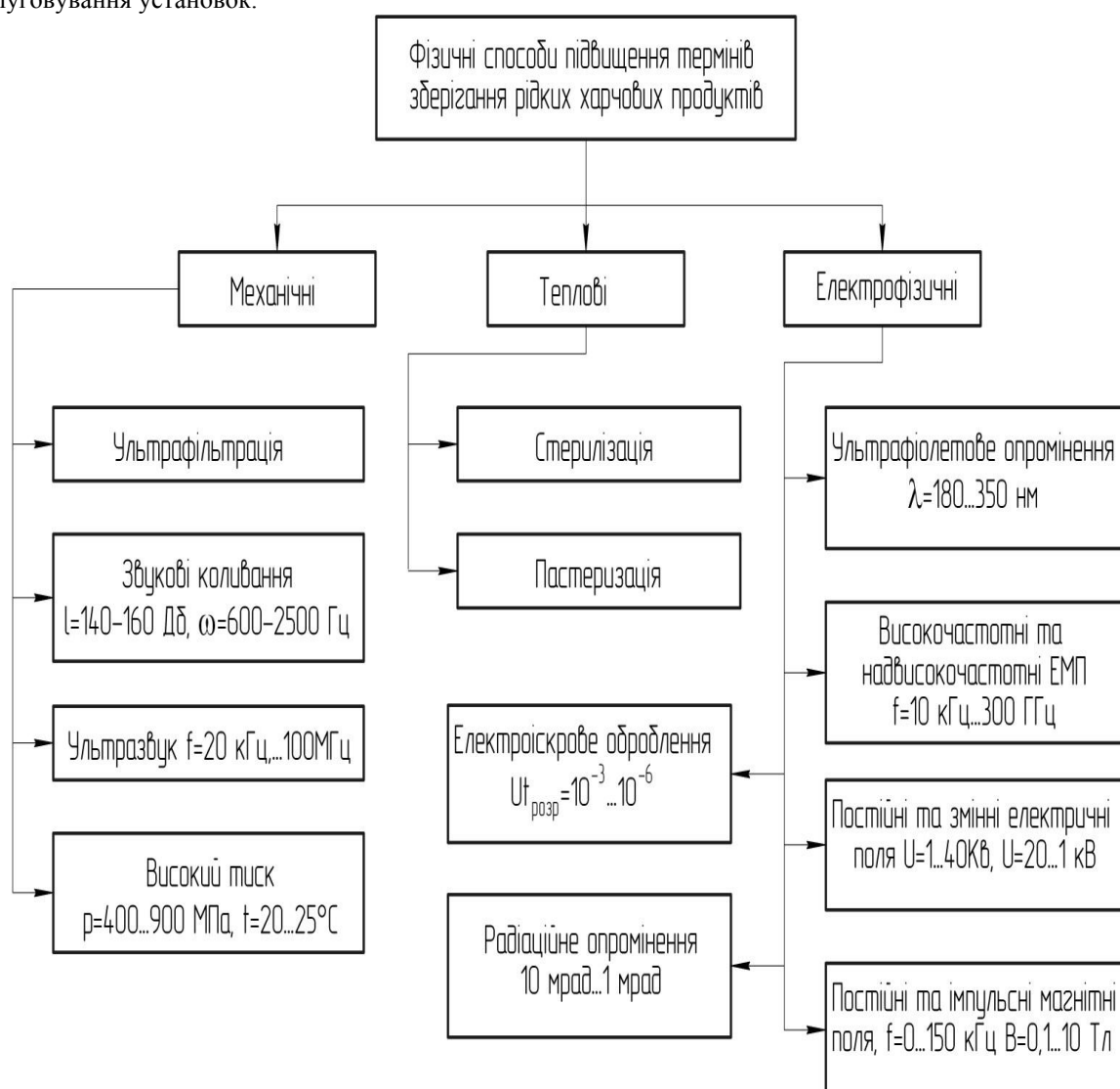


Рис. 2. Фізичні способи підвищення термінів зберігання рідких харчових продуктів

Електромагнітне поле характеризується довжиною хвилі, m або частотою коливання f , Гц. Інтервал довжин радіохвиль становить від міліметрів до десятків кілометрів, що відповідає частотами коливань в діапазоні від 3×10^4 Гц до 3×10 Гц. Інтенсивність електромагнітного поля в будь-якій точці

простору залежить від потужності генератора і відстані від нього. Джерелами електромагнітних полів є НВЧ-пристрої.

НВЧ-пристрої широко застосовуються у ядерній фізиці для розганяння елементарних частинок до швидкостей, близьких до швидкості світла, за

допомогою електромагнітних полів хвилеводів. Широке застосування знаходить НВЧ-нагрівання у харчовій промисловості з метою прискореного готування їжі, пастеризації, стерилізації та зневоднення харчових продуктів.

Особливо широке застосування останнім часом мають хвилі НВЧ-діапазону для стерилізації харчових середовищ. Така теплова обробка виробів здійснюється в спеціальних високочастотних пастеризаторах. В активній зоні НВЧ-пастеризатора, завдяки високій концентрації енергії електромагнітного поля $800\text{--}1000\text{ Вт/см}^3$ темп нагрівання становить $200\text{--}400^\circ\text{C}$ за секунду і більше, достатній час витримки становить $0,05\text{--}0,08$ секунди, при цьому середня температура рідини не перевищує 65°C . Цей режим забезпечує $99,9\%$ знищення бактерій і іншої мікрофлори, залишаючи неушкодженими важливі компоненти продукту [6].

Незважаючи на суб'єктивні причини, через які НВЧ-пастеризація (стерилізація) не набула широкого застосування, зацікавленість у розвитку цього напрямку досліджень не зникає. Пояснюється це можливістю створити в НВЧ-пристроях енергетичний режим, який неможливий у традиційних теплових пастеризаторах, тобто забезпечити високу концентрацію енергії в малих об'ємах і надзвичайно короткий час дії на об'єкт [7]. Крім того, вплив НВЧ-енергії на мікроорганізми має особливу специфіку, яка полягає в розігріванні мікроорганізму з середини і одночасній силовій дії на клітинні мембрани і на весь організм, що, в результаті, приводить до його швидкого руйнування. Що вища концентрація енергії, то швидше руйнуються і гинуть мікроорганізми.

Особливістю теплової обробки в електричному полі надвисокої частоти є прогрів харчових продуктів одночасно по всьому об'ємі (об'ємний прогрів), надзвичайно короткий час дії на продукт, сильна бактерицидна дія, рівномірне виділення тепла, але порівнянні із традиційним тепловим обладнанням, НВЧ установки відрізняються підвищеною складністю, що і є суттєвим недоліком.

Таким чином, застосування НВЧ-нагріву дозволяє: прискорити процес теплової обробки; поліпшити якість і збільшити вихід готової продукції; збільшити потужність і поліпшити санітарно-гігієнічні умови підприємств; полегшити працю працівників виробництва.

Інфрачервоне (ІЧ) випромінювання. Інфрачервоне випромінювання – електромагнітне випромінювання, що займає спектральну область між червоним кінцем видимого світла (з довжиною хвилі $\lambda=0,74\text{ мкм}$) і мікрохвильовим випромінюванням ($\lambda \sim 1\text{--}2\text{ мм}$).

Зараз весь діапазон інфрачервоного випромінювання ділять на дві складових:

- короткохвильова область: $\lambda = 0,74\text{--}2,5\text{ мкм}$;
- середньохвильова область: $\lambda = 2,5\text{--}50\text{ мкм}$;

Інфрачервоне випромінювання також називають "тепловим" випромінюванням, так як інфрачервоне випромінювання від нагрітих предметів сприймається шкірою людини як відчуття тепла.

При цьому довжини хвиль, що випромінюються тілом, залежать від температури нагрівання: чим вище температура, тим коротше довжина хвилі і вище інтенсивність випромінювання [8].

Нагрівання інфрачервоним випромінюванням здійснюється наступним чином. Джерело або ІЧ-випромінюванням нагрівається від звичайних джерел (наприклад, електричною енергією для світлих випромінювачів і тенів, енергією згорання газу для газових пальників і так далі. Електромагнітне випромінювання спрямованим потоком опромінює оброблюваний продукт.

При зіткненні квантів випромінювання з електронами в молекулі продукту вони передають всю свою енергію електронам, які внаслідок цього переходять в збуджений стан і потім повертаються на основну орбіту, втрачаючи при цьому надлишок енергії у вигляді тепла, в результаті чого відбувається нагрівання продукту [9].

Застосування ІЧ-нагрівання дозволяє значно скоротити тривалість процесу теплової обробки, зменшити металоємність і розміри апаратів, автоматизувати виробництво, отримати продукт високої якості. Інфрачервоне (ІЧ) випромінювання знайшло досить широке застосування в різних галузях харчової промисловості. Необхідно зазначити, що практично у всіх випадках ІЧ-обробки спостерігається підвищення якості і виходу готової продукції, зниження енергетичних витрат, спрощення конструкції апаратури.

Окрім цього, ІЧ-випромінювання чинить на продукти специфічний вплив (бактерицидний, каталітичний), завдяки чому можна гарантувати безпеку та високі споживчі властивості готової продукції.

Перевагами цього способу є зниження енергетичних витрат, спрощення конструкції апаратури, мала металоємність і розміри апаратів, висока якість продукції. Недоліками – мала глибина проникнення, несприятлива глибина проникнення ІЧ – променів.

Високий тиск. В останні десятиліття, альтернатива технологіям обробки продуктів, пропонується до розгляду нова харчова технологія, принцип якої заснований на впливі високого тиску (ВТ) на харчові продукти [10]. Обробка харчового продукту відбувається рівномірно по всьому об'єму завантаження. За необхідності можлива зміна температури. Використання високого тиску призводить до інактивації мікроорганізмів і ензимів, при цьому зберігається запах, смак. Процес обробки високим тиском має низькі витрати води. Механізм впливу високого тиску на мікроорганізми ще не до кінця вивчений. Але відомо, що тиск у кілька сотень МПа стимулює в біосистемах реакції, що протікають зі зменшенням їх об'єму. Реакція білкових молекул на тиск зазвичай пов'язують з особливостями гідрофобної взаємодії, тоді як інактивація ферментів пояснюється конформаційними змінами в їх молекулярній структурі [11].

Одні з перших повідомлень про обробку соків ВТ і можливості використання цієї технології в промисловості були приведені в роботах японських авторів. Вони повідомили, що обробка ВТ може

стерилізувати соки, отримані з різних фруктів і цитрусів, без помітних змін в їх поживності, натурального аромату і смаку. У Японії, крім того, в промислових масштабах виробляють мандариновий сік, який з метою збільшення періоду зберігання (тривалістю до 6 мінімальних термінів) обробляють тиском в 400 МПа за температури 20–25°C. Дана обробка збільшує вартість одного літра соку на 80-90 ієн, в той час як вартість установки для обробки тиском приблизно дорівнює тій, що використовує метод пастеризації [12]. Продуктивність установки складає 4 т/добу за встановленої потужності 220 кВт.

У Європі запатентований японський спосіб стерилізації фруктових соків та інших кислотостійких напоїв ВТ (при 200-600 МПа в період 10-30 хв.). Контроль персикового і гранатового соків протягом 5 років після дії ВТ був здійснений групою голландських дослідників. Стабільність продуктів забезпечувалася загибеллю мікроорганізмів, дріжджових клітин і молочнокислих бактерій, які були найбільш чутливі до ВТ, а низький рН пригнічував розвиток спор. Приклади надійної стерилізації апельсинового і ананасового соків ВТ дали привід промисловцям-харчовикам звернути серйозний вплив на цей метод консервування [13].

Одні з перших установок нового покоління для вивчення поведінки різних біоматеріалів при тисках 100-1000 МПа з великими об'ємами робочих камер (у фізиці використовуються камери з об'ємами на порядок менше, але працюють при більш високих тисках) були сконструйовані в минулому десятилітті. Серед них перші конструктивні розробки вже стали класичними: «Standart for Treatment of Microbial Cultures»; «Stands for Treatment of Food Samples»; «High Pressure Food Processor»; «Gas Pressure Cells» [14].

Широке застосування методу стримується високою вартістю обладнання, складністю конструкцій, але більш висока якість продуктів робить цей метод перспективним.

Радіаційне (іонізуюче) випромінювання. Відомо багато типів радіаційних (іонізуючих) випромінювань, але більшість з них не можна застосовувати для обробки харчових продуктів. Для цієї мети використовують тільки рентгенівське і γ -випромінювання та потік прискорених електронів. Рентгенівські та γ -випромінювання мають електромагнітну хвильову природу [15]. Вони, вільно проникаючи через багато речовин (дерево, металеві пластинки, живу тканину), викликають іонізацію, тобто процес, при якому з нейтральних молекул і атомів речовини утворюються іони (позитивно і негативно заряджені частки).

γ -випромінювання найбільш широко застосовується в практиці променевої обробки самих різних харчових продуктів. Це пояснюється тим, що джерела γ -випромінювання порівняно дешеві. В якості джерел γ -випромінювання найчастіше використовують препарати Co^{60} . Велика проникаюча здатність γ -випромінювання дозволяє обробляти продукти вели-

кого розміру і у великій упаковці. Енергія γ -випромінювання від Co^{60} знаходиться в межах, при яких не виникає наведеної радіоактивності в опромінених продуктах, тобто продукт не стає радіоактивним.

Застосування іонізуючих випромінювань відкриває нові можливості збереження харчових продуктів, так як при цьому не відбувається істотне підвищення температури. Це положення дає можливість вирішити по-новому питання упаковки, використовуючи для м'ясних продуктів полімерні матеріали. Однак, проблемою при використанні іонізуючих випромінювань є запобігання самого продукту від впливу тих доз радіації, які потрібні для знищення мікроорганізмів [16]. На жири, сушені продукти іонізуючі випромінювання надають пряму дію, яке і є основною причиною всіх змін. На м'ясо та інші продукти, що містять велику кількість води, іонізуючі випромінювання надають в основному непряму дію. Це пов'язано з тим, що під дією іонізуючої радіації змінюється в першу чергу вода. Відбувається радіоліз води утворення вільних радикалів, які мають великі реакційні можливості. Вони можуть з'єднуватися не тільки один з одним, але і легко реагувати з розчиненими у воді речовинами, утворюючи різні особисті з'єднання. При використанні іонізуючих випромінювань для обробки будь-яких об'єктів вирішальне значення має точне визначення кількості іонізуючого випромінювання, яке поглинається речовиною, тобто поглиненої дози.

Однією з відмінностей променевої стерилізації від термічної являється те, що між опроміненням продуктів, абсолютно смертельним для мікроорганізмів, і загибеллю останніх проходить проміжок часу, протягом якого ще тривають процеси обміну речовин в мікробних клітинах. Відмирання мікроорганізмів після опромінення абсолютно смертельними дозами може тривати протягом декількох десятків годин.

У зв'язку зі специфічністю дії іонізуючих випромінювань на мікрофлору групою фахівців Міжнародного агентства з використання атомної енергії розроблена спеціальна термінологія. Промислове консервування за допомогою іонізуючих випромінювань запропоновано називати радіаційною апетізацією (за ім'ям Аппера, який запропонував теплову стерилізацію). Обробку, достатню лише для продовження тривалості зберігання, запропоновано називати радурізацією (*radiare* – випромінювати і *durare* – продовжувати) замість термінів «променева пастеризація», «опромінення нестерилізуючими дозами». Крім того, запропонований термін радісідація (*radiare* – випромінювати і *ocsidere* – вбивати), призначений для позначення обробки іонізуючими випромінюваннями, що забезпечують придушення певних небажаних мікроорганізмів або найпростіших організмів, наприклад, сальмонел, трихіNELA.

У результаті впливу іонізуючого випромінювання в живих клітинах виникають різноманітні патологічні зміни, призводять до порушення нормальних біохімічних, фізіологічних та інших процесів. Дія іонізуючих випромінювань на мікроорганізми залежить від парціального тиску кисню, вмісту води в продукті, наявності в середовищі «захисних» речовин, таких як деякі амінокислоти, органічні кислоти,

альдегіди, спирти та ін. Має також значення фізіологічний стан мікроорганізмів в момент опромінення.

Мікроорганізми, що знаходяться в буферному розчині, як правило, менш стійкі до опромінення, ніж в середовищах, що містять у своєму складі глюкозу, амінокислоти та інші сполуки, володіючи захисними властивостями.

Біологічна дія випромінювання залежить не тільки від величини, але і від потужності дози. Характерною особливістю дії іонізуючого випромінювання є велика різниця в дозах, потрібних для припинення життєдіяльності 50 і 100% мікроорганізмів. Якщо в першому випадку потрібно кілька сотень Дж/кг, то в другому – необхідна доза становить (1,5–4,5) 10¹ Дж/кг.

Спори бактерій дуже стійкі до опромінення, тому для зниження дози опромінення бажано знизити їх радіостійкість. Це досягається комбінованим впливом нагрівання або антибіотиків і іонізуючого опромінення. Попередня теплова обробка більш ефективна, ніж теплова обробка, використана після опромінення. Під дією іонізуючих випромінювань структурні елементи клітин змінюються, головним чином ядро, що призводить до зниження їх фізіологічної активності і порушення функцій розмноження.

Перевагою радіаційних випромінювань є висока якість процесу, але вагомим недоліком є наявність токсичних продуктів і ускладнення обробки непрозорих та в'язких середовищ.

Ультрафільтрування. Застосування механічної стерилізації – ультрафільтрації дає можливість перевести технологічні схеми очищення, переробки та збереження колоїдних і макромолекулярних розчинів на якісно новий технічний і технологічний рівень [17]. У процесі ультрафільтрації за рахунок перепаду тиску з рідини відділяються частинки малої молекулярної масою. Це властивість сприяє відокремленню дрібних біологічних структур, в тому числі і мікроорганізмів.

Ультрафільтрація мікроорганізмів пов'язана не тільки з процесом їх фільтрування, а і з процесом адсорбції на мембранному фільтрі. В даний час для механічної стерилізації шляхом ультрафільтрації застосовують фільтри "Владіпор" типу МФА-А, МФА-МА, МФЦ, фільтрувальні елементи яких виготовлені на основі ацетатів целюлози мембрани з капрону МФІЛ 1-2-0,2, фільтрувальні мембрани типу SWP, HAWP, DAWP, Millipor (США) та ін [19].

За такого способу обробки зберігається смак, вітаміни і аромат продукту. Недоліком цього методу є складність обладнання і трудомісткість його

експлуатації; невеликий термін служби мембран внаслідок утворення осаду в порах і на їх поверхні; висока чутливість до зміни зовнішніх умов: через досить високих температур і тиску мембрана може стискуватися і сповільнювати процес фільтрування; матеріал фільтру повинен бути біологічно інертним, з низьким вмістом компонентів, які можуть переходити в розчин.

Безконтактне високовольтне електричне оброблення. Спосіб безконтактного електричного оброблення рідких харчових продуктів в потоці. Він базується на впливі електричного поля на поверхневий заряд мікроорганізмів.

При безконтактному обробленні нефільтрованого пива, спостерігався ефект збільшення коагуляції колоїдних частинок та дріжджів в 1,5...2 рази, очевидно, за рахунок електроповерхневих явищ з частковим руйнуванням подвійного електричного шару, внаслідок чого швидкість фільтрації пива збільшувалась в 1,5 рази [20]. Змін фізико-хімічних та органолептичних властивостей пива не відбувалося.

Ультразвукові кавітаційні технології. Ультразвукові коливання – це пружні, механічні коливання з частотою вище порога чутності людського вуха (більше 20 кГц або 20000 коливань в секунду), що поширюються в різних матеріальних середовищах і використовуювані для впливів на рідкі, тверді і газоподібні речовини [21].

Акустичне поле створює направлену дію пружних коливань на технологічне середовище, які спричиняють фізико-хімічні ефекти (рис. 3).

Найбільш успішне використання ультразвуку пов'язане з обробкою рідких середовищ, оскільки саме в них виникає явище – ультразвукової кавітації, що є ефективним механізмом концентрації енергії звукової хвилі низької щільності у високу щільність енергії, яка зумовлена пульсаціями та захопленням кавітаційних бульбашок [22–24].

Кавітація, тобто розрив рідини, є результатом змінного тиску в об'ємі, що створює джерело ультразвукових коливань. Утворення кавітаційних бульбашок відбувається у фазі розрідження за наявності зародків кавітації (нерозчинні гази, незмочувані тверді частинки, парогазові бульбашки) [25–28]. Захоплення їх відбувається у фазі стиснення. При цьому пара конденсується, а газ зазнає сильного адиабатичного стиснення. Пульсації кавітаційних бульбашок та їх захоплення створюють у мікрооб'ємах інтенсивні мікротечії, ударні хвилі, кумулятивні струмені та локальні температури.



Рис. 3. Схема дії акустичних коливань на хіміко-технологічну систему

Поєднання настільки різних фізичних ефектів, впливають одночасно на оброблювані середовища дозволяє ініціювати невідомі раніше процеси, що призводять до отримання нових речовин і композицій, а також додавання відомим речовинам нових унікальних властивостей.

Механізм стерилізуючої дії ультразвуку дуже складний і розкритий не повністю [29–31]. Доведено, що основним фактором впливу є кавітація.

При стерилізації різних рідких середовищ ультразвуком необхідно враховувати наступне:

□ бактерицидна дія ультразвуку залежить від стану середовища і його складу, а також від початкової кількості мікроорганізмів.

□ за ультразвукової обробки в першу чергу гинуть цвілі, потім дріжджі, слизоутворючі і в останню чергу спорозносні бактерії.

□ руйнуються кишкова, дифтерійна, сінна палички, бацили дизентерії, правця, сальмонели, коки, гонококи, збудник паратифу, тифу та ін.

□ з патогенних мікроорганізмів найбільшу стійкість проявляють штами туберкульозних паличок.

На підставі викладеного можна вважати, що за

використання ультразвукових технологій стерилізацію можна проводити значно швидше, ніж звичайними способами, з меншими енергетичними витратами, зберігаючи біологічно активні речовини, ферменти, вітаміни.

Мета дослідження. Метою дослідження є розроблення технології для виробництва питного молока на основі експериментальних досліджень впливу ультразвуку на процеси інактивації мікрофлори та гомогенізації жирової емульсії.

Виклад основного матеріалу.

Для досліджень використовували молоко, яке відповідає ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови» [32]. Молоко було натуральним незбираним, чистим, без сторонніх, не властивих свіжому молоку присмаків і запахів. За зовнішнім виглядом та консистенцією – однорідна рідина від білого до ясно-жовтого кольору, без осаду та згустків.

Було проведено серію дослідів з визначення раціональних параметрів обробки молока з метою дезактивації мікрофлори, зокрема розглянуто вплив наступних показників – інтенсивності, тривалості та температури обробки, (рис. 4 – 6).

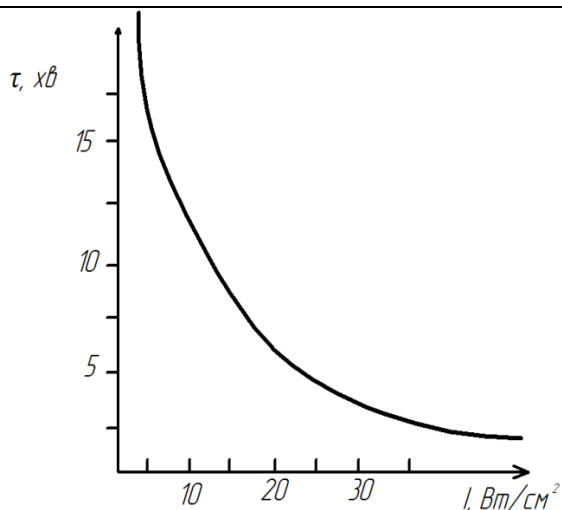


Рис. 4. Визначення бактерицидної дії ультразвуку в залежності від параметрів ультразвукового поля

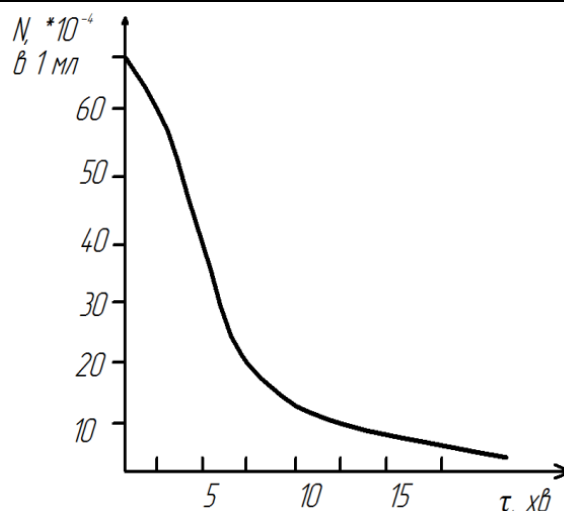


Рис. 5. Залежність кількості мікроорганізмів у молоці в залежності від часу обробки (при $I=20$ Вт/см² та $t=40^{\circ}\text{C}$)

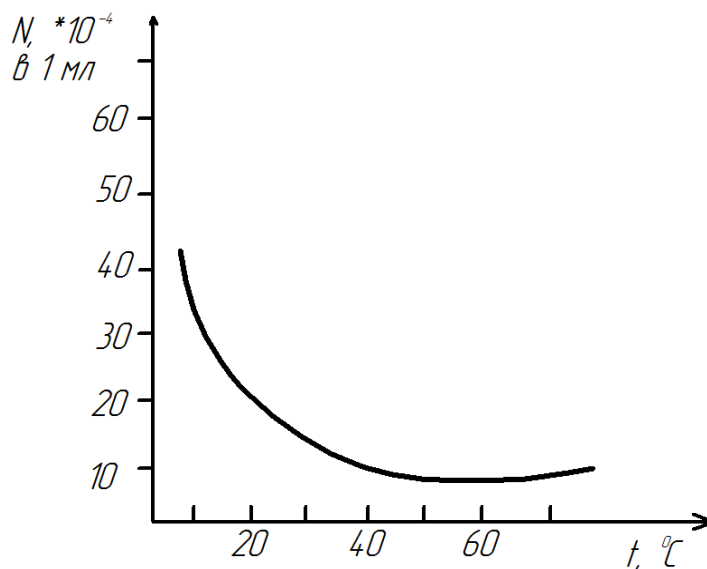


Рис. 6. Залежність кількості мікроорганізмів у молоці в залежності від температури обробки ($I=20$ Вт/см² та $t=40^{\circ}\text{C}$)

Таким чином, відповідно до отриманих експериментальних даних можна рекомендувати наступні параметри технологічного процесу пастеризації молока за використання ультразвукових коливань:

- тривалість обробки – 8 хв.,
- інтенсивність ультразвуку – 20 Вт/см²,
- температура обробки – $t=40^{\circ}\text{C}$.

Також за такої обробки молока спостерігається ще один важливий позитивний ефект – гомогенізація жирової фази.

У молоці жир розподілений у вигляді жирових кульок, оточених складної білковою оболонкою, тобто являє собою емульсію молочного жиру у воді [33]. Розмір жирових кульок коливається від 1 до 5 мкм. Причому, кількість жирових кульок, що мають розмір більше 2 мкм, складає більше 50% і залежить від породи та індивідуальних особливостей тварин.

Поживна цінність молока в значній мірі визна-

чається розмірами частинок жиру в молоці. Як відомо, надтонке дроблення жиру в емульсіях дуже сильно змінює властивості вихідного продукту.

Більше 100 років в промисловості використовуються плунжерні гомогенізатори, конструктивно представляють собою насоси високого тиску з додатковим невеликим пристроєм на виході. У 1960-х рр. був запропонований ще один тип гомогенізатора, в основі роботи якого застосований інший принцип – заміна механічного продавлювання на ультразвукові коливання. Незважаючи на сприятливі результати досліджень в 1960-1970-х рр. промислового впровадження ця технологія не отримала. Самим слабкою ланкою виявилася надійність роботи, так як рівень ідеї набагато випередив елементну базу генераторів коливань і робочих органів нової техніки.

Закономірно виникає питання: чому, власне кажучи, треба щось змінювати? Тому, що металосміність і енерговитратність традиційного процесу

гомогенізації великі, а результати не зовсім відповідають сучасним вимогам до процесу і продукції.

Так, традиційні методи гомогенізації призводять поряд з руйнуванням жирових кульок і до зміни їх структури, до підвищення активності ферментів, зниження стабільності білків і вмісту казеїну в плазмі [34]. На противагу цьому, час дозрівання сирів з високим рівнем молочнокислого бродіння, що виготовляються з молока, що пройшов ультразвукову гомогенізацію, скорочується з 30 діб до 20, що дозволяє знизити енергетичні витрати, а

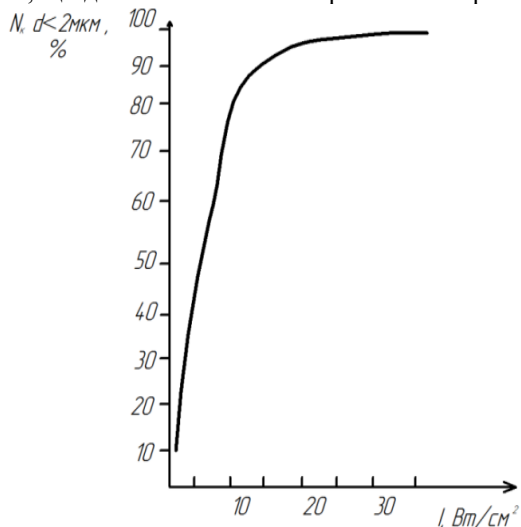


Рис. 7. Вплив інтенсивності ультразвуку на ефективність гомогенізації

також заощадити допоміжні матеріали, що йдуть на виробництво сиру.

В роботі проведено дослідження рівня ефективності ультразвукової гомогенізації молока, результати представлені на рис. 7 – 9.

Дослідження раціональних параметрів реалізації ультразвукової дії на жирову фазу молока проводили по визначенню значень інтенсивності та тривалості обробки, температури на кількість кульок діаметром менше 2 мкм в емульсії.

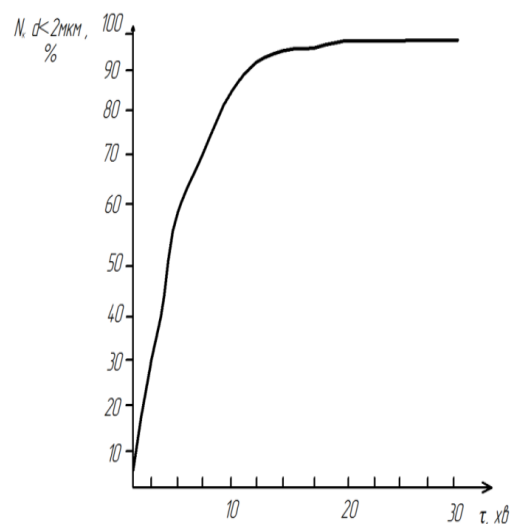


Рис. 8. Вплив тривалості обробки ультразвуком на ефективність гомогенізації

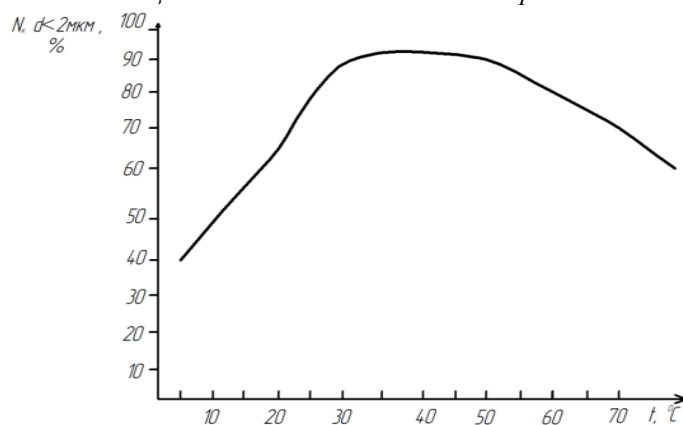


Рис. 9. Вплив температури обробки на ефективність ультразвукової гомогенізації

Як впливає з наведених експериментальних даних, оптимальні параметри обробки для реалізації гомогенізації узгоджуються зі значеннями параметрів бактеріцидної дії, зокрема:

- Тривалість обробки – 8–10 хв.,
- Інтенсивність ультразвуку – 15 – 20 Вт/см²
- Температура обробки – $t=40$ – 45 °C.

Типовий технологічний процес виробництва усіх видів питного молока складається з наступних операцій: приймання і підготовка сировини, очищення, нормалізація (при виробництві нормалізованого молока), складання суміші (для десертних видів молока з харчовими добавками), гомогенізація, пастеризація і охолодження, вітамінізація (при виробництві вітамізованого молока), розливання,

пакування, маркування, зберігання й транспортування [35].

Згідно проведених експериментальних досліджень запропонована технологія отримає певні зміни, зокрема:

1. оскільки ультразвукова пастеризація відноситься до «холодної пастеризації», що також було підтверджено дослідженнями (встановлено температура процесу – 40°C) у схемі відсутні операції – підігрівання молока до пастеризації та охолодження молока після пастеризації;

2. об'єднання процесів пастеризації та гомогенізації молока (встановлено, що параметри цих процесів за ультразвукової дії співпадають).

Принципова технологічна схема виробництва пастеризованого молока представлена на рис. 10.

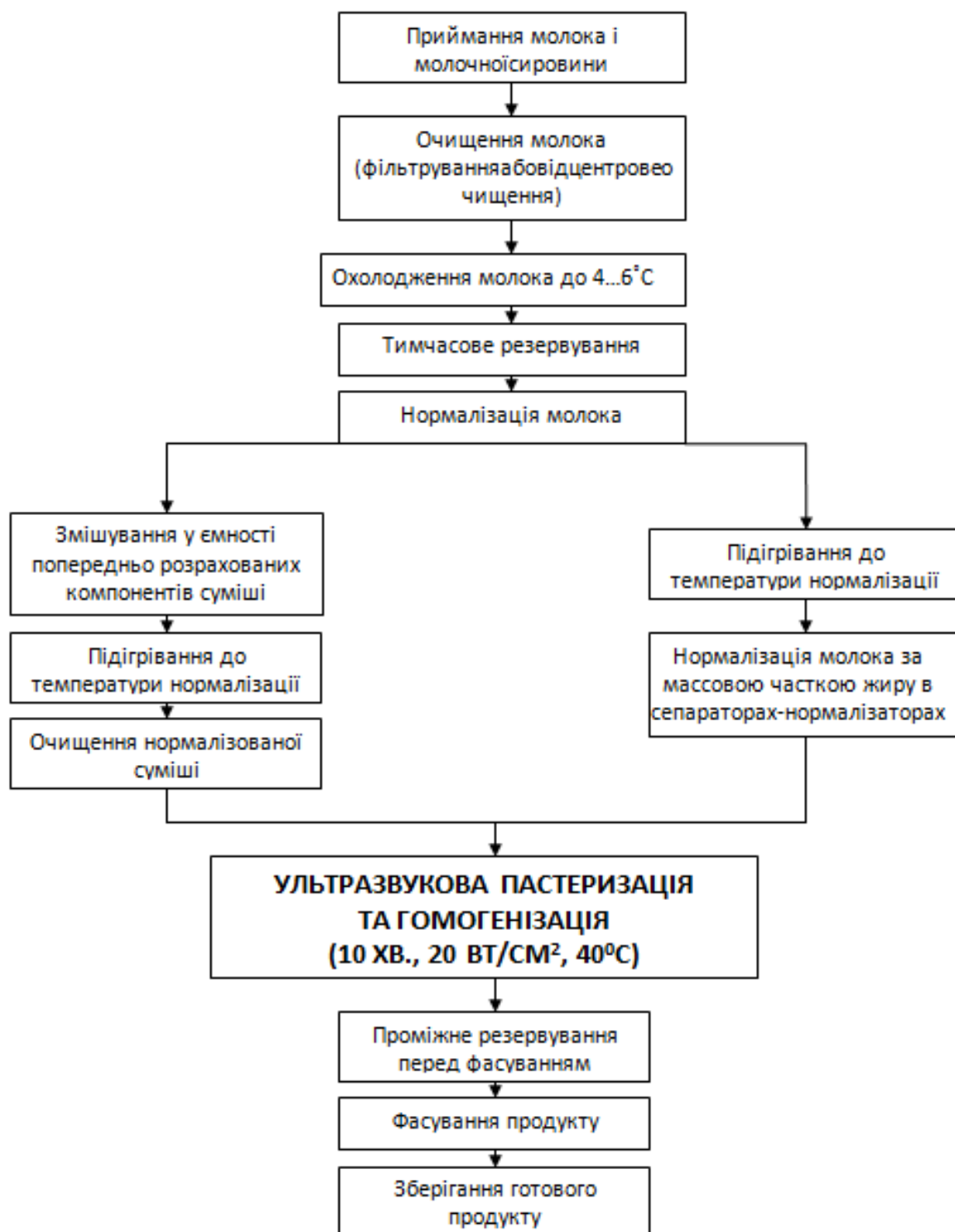


Рис. 10. Принципова технологічна схема виробництва пастеризованого молока

Висновки.

1. Серед фізичних методів знезараження харчових середовищ набули використання: теплова обробка, надвисокий тиск, ультразвук, ультрафіолетове та інфрачервоне опромінення, електричні та магнітні поля, радіаційне випромінювання, НВЧ-випромінювання, ультразвук. Застосування зазначених фізичних способів в харчовій промисловості дозволить в ряді випадків по-новому побудувати технологічний процес, збільшити продуктивність праці, підвищити вихід готового продукту і поліп-

шити його якість. При цьому їх широке використання стримується певними недоліками.

2. Одним із ефективних фізичних методів впливу на технологічні середовища з метою зниження контамінації мікрофлори є використання механічних коливань ультразвукового діапазону.

3. Проведено експериментальні дослідження по визначенню раціональних параметрів ультразвукової дії з метою реалізації процесів пастеризації та гомогенізації молока. Результати досліджень підтвердили доцільність використання ультразвукових

кавітаційних технологій для молочної промисловості, зокрема подовження терміну зберігання та гомогенізації жирової емульсії.

4. Запропоновано нову технологічну схему виробництва питного молока за використання ультразвукових кавітаційних технологій на стадії пастеризації та гомогенізації. У порівнянні з типовими вона має низку переваг: спрощення процесу, зниження температури, покращення якості продукту та безпечність виробництва.

Література

1. Берник І.М. (2005) Використання фізичних полів для обробки харчових продуктів. Вибірці в техніці та технологіях. №2 (40). С. 9-20.

2. Бабарин В.П. (1995) Оборудование для стерилизации консервов. Науч. -теор. конф. «Науч. основы. Прогресс. технол. хранения и перераб. сельхозпродукции для создания продуктов питания человека». С. 403.

3. Федоткин И.М. (1979) Интенсификация технологических процессов. Киев. Высшая школа. 343 с.

4. Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств. Под ред. В.Н.Стабникова (1982). Киев. Высшая школа. 199 с.

5. Архангельский Ю.С. (2003) Элементарная база СВЧ СВЧ электротермического оборудования. Саратов. СГТУ. 212 с.

6. Патент України №25505, Н05В6/64 (2007) Мікрохвильовий пристрій знезараження води, рідкого мулу, пастеризації молока та інших рідких речовин. Бюл. № 12.

7. Фоминых Е.В. (2005) Расчет режима пастеризации проточной среды в СВЧ электротехнологической установке с предварительным подогревом. Системы и функциональные устройства низких и сверхвысоких частот: сб. науч. ст. Саратов. СГТУ. С. 88-89.

8. Магда В.І., Кунденко М.П. (1998) Состояние и проблемы электрической энергии для пастеризации молока. Питання електрифікації сільськогосподарства: Зб. наук. пр. Харків. ХДТУСГ. С.128-130.

9. Кунденко М.П. (2001) Розробка нового обладнання для теплової обробки молока Вісник ХДТУСГ. Проблеми енергозабезпечення в АПК України. №6. С.464-467.

10. Сукманов В.О., Хазіпов В.А., Гаркуша В.Б. (1991) Високий тиск і передумови його використання у харчовій промисловості. Вісник ДонДУЕТ. Технічні науки. Донецьк. №1(4). С. 120-128.

11. Сукманов В.О., Левіт І.Б., Петрова Ю.М. (2002) Про перспективи використання надвисокого тиску при виробництві сиропів. Обладнання та технології харчових виробництв: Тем. зб. наук. пр. Донецьк: ДонДУЕТ. Вип. 7. С. 28 -291.

12. Сукманов В.А., Соколов С.А., Гаркуша В.Б., Петрова Ю.Н., Миронова И.А. (2002) Установка для исследования влияния сверхвысокого давления на свойства пищевых продуктов и медицинских препаратов. Материалы 7-й Междунар. конф. «Высокие давления. Фундаментальные и

прикладные аспекты». Донецк: ДонФТИ НАНУ. С. 29.

13. Шаталов В.М., Беспалова С.В., Сукманов В.А., Соколов С.А. (2002) Изменение межмолекулярного взаимодействия как фактор инактивации микроорганизмов под давлением. Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. Донецк. № 2. С.246-250.

14. Сукманов В.А., Хазіпов В.А. (2003) Сверхвысокое давление в пищевых технологиях. Состояние проблемы. Донецк. ДонГУЭТ. 168с.

15. Лопатинський Є.І., Зачек І.Р., Ильчук Г.А., Романишин Б.М. Фізика. Підручник. – Львів: Афіша, 2005. 394 с.

16. Донченко Л.В. Надикта В.Д. (1999) Безопасность пищевого сырья и продуктов питания. Москва. Пищ. пром-ть. 352с.

17. Брик М.Т. Питна вода і мембранні технології / М.Т. Брик / Наукові записки. – К., 2000. – Т. 18. – С. 4-24.

18. Charfi A., Y. Yang., Harmand J., Ben Amar N., Heran M., Grasmick A. (2015) Soluble microbial products and suspended solids influence in membrane fouling dynamics and interest of punctual relaxation and/or backwashing. Journal of Membrane Science. Vol. 475. P. 156-166.

19. Дейниченко Г.В., Мазняк З.О., Золотухіна І.В. (2008) Ультрафільтраційні процеси та технології раціональної переробки білково-вуглеводної молочної сировини. Харків. Факт. 208 с.

20. Українець А.І. (1998) Дослідження механізму дії імпульсного електромагнітного поля нажиттедіяльність клітин мікрофлори харчових продуктів. Вестник ХГПУ. № 25. С.164-171.

21. Берник І.М. (2013) Інтенсифікація технологічних процесів обробки харчових середовищ. Вибірці в техніці та технологіях. № 3 (71). С. 109-115.

22. Агранат, Б.А. Дубровин, М.Н. Хавский, Н.Н. (1987) Основы физики и техники ультразвука, Высшая школа, Москва.

23. Bernyk I., Nazarenko I., Luhovskyi O., Svidersky A. Researcher of the influence of low-frequency and high-frequency actions on processing of technological environments. EUREKA: Physics and Engineering. – 2018. – №1. – pp. 73-86.

24. Долинский, А.А. Иваницкий, Г.К. (2008) Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах, Наукова думка, Киев. 382 с.

25. Bernyk I. (2017) Theoretical aspects of the formation and development of cavitation processes in technological environment. MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. Vol. 19. № 3. P. 3-12.

26. Bernyk I., Luhovskyi O., Nazarenko I. (2016) Research staff process of interaction and technological environment in developed cavitation. Вісник НТУУ «КПІ». Серія машинобудування, Вип. №1 (76). С. 12-19.

27. Шестаков С.Д., Красуля О.Н., Богуш В.И. (2013) Технология и оборудование для обработки пищевых сред с использованием кавитационной дезинтеграции»: Учебное пособие для вузов. СПб.:

ГИОРД, 152 с.

28. Bernyk I., Luhovskyi O., Wojcik W., Shedre-
yeva I., Karnakova G. (2019) Theoretical Investiga-
tions of the Interaction of Acoustic Apparatus with
Technological Environment Working Process. *Prze-
glad Elektrotechniczny*. №1(4). pp. 32-37.

29. Luhovskyi O.F., Gryshko I.A., Bernyk I.M.
(2018) Enhancing the Efficiency of Ultrasonic
Wastewater Disinfection Technology. *Journal of Water
Chemistry and Technology*. Volume 40. *Issue 2*, pp.
95-101.

30. Хмелев, В.Н., Леонов, Г.В., Барсуков, Р.В.,
Цыганок, С.Н., Шалунов, А.В. (2007), Ультразву-
ковые многофункциональные и специализирован-
ные аппараты для интенсификации технологиче-
ских процессов в промышленности, сельском и до-
машнем хозяйстве, Изд-во Алт. гос. техн. ун-та,
Бийск, Россия. 400 с.

31. Берник І.М. (2019) Інноваційний підхід до

одержання високоякісного молока-сировини. Тех-
ніка, енергетика, транспорт АПК. №3(106). С. 46–
55.

32. ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина ко-
ров'яче» (ДСТУ 3662-97 «Молоко коров'яче незби-
ране. Вимоги при закупівлі» із зміною №1 (ПС
№5–2007). К.: Держспоживстандарт України. 2007,
11 с.)

33. Богатова О.В., Догарева Н.Г. (2004) Химия
и физика молока: учебное пособие. Оренбург: ГОУ
ОГУ. 137 с.

34. Гвоздев А.В., Самойчук К.О., Кокоулин
Э.П. (2005) Малоэнергоёмкие способы гомогени-
зации молока. Технология и механизация животно-
водства: Межвуз. сб. науч. трудов. Вып. 3. С.102 –
107.

35. Власенко В.В., Машкін М.І., Бігун П.П.
(2000) Технологія виробництва і переробки молока
і молочних продуктів Вінниця. «Гіпаніс». 306 с.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОГО ЗАПАСА ГИДРОЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ СМАЗКИ

Букин А.И.

*Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет, студент*

Черняев И.О.

*Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет, доцент*

METHOD FOR DETERMINING THE REQUIRED HYDROPOWER RESERVE OF A LUBRICATING SYSTEM

Bukin A.

*Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering, student*

Chernyaev I.

*Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering, docent
Saint-Petersburg*

АННОТАЦИЯ

В статье приведена методика определения потребного запаса гидроэлементов системы смазки двигателей автобусов, которая является актуальной для поддержания запасов на оптимальном уровне, позволит поставлять их с некоторым опережением по отношению к возникающему спросу и своевременно его удовлетворять.

ABSTRACT

The article presents a methodology for determining the required stock of hydroelectric elements of the bus engine lubrication system, which is relevant to maintain the stock at an optimal level, will allow to supply it with some advance in relation to the emerging demand and timely meet it.

Ключевые слова: методика, потребный запас, гидроэлемент, двигатель, система смазки, автобус, эксплуатация, пробег, запасная часть, текущий запас, неснижаемый запас.

Keywords: methodology, required stock, hydraulic element, engine, lubrication system, bus, operation, mileage, spare part, current stock, minimum stock.

Прежде всего необходимо отразить сущность рассматриваемой системы смазки. Она схематично поясняется на рисунке 1.

Двигатель содержит механизм газораспределения 1, кривошипно-шатунный механизм 2, системы охлаждения, питания и систему смазки [1].

Последняя включает поддон (картер) 3 с маслоприемником 4, масляный насос 5 с перепускным

клапаном 6, соединенный через обратный клапан 7 с пневмогидроаккумулятором (ПГАК) 8, содержащим разделенные упругим баллоном 10 газовую 9 и жидкостную 11 камеры. Рабочий отвод 12 ПГАК оснащен манометром 13, ручным двухходовым краном 14 и является линией гидроуправления двухлинейным двухпозиционным распределителем