



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Харчова
ПРОМИСЛОВІСТЬ

Заснований у 1965 р.

21

Київ НУХТ 2017

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ

Сировина та матеріали

Бажай-Жезжерун С.А., Петрук Л.О., Рахметов Д.Б. Природні харчові сорбенти зерна просових культур

Гавриліна Д.В., Пирог Т.П., Леонів Н.О. Синтез ексометаболітів з гіберелловою активністю продуцентами поверхнево-активних речовин *Nocardia vaccinii* IMV B-7405, *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241 та *Rhodococcus erythropolis* IMV Ac-5017

Фурсик О.П., Стрешинський І.М., Пасічний В.М., Маринін А.І., Гончаров Г.І. Властивості фаршиш варених ковбас з білковмісною функціональною харчовою композицією

Кравченко М.Ф., Даньлюк І.П. Перспективи використання дрібних азово-чорноморських риб у технологіях харчових концентратів

Камбулова Ю.В. Рациональне використання цукрів у білкових кремах для тортів і тістечок

Апач М.В., Сидоренко О.В. Вологотримуюча здатність фаршиш на основі чорноморської рапани (*Rapana venosa*)

Кравська С.П., Стеценко Н.О. Зміни жирнокислотного складу насіння льону при зберіганні і пророщуванні

Технології: дослідження, застосування та впровадження

Дорохович А.М., Горзей О.В. Дослідження технології мафінів як великої технологічної системи

Лухій О.В., Храбовська О.В., Бортничук О.В. Розробка рецептури концентрату киселю на основі каркаде

Українець А.І., Стеценко Н.О., Сімакіна Г.О. Розроблення спеціалізованих харчових продуктів для екстремальних умов життєдіяльності

Біляк М.В., Ціганкова О.В. Удосконалення технології червоних столових вин підвищеної біологічної цінності

Пасічний В.М., Хоменко Ю.О. Розроблення технології м'ясних хлібів з використанням олеорезинів спеції

Кишенько І.І., Скочко О.І. Оцінка впливу речовин криопротекторної дії на показники якості посічених папірфабрикатів

Суходольська Н.П., Іценко В.М., Кочубей-Литвиненко О.В., Маринін А.І., Іценко М.В. Використання фізико-хімічного аналізу в поєднанні з хемометричним методом обробки даних для якісної оцінки різних видів молока

РОЗДІЛ 2. ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

Процеси харчових виробництв

Салеха Л.В., Сарібієкова Д.Г., Конди О.С. Дослідження процесу екстракції природного пігменту хлорофілу і його похідних

SECTION 1. TECHNOLOGY

Raw Materials and Materials

6 Bazyay-Zhezherun S., Petruk L., Rakhmetov D. Natural food sorbents grain panicum

14 Havrylykina D., Pirog T., Leonov N. Synthesis of exometabolites with gibberellic activity by producers of surfactants *Nocardia vaccinii* IMV B-7405, *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241 and *Rhodococcus erythropolis* IMV Ac-5017

20 Fursik O., Strashynskiy I., Pasichniy V., Marynin A., Goncharov G. Properties of minced boiled sausages with functional food composition containing protein

27 Kravchenko M., Danyluk I. Perspectives of small azov-black sea fish in technologies food concentrates

32 Kambulova Yu. Rational use of protein sugar cream for cakes and pastries

40 Apach M., Sidorenko O. Ability to keep the moisture of minced meat on the basis of the black sea rapana (*Rapana venosa*)

46 Kravskaya S., Stetsenko N. Study of changes of fatty acid flax seeds during storage and germination

Technologies: Researches, Application and Introduction

53 Dorohovich A., Horzei O. The exploration technology of muffins as a large technological system

60 Lухий O., Hrabovska O., Bortnichuk O. Development of the recipe of kissel concentrate on the basis of hibiscus

67 Ukrainets A., Stetsenko N., Simakhina G. Designing the specialized foodstuffs for extreme life conditions

74 Bil'ko M., Tsygankova E. Technology improvement of red table wines of increased biological value

82 Pasichnyi V., Khomenko Y. Development of the technology of meat loafs with using of spice oleoresins

89 Kuzhenko I., Skochko O. Impact on quality indicators chopped semi-finished products substances of cryoprotective action

95 Ischenko V., Kochubey-Lyubymenko O., Marynin A., Sukhodolska N., Ischenko M. Use of physical and chemical analysis in combination with chemometric tools for qualitative evaluation of different types of milk

SECTION 2. PROCESSES AND EQUIPMENT

Processes of Food Industries

101 Saleha L., Saribiyekova D., Condy O. Research of extraction natural pigment chlorophyll

- Zmiivska T.M., Usatenko N.F., Borsoluk L.M. 109 Optimization of salting meat in broiler chickens
- Babanov I.G., Babkina I.V., Михайлова С.В., Шевченко А.О. 117 Intensification microwave dehydration plant materials
- Пур Давар Ростамі, Сиротюк І.В., Бурдо О.Г. 122 Concentration of juices in vacuum microwave apparatus
- Терзів С.Г., Левтринська Ю.О. 127 Research of hydraulic and mass transfer processes during the microwave extraction of coffee
- Василенко С.М., Шутюк В.В., Іващенко Н.В. 135 Heat transfer analysis during the drying of beetroot pulp using hot air
- Обладнання та устаткування**
- Пригодій Д.В., Васильківський К.В. 141 Effect of temperature on friction coefficient vapor "polymer tape-steel"
- Васильков В.В., Чепелик О.М., Чепелик О.О. 147 Justification of feeding mechanism desing and conditions parameters of automatic burger machine
- Соколенко А.І., Степанець О.І., Пригодій Д.В. 155 Regulation machine running
- Пакування: розробка, дослідження, переробка**
- Якимчук М.В., Беспал'ко А.П., Якимчук В.М. 164 Study of energy consumption in lifting and descent package molding machines
- Керування виробничими процесами**
- Сірюк А.О., Явтушенко О.В. 172 Increase of labour safety on power economy enterprises of food industry on the basis of the "Failure tree" method

УДК 641.447

INTENSIFICATION MICROWAVE DEHYDRATION PLANT MATERIALS**I. Babanov***National University of Food Technologies***I. Babkina, S. Mikhaylova, A. Shevchenko***Kharkiv State University of Food Technology and Trade*

Key words:	ABSTRACT
spicy raw material, microwave vacuumizing, microwave drying, vacuum level, mass, content of moisture.	The article is devoted to the specification of the influence of the capacity of the source of microwave energies and vacuum level on the duration of raw material heating, during microwave vacuumizing and microwave drying in the conditions of vacuum. The possibility of intensification of processes and increase efficiency of microwave energy. With increasing depth in the vacuum chamber is reduced final temperature of the product to which it is heated during unsteady mode (vacuum depth within 80...40 kPa from 93 °C to 76 °C). The duration of the ultimate temperature at the concentration of microwave and microwave drying with increased heating capacity of 0,5...2 kW declining 3,9...4.1 times, and with increasing depth vacuum of 80...40 kPa — 21...25%. Rational values of residual pressure that affects the safety of physical and chemical properties is 40...60 kPa, and the dehydration process is carried out in the temperature range 76...86 °C. There is no need to create special structural measures to ensure the tightness of the membrane working chamber microwave apparatus.
Article history: Received 02.04.2017 Received in revised form 22.04.2017 Accepted 16.05.2017	
Corresponding author: igbabanov@mail.ru	

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ МІКРОХВИЛЬОВОГО ЗНЕВОДНЮВАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ**І.Г. Бабанов***Національний університет харчових технологій***І.В. Бабкіна****С.В. Михайлова****А.О. Шевченко***Харківський державний університет харчування та торгівлі*

Стаття присвячена визначенню впливу потужності джерела НВЧ-енергії та глибини вакуумування на тривалість нагрівання пряної сировини при мікрохвильовому концентруванні і сушінні за умов вакуумування. Встановлено можливість інтенсифікації процесів і збільшення ефективності використання НВЧ-енергії.

Ключові слова: пряні овочі, НВЧ-концентрування, НВЧ-сушіння, глибина вакуумування, маса, вологовміст.

Постановка проблеми. Важливим напрямом підвищення показників економічної діяльності підприємств харчової та переробної промисловості, закладів ресторанного господарства є впровадження новітніх енерго- та ресурсозбері-

гаючих технологій переробки харчової сировини, що забезпечують високу якість готової продукції.

Одним із недоліків, що мають місце в процесах переробки харчової сировини, є значні втрати її харчової та біологічної цінності, особливо на стадії тепломасообмінної обробки, зокрема під час концентрування, сушіння. Насамперед це стосується термолабільної сировини, наприклад прямих овочів, які за умов високотемпературного впливу, окрім суттєвого зниження харчової та біологічної цінності, втрачають природні ароматичні та смакові властивості, що не дає змоги повною мірою використати їхній природний потенціал при виробництві харчової продукції на її основі, а також з її використанням як смакового та ароматичного компонента [1—6].

У зв'язку з цим вирішення проблеми створення енерго- та ресурсозберігаючих способів і обладнання для тепло-масообмінної обробки термолабільної сировини, що забезпечують високу якість готової продукції, має актуальний характер.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У промислових умовах виробництва харчової продукції на основі рослинної сировини для концентрування та сушіння використовують достатньо широкий спектр обладнання, що часто відрізняється громіздкістю, значною металоємністю, а також тривалістю процесу. В той же час для потреб невеликих підприємств, зокрема закладів ресторанного господарства, де продукція переробляється в міру необхідності невеликими обсягами та в достатньо короткий термін, існуюче обладнання не може бути використаним, а універсальне малогабаритне обладнання, призначене для виконання вищезазначених цілей, практично відсутнє.

До перспективних методів тепло- і масообмінної обробки відносять обробку в НВЧ-полі [7]. При НВЧ-обробці теплота виділяється одночасно по всьому об'єму продукту, відбувається електроплазмоліз і утворення пористої структури. В результаті цього знижується біологічна активність протоплазми, внаслідок чого клітинний сік виходить у міжклітинне середовище. Відмічається високий рівень збереженості харчових речовин, що зумовлено, по-перше, практично миттєвим завершенням процесів життєдіяльності і кліткової метаболічної активності, по-друге, суттєвим скороченням тривалості процесу, внаслідок чого в продукті не встигають повністю розвиватися процеси температурного руйнування речовин [8].

Метою статті є встановлення можливості інтенсифікації процесів НВЧ-концентрування та НВЧ-сушіння та збільшення ефективності використання НВЧ-енергії, а також отримання практичних даних щодо раціональних режимів їх реалізації.

Викладення основних результатів дослідження. Об'єктом досліджень є процеси НВЧ-концентрування та НВЧ-сушіння за умов вакуумування. Як предмет досліджень використовували суміш подрібнених коренів прямих овочів — петрушки, пастернаку, селери, кропу, а також модельний зразок вакуумного апарата НВЧ-нагріву. Під час визначення кінетики маси внаслідок видалення вологи через кожні 10 хв процесу здійснювали контрольне зважування зразків за допомогою лабораторних ваг ВЛР1000. Фіксація зміни температури зразка здійснювалась термопарою за допомогою пірометричного мілівольметра Ш-4501. Вміст вологи визначали за допомогою рефрактометра та висушуванням до постійної маси.

Початкові умови є такими: маса зразка — 1 кг, вологовміст суміші під час концентрування — 560%, під час висушування — 100%, товщина зразка — 4 та 6 см відповідно. Дослідження проводились у три етапи: 1 — нагрів зразка до температури кипіння рідини; 2 — НВЧ-концентрування суміші до вологовмісту 100% (відповідає втратам маси 70% від початкового значення); 3 — НВЧ-сушіння до кінцевого вологовмісту 10% (відповідає втратам маси 45% від попередньо сконцентрованої суміші).

Результати досліджень тривалості нагріву зразка до температури кипіння рідини (тобто нестационарного режиму) при заданих параметрах вакуумування і потужності нагріву, наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Тривалість нагріву зразка до постійної температури ($\tau \cdot 60^{-1}$, с)

Тиск P, кПа	Кінцева температура, °C	Потужність нагріву, кВт			
		0,5	1,0	1,5	2,0
НВЧ-концентрування					
80	93	9,7±0,5	4,9±0,2	3,2±0,2	2,4±0,1
60	86	8,8±0,5	4,4±0,2	2,9±0,1	2,2±0,1
50	81	8,1±0,4	4,1±0,2	2,7±0,1	2,0±0,1
40	76	7,5±0,4	3,7±0,2	2,5±0,1	1,9±0,1
НВЧ-сушіння					
80	93	7,1±0,4	3,5±0,2	2,4±0,1	1,8±0,1
60	86	6,4±0,3	3,2±0,2	2,1±0,1	1,6±0,1
50	81	5,9±0,3	2,9±0,1	2,0±0,1	1,5±0,1
40	76	5,4±0,3	2,7±0,1	1,8±0,1	1,4±0,1

З отриманих даних видно, що внаслідок інтенсивного поглинання НВЧ-енергії температура достатньо різко зростає на етапі від початку процесу до настання інтенсивного випаровування вологи. При цьому вакуум істотно знижує температуру нагріву зразка. Безумовно, що на якісні зміни зразка суттєво впливає температура нагріву, за зміною якої можна оцінити критичну тривалість впливу НВЧ-енергії, при якій наступить денатурація білка, що, у свою чергу, призведе до погіршення якості продукту. Так, зі збільшенням глибини вакуумування в робочій камері знижується кінцева температура продукту, до якої він нагрівається під час нестационарного режиму: при 80 кПа — 93 °C, при 60 кПа — 86 °C, при 50 кПа — 81 °C, а при 40 кПа — 76 °C.

Зі збільшенням потужності нагріву з 0,5 кВт до 2 кВт скорочується тривалість досягнення кінцевої температури при НВЧ-концентруванні та НВЧ-сушінні в 3,9...4,1 раза. Зокрема, при НВЧ-концентруванні тривалість даного етапу скорочується при 80 кПа — з 9,7 хв до 2,4 хв, при 60 кПа — з 8,8 хв до 2,2 хв, при 50 кПа — з 8,1 хв до 2,0 хв, при 40 кПа — з 7,5 хв до 1,9 хв. При НВЧ-сушінні тривалість етапу скорочується в таких межах: при 80 кПа — з 7,1 хв до 1,8 хв, при 60 кПа — з 6,4 хв до 1,6 хв, при 50 кПа — з 5,9 хв до 1,5 хв, при 40 кПа — з 5,4 хв до 1,4 хв.

Також зі збільшенням глибини вакуумування з 80 кПа до 40 кПа при НВЧ-концентруванні та НВЧ-сушінні скорочується тривалість досягнення вищевказаних значень температури в межах 21...25%. Так, наприклад, при потужності 0,5 кВт тривалість цього етапу при НВЧ-концентруванні знижується з 9,7 хв до 7,5 хв, при 1,0 кВт — з 4,9 хв до 3,7 хв, при 1,5 кВт — з 3,2 хв до 2,5 хв, при 2,0 кВт — з 2,4 хв до 1,9 хв. При НВЧ-сушінні відмічається зниження тривалості

етапу в таких межах: при потужності 0,5 кВт — з 7,1 хв до 5,4 хв, при 1,0 кВт — з 3,5 хв до 2,7 хв, при 1,5 кВт — з 2,4 хв до 1,8 хв, при 2,0 кВт — з 1,8 хв до 1,4 хв.

Дані про середню швидкість процесів НВЧ-концентрування та НВЧ-сушіння при потужності нагріву 1 кВт за різних значень глибини вакуумування наведені в табл. 2. У випадку НВЧ-концентрування спостерігається несуттєве зменшення швидкості при збільшенні глибини вакуумування, що обумовлено зниженням температурного режиму. Так, якщо при глибині вакуумування 80 кПа швидкість зміни маси складає $29,2 \cdot 10^{-3} \%$ /с, то при 40 кПа — $24,3 \cdot 10^{-3} \%$ /с. На етапі НВЧ-сушіння глибина вакуумування практично не впливає на середню швидкість процесу і складає $30 \cdot 10^{-3} \%$ /с.

Таблиця 2. Розрахункові дані середньої швидкості зміни маси при НВЧ-концентруванні та НВЧ-сушінні

Глибина вакуумування, Па	Швидкість зміни маси ($\Delta m/\Delta t$) $\cdot 10^3$, %/с	
	НВЧ-концентрування	НВЧ-сушіння
0,8	29,2	30,0
0,6	26,5	30,0
0,5	25,4	30,0
0,4	24,3	30,0

Дані експериментальних досліджень щодо тривалості НВЧ-концентрування та НВЧ-сушіння при різних значеннях потужності та глибини вакуумування наведені в табл. 3.

Таблиця 3. Тривалість процесів НВЧ-концентрування і НВЧ-сушіння суміші подрібнених коренів праних овочів

Тиск Р, кПа	Потужність нагріву, кВт			
	0,5	1,0	1,5	2,0
тривалість НВЧ-концентрування $t \cdot 60^{-1}$, с ($\omega_n = 85 \%$, $\omega_c = 50\%$)				
80	70 \pm 3	40 \pm 2	25 \pm 1	20 \pm 1
60	74 \pm 3	44 \pm 2	27 \pm 1	22 \pm 1
50	77 \pm 4	46 \pm 2	28 \pm 1	23 \pm 1
40	79 \pm 4	48 \pm 2	29 \pm 1	24 \pm 1
тривалість НВЧ-сушіння $t \cdot 60^{-1}$, с ($\omega_n = 50 \%$, $\omega_c = 10\%$)				
80	45 \pm 2	25 \pm 1	17 \pm 1	12 \pm 1
60	45 \pm 2	25 \pm 1	17 \pm 1	12 \pm 1
50	45 \pm 2	25 \pm 1	17 \pm 1	12 \pm 1
40	45 \pm 3	25 \pm 1	17 \pm 1	12 \pm 1

З наведених даних видно, що вони добре узгоджуються з результатами теоретичних розрахунків тривалості досліджуваних процесів, описаних у [1]. В межах збільшення глибини вакуумування з 80 кПа до 40 кПа тривалість НВЧ-концентрування збільшується в середньому на 13...20%, а тривалість НВЧ-сушіння практично не змінюється.

Таким чином, вакуумування при НВЧ-енергопідведенні безумовно знижує ефект вологовіддачі в період прогрівання та постійної швидкості, коли вільної води достатньо багато. Це зумовлено як зниженням температури нагріву, так і особливостями перебігу дифузійних процесів в умовах вакуумування. Проте на подальшому етапі зневоднювання, коли структура частково зневоднених частинок чинить суттєвий опір вологоперенесенню, процес проходить за подібними кінетичними закономірностями незалежно від глибини вакуумування.

Висновки. Таким чином, зі збільшенням глибини вакуумування в робочій камері знижується кінцева температура продукту, до якої він нагрівається під час нестационарного режиму (в межах глибини вакуумування 80...40 кПа з 93 °С до 76 °С). Тривалість досягнення кінцевої температури при НВЧ-концентруванні та НВЧ-сушінні зі збільшенням потужності нагріву з 0,5 кВт до 2 кВт скорочується в 3,9...4,1 раза, а зі збільшенням глибини вакуумування з 80 кПа до 40 кПа — на 21...25%. Раціональним значенням залишкового тиску, що впливає на збереженість фізико-хімічних властивостей, є 40...60 кПа, а процес зневоднювання здійснюється в температурному інтервалі 76...86 °С. При цьому немає потреби у створенні спеціальних конструктивних заходів для забезпечення герметичності оболонки робочої камери НВЧ-апарата.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Льовщина, Л.Д.* Товарознавство плодоовочевих товарів, пряно — ароматичних рослин та пряноців : навчальний посібник [Текст] / Л.Д. Льовщина, В.М. Михайлов, О.В. М'ячков. — К. : Ліра-К., 2010. — 388с.
2. *Павлюк, Р.Ю.* Товароведение и переработка лекарственно-технического растительного сырья в бад [Текст] / Р.Ю. Павлюк и др. — Х. : ХДУХТ, 2003. — 306 с.
3. *Складанкова, Ю.В.* Научное обеспечение и разработка способа сушки белых корней пастернака, петрушки и сельдерея при переменном теплопотоке [Текст] : Дис... канд. техн. наук : 05.18.12. — Воронеж, 2009. — 185 с.
4. *Нестерина, М.Ф.* Химический состав пищевых продуктов: Пищевая промышленность [Текст] / М.Ф. Нестерина, И.М. Скурихина. — Москва, 1979. — 247.
5. *Загибалов, А.Ф.* Технология консервирования плодов и овощей и контроль качества продукции [Текст] / А.Ф. Загибалов, А.С. Зверькова, А.А. Титова, Б.Л. Флауменбаум. — М. : Агропромиздат, 1992. — 352 с.
6. *Черевко, О.І.* Переробка дикорослої та пряно-ароматичної рослинної сировини [Текст] / О.І.Черевко, Ю.І. Єфремов, В.М. Михайлов. — ХДУХТ, 2007. — 229 с.
7. *Черевко, О.І.* Процеси і апарати харчових виробництв : підручник [Текст] / О.І. Черевко, А.М. Поперечний. — Х. : ХДУХТ, 2002. — 420 с.
8. *Черевко, О.І.* Використання мікрохвильової вакуумної обробки в процесах виробництва овочевих концентратів : монографія [Текст] / О.І. Черевко, [та ін.]. — Х. : ХДУХТ, 2014. — 117 с.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ МИКРОВОЛНОВОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

И.Г. Бабанов,

Национальный университет пищевых технологий

И.В. Бабкина, С.В. Михайлова, А.А. Шевченко

Харьковский государственный университет питания и торговли

Статья посвящена определению влияния мощности источника СВЧ-энергии и глубины вакуумирования на продолжительность нагрева пряного сырья при микроволновом концентрировании и обезвоживании в условиях вакуумирования. Установлена возможность интенсификации процессов и увеличение эффективности использования СВЧ-энергии.

Ключевые слова: *пряные овощи, СВЧ-концентрирование, СВЧ-сушка, глубина вакуумирования, масса, влагосодержание.*