

УДК 633.3:658.562

ББК 42.143:42.39

ЗМІНА ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЛИСТЯ СТЕВІЇ (*STEVIA REBAUDIANA BERTONI*) ВПРОДОВЖ ЗБЕРІГАННЯ

КУЗНЕЦОВА І.В. -

К. Т. Н.,

старший науковий співробітник
Інституту біоенергетичних культур і
цукрових буряків НААН

Актуальність роботи. Значна увага приділяється саме якості сировини, яка використовується в харчовій промисловості. Витративши всі необхідні ресурси для виробництва рослинної сировини високої якості та забезпечивши її ефективну післязбиральну обробку, створюються всі необхідні умови для виробництва сировини гарантованої якості. Якість, в свою чергу, забезпечується не тільки зовнішнім виглядом листків стевії, який має залишитись незмінним протягом тривалого часу, але й, насамперед, збереженням максимально можливого вмісту біологічно-цінних речовин, таких як: речовини дитерпенових глікозидів, речовини флаваноїдного комплексу, тощо. Забезпечення необхідного рівня вмісту комплексу біологічно-цінних речовин надасть можливість використовувати листя стевії у різних напрямках харчової промисловості.

Не менш вагомим проблемним аспектом в отриманні сировини високої якості є сам процес сушіння. Сушіння, як відомо, це найбільш поширений та енергоємний процес. Зазвичай використовують природний спосіб сушіння (на сонці, повітряно-тіньовий, тощо), який ефективний для дрібних фермерських господарств. При виробництві значного (промислового) обсягу виробництва стевії у фермерських господарствах використовується штучний спосіб сушіння (у теплиці або сушарці). Слід відмітити, що сушіння у сушарках - ще недостатньо вивчений спосіб отримання сировини високої якості навіть у розвинутих країнах. Зберігання - це один із процесів, що впливає на якість продукції та має певне значення після сушіння рослинної сировини [1, 3]. Вивченню умов процесу зберігання рослинної сировини присвячено праці Р. Богерса, Л. Кракера, Д. Ланжа, В. Малтри, Д. Хейса і Л. Айхнера, С. Гута, С. Коха і Н. Абу-Ханнама, С. Куєро-Андрайде та інших вчених. Однак, не достатньо вивченим залишається питання зберігання біологічно-цінних речовин листя стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушеної.

Мета роботи - вивчення впливу сушіння на умови зберігання листя стевії

(*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушеної та отримання сировини гарантованої якості.

Методи та методики досліджень. У дослідженні використовували стевію, вирощену в Державному підприємстві «Агрофірма «Весіліновка»». Стевію після скошування промивали водою і сушили в теплиці та конвективній сушарці. Дослідження з сушіння стевії у конвективній сушарці проводили спільно з вченими Інституту технічної теплофізики НАН України за різної температури: 40, 60 і 80 °С. Чотири зразки після аналізу на відповідність заклали на зберігання за оптимальними умовами: вологовміст повітря 16-18%, температура - не більше 16 °С. Зразки зберігали у картонних ящиках у добре провітрюваному приміщенні.

Відбір проб для визначення показників якості здійснювали згідно методичних рекомендацій з критеріїв оцінки якості листя стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушеної як сировини для подальшого використання у харчовій промисловості [7]. Визначення вмісту речовин дитерпенових глікозидів здійснювали згідно ТУ У 15.8-31591453-002:2005 «Добавки биологически активные. Сиропы стевии с фитоэкстрактами. Технические условия», речовин флаваноїдного комплексу - за вдосконаленим методом комплексоутворення [6].

Результати досліджень. При зберіганні в листовому апараті відбуваються біохімічні процеси, що викликають зміни компонентного складу сировини. Створення неналежних умов зберігання викликає небажаний процес для виробника - псування сировини, що погіршує товарну якість сировини, особливо органолептичні властивості. При створенні належних умов зберігається товарна якість сировини, і біохімічні процеси, що протікають під час зберігання, частково змінюють фізико-хімічні властивості сировини для забезпечення необхідного «дихання» листового апарату.

У роботі вивчали вплив процесу сушіння на здатність сировини зберігати основні біологічно-цінні речовини навіть за «ідеальних умов» зберігання. Отримані експериментальні зразки листя стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушеної за температур сушіння 30 °С (зразок 1) 40 °С (зразок 2), 60 °С (зразок 3) та 80 °С (зразок 4) °С [4], зберігали впродовж року. При дотриманні оптимальних умов, не змінювались смако-ароматичні властивості 1-3 зразків листя стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушеної. У зразку 4 після 6 місяців зберігання відбувалась

зміна зовнішнього вигляду від зеленого до темно-зеленого, що говорить про схильність пересушеного зразка до погіршення показників якості. Крім того, в даному зразку (4) збільшується вміст побурілого листка на 25%. В усіх зразках, за дотримання оптимальних умов зберігання впродовж року, були відсутні листя із пліснявою або гниллю.

Одним із показників, що може охарактеризувати вплив сушіння на структурну здатність листя, є крихкість. Для визначення даного показника нами запропоновано ввести показник якості - коефіцієнт крихкості листка, тобто показника, що визначає структурну здатність листового апарату, придатність до тривалого зберігання, що характеризує ефективність процесу сушіння листя [7]. Згідно отриманих даних (рис. 1), меншу крихкість мають листя I-III зразків, тобто зразки, які сушилися за температур 30-60 °С. Це показує міцність листового апарату в сухому стані та перспективність їх використання у цілому вигляді.

Листок, що має підвищений коефіцієнт крихкості, втрачає протягом двох місяців зберігання близько 80% ефірної олії, що погіршує зберігання не тільки сировини, а й отриманого із листка стевії концентрату. Як будь-який живий організм, листя стевії - «дихає». Під диханням розуміють процес повного розщеплення глюкози під час поглинання кисню і виділення двооксиду вуглецю та води. Інтенсивність дихання залежить переважно від масової частки вологи й спричинюється за рахунок активності ферментів листового апарату. Процес

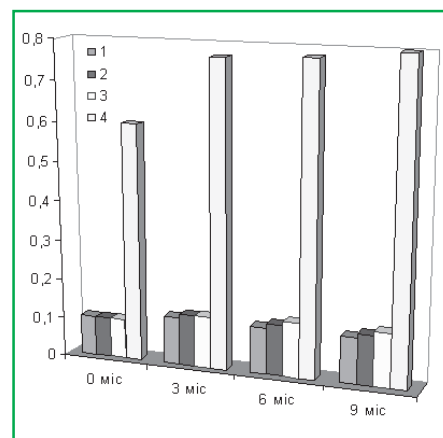


Рис. 1. Зміна коефіцієнту крихкості листя стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*), сушеної впродовж зберігання залежно від температури сушіння: 1- 30 °С, 2- 40 °С, 3- 60 °С, 4 - 80 °С.

дихання являє собою, у певному розумінні, «ланцюгову реакцію». Масова частка води, що вивільняється, та зростання кількості енергії активізує діяльність ферментів і в декілька разів підвищує інтенсивність дихання [5].

Вивчення зміни масової частки води від тривалості зберігання показано на рис. 2, криві якого показують вплив умов сушіння листового апарату. Взаємодія молекул води в системі біологічно-цінних речовин листового апарату забезпечує певні властивості, основною з яких є формування (в процесі вирощування) і підтримка (в процесі зберігання) тургору листового апарату. Молекули води невеликі, тому мають значний дипольний момент на одиницю поверхні, ніж молекули інших речовин, що підвищує рівень її абсорбції полярними речовинами [1, 9]. Зразок 4 найбільше втрачає води впродовж зберігання і, тим самим, як показують дослідження (рис.1), схильний до підвищення крихкості та втрати товарної якості.

Листя мають капілярно-пористу структуру та виявляють певну гігроскопічність. Для підтримання тургору листа адсорбує частину води з повітря. Надмірна адсорбція води призводить до підвищення інтенсивності запаху, окиснення речовин флаваноїдного комплексу, а, згодом, й до небажаного процесу – загнивання.

Зміна фізико-хімічного складу за речовинами дитерпенових глікозидів та флаваноїдного комплексу більш повно відобразить ефективність зберігання зразків сушених за різних температурних умов. Вплив сушіння на зміну такого показника, як вміст речовин дитерпенових глікозидів (РДГ), представлено на рис. 3.

Впродовж року зберігання найбільші втрати речовин дитерпенових глікозидів (5,5%) має зразок 4. Таким чином, проведений аналіз показує, що близько 4% речовин дитерпенових глікозидів витрачається впродовж зберігання зразків 1-3.

Речовини флаваноїдного комплексу беруть активну участь спільно із білковими та небілковими речовинами у функціональному стані клітин листка [9]. Важливою здатністю речовин флаваноїдного комплексу є їхня висока електродонорна активність, що сприяє під час дихання листового апарату приймати участь в біохімічних реакціях. Представлені результати (рис. 4) показують активну участь даних сполук у процесі дихання, що забезпечує використання до 7% речовин флаваноїдного комплексу.

За літературними даними [8], зменшення речовин флаваноїдного комплексу може досягатися за рахунок окиснення рослинними пероксидазами глікозированих похідних флаваноїдів, таких як кверцетин або рутин. Кверцетин має гідроксильні групи при 3 і 4 вуглецевому атомах, які зв'язані із залишками глюкози, і схильний до окиснення та не змінює

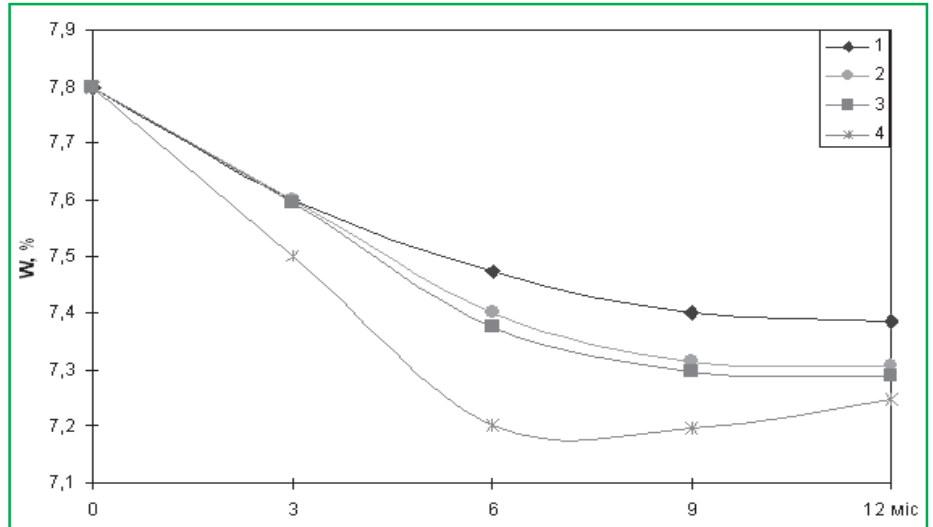


Рис. 2. Зміна вмісту масової частки води у листках стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушеної впродовж зберігання залежно від температури сушіння: 1- 30 °C, 2- 40 °C, 3- 60 °C, 4 – 80 °C.

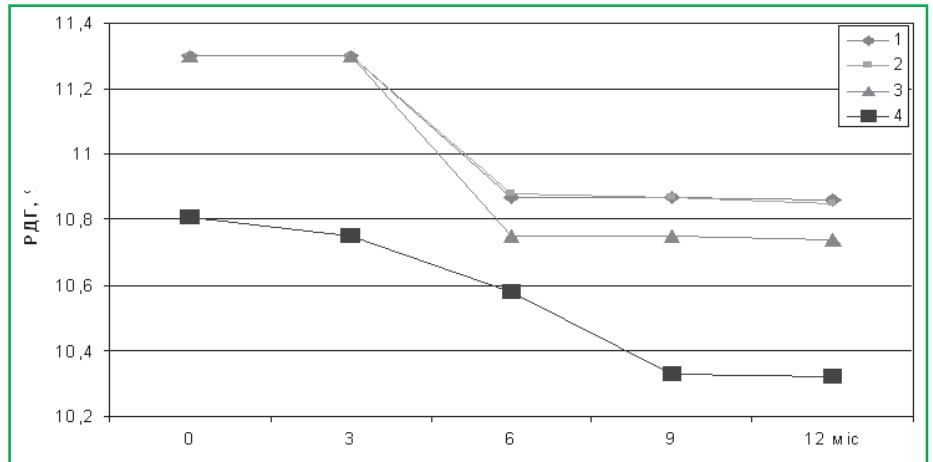


Рис. 3. Зміна вмісту речовин дитерпенових глікозидів у листках стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушеної впродовж зберігання залежно від температури сушіння: 1- 30 °C, 2- 40 °C, 3- 60 °C, 4 – 80 °C.

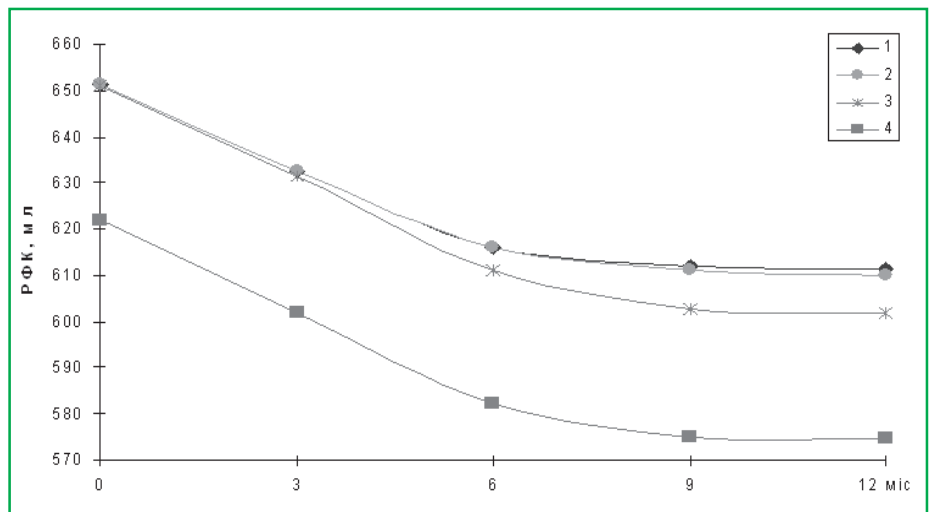


Рис. 4. Зміна вмісту речовин флаваноїдного комплексу у листках стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушеної впродовж зберігання залежно від температури сушіння: 1- 30 °C, 2- 40 °C, 3- 60 °C, 4 – 80 °C.

спектральних властивостей. Це також доведено дослідженнями в УФ-області зміни кількісного вмісту речовин флаваноїдного комплексу при зберіганні (рис. 5). Необхідно зауважити, що швидкість окиснення для сполуки, що має зв'язок із залишками глюкози по гідроксилу при 4 вуглецевому атомі, у 20 разів менша, при 3 вуглецевому атомі – в 100 раз менша, порівняно з окисненням аглікону. Дані спектрометричні криві (рис. 5) характеризують процес зберігання зразку 3, який має кращі якісні показники і менш енергоємний та ресурсовитратний, ніж зразки 1 і 2.

Аналіз спектрів поглинання [4] витяжки із стевії-сировини за різного терміну зберігання показує, що характер кривих ідентичний. Максимуми поглинання для витяжки із листя стевії знаходяться при довжині хвилі 380 нм і 410 нм. Максимуми спектрів при 380 нм у присутності хлориду алюмінію [2, 4] показують наявність сполук із орто- і періоксикарбонільними групами, до яких відносяться речовини флаваноїдного комплексу та їх глікозиди. Наближені значення співвідношення максимумів спектрів поглинання (табл. 2) показують однакову (із незначним відхиленням) зміну вмісту речовин флаваноїдного комплексу в сировині, що ілюструє рівномірність процесу.

Постійна зміна співвідношення спектрів при довжині 410 нм, яка характеризує барвні сполуки, показує стійкість комплексів впродовж зберігання, а їх зменшення є природним необхідним явищем для підтримання належної структури сушеного листового апарату. Однаковий характер кривих (максимум 440 нм) показує стійкість даних речовин, отже, при їх екстракції із сировини буде отримано концентрат стійкого кольору впродовж двох років.

Висновок. Характер кривих всіх зразків показує, що термін зберігання 3-9 міс. – це період, за який найбільш необхідним є підтримання тургору листового апарату і витрачаються відповідні ресурси біологічно-цінних речовин. Зразок 4 має найменший вміст речовин дитерпенових глікозидів та флаваноїдного комплексу внаслідок післязбиральної обробки, що доводить про підвищення температури сушіння листя стевії до 80 °С, забезпечує не тільки скорочення тривалості процесу, але й порушення структури клітин самого листка, яке викликає часткове «цементування» основних біологічно-цінних речовин і під час дихання тільки погіршує якість на 5-7%. Зменшення вмісту речовин дитерпенових глікозидів та флаваноїдного комплексу у двох інших зразках викликає так звані «дихання» листка, що призводить до витрачання однакової кількості даних сполук (4%) і є природно-необхідним явищем для підтримання тургору листового апарату.

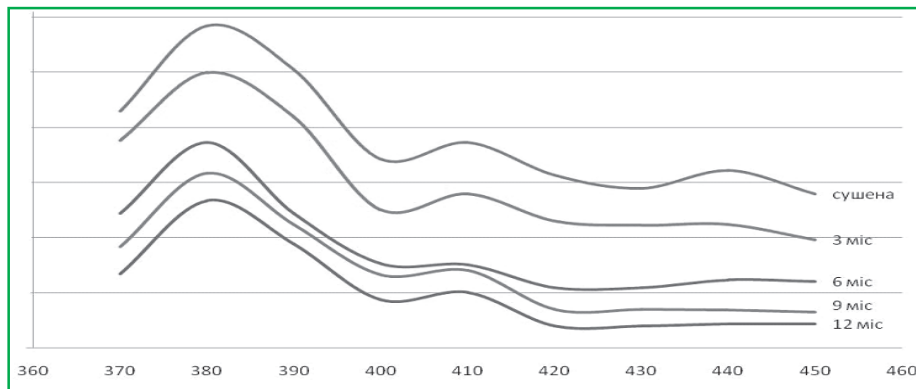


Рис. 5. Спектри поглинання водної витяжки, отриманої з листя стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушеної.

Таблиця 1.

Характеристика спектрометричних кривих вмісту речовин флаваноїдного комплексу

№ п/п	Співвідношення максимумів спектрів поглинання	При довжині поглинання спектрів	
		380 нм	410 нм
1	D_1/D_2	1,05	1,06
2	D_1/D_3	1,14	1,16
3	D_1/D_4	1,17	1,17
4	D_1/D_5	1,21	1,20

Бібліографія

1. Bogers R.J., Craker L.E. and Lange D. (eds.) Medicinal and Aromatic Plants [Електронний ресурс], p. 237-252.
2. Дмитрук А.Ф., Лесишина Ю.О., Володченко І.І. Антирадикальная активность растительных экстрактов в бреді субкритической воды [Електронний ресурс] / А.Ф. Дмитрук, Ю.О. Лесишина, І.І. Володченко // раздел 3. Химическая технология. – 2011. – с. 176-181.
3. Кузнецова І.В. Методологія виробництва стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) як сировини гарантованої якості [текст] / І.В. Кузнецова // Вісник НТУ ХПІ, №4, Харків, - 2013. – с. 184-187.
4. Кузнецова І.В. Роль фенолів та флаваноїдів в оцінці якості стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) [текст] / І.В. Кузнецова // Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур: 36. наук. пр. / за ред. акад. НААН Роїка М.В. –К.: - 2013. Вип. 14 – с. 146-150.
5. Обработка и хранение зерна / перевод с нем. А.М. Мазурицкого, под ред. А.Е. Юкиша // из-во «Агропромиздат». – М.: - 1985. – 320 с.
6. Патент України на корисну модель, МПК⁹ C07 H 15/00, C07 H 17/00, G01 N 21/00 Спосіб визначення вмісту речовин флаваноїдного комплексу / Роїк М.В., Кузнецова І.В., Рудакова Т.В.; заявник-патентовласник Київ. Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. - № u201211791 Заявл. 12.10.2012 Опубл. 25.04.2013, Бюл. №8.
7. Роїк М.В., Кузнецова І.В. Методичні рекомендації з критеріїв оцінки якості листя стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушеної як сировини для подальшого використання у харчовій промисловості [текст] / М.В. Роїк, І.В. Кузнецова // - К.: - 2013. – 24 с.
8. Tissue and spatial distribution of flavonol and peroxidase in onion bulbs and stability of flavonol glucosides during boiling of the scales / S. Hirota [et al.] // J. Agric. Food Chem. – 1998. Vol. 46, №9. – P. 3497-3502.
9. Хранение зерна и зерновых продуктов [текст] / пер. с англ. В.И. Дашевского, Г.А. Закладного; предисл. Л.А. Трисвятского. – М.: Колос, 1978. – 472 с

Анотація

Вивчено залежність зберігання листя стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*) сушеної від умов її сушіння під час післязбиральної обробки. Доведено, що при застосуванні температури сушіння 60 °С досягається не тільки зменшення тривалості процесу, але й гарантована якість сировини, що може зберігатися біологічно-цінних речовин впродовж року. Встановлено, що під час зберігання витрачається однакова кількість (близько 4%) речовин дитерпенових глікозидів та флаваноїдного комплексу для забезпечення дихання листка.

Ключові слова: якість, листя, дихання сушіння, зберігання.

Анотация

Изучена зависимость хранения листьев стеви (Stevia rebaudiana Bertoni) сухой от условий её высушивания во время послеуборочной обработки. Доказано, что при использовании температуры высушивания 60 °С достигается не только уменьшение времени процесса, а также получают сырьё гарантированного качества, которое сохраняет биологически-ценные вещества на протяжении года. Установлено, что при хранении используется одинаковое количество (около 4%) веществ дитерпеновых гликозидов и флаваноидного комплекса для обеспечения дыхания листка.

Ключевые слова: качество, листья, дыхание, высушивание, хранение.

Annotation

Studied is the dependence of stevia leaves storage (*Stevia rebaudiana bertoni*) on the conditions of its desiccation during the postharvest treatment. It is proven that desiccation at the temperature of 60°C results not only in decrease in the time of process, but in obtaining of raw material with guaranteed quality, which preserves biologically valuable substances for a period of one year. It is established that, while storing, an equal quantity (of about 4%) of substances of diterpene glycosides and flavonol complex for the leaf respiration process is used.