

Секція 3. ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 664.85004.12

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПАСТИ НА ОСНОВІ ПРЯНИХ ОВОЧІВ, ВИГОТОВЛЕНОЇ З ВИКОРИСТАННЯМ НВЧ-НАГРІВАННЯ ЗА УМОВ ВАКУУМУВАННЯ

**В.М. Михайлов, О.В. Хареба, С.В. Прасол,
А.О. Шевченко, К.В. Мирошник**

Досліджено якісні показники пасти на основі пряних овочів, виготовленої з використанням НВЧ-нагрівання за умов вакуумування. Запропоновано принципову технологічну схему виробництва пасти з пряних овочів, що може бути використана як смакоароматична добавка й напівфабрикат у кулінарному виробництві. Доведено, що завдяки використанню НВЧ-нагрівання за умов вакуумування забезпечується високий ступінь збереження фізико-хімічних властивостей вихідної сировини.

Ключові слова: НВЧ-нагрівання, тепломасообмінна обробка, якість, вакуумування, рослинна сировина.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПАСТЫ НА ОСНОВЕ ПРЯНЫХ ОВОЩЕЙ, ПРИГОТОВЛЕННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЧ-НАГРЕВА В УСЛОВИЯХ ВАКУУМИРОВАНИЯ

**В.М. Михайлов, Е. В. Хареба, С.В. Прасол,
А.А. Шевченко, К.В. Мирошник**

Исследованы качественные показатели пасты на основе пряных овощей, изготовленной с использованием СВЧ-нагрева в условиях вакуумирования. Предложена принципиальная технологическая схема производства пасты из пряных овощей, которая может быть использована как вкусоароматическая добавка и полуфабрикат в кулинарном производстве. Доказано, что благодаря использованию СВЧ-нагрева в условиях вакуумирования обеспечивается высокая степень сохранения физико-химических свойств исходного сырья.

Ключевые слова: СВЧ-нагрев, тепломассообменная обработка, качество, вакуумирование, растительное сырье.

© Михайлов В.М., Хареба О.В., Прасол С.В., Шевченко А.О.,
Мирошник К.В., 2018

RESEARCHES OF QUALITY PASTE INDICATORS ON THE BASIS OF SPICED VEGETABLES PREPARED WITH THE USE OF UHF-HEATING UNDER VACUUMING CONDITIONS

V. Mykhailov, O. Khareba, S. Prasol, A. Shevchenko, K. Miroshnik

Perspective directions of processing of plant raw materials at the enterprises of agroindustrial complex of Ukraine are the use of fundamentally new technologies and equipment that allow maximally preserve the biological potential of the product with minimal energy and labor costs. Special attention to today deserves the scientific development of scientists for the production of fundamentally new food products using cultural and wildlife. The analysis of scientific works has shown that the most progressive and promising are developments aimed at obtaining paste-like, pureed and powdered semi-finished products and ready-to-eat food products in the form of multicomponent mixtures and compositions. The priority direction of technological processing is the use of non-traditional methods and methods of food products.

The use of such methods of heat treatment of plant raw materials as ultrasound, microwave heating, IR heating and various combinational methods can significantly intensify the process, improve the quality of the finished product, and most importantly – minimize the waste process at each stage of the technological process. In particular, the use of microwave energy for food purposes will reduce the processing time, increase the output of the finished product by 15–20%, minimize the loss of biologically active substances, including vitamins, polyphenols, organic acids, sugars and pectins. In addition, the absence of carcinogens is provided, which has a beneficial effect on the sanitary and technical conditions of work. The purpose of the work is to study the quality of paste on the basis of spicy vegetables made using microwave heating under vacuum conditions.

The qualitative parameters of paste on the basis of spicy vegetables, made with the use of microwave heating under vacuum conditions were investigated. The principal technological scheme for the production of pasta paste from spiced vegetables is proposed, which can be used as a taste aromatic additive and semi-finished product in the culinary production. It is established that due to the use of microwave heating under vacuum conditions a high degree of preservation of physical and chemical properties of raw materials is provided. The obtained results are the reference characteristics for the performance of engineering calculations and the selection of technological equipment, which is part of the technological line for the production of paste using microwave heating in the vacuum conditions for restaurants and retail enterprises.

Keywords: *microwave heating, heat and mass transfer treatment, quality, vacuum, plant raw materials.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Перспективними напрямками переробки рослинної сировини на підприємствах агропромислового комплексу України є використання принципово

нових технологій та обладнання, що дозволяють максимально зберегти біологічний потенціал продукту за мінімальних енерго- і трудовитрат. Особливої уваги на сьогодні заслуговують наукові розробки вчених з одержання принципово нових харчових продуктів із використанням культурної й дикорослої сировини.

Аналіз наукових праць показав, що найбільш прогресивними й перспективними є розробки, спрямовані на одержання пастоподібних, пюреподібних і порошкоподібних напівфабрикатів і готових до вживання харчових продуктів у вигляді багатокомпонентних сумішей і композицій. Пріоритетним напрямом технологічної обробки є застосування нетрадиційних методів і способів харчових продуктів.

Використання ультразвуку, НВЧ-нагрівання, ІЧ-нагрівання і різних комбінованих способів дозволить значно інтенсифікувати процес, підвищити якість готового виробу, і найголовніше, звести до мінімуму відходи на кожній стадії технологічного процесу. Застосування НВЧ-енергії у харчовому виробництві дозволить зменшити тривалість обробки, збільшити на 15–20% вихід готового виробу, мінімальні втрати біологічно активних речовин, зокрема вітамінів, поліфенолів, органічних кислот, цукру і пектинів, і найголовніше, відсутність канцерогенів, що сприятливо позначається на санітарно-технічних умовах роботи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Унаслідок аналізу наукових праць щодо використання НВЧ виявлено, що кінцевим продуктом переробки культурної й дикорослої сировини є продукти промислового виробництва у вигляді екстрактів, пюре, паст, настоїв, фаршів і порошкоподібної продукції, що становить близько 85% в асортименті продукції переробних підприємств [1].

До перспективних методів тепломасообмінної обробки належить обробка в НВЧ-полі, за якої не лише прискорюється нагрівання продукту, але й значно інтенсивніше відбувається перенесення вологи з глибинних шарів до поверхні, суттєво зменшується тривалість процесу та відзначається краща збереженість харчових речовин [2; 3].

На малих харчових підприємствах, зокрема в закладах ресторанного господарства, харчова продукція виробляється в невеликих обсягах, тому застосовується переважно універсальне малогабаритне обладнання, що здійснює численні технологічні операції. Проте для реалізації процесів концентрування та сушіння таке спеціалізоване обладнання, зокрема з використанням НВЧ-нагрівання, на зазначених підприємствах майже відсутнє [4]. Водночас у закладах ресторанного господарства існує значна потреба у

виготовленні широкого спектра концентрованих і сушених напівфабрикатів, зокрема у вигляді паст, порошків тощо [5].

Аналізуючи закономірності процесів тепломасоперенесення під час зневоднення харчової сировини, слід вважати раціональним комбінування НВЧ-нагрівання з вакуумуванням робочого середовища з точки зору зниження температури кипіння води в продукті й, відповідно, збереженості фізико-хімічних властивостей його складових компонентів [5]. Проте, незважаючи на об'ємний характер нагрівання під час НВЧ-обробки, зневоднення продукту ускладнюється не лише через збільшення глибини вакууму, але й унаслідок високого дифузійного опору між частинками продукту, що вказує на доцільність організації постійного перемішування під час перебігу НВЧ-концентрування або НВЧ-сушіння за умов вакуумування.

Метою статті є дослідження якісних показників пасти на основі пряних овочів, виготовленої з використанням НВЧ-нагрівання за умов вакуумування.

Виклад основного матеріалу дослідження. Виготовлення пасти з пряних овочів передбачає використання таких компонентів: петрушки (коріння) – 18–22%; пастернак (коріння) – 4–6%; селера (коріння) – 4–6%; петрушки (зеленого листя) – 48–52%; селера (зеленого листя) – 8–12%; кропу (зеленого листя) – 8–12%. Технологічний процес виробництва пасти з пряних овочів (рис. 1) реалізується таким чином.

Коріння петрушки, селери, кропу інспектують, миють і очищують, після чого нарізають до розмірів частин $(1-5) \cdot 10^{-3}$ м. Подрібнені компоненти змішують, бланшують гострою парою, а потім подрібнюють до розмірів $(0,1-0,5) \cdot 10^{-3}$ м, після чого проводять прогрівання й концентрування отриманої суміші в НВЧ-полі за умов вакуумування при 40–50 кПа і температурі 75–80 °С до вмісту сухих речовин 30%. Отриману суміш перетирають до утворення однорідної консистенції з додаванням подрібненої зелені петрушки, селери, кропу. Готовий продукт розфасовують, закупорюють, маркують.

Основною метою застосування розробленого способу підвищення харчової та біологічної цінності є максимальне збереження біологічно активних речовин. Це досягається завдяки використанню комбінованої теплової обробки, унаслідок чого значно зменшується тривалість теплового впливу і підвищується якість пасти.

Результати дослідження органолептичних показників якості продуктів, виготовлених за традиційним (контроль) і розробленим (дослід) способами, наведено в табл. 1.

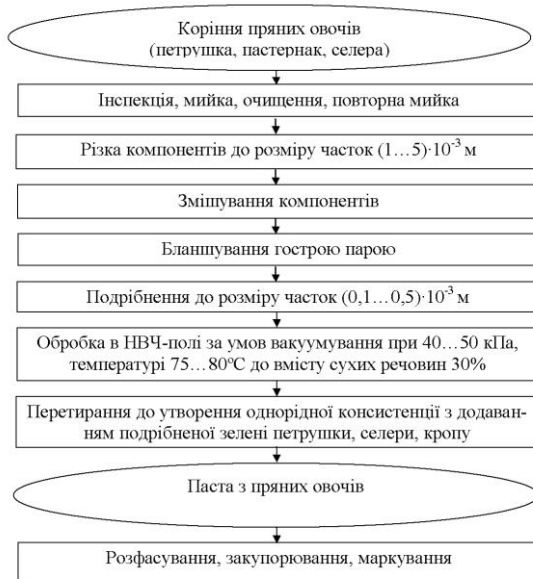


Рис. 1. Принципова технологічна схема виробництва пасты з пряних овочів

Таблиця 1

Органолептичні показники якості паст

Характеристики	Контроль	Дослід
Зовнішній вигляд	Дрібно подрібнені компоненти	Пюреподібна маса
Запах	Приємний, властивий сировині, що використовується	Приємний, властивий сировині, що використовується
Смак	Слабо виражений	Яскраво виражений
Консистенція	Пружна	Однорідна
Колір	Світло-коричневий	Однорідний по всій масі, від світло-жовтого до світло-коричневого
Органолептична оцінка, бал	4,5	5,0

За даними табл. 1 видно, що органолептичні показники пасти на основі прямих овочів (дослід) перевершують показники продукту, виготовленого традиційним способом (контроль).

Досліджено хімічний склад пасти на основі прямих овочів (табл. 2). Наведеними результатами доведено, що НВЧ-нагрівання за умов вакуумування і перемішування сприяє значно більшому збереженню фізико-хімічних властивостей вихідної сировини.

Таблиця 2

Хімічний склад паст

Показник	Контроль	Дослід
Загальна волога, %	50,0	50,0
Азотовмісні компоненти, %	4,4	6,3
Вітамін С, мг%	39	66
Каротин, мг%	0,04	0,07
В ₁ , мг%	0,11	0,19
В ₂ , мг%	0,15	0,25
РР, мг%	1,40	2,42

Так, вміст азотовмісних компонентів (у відносних величинах) у пастоподібному продукті більше на 36–43%. Вміст вітамінів також більший, а саме: вітаміну С на 69–92%, каротину на 65–75%, вітаміну В₁ – на 65–73%, В₂ – на 67–91%, РР – на 73–80%. Отже, у середньому вміст вітамінів у пастоподібному продукті більше на 65–92%. Безумовно, що менші втрати азотовмісних компонентів та вітамінного складу пояснюються помірною тепловою обробкою, яка відбувається за умов вакуумування в низькотемпературному режимі та скороченої тривалості.

Основною стадією технологічного процесу є обробка в полі НВЧ протягом 7–10 хв до вмісту сухих речовин пастоподібного продукту 30%. Зважаючи на те, що паста є принципово новим продуктом, для розрахунку і конструювання лінії необхідно отримати дані діелектричних властивостей подрібненого суспензійного напівфабрикату. Із цією метою були досліджені зазначені характеристики методом зміщення резонансної частоти в діапазоні температур 20...100 °С (табл. 3).

Таблиця 3

Діелектричні властивості пасти під час нагрівання в НВЧ-полі

Температура суміші, °С	Дійсна проникність ϵ''	Уявна проникність ϵ''	Кут зсуву, tg δ
20	15,25	6,10	0,4
40	13,15	5,26	0,39
60	11,20	4,48	0,4
80	10,41	4,16	0,4
100	8,78	3,31	0,36

Значення ϵ' і ϵ'' є основними під час конструювання і розрахунку апарата НВЧ-обробки у складі технологічної лінії виробництва пасти.

Паста на основі прямих овочів використовується як наповнювач або біологічна добавка до соусів і пореподібних перших страв, тому виникла необхідність у дослідженні структурно-механічних властивостей цього продукту. Дослідження були спрямовані на визначення таких характеристик: швидкості зрушення, граничної напруги зсуву, ефективної в'язкості пасти на основі прямих овочів, що визначали на ротаційному віскозиметрі «Реотест-2». Вимірювали вплив розмірів частин компонентів пасти 1 мм, 3 мм, 5 мм в інтервалі температур 30...90 °С, що підлягала НВЧ-обробці, а як контрольний зразок використовували пасту, приготовану за традиційною технологією.

Аналіз отриманих даних щодо впливу температури і розміру частинок пасти на швидкість зрушення дозволив визначити, що гранична напруга зрушення зменшилася в 1,7 разу, що становить для $t = 30$ °С із розміром часток $d = 3$ мм, $\Theta = 700$ Па, $t = 90$ °С $\Theta = 770$ Па; розмір частин $d_1 = 5$ мм, $t = 30$ °С; $\Theta = 1390$ Па і $t = 90$ °С $\Theta = 1120$ Па. При цьому швидкість зрушення для контрольного зразка при $t = 20$ °С $\Theta = 320$ Па, $\Theta = 550$ Па. В умовах експерименту з $d = 1-5$ мм із $t = 30$ °С ефективна в'язкість перебувала в межах $\eta_{\text{ef}} = 1800-7200$ Па·с із $t = 90$ °С $\eta_{\text{ef}} = 12-15$ Па·с.

Отже, необхідно відзначити, що підвищення температури спричиняє значне збільшення всіх реологічних показників пасти. Зважаючи на те, що середній розмір частин пасти є одним з основних чинників, які впливають на якість і структурно-механічні властивості багатокомпонентних систем, його зменшення призводить до зниження граничної напруги зсуву.

Висновки. Таким чином, запропоновано принципову технологічну схему виробництва пасти з пряних овочів, що може бути використана як смакоароматична добавка й напівфабрикат в кулінарному виробництві. Основним результатом цього етапу роботи є розширення асортименту продукції багатофункціонального призначення та покращення її якості внаслідок використання режимів тепло-масообмінної обробки, що забезпечують високий ступінь збереження фізико-хімічних властивостей вихідної сировини.

Отримані результати є основними показниками для виконання інженерних розрахунків і підбирання технологічного обладнання, що входить до складу технологічної лінії з виробництва пасти з використанням НВЧ-нагрівання за умов вакуумування для підприємств ресторанного господарства і роздрібної торгівлі.

Список джерел інформації / References

1. Рогов И. А. Электрофизические методы обработки пищевых продуктов / И. А. Рогов. – М. : Агропромиздат, 1988. – 272 с.

Rogov, I. (1988), *Electrophysical methods of food processing [Elektrofizicheskie metodi obrabotki pichevih produktov]*, Agropromizdat, Moscow, 272 p.

2. Черевко О. І. Переробка дикорослої та пряно-ароматичної рослинної сировини : монографія / О. І. Черевко, Ю. І. Єфремов, В. М. Михайлов. – Х. : ХДУХТ, 2007. – 229 с.

Cherevko, O., Efremov, U., Mihaylov, V. (2007), *Processing of wild and spicy aromatic vegetable raw materials [Pererobka dikorosloy ta pryanoaromatichnoi roslinnoy sirovini]*, Kharkiv, 229 p.

3. Беляев М. И. Тепловое оборудование : учеб. для технол. фак. торг. вузов / М. И. Беляев. – М. : Экономика, 1990. – Т. 3. – 559 с.

Belyaev, M. (1990), *Thermal equipment [Teplovoe oborudovanie]*, Ekonomika, Moscow, Vol. 3, 559 p.

4. Михайлова С. В. Використання мікрохвильової вакуумної обробки в процесі виробництва овочевих концентратів : дис... канд. техн. наук / С. В. Михайлова. – Харків, 2014. – 320 с.

Mihaylova, S. (2014), *Use of microwave vacuum processing in the process of production of vegetable concentrates: dissertation [Vikoristannya mikrohviliyovoy vakuumnoi obrobki v procesah virobnytva ovochevih koncentrativ]*, Kharkiv, 320 p.

5. Киселева Т. Ф. Технология сушки: Учебно-методический комплекс / Т. Ф. Киселева / Кемеровский технол. ин-т пищ. пром-ти. – Кемерово, 2007. – 117 с.

Kiseleva, T. (2007), *Drying technology [Tehnologiya suhki]*, Kemerovskiy tehnologicheskij institute pishевой promishlennosti, Kemerovo, 117 p.

Михайлов Валерій Михайлович, д-р техн. наук, проф., кафедра процесів, апаратів та автоматизації харчових виробництв, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-03; e-mail: process229@ukr.net.

Михайлов Валерий Михайлович, д-р техн. наук, проф., кафедра процесів, апаратів та автоматизації пищевих производств, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-03; e-mail: process229@ukr.net.

Mykhailov Valeriy, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Department of Processes, Apparatus and Automation of Food Productions, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-03; e-mail: process229@ukr.net.

Хареба Олена Василівна, канд. с.-г. наук, ст. наук. співроб., докторант Інституту овочівництва і баштанництва НААН. Адреса: вул. Інститутська, с. Селекційне, Харківська обл., Україна, 62478. E-mail: ovoch.iob@gmail.com.

Хареба Елена Васильевна, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., докторант Інституту овочеводства і багчеводства НААН. Адреса: ул. Институтская, пос. Селекционное, Харьковская обл., Украина, 62478. E-mail: ovoch.iob@gmail.com.

Khareba Olena, Candidate of Egricalchiral Sciences, Senior Research Fellow Institute of Vegetable and Melons, NAAN. Address: Institutskaya str., Selection village, Kharkiv region, Ukraine, 62478. E-mail: ovoch.iob@gmail.com.

Прасол Світлана Володимирівна, канд. техн. наук, доц., кафедра процесів, апаратів та автоматизації харчових виробництв, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: 0997061190; e-mail: process229@ukr.net.

Прасол Светлана Владимировна, канд. техн. наук, доц., кафедра процесів, апаратів та автоматизації пищевых производств, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адреса: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: 0997061190; e-mail: process229@ukr.net.

Prasol Svetlana, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Department of Processes, Apparatus and Automation of Food Productions, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: 0997061190; e-mail: process229@ukr.net.

Шевченко Андрій Олександрович, канд. техн. наук, доц., кафедра процесів, апаратів та автоматизації харчових виробництв, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: 0999038476; e-mail: process229@ukr.net.

Шевченко Андрей Александрович, канд. техн. наук, доц., кафедра процесів, апаратів та автоматизації пищевых производств, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адреса: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: 0999038476; e-mail: process229@ukr.net.

Shevchenko Andrey, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor Department of Processes, Apparatus and Automation of Food Productions, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: 0999038476; e-mail: process229@ukr.net.

Мирошник Катерина Володимирівна, мол. наук. співроб. науково-дослідного сектору, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: 0573494503; e-mail: process229@ukr.net.

Мирошник Катерина Владимировна, мл. науч. сотр. научно-исследовательского сектора, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: 0573494503; e-mail: process229@ukr.net.

Mirochnik Katerina, Junior Researcher research sector, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: 0573494503; e-mail: process229@ukr.net.

DOI: 10.5281/zenodo.2365311

УДК 637.142:54.061

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНОГО СКЛАДУ УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЙНОГО КОНЦЕНТРАТУ ЗНЕЖИРЕНОГО МОЛОКА

**Г.В. Дейниченко, В.В. Гузенко, Ю.О. Кіріченко,
О.Є. Мельник, В.В. Відміцький**

Розглянуто питання мембранної обробки знежиреного молока. Проаналізовано результати теоретичних досліджень щодо доцільності застосування ультрафільтрації в технології переробки знежиреного молока. Подано результати експериментальних досліджень показників якості знежиреного молока та продуктів його ультрафільтраційного концентрування залежно від технологічних параметрів процесу.

Ключові слова: молоко, концентрат, якість, процес, ультрафільтрація, концентрація.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННОГО КОНЦЕНТРАТА ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА

**Г.В. Дейниченко, В.В. Гузенко, Ю.А. Кириченко,
О.Е. Мельник, В.В. Ведмецкий**

Рассмотрен вопрос мембранной обработки обезжиренного молока. Дан анализ результатов теоретических исследований о целесообразности применения ультрафильтрации в технологии переработки обезжиренного

© Дейниченко Г.В., Гузенко В.В., Кіріченко Ю.О., Мельник О.Є.,
Відміцький В.В., 2018