

УДК 663.83

doi:10.20998/2413-4295.2023.01.12

## ЗАКОНОМІРНОСТІ ОДЕРЖАННЯ ВОДНО-СПИРТОВИХ ЕКСТРАКТІВ ТА ЦУКРОВИХ ВИТЯЖОК З ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ

С. Р. МЕЛЬНИК\*, Ю. Р. МЕЛЬНИК, Р. О. БЛИЩ, О. М. ОРОБЧУК

кафедра технології органічних продуктів, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, УКРАЇНА  
\*e-mail:stefan.r.melnyk@lpnu.ua

**АНОТАЦІЯ** Досліджено закономірності екстрагування сухих речовин водно-спиртовим розчином та подальшого одержання цукрових витяжок з ягід чорної смородини, агрусу та сливи. Встановлено що найменше сухих речовин екстрагується з ягід смородини. При цьому в екстракті досягається вміст 1,6 % сухих речовин, тоді як водно-спиртові екстракти з агрусу та сливи містять 4,3–5,5 % сухих речовин. Виявлено, що в процесі екстрагування в ягодах накопичується значна кількість спирту. Встановлено, що його вміст в усіх екстрактах порівняно з екстрагентом зменшується з 40,0 до 25,06–26,39 мас. %. Акцентовано увагу, що втрати спирту зменшуються в процесі подальшого одержання цукрової витяжки з ягід, вміст спирту в яких досягає 9,79 мас. % – у смородиновій, 14,51 мас. % – у сливовій, та 14,92 мас. % – в агрусовій витяжці. Показано, що цукрові витяжки залежно від виду ягід містять різну кількість сухих речовин. Встановлено, що максимальний ступінь використання цукру (79,0 %) досягається під час одержання витяжки зі смородини, яка містить максимальну кількість сухих речовин (43,4 %). Ступінь використання цукру під час одержання витяжки зі сливи становить 71,6 %, що відповідає вмісту сухих речовин у витяжці 34,5 %. Мінімальний ступінь використання цукру (31,5 %) спостерігається під час одержання витяжки з агрусу. Це забезпечує вміст сухих речовин у витяжці 31,8 %. Встановлено, що водно-спиртові та цукрові витяжки з ягід мають максимуми поглинання видимого світла в діапазоні, що відповідає поглинанню антоціанів. Найвища оптична густина характерна для водно-спиртового екстракту зі смородини, для якої характерний високий вміст поліфенольних сполук. Встановлено, що з дослідженої ягідної сировини кислоти вилучаються практично в однаковій кількості водно-спиртовим розчином і в процесі обробки цукром. Максимальна кислотність спостерігається для екстракту та витяжки з агрусу, а найменше її значення характерне для екстракту та витяжки зі сливи. Ступінь вилучення вітаміну С із ягід є приблизно однаковим і становить 59 % для агрусу та по 66 % для смородини і сливи. Вказано на перспективність використання ягід після екстрагування та одержання витяжок як сировини для одержання різноманітних кондитерських виробів.

**Ключові слова:** екстрагування; сухі речовини; спирт; цукор; кислотність; вітамін С; оптична густина; ягоди.

## THE OBTAINING OF WATER-ALCOHOLIC AND SUGAR EXTRACTS FROM BERRIES

S. MELNYK, Yu. MELNYK, R. BLISHCH, O. OROBCHUK

Department of Organic Products Technology, Lviv Polytechnic National University, Lviv, UKRAINE

**ABSTRACT** It was investigated the extraction of the dry substances with a water-alcohol solvent and the subsequent preparation of sugar extract from black currant, jostaberry, and plum. The water-alcohol solvent extracts the least dry matter from currant berries. The dry substance content in the black currant extract was 1.6%, while water-alcohol extracts from jostaberry and plum contained 4.3–5.5% of dry substances. At the same time, the content of dry substances in the extract is 1.6%, while water-alcohol extracts from gooseberry and plum contain 4.3–5.5% of dry substances. A significant amount of alcohol accumulates in the berries during the water-alcohol extraction. The alcohol content in all extracts, compared to the extractant, decreases from 40.0 to 25.06–26.39 wt. %. Simultaneously the alcohol losses decrease in further obtaining sugar extract from berries. The alcohol content in berries reaches 9.79 wt.% in black currant, 14.51 wt.% in plum, and 14.92 wt. % in jostaberry extract, particularly. The obtained sugar extracts contain different amounts of dry matter depending on the type of berries. The maximum degree of sugar utilization (79.0%) was during the preparation of black currant extract, which contains the maximum amount of dry substances (43.4%). The degree of sugar utilization by the plum extract obtaining was 71.6%. That corresponds to the dry substances content in the extract at 34.5%. The minimum degree of sugar utilization (31.5%) was during the production of jostaberry extract. The degree of sugar use ensures the content of dry substances in the extract of 31.8%. It was established that water-alcohol and sugar extracts from berries have maxima of visible light absorption in the range corresponding to anthocyanins absorption. The highest optical density has a water-alcohol extract from currants. A high content of polyphenolic compounds characterizes that. We established that acids are extracted almost the same amount from the berry raw material with a water-alcohol solution and during sugar treatment. The extracts from jostaberry have the maximum acidity, and its lowest value is characteristic of extracts from plum. The degree of extraction of vitamin C from berries was approximately the same and was 59% for jostaberry and 66% for black currant and plum. The perspective of using berries after extracting them as raw materials for obtaining various confectionery products is indicated.

**Keywords:** extraction; dry substances; alcohol; sugar; acidity; vitamin C; optical density; berries.

### Вступ

Плоди смородини, агрусу, сливи є популярними ягодами завдяки їхньому смаку,

харчовій цінності, а також вони є сировиною для багатьох харчових продуктів, таких як соки, алкогольні та фруктові напої, джеми та сухофрукти. Це також природні джерела вуглеводів, клітковини,

пектинів, органічних кислот, незначної кількості жирів і білків, поліфенольних сполук, пігментів, вітамінів тощо [1–3].

Процеси екстрагування цих цінних речовин лежать в основі одержання настоянок, наливок, спиртованих соків, природних барвників тощо. На сьогодні акцент наукових досліджень процесів екстрагування компонентів ягідної сировини в основному спрямований на дослідження закономірностей вилучення з плодів та їх вичавок поліфенольних сполук і визначення в екстрактах вмісту фенолів, флавоноїдів, антоціанів, їх антиоксидантної, а в окремих випадках бактерицидної активності [4]. Окремі дослідження присвячені визначенню оптимальних умов екстрагування олій, жиророзчинних вітамінів та каротиноїдів з насіння ягід [5].

На перебіг процесу екстракції впливають такі чинники, як вид розчинника, співвідношення між компонентами, температура, тривалість. Правильний вибір розчинника є найважливішим, адже він визначає його сумісність з розчинними речовинами, а збільшення температури, чи тривалості обробки взаємопов'язані і меншою мірою впливають на ефективність процесу екстракції [1,6,7].

Перед екстракцією матеріал попередньо обробляють шляхом подрібнення, сушіння та гомогенізації [8]. Як екстрагенти використовують воду, метиловий спирт, діетиловий етер, етилацетат, водно-етанольні розчини різної концентрації, водно-ацетонові, водно-етанольно-ацетонові та водно-метанольні розчини підкислені мінеральними (переважно хлоридною) і органічними (лимонною, мурашиною) кислотами [6,8,9]. Зокрема фенольні екстракти з високим вмістом антоціанів також можна отримати за допомогою підкисленого органічного розчинника, такого як метанол або етанол [10].

Для інтенсифікації процесів застосовують екстракцію під тиском, дію ультразвукових коливань, мікрохвиль, розчинників у надкритичному стані, а також комбінацію різних методів [6,8,11–14]. Зокрема, обробка під високим тиском є перспективним методом вилучення пектинових полісахаридів з ягід [15].

Водночас одержання екстрактів, які мають споживчу і харчову цінність та є придатними для приготування різноманітних слабоалкогольних і алкогольних напоїв обмежене використанням водно-етанольних розчинів і досліджене недостатньо. Також певний інтерес представляє дослідження закономірностей подальшого екстрагування одержанням цукрових витяжок хімічних компонентів плодової сировини, які містяться у спиртованих ягодах.

### Мета роботи

Метою досліджень було визначення закономірностей екстрагування з ягідної сировини

сухих речовин водно-спиртовим розчинником із подальшим одержанням з ягід цукрових витяжок.

### Виклад основного матеріалу

У дослідженнях використовували ягоди чорної смородини сорту *Ювілейна Копаня*, агрусу сорту *Йошта* та сливи сорту *Угорка* (звільненої від кісточок). Для одержання екстрактів і витяжок із цих ягід використовували воду питну (ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості), спирт етиловий ректифікований (ДСТУ 4221:2003 Зерновий етиловий ректифікований спирт. Технічні умови) та цукор (ДСТУ 4623:2006 Цукор білий. Технічні умови).

Вміст води, визначений висушуванням наважки ягід до постійної маси, становив: у смородині – 85, агрусі – 83, сливі – 87 %, а вміст вітаміну С, визначений йодометричним методом після його екстрагування водою з подрібненої/роздушеної ягідної сировини, – 31, 198 та 10 мг/100 г ягід, відповідно.

Зважені ягоди масою ~1000 г заливали сумішшю води і етилового спирту міцністю 96 об. % у співвідношенні 1 : 1 (~1200 г, вміст спирту 40 мас. %) і залишили на 10 діб на настоювання за кімнатної температури. Відтак одержаний водно-спиртовий екстракт відділяли від ягід, фільтрували крізь шість шарів марлі та зливали в окрему ємність. Визначали масу одержаного екстракту. До ягід додавали ~375 г цукру і залишали до повного його розчинення за кімнатної температури. Після цього витримували настій ще два дні та відділяли цукрову витяжку від ягід фільтруванням через шість шарів марлі. Одержану цукрову витяжку і ягоди зважували окремо.

Визначали такі показники водно-спиртового екстракту і цукрової витяжки:

- густину – портативним електронним густиноміром Mettler Toledo 30330857 Densito з U-подібними осцилюючими трубками;
- вміст спирту (в дистилаті) і вміст сухих речовин (СР) (у кубовому залишку) після їх дистиляції за їхньою відносною густиною;
- відносну густину – пікнометром;
- додатково вміст сухих речовин – висушуванням наважки екстракту чи витяжки з паперовими роликками за температури 105 °С до постійної маси;
- показник заломлення – рефрактометром УРЛ-1;
- оптичну густину за різної довжини хвиль світла – фотоелектроколориметром КФК-3;
- поляризацію – поляриметром СУ-4;
- кислотність – титруванням 0,1 М розчином гідроксиду натрію в присутності індикатора бромтимолового синього;
- вміст аскорбінової кислоти – йодометричним методом.

Густину водно-спиртової витяжки та цукрового екстракту визначали за температури 20 °С. Очевидно,

що її найнижче значення спостерігається для водно-спиртових екстрактів зі смородини і агрусу, та для цукрової витяжки з агрусу, а найвище – для водно-спиртового екстракту зі сливи та цукрової витяжки зі смородини. Показники заломлення цих розчинів, визначені за температури 20 °С, становили 1,3552–1,4154 та 1,3936–1,4154 для екстрактів і витяжок, відповідно (табл. 1).

Відносна густина дистилату водно-спиртових екстрактів знаходилася в межах від 0,9613 до 0,9633, а дистилату цукрових витяжок – від 0,9788 до 0,9839.

Таблиця 1 – Показники одержаних водно-спиртових екстрактів і цукрових витяжок з ягід

Показник	Смородина		Агрус		Слива	
	СЕ	ЦВ	СЕ	ЦВ	СЕ	ЦВ
Густина	0,9679	1,1707	0,9781	1,1194	0,9778	1,1287
Видимий вміст спирту, мас. %	21,80		14,05		14,28	
Видимий вміст СР, %		42,8		29,9		29,9
Показник заломлення	1,3600	1,4154	1,3552	1,3936	1,3569	1,4004
Видимий вміст СР за n <sub>D</sub> <sup>20</sup> , %	15,4	45,9	14,8	37,0	15,9	40,4
Вміст СР (висушування), %	1,8	45,5	4,3	32,3	4,3	36,0
Відносна густина дистилату	0,9625	0,9839	0,9633	0,9808	0,9613	0,9788
Вміст спирту, мас. %	25,60	9,79	25,06	14,92	26,39	13,51
Вміст спирту, об. %	31,16	12,19	30,53	12,03	32,09	16,73
Відносна густина кубового залишку	1,0062	1,1965	1,0173	1,1379	1,0215	1,1576
Вміст СР, %	1,6	43,4	4,4	31,8	5,5	35,4
Поляризація, °S (розбавлення 1 : 10)	0,1	13,5	0,2	2,75	0,4	12,6
Кислотність, г/100 мл (на яблучну кислоту)	0,57	0,72	1,21	1,39	0,38	0,39
Вміст вітаміну С, мг/100 см <sup>3</sup>	15	3	94	26	3	4
Ступінь вилучення вітаміну С, %		66		59		66
Ступінь використання цукру, %		79,0		35,1		71,6

СЕ – водно-спиртовий екстракт, ЦВ – цукрова витяжка.

Це відповідає вмісту спирту у водно-спиртових екстрактах та цукрових витяжках 25,06–26,39 мас. % та 9,79–14,92 мас. %, відповідно. Відносна густина кубового залишку водно-спиртових екстрактів становила 1,0062–1,0215, а кубового залишку цукрових витяжок – 1,1965. Це відповідає вмісту

сухих речовин у водно-спиртових екстрактах та цукрових витяжках 1,6–5,5 та 31,8–43,4 мас. %, відповідно (табл. 1). Вміст сухих речовин, визначений висушуванням до постійної маси наважки водно-спиртового екстракту і цукрової витяжки, знаходився в межах від 1,8 до 4,3 та від 32,3 до 45,5 %, відповідно (табл. 1). Це вказує на високу кореляцію результатів пікнометричного та термічного аналізів.

Показники заломлення водно-спиртових витяжок та цукрових екстрактів за температури 20 °С становили 1,3552–1,3600 і 1,3936–1,4154, відповідно, що відповідало видимому масовому вмісту сухих речовин 14,8–15,9 і 37,0–45,9 % (табл. 1). Остатній результат досить добре корелює з вмістом сухих речовин, визначеним за відносною густиною кубового залишку та висушуванням наважки зразка цукрової витяжки.

Визначені значення поляризації у трубці завдовжки 100 мм розбавлених у десять разів водно-спиртових екстрактів становили 0,1–0,4 °S, а для цукрових витяжок вони були закономірно значно вищими – 2,75–13,5 °S (табл. 1).

Залежність оптичної густини кожного з одержаних розчинів від довжини хвилі світла визначено в кюветі завтовшки 10 мм (рис. 1).

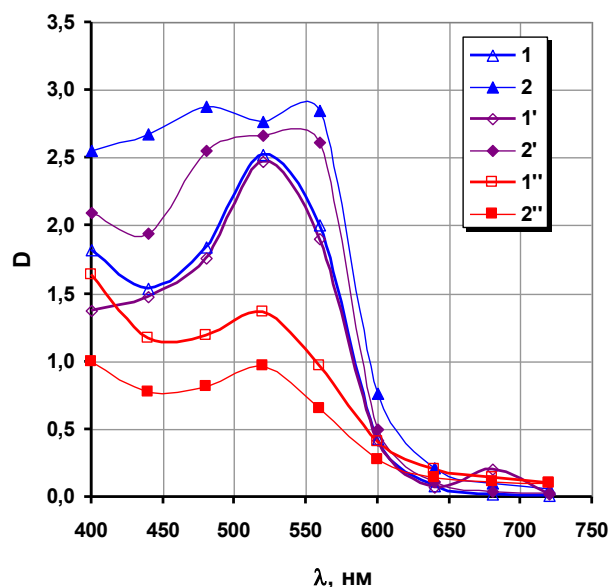


Рис. 1 – Залежність оптичної густини водно-спиртових витяжок (1) і цукрових екстрактів (2) з ягід від довжини хвилі. Довжина кювети – 10 мм. Умовні позначення: 1, 2 – смородина; 1', 2' – агрус; 1'', 2'' – слива

Визначена кислотність знаходилася в межах від 0,38 до 1,21 та від 0,39 до 1,38 г (у перерахунку на яблучну кислоту) на 100 см<sup>3</sup> водно-спиртового екстракту і цукрової витяжки, відповідно. Вміст вітаміну С в одержаних водно-спиртових-екстрактах і цукрових витяжках становив 3–94 та 3–26 мг/100 мл, відповідно (табл. 1).

### Обговорення результатів

Зі значень вмісту сухих речовин, вітаміну С, поляризації, кислотності та колірності водно-спиртового екстракту з ягідної сировини очевидно, що, незалежно від виду ягід, екстрагування має однакові якісні характеристики: з-поміж сухих речовин смородини, агрусу та сливи у розчин закономірно переходять частина цукрів, органічних кислот і забарвлених речовин. Водночас спостерігаються певні кількісні відмінності зумовлені різним хімічним складом ягід.

Встановлено, що у водно-спиртовому екстракті зі смородини міститься найменше СР (1,6% – за відносною густиною кубового залишку, та 1,8% за результатами висушування). Дещо вищим є вміст СР у водно-спиртових екстрактах з агрусу та сливи – 4,3–5,5% (табл. 1). Загалом можна констатувати, що ці результати корелюють, насамперед, з вмістом моно- і дисукрів, що містяться в цих ягодах та яких, як правило, найменше є в смородині.

Також треба відзначити, що в процесі екстрагування в ягодах накопичується значна кількість спирту. Зокрема його вміст в усіх екстрактах порівняно з екстрагентом зменшується з 40 до 25,06–26,39 мас. % (табл. 1). Його втрати зменшуються в процесі подальшого одержання цукрової витяжки з ягід, вміст спирту в яких досягає 9,79 мас. % – у смородиновій, 14,51 мас. % – у сливовій, та 14,92 мас. % – в агрусовій витяжці (табл. 1). Водночас, треба відзначити, що в процесі одержання цукрових витяжок залежно від виду ягід утворюються розчини, вміст СР в яких досить відрізняється. Максимальний ступінь використання цукру (79,0%) досягається під час одержання витяжки зі смородини. Під час цього досягається й максимальний вміст СР у ній (43,4%). Показник ступеня використання цукру 71,6% спостерігається в процесі одержання витяжки зі сливи, а найменше його значення (лише 35,1%) для витяжки з агрусу. Значення вмісту СР для цих витяжок не корелюють з цими величинами і становлять 34,5 та 31,8%, відповідно. Подальші балансові розрахунки показали, що це пов'язано з більшою глибиною розчинення СР сливи і значно меншою масою її ягід, які залишилися після одержання витяжки (табл. 4).

Виявлено, що цукрові витяжки з смородини і агрусу для всього діапазону видимого світла характеризуються більшими значеннями оптичної густини, ніж водно-спиртові екстракти з цих ягід. Для витяжки та екстракту зі сливи встановлені протилежні закономірності. Максимуми поглинання водно-спиртових екстрактів з усіх ягід та цукрової витяжки зі сливи спостерігаються за довжини хвилі світла 520–530 нм, а для цукрових витяжок спостерігається два максимуми поглинання: менший – за довжини хвилі 480 нм, і більший – за довжини хвилі 550 нм (рис. 1).

Відомо, що антоціани сильно поглинають світло між 460 і 550 нм, а максимум поглинання

спостерігається за довжини хвилі приблизно 520 нм [16,17]. Високі значення оптичної густини одержаних витяжок і екстрактів вказують, що у них із ягід переходить значна кількість саме цих забарвлених речовин. Закономірно, що найвища оптична густина характерна для водно-спиртового екстракту зі смородини, для якої характерний високий вміст поліфенольних сполук [2].

Як видно з табл. 1, з дослідженої ягідної сировини кислоти вилучаються практично рівномірно. Максимальна кислотність спостерігається для екстракту та витяжки з агрусу, а найменше її значення характерне для екстракту та витяжки зі сливи.

Зважаючи, що маса водно-спиртових екстрактів у всіх випадках була більшою за масу цукрових витяжок, можна стверджувати, що основна кількість вітаміну С вилучається з ягід в процесі екстрагування водно-спиртовим розчином та значно менша його кількість в процесі одержання цукрової витяжки. Вміст аскорбінової кислоти в екстрактах і витяжках досить добре корелює з її вмістом в ягодах (табл. 1, 2). Необхідно відзначити що загалом ступінь вилучення вітаміну С із ягід є приблизно однаковим і становить 59% для агрусу та по 66% для смородини і сливи. За масою ягід, екстракту і витяжки та за сухими речовинами, водою та спиртом складали матеріальні баланси (табл. 2–3).

Таблиця 2 – Матеріальний баланс одержання водно-спиртових екстрактів і цукрових витяжок з ягід

Речовина	Прихід		Витрата	
	г	мас. %	г	мас. %
Агрус	1000	37,9	1061	40,2
Водно-спиртовий розчин	1258	47,7	–	–
Спиртовий екстракт	–	–	1141	43,3
Цукор	379	14,4	–	–
Цукрова витяжка	–	–	411	15,6
Втрати	–	–	23	0,9
Разом	2636	100	2636	100
Смородина	1000	38,3	786	30,1
Водно-спиртовий розчин	1235	47,2	–	–
Спиртовий екстракт	–	–	1155	44,2
Цукор	379	14,5	–	–
Цукрова витяжка	–	–	658	25,2
Втрати	–	–	15	0,6
Разом	2614	100	2614	100
Слива	1000	38,6	511	19,7
Водно-спиртовий розчин	1216	47,0	–	–
Спиртовий екстракт	–	–	1303	50,3
Цукор	373	14,4	–	–
Цукрова витяжка	–	–	741	28,6
Втрати	–	–	34	1,3
Разом	2589	100	2589	100

За матеріальними балансами розраховано, що в ягодах після екстрагування залишилося від 11,8 (слива) до 16,7 мас. % спирту та від 28,1 (смородина) до 33,9% СР (табл. 4).

Таблиця 3 – Матеріальний баланс (у г) одержання водно-спиртових екстрактів і цукрових витяжок з ягід

Речовина	Спирт	Вода	Сухі речовини	Разом
Смородина	–	850	150	1000
Вода	–	741	–	741
Спирт	494	–	–	494
Разом	494	1591	150	2235
Спиртовий екстракт	296	841	18	1155
Смородина*	195	747	132	1074
Втрати	3	3	–	6
Разом	494	1591	150	2235
Смородина*	195	747	132	1074
Цукор	–	–	379	379
Разом	195	747	510	1453
Цукрова витяжка	64	308	286	658
Смородина**	126	435	225	786
Втрати	5	4	–	9
Разом	195	747	510	1453
Агрис	–	830	170	1000
Вода	–	755	–	755
Спирт	503	–	–	503
Разом	503	1585	170	2258
Спиртовий екстракт	286	805	0	1091
Агрис*	212	776	170	1158
Втрати	5	4	–	9
Разом	503	1585	170	2258
Агрис*	212	776	170	1158
Цукор	–	–	379	379
Разом	212	776	549	1537
Цукрова витяжка	61	219	131	411
Агрис**	145	549	418	1111
Втрати	6	8	–	14
Разом	212	776	549	1537
Слива	–	870	130	1000
Вода	–	729	–	729
Спирт	486	–	–	486
Разом	486	1599	130	2216
Спиртовий екстракт	344	888	71	1303
Слива*	134	705	59	899
Втрати	8	6	–	14
Разом	478	1593	130	2216
Слива*	134	705	59	899
Цукор	–	–	373	373
Разом	134	705	432	1272
Цукрова витяжка	100	379	262	741
Слива**	23	317	170	511
Втрати	11	9	–	20
Разом	134	705	432	1272

\* після екстрагування водно-спиртовим розчином;

\*\* після одержання цукрової витяжки.

Таблиця 4 – Вміст спирту, сухих речовин і води в ягодах після їхньої обробки

Ягоди	Вміст, мас. %		
	спирт	СР	вода
Смородина	16,7	28,1	55,2
Агрис	14,4	33,9	51,7
Слива	11,8	31,2	57,0

Такий склад ягід вказує на перспективність їх подальшого використання як сировини для одержання різноманітних кондитерських виробів. Іншим цікавим питанням є їх потенційне технологічне використання, зокрема можливість застосування як добавок до м'яса для запобігання окисленню ліпідів [18].

### Висновки

Результати досліджень вказують, що у водно-спиртових (1 : 1) екстрактах зі смородини, агрусу та сливи міститься від 1,6 до 5,5 % сухих речовин. Найменша їх кількість екстрагується зі смородини. Ягоди після екстрагування містять достатньо високий вміст спирту, який можна майже наполовину зменшити одержанням цукрових витяжок із них.

Показано, що максимальний ступінь використання цукру (79,0 %) досягається під час одержання витяжки зі смородини, що забезпечує в ній максимальний вміст сухих речовин – 43,4 %. Найменше значення ступеня використання цукру (35,1 %) спостерігається для витяжки з агрусу.

Встановлено, що з дослідженої ягідної сировини кислоти вилучаються практично в однаковій кількості водно-спиртовим розчином і в процесі обробки цукром.

Ступінь вилучення вітаміну С із ягід є приблизно однаковим і становить 59 % для агрусу та по 66 % для смородини і сливи.

Вказано на перспективність використання ягід після екстрагування та одержання витяжок як сировини для одержання різноманітних кондитерських виробів.

### Список літератури

1. Moura C., dos Reis A., da Silva L. D., de Lima V. A., Oldoni T. L. C., Pereira C., Carpes S. T. Optimization of phenolic compounds extraction with antioxidant activity from açai, blueberry and goji berry using response surface methodology. *Emir. J. Food. Agric.* 2018. № 30 (3). P. 180–189. doi: 10.9755/ejfa.2018.v30.i3.1639.
2. Кузнецова В. Ю., Котов А. Г., Кисличенко В. С., Котова Е. Е. Смородина чорної плоди – перспективна сировина для розробки національної монографії в державну фармакопею України. *Фармацевтичний часопис*. 2018. № 2. С. 11–16. doi: 10.11603/2312-0967.2018.2.8994.
3. Okatan V. Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated berry species: A comparative study. *Folia Hort.* 2020. № 32 (1). P. 79–85. doi: 10.2478/fhort-2020-0008.

4. Syjka M., Kołodziejczyk K., Milala J., Abadias M., Vicas I., Guyot S., Baron A. Composition and properties of the polyphenolic extracts obtained from industrial plum pomaces. *J. Funct. Foods*. 2015. № 12. P. 168–178. doi: 10.1016/j.jff.2014.11.015.
5. Gustinelli G., Eliasson L., Svelander C., Andlid T., Lundin L., Ahrne L., Alminger M. Supercritical fluid extraction of berry seeds: chemical composition and antioxidant activity. *J. Food Quality*. 2018. Article ID 6046074, 10 p. doi: 10.1155/2018/6046074.
6. Gao Z. Extraction, separation, and purification of blueberry anthocyanin using ethyl alcohol. *Kem. Ind.* 2017. № 66 (11–12). P. 655–659. doi: 10.15255/KUI.2017.041.
7. Savic I. M., Savic Gajic I. M. Optimization study on extraction of antioxidants from plum seeds (*Prunus domestica* L.). *Optim. Eng.* 2021. № 22. P. 141–158. doi: org/10.1007/s11081-020-09565-0.
8. Mojzer E. B., Hrnčič M. K., Škerget M., Knez Ž., Bren U. Polyphenols: Extraction methods, antioxidative action, bioavailability and anticarcinogenic effects. *Molecules*. 2016. № 21. (7), 901. doi: 10.3390/molecules21070901.
9. Bochi V. C., Barcia M. T., Rodrigues D., Speroni C. S., Giustic M. M., Godoy H. T. Polyphenol extraction optimisation from Ceylon gooseberry (*Dovyalis hebecarpa*) pulp. *Food Chem.* 2014. № 164. P. 347–354. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.05.031.
10. Ajila C. M. Brar S. K., Verma M. Extraction and analysis of polyphenols: Recent trends. *Crit. Rev. Biotechnol.* 2011. № 31. P. 227–249. doi: 10.3109/07388551.2010.513677.
11. Tripodo G., Ibáñez E., Cifuentes A., Gilbert-López B., Fanali C. Optimization of pressurized liquid extraction by response surface methodology of Goji berry (*Lycium barbarum* L.) phenolic bioactive compounds. *Electrophoresis*. 2018. № 39 (13). P. 1673–1682. doi: 10.1002/elps.201700448.
12. Kopp E. K., Fromme H., Völkel W. Analysis of common and emerging brominated flame retardants in house dust using ultrasonic assisted solvent extraction and online sample preparation via column switching with liquid chromatography-mass spectrometry. *J. Chrom. A*. 2012. № 1241(11). P. 28–36. doi: 10.1016/j.chroma.2012.04.022.
13. Solana M., Boschiero I., Dall'Acquab S., Bertucco A. A comparison between supercritical fluid and pressurized liquid extraction methods for obtaining phenolic compounds from *Asparagus officinalis* L. *J. Supercrit. Fluids*. 2015. № 100. P. 201–208. doi: 10.1016/j.supflu.2015.02.014.
14. Feng T., Zhang M., Sun Q., Mujumdar A. S., Yu D. Extraction of functional extracts from berries and their high quality processing: a comprehensive review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2022. P. 1–18. doi: 10.1080/10408398.2022.2040418.
15. Hu X., Yu C., Ahmadi S., Wang Y., Ye X., Hou Z., Chen S. Optimization of high-pressure processing-assisted extraction of pectic polysaccharides from three berries. *Food Qual. Saf.* 2022. № 6, fyac051. doi: 10.1093/fqsafe/fyac051.
16. Favaro L. I. L., Balcro V. M., Rocha L. K. H., Silva E. C., Oliveira Jr J. M., Vila M. M. D. C., Tubino M. Physicochemical Characterization of a Crude Anthocyanin Extract from the Fruits of Jussara (*Euterpe edulis* Martius): Potential for Food and Pharmaceutical Applications. *J. Braz. Chem. Soc.* 2018. № 29 (10). P. 2072–2088. doi: 10.21577/0103-5053.2018008.
17. Halbwirth H. The Creation and Physiological Relevance of Divergent Hydroxylation Patterns in the Flavonoid Pathway. *Int. J. Mol. Sci.* 2010. № 11. P. 595–621. doi:10.3390/ijms11020595.
18. Nunez de Gonzalez M. T., Hafley B. S., Boleman R. M., Miler R. K., Rhee K. S., Keeton J. T. Antioxidant properties of plum concentrates and powder in precooked roast beef to reduce lipid oxidation. 2008. *Meat Science*. № 80. P. 997–1004. doi: 10.1016/j.meatsci.2008.04.014.

#### References (transliterated)

1. Moura C., dos Reis A., da Silva L. D., de Lima V. A., Oldoni T. L. C., Pereira C., Carpes S. T. Optimization of phenolic compounds extraction with antioxidant activity from açai, blueberry and goji berry using response surface methodology. *Emir. J. Food. Agric.*, 2018, vol. 30, no. 3, pp. 180–189, doi: 10.9755/ejfa.2018.v30.i3.1639.
2. Kuznietsova V. Yu., Kotov A. H., Kyslychenko V. S., Kotova E. E. Smorodiny chornoi plody – perspektyvna syrovyna dlia rozrobky natsionalnoi monohrafiy v derzhavnu farmakopeiu Ukrainy. *Farmatsevtichnyi chasopys*, 2018, vol. 2, pp. 11–16, doi: 10.11603/2312-0967.2018.2.8994.
3. Okatan V. Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated berry species: A comparative study. *Folia Hort*, 2020, vol. 32, no. 1, pp. 79–85, doi: 10.2478/fhort-2020-0008.
4. Syjka M., Kołodziejczyk K., Milala J., Abadias M., Vicas I., Guyot S., Baron A. Composition and properties of the polyphenolic extracts obtained from industrial plum pomaces. *J. Funct. Foods*, 2015, vol. 12, pp. 168–178, doi: 10.1016/j.jff.2014.11.015.
5. Gustinelli G., Eliasson L., Svelander C., Andlid T., Lundin L., Ahrne L., Alminger M. Supercritical fluid extraction of berry seeds: chemical composition and antioxidant activity. *J. Food Quality*, 2018, Article ID 6046074, 10 p., doi: 10.1155/2018/6046074.
6. Gao Z. Extraction, separation, and purification of blueberry anthocyanin using ethyl alcohol. *Kem. Ind.*, 2017, vol. 66, no. 11–12, pp. 655–659, doi: 10.15255/KUI.2017.041.
7. Savic I. M., Savic Gajic I. M. Optimization study on extraction of antioxidants from plum seeds (*Prunus domestica* L.). *Optim. Eng.*, 2021, vol. 22, pp. 141–158, doi: 10.1007/s11081-020-09565-0.
8. Mojzer E. B., Hrnčič M. K., Škerget M., Knez Ž., Bren U. Polyphenols: Extraction methods, antioxidative action, bioavailability and anticarcinogenic effects. *Molecules*, 2016, vol. 21, no. 7, 901, doi: 10.3390/molecules21070901.
9. Bochi V. C., Barcia M. T., Rodrigues D., Speroni C. S., Giustic M. M., Godoy H. T. Polyphenol extraction optimisation from Ceylon gooseberry (*Dovyalis hebecarpa*) pulp. *Food Chem.*, 2014, vol. 164, pp. 347–354, doi: 10.1016/j.foodchem.2014.05.031.
10. Ajila C. M. Brar S. K., Verma M. Extraction and analysis of polyphenols: Recent trends. *Crit. Rev. Biotechnol.*, 2011, vol. 31, pp. 227–249, doi: 10.3109/07388551.2010.513677.
11. Tripodo G., Ibáñez E., Cifuentes A., Gilbert-López B., Fanali C. Optimization of pressurized liquid extraction by response surface methodology of Goji berry (*Lycium barbarum* L.) phenolic bioactive compounds. *Electrophoresis*, 2018, vol. 39, no. 13, pp. 1673–1682, doi: 10.1002/elps.201700448.
12. Kopp E. K., Fromme H., Völkel W. Analysis of common and emerging brominated flame retardants in house dust using ultrasonic assisted solvent extraction and online sample preparation via column switching with liquid chromatography-mass spectrometry. *J. Chrom. A*, 2012, vol. 1241, no. 11, pp. 28–36, doi: 10.1016/j.chroma.2012.04.022.

13. Solana M., Boschiero I., Dall'Acquab S., Bertucco A. A comparison between supercritical fluid and pressurized liquid extraction methods for obtaining phenolic compounds from Asparagus Officinalis L. *J. Supercrit. Fluids*, 2015, vol. 100, pp. 201–208, doi: 10.1016/j.supflu.2015.02.014.
14. Feng T., Zhang M., Sun Q., Mujumdar A. S., Yu D. Extraction of functional extracts from berries and their high quality processing: a comprehensive review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2022, pp. 1–18, doi: 10.1080/10408398.2022.2040418.
15. Hu X., Yu C., Ahmadi S., Wang Y., Ye X., Hou Z., Chen S. Optimization of high-pressure processing-assisted extraction of pectic polysaccharides from three berries. *Food Qual. Saf.*, 2022, vol. 6, fya051, doi:10.1093/fqsafe/fyac051.
16. Favaro L. I. L., Balcro V. M., Rocha L. K. H., Silva E. C., Oliveira Jr J. M., Vila M. M. D. C., Tubino M. Physicochemical Characterization of a Crude Anthocyanin Extract from the Fruits of Jussara (*Euterpe edulis* Martius): Potential for Food and Pharmaceutical Applications. *J. Braz. Chem. Soc.*, 2018, vol. 29, no. 10, pp. 2072–2088, doi: 10.21577/0103-5053.2018008.
17. Halbwirth H. The Creation and Physiological Relevance of Divergent Hydroxylation Patterns in the Flavonoid Pathway. *Int. J. Mol. Sci.*, 2010, vol. 11, pp. 595–621, doi:10.3390/ijms11020595.
18. Nunez de Gonzalez M. T., Hafley B. S., Boleman R. M., Miler R. K., Rhee K. S., Keeton J. T. Antioxidant properties of plum concentrates and powder in precooked roast beef to reduce lipid oxidation. *Meat Science*, 2008, vol. 80, pp. 997–1004, doi: 10.1016/j.meatsci.2008.04.014.

### Відомості про авторів (About authors)

**Мельник Степан Романович** – доктор технічних наук, професор, Національний університет «Львівська політехніка», професор кафедри технології органічних продуктів; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0629-9723>, e-mail: [stepan.r.melnyk@lpnu.ua](mailto:stepan.r.melnyk@lpnu.ua).

**Melnyk Stepan** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor, Department of Organic Products Technology, Lviv Polytechnic National University; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0629-9723>, e-mail: [stepan.r.melnyk@lpnu.ua](mailto:stepan.r.melnyk@lpnu.ua).

**Мельник Юрій Романович** – доктор технічних наук, доцент, Національний університет «Львівська політехніка», доцент кафедри технології органічних продуктів; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0109-5526>, e-mail: [yurii.r.melnyk@lpnu.ua](mailto:yurii.r.melnyk@lpnu.ua).

**Melnyk Yurii** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor, Department of Organic Products Technology, Lviv Polytechnic National University; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0109-5526>, e-mail: [yurii.r.melnyk@lpnu.ua](mailto:yurii.r.melnyk@lpnu.ua).

**Бліщ Роксолана Олександрівна** – кандидат технічних наук, доцент, Національний університет «Львівська політехніка», доцент кафедри технології органічних продуктів; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1143-5264>, e-mail: [roksolana.r.blishch@lpnu.ua](mailto:roksolana.r.blishch@lpnu.ua).

**Blishch Roksolana** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor, Department of Organic Products Technology, Lviv Polytechnic National University; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1143-5264>, e-mail: [roksolana.r.blishch@lpnu.ua](mailto:roksolana.r.blishch@lpnu.ua).

**Оробчук Оксана Михайлівна** – кандидат технічних наук, Національний університет «Львівська політехніка», доцент кафедри технології органічних продуктів; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8340-913X>, e-mail: [oksana.m.orobchuk@lpnu.ua](mailto:oksana.m.orobchuk@lpnu.ua).

**Orobchuk Oksana** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Organic Products Technology, Lviv Polytechnic National University; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8340-913X>, e-mail: [oksana.m.orobchuk@lpnu.ua](mailto:oksana.m.orobchuk@lpnu.ua).

*Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

Мельник С. Р., Мельник Ю. Р., Бліщ Р. О., Оробчук О. М. Закономірності одержання водно-спиртових екстрактів та цукрових витяжок з ягідної сировини. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПІ». 2023. № 1 (15). С. 88-94. doi:10.20998/2413-4295.2023.01.12.

*Please cite this article as:*

Melnyk S., Melnyk Yu., Blishch R., Orobchuk O. The obtaining of water-alcoholic and sugar extracts from berries. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: New solutions in modern technology.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2023, no. 1(15), pp. 88-94, doi:10.20998/2413-4295.2023.01.12.

*Надійшла (received) 08.02.2023  
Прийнята (accepted) 10.03.2023*