

ВПЛИВ КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ НА ЗБЕРІГАННЯ ЛИСТКІВ СТЕВІЇ

М. В. Роїк, академік НААН

І. В. Кузнєцова, провідний науковий співробітник

Представлено результати експериментальних досліджень щодо кінетики конвективного сушіння стевії та із застосуванням методу диференціальної скануючої калориметрії було досліджено перебіг процесів, що відбуваються у процесі сушіння. Вивчено умови зберігання листків стевії, сушених за різних температур та рекомендовано до промислового застосування енергоощадний режим конвективного її сушіння за температури 100/60° С, тривалості 75 хв, швидкості руху повітря 2-2,5 м/с.

Листки стевії, сушіння, якість, зберігання, вологовміст.

З розвитком аграрного сектора і наукового сегмента щодо забезпечення високоякісною сировиною харчової галузі набували також розвитку теоретичні та практичні основи сушіння рослинної сировини. Стевія – це рослина, яка «чутлива» до вмісту надмірної вологи і за повільного сушіння дуже швидко втрачає товарну якість. Крім того, від сушіння залежить і якість листків стевії впродовж зберігання. Для її виробництва в промисловому обсязі гарантованої якості більш прийнятним є застосування конвективного сушіння. Проте цей спосіб мало вивчений і в літературних даних немає досліджень щодо перебігу процесів, які відбуваються під час сушіння стевії та зберігання її листків [1, 7].

Метою роботи є вивчення впливу сушіння листків стевії на їх якість під час зберігання.

Матеріал та методика досліджень. Кінетику конвективного сушіння стевії досліджували спільно із вченими Інституту технічної теплофізики НАН України на експериментальному стенді. Біохімічні зміни, що відбувались під час сушіння вивчали спільно з вченими Українського науково-дослідного інституту олій та жирів НААН методом диференціальної скануючої калориметрії (ДСК) із застосуванням диференційного скануючого калориметра QDSC-20 Termo Fisher SCIENTIFIC (Intertech Corporation, 2008 р.). Отримані зразки листків аналізували на відповідність показникам якості та визначали їх зміни під час зберігання за загальноприйнятими методиками [3].

Результати та їх обговорення. Дослідження кінетики конвективного сушіння стевії показали, що вологовміст сушильного агенту найбільше впливає на інтенсивність сушіння на початковій стадії постійної швидкості (рис. 1). При цьому відбувається зниження вологовмісту від 20 до 10 г/кг сухого повітря, що забезпечує підвищення швидкості процесу в 1,2 раза (див. рис. 1, крива 3). За збільшення вологовмісту теплоносія період постійної сушки збільшується і кількість випареної води. Із подальшим вилученням води з листків ступінь впливу цього параметру на інтенсивність знижується та відбувається обмеження швидкості дифузії води із листка. Сушіння відбувається у три етапи (таблиця).

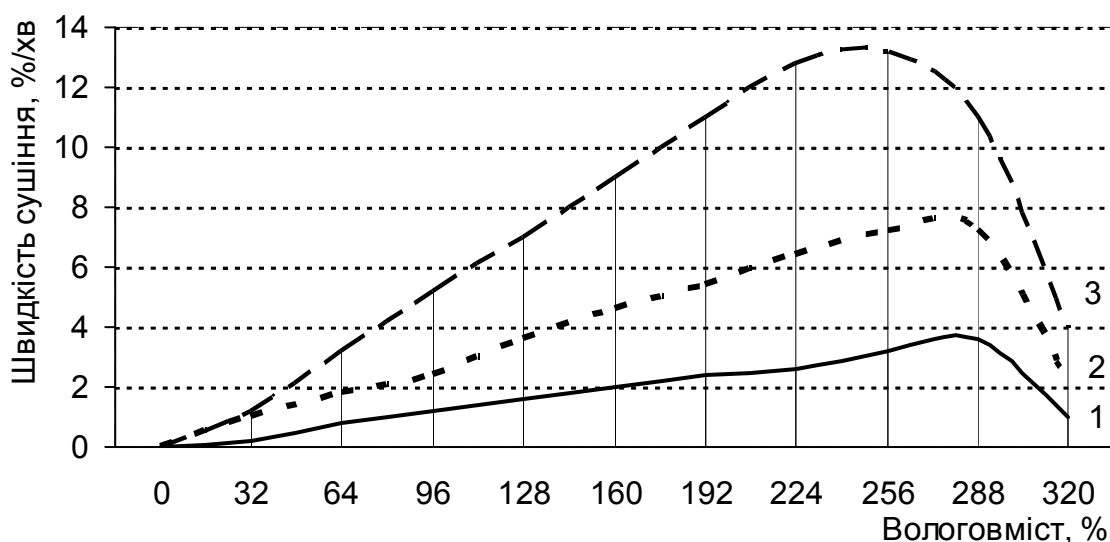


Рис. 1. Залежність швидкості сушіння від вологовмісту теплоносія: 1 – 40° С, 2 – 60° С, 3 – 80° С

Етапи конвективного сушіння стевії

Температура, ° С	Вологовміст, %		
	I	II	III
40	310,4	288	19,2
65	300,8	256	22,4
80	278,4	224	28,8

Перший етап є короткотерміновим і характеризує період прогрівання сировини, за якого швидкість сушіння досягає максимального значення, другий - коротким періодом швидкості сушіння (вигнута частина кривих), що характеризує швидкість зовнішньої дифузії. В цей же період зростає швидкість внутрішньої вологи до поверхні листового апарату. Граничний перехід з другого до третього періоду характеризує внутрішню дифузію вологи та рівномірність процесу. Завершення третього періоду сушіння характеризується видаленням частини вологи з капілярів листового апарату. Внутріклітинна волога рухається крізь стінки клітин, які мають високу проникність. Тобто в цей період можливий процес адсорбції певної кількості вологи з перенасиченого повітря поверхню листового апарату. Середній коефіцієнт дифузії становить 0,249-0,895 м²/хв., а відносний - 0,118-0,193.

Застосування ДСК-методу в дослідженні [5] сушіння листка, стебла та наземної частини дозволило уточнити режим сушіння. Встановлено, що сумісне сушіння стебла і листка «пом'якшують» умови та підвищують стійкість його сполук листка проти високих температур. Отримані результати досліджень дозволяють рекомендувати двостадійне конвективне сушіння стевії: на I стадії на вході 95-105 ° С і на виході 75-85 та на II стадії відповідно 60-65 ° С. Це забезпечить вилучення на першій стадії сушіння основної частини вологи (35-40%) та зниження тривалості процесу в 1,65 раза [4].

Вивчали вплив сушіння на здатність сировини зберігати основні біологічно цінні речовини навіть за «ідеальних умов». Сушені зразки листків стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) за температур 30 (зразок 1) 40 (зразок 2), 60 (зразок 3), 80 (зразок 4) та 100/60 ° С зберігали впродовж двох років [2, 6]. Під час зберігання не змінювались смако-ароматичні властивості перших трьох зразків сушених листків стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*). Відзначено зміну кольору листків протягом двох років зберігання (рис. 2). Зокрема, кольоровість від зеленого до темно-зеленого зростає у листків зразка 1 на 5,5% (68,8%), 2 – на 7,5% (75%), 3 – 8,2% (74,5%), 4 – 8,8% (62,9%) і зразка 5 – на 7,7% (72,6%). Більш інтенсивно темніють листки зразка 4 та відзначено збільшення вмісту побурілого листка на 25% протягом зберігання, що свідчить про порушення структури листового апарату під час сушіння. Такі листки не придатні до реалізації або перероблення.

Протягом зберігання, навіть за сприятливих умов, листки втрачають частину вологи для підтримання тургору. За два роки зберігання перший зразок втратив вологи 0,45%, 2-й – 0,55, 3-й – 0,65, а 5-й – 0,5%. Зразок 4-й протягом року втратив 0,6% вологи, після чого адсорбував 0,05% вологи. Як показують дослідження він виявляє здатність до адсорбції частки вологи з повітря (до 0,8%). Інакше зростає крихкість зразка до 0,8, що прискорює процес його псування і унеможливорює перероблення.

Вивчали використання біоресурсів листків протягом зберігання для підтримання їх тургору шляхом установлення зміни вмісту речовин дитерпенових глікозидів (рис. 3, а) та флавоноїдів (рис. 3, б). з'ясовано, що переважну частку дитерпенових глікозидів (80-83%) та флавоноїдів (87,5%) листки втрачають протягом першого року зберігання.

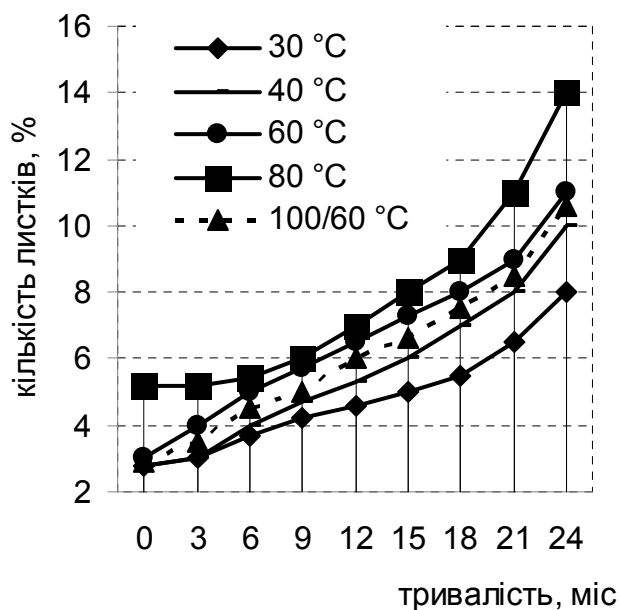
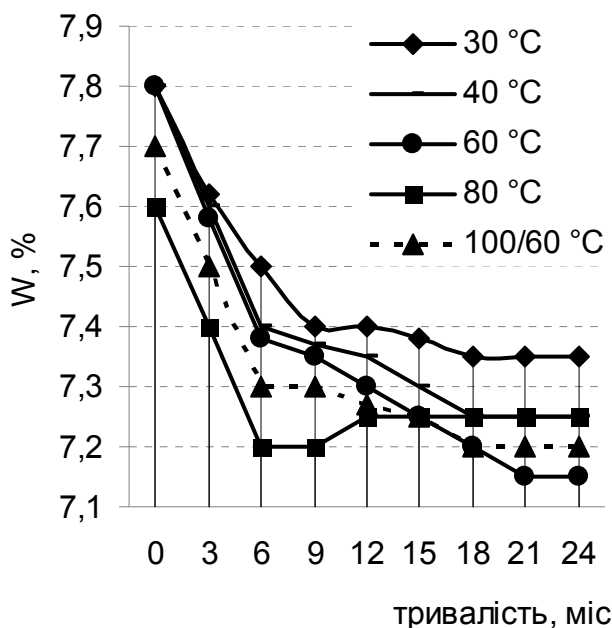


Рис. 2. Зміна кольоровості листків (а) та вмісту масової частки води (б) у сушених листках стевії впродовж зберігання

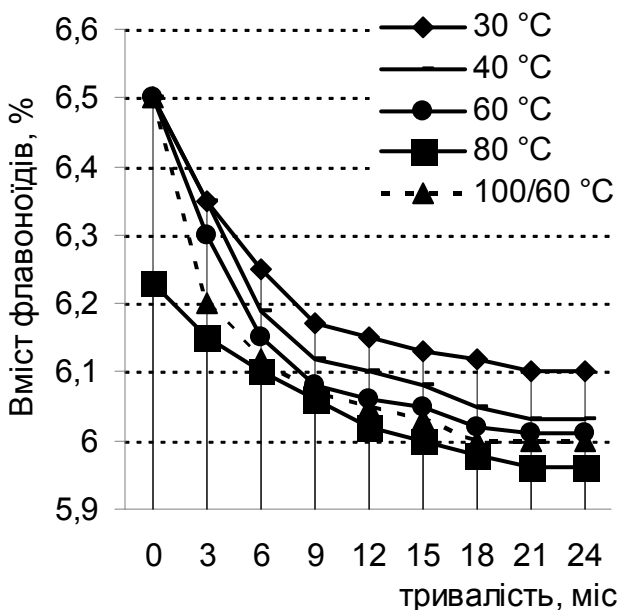
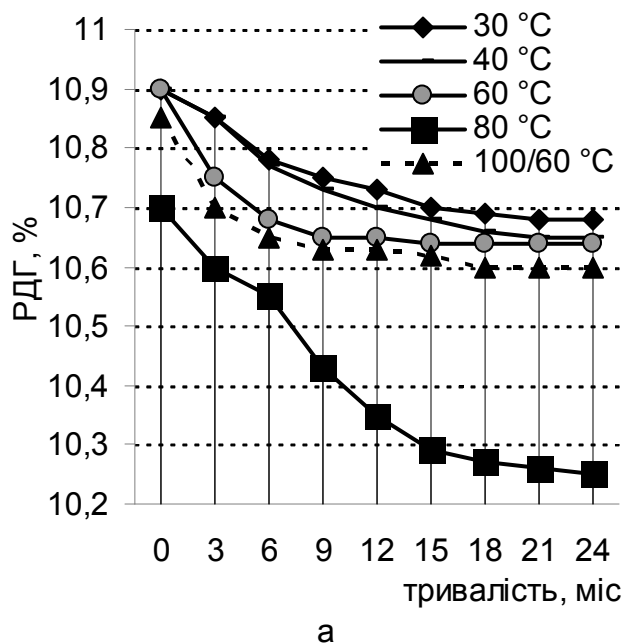


Рис. 3. Зміна вмісту дитерпенових глікозидів (а) та флавоноїдів (б) у сушених листках стевії впродовж зберігання

Протягом двох років зберігання найбільші втрати дитерпенових глікозидів має 4-й зразок (4,2% від загальної суми РДГ), найменші 1-й зразок (2%). Близькі значення мають зразки 2-й, 3-й і 5-й, втрати яких становлять 2,3%. Вочевидь, перший рік зберігання є найбільш уразливим для біосистеми листка, яка потім стає більш адаптованою до оптимальних умов і витрачає незначну кількість біоресурсів.

Висновки. Вивчено кінетику конвективного сушіння та показано перспективність застосування двостадійного конвективного сушіння (100/60° C) у промислових умовах за швидкості руху повітря теплоносія 2-2,5 м/с протягом 75 хв, яке знижує тривалість процесу в 1,65 раза, енерговитрати на 15-17% та забезпечує виробництво листків гарантованої якості із її збереженням упродовж двох років. Обґрунтовано вплив сушіння наземної частини стевиї на показники якості листків протягом зберігання. Доведено, що найбільш уразливим під час зберігання листків стевиї є перший рік, в якому витрачається для підтримання тургору листового апарату дитерпенових глікозидів 80-83% від загальної кількості втрат РДГ та флавоноїдів - 87,5% від загальної кількості втрат флавоноїдів. Визначено, що застосування високих температур (понад 80 ° C) під час сушіння стевиї погіршує якість листків і унеможливорює їх зберігання та перероблення.

Список літератури

1. Bogers R.J., Craker L. E. and Lange D. (eds.). Medicinal and Aromatic Plants, P. 237-252. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL file:///C:/Documents%20and%20Settings/Admin/%D0%A0%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%87%D0%B8%D0%B9%20%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BB/DRYING%20OF%20MEDICINAL%20PLANTS.pdf.
2. Кузнєцова І. В. Зміна якісних показників листя стевиї (*Stevia rebaudiana Bertoni*) впродовж зберігання / І. В. Кузнєцова // Цукрові буряки. – 2014. – №1 – С. 18-19.
3. Методичні рекомендації з критеріїв оцінки якості листків стевиї (*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушеної як сировини для подальшого використання у харчовій промисловості [текст] / М.В. Роїк, І. В. Кузнєцова. - Дніпропетровськ: Вид. центр «Адверта». 2013. – 23 с.
4. Патент 92649 України на корисну модель МПК⁹ A01F25/12, A23F3/34, A23L2/60, A23L3/40 Спосіб конвективного сушіння стевиї (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / М.В. Роїк, І.В. Кузнєцова, заяв. патентовласник Київ. Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. - №u201403317. заявл. 01.04.2014 р. опубл. 26.08.2014 р. - Бюл. №16.
5. Роїк М. В. Інтенсифікація процесу сушіння стевиї (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / М. В. Роїк, І. В. Кузнєцова, В. О. Голодняк, А. В. Піндур // Вісник Вінницького національного аграрного університету. – Вінниця. – 2014. – №82. – В.5 – С.27-31.
6. Роїк М.В. Місце стевиї (*Stevia rebaudiana bertoni*) в агропромисловому комплексі України / М. В. Роїк, І. В. Кузнєцова // Збірник наукових праць Подільського ДАТУ. – Спец. випуск, листопад. – 2012. – С. 200-203.
7. Effect of different drying temperatures on the moisture and phytochemical constituents of edible irish brown seaweed [текст] / S. Gupta, S. Cox, N. Abu-Ghannam // Food science and technology. – 2011. – №1. – P. 1-7.

Представлено результати експериментальних досліджень по вопросу кинетики конвективной сушки стеви с использованием метода дифференциальной сканирующей калориметрии исследовано процессы, происходящие в листьях во время сушки. Изучено условия

хранения сушеных листьев стевии при различных температурах и рекомендовано к промышленному использованию энергосберегающий режим конвективного сушения стевии: температура - 100/60 °С, время – 75 мин., скорость движения воздуха - 2-2,5 м/с.

Листья стевии, сушение, качество, хранение, влагосодержание.

The results of experimental researches are presented in relation to kinetics of the convicted drying of stevia and with application of method of differential sweepable calorimetries were investigational motion of processes which take a place in the process of drying. The terms of storage sheets stevia are studied dried at different temperatures and the researches of energy mode of the convicted drying of stevia is made to order to industrial application: temperature 100/60 ° C, duration of 75 min., a rate of movement air is 2-2,5 m/sec.

Sheets of stevia, dryings, quality, storages, moisture.