

УДК 641.887:663.911.1 DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020\(33\)08](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020(33)08)

Вікторія ГНІЦЕВИЧ

E-mail: v.gnitsevych@knute.edu.ua
ORCID: 0000-0002-6089-1082

д. т. н., професор, професор кафедри технології і організації ресторанного господарства Київського національного торговельно-економічного університету вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

Олена ВАСИЛЬЄВА

E-mail: vasuleva2015@ukr.net
ORCID: 0000-0002-1707-4546

к. т. н., доцент, доцент кафедри технології і організації ресторанного господарства Київського національного торговельно-економічного університету вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

ТЕХНОЛОГІЯ СОЛОДКИХ СОУСІВ ІЗ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ

Досліджено поліфенольний склад напівфабрикату з топінамбура та кизилу й десертів, вироблених на його основі. Визначено технологічні параметри виробництва десертів, що сприяють максимальному збереженню поліфенолів.

Ключові слова: напівфабрикат, десерти, кизил, топінамбур, біологічно активні речовини, поліфенольні сполуки.

Гнищевич В., Васильєва Е. Технология сладких соусов из плодово-ягодного сырья. Исследован полифенольный состав полуфабриката из топинамбура и кизила и десертов, приготовленных на его основе. Определены технологические параметры производства десертов, способствующие максимальному сохранению полифенолов.

Ключевые слова: полуфабрикат, десерты, кизил, топинамбур, биологически активные вещества, полифенольные соединения.

Постановка проблеми. Розв'язанням проблеми негативного впливу на організм людини ендо- та екзофакторів є розроблення і введення до харчового раціону продукції підвищеної біологічної цінності. Важлива роль у цьому відводиться свіжим фруктам і овочам, але їх споживання має сезонний характер.

Протягом останніх років вагомий науковий і практичний внесок у технологію розроблення виробів із підвищеним вмістом біологічно активних речовин зроблено багатьма науковцями, зокрема Г. П. Хомич [1], Р. Ю. Павлюк [2].

Однак, попри досягнуті успіхи, в технології кулінарної продукції недостатньо використовується і локальна сировина – топінамбур та плоди кизилу, які мають відносно невисоку вартість, а їхній хімічний склад характеризується високим вмістом вуглеводів, комплексом біологічно активних речовин, зокрема вітамінів, біофлавоноїдів, мікроелементів.

Топінамбур серед інших бульбоплодів вирізняється високим вмістом інуліну, який є резервним полісахаридом, що становить 75 % його вуглеводного комплексу. Він вважається ефективним засобом

при лікуванні цукрового діабету, атеросклерозу, ожиріння та різних інтоксикацій [3].

Використання плодів кизилу зумовлено його хімічним складом, %: вміст цукрів, представлений переважно глюкозою і фруктозою, коливається в межах 13–19; пектинові сполуки становлять 1.55–2.32; органічні кислоти – 2.2–3.9; дубильні й ароматичні речовини – 0.15–0.86. Вміст аскорбінової кислоти в кизилі досягає 90–205 мг %; заліза – 6.2 мг %.

На смак плодів кизилу і продуктів його перероблення впливають різноманітні за хімічною природою поліфеноли. Наявні в кизилі натуральні барвні речовини – флавоноїди мають високу біологічну цінність, виявляють виражену фізіологічну активність і лікувальний ефект. Вони містяться переважно у шкірці та зумовлюють насичений темно-синій або темно-фіолетовий колір [4].

Композиційне поєднання топінамбура й кизилу дасть змогу збагатити страви та вироби комплексом біологічно активних речовин, що підкреслює актуальність дослідження.

Авторами розроблено технологію напівфабрикату з топінамбура та кизилу (НТК) багатофункціонального призначення і рекомендовано його подальше використання в технологіях збитих десертів [5].

Усі поліфенольні сполуки є нестабільними під час технологічного процесу, тому необхідно дослідити, як змінюється вміст флавоноїдів залежно від впливу різних технологічних операцій, що застосовуються при виробництві десертів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найбільш поширеним способом підготовки плодів до виробництва харчової продукції є їх механічне оброблення. За результатами досліджень [6], відомо, що фенольні сполуки в ягодах містяться як у вакуолях, так і в структурах клітинних стінок, в яких вони утворюють комплекси з біополімерами.

Науковцями ХДУХТ [7] вивчено вплив механічного подрібнення на зберігання барвних речовин. Встановлено, що після подрібнення вміст антоціанових барвників зменшується на 25.2–29.8 % уже за 30 хв, водночас паралельно відбувається утворення темнозабарвлених речовин невідомої природи. Автори вважають, що ці процеси відбуваються під дією окиснювальних ферментів сировини (аскорбатоксидази, поліфенолоксидази, каротиноксидази та ін.). Визначено, що найбільш суттєво на руйнування поліфенольних сполук впливає температура, але водночас не були виключені інші вагомні фактори (вміст кисню повітря, особливості складу сировини).

Бланшування сировини сприяє руйнуванню окиснювальних ферментів, які можуть спричинити потемніння сировини під час перероблення та готового продукту впродовж зберігання, але водночас відбуваються значні втрати вітамінів, зокрема аскорбінової кислоти. Однак з підвищенням температури прогрівання сировини активність окиснювальних ферментів знижується, а при 80–95 °С відбувається повна інактивація аскорбіноксидази та поліфенолоксидази [8].

Колір плодів кизилу зумовлюють специфічні барвні речовини – флавонові пігменти, які являють собою низькомолекулярні фенольні сполуки, а саме антоціани. Висока реакційна здатність антоціанів спричинена електронною недостатністю флавонових ядер, що визначає зменшення стабільності під час технологічного процесу та зберігання готової продукції [9].

С. С. Танчев [10] та інші автори [11] стверджують, що кінетика руйнування антоціанів не залежить від структури, рН, виду розчинника, виду і сорту плодів, концентрації цукру та режиму стерилізації, на противагу Н. М. Осокіній [12], яка пояснює їх зменшення особливостями хімічної будови й сильною реакційною здатністю.

Зважаючи на той факт, що поліфенольні сполуки є лабільними речовинами та зазнають значних руйнувань за всіх способів оброблення, метою дослідження є визначення вмісту поліфенольних сполук, зокрема флавоноїдів, у НТК і десертах на його основі за різних способів їх виробництва.

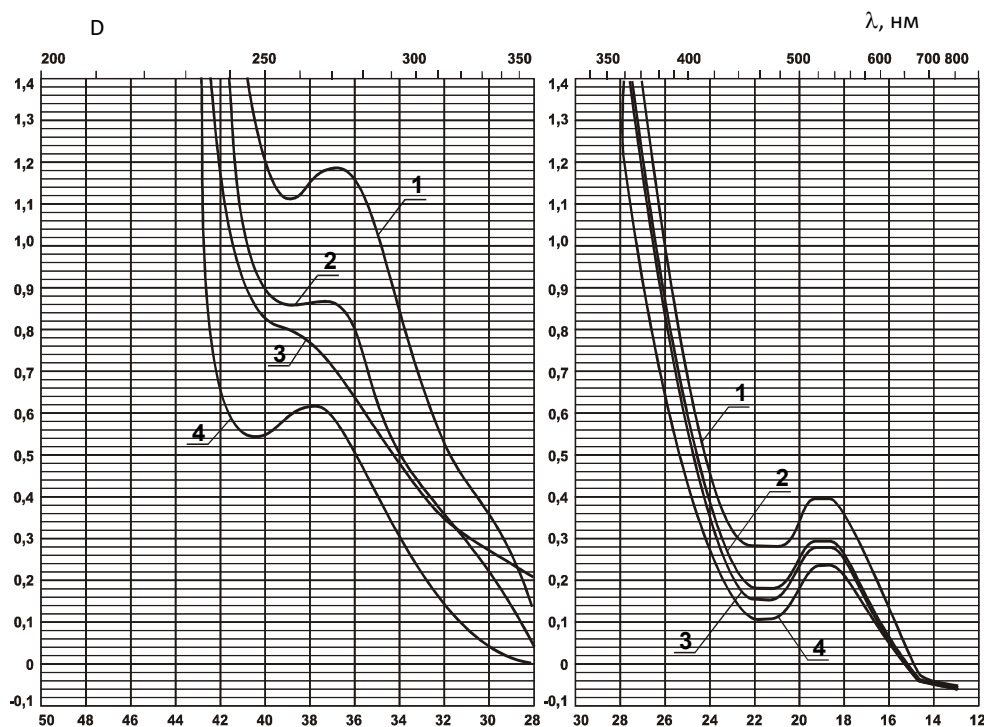
Матеріали та методи. Загальний вміст фенольних сполук встановлено високоефективною рідинною хроматографією на приладі *Agilent Technologies* (модель 1100), оснащеному хроматографічною колонкою *ZORBAX SB-C18* розміром 2.1·150 мм, заповненою октадецилсилильним сорбентом зернистістю 3.5 мкм. Визначення проведено за таких параметрів детектування: довжина хвилі – 313 нм (для фенолокислот та їхніх похідних), 350 нм (для глікозидів флавонів), 371 нм (для флавонів), 525 нм (для антоціанів); екстинкція – 280 нм для флуоресцентного детектора, емісія – 320 нм для катехіну та епікатехіну; масштаб вимірювань – 1.0; час сканування – 2 с. Параметри знімання спектра – кожен пік 190–600 нм. Ідентифікацію фенольних сполук проведено за спектральними характеристиками. Отримані результати порівняно з даними наукових джерел з високоефективної хроматографії дослідження ягід і пюре [13].

Результати дослідження. З метою встановлення відповідності розробленої технології виробництва десертів умовам максимального збереження поліфенольних сполук здійснено спектральні та фотометричні дослідження об'єктів. З усього спектра поліфенольних речовин об'єктами дослідження обрано певні групи флавоноїдів – катехіни, флавоноли, антоціани та лейкоантоціани. Віддання переваги саме цим біологічно активним речовинам обумовлене важливістю функцій, які вони виконують в організмі людини.

Технології десертів обрані за умов різних технологічних прийомів їх виробництва. Досліджено 1-процентні етанолові екстракти зразків, визначаючи характерні смуги поглинання в УФ-зоні спектра. За допомогою спектрального аналізу встановлено наявність флавоноїдів безпосередньо у напівфабрикаті та десертах (желе, мус, суфле) на основі напівфабрикату. Результати досліджень наведено на *рисунку*.

Аналіз спектральних даних показав, що якісний склад флавоноїдів у НТК представлений антоціанами, лейкоантоціанами, катехінами, флавонолами, які характеризуються антиоксидантною активністю.

Аскорбінова кислота і фенольні сполуки (зокрема флавоноїди) є синергістами. Флавоноїди здатні блокувати йони важких металів, які каталізують процеси окиснення аскорбінової кислоти з утворенням міцних хелатних комплексів.



Вміст поліфенольних сполук у НТК (1) та десертах на його основі:
2 – желе; 3 – мус; 4 – суфле

Спектральні дослідження зразків свідчать, що в ультрафіолетовій зоні поглинання в інтервалі хвиль 240–390 нм спостерігаються два максимуми поглинання, які характеризують наявність у системі хромофорів – піранового та бензольного ядер. В інтервалі хвиль 270–290 нм наявність піків може свідчити про вміст у складі виробів речовин поліфенольної природи (катехінів), та більш розмитий максимум поглинання в інтервалі хвиль 330–350 нм може бути обумовлений наявністю флавонолових сполук [14].

У видимій зоні спектра встановлено максимум поглинання в інтервалі хвиль 510–540 нм, що вказує на наявність антоціанових пігментів. Спектральний аналіз зразків свідчить, що після дії технологічних чинників на десерти оптична густина зразків десертів, як порівняти з напівфабрикатом, знижується: у мусу на 27–31 %, у суфле на 41–43 %. Оптична густина желе, яке зазнало мінімального технологічного впливу, – майже на рівні аналогічного показника напівфабрикату.

Це пов'язано з особливостями технології десертів, яка містить спеціальні технологічні прийоми, як-от збивання рецептурної суміші для мусу, збивання і термічна обробка для суфле, що призвело до значних руйнувань комплексу біологічно активних речовин, зокрема поліфенолів.

Наступним етапом дослідження було встановлення кількісного складу поліфенолів. Зразки готували за стандартними методиками, які ґрунтуються на спроможності флавонолових сполук утворювати кольорові комплекси. Результати досліджень наведено в таблиці.

**Вміст поліфенольних сполук у досліджуваних зразках,
г · 10⁻³/100 г продукту**

Найменування зразка	Антоціани	Лейкоантоціани	Катехіни	Флавоноли
НТК (контроль)	210.3 ± 1.3	280.4 ± 1.3	120.3 ± 1.5	25.4 ± 1.2
Желе	171.6 ± 1.2	108.2 ± 1.1	91.2 ± 1.2	13.6 ± 0.7
Мус	123.3 ± 1.3	0	61.1 ± 1.1	9.1 ± 0.6
Суфле	90.7 ± 1.3	0	37.6 ± 1.3	9.1 ± 0.4

Кількість поліфенолів у зразках, що досліджувалися, суттєво знижується під дією зовнішніх чинників. Особливих втрат зазнають лейкоантоціани, які є дуже лабільними й швидко руйнуються: в желе зменшення відбулося у 2.6 раза, а в мусі й суфле вони повністю зруйновані. Найбільшу руйнівну дію спричиняє теплове оброблення для суфле: вміст антоціанів зменшується в 2.3 раза, катехинів – у 3.2, флавонолів – у 2.8 раза.

Отже, встановлено, що для збереження біологічно активних сполук, зокрема поліфенолів, під час виробництва продукції на основі топінамбура та кизилу краще не застосовувати інтенсивні способи впливу – збивання та теплову обробку.

Висновки. Проведені спектральні та фотометричні дослідження напівфабрикату з топінамбура та кизилу на наявність поліфенольних речовин свідчать, що його використання з метою збагачення десертів біологічно активними речовинами є доцільним.

Встановлено, що інтенсивні способи оброблення, зокрема збивання та тепла обробка, значно зменшують вміст поліфенолів у готових десертах. Рекомендовано застосування щадних технологічних прийомів їх виробництва.

Перспективами подальших досліджень є вивчення зміни антимікробного ефекту під час зберігання напівфабрикату та дослідження можливості використання його асептичної обробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Хомич Г. П., Ткач Н. І. Використання дикорослої сировини для забезпечення харчових продуктів БАР: монографія. Полтава: РВВ ПУСКУ, 2012. 159 с.
2. Павлюк Р. Ю., Погарська В. В., Радченко Л. О., Павлюк В. А. та ін. Новий напрямок глибокої переробки сировини: монографія ХДУХТ. Харків: Факт, 2017. 380 с.
3. Топінамбур – сонячний корінь; за ред. Л. Д. Бобрівника та ін. Київ: Урожай, 2005. 68 с.

4. Klymenko S., Brindza O., Grygorieva J. Non-traditional fruits and berry plants in the register of sorts of plants of Ukraine. *Bezpečnost a kvalita potravin*. 2012. S. 244-247.
5. Гніцевич В. А., Васильєва О. О. Обґрунтування параметрів виробництва збивних десертів на основі напівфабрикату з топінамбура та кизилу. *Наук. вісн. ПУЕТ*. Серія: Технічні науки, 2015. № 1. С. 11-17.
6. Хомич Г. П. Наукові основи технології переробки фруктово-ягідної дикорослої сировини: дис. ... доктора техн. наук: 05.18.13. Одеса, 2012, 366 с.
7. Павлюк Р. Ю., Яницький В. В., Крячко Т. В. та ін. Нові технології антоціанових добавок: нове у технології консервування: монографія. Харків: ХДУХТ, 2008. 261 с.
8. Кирильченко М. В. Розробка технології плодово-ягідних соусів з використанням соків чорної смородини та порічок червоних: дис. ... кандидата техн. наук: 05.18.15. Дніпропетровськ, 2012. 342 с.
9. Maatta K., Kamal-Eldin A. Phenolic compounds in berries of black, red, green and white currants (*Ribes sp.*). *Antioxid. Redox Signaling*. 2012. Vol. 33. P. 981-993.
10. Танчев С. С. Антоціани у плодах та ягодах. Київ: Харчова пром-сть, 2010. 302 с.
11. Skrede G., Wrolstad R. E. Flavonoids and other polyphenolics in grapes and other berry fruit. *Food Science Publisher*. Lancaster, PA, USA. 2002. Vol. II. P. 71-130.
12. Осокіна Н. М. Формування якості плодів чорної смородини та її збереження в продуктах консервування: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 06.01.15. Умань, 2007. 40 с.
13. Maatta Kaisu R. High-Performance Liquid Chromatography (NPLC) Analysis of Phenolic Compounds in Berries with Diode Array and Electrospray ionization mass Spectrometric (MS) Detection: Ribes Species. *J. Agric Food Chem*. 2003. Vol. 51. P. 6736-6744.
14. Bartolome B., Bengoechea M. L. Determination of some structural features of procyanidins and related compounds photodiode-array detection. *J. Chromatogr. A*. 2003. Vol. 665. P. 19-26.

Стаття надійшла до редакції 20.02.2020.

Gnitsevykh V., Vasylieva O. Technology of sweet sauces from fruit and berry raw materials.

Background. The solution to the problem of the negative impact on the human body of endo- and exofactors is the development and introduction of high biological value products into the diet. Important role in this is given to fresh fruits and vegetables, but their consumption is seasonal.

The aim of the study is to determine the content of polyphenolic compounds, in particular flavonoids, in the Jerusalem artichoke and dogwood semi-finished products and desserts based on them in various ways of their production.

Materials and methods. The total content of phenolic compounds was determined by high performance liquid chromatography on an Agilent Technologies device (model 1100). The identification of phenolic compounds was carried out by spectral characteristics.

Results. Spectral analysis revealed the presence of flavonoids directly in the semi-finished product and desserts – jellies, mousses, soufflés based on semi-finished product. The qualitative composition of flavonoids in semi-finished products made of Jerusalem artichoke and dogwood is represented by anthocyanins, leucanthocyanins, catechins, flavonols, which are characterized by antioxidant activity. The number of polyphenols in the samples tested is significantly reduced by external factors. Particular losses are suffered by leucanthocyanins, which are very labile and rapidly disintegrate. The greatest destructive effect is caused by heat treatment for soufflé.

Conclusion. Conducted spectral and photometric studies of Jerusalem artichoke and dogwood semi-finished products for the presence of polyphenolic substances indicate that its use for the enrichment of desserts with biologically active substances is appropriate. Intensive processing methods, such as whipping and heat treatment, have been found to significantly reduce the content of polyphenols in prepared desserts. The use of gentle technological methods of their production is recommended.

Keywords: semi-finished product, desserts, dogwood, Jerusalem artichoke, biologically active substances, polyphenolic compounds.

REFERENCES

1. Homych, G. P., & Tkach, N. I. (2012). *Vykorystannja dykorosloi' syrovyny dlja zabezpechennja harchovyh produktiv BAR [The use of wild raw materials to provide BAR food]*. Poltava: RVV PUSKU [in Ukrainian].
2. Pavljuk, R. Ju., Pogars'ka, V. V., Radchenko, L. O., Pavljuk, V. A. et al. (2017). *Novyj naprjamok glybokoi' pererobky syrovyny [The new direction of deep processing of raw materials]*. Harkiv: Fakt [in Ukrainian].
3. Bobrivnyk, L. D. et al. (Eds.). (2005). *Topinambur – sonjachnyj korin' [Jerusalem artichoke is the solar root]*. Kyi'v: Urozhaj [in Ukrainian].
4. Klymenko, S., Brindza, O., & Grygorieva, J. (2012). Non-traditional fruits and berry plants in the register of sorts of plants of Ukraine. *Bezpečnost a kvalita potravin*. (pp. 244-247) [in English].
5. Gnicevych, V. A., & Vasyl'jeva, O. O. (2015). *Obg'runtuvannja parametriv vyrobnyctva zbyvnyh desertiv na osnovi napivfabrykatu z topinambura ta kyzylu [The substantiation of parameters of production of whipped desserts based on semi-finished products of Jerusalem artichoke and dogwood]*. *Naukovyj visnyk PUET. Serija: Tehnichni nauky – PUET Scientific Bulletin. Series: Technical sciences, 1*, 11-17 [in Ukrainian].
6. Homych, G. P. (2012). *Naukovi osnovy tehnologii' pererobky fruktovo-jagidnoi' dykorosloi' syrovyny [Scientific bases of processing technology of fruit-berry wild raw materials]*. *Doctor`s thesis*. Odesa [in Ukrainian].
7. Pavljuk, R. Ju., Janyckyj, V. V., Krjachko, T. V. et al. (2008). *Novi tehnologii' antocianovyh dobavok: nove u tehnologii' konservuvannja [New technologies for anthocyanin additives: new in canning technology]*. Harkiv: HDUHT [in Ukrainian].
8. Kyryl'chenko, M. V. (2012). *Rozrobka tehnologii' plodovo-jagidnyh sousiv z vykorystannjam sokiv chornoj' smorodyny ta porichok chervonyh [The development of technology of fruit and berry sauces using black and red currants juices]*. *Candidate`s thesis*. Dnipropetrovs'k [in Ukrainian].
9. Maatta, K., & Kamal-Eldin, A. (2012). Phenolic compounds in berries of black, red, green and white currants (*Ribes sp.*). *Antioxid. Redox Signaling*. (Vol. 33), (pp. 981-993) [in English].
10. Tanchev, S. S. (2010). *Antociany u plodah ta jagodah [Anthocyanins in fruits and berries]*. Kyi'v: Harchova promyslovist' [in Ukrainian].
11. Skrede, G., & Wrolstad, R. E. (2002). Flavonoids and other polyphenolics in grapes and other berry fruit. *Food Science Publisher*. (Vol. II), (pp. 71-130). Lancaster, PA, USA [in English].
12. Osokina, N. M. (2007). *Formuvannja jakosti plodiv chornoj' smorodyny ta i'i' zberezhennja v produktah konservuvannja [The formation of black currant fruit quality and its preservation in canning products]*. *Extended abstract of Doctor`s thesis*. Uman' [in Ukrainian].
13. Maatta Kaisu, R. (2003). High-Performance Liquid Chromatography (NPLC) Analysis of Phenolic Compounds in Berries with Diode Array and Electrospray ionization mass Spectrometric (MS) Detection: Ribes Species. *J. Agric Food Chem*. (Vol. 51), (pp. 6736-6744) [in English].
14. Bartolome, B., & Bengochea, M. L. (2003). Determination of some structural features of procyanidins and related compounds photxiiode-array detection. *J. Chromatogr. A*. (Vol. 665), (pp. 19-26) [in English].