

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DRYING MODES OF VIBRATING VACUUM DRYER ON COLORIMETRIC INDICATORS OF PLANT RAW MATERIALS

O. Mayak, A. Sardarov

Kharkiv State University of Food Technology and Trade

Key words:

*Concentrated products
Fruit and vegetable raw materials
Vibration
Drying
Colorimetry indexes*

Article history:

Received 15.09.2017
Received in revised form 04.10.2017
Accepted 24.10.2017

Corresponding author:

O. Mayak

E-mail:

npuht@ukr.net

ABSTRACT

The process of drying of fruit and vegetable excrements under conditions of vibration under vacuum was studied. The methods of production of concentrated products from fruit and vegetable raw materials and the design of a vibration vacuum dryer (VVD) for drying of fruit and vegetable shafts used in the process of production of separate concentrates are considered. Low-frequency machining of disperse material leads to it in oscillatory motion, while significantly weakening the forces of interaction between particles: decreases friction and decreases the effect of adhesion forces. Depending on the vibration parameters and the material nature of the material, vibratory treatment can contribute to the compaction of particles, that is, to reduce the porosity of the material. The designs of a vibration vacuum dryer for drying of plant material are considered. The rheological criterion of Reynolds is calculated, analysis of which allowed to determine rational regimes of vibration processing of squeezes. The influence of drying parameters on the colorimetric indices of shoots from plant raw materials was investigated. Experiments have shown that the use of vibration reduces the duration of the drying process, as well as improves the quality of the finished product.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-5-2-6

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ СУШІННЯ ВІБРАЦІЙНОЇ ВАКУУМНОЇ СУШАРКИ НА КОЛОРИМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

О.А. Маяк, А.М. Сардаров

Харківський державний університет харчування та торгівлі

У статті досліджено процес сушіння плодоовочевих вичавок в умовах вібрації під вакуумом. Розглянуто способи виробництва концентрованих продуктів з плодоовочевої сировини та конструкція вібраційної вакуумної сушарки

(ВВС) для сушіння плодоовочевих вичавок, що використовуються у процесі виробництва роздільних концентратів. Низькочастотна обробка дисперсного матеріалу приводить його в коливальний рух, при цьому значно послаблюються сили взаємодії між частинками: зменшується тертя і знижується вплив сил адгезійного зчеплення. Залежно від параметрів вібрації і природи матеріалу вібраційна обробка може сприяти ущільненню частинок, тобто зменшенню пористості матеріалу. Розглянуто конструкції вібраційної вакуумної сушарки для сушіння рослинної сировини. Розрахований реологічний критерій Рейнольдса, аналіз якого дав змогу визначити раціональні режими віброобробки вичавок. Досліджено вплив параметрів сушіння на колориметричні показники вичавок з рослинної сировини. Експерименти показали, що застосування вібрації скорочує тривалість процесу сушіння, а також сприяє підвищенню якості готового продукту.

Ключові слова: концентровані продукти, плодоовочева сировина, вібрація, сушіння, колориметричні показники.

Постановка проблеми. Покращення виробництва високоякісних продуктів харчування пов'язане з розробкою нових високоефективних технологій і створенням нового технологічного обладнання.

Рослинна сировина — це основне джерело вуглеводів, вітамінів, органічних кислот, мінеральних солей, дубильних, ароматичних та інших цінних у харчовому і лікувальному відношенні речовин. Проте в процесі їх переробки за існуючими технологіями велика частина біологічно активних речовин втрачається, тому актуальним завданням є розробка нових способів переробки плодоовочевої сировини, що дають можливість зберегти харчову та біологічну цінність вихідної сировини.

Наразі існує велика кількість технологій виробництва концентрованих продуктів з рослинної сировини, таких як конфітюри, пасти, джеми, концентрати тощо. Однак виготовлення даних продуктів здійснюється за температур, близьких до 100° С. За таких режимів теплової обробки більша частина вітамінів руйнується і, як наслідок, біологічна цінність отриманих продуктів незначна.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виробництво концентрованих продуктів з натуральної рослинної сировини здатне підвищити їх харчову цінність, а виробництво їх на вітчизняних підприємствах, особливо в місцях зростання фруктів, овочів і ягід, тобто безпосередньо в сільських господарствах (як державних, так і приватних), дасть змогу знизити їх вартість і поліпшити якість кінцевого продукту.

Особливо актуальне виробництво концентрованих продуктів на основі вже наявного досвіду з переробки овочів (буряк, морква, гарбуз, кабачок), ягід і фруктів (чорна смородина, малина, вишня, слива, айва, груша, абрикоси та яблука), що є наймасовішою сировиною, яка має високі споживчі якості [1].

Цінність рослинної їжі в тому, що вона містить майже всі поживні і біологічно активні речовини, необхідні для нормального функціонування систем та органів людини. Наразі одним із нових фізичних методів обробки харчових продуктів є обробка за допомогою низькочастотних коливань [2].

Використання низькочастотних коливань у процесі сушіння, а саме: створення віброкиплячого шару, сприяє інтенсифікації процесу сушіння дисперсних матеріалів, розчинів і суспензій за рахунок поліпшення умов теплообміну між теплоносієм і продуктом, тобто сприяє оновленню масообмінної поверхні контакту фаз [3—6].

Нами запропоновано удосконалений спосіб виробництва роздільних концентратів на основі плодоовочевої сировини. Згідно з цим способом попередньо віджатий сік концентрують у вакуум-випарному апараті, а вичавки подрібнюють, сушать в умовах вібрації під вакуумом при температурі. Концентрований сік із підсушеними вичавками змішують і купажують.

Колірне сприйняття відноситься до одного з фундаментальних явищ, за допомогою яких ми усвідомлюємо предмети, що знаходяться навколо нас [7]. Під час вибору продукту споживачі керуються головним чином зоровою оцінкою:

- 87% — обирають продукт за їх зовнішнім виглядом і кольором;
- 3,5% — за ароматом;
- 1,5% — за дотиковими відчуттями;
- 1% — після опробування на смак;
- останні — через інші причини.

Колір отриманого продукту, у свою чергу, залежить від таких чинників [8]:

- вихідного кольору сировини та інгредієнтів, що входять до складу продукту;
- технологічних параметрів під час переробки рослинної сировини;
- додавання харчових добавок, що мають протекторну дію до кольору;
- штучних або природних барвників.

Мета статті: дослідження впливу режимів сушіння вібраційної вакуумної сушарки — амплітуди низькочастотних коливань на колориметричні показники рослинної сировини при виробництві роздільних концентратів.

Викладення основних результатів дослідження. Вичавки з плодоовочевої сировини належать до грубих суспензій, а для сушіння такої сировини використовують сушарки з киплячим (псевдозрідженим) шаром або вібраційні сушарки. Вібраційні сушарки є одним із найбільш прогресивних типів апаратів для сушіння. Процес у киплячому шарі дає змогу значно збільшити поверхню контакту між частинками матеріалу і сушильним агентом, інтенсифікувати випаровування вологи з матеріалу і скоротити тривалість сушіння.

Низькочастотні коливання діють на дисперсну систему, примушуючи частки втрачати контакт із віброуючими робочими органами, переходячи у стан віброкипіння. Також у процесі віброкипіння частки зменшуються, що підсилює циркуляцію та процес тепломасообміну. Відбувається розрихлення шару, що зменшує щільність середовища. Це є результатом дії на частки змушених сил, що перевершують сили їх тяжіння.

Для проведення процесу сушіння вичавок була розроблена вібраційна вакуумна сушарка (рис. 1).

Запропонована сушарка складається з робочої вакуум-камери 1, нагрівальних елементів 2, термопари 3, теплообмінної оболонки 4, шпичевої термо-

пари 5, блока керування 6, термопари 7, металевого ущільнювача 8, вібратора 9, датчика перетворення обертання вала двигуна 10, станини 11, амортизаційного пристрою 12, кришки 13, вала 14, дека для продукту 15, перфорованих лотків 16, манометра 17, мірного скла 18, бака 19, дросельного вентиля 20, вентиля 21, вакуум-насоса 22, датчика перетворення обертання вала двигуна 23, електродвигуна 24, вентиля 25, патрубку для підведення теплоносія 26, патрубку для відведення теплоносія 27.

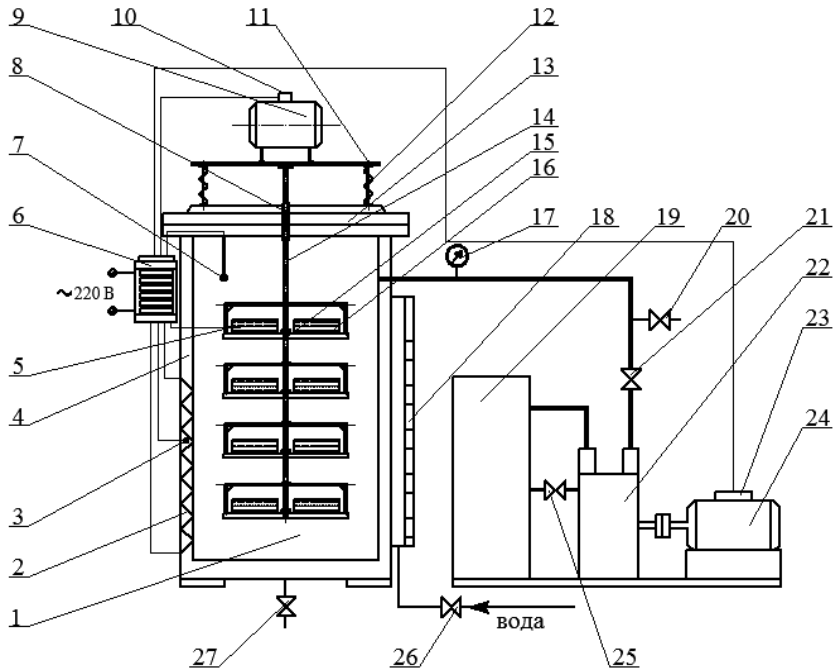


Рис. 1. Вібраційна вакуумна сушарка

Реалізація сушіння здійснюється таким чином: рослинна сировина завантажується на деки 15 з перфорованими лотками 16, які опускають у робочу вакуум-камеру 1 та фіксуються на валу 14, що під'єднується до вібратора 9, який кріпиться на станині 11 з амортизаційним пристроєм 12 до кришки 13. Робоча вакуум-камера герметизується металевими ущільнювачами 8. За допомогою нагрівальних елементів 2 робочу камеру розігрівають до заданої температури, яку вимірюють термопарою 3. Вмикається вібратор. Встановлюють робоче витрачання води через вакуумний насос 22. Вмикається вакуум-насос та електродвигун 24.

Блок керування 6 вібраційної вакуумної сушарки дає змогу керувати технічними параметрами, зокрема температурою, для визначення якої в робочій камері встановлюється термопара 7, а у загальному об'ємі продукту використовуються шпигцева термопара 5. Для вимірювання та контролю тиску у вібраційній вакуумній сушарці встановлений електроконтактний манометр 16. З метою контролювання вібраційними параметрами встановлено датчики

10, 24 перетворення обертання вала двигуна, що забезпечує необхідну частоту механічних коливань.

Для стадії віброкипіння характерні два режими — сегрегації часток і їхнього інтенсивного перемішування. Результати проведених експериментальних досліджень сушіння вичавок при різних режимах роботи представлені на рис. 2. Залежно від технологічного завдання вибирається відповідний режим і на підставі цього проектується обладнання.

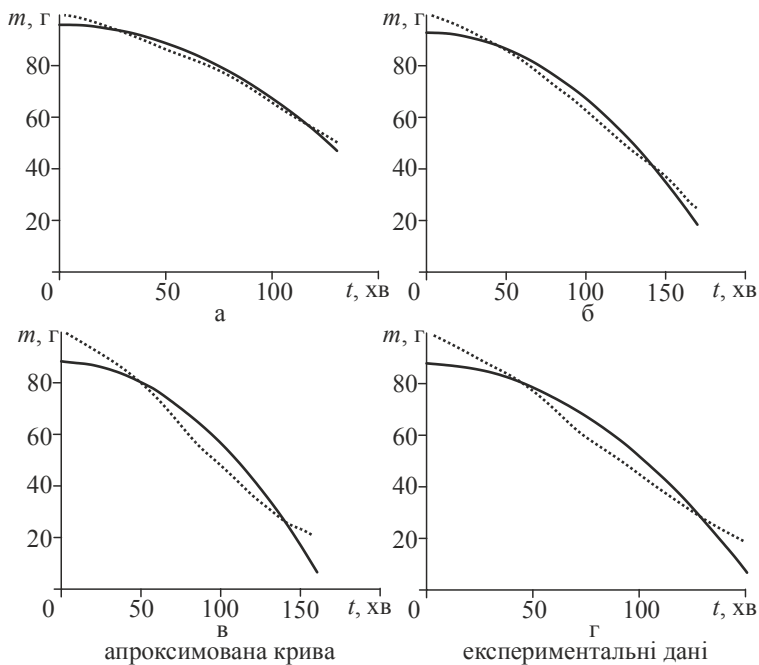


Рис. 2. Апроксимовані криві сушіння за амплітуди 0,005 м:

а — 0 Гц, б — 8 Гц, в — 8,5 Гц, г — 9 Гц

Для аналізу впливу механічних коливань на процес тепломасообміну проводилися теоретичні розрахунки і дослідження, а результати оброблялися в критеріях подібності. Значення Re_v підраховувалися за формулою (1):

$$Re_v = \frac{V_v \cdot d}{\nu}, \quad (1)$$

де Re_v — вібраційний критерій Рейнольдса; V_v — середнє значення швидкості коливань за один період, м/с; d — діаметр циліндра, м; ν — коефіцієнт кінематичної в'язкості, м²/с;

Аналізуючи розрахунки Re_v , ми визначили оптимальні режими віброобробки (амплітуда $A = 0,005$ м, частота коливань 8...9 Гц), при яких продукт буде інтенсивно перемішуватися, а робочі органи віброгенератора будуть менш піддаватися зносу.

Колір роздільних концентратів передусім залежить від вихідного кольору сировини та компонентів, що входять до її складу. Забарвлення сировини обумовлено вмістом таких пігментів, як хлорофіл, каротиноїди та антоціани.

Ці сполуки вибірково поглинають світло у видимій частині спектра та надають продукту відповідного забарвлення.

Колориметрія — це наука про способи виміру кольору у його кількісному вираженні. Метод колориметрії, що полягає в розрахунку колірних характеристик аналізованого об'єкта на основі наявних спектральних параметрів, дає змогу як розрізнити спектрально близькі речовини, так і одержати додаткові відомості про їх.

Основний спосіб визначення кольору за допомогою інструментального методу полягає у розкладанні світлового потоку на спектральні компоненти і вимірюванні кожного компонента окремо, тобто отримання спектральних характеристик обраного об'єкта дослідження — спектрального коефіцієнта пропускання для прозорих і спектрального коефіцієнта відбиття для непрозорих зразків — у діапазоні видимого спектру.

Залежно від вигляду, стану продукту, а також вмісту барвних речовин колір характеризується такими поняттями: основний тон, насиченість, інтенсивність, відтінок, чистота, яскравість, світлота, домінуюча довжина хвилі.

Отримані дані проведених колориметричних досліджень показані в табл. 1.

Таблиця 1. Колориметричні показники вичавок із рослинної сировини

Вид теплової обробки	Координати кольоровості		Домінуюча довжина хвилі	Яскравість	Чистота кольору	Спектральний колір (домінуючий тон)
	x	y	$\lambda_{\text{нм}}$	$T, \%$	$P, \%$	
Вичавки до обробки	0,4803	0,4487	581,6	44,86	85,67	оранжевий
Вичавки висушені при атм. тиску	0,4295	0,4558	575,0	45,58	76,97	жовтий
Вичавки, висушені у ВВС ($A = 0,005$ м)	0,4625	0,4541	581,4	44,838	84,67	оранжевий
Вичавки висушені у ВВС ($A = 0,009$ м)	0,4637	0,4394	580,3	43,94	79,84	жовтогарячий

Результати визначення характеристик кольору для сушених вичавок вказують на істотну зміну його тону відносно контролю, при цьому спостерігається зменшення значення тону кольору вичавок, висушених при атмосферному тиску, та збільшення значення колориметричної чистоти у всіх режимах сушіння під вакуумом.

Експерименти доказали, що запропоновані та досліджені параметри обробки вичавок з рослинної сировини дають змогу значно підвищити органолептичні показники кінцевого продукту, тобто сприяють збереженню кольору вихідної сировини.

Висновки

Аналіз результатів експериментів показав, що застосування вібрації в процесі сушіння досліджуваних зразків сприяє прискоренню тепломасообмінних

процесів. Це пояснюється тим, що вібрація сприяє перемішуванню, що призводить до збільшення масообмінної площі контакту фаз. Розглянута конструкція вібраційної вакуумної сушарки для сушіння рослинної сировини. Розрахований вібраційний критерій Рейнольдса Re_v , аналіз якого дав змогу визначити раціональні режими віброобробки вичавок. Експерименти показали, що застосування вібрації скорочує тривалість процесу сушіння, а також забезпечує значне підвищення органолептичних показників кінцевого продукту — сприяє збереженню кольору вихідної сировини. Дослідження колориметричних характеристик довели перевагу використання процесів виробництва роздільних концентратів за запропонованим способом.

Література

1. *Кінтєла Л.В.* Паста з дикорослих плодів і ягід /Л.В. Кінтєла, Н.А. Афукова, О.В. Загуменна // Харчування і суспільство. — № 8. — 2000. — С. 23.
2. *Домарецький В.А.* Технологія екстрактів, концентратів і напоїв з рослинної сировини. — Москва : ФОРУМ, 2007. — 444с.
3. *Промтов М. А.* Машины и аппараты с импульсными энергетическими воздействиями на обрабатываемые вещества : учеб. пособие / М.А. Промтов. — Москва : Машиностроение-1, 2004. — 136 с.
4. *Урьев Н.Б.* Пищевые дисперсные системы / Н.Б. Урьев, М.А. Талейсник. — Москва : Агропромиздат, 1985. — 296 с.
5. *Иванов Е.Л.* Новые физические методы обработки пищевых продуктов. Лекция для студентов технологического факультета / Е.Л. Иванов. — Львов, 1982. — С. 20—48.
6. Пат. 113473 Україна, МПК А23В 7/005 (2006.01), А23L 2/00. Спосіб виробництва роздільного концентрату з плодоовочевої сировини / Сардаров А.М., Маяк О.А., Михайлов В.М., Маяк В.І. (Україна); заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. — 201608400; заявл. 29.07.2016; опубл. 25.01.2017, Бюл. № 2.
7. *Герасимов А.В.* Идентификация окрашенных веществ в тонкослойной хроматографии с применением компьютерной обработки / А.В. Герасимов, И.И. Малахова, В.Д. Красиков // Журнал прикладной химии. 2000. — Т. 73. № 10. — С. 1640—1644.
8. *Родина Т.Г.* Сенсорный анализ продовольственных товаров: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Тамара Григорьевна Родина. — Москва : Издательский центр «Академия», 2004. — 208 с.