

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРЕСИВНОГО ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

DOI : 10.33274/2079-4827-2019 -39-2-55-60
УДК 002.5:631.561:635.28

Дмитревський Д. В., канд. техн. наук, доцент¹
Гавриленко С. В., магістрант¹
Гейер Г. В., д-р екон. наук, професор²
Перекрест В. В., асистент²

¹ Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків, Україна, e-mail: oborud.hduht@gmail.com, dmitrevskyidv@gmail.com

² Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: perekrest@donnuet.edu.ua

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ АПАРАТА ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

UDC 002.5:631.561:635.28

*Dmytrevskiy D. V., PhD in Engineering sciences,
Associate Professor¹*
Gavrylenko S. V., Master's Degree master¹
*Heiier H. V., Grand PhD in Economy sciences,
Professor²*
Perekrest V. V., Assistant Professor²

¹ Kharkiv State University of Food Technology and Trade (Kharkiv, Ukraine), e-mail: oborud.hduht@gmail.com

² Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky (Kryvyi Rih, Ukraine), e-mail: perekrest@donnuet.edu.ua

RATIONALE FOR THE DESIGN OF THE ROOT CROPS PEELING MACHINE

Мета — розроблення апарата для реалізації комбінованого процесу очищення бульб топінамбура, а також висвітлення переваг його використання.

Методи. Проведено експериментальні дослідження комбінованого процесу очищення топінамбура. Визначено вплив тиску пари та тривалості процесу термічного оброблення бульб на глибину термічного оброблення її поверхневого шару. Розглянуто раціональні параметри комбінованого процесу очищення топінамбура, які дозволяють істотно інтенсифікувати й механізувати процес очищення, зменшити втрати сировини та покращити якість очищення.

Результати. Проведені дослідження впливу параметрів термічного оброблення та тривалості процесу очищення на поверхневий шар. Встановлено вплив тиску пари і тривалості теплового оброблення на поверхневий шар бульб топінамбура. Тривалість процесу механічного доочищення знаходиться в діапазоні 30...110 с. До параметрів, що впливають на втрати сировини, належать: глибина термічного оброблення поверхневого шару бульби топінамбура, термін зберігання топінамбура, а також тривалість проведення процесу механічного доочищення. З метою реалізації комбінованого процесу очищення було розроблено апарат для очищення овочевої сировини, принцип дії якого засновано на поєднанні парового та механічного процесів очищення. Процес термічного оброблення овочів парою тиску та процес його механічного доочищення відбуваються в одній робочій камері, що значно спрощує процес очищення та скорочує тривалість його проведення. Застосування апарата для комбінованого способу очищення овочів значно зменшує матеріал- і енергоємність обладнання, знижує відсоток втрат сировини, а також покращує якісні показники очищення. Апарат забезпечує більш високу якість очищення порівняно з апаратами, які сьогодні застосовуються на підприємствах ресторанної індустрії та малих переробних підприємствах.

Надійшла до редакції 25.10.2019 р. © Д. В. Дмитревський, С. В. Гавриленко, Г. В. Гейер, В. В. Перекрест, 2019

Ключові слова: топінамбур, апарат для комбінованого очищення, теплове оброблення, механічне оброблення, якість очищення, відсоток втрат сировини.

Постановка проблеми. Бульби топінамбура являють собою цінне джерело корисних для організму людини речовин. Особливо корисний топінамбур для хворих на цукровий діабет, оскільки його бульби мають у своєму складі інулін. Високу харчову цінність бульби топінамбура мають завдяки вмісту функціональних макро- і мікронутрієнтів. Великий вміст біологічно активних речовин, вітамінів і мінералів у бульбах топінамбура зумовлює перспективи використання його у лікувальних та дієтичних цілях [1].

Процес очищення овочів є доволі актуальним напрямом для досліджень, незважаючи на велику кількість існуючих способів і устаткування для його здійснення. Очищення є однією з найбільш трудомістких операцій під час перероблення плодоовочевої сировини [2].

Топінамбур має складну форму бульби, що призводить до суттєвих втрат під час проведення процесу очищення. Для забезпечення збереження сировини виникає необхідність внести суттєві зміни у проведення процесу очищення. Саме створення нового обладнання, яке сприятиме зменшенню втрат сировини та покращить якість очищення, є перспективним напрямом досліджень [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Спосіб очищення топінамбура має важливе значення для економіки виробництва, оскільки під час перероблення відходи сировини можуть досягати 50 %. Очищення топінамбура можна проводити термічним, хімічним і механічним способами. Але за умов використання термічного та хімічного способів для остаточного відділення шкірки однаково застосовують доочищення. Найчастіше доочищення здійснюють щітковими та гумовими поверхнями. Найпоширенішим та найпростішим способом очищення бульб топінамбура є механічний спосіб, який зумовлює зміну тільки анатомічної будови бульби без істотної зміни її хімічного складу. Сутність механічного способу очищення полягає в стиранні зовнішніх тканин шорсткими поверхнями, переважно абразивними. Механічне очищення вимитих, інспектованих і каліброваних бульб здійснюють в очищувальних при безперервному подаванні в них води для змивання та видалення відходів. При цьому способі очищення зовнішній покрив здирається шорсткими робочими поверхнями під час окремого їх переміщення (проковзування). При цьому бульба повинна притискатися до шорсткої поверхні з певним зусиллям, щоб часточки цієї поверхні поглибилися в бульбу, а при подальшому її русі відбулося мікрорізання. За механічного способу очищення топінамбура руйнується велика кількість клітин поверхневого шару, внаслідок чого на поверхні втрачається багато корисних речовин [4–5].

Отже, виникає необхідність створення обладнання, яке мінімізує втрати сировини та покращить якість очищення поверхні бульб топінамбура.

Особливої уваги заслуговує процес очищення бульб топінамбура від зовнішнього покриву. На сьогодні цей процес є доволі трудомістким і вимагає застосування ручної праці. Крім цього, під час очищення значна частина сировини втрачається. Це відбувається в результаті того, що бульби топінамбура мають складну форму. У сучасних умовах виробництва виникає необхідність створення ресурсозберігаючого обладнання, яке відповідає світовим вимогам. Нині одним з найбільш перспективних напрямів покращення якості очищення топінамбура і зниження втрат сировини є створення обладнання, принцип роботи якого заснований на комбінованій дії термічного і механічного процесів на продукт [5].

На сьогодні відсутність комплексних експериментальних досліджень із використання комбінованого впливу цих процесів на продукт істотно ускладнює розроблення нового енергетично ефективного обладнання. Рішенням проблеми очищення овочевої сировини є розроблення апарата для комбінованого процесу очищення бульбоплодів за рахунок поєднання термічного і механічного впливу на продукт.

Мета статті — розроблення апарата для реалізації комбінованого процесу очищення бульб топінамбура, а також обґрунтування переваг його використання.

Виклад основного матеріалу дослідження. На основі проведених літературних та патентних досліджень встановлено, що найбільш перспективним напрямом для розроблен-

ня способу очищення топінамбура є використання комбінованої дії процесів попереднього оброблення паром та подальшого механічного очищення продукту [6].

Наведена комбінація процесів може бути реалізована за рахунок використання запропонованої конструкції апарату для очищення топінамбура. Для виконання поставлених завдань запропоновано під час оброблення топінамбура застосовувати дію пари надлишкового тиску і механічне доочищення. Застосування пари надлишкового тиску дозволить посилити дію очищувальних елементів та усунути необхідність довготривалого оброблення в температурному середовищі. Крім цього, застосування пари підвищеного тиску та подавання її через форсунки дозволить значно заощадити витрати енергоносіїв на нагрівання води та витрати, власне, води на здійснення процесу. Щоб утілити запропонований метод, пропонується використовувати апарат для очищення топінамбура (рис. 1).

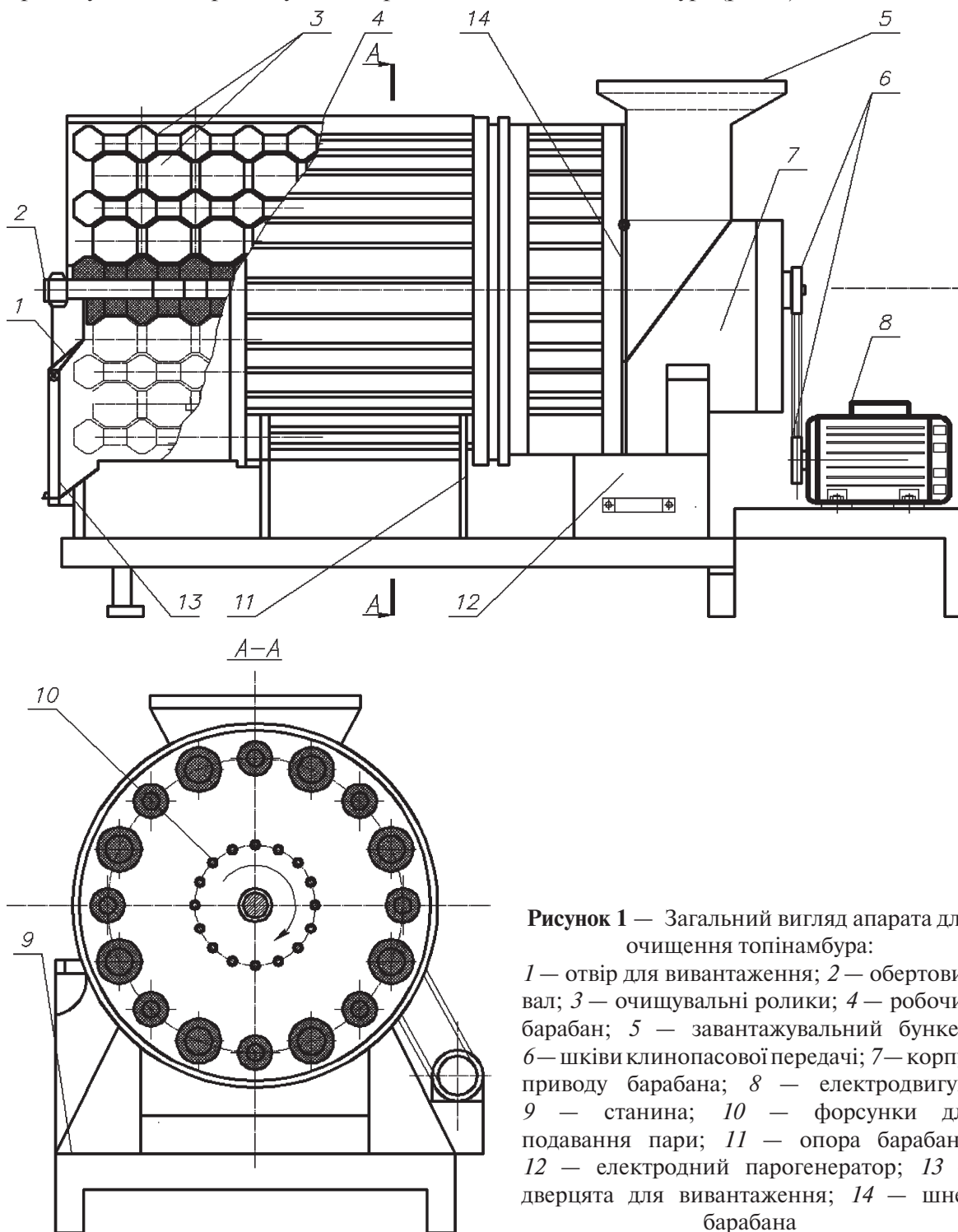


Рисунок 1 — Загальний вигляд апарату для очищення топінамбура:

1 — отвір для вивантаження; 2 — обертовий вал; 3 — очищувальні ролики; 4 — робочий барабан; 5 — завантажувальний бункер; 6 — шків клинопасової передачі; 7 — корпус приводу барабана; 8 — електродвигун; 9 — станина; 10 — форсунки для подавання пари; 11 — опора барабана; 12 — електричний парогенератор; 13 — дверцята для вивантаження; 14 — шнек барабана

Апарат працює так: попередньо сировина завантажується до робочого барабана 4 через завантажувальний бункер 5. Робочий барабан обертається з певною частотою. За рахунок обертання барабана бульби топінамбура притискаються до робочих органів барабана, які розміщені вздовж стінок. На поверхню бульб діють одночасно робочі органи, що являють собою очищувальні ролики 3 різної форми та розмірів. Завдяки тому, що ролики мають різну форму та розміри досягається можливість очищення поверхні бульб різної форми та розмірів. Ролики вкриті поверхнею зі спеціальної рифленої гуми і здійснюють обертальний рух навколо своєї осі і навколо обертового валу барабана 2.

Кожний ролик має поверхню зі змінним перерізом, яка утворює виступи і впадини по всій довжині робочої поверхні. Перехід кожного виступу на впадину і навпаки виконано з ухилом. Під час переходу з виступу до впадини бульби обертаються як навколо своєї великої осі, так і навколо своєї меншої осі.

На рис. 2 показано схему розміщення бульб топінамбура на робочих органах апарата.

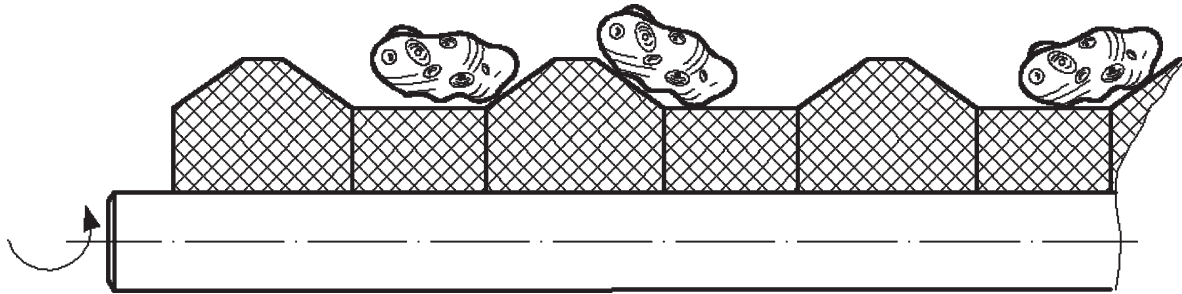


Рисунок 2 — Схема розміщення бульб топінамбура на робочих органах апарата

Це, своєю чергою, сприяє рівномірному та якісному очищенню бульб від шкірки. Ролики встановлені зі взаємним розташуванням виступів і впадин на всіх роликах робочої поверхні барабана.

На рис. 3 подано схему переміщення бульб топінамбура відносно робочих органів апарата.

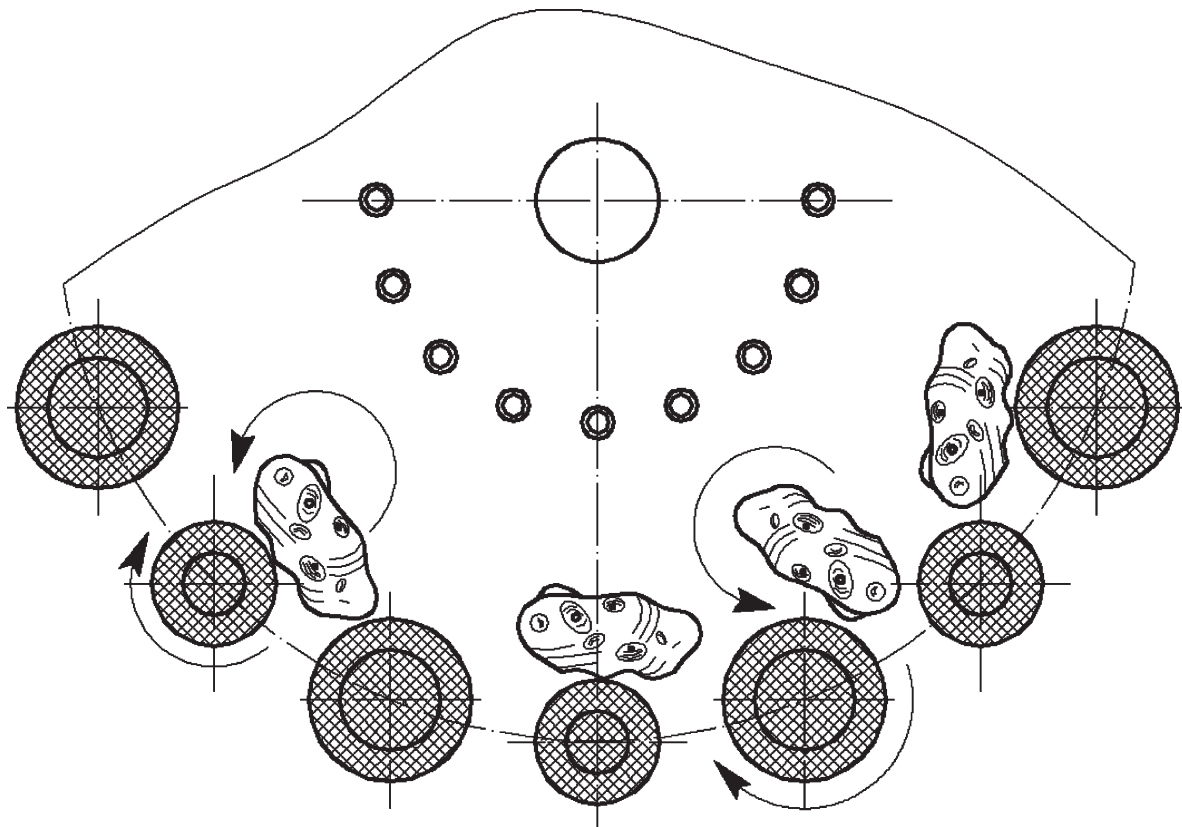


Рисунок 3 — Схема переміщення бульб топінамбура відносно робочих органів апарата

Завдяки обертальному руху посилюється дія очищувальних роликів на поверхню бульб топінамбура. Робочий барабан 4 приводиться в дію електродвигуном 8, який передає рух через клинопасову передачу 6. В середині барабана знаходиться шнек 14, який необхідний для переміщення сировини від зони завантаження до зони вивантаження.

На поверхню бульб топінамбура діє пара надлишкового тиску. Пара подається до робочої камери крізь форсунки для подачі пари 10. Відбувається короткочасне оброблення бульб топінамбура парою. Пара передає велику кількість теплоти тільки поверхневому шару бульби топінамбура. Таким чином, досягається мінімізація проварювання поверхневого шару і суттєве скорочення часу оброблення. Мінімальна тривалість термічного оброблення необхідна також задля економії енергетичних ресурсів та економії води.

Під час оброблення продуктів парою надлишкового тиску, волога, яка міститься в поверхневому міжклітинному шарі бульби, скипає. Після різкого випуску пари з робочої камери різко падає тиск. Волога в поверхневому міжклітинному шарі після скипання перетворюється на пару і розриває шкірку бульби, тим самим забезпечуючи її легке відділення.

Під час одночасного впливу пари та очищувальних роликів відбувається комбінований ефект, який дозволяє парі пришвидшити прогрівання поверхневого шару бульби. Крім цього, на поверхню топінамбура діють струмені води. Завдяки впливу струменів води забезпечується змивання шкірки з поверхні бульб, а також здійснюється змивання залишків шкірки з робочої камери.

Очищені бульби вивантажуються з робочої камери барабана через дверцята для розвантаження 13. Процес доочищення, який необхідний під час застосування апаратів з абразивними робочими органами, у даному випадку мінімізується.

Висновки. Розроблений апарат дає змогу здійснювати процес очищення бульб топінамбура різної форми та розмірів. Загалом процес очищення стає менш трудомістким за рахунок того, що немає необхідності у попередньому калібруванні сировини, а процес доочищення мінімізується. Крім цього, використання апарата дозволяє суттєво покращити якість очищення бульб топінамбура та зменшити втрати сировини.

Список літератури / References

1. Miglio, C., Chiavaro, E., Visconti, A., Fogliano, V., Pellegrini, N. (2008). Effects of different cooking methods on nutritional and physicochemical characteristics of selected vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 56, pp. 139–147.
2. Tereshkin, O., Horielkov, D., Dmitrevskiy, D., Chervonyi, V. (2016). Modeling of mechanical treatment of napiform onion to determine the rational parameters of its cleaning. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 6, № 11 (84), pp. 30–39. Doi: 10.15587/1729-4061.2016.86472.
3. Caldwell, E., Kobayashi, M., Dubow W., Wytinck, S. (2008). Perceived access to fruits and vegetables associated with increased consumption. *Public Health Nutrition*, vol. 6, iss. 10, pp. 1743–1750. doi: 10.1017/S1368980008004308.
4. Slavin, J., Lloyd, B. (2012). Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Journal: Advances in Nutrition*, vol. 3, iss. 4, pp. 506–516.
5. Baselice, A., Colantuoni, F., Lass, D., Nardone, G., Stasi, A. (2017). Trends in EU consumers' attitude towards fresh-cut fruit and vegetables. *Food Quality and Preference*, no. 59, pp. 87–96. doi:10.1016/j.foodqual.2017.01.008.
6. Deynichenko, G., Dmytrevskiy, D., Chervonyi, V., Udovenko, O., Omelchenko, O., Melnik, O. (2017). Modeling of the process of peeling jerusalem artichoke in order to determine parameters for conducting production process. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. vol. 3, no. 11 (87), pp. 52–60. Doi: 10.15587/1729-4061.2016.86472.

Цель — разработка аппарата для реализации комбинированного процесса очистки клубней топінамбура, а также освещение преимуществ его использования.

Методы. Проведен анализ качественных показателей сырья. Доказана необходимость сохранения витаминного и минерального состава клубней топінамбура при переработке.

Приведен анализ основных способов осуществления процесса очистки овощного сырья, а также проанализированы их основные преимущества и недостатки. Разработана конструкция аппарата для комбинированной очистки клубней топинамбура. Представлено детальное описание конструкции аппарата. Выявлены основные преимущества использования разработанного аппарата.

Результаты. Проведены исследования влияния параметров термической обработки и продолжительности процесса очистки на поверхностный слой. Установлено влияние давления пара и продолжительности тепловой обработки на поверхностный слой клубней топинамбура. Продолжительность процесса механической доочистки находится в диапазоне 30...110 с. К параметрам, которые влияют на потери сырья, относятся: глубина термической обработки поверхностного слоя клубней топинамбура, срок хранения топинамбура, а также длительность проведения процесса механической доочистки. С целью реализации комбинированного процесса очистки был разработан аппарат для очистки овощного сырья, принцип действия которого основан на сочетании парового и механического процессов очистки. Процесс термической обработки овощей паром давления и процесс его механической доочистки происходят в одной рабочей камере, что значительно упрощает процесс очистки и сокращает время проведения. Применение аппарата для комбинированного способа очистки овощей значительно уменьшает материал- и энергоёмкость оборудования, снижает процент потерь сырья, а также улучшает качественные показатели очистки. Аппарат обеспечивает более высокое качество очистки по сравнению с аппаратами, которые сегодня применяются на предприятиях ресторанной индустрии и малых перерабатывающих предприятиях.

Ключевые слова: топинамбур, аппарат для комбинированной очистки, тепловая обработка, механическая обработка, качество очистки, процент потерь сырья.

Objective. The objective of the article is to develop an apparatus for implementing the combined process of cleaning Jerusalem artichoke tubers, as well as highlighting the advantages of its use

Methods. The analysis of qualitative indicators of raw materials is carried out. The necessity of preserving the vitamin and mineral content of Jerusalem artichoke tubers during processing is proved. The analysis of the basic methods of realization of process of cleaning of vegetable raw materials is given, and also their main advantages and disadvantages are analyzed. The design of the device for the combined cleaning of Jerusalem artichoke tubers has been developed. A detailed description of the machine design is presented. The main advantages of using the developed machine are identified.

Results. Investigations were made of the influence of heat treatment parameters and the duration of the cleaning process on the surface layer. The effect of steam pressure and the duration of heat treatment on the surface layer of Jerusalem artichoke tubers is established. The duration of the mechanical post-treatment process is in the range of 30–110 s. The parameters that affect the loss of raw materials include: the depth of heat treatment of the surface layer of Jerusalem artichoke tubers, the shelf life of Jerusalem artichoke, as well as the duration of the mechanical post-treatment process. In order to implement a combined cleaning process, an apparatus for cleaning vegetable raw materials was developed. The principle of operation of which is based on a combination of steam and mechanical cleaning processes. The process of heat treatment of vegetables with a pair of pressure and the process of mechanical post-treatment take place in one working chamber, which greatly simplifies the cleaning process and reduces the time it takes. The use of the apparatus for the combined method of cleaning vegetables significantly reduces the material and energy intensity of the equipment, reduces the percentage of losses of raw materials, and also improves the quality of cleaning. The device provides a higher quality of cleaning compared to devices that are currently used in the restaurant industry and small processing plants.

Key words: Jerusalem artichoke, combined peeling machine, heat treatment, mechanical treatment, quality of peeling, percentage of loss of raw materials.