

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ МОРКВЯНИХ ВИЧАВОК ПРИ ОДЕРЖАННІ СУХОЇ КАРОТИНОВМІСНОЇ ДОБАВКИ

Малежик І.Ф., д.т.н. проф., Бессараб О.С., к.т.н. проф.,  
Бандуренко Г.М., к.т.н. доц., Левківська Т.М. к.т.н.  
(Національний університет харчових технологій)

*Наведені експериментальні дані з сушіння морквяних вичавок конвективним способом, інфрачервоними променями та в полі НВЧ, а також вміст  $\beta$ -каротину в отриманих продуктах.*

**Постановка проблеми.** Створення біологічно активних добавок (БАД) рослинного походження із значним вмістом діючих речовин є важливою проблемою, оскільки дає можливість їх використання у виробництві вітамінізованих харчових продуктів з імуномодулюючою і радіозахисною дією. Найбільш актуально ця проблема стоїть в регіонах з несприятливою екологією та значним зниженням якості харчування населення. В Україні БАД виробляють в обмежених кількостях, натомість ринок заповнений аналогічними товарами імпортного виробництва. Серед них інтерес представляють вітаміновмісні поліфункціональні добавки, що є складними багатокомпонентними системами з різними властивостями. Особливо цінними є природні комплекси каротиноїдів, які мають не тільки певну фізіологічну активність, а й високу стабільність, стійкість до впливів технологічного процесу.

**Аналіз основних досліджень.** Відомо, що найбільш поширеним і недорогим джерелом каротиноїдів є морква. Перевагами цієї сировини є невисока ціна, доступність та відносна стійкість її хімічного складу при зберіганні, що може дозволити організацію її безперервного перероблення протягом року. Для попередньої підготовки моркви створені спеціалізовані комплексні лінії, що значно полегшує проектування нових продуктів на її основі.

Технологіями перероблення моркви у БАД займались численні автори. Одні з них довели доцільність використання моркви для створення каротиноїдних БАД радіозахисної дії, розробили наукові основи їх використання у харчових технологіях та запропонували розробку пастоподібних каротиноїдних фітодобавок. Інші дослідили

можливість збереження каротиноїдів у процесі сушіння морквяної сировини [1, 2, 3].

Аналізуючи їх наукові здобутки нами було запропоновано й доведено доцільність використання у виробництві каротиноїдних добавок не цілих коренеплодів моркви, а морквяних вичавок [4, 5].

Така пропозиція обґрунтована наступними причинами. По-перше, основна частка  $\beta$ -каротину міститься у клітинних стінках, які потрапляють у вичавки при пресуванні сировини. По-друге, висушений порошок з моркви містить понад 70% цукрів, які для БАД є баластом і не завжди бажані при створенні цільових дієтичних продуктів. По-третє, при сушінні цукри вступають у реакції меланоїдиноутворення, й тим самим негативно впливають на якість готового продукту. Тому була потреба дослідження можливих способів сушіння морквяних вичавок та збереження у них  $\beta$ -каротину залежно від режимів сушіння.

**Мета роботи** – отримання сухої каротиновмісної добавки з морквяних вичавок різними способами та порівняння їх характеристик.

У завдання досліджень, насамперед, входило отримання порошку з моркви, який міг би служити БАД для вітамінізації їжі. Оскільки способів отримання порошку з моркви існує дуже багато, нами був проведений їх детальний аналіз, виявлені недоліки і «слабкі» місця.

**Результати досліджень.** Експериментальні дослідження проводились у лабораторних умовах на дослідних установках кафедри процесів і апаратів харчових виробництв та кафедри технології консервування. Вологовміст та швидкість сушіння визначали за відповідними методиками. Визначення вмісту вітаміну С,  $\beta$ -каротину та активності пероксидази визначали стандартними методами.

Методика проведення робіт полягала у наступному. Підготовлену моркву подрібнювали і відокремлювали сік шляхом пресування. Отримані вичавки обробляли розчинами антиоксидантів і висушували до вмісту вологи 6,5% при товщині шару продукту 0,8-1,0 см. Сушіння проводили найбільш доступним і поширеним конвективним способом, а також більш прогресивними – інфрачервоним випромінюванням та у полі надвисокої частоти. Отриманий сухий продукт подрібнювали до порошкоподібного стану й зберігали в умовах вакууму.

Умови сушіння були наступні. Конвективне сушіння

проводили при температурі сушильного агенту (повітря) 70°C та швидкості руху – 2,0 м/с.

При дослідженні сушіння за допомогою інфрачервоного випромінювання здійснювалось двостороннє ІЧ-нагрівання. В якості генераторів ІЧ-випромінювання було використано трубчаті електричні нагрівачі (ТЕНи). Так прогрівання ТЕНів здійснюється при величині опроміненості (Е) 3660 Вт/м<sup>2</sup> протягом 5-10 хв. Потім величину Е, протягом 30 хв, поступово знижували до 1600 Вт/м<sup>2</sup>, та надалі залишали незмінною до завершення процесу сушіння. Регулювання величини Е, під час сушіння вичавок, здійснювали зміною напруги, яка подається до ТЕНів. Так, напругу змінювали однаково наступним чином: від 220 до 120 В на нижніх ТЕНах і до 100 В – на верхніх.

При НВЧ-сушінні до продукту підводили тепловий потік величиною 300 Вт/см<sup>2</sup>. Сушіння проводили в імпульсно-періодичному режимі.

Під час досліджень були побудовані криві сушіння та кінетики сушіння зразків. Результати зображені на рис.1, 2.

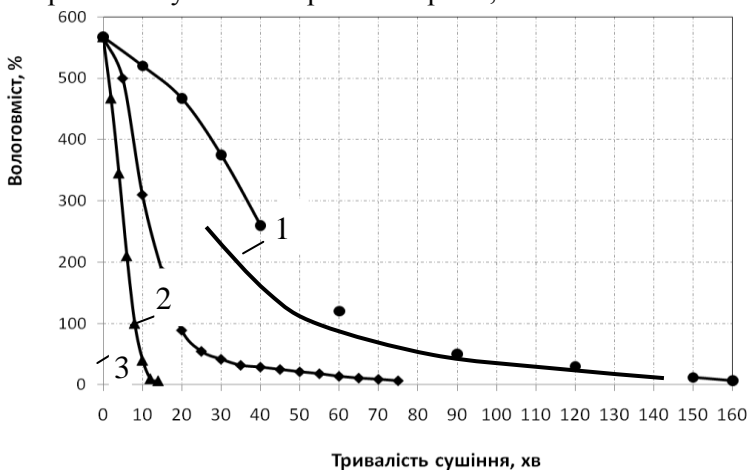


Рис. 1. Криві сушіння морквяних вичавок різними способами: 1 – конвективним, 2 – ІЧ променями, 3 – в полі НВЧ

Початковий вологовміст морквяних вичавок складав 567 %. Сушіння проводили до кінцевого вологовмісту 6,95 %. Як видно з рис.1, прогрівання зразка при конвективному сушінні проходить за 20 хв, потім відбувається видалення вільної та зв'язаної вологи, тривалість сушіння складає 160 хв. При сушінні морквяних вичавок ІЧ-променями,

прогрівання зразку відбувається значно швидше – 10 хв, потім видаляється вільна волога, а починаючи з 20 хв – зв’язана, загальна тривалість сушіння складає 75 хв. У полі НВЧ одночасно із прогріванням зразка інтенсивно відбувається видалення вільної вологи, та, починаючи з 10 хв – зв’язаної вологи, тривалість сушіння складає 14 хв.

З рис. 2 видно, що при конвективному сушінні видалення вільної вологи відбувається зі швидкістю 18 %/хв. Потім, досягнувши вологовмісту 300 %, швидкість починає плавно спадати, що пояснюється послабленням видалення вологи із глибини шарів товщі зразка, і залишається незмінною до завершення процесу сушіння. Видалення вільної вологи при сушінні ІЧ-променями відбувається при швидкості 28 %/хв. Досягнувши вологовмісту в зразку 215 %, крива плавно спадає до завершення процесу сушіння. НВЧ-сушіння морквяних вичавок характеризується найбільш високою швидкістю видалення вологи – 77 %/хв. Досягнувши вологовмісту 140 %, швидкість сушіння різко спадає.

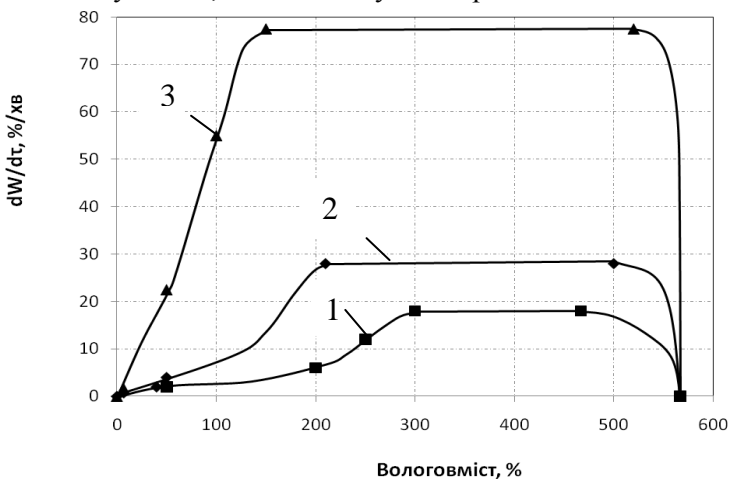


Рис. 2. Криві кінетики сушіння морквяних вичавок різними способами: 1 – конвективним, 2 – ІЧ променями, 3 – в полі НВЧ

Аналізуючи графіки, зображені на рис.1, 2, можна зробити висновок, що сушіння в полі НВЧ відбувається найбільш інтенсивно.

Критерієм оцінювання запропонованих способів є якісні показники готового продукту та можливість інтенсифікації процесу та енергозатрати на одиницю готової продукції. Тому сухі морквяні вичавки досліджували за органолептичними та фізико-хімічними

показниками. Результати наведені в таблицях 1, 2.

Таблиця 1

Органолептичні показники порошку з морквяних вичавок,  
висушених різними способами

Найменування продукту	Органолептичні показники
Порошок, одержаний конвективним способом	Порошок світлого жовто-оранжевого кольору, смак та аромат, властивий вареній моркві
Порошок, одержаний ІЧ-сушінням	Порошок оранжево-жовтого кольору, смак та аромат, властивий свіжій моркві
Порошок, одержаний НВЧ-сушінням	Порошок яскравого оранжевого кольору, смак та аромат, властивий свіжій моркві

Як видно з таблиці 1 найбільш яскраво вираженими були показники порошку, отриманого способом НВЧ-сушіння. Це можна пояснити коротким технологічним процесом та більшим вмістом  $\beta$ -каротину, що повністю підтверджується даними таблиці 2.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники морквяних вичавок,  
висушених різними способами

Спосіб сушіння	Активність пероксидази	Вміст $\beta$ -каротину, мг/100г	Вміст вітаміну С, мг/100 г
Конвективний	0,040	113,1	10,40
ІЧ-променями	0,053	143,9	15,03
В полі НВЧ	0,057	148,7	18,40

Одержані дані підтверджуються також спектрами поглинання молекул  $\beta$ -каротину у порошках, отриманих різними способами (рис. 3).

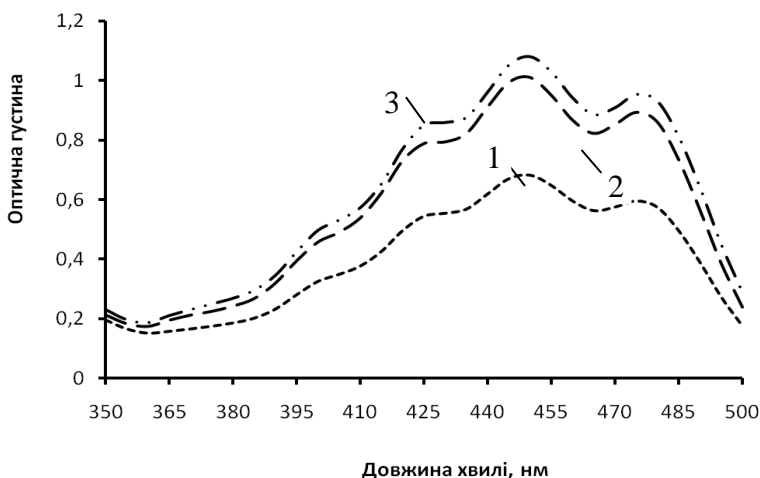


Рис. 3. Спектри поглинання молекул  $\beta$ -каротину у порошках, отриманих різними способами: 1 – конвективним, 2 – ІЧ променями, 3 – в полі НВЧ

Аналізуючи дані таблиць 1 і 2 видно, що всі способи сушіння забезпечують достатню інактивацію пероксидази, ферменту, котрий окислює каротин. Порошки з морквяних вичавок, отримані шляхом висушування в полі НВЧ, містять  $\beta$ -каротину в 1,3 разів більше ніж при конвективному сушінні і в 3,7 разів більше ніж у порошок, отриманому за класичною технологією. Незначно їм поступаються порошки, отримані ІЧ-сушінням. Перевагою є також і коротка тривалість сушіння та відносно невисокі енергозатрати.

**Висновки.** Застосування НВЧ-сушіння морквяних вичавок при величині теплового потоку  $300 \text{ Вт/см}^2$  дозволяє отримати добавку з високим вмістом  $\beta$ -каротину та інтенсифікувати технологічний процес.

### Список літератури

1. Новые технологии биологически активных растительных добавок и их использование в продуктах иммуномодулирующего и радиозащитного действия: Монография / Р.Ю.Павлюк, А.И.Черевко, В.В.Погарская и др.; ХГАТОП; НУПТ. – Харьков; Киев, 2002. – 205 с.
2. Петрова Ж.А. Сохранность каротиноидов в зависимости от методов и режимов сушки / Ж.А.Петрова // Збірник наукових праць ВНАУ «Земля України – потенціал енергетичної та екологічної безпеки держави»: Київ, 2010. - № 42. - Т.2. С. 70-77.

3. Сімахіна Г.О. Функціональна роль каротиноїдів та особливості їх використання у харчових технологіях / Г.О.Сімахіна // Наукові праці НУХТ: Київ – 2010.-№ 33.С.45-48.

4. Левківська Т.М. Розробка способу одержання порошку з морквяних вичавок з підвищеним вмістом  $\beta$ -каротину / Т.М.Левківська, Л.О.Косоголова, В.Є.Носенко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Випуск 34 – 2005. – С.140-143.

5. Косоголова Л.О. Стабільність  $\beta$ -каротину при одержанні порошку з морквяних вичавок/ Л.О.Косоголова, Т.М.Левківська // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Випуск 1. – 2006. – С.54.

#### **Аннотация**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ МОРКОВНЫХ ВЫЖИМОК ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СУХОЙ КАРОТИНСОДЕРЖАЩЕЙ ДОБАВКИ.**

*Приведены данные по сушке морковных выжимок конвективным способом, инфракрасными лучами и в поле СВЧ, а также содержание  $\beta$ -каротина в полученных продуктах.*

#### **Abstract**

### **STUDY OF DRYING CARROT POMACE IN OBTAINING DRY ADDITIVES CONTAINING CAROTENE.**

*Presents data about pomace drying by convective infrared and microwave methods, and the  $\beta$ -carotene content in the obtained products.*