

математики, Державний біотехнологічний університет, вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61002, Email: [alexey.z.2014@gmail.com](mailto:alexey.z.2014@gmail.com).

**Zavhorodniy Oleksiy**, Doctor of Technical Sciences, Professor Department of Physics and Mathematics State Biotechnological University, street Alchevskikh, 44, Kharkiv, Ukraine, 61002, Email: [alexey.z.2014@gmail.com](mailto:alexey.z.2014@gmail.com).

**Гурський Петро Васильович**, к. т. н., доцент кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Державний біотехнологічний університет, вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61002, E-mail: [gurskyi.petro@ukr.net](mailto:gurskyi.petro@ukr.net).

**Gurskyi Petro**, Doctor of Philosophy, Associate Professor Department of equipment and engineering of processing and food production, State Biotechnological University, Alchevskikh str., 44, Kharkiv, Ukraine, 61002, E-mail: [gurskyi.petro@ukr.net](mailto:gurskyi.petro@ukr.net).

**Богомолов Олександр Олександрович**, аспірант кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Державний біотехнологічний університет, вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61002, e-mail: [bogomolov25@gmail.com](mailto:bogomolov25@gmail.com).

**Bogomolov Oleksandr**, PhD student Department of equipment and engineering of processing and food production, State Biotechnological University, Alchevskikh str., 44, Kharkiv, Ukraine, 61002, E-mail: [bogomolov25@gmail.com](mailto:bogomolov25@gmail.com).

**Бойко Євгеній Володимирович**, аспірант кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Державний біотехнологічний університет, вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61002, e-mail: [Bev0930@gmail.com](mailto:Bev0930@gmail.com).

**Boyko Yevgeny**, PhD student Department of equipment and engineering of processing and food production, State Biotechnological University, Alchevskikh str., 44, Kharkiv, Ukraine, 61002, e-mail: [Bev0930@gmail.com](mailto:Bev0930@gmail.com).

УДК 664.8.047.014

## **ВИРОБНИЦТВО ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ХАРЧОВИХ ПОРОШКІВ**

**О.А. Маяк, М.О. Василенко, О.Д. Косточка**

*Розглянуто класифікацію та напрямки використання харчових порошків, проведено аналіз ринку. Визначено основні проблеми під час виробництва порошків з рослинної сировини, а саме економічні, екологічні, ресурсоефективності, якості продукту, конструктивної складності обладнання.*

*Зазначено, що високий рівень термічного впливу на сировину в процесі переробки визначає основні недоліки виробництва: енергоємність обладнання, тривалість технологічного процесу, втрату легколетких ароматичних та*

смакових компонентів. В результаті розроблено установку для сушіння під вакуумом з використанням вібрації. Установка призначена для проведення сушіння за умов вакуумування та перемішування з використанням вібрації під час приготування широкого асортименту сушених продуктів на основі різноманітної сировини.

Ключові слова: харчові порошки, рослинна сировина, сушіння, вібраційна вакуумна сушарка.

## PRODUCTION AND PROSPECTS FOR THE USE OF FOOD POWDERS

O. Mayak, N. Vasilenko, A. Kostochka

*Food powders made from vegetables can be used as standalone dishes, additives to soups, sauces, salads, baked goods, beverages, etc. They can also be used as raw materials for the production of such products as chips, slices, mixes, granules. The purpose of the article was to develop a plant for drying plant material and to propose areas of use for food powders based on the analysis. The article discusses the classification and uses of food powders, analyses the market for vegetable powders. The main problems in the production of powders from vegetable raw materials are identified. The following main problems have been allocated, which may be the topics for further research: economic, environmental, resource efficiency, product quality, and equipment design complexity. It is noted that a high level of thermal impact on raw materials during processing determines the main disadvantages of production: energy consumption of equipment, duration of the technological process, loss of volatile aromatic and flavour components. The main advantages of the developed plant are: intensification of the process and reduction of the drying time of vegetable pomace due to the use of vibration. This leads to a constant renewal of the dried surface, and the vacuum in the apparatus affects the quality of the product, namely the product is concentrated at low temperature. The use of vacuum makes it possible to significantly intensify the dehydration process. The use of vegetable pomace as a raw material to be dried proved that the design features of the developed plant allow to obtain a high quality final product.*

*As a result, a vacuum drying unit using vibration was developed. The plant is designed for drying under vacuum and mixing with vibration in the preparation of a wide range of dried products based on various raw materials. Vegetable (carrot, beetroot) pomace and spicy and aromatic herbs were used in the research. The main technical characteristics of the developed installation for the drying process are presented.*

**Keywords:** food powders, vegetable raw materials, drying, vibrating vacuum dryer.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Харчові порошки з овочів – це продукти, отримані із сушеної та подрібненої рослинної сировини. Вони мають високу харчову та біологічну цінність, містять

велику кількість вітамінів, мінералів, антиоксидантів, фітонцидів та інших корисних речовин [1]. Харчові порошки з овочів можуть використовуватися як самостійні страви, добавки до супів, соусів, салатів, випічки, напоїв тощо [2-4]. Вони також можуть бути сировиною для виробництва інших продуктів як чіпси, слайси, мікси, гранули тощо.

Харчові порошки з овочів можна класифікувати за різними ознаками, такими як:

- спосіб сушіння: повітряний, вакуумний, сублимаційний, мікрохвильовий, інфрачервоний тощо;
- спосіб подрібнення: механічний, ультразвуковий, електричний, хімічний тощо;
- склад: однокомпонентні (з одного виду овочів) або багатокомпонентні (з декількох видів овочів або з додаванням інших інгредієнтів, таких як сіль, цукор, спеції, крохмаль тощо);
- функціональні властивості: антиоксидантні, пребіотичні, протизапальні, імуномодулювальні, антибактеріальні тощо.

Надана класифікація визначає напрямки подальших досліджень реалізації їх результатів.

Виробництво харчових порошків з овочів включає кілька етапів, таких як:

- підготовка сировини: очищення, миття, сортування, нарізка, бланшування, підкислення тощо;
- сушіння сировини: вибір оптимального способу сушіння залежно від виду овочів, їхньої вологості, температури, часу, швидкості тощо;
- подрібнення сушеної сировини: вибір оптимального способу подрібнення залежно від бажаного ступеня помелу, однорідності, смаку, аромату тощо;
- пакування та зберігання харчових порошків з овочів: вибір оптимального виду пакування залежно від вимог до захисту від вологи, світла, кисню, мікроорганізмів тощо.

Удосконалення способу виробництва може мати місце на кожному з етапів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Було проведено аналіз ринку харчових порошків з овочів.

Харчові порошки з овочів є перспективним і затребуваним продуктом на ринку харчових продуктів. Вони відповідають сучасним тенденціям здорового і різноманітного харчування, екологічності та зручності використання [1-5]. За даними досліджень, світовий ринок харчових порошків з овочів 2020 року склав близько 5 мільярдів доларів і продовжує зростати з темпом близько 6% на рік. Основними

споживачами харчових порошоків з овочів є країни Європи, Північної Америки та Азії. Основними виробниками харчових порошоків з овочів є Китай, Індія, США, Німеччина, Франція та ін. Серед конкурентів на ринку харчових порошоків з овочів можна виділити такі компанії, як – Native Products2, Sensient Technologies Corporation, Olam International, Symrise AG, Naturex SA та ін.

**Мета статті.** На основі проведеного аналізу розробити установку для сушіння рослинної сировини, запропонувати напрямки використання харчових порошоків.

**Виклад основного матеріалу.** Використання харчових порошоків в якості наповнювачів основної сировини та надання їй певних властивостей, а саме – кольору, смаку, поживної цінності, роблять цей концентрований продукт незамінним під час розробки інноваційних продуктів здорового харчування [1-5].

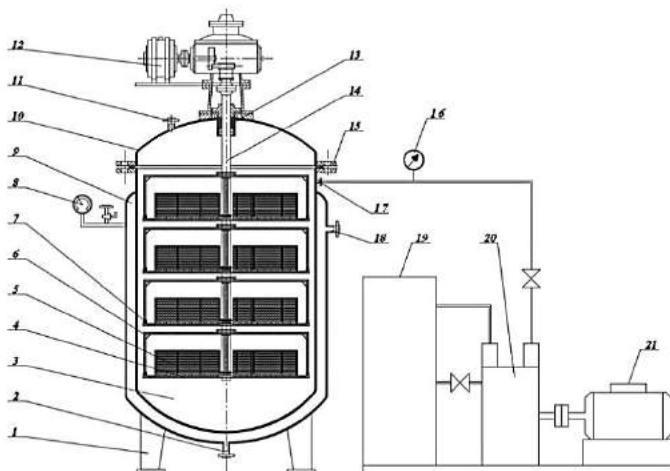
Важливим питанням залишається енергозбереження під час реалізації процесу сушіння, адже саме це є основним питанням, яке постає під час вибору апаратного оформлення процесу сушіння. Виділяють наступні проблеми під час виробництва концентратів з рослинної сировини: економічну, екологічну, ресурсоефективності, якості продукту, конструктивної складності обладнання.

Високий рівень термічного впливу на сировину в процесі переробки визначає основні недоліки виробництва [6-8]: енергоємність обладнання, тривалість технологічного процесу, втрату легколетких ароматичних та смакових компонентів. Існують конструкції сушарок, які враховують означені проблеми, проте не можуть бути використані для широкого спектру рослинної сировини [9].

Розроблена установка для сушіння під вакуумом з використанням вібрації (рис. 1) призначена для проведення масообмінної обробки за умов вакуумування та перемішування з використанням вібрації при приготуванні широкого асортименту сушених продуктів на основі різноманітної сировини [10]. В якості предмету дослідження було використано овочеві (морквяні, гарбузові, бурякові) вичавки розміром фракцій 1..1,5 мм, пряноароматичну зелень (кріп, петрушка, селера).

Робота установки для сушіння вичавків з рослинної сировини здійснюється наступним чином: рослинна сировина завантажується на деки з перфорованими лотками, які кріпляться на валу та опускають в робочу вакуум-камеру. Вал з'єднаний з генератором вібрації, який кріпиться на кришці апарату. Процес нагріву здійснюється за допомогою подачі теплоносія в парову оболонку через патрубок для

подачі теплоносія, робоча вакуум камера герметизується металевими ущільнювачами, а вакуум забезпечується системою вакуумування.



**Рис. 1.** Установка для сушіння овочевої сировини під вакуумом при вібраційному перемішуванні: 1 – опори; 2 – патрубок для видалення теплоносія; 3 – робоча камера; 4 – декі для продукту; 5 – перфоровані лотки для сировини; 6 – каркас; 7 – кріпильні елементи; 8 – манометр; 9 – парова оболонка; 10 - кришка апарату; 11 – ущільнювач; 12 – генератор вібрації; 13 – ущільнювач; 14 – вал; 15 – кріпильні з'єднання; 16 – манометр; 17 – патрубок для видалення повітря з робочої камери; 18 – технологічний патрубок для подачі теплоносія; 19 – технологічний бак; 20 – вакуумний насос; 21 – електродвигун

Основні технічні характеристики установки для сушіння овочевих вичавків представлені в таблиці.

Таблиця

**Технічні характеристики установки для сушіння овочевої сировини під вакуумом при вібраційному перемішуванні**

Найменування показника	Значення
1	2
Габаритна довжина, мм	1200
Габаритна висота, мм	2480
Габаритна ширина, мм	1200
Геометричний об'єм ємності, м <sup>3</sup>	0,9
Робочий об'єм ємності, м <sup>3</sup>	0,5
Потужність двигуна мішалки, кВт	8

Частота коливань, Гц	8
Амплітуда, м	0,005
Поверхня нагріву, м <sup>2</sup>	2,7
Вакуум в робочій ємності, МПа	0,09
Робочий тиск в паровій сорочці, МПа (атм)	0,5 (5)
Питома витрата пара, кг / год	65
Конденсатовідвідник оболонки	+
Датчик контролю температури продукту, °С	+
Датчик контролю температури оболонки, °С	+
Конденсатор трубчастий	+
Збірник конденсату	+
Вакуумний насос	+
Оглядове вікно з освітленням внутрішньої частини апарату	+
Кількість лотків, од	20
Маса сировини, кг	50

Було проведено низку експериментів з використанням вібраційного впливу, без нього, з вакуумуванням та за атмосферного тиску. Результати експериментів показали наступне: вібраційний вплив сприяє руху продукту на деках, що руйнує поверхневий масообмінний шар і сприяє виведенню вологи з глибини продукту на поверхню, відбувається вібраційне перемішування сировини, що дало змогу скоротити тривалість процесу сушіння. Температура під час дослідження всередині апарату була в межах 45-50 градусів Цельсія (що відповідає розрідженню в апараті 12...15000 Па). Вміст сухих речовин в сировині змінювався від 45 до 90 відсотків (залежно від способу попередньої обробки сировини, що підлягала висушуванню [11]).

Основні переваги розробленої установки: інтенсифікація процесу та скорочення тривалості сушіння овочевих вичавків за рахунок застосування вібрації, що призводить до постійного оновлення поверхні, яка висушується та вакууму, що впливає на якість продукту, а саме продукт концентрується за низькотемпературного режиму. Застосування вакуумування дає змогу значно інтенсифікувати процес зневоднення. Використання в якості сировини, що підлягала сушінню овочевих вичавків довело, що конструктивні особливості розробленої установки дають змогу отримати кінцевий продукт високої якості.

Недоліком даної установки є періодичність процесу. Крім того, подальша робота передбачає доукомплектування установки пружинним вузлом, який суттєво зменшить навантаження на двигун та віброелемент.

**Висновки.** В результаті роботи було проведено аналіз ринку та використання харчових порошків, розглянуто перспективні напрямки використання. Розроблено нову установку для сушіння рослинної сировини під вакуумом із застосуванням вібраційного впливу.

### Список джерел інформації/Referenses

1. Харчові порошки з рослинної сировини. Класифікація, методи отримання, аналіз ринку / Ю. Ф. Снежкін, Ж. О. Петрова // *Biotechnology*. - 2010. - Vol. 3, № 5. - С. 43-49. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/biot\\_2010\\_3\\_5\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/biot_2010_3_5_6).

Xarchovi poroshky` z rosly`nnoyi sy`rovny`ny`. Klasyfikaciya, metody otr`mannya, analiz ry`nku / Yu. F. Snyezhkin, Zh. O. Petrova // *Biotechnology*. - 2010. - Vol. 3, # 5. - S. 43-49. - Rezhym`m dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/biot\\_2010\\_3\\_5\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/biot_2010_3_5_6).

2. Чоні І.В., Рогова А.Л. Вплив порошку плодів шипшини на показники якості виробів із дріжджового тіста. Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі», матеріали між народ. наук.-практич. конф. (Київ, НУХТ, 17 листопада 2020 р.). Київ, 2020. С. 64–65.

Choni I.V., Rogova A.L. Vplyv poroshku plodiv shy`pshy`ny` na pokazny`ky` yakosti vy`robiv iz drizhdzhovogo tista. Innovacijni texnologiyi u xlibopekars`komu vy`robnyc`tviv` ta «Zdobutky` ta perspektyvy` rozvy`tku kondy`ters`koyi galuzi», materialy` mizh narod. nauk.-prakty`ch. konf. (Ky`yiv, NUXT, 17 ly`stopada 2020 r.). Ky`yiv, 2020. S. 64–65.

3. Мирошник Ю.А., Медвідь І.М., Шидловська О.Б., Доценко В.Ф. Використання порошків калини, горобини та обліпихи в технології бісквітного напівфабрикату. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. Том 1. № 46. 2015. С. 166–170.

Mu`roshny`k Yu.A., Medvid` I.M., Shy`dlovs`ka O.B., Docenko V.F. Vy`kory`stannya poroshkiv kaly`ny`, goroby`ny` ta oblipy`xy` v texnologiyi biskvitnogo napivfabry`katu. Naukovi praci Odes`koyi nacional`noyi akademiyi xarchovy`x texnologij. Tom 1. # 46. 2015. S. 166–170.

4. Калакура М.М., Ратушенко А.Т., Бублик Г.А. Оптимізація якості кондитерських виробів із використанням яблучного порошку. Технологический аудит и резервы производства. 2016. № 3. С. 12–17.

Kalakura M.M., Ratushenko A.T., Bubly`k G.A. Opty`mizaciya yakosti kondy`ters`ky`x vy`robiv iz vy`kory`stanniyam yabluchnogo poroshku. Technology chesky`j audy`t y` rezervy proy`zvodstva. 2016. # 3. S. 12–17.

5. Cherevko A., Mikhaylov V., Mayak O., Shevchenko A., Prasol S. Perspectives of Vegetable Pressed Skins Processing and Use in Food Industry (February 3, 2021). EUREKA: Life Sciences, (1), 37-43, 2021. doi:10.21303/2504-

5695.2021.001633, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3853125>

6. Потапов В.А. Кинетика явлений переноса в процессе сушки : монография. LAP LAMBERT Academic Publishing, Deutschland / Германия. 2013. – 319 с.

Potapov V.A. Ky`nety`ka yavleny`j perenosa v processe sushky` : monografy`ya. LAP LAMBERT Academic Publishing, Deutschland / Germany`ya. 2013. – 319 s.

7. Бичков Я.М. Розробка апарата та дослідження процесу обробки пряно-ефірної сировини при розрідженні з НВЧ-енергопідводом : дис...канд. техн. наук : 05.18.12. Донецьк, 2005. 189 с.

By`chkov Ya.M. Rozrobka aparata ta doslidzhennya procesu obrobky` pryano-efirnoyi sy`rovyni` pry` rozridzhenni z NVCh-energopidvodom : dy`s...kand. techn. nauk : 05.18.12. Donecz`k, 2005. 189 s.

8. Нові технічні рішення в проектуванні обладнання для теплової обробки харчової сировини: монографія в 3 ч. Ч. 3. Підвищення ефективності теплового обладнання з інфрачервоним нагріванням / В.П. Плевако, С.М. Костенко, І.П. Педорич ; за заг. ред. О.І. Черевка, В.М. Михайлова. - Х. : ХДУХТ, 2012. – 130 с.

Novi texnichni rishennya v proektuvanni obladnannya dlya teplovoyi obrobky` xarchovoyi sy`rovyni`: monografiya v 3 ch. Ch. 3. Pidvy`shhennya efekty`vnosti teplovogo obladnannya z infrachervony`m nagrivannyam / V.P. Plevako, S.M. Kostenko, I.P. Pedory`ch ; za zag. red. O.I. Cherevka, V.M. My`hajlova. - X. : XDUXT, 2012. – 130 s.

9. Cherevko O., Mikhaylov V., Zahorulko A., Zagorulko A., Gordienko I. Development of a Thermal-Radiation Single-Drum Roll Dryer for Concentrated Food Stuff (February 19, 2021). Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1/11 (109), 25–32, 2021. doi: 10.15587/1729-4061.2021.224990, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3818111>

10. Вібраційна вакуумна сушарка. Патент на корисну модель 102614 Україна, F26B 3/092, F26B 15/00 опубл. 10.11.2015, Бюл. №21.

Vibracijna vakuumna susharka. Patent na kory`snu model` 102614 Ukrayina, F26B 3/092, F26B 15/00 opubl. 10.11.2015, Vyul. №21.

11. ДСТУ 2903:20 Концентрати харчові. Сніданки сухі. Снеки. Загальні технічні умови.

DSTU 2903:20 Kontsentraty kharchovi. Snidanky sukhi. Sneky. Zahal'ni tekhnichni umovy.

**Маяк Ольга Анатоліївна**, кандидат технічних наук, доцент кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв Державного біотехнологічного університету, [omayak777@gmail.com](mailto:omayak777@gmail.com)

**Mayak Olga Anatolievna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Production and Engineering of Processing and Food Production, State Biotechnological University, [omayak777@gmail.com](mailto:omayak777@gmail.com)

**Василенко Микита Олегович**, магістрант кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв Державного біотехнологічного університету, [omayak777@gmail.com](mailto:omayak777@gmail.com)



**Vasilenko Mikita Olegovich**, master's student of the Department of Production and Engineering of Processing and Food Production, State Biotechnological University, [omayak777@gmail.com](mailto:omayak777@gmail.com)

**Косточка Олександр Дмитрович**, бакалавр кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв Державного біотехнологічного університету, [omayak777@gmail.com](mailto:omayak777@gmail.com)

**Kostochka Oleksandr Dmitrovich**, Bachelor of Science in the Department of Processing and Food Processing Engineering, State Biotechnological University, [omayak777@gmail.com](mailto:omayak777@gmail.com)

УДК 664.081.6-93

## ANALYSIS OF MEMBRANE DEVICES CONSTRUCTIONS OF THE FOOD AND PROCESSING INDUSTRY

**G. Deinychenko, D. Dmytrevskiy, V. Chervonyi, D. Horielkov,  
V. Lavreniuk**

*An analysis of modern designs of membrane devices, which are used at enterprises of the food and processing industry, was carried out. The need for a wider use of membrane technologies for the processing of food liquids is substantiated. In particular, the processes of concentration and illumination. Characteristic shortcomings of baromembrane processes are identified. The conducted analytical studies made it possible to conclude that membranes with a larger pore diameter do not allow obtaining the required degree of illumination. Membranes with a smaller pore size are characterized by low permeability.*

**Keywords:** microfiltration, ultrafiltration, reverse osmosis, membrane treatment, baromembrane processes, membrane devices, food industry

## АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ МЕМБРАННИХ АПАРАТІВ ХАРЧОВОЇ ТА ПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

**Г.В. Дейниченко, Д.В. Дмитревський, В.М. Червоний,  
Д.В. Горєлков, В.В. Лавренюк**

*Проведено аналіз сучасних конструкцій мембранних апаратів, які використовуються на підприємствах харчової та переробної галузі. Обґрунтовано необхідність більш широкого використання мембранних технологій для здійснення процесів переробки харчових рідин. Зокрема процесів концентрування та освітлення. Визначені характерні недоліки баромембранних процесів. Проведені аналітичні дослідження дозволили зробити висновок, що мембрани з більшим діаметром пор не дозволяють*