

**ВПЛИВ ТЕПЛООВОГО ОБРОБЛЕННЯ ТА ПРЯНОЩІВ
НА ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ БІОФЛАВОНОЇДІВ КИЗИЛУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СОУСІВ**

С.В. Матко, к.т.н., доцент кафедри технології консервування

Національний університет харзових технологій

ORCID ID: 0000-0001-6168-8329

Л.М. Мельник, д.т.н., професор кафедри процесів і апаратів харзових виробництв

Національний університет харзових технологій

ORCID ID: 0000-0002-2346-564X

Т.В. Шейко, к.т.н., заступник завідувача

відділу технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів

Інститут продовольчих ресурсів НААН

ORCID ID: 0000-0002-0559-1335

С.В. Ткаченко, к.т.н., с.н.с.

відділу технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів

Інститут продовольчих ресурсів НААН

ORCID ID: 0000-0003-2897-8978

Плодово-ягідні соуси, а особливо виготовлені з дикорослої сировини, яка характеризується високим вмістом біологічно-активних речовин (далі БАР), є важливим компонентом харчування. Під час реалізації технологічних процесів частина корисних речовин втрачається, оскільки складові сировини піддаються різним трансформаціям, що призводить до накопичення небажаних сполук та викликає погіршення органолептичних показників готового продукту. Актуальним є вивчення тенденції впливу певних технологічних параметрів на БАР конкретного виду сировини. Дана робота присвячена дослідженню зміни біофлавоноїдів внаслідок теплового оброблення при виробництві кизилового соусу. Визначено вміст біофлавоноїдів у кизиловому пюре та встановлено раціональні технологічні параметри, при яких зберігається їх найбільший вміст. Зразки кизилового пюре прогрівали до 40, 60, 80 та 100°C протягом 10 хв. У якості контролю використовували не прогріте пюре. У попередньо підготовлених спиртових витяжках спектрофотометричним методом визначали вміст антоціанідів, катехінів, лейкоантоціанідинів та флавонолів. Встановлено негативний вплив високої температури на всі фракції біофлавоноїдів. Для лейкоантоціанідинів втрати під час термооброблення становлять 33 %, катехінів та флавонолів до 43...46 % і до 50% антоціанідинів. Найбільш лабільними в процесі прогрівання є лейкоантоціанідини. Досліджено вплив прянощів на збереженість біофлавоноїдів у кизиловому соусі. Обрані добавки (бад'ян, кардамон у співвідношенні 50:50) чинять позитивний вплив на кизиліві соуси збагачуючи їх БАР. Стабілізуючий ефект ароматичних рослинних добавок в кількості 0,3...0,5% на біофлавоноїди ягід, пояснено їх хімічним складом та антиоксидантними властивостями, що попереджає руйнування БАР, і таким чином, дозволить використовувати їх для удосконалення технології соусів із рослинної сировини з метою отримання продукту високої якості з належними органолептичними показниками.

Ключові слова: кизилівий соус, антоціани, катехіни, флавоноли, лейкоантиціани

**INFLUENCE OF HEAT PROCESSING AND RADIATION
ON THE SAVING OF COIL BIOFLAVONOIDS IN THE PRODUCTION OF SOUSS**

S. Matko, Ph.D., Associate Professor, Chair of Technology for Conservation
National University of Food Technology
ORCID ID: 0000-0001-6168-8329

L. Melnyk, Dr. Sci., Professor,
Chair of Processes and Apparatus of Food Production
National University of Food Technology
ORCID ID: 0000-0002-2346-564X

T. Sheiko, Ph.D., Deputy Head
of the Department of Technology for Sugar, Sugar-based Products and Ingredients
Institute of Food Resources of NAAS
ORCID ID: 0000-0002-0559-1335

S. Tkachenko, Ph.D., Senior researcher,
Institute of Food Resources of NAAS
ORCID ID: 0000-0003-2897-8978

Fruit-and-berry sauces, especially from wild-type raw material, which is characterized by high content of biologically active substances (BAS), are the important component of nutrition. During the process, some of the useful substances are lost, because the components of the raw material undergo various transformations, which lead to the accumulation of undesirable compounds and cause deterioration of the sensorial characteristics of the finished product. The actual trend is to study the influence of certain technological parameters on the BAS of a particular type of raw material. This work is devoted to the study of the bioflavonoids change as a result of heat treatment in the production of cornel sauce. The content of bioflavonoids in cornel puree has been determined and the rational technological parameters at which their greatest content is stored are established. Samples of cornel puree heated up to 40, 60.80 and 100 ° C for 10 minutes. As a control used not heated puree. In pre-prepared alcohol extractors, the content of anthocyanins, catechins, leucoanthyanidins and flavonols by the spectrophotometric method are determined. The negative influence of temperature on all fractions of bioflavonoids has been established. For leucoanticians, losses during heat treatment are 33%, catechins and flavonols up to 43...46% and up to 50% for anthocyanidins. Leucoanticians are the most labile in the heating process. The influence of spices on the preservation of bioflavonoids in cornel sauce was studied. The selected additives (badyan, cardamom in the ratio of 50:50) have a positive effect on cornel sauce. The stabilizing effect of aromatic plant additives in the amount of 0,3...0,5% on the bioflavonoids from berries is explained by their chemical composition and antioxidant properties, which prevents the destruction of BAS, and thus will allow them to be used for improving the technology of sauces from plant raw materials in order to obtain product of high quality with high sensorial characteristics.

Key words: cornel sauce, anthocyanins, catechins, flavonols, leucoanticians

Постановка проблеми. Соуси – дуже вживані продукти харчування. Першочерговим завданням для розробників технологій є не лише максимальне збереження кольору, смаку, аромату сировини, а й наповненість вітамінами, мінеральними речовинами, органічними кислотами і біологічно активними речовинами (БАР), зокрема біофлавоноїдами (антоціанідинами, катехінами, флавонолами, лейкоантиціанідинами). БАР плодів належать до розряду незамінних і повинні надходити до організму людини з продуктами харчування регулярно, незалежно від сезону. Ці речовини мають антиоксидантні, радіопротекторні, імуномодельючі властивості, а також, обумовлюють колір рослинної сировини та продуктів її переробки [1-3].

Забезпечити високу якість продуктів, особливо з дикорослої сировини, яка є цінним джерелом БАР, можливо шляхом зниження інтенсивності окисних перетворень фенольних сполук. Під час теплового оброблення кизилового пюре при виробництві соусів частина корисних речовин втрачається.

Ароматична сировина, яку додають у соуси, містить комплекс біофлавоноїдів, вітамінів та інших БАР, здатних до антиокисної дії. Ймовірно, що збільшення вмісту біофлавоноїдів у соусах відбувається не тільки за рахунок збагачення систем біофлавоноїдами, а й за рахунок їх антиоксидантної дії на речовини плодових пюре [4-5].

Відомо, що ароматична сировина знайшла широке застосування як стабілізатор БАР у процесі переробки плодів [5]. Ароматичні рослинні добавки мають протимікробну, спазмолітичну, седативну, загально зміцнювальну, антиоксидантну, радіопротекторну дії, регулюють сольовий обмін організму людини, стимулюють секрецію шлунка й кишківника, підвищують апетит, поліпшують обмін речовин. Слід додати, що бад'ян та кардамон, органічно поєднуються з основною сировиною (плодами кизилу) та безпечні. Однак, вплив пряних рослинних добавок на біофлавоноїди плодів кизилу залишається недослідженим. Тому, з метою створення нових продуктів підвищеної біологічної дії та з високими органолептичними показниками слід дослідити зміну вмісту фенольних сполук у процесі теплового оброблення кизилового пюре з додаванням ароматичної рослинної сировини і встановити раціональні технологічні параметри теплового оброблення кизилового пюре, при яких досягається максимальний вміст біофлавоноїдів.

Аналіз останніх досліджень. БАР плодів під час переробки піддаються різним трансформаціям [6-8]. Утворення небажаних та шкідливих для здоров'я людини сполук, зміна кольору плодових продуктів у зв'язку з перетворенням фенольних сполук може бути наслідком ферментативних та неферментативних реакцій. Для запобігання їх на початковій стадії переробки плодів технологічний процес передбачає інактивацію ферментів шляхом попереднього термічного оброблення сировини, визначення раціональних параметрів якого є дуже актуальним.

Вивченню кількісних та якісних змін поліфенолів плодів у процесі їх переробки присвячені роботи [5,6,8,9], аналіз яких дозволяє зробити висновок: незважаючи на деякі загальні закономірності впливу різних технологічних факторів на БАР плодів (руйнівна дія температур, кисню повітря, металів і т.д.), визначити чітку загальну кількісну оцінку практично неможливо як через великі варіації складу БАР в окремих видах сировини, так і широкий спектр причин, що викликають ті або інші їх зміни. Таким чином, під час розроблення технології продуктів з рослинної сировини, необхідно вивчити тенденції впливу конкретних технологічних факторів на БАР конкретного виду сировини.

Матеріали та методи. Дослідженню на вміст фенольних сполук піддавали зразки кизилового пюре прогріті до 40, 60, 80 та 100°C (з похибкою $\pm 2...3^\circ\text{C}$) протягом 10 хв та кизиловий соус з різними прянощами. У якості контролю використовували не прогріте пюре. Для визначення вмісту біофлавоноїдів у плодовій масі відбирали 1...10 г наважки досліджуваного матеріалу залежно від вмісту флавоноїдів, переносили 50%-ним розчином етилового спирту, температура якого дорівнює 60°C у мірну колбу на 50 см³, через 20 хв. охолоджували до 20°C, доводили до мітки, перемішували, фільтрували. В отриманих витяжках визначали вміст антоціанідів, катехинів, лейкоантоціанідинів та флавонолів, використовуючи спектрофотометричний метод аналізу. Для обробки експериментальних даних та розрахунків застосовували математичне моделювання з використанням програмного пакету Excel.

Для підтвердження висунутої гіпотези щодо антиоксидантної дії ароматичної сировини на біофлавоноїди плодових соусів, нами була розрахована кількість біофлавоноїдів у соусах (%) відносно їх початкового вмісту залежно від концентрації добавки:

$$w_c = \frac{C_1}{C_0} \cdot 100, \quad (1)$$

де w_c – вміст фракції біофлавоноїдів у соусі за концентрації ароматичної сировини, %; C_1 – вміст фракції біофлавоноїдів у соусі після теплової обробки, мг%; C_0 – вміст фракції біофлавоноїдів до теплової обробки, мг%

Під час прогрівання пюре до 40°C відбувається руйнування фенольних сполук плодів кизилу: так вміст лейкоантоціанідинів знижується на 23%, антоціанідинів та флавонолів на 30%, катехінів на 35%, що обумовлено ферментативним окисненням (табл.1). Під час прогрівання пюре до температур 60, 80 та 100°C процес окислювального перетворення біофлавоноїдів сповільнюється, відбувається гідроліз олігомерних та полімерних форм біофлавоноїдів і супроводжується вивільненням катехінів та антоціанідинів. При збільшенні температури прогрівання пюре кизилу зростають втрати мономерів, ступінь конденсації полімерів [4]. При 60°C перетворення олігомерних форм в антоціанідини прискорюється, але разом з цим інтенсифікуються процеси окислювальної полімеризації різних форм біофлавоноїдів.

Таблиця 1

Вміст біофлавоноїдів у кизилловому пюре, 10⁻³%

Зразок	t, °C	Лейкоантоціанідини λ=550...560нм	Катехіни λ=270..280нм	Антоціанідини λ=520..540нм	Флавоноли λ =350...370нм
Контроль	0	214,8±2,61	70,4±1,28	13,1±0,24	23,4±0,44
Пюре кизиллове прогріте	40	163,1±2,87	45,76±1,35	9,17±0,4	16,38±0,41
	60	150,8±3,33	42,13±1,35	7,8±0,23	14,7±0,41
	80	148,1±2,23	41,7±2,3	7,3±0,13	14,4±0,7
	100	143,1±1,21	38,2±2,1	6,5±0,18	13,5±0,7

Аналізуючи отримані дані, можемо відмітити негативний вплив температури на всі фракції біофлавоноїдів: втрати під час термооброблення склали для лейкоантоціанідинів біля 33%, катехінів та флавонолів до 43...46% і до 50% антоціанідинів. Найбільш лабільними в процесі прогрівання є лейкоантоціани.

Термічне оброблення при 100°C прискорює деградацію флавонолів і антоціанідинів. Судячи з показників спектрів, найменші втрати біофлавоноїдів спостерігаються за температури 80°C. Під час зменшення або збільшення температури втрати зростають. У першому випадку внаслідок ферментативних процесів, в другому – за рахунок термічної деструкції. Сприятливий ефект температури 80°C обумовлений тим, що при ній інгібуються ферменти плодів кизилу, відбувається накопичення антоціанідинів за рахунок гідролізу лейкоантоціанідинів, в меншій мірі проходить деструкція всіх форм флавонолів [9].

Таким чином, раціональною слід вважати температуру термооброблення плодового пюре кизилу 80±3°C.

Наступним етапом досліджень було встановлення впливу таких ароматичних компонентів з прянощів таких, як бад'ян, кардамон та їх суміші на вміст БАР у кизилловому соусі.

Дослідженню піддавали кизиллове пюре, до якого додавали ароматичну сировину в сушеному подрібненому стані у різних концентраціях. Виготовлені зразки прогрівали до t=80±3°C протягом 10 хв. У якості контролю використовували прогрітий соус кизилловий без внесення добавок. На основі органолептичної оцінки, раціональними визначені концентрації добавок у межах 0,1...0,5% до вихідної сировини.

Результати досліджень наведені у табл.2.

Вміст біофлавоноїдів (10^{-3} , %) у кизилловому соусі

Зразок	Концентрація добавки, %	Лейкоантоціани за ціанідин-хлоридом, %	Катехіни за катехіном, %	Антоціани за ціанідин-хлоридом, %	Флавоноли за кверцетином, %
Контроль	0	188,2±3,87	70,4±1,33	13,1±0,24	23,4±0,44
Соус з бад'яном	0,1	193,5±3,61	74,2±1,35	13,2±0,23	24,1±0,41
	0,2	194,6±3,64	75,2±1,39	13,5±0,24	24,6±0,44
	0,3	195,5±3,73	76,8±1,40	13,8±0,25	25,4±0,45
	0,4	202,1±3,81	77,7±1,44	14,3±0,25	26,4±0,47
	0,5	207,8±3,92	78,3±1,45	15,1±0,26	25,9±0,48
Соус з кардамоном	0,1	190,5±3,61	71,2±1,35	12,2±0,23	22,1±0,41
	0,2	193,6±3,64	73,2±1,39	12,9±0,24	23,6±0,44
	0,3	196,6±3,73	75,0±1,40	13,6±0,25	24,2±0,45
	0,4	200,6±3,81	76,2±1,44	14,0±0,25	25,7±0,47
	0,5	206,7±3,92	77,0±1,45	14,6±0,26	26,3±0,48
Соус кизилловий прогрітий з добавками бад'ян та кардамон (50:50)	0,1	195,8±3,72	71,8±1,32	12,0±0,22	27,8±0,52
	0,2	199,2±3,78	73,1±1,38	12,7±0,24	31,5±0,59
	0,3	210,3±3,97	75,2±1,42	13,7±0,26	44,0±0,81
	0,4	219,7±4,13	78,3±1,47	14,1±0,26	49,4±0,90
	0,5	229,5±4,35	79,6±1,51	16,0±0,30	55,2±1,01

Усі обрані добавки позитивно впливають на всі фракції біофлавоноїдів. Враховуючи, що добова потреба у біофлавоноїдах складає 50 мг, розроблені соуси можна вважати джерелом надходження вищевказаних речовин у раціоні харчування населення. Отже, обрані добавки (бад'ян, кардамон у співвідношенні 50:50, що було визначено як найкраще з попередніх досліджень) чинять позитивний вплив на кизиллові соуси збагачуючи їх БАР.

Виявлений стабілізуючий ефект ароматичної сировини на біофлавоноїди плодів кизилу пояснюється, насамперед, їх хімічним складом (флавоноли, які містяться у вигляді глюкозидів) та антиоксидантними властивостями, що попереджає руйнування біологічно активних речовин, зв'язуючи метали, зокрема іони міді.

Висновки. Описаний підхід до стабілізації біофлавоноїдів плодів кизилу є практично доступним, нетоксичним, нешкідливим та ефективним. Плодові маси, завдяки високому вмісту в них біофлавоноїдів, володіють підвищеною харчовою цінністю та мають смак, колір, що властивий вихідній сировині.

Таким чином, доведено наявність стабілізуючого ефекту ароматичних рослинних добавок в кількості 0,3...0,5% на біофлавоноїди ягід, що дозволить використовувати їх під час розробки нової технології соусів із рослинної сировини з метою отримання продукту підвищеної якості з високими органолептичними показниками.

Бібліографія

1. Павлоцька Л.Ф. Біологічна хімія / Л.Ф. Павлоцька, Н.В. Дудунко, Є.Я. Левітін. – Суми: Університетська книга, 2011. – 510 с.
2. Запрометов М.Н. Основы биохимии фенольных соединений / М.Н. Запрометов – М.: Высшая школа, 1974. – 214 с.
3. Загибалов А.Ф. Технология консервирования плодов и овощей и контроль качества продукции / А.Ф. Загибалов, А.С. Зверькова, А.А. Титова, и др. – М.: Агропромиздат, 1992. – 352 с.
4. Танчев С.С. Антоцианы в плодах и овощах / С.С. Танчев – М.: Пищевая промышленность, 2001. – 304 с.

5. Сімахіна Г.О. Біофлавоноїди у системі антиоксидантного захисту біологічних структур / Г.О. Сімахіна // Наукові праці НУХТ. – 2011. – № 37-38. – С103-109.
6. Finkel T. Oxydants, oxidative stress and the biology of ageing / T. Finkel, N. Holbrook// Nature. – 2000. – V.408. – P.239-247.
7. Гудсковский В.А. Антиокислительные (целебные) свойства плодов и прогрессивные методы их хранения // Хранение и переработка сырья. – 2007. – №7. – С.13-19.
8. Дубініна А.А. Вивчення умов стабілізації біофлавоноїдів плодів під час переробки/ Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічна обґрунтованість у підприємствах харчування. Зб. наук. праць. част. I. – Харків: ХДАТОХ, 1998. – С.85-88.
9. Малюк Л.П. Дослідження впливу ароматичних добавок на полі фенольні речовини ягід та плодів / Л.П. Малюк, О.Ю. Давидова, Н.Ю. Балацька // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / Дон. держ. ун-т екон. і торг. ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк: ДонДУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2005. – Вип.13. С.92-96.

References

1. Pavlotska, L.F. N.V. Dudunko and Ye.Ia. Lievitin. 2011. Biolohichna khimiia. Sumy: Universytetska knyha – Biological chemistry. Sumy: University Book, 510 (in Ukrainian).
2. Zaprometov M.N. 1974. Osnovy byokhymyy fenolnykh soedynenyi. M: Vysshaia shkola – Fundamentals of biochemistry of phenolic compounds. Moscow: Higher school, 214 (in Russian).
3. Zagibalov, A.F., A.S. Zverkova, A.A. Titova and all. 1992. Tekhnologiya konservirovaniya plodov i voshey i kontrol kachestva produktsii. M.: Agropromizdat – Technology canning fruits and lice and product quality control. Moscow: Agro Industrial Publishing House, 352 (in Russian).
4. Tanchev, S.S. 2001. Antotsiany v plodakh i voshchakh. M.: Pishchevaya promyshlennost – Anthocyanins in fruits and waxes. Moscow: Food Industry, 304 (in Russian).
5. Simakhina H.O. 2011. Bioflavonoidy u systemi antyoksydantnoho zakhystu biolohichnykh struktur. Naukovi pratsi NUKhT – Bioflavonoids in antioxidant systems for biological structures. Scientific works of National University of Savage Technologies, 37-38, 103-109 (in Ukrainian).
6. Finkel, T. and N. J. Holbrook. 2000. Oxydants, oxidative stress and the biology of ageing. Nature, V.408, 239-247.
7. Gudskovskiy, V.A. 2007. Antiokislitelnyye (tselebnyye) svoystva plodov i progressivnyye metody ikh khraneniya. Khraneniya i pererabotka syria – Antioxidant (healing) properties of fruits and progressive methods of their storage. Storage and processing of raw materials, 7, 13-19 (in Russian).
8. Dubinina, A.A. 1998. Vyvchennia umov stabilizatsii bioflavonoidiv plodiv pid chas pererobky. Prohresyvnii resursozberihaiuchi tekhnolohii ta yikh ekonomichna obgrunтовanist u pidpriemstvakh kharchuvannia. Zb. nauk. prats. Chast. I. Kharkiv: KhDATOKh – Study of the conditions of stabilization of fruits of bioflavonoids during processing. Progressive resource-saving technologies and their economic feasibility at catering enterprises. Collection of scientific works. Part I. Kharkiv: Kharkiv State University of Nutrition and Trade, 85-88 (in Ukrainian).
9. Maliuk, L.P., O.Iu. Davydova and N.Iu. Balatska. 2005. Doslidzhennia vplyvu aromatychnykh dobavok na poli fenolni rehovyny yahid ta plodiv. Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv: temat. zb. nauk. pr. Don. derzh. un-t ekon. i torh. im. M. Tugan-Baranovskoho. Donetsk: DonDUET im. M. Tugan-Baranovskoho – Investigation of the influence of aromatic additives on the field of phenolic substances of berries and fruits. Equipment and technologies of food production: thematic collection of scientific works. Donetsk State University of Economics and Trade named M. Tugan-Baranovsky. Donetsk, 13, 92-96 (in Ukrainian).