



DOI: 10.32782/2220-8674-2024-24-1-22

УДК 634:664.144

І. Є. Іванова, к.с.-г.н.,

ORCID: 0000-0003-2711-2021

Л. М. Кюрчева, к.с.-г.н.

ORCID: 0000-0002-8225-3399

І. А. Кривонос, ст. викл.,

ORCID: 0000-0001-7079-5150

М. О. Філенко, студ. 3 кур.,

ORCID: 0009-0009-1015-7806

*Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

e-mail: irynaivanova2017@gmail.com, тел.: +380979684745

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СОРТОПРИДАТНОСТІ ПЛОДОВОЇ СИРОВИНИ ДО ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ

*Анотація.* Плодова сировина є незамінним компонентом здорового харчування, тому що в своєму складі містить вітаміни, мінеральні речовини та має антиоксидантну активність. Однією з популярних видів плодової сировини є вишня. Тому, актуальним є не тільки пошук нових технологій її тривалого зберігання та споживання, а й критерії відбору свіжої плодової сировини для переробки на цукати. Метою досліджень було – за комплексом якісних параметрів виділити кращі сорти вишні для подальшого виготовлення цукатів у безвідходному ланцюзі використання плодової сировини. Встановлення методом багатокритеріальної оптимізації сортів вишні, придатних до виготовлення цукатів з свіжої сировини здійснювали з плодами вишні сортів «Встреча», «Ожиданіє», «Шалунья», «Сіянець Туровцевої», «Гріот Мелітопольський», «Солідарність», «Ігрушка»; «Мелітопольська пурпурна», «Модниця», «Експромт». Кращим для подальшого виготовлення цукатів виявилася плодова сировина сорту «Гріот Мелітопольський» (1 ранг) –  $\varphi(X_5) = 4,72$ . На підставі значень показників якості сорту вишні «Гріот Мелітопольський» визначено комплекс параметрів який дозволяє науково прогнозувати найбільшу придатність плодів до виготовлення цукатів.

*Ключові слова:* плоди вишні, показники якості, геометрична згортка критеріїв, варіабельність якості сировини, сорт, цукати.

*Постановка проблеми.* Найбільш поширеною серед кісточкових культур та традиційною для населення України є вишня. Плоди вишні мають високі смакові, лікувальні та тонізуючі властивості зі значною кількістю вітамінів, мінеральних, фенольних речовин та антоціанів, що зумовлюють їхню антиоксидантну активність [1, 2].

Широкий спектр поживних речовин обумовлює необхідність рівномірного використання в раціоні харчування плодів вишні протягом цілого року [3].



Багато сортів вишні, що створені дослідниками півдня України, перевищують Європейські аналоги за якісними характеристиками, але є швидкопсувними плодами та мають обмежений строк використання. Сорти вишні, як плодова сировина, потребують комплексної оцінки товарних та біохімічних властивостей для виділення кращих за сумою показників, що в подальшому може бути використано для оптимізації та підбору способу переробки плодів [4, 5].

Враховуючі вищенаведене, вибір кращого сорту вишні, як сировини з високою харчовою цінністю плодів, є недосконалим, тому що порівняльна оцінка відбувалась за багатьма несумірними критеріями - якісними параметрами. Це було причиною за якою неможливо розробити комплекс якісних показників плодів кращого сорту досліджуваної культури для подальшої переробки на цукати. Аналізуючи вищевикладене і приймаючи до уваги розробку безвідходного ланцюга використання плодової сировини, актуальним є визначення не тільки товарних та біохімічних параметрів, але і вміння комплексно провести порівняльну оцінку досліджуваних сортів за багатьма несумірними критеріями .

*Аналіз останніх досліджень.* Створення ресурсозберігаючих способів переробки плодової сировини та технологій біологічно повноцінних продуктів із доданою вартістю є одним з актуальних та пріоритетних напрямків сучасної харчової промисловості [6].

Безвідходний ланцюг використання плодів вишні передбачає вдосконалення способів зберігання та переробки плодової сировини з врахуванням їх якісного та сортового складу. За дослідженнями науковців було проаналізовано вміст біохімічних показників якості вишневої сировини. Було виділено сорти за окремими параметрами, так, за вмістом сухих розчинних речовин (17,05%) сорт «Модниця», цукрів (11,69%) – «Ожиданіє» та сорт «Солідарність» мав максимальний вміст титрованих кислот – 1,79%. Максимальні показники цукрово-кислотного індексу у діапазоні від 8,9 до 9,3 в.о. мали плоди сортів вишні «Мелітопольська пурпурна» і «Модниця» [7].

Розширений аналіз сортового складу плодів вишні було проведено українськими дослідниками та селекціонерами станції садівництва ім. М. Ф. Сидоренка [8].

Виробництво цукатів з свіжих плодів фруктів є пріоритетним напрямком розвитку харчової промисловості як в Україні, так і у світі. Такий продукт є корисним для організму людини завдяки наявності в ньому мінеральних солей, мікроелементів, пектинів, вітамінів [9].

Основним питанням при виробництві цукатів є якісні показники готового продукту, що нормуються загальними технічними вимогами



до виготовленої продукції за ДСТУ 6075:2009 Цукати Технічні умови [10]. Для отримання продукту високої якості важливим є визначення придатності сировини для виробництва цукатів [11].

Для комплексної оцінки плодів культур до зберігання та різних видів переробки було застосовано метод багатокритеріальної оптимізації [12].

З погляду на це, важливим етапом наших досліджень було наукове обґрунтування вибору сортів вишні, придатних для виробництва цукатів із максимальною харчовою цінністю та найкращими органолептичними властивостями.

*Формулювання мети статті (постановка завдання).* Метою досліджень було виділити кращі сорти вишні, як сировину для подальшого виготовлення цукатів у безвідходному ланцюзі використання плодової продукції. Для реалізації мети досліджень були виконані наступні завдання:

- визначити товарні, біохімічні, органолептичні показники якості в свіжих плодах вишні досліджуваних сортів;

- визначити варіацію обраних показників якості досліджуваного періоду;

- за допомогою методу багатокритеріальної оптимізації шляхом ранжування виділити кращий сорт вишні для використання виробництва цукатів з свіжої плодової сировини;

- розробити комплекс товарних, біохімічних, органолептичних показників якості свіжих плодах вишні, що будуть оптимально придатні для виробництва цукатів.

Для визначення придатності сировини для виробництва цукатів згідно ДСТУ 6075:2009 Цукати. Технічні умови були проаналізовані біохімічні, технологічні та органолептичні параметри свіжих плодів 10 сортів вишні: «Встреча», «Ожиданіє», «Шалунья», «Сіянець Туровцевої», «Гріот Мелітопольський», «Солідарність», «Ігрушка», «Мелітопольська пурпурна», «Модниця», «Експромт».

Критеріями сорт придатності плодів вишні для виготовлення цукатів в свіжої плодової сировини були обрані наступні елементи якості: вміст сухих розчинних речовин, %; вміст цукрів, %; вміст титрованих кислот, %; вміст вітаміну С, мг на 100 г; вміст фенольних речовин, мг на 100 г; співвідношення кісточка до м'якоти, %; загальна органолептична оцінка плодів за бальною оцінкою. Визначена стабільність обраних параметрів якості свіжих плодів впродовж 12 років досліджень за її варіабельністю ( $V_p$ , %). Проаналізовано загальну варіабельність кожного досліджуваного показника якості, % [13].

Для встановлення комплексу фізико-біохімічних, органолептичних, товарних параметрів плодів кращого сорту вишні



був застосований метод багатокритеріальної оптимізації (геометрична згортка критеріїв) [14, 15].

*Основна частина.* Аналіз значень цільових функцій дозволив встановити ряд сортів вишні за ступенем придатності їх плодів до виготовлення цукатів зі свіжої сировини (табл. 1). Значення цільових функцій показали, що кращим для подальшого виготовлення цукатів виявився сорт «Гріот Мелітопольський» (1 ранг) –  $\varphi(X_5) = 4,72$ . Аналіз даних на підставі яких було отримано цільову функцію дозволив визначити комплекс товарних, біохімічних та органолептичних параметрів, який дозволяє науково прогнозувати найбільшу їх придатність до виготовлення цукатів зі свіжих плодів: початкова концентрація сухих розчинних речовин - 18,63% (V,% -17,7); цукрів – 12,19% (V,% -21,1); титрованих кислот – 1,65% (V,% -18,7); вітамін С – 8,23 мг/ 100 г (V,% -15,6); суми фенольних речовин – 193,26 мг/100 г (V,% -13,2); співвідношення маси плоду до маси кісточка - 5,21 г; сенсорна оцінка плодів - 8,7 балів. Отже, допустимий рівень варіабельності показників якості плодів вишні є середнім та становить від 13,2% до 18,7%. Винятком є висока варіабельність цукрів в плодах вишні за роки досліджень (21,1%).

Майбутній розвиток даного дослідження може передбачати спосіб підбору сортів плодової сировини та оптимізувати спосіб переробки плодів як вишні, так і інших культур після збирання у безвідходному ланцюзі переробки плодової продукції [16, 17, 18, 19, 20]. Важливо також буде розширити асортимент вишні для більш глибокого аналізу плодової сировини. Врахування сортових особливостей і строків досягання дасть можливість точніше трактувати отримані результати [21, 22, 23, 24, 25]. Крім того, розширення дослідження на інші види фруктів дозволить зробити висновки щодо можливості використання широкого асортименту плодової сировини для виробництва цукатів.

Узагальнюючі отримані експериментальні данні щодо сорт придатності свіжих плодів вишні до виготовлення цукатів можна відзначити:

сорту вишні «Гріот Мелітопольський» (1 ранг) –  $\varphi(X_5) = 4,72$ .  
- комплекс параметрів для сортів вишні, який дозволяє науково прогнозувати найбільшу придатність плодів до виготовлення цукатів має наступні значення: початкова концентрація сухих розчинних речовин - 18,63%; цукрів – 12,19%; титрованих кислот – 1,65%; вітамін С – 8,23 мг/100 г; суми фенольних речовин – 193,26 мг/100 г;



Альтернативи, X <sub>i</sub>	Сорт	Критерії, A <sub>j</sub>																										
		Сухі розчинні речовини (V,%), A1		Сухі розчинні речовини (%), A2		Цукри, (V,%), A3		Цукри, (V,%), A4		Титровані кислоти, (V,%), A5		Титровані кислоти, (%), A6		Фенольні речовини, (V,%), A7		Фенольні речовини, (мг на 100 г), A8		Вітаміни C <sub>i</sub> (V,%), A9		Вітаміни C <sub>i</sub> (мг на 100 г), A10		Співвідношення маси плоду до маси кісточки, (%), A11		Сенсорна оцінка, (балл), A12		Значення цільових функцій, f(x <sub>i</sub> )	Ранг	
		f1	f1	f2	f2	f3	f3	f4	f4	f5	f5	f6	f6	f7	f7	f8	f8	f9	f9	f10	f10	f11	f11	f12	f12			
X <sub>1</sub>	Крупноплідна	13,40	0,95	18,50	0,78	12,30	0,96	14,35	0,86	19,20	0,56	0,72	0,35	16,00	0,66	245,79	0,54	14,90	0,77	7,74	0,23	4,37	0,92	9,00	1,00	3,43	1	
X <sub>2</sub>	Каріна	20,90	0,13	18,21	0,67	15,70	0,67	12,53	0,33	17,70	0,89	0,65	0,22	14,00	0,79	252,17	0,60	17,70	0,36	8,33	0,37	6,89	0,50	8,40	0,60	5,88	6	
X <sub>3</sub>	Регіна	18,70	0,37	17,14	0,29	17,20	0,54	11,90	0,14	20,10	0,36	0,67	0,25	13,40	0,83	273,11	0,80	13,80	0,93	7,29	0,13	9,26	0,11	8,10	0,40	6,84	10	
X <sub>4</sub>	Міраж	19,30	0,30	18,21	0,67	19,20	0,37	13,07	0,72	19,30	0,53	0,68	0,27	20,70	0,37	209,73	0,19	14,90	0,90	10,67	0,89	7,50	0,40	8,40	0,60	5,77	5	
X <sub>5</sub>	Удівігельна	18,50	0,39	18,63	0,82	21,08	0,21	13,03	0,47	20,00	0,38	1,00	0,90	11,10	0,97	288,55	0,95	17,30	0,42	7,58	0,20	3,53	1,06	8,90	0,93	4,30	2	
X <sub>6</sub>	Зодіак	14,80	0,79	17,00	0,24	18,40	0,40	13,45	0,50	19,80	0,25	0,62	0,21	11,20	0,96	272,95	0,80	15,20	0,72	9,60	0,65	6,25	0,61	8,70	0,80	4,88	3	
X <sub>7</sub>	Сюрпиз	19,00	0,34	17,91	0,57	17,11	0,55	13,43	0,59	18,70	0,67	0,62	0,66	26,20	0,03	238,34	0,47	18,20	0,29	8,10	0,31	7,73	0,36	8,70	0,80	6,87	11	
X <sub>8</sub>	Колхозниця	21,50	0,07	17,82	0,53	21,00	0,21	12,64	0,36	20,00	0,38	0,74	0,39	16,40	0,64	238,84	0,47	15,80	0,64	7,85	0,26	8,59	0,22	8,00	0,33	7,49	12	
X <sub>9</sub>	Космічна	16,30	0,63	17,70	0,49	20,72	0,24	13,55	0,62	19,40	0,51	0,63	0,18	11,70	0,93	246,87	0,55	17,90	0,33	8,95	0,50	9,44	0,08	8,80	0,87	6,06	7	
X <sub>10</sub>	Празднична	13,70	0,91	16,82	0,18	19,30	0,36	12,73	0,39	19,20	0,56	0,59	0,10	18,10	0,53	225,34	0,34	19,70	0,07	10,25	0,79	5,16	0,79	8,40	0,60	6,38	8	
X <sub>11</sub>	Анонс	21,60	0,05	17,62	0,46	21,20	0,20	12,36	0,28	20,70	0,22	0,66	0,24	16,00	0,66	195,04	0,05	19,30	0,13	8,20	0,34	6,09	0,63	8,50	0,67	8,07	13	
X <sub>12</sub>	Темпріон	18,70	0,37	18,33	0,72	23,00	0,04	12,82	0,41	14,50	1,60	0,63	0,18	16,20	0,65	202,06	0,12	18,70	0,22	7,72	0,23	7,74	0,36	8,50	0,67	6,44	9	
X <sub>13</sub>	Меодіда	15,90	0,67	18,41	0,74	19,60	0,33	14,05	0,77	21,20	0,11	0,70	0,31	13,40	0,83	256,49	0,64	18,10	0,30	8,03	0,30	6,74	0,53	8,80	0,87	5,59	4	
		$f_j^-$	12,90	16,32	11,80	11,40	17,20	0,54	10,60	190,00	13,30	6,69	3,87	7,50														
		$f_j^+$	22,10	19,13	23,50	14,85	21,70	1,05	26,70	293,60	20,20	11,17	9,94	9,00														
		$f_j(x^p)$			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	$f_j(x_i)=0$	
		$f_j^{omm}$ (min)	12,9	19,13	11,8	14,85	17,2	1,05	10,6	293,6	13,3	6,69	3,87	7,5														

- кращим для подальшого виготовлення цукатів виявилися плоди співвідношення маси плоду до маси кісточки - 5,21 г; сенсорна оцінка плодів - 8,7 балів. Допустимий рівень варіабельності показників якості плодів вишні є середнім та становить від 13,2% до 18,7%. Винятком є висока варіабельність цукрів в плодах вишні за роки досліджень (21,1%).

*Список використаних джерел*

1. Василюшина О. В., Постоленко Є. П. Зміни біохімічних показників плодів вишні залежно від сорту та способу заморожування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 1. С. 18–27.
2. Сало І. А. Ринок кісточкових плодів в Україні та світі. *Економічний часопис XXI*. 2012. Вип. 12(2). С. 24–27.



3. Шульга О. К., Петухова Т. А., Моїсеєва Г. М., Рижих А. С. Маркер загального стану здоров'я людини – вітамін «С». *Молодий вчений*. 2018. №2(54). С. 56–62.
4. Шкіндер-Барміна А. М. Формування та вивчення колекції вишні (*Cerasus vulgaris mill.*) Мелітопольської дослідної станції садівництва для визначення селекційно цінних зразків. *Генетичні ресурси рослин*. 2020. № 26. С. 71–80.
5. Шкіндер-Барміна А. М. Адаптивний потенціал сортів вишні і дюків (*Cerasus Vulgaris Mill.*) у південному степу України. *Садівництво*. 2014. Вип. 68. С. 80–84.
6. Секторальна експортна стратегія 2019–2023: Харчова і переробна промисловість України. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. URL: <https://me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=515d8680-59af-417d-b782-ebbe388f3dd3&title=SektoralnaEksportnaStrategiiaKharchovaIPererobnaPromislovistUkraini-doslidzhennia-Ukrainskoiu> (дата звернення 24.08.2024).
7. Іванова І. Є., Сердюк М. Є., Шкіндер-Барміна Г. М., Кривонос І. А. Вплив абіотичних чинників на формування смакових якостей плодів вишні. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2020. Вип. 96, ч. 1. С. 416–432.
8. Шкіндер-Барміна А. М. Товарні якості та біохімічний склад плодів сортів вишні і дюків в умовах південного Степу України. *Вісник Степу*. 2015. Вип.12. С. 104–107.
9. Жукова В. Ф., Тарасенко В. Г., Кюрчева Л. М. Удосконалення технології гарбузових цукатів з використанням кандидування в сиропі з гранатових вичавок. *Новачії в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв*: матеріали II міжн. наук.-практ. інтернет-конф. (Мелітополь, 23 лист. 2021 р.). Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 193-196.
10. ДСТУ 6075:2009 Київ Держспоживстандарт України 2010 Видання офіційне Технічні умови Національний стандарт України БЗ № 11–2006/737 Ц.
11. Спосіб виробництва цукатів з вишні: пат. 155517 Україна: МПК А23L 21/12. № u202303847; заявл. 11.08.2023; опубл. 07.03.2024, Бюл. № 10.
12. Іванова І., Сердюк М., Герасько Т., Білоус Е., Кривонос І. Вибір сорту черешні з оптимальним комплексом параметрів за методом багатокритеріальної оптимізації. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2019. Вип. 9, т. 1. С. 56.
13. Сердюк М. Є., Прісс О. П., Гапріндашвілі Н. А., Іванова І. Є. Дослідницький практикум. Ч.1. Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції. Мелітополь: Люкс, 2020. 364 с.



14. Іванова І. Є., Білоус Е. С., Покопцева Л. А., Єременко О. А. Багатокритеріальна оптимізація показників якості плодів черешні українсько селекції при заморожуванні та зберіганні. *Таврійський науковий вісник*. 2017. № 99. С. 76–82.

15. Іванова І. Є., Покопцева Л. А. Вибір оптимального сорту черешні для швидкого заморожування і тривалого зберігання методом багатокритеріальної оптимізації та економічна ефективність заморожених сортозразків згідно ряду ранжування. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип.93. С. 44–50.

16. Chiabrando V., Garavaglia L., Giacalone G. The postharvest quality of fresh sweet cherries and strawberries with an active packaging system. *Foods*. 2019. Vol. 8(8). P. 335.

17. Conte A., Scrocco C., Lecce L., Mastromatteo M., Nobile M. A. D. Ready-to-eat sweet cherries: Study on different packaging systems. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2009. Vol. 10. P. 564–571.

18. Ladanyi M., Vegvari G., Toth M. Mathematical modelling of the accumulation of carbohydrates and organic acids throughout the ripening process of Hungarian sour cherry cultivars. *Trees*. 2015. Vol. 29(3). P. 797–807.

19. Lakatos L., Dussi M.C., Szabo Z. The influence of meteorological variables on sour cherry quality parameters. *Acta horticulturae*. 2014. № 1020. P. 287–292.

20. Revell J. Sensory profile and consumer acceptability of sweet cherries. UK: University of Nottingham. 2009. URL: <http://eprints.nottingham.ac.uk/10931> (дата звернення 20.09.2024).

21. Tomadoni B., Pereda M., Moreira M.R., Ponce A. Chitosan edible coatings with geraniol or vanillin: a study on fresh-cut strawberries microbial and sensory quality through refrigerated storage. *Food Science and Nutrition Technology*. 2019. Vol. 4(3). e000178.

22. Usenik V., Fabcic J., Stampar F. Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chemistry*. 2008. Vol. 107. P. 185–192.

23. Українець А. І., Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Перспективні технологічні процеси виробництва нових продуктів та дієтичних добавок. Київ: НУХТ, 2018. 335 с.

24. Найченко В. М., Заморська І. Л. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів. Умань: Сочінський, 2010. 328 с.

Бублик М. О. Зональне районування вишні і сливи в Україні. *Сад, виноград і вино України*. 2002. № 9. С. 20–24.

*Стаття надійшла до редакції 24.09.2024 р.*



I. Ivanova, L. Kiurcheva, I. Kryvonos, M. Filenko  
Dmytro Motorni Tavria State Agrotechnological University

**THE MULTICRITERIA OPTIMISATION METHOD APPLICATION  
FOR DETERMINING THE SUITABILITY OF FRUIT RAW MATERIALS  
FOR CANDIED FRUIT PRODUCTION**

*Summary*

Fruit raw materials are an indispensable component of a healthy diet, as they contain vitamins, minerals and have antioxidant activity. One of the most popular types of fruit raw materials is sour cherries. Therefore, it is important not only to search for new technologies for its long-term storage and consumption, but also to select criteria for the selection of fresh fruit raw materials for processing into candied fruit. The production of candied fruit from fresh fruit is a priority for the food industry in Ukraine and globally. This product is beneficial for the human body due to the presence of mineral salts, trace elements, pectin, vitamins. The aim of the research was to identify the best cherry varieties for further production of candied fruit in a non-wasteful chain of fruit raw materials using a set of quality parameters. The cherry varieties suitable for candied fruit production from fresh raw materials were determined by the method of multicriteria optimisation using sour cherry fruits of the varieties «Vstriecha», «Ozhydaniie», «Shalunia», «Siianets Turovtsevoi», «Hriot Melitopolskyi», «Solidarnist», «Ihrushka», «Melitopolska purpurna», «Modnytsia», «Eksprompt». The best for further production of candied fruits was fruit raw material of the variety «Hriot Melitopolskyi» (1st rank) -  $\varphi (X_5) = 4,72$ . Based on the values of the quality indicators of the cherry variety «Hriot Melitopolskyi», a set of parameters was determined that allows us to predict scientifically the greatest suitability of fruits for candied fruit production. Future development of this research could include a method for selecting varieties of fruit raw materials and optimizing the way in which both cherries and other crops are processed after harvest in a waste-free fruit processing chain. It will also be important to expand the range of cherries for a deeper analysis of fruit raw materials.

**Key words:** sour cherry fruit, quality indicators, geometric convolution of criteria, variability of raw material quality, variety, candied fruit.