

## ANTIOXIDANT CAPACITY AND ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS OF CONFECTIONERY WITH COCOA AND CEROBICS

S. Boruk

*Yu. Fedkovich national University of Chernivtsi*

---

**Key words:**

*Antioxidant capacity  
Organoleptic parameters  
Cocoa powder  
Carobs of various degrees  
of heat treatment  
Confectionery*

---

**Article history:**

Received 28.09.2020  
Received in revised form  
13.10.2020  
Accepted 28.10.2020

---

**Corresponding author:**

S. Boruk  
**E-mail:**  
npnuht@ukr.net

---

**ABSTRACT**

In the process of production, processing and storage food products are oxidized by oxygen. As a result of such exposure, toxic substances accumulate, the biological value of the product decreases, organoleptic parameters deteriorate and, as a result, shelf life decreases. Oxidative reactions more actively occur with increasing temperature and in the presence of free oxygen and metals with variable valence in the product. It is possible to reduce the influence of negative factors and prevent oxidative degradation of food with the help of antioxidants. The use of antioxidants makes it possible to extend the shelf life of raw food materials, semi-finished products and finished products, protecting them from damage caused by oxidation by oxygen.

The work is devoted to the comparative analysis of the antioxidant capacity of confectionery products with cocoa powder and carobs of different degrees of heat treatment, as well as to the establishment of organoleptic properties of such products. It was found that cocoa powder and carob contain a wide range of antioxidants that are well extracted with hot water. It is shown that the processes of extraction of antioxidants from the studied additives do not occur completely. Some substances remain in the sediment. It has been shown that the antioxidant capacity of carob was higher than that of cocoa. This dependence was observed when using both the extractant as alcohol and water, with or without sediment. Therefore, cocoa in addition to polyphenols contains other substances that have antioxidative activity. In a number of carobs there is an increase in the content of mobile forms of polyphenols with increasing degree of heat treatment. Due to heat treatment during the manufacture of confectionery antioxidant capacity of the studied additives decreased. The antioxidant capacity of carob was reduced to a lesser extent than cocoa. It was shown that all organoleptic characteristics of products containing cocoa and carob were within the norm, which made it possible to recommend them for use in production.

## **АНТИОКСИДАНТНА ЗДАТНІСТЬ ТА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ З ДОДАВАННЯМ КАКАО І КЕРОБІВ**

С. Д. Борук

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича*

*Харчові продукти в процесі виробництва, переробки та зберігання піддаються окислюванню киснем повітря. В результаті такого впливу відбувається накопичення токсичних речовин, знижується біологічна цінність продукту, погіршуються органолептичні показники та, як наслідок, зменшуються терміни придатності. Більш активно окислювальні реакції відбуваються при підвищенні температури та за наявності у складі продукту вільного кисню і металів зі змінною валентністю. Знизити вплив негативних факторів і запобігти окислювальній деградації харчових продуктів можливо за допомогою антиокислювачів. Використання антиокислювачів надає можливість продовжити термін зберігання харчової сировини, напівфабрикатів і готових продуктів, захищаючи їх від псування, спричиненого окисленням киснем повітря.*

*У статті проведено порівняльний аналіз антиоксидантної здатності кондитерських виробів з какао-порошком і кербамми різного ступеня термічної обробки, а також визначено органолептичні властивості таких виробів. Установлено, що какао-порошок і кербоби містять широкий спектр антиоксидантів, які добре екстрагуються гарячою водою. Показано, що процеси екстракції антиоксидантів з досліджуваних добавок відбуваються не повністю. Частина речовин залишається в осаді. З'ясовано, що антиоксидантна здатність кербобів вища, ніж у какао. Така залежність спостерігається при використанні як екстрагента спирту та води з осадом або без нього. Отже, какао, крім поліфенолів, містить інші речовини, що мають антиоксидантну активність. У ряді кербобів відбувається зростання ступеня вимивання поліфенолів зі збільшенням ступеня термічної обробки. Внаслідок термічної обробки під час виготовлення кондитерських виробів антиоксидантна здатність досліджуваних добавок зменшується, причому у кербобів менше, ніж у какао. Показано, що всі органолептичні показники виробів з вмістом какао та кербобів знаходяться в межах норми, що дає змогу рекомендувати їх до застосування у виробництві.*

**Ключові слова:** *антиоксидантна здатність, органолептичні показники, какао-порошок, кербоби різного ступеня термічної обробки, кондитерські вироби.*

**Постановка проблеми.** Сучасні підприємства кондитерської галузі випускають широкий асортимент продукції. Кондитерські вироби багатокомпонентні, містять інгредієнти, здатні взаємодіяти з киснем повітря. Такі складові (передусім рослинні й тваринні жири) в процесі виробництва, переробки та зберігання

окислюються з утворенням токсичних речовин. Також знижується біологічна цінність продукту, погіршуються органолептичні показники та, як наслідок, зменшуються терміни придатності. Більш активно окислювальні реакції відбуваються при підвищенні температури та за наявності у складі продукту вільного кисню і металів зі змінною валентністю.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Знизити вплив негативних факторів і запобігти окислювальній деградації харчових продуктів можливо за допомогою антиокислювачів. Використання антиокислювачів надає можливість продовжити термін зберігання харчової сировини, напівфабрикатів і готових продуктів, захищаючи їх від псування, спричиненого окисленням киснем повітря [1—3].

Використання індивідуальних антиокислювачів не завжди надає можливість повністю захистити продукт від окислювального псування, тому частіше використовують декілька антиокислювачів одночасно. За таких умов відбувається явище синергізму, при якому посилюються антиоксидантні властивості кожного з антиокислювачів. Високий вміст поліфенолів є в какао, але його споживання обмежене для певних категорій людей [4—9].

**Мета статті:** визначення антиоксидантної здатності потенційних заміників какао та їх вплив на органолептичні характеристики кондитерських виробів.

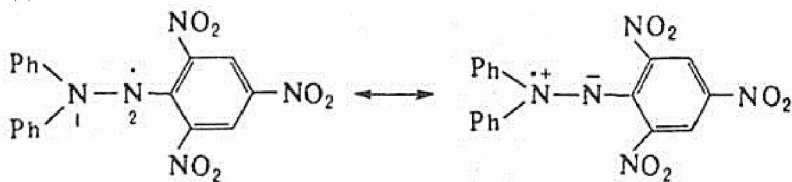
**Викладення основних результатів дослідження.** Для виконання поставлених завдань як об'єкт дослідження було обрано тісто традиційної рецептури [1] з використанням борошна пшеничного вищого гатунку за ДСТУ 46.004-99.

Як добавки використовували:

- какао-порошок за ДСТУ 4391:2005;
- кероб світлий (низький ступінь термічної обробки);
- кероб медіум (середній ступінь термічної обробки);
- кероб темний (високий ступінь термічної обробки).

Характеристики наведені на основі висновку державної санітарно-епідеміологічної експертизи керобу від 23.02.2012, № 05.03.02-03/13533.).

Антиоксидантну активність речовин визначали за їх здатністю поглинати вільні радикали. Антирадикальну дію зручно вивчати, застосовуючи стабільні вільні радикали, до яких належить, зокрема, *DPPH* — 2,2-дифеніл-1-пікрілгідразил радикал:



*DPPH* — кристалічна речовина, що має інтенсивне фіолетово-чорне забарвлення, розчиняється лише в органічних розчинниках. У кристалічному вигляді стійкий, у розчинах чутливий до дії світла.

Метод *DPPH* демонструє загальну антирадикальну активність досліджуваної речовини. Принцип методу полягає у вимірюванні інтенсивності забарвлення

спиртового розчину цього стабільного радикалу до і після додавання досліджуваної речовини або суміші речовин. Спиртовий розчин *DPPH* має пурпурно-синє забарвлення, при додаванні до нього розчину речовини з радикал-поглинаючою активністю радикал відновлюється. Відновлена форма має світло-жовте забарвлення, відповідно, інтенсивність забарвлення розчину зменшується пропорційно до зменшення концентрації вільного радикала.

Оптична густина розчину вимірюється спектрофотометрично, при довжині хвилі 517 нм. Порівняння величин оптичної густини контрольного розчину, що містить лише невідновлений радикал, і досліджуваних розчинів дає змогу обчислити відсоток поглинання радикалів *DPPH*.

Для вимірювання радикал-поглинаючої активності готували вихідні розчини тестованих речовин концентрацією  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л в етиловому спирті та розчин радикалу 2,2-дифеніл-1-пікрілгідразилу (ДФПГ) концентрацією  $1,5 \cdot 10^{-4}$  моль/л. Змішували 2,7 мл розчину ДФПГ вихідної концентрації та 0,3 мл розчину досліджуваних сполук. Суміш витримували за кімнатної температури протягом 30 хв, після чого вимірювали оптичну гуστину розчинів за довжини хвилі  $\lambda=517$  нм. Паралельно готували контрольну суміш 2,7 мл розчину ДФПГ вихідної концентрації та 0,3 мл етанолу. Радикал-поглинальну активність сполук обчислювали за формулою:

$$\text{РПА} = \frac{A_{DPPH} - A_s}{A_{DPPH}} \cdot 100\%,$$

де  $A_{DPPH}$  — оптична густина розчину вільного радикала ДФПГ;

$A_s$  — оптична густина розчину ДФПГ із тестованою речовиною.

Вимірювання проводили тричі з незалежними аліквотами.

Визначення вмісту поліфенолів у порошках какао та кербу проводили оптичним методом. За довжина хвилі  $\lambda = 765$  нм будували калібрувальний графік залежності оптичної густини розчинів галової кислоти від концентрації.

Для визначення вмісту полі фенолів у какао-порошку та кербих 0,5 г добавки речовини поміщали у мірну колбу (50 мл), додавали 25 мл горячої води (80°C), перемішували та вводили 5 мл ацетонітрилу. Доводили до мітки.

По 1 мл одержаного екстракту переносили у пробірки та додавали по 5 мл реактиву Folin-Ciocalteu, потім за 5 хв вносили по 4 мл розчину натрій карбонату. Одержану суміш залишали на 1 год за кімнатної температури. Вимірювали оптичну гуστину за довжини хвилі 765 нм.

Розрахунки проводили за формулою:

$$C_{\text{пф, \%}} = \frac{(D1 - D0) \cdot V \cdot d \cdot 100}{S \cdot m \cdot 10000 \cdot w},$$

де  $D1$  та  $D0$  — оптична густина робочого розчину та холостого досліді;

$V$  — об'єм екстракту;

$d$  — коефіцієнт розведення;

$S$  — тангенс кута нахилу залежності калібрувального графіка;

$m$  — маса вихідної речовини, г;

$w$  — масова частка сухої речовини, %.

Як показали проведені дослідження, всі добавки містять широкий спектр антиоксидантів, які добре екстрагуються гарячою водою (табл. 1). У всіх випадках вода екстрагує більше речовин, ніж спирт. Враховуючи, що в кондитерських виробках нерозчинна у воді частина добавок також споживається людиною, встановлювали антиоксидантну здатність дисперсної системи в цілому: розчин + осад. Встановлено, що наявність осаду підвищує антиоксидантну активність добавок. Тобто процеси екстракції антиоксидантів з досліджуваних добавок відбуваються не повністю. Проведені дослідження показали, що кербоби мають більшу антиоксидантну здатність, ніж какао-порошок. Така залежність спостерігається у всіх досліджуваних системах з використанням як екстрагента спирту та води з осадом або без нього.

Проведені дослідження показали, що вміст поліфенолів у какао на порядок менший, ніж у кербобах (рис. 1). Отже, какао, крім поліфенолів, містить інші речовини, що мають антиоксидантну активність. У кербобів відбувається поступове зростання вмісту поліфенолів в екстракті при збільшенні ступеня термічної обробки. Тож, проведення термічної обробки призводить до зростання частки полі фенолів, здатних переходити у водне середовище.

Таблиця 1. Антиоксидантна здатність какао-порошку і кербобів, %

Зразок	У спирті	У воді
Без осаду(після центрифугування)		
Какао-порошок	16,2	36,1
Кербоб темний	69,1	73,8
Кербоб медіум	74,1	74,6
Кербоб світлий	74,8	72,4
З осадом (без центрифугування)		
Какао-порошок	23,8	53,3
Кербоб темний	74,8	72,5
Кербоб медіум	74,4	70,1
Кербоб світлий	74,4	71,6

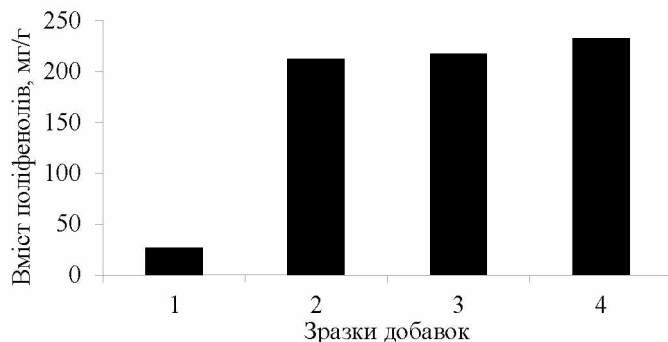


Рис. 1. Вміст поліфенолів: 1 — какао; 2 — кербоб світлий; 3 — кербоб медіум; 4 — кербоб темний

Технологія виготовлення кондитерських виробів передбачає використання високих температур за умов вільного доступу кисню, що може вплинути на антиоксидантну здатність досліджуваних добавок. Для визначення стійкості речовин-антиоксидантів, що містяться в цих добавках, ми готували пісочне печиво за традиційною рецептурою [1] із вмістом добавок 10% (мас.) з подальшим визначенням його антиоксидантної здатності й органолептичних властивостей. Одержані результати перераховували на масу добавки.

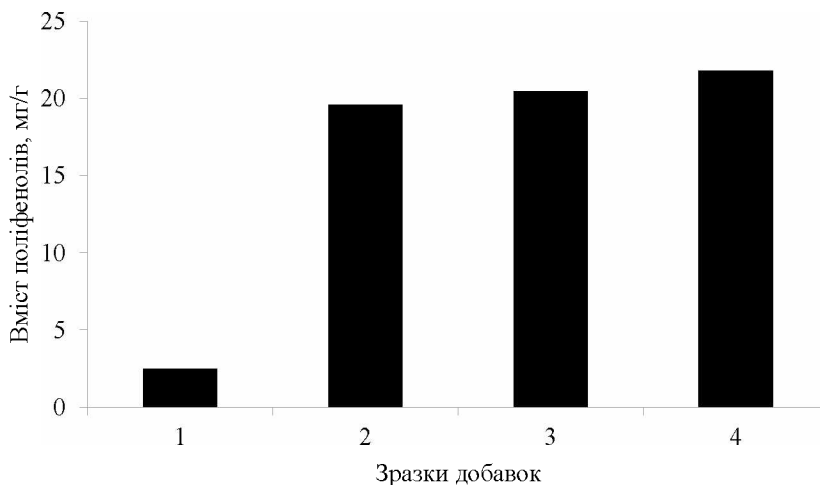
Встановлено, що антиоксидантна здатність добавок під час випікання зменшується. При цьому для керобів зменшення відбувається у меншому ступені, ніж для какао порошку (табл. 2). Термічного руйнування поліфенолів не відбувається (рис. 2).

Дослідження якості готових виробів проводили за органолептичними показниками. Визначали зовнішній вигляд виробів (форма, колір, товщина скоринки, наявність і відсутність тріщин), стан м'якушки виробів (ступінь пропеченості, рівномірність розподілу, наявність пор, відсутність пустот, наявність непромісу); їх консистенцію (характеристика свіжості та пропеченості); смак і запах виробу (властивий виробу, наявність сторонніх присмаків і запахів).

Результати порівняння органолептичних показників печива з вмістом какао та керобів наведені у табл. 3.

*Таблиця 2. Антиоксидантна здатність добавок після випікання у складі пісочного печива, %*

Зразок	Антиоксидантна здатність, %
Какао-порошок	24,3
Кероб темний	65,7
Кероб медіум	61,8
Кероб світлий	61,4



**Рис. 2. Вміст поліфенолів у печиві з вмістом:** 1 — какао; 2 — кероб світлий; 3 — кероб медіум; 4 — кероб темний

Таблиця 3. Порівняльна характеристика органолептичних показників виробів з вмістом какао, керобів світлого, медіум, темного

Назва показника	Какао	Кероб світлий	Керб медіум	Кероб темний
Зовнішній вигляд	Поверхня рівномірна з дрібними тріщинами, забарвлення рівномірне	Поверхня рівномірна з тріщинами і малою кількістю точок	Поверхня рівномірна з тріщинами і малою кількістю точок	Поверхня нерівномірна з тріщинами середнього розміру, з точками керобу
Колір	Типовий світло-коричневий, рівномірний	Жовто-коричневий, рівномірний	Жовто-коричневий, рівномірний	Коричневий, нерівномірний
Колір м'якушки	Світло-жовтий, однаково інтенсивний	Світло-жовтий з вкрапленнями керобу	Світло-жовтий відтінком з вкрапленнями керобу	Світло-коричневий з вкрапленнями керобу
Консистенція	Крихка, з дрібними порами	Крихка, з дрібними порами більш щільна, ніж з какао	Крихка, з дрібними порами, більш щільна, ніж в попередніх виробках	Крихка, з дрібними порами, більш щільна, ніж в попередніх виробках
Запах	Властивий печеним виробам	Властивий печеним виробам	Властивий печеним виробам	Властивий печеним виробам
Смак	Типовий для какао, солодкий, без сторонніх присмаків	Характерний, солодкий, без присмаку какао	Характерний, солодкий, без присмаку какао	Характерний, солодкий, без присмаку какао з гіркуватим присмаком
Стан м'якушки	Пропечений рівномірний	Пропечений, забитий, відсутність недомісу	Пропечений, забитий, відсутність недомісу	Пропечений, забитий, відсутність недомісу

У результаті порівняння готових виробів з різними добавками встановлено, що у виробках з вмістом какао всі органолептичні показники знаходяться в межах норми. У виробках з вмістом керобу більшість органолептичних показників близькі до норми, тобто смак, колір виробів не погіршуються. При переході від керобу світлого до керобу темного відбувається поступове зниження органолептичних показників якості виробів.

### Висновки

Встановлено, що какао та кероби містять широкий спектр антиоксидантів, які добре екстрагуються гарячою водою. Показано, що процеси екстракції антиоксидантів з досліджуваних добавок відбуваються не повністю. Частина речовин залишається в осаді. Антиоксидантна здатність керобів вища, ніж какао. Така залежність спостерігається при використанні як екстрагента спирту та води з осадом або без нього.

З'ясовано, що вміст поліфенолів у какао менший, ніж у кербках. Отже, какао, крім поліфенолів, містить інші речовини, що мають антиоксидантну активність. Проведення термічної обробки кербків призводить до зростання частки поліфенолів, здатних екстрагуватися з твердої фази.

Встановлено, що антиоксидантна здатність досліджуваних добавок у складі пісочного печіва під час його випікання зменшується, причому в кербків менше, ніж у какао-порошку. Всі органолептичні показники виробів з вмістом какао та кербків знаходяться в межах норми, що надає можливість рекомендувати їх до застосування у виробництві.

### Література

1. Павлов А. В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий. М.: Гидрометеиздат, 1998. 294 с.
2. Зверева Л. Ф., Немцова З. С., Волкова Н. П. Технология и теххимический контроль хлебо-пекарного производства. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 415 с.
3. Кузнецова Л. С., Сиданова М. Ю. Технология приготовления мучных кондитерских изделий. М.: Академия, 2008. 319 с.
4. Кравченко М. Ф., Романовська О. Л., Борук С. Д. Порівняльний аналіз реологічних характеристик дисперсних систем на основі какао та кербку. *Науковий вісник Чернівецького університету. Хімія*. Чернівці, 2015. Вип. 753. С. 41—45.
5. Борук С. Д., Герич О. Ю., Романовська О. Л. Заміна манної крупи на крупу кіноа в кондитерських виробках як напрям підвищення їх рівня харчової безпеки. II Міжнародна науково-практична конференція «Якість і безпека харчових продуктів». Київ. 2017. С. 120—121.
6. Sergiy Boruk, Igor Winkler, Olga Romanovska, Olga Gerych. Quinoa as a substitute for semolina: some aspects and problems of introduction. *Food and Environment Safety. Journal of Faculty of Food Engineering, Ștefancel Mare University. Suceava. Volume XVI, Issue 4. 2017. P. 196—201.*
7. Лозова Т. М., Сирохман І. В. Наукові основи формування споживних властивостей і зберігання якості борошняних кондитерських виробів: монографія. Л.: ЛКА. 2009. 456 с.
8. Gómez M., Doyagüe M., Hera E. Addition of pin-milled pea flour and air-classified fractions in layer and sponge cakes. *Food Science and Technology*. 2012. Vol. 46, Issue 1. P. 142—147.