

УДК 547.97: 547.9

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.3.16>

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ВИХІД БАРВНИХ РЕЧОВИН ІЗ ВИЖИМОК БУЗИНИ ЧОРНОЇ

**Ярмош Т. А.** – аспірантка,  
асистент кафедри технології харчування  
Сумського національного аграрного університету  
ORCID ID: 0000-0001-7884-6792

**Перцевой Ф. В.** – доктор технічних наук,  
професор кафедри технології харчування  
Сумського національного аграрного університету  
ORCID ID: 0000-0002-3111-5017  
Scopus-Author ID: 57190932700  
Researcher ID: ABD-5115-2020

Представлена в статті інформація є фрагментом наукового дослідження. У роботі представлено дослідження впливу технологічних факторів на вихід барвних речовин з вижимок бузини чорної. У попередніх джерелах було встановлено, що такі фактори, як температура, тривалість настоювання/ екстрагування, розмір частинок рослинної сировини, гідромодуль та рН середовище суттєво впливають на вилучення пігментів. Тому основною метою даного дослідження є встановлення оптимальних параметрів настоювання вичавок з бузини чорної. Дослідження сировини проводили в лабораторії кафедри харчових технологій Сумського національного аграрного університету. Бузину чорну збирали на території Сумської області 2023 року на стадії повної стиглості. Контроль якості сировини проводили за фізико-хімічними та органолептичними показниками. Для імітації промислового виробництва з ягід бузини вичавлювали сік, а вичавки використовували для дослідження. Для інактивації ферментів свіжі вичавки бузини обробляли розчином лимонної кислоти та висушували при температурі ( $50 \pm 5^\circ\text{C}$ ) протягом 6 годин до вмісту сухих речовин ( $30,8 \pm 0,5\%$ ).

Процес настоювання залежить від ряду факторів, які впливають на добування пігменту. Тому в роботі вивчався кожен фактор впливу окремо, а саме: температура ( $t$ ),  $^\circ\text{C}$ , тривалість ( $\tau$ ), хв; розмір частинок ( $a$ ), мм; концентрація лимонної кислоти ( $c$ ), %.

Підвищення температури і тривалості настоювання покращує ефективність екстракції пігменту. Оптимальними умовами настоювання є температура  $60-70^\circ\text{C}$ ; тривалість 120–180 хв. Додавання лимонної кислоти стабілізує колір і підвищує вміст пігменту за рахунок зниження рН середовища. Максимальне значення барвних речовин досягається при введенні лимонної кислоти в кількості (1–1,3%) від загальної маси. Зменшення розміру частинок вичавок з ягід бузини призводить до збільшення концентрації фарбувальних речовин. Зі зменшенням розміру частинок площа поверхні вичавок збільшується, що призводить до збільшення контакту між розчинником і фарбувальними речовинами. Найбільша концентрація барвників спостерігається при розмірі частинок 0,1 мм – 0,2 мм, але при цьому відбувається часткова зміна кольору від червоного до коричневого, оскільки на колір впливають подрібнені кісточки ягід. Тому було визначено оптимальні умови настоювання, а саме: температура,  $60-70^\circ\text{C}$ ; тривалість 120–180 хв; розмір часток, 0,5 – 0,4 мм та концентрація лимонної кислоти 1 – 1,3 %.

**Ключові слова:** натуральні харчові барвники; синтетичні харчові барвники; барвні речовини; екстракти; колір; вижимки; чорна бузина; настоювання; біологічно активні речовини; екстрагування.

**Yarmosh T. A., Pertsevoi F. V. Study of the influence of technological factors on the release of coloring substances from black elder presses**

The information presented in the article is a fragment of scientific research. The paper presents a study of the influence of technological factors on the release of dyes from black elder pomace. In previous sources, it was established that factors such as temperature, duration of infusion/extraction,

particle size of plant material, hydromodulus and pH of the medium significantly affect the extraction of pigments. Therefore, the main goal of this study is to establish the optimal infusion parameters of black elderberry pomace. Research of raw materials was carried out in the laboratory of the Department of Food Technologies of the Sumy National Agrarian University. Black elderberry was collected in the territory of the Sumy region in 2023 at the stage of full ripeness. Quality control of raw materials was carried out according to physico-chemical and organoleptic parameters. To simulate industrial production, juice was squeezed from elderberries, and the juice was used for research. To inactivate the enzymes, fresh elderberries were treated with a solution of citric acid and dried at a temperature of  $(50 \pm 5^\circ\text{C})$  for 6 hours to a dry matter content of  $(30.8 \pm 0.5\%)$ .

The process of infusion depends on a number of factors that affect the extraction of pigment. Therefore, the work included each influencing factor separately, namely: temperature ( $t$ ),  $^\circ\text{C}$ , duration ( $\tau$ ), min; particle size ( $a$ ), mm; concentration of citric acid ( $c$ ), %. Increasing the temperature and duration of infusion increases the efficiency of pigment extraction. The optimal infusion conditions are a temperature of  $60\text{--}70^\circ\text{C}$ ; duration  $120\text{--}180$  min. The addition of citric acid stabilizes the color and pigment content to reduce ambient levels. The maximum value of coloring substances is achieved when citric acid is introduced in the amount  $(1\text{--}1.3\%)$  of the total mass. Reducing the particle size of elderberry extracts helps to increase the concentration of coloring substances. As the size of the particles decreases, the surface area of the extracts increases, which leads to an increase in the contact between the solvent and the dyes. The largest concentration of dyes is in the size of particles  $0.1\text{ mm} - 0.2\text{ mm}$ , but at the same time there is a change in the partial color change from red to brown, the latter color is affected by crushed berry stones. Therefore, the temperature was determined by the optimal infusion conditions, namely: ( $t$ ),  $60\text{--}70^\circ\text{C}$ ; duration ( $\tau$ ),  $120\text{--}180$  min; particle size ( $a$ ),  $0.5\text{--}0.4\text{ mm}$  and citric acid concentration ( $c$ ),  $1\text{--}1.3\%$ .

**Key words:** natural food dyes; synthetic food dyes; dyes; extracts; color; pomace; black elder; infusion, biologically active substances; extraction.

**Актуальність теми дослідження.** Антоціани — це натуральні пігменти, які забарвлюють сировину в червоний, синій та фіолетовий колір. Антоціани володіють антиоксидантною та протизапальною дією, тому їх використання в харчуванні є корисним для здоров'я. Вони широко використовують в харчовій промисловості в якості барвників і є здоровою альтернативою заміни синтетичним барвникам. Одним із основних джерел антоціанів є плоди бузини чорної. Вона володіє протівірусною, імуномодулюючою, протизапальною, сечогінною, детоксикуючою дією. В Європі плоди бузини вважають суперфудом, оскільки вона містить значну кількість вітамінів та мінералів.

Вичавки бузини є цінним ресурсом для біоактивних фітохімічних речовин, таких як феноли і антоціани. За статистичними даними, опублікованими Продовольчою та сільськогосподарською організацією (FAO), у 2020 році в Європі було вироблено 43 804 т. свіжих фруктів, включно з бузиною. Високий попит на продукти та дієтичні добавки на основі бузини призвів до збільшення виробництва її протягом останніх кількох років, в основному через пандемію COVID-19 [1]. Прогнозується, що до 2025 року річний темп зростання ринку бузини становитиме 6,52%, що призведе до утворення великої кількості відходів після переробки бузини та відкриття можливостей для їх утилізації. Тому актуальним є дослідження вичавок плодів бузини чорної у якості сировини для отримання натуральних барвників.

**Постановка проблеми.** Незважаючи на високу харчову і фармакологічну цінність, вичавки бузини чорної є недостатньо використаним ресурсом. При переробці вичавок бузини у якості джерела барвників дуже важливо усвідомлювати вплив кожного фактору на стабільність антоціанів, щоб мінімізувати їх втрати. На їх стабільність впливає хімічний склад сировини, природа антоціанів, кислотність середовища (pH), температура, кисень, ферменти, активність води та різні домішки [2]. Тобто, при дії різних факторів вони можуть зберігатися або руйнуватися. Тому доцільним є дослідження факторів, які впливають на стабільність антоціанів бузини.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Бузина – це дикоросла рослина у вигляді куща висотою до 2-5 метрів, з високою урожайністю (50т/га) та стійкістю до шкідників і хвороб [3, 4]. Ягоди бузини можна вживати в їжу, коли вони повністю дозріли, але в незрілому виді вони отруйні та містять ціаногенні глікозиди, які під дією природної деградації перетворюються на синильну кислоту. Існує понад 25 різновидів бузини, але в Україні поширена чорна та червона бузина. В Україні бузина є дикорослою і масового культивування поки що не отримала, але в Данії, Німеччині, США, Румунії та Словенії її активно культують для виробництва соків, БАД, екстрактів, барвників, сиропів, напоїв та ліків.

Стебло, листя, квіти, плоди і корінь бузини застосовують при бронхітах, кашлі, простудних інфекціях верхніх дихальних шляхів, лихоманці. Плоди та квіти бузини використовуються в традиційній австрійській медицині у вигляді чаю, желе, соку чи сиропу для лікування розладів дихальних шляхів, порожнини рота, шлунково-кишкового тракту, шкіри, а також при вірусних інфекціях, лихоманці, застуді та грипі. Ефірні олії бузини мають високий вміст летких молекул. Домінуючі сполуки бузини характеризуються біологічною активністю, особливо ліналоол, терпінєол, лімонен, каріофілен, які мають антигіпертензивну, протиракову, антимікробну, антиоксидантну та седативну дію. Антоціани бузини можуть зменшити неврологічні захворювання та ризик серцево-судинних захворювань та надавати протизапальну дію, пов'язану з ожирінням і діабетом. Пігменти регулюють рівень глюкози в крові, нормалізуючи секрецію інсуліну та резистентність.

Згідно з даними [4], зрілі ягоди бузини містять (83-85%) вологи, (6-8%) моноцукрів, (1,5-2%) сахарози, (1,3-1,4%) органічних кислот, (1,0-1,2%) пектинових речовин. Було встановлено, що бузина містить аскорбінову кислоту (58,5 мг/100 г), флавоноїдів (65,9 мг/100 г), антоціанів (742,2 мг/100г), барвни (750 мг/100 г) та фенольні (1080 мг/100 г) речовин. Серед антоціанів бузини чорної найбільш поширені ціанідин-3-самбубіозид і ціанідин-3-глюкозид. Було доведено [5], що екстракт з бузини проявляє противірусну активність проти людського коронавірусу HCoV-NL63 та інгібуючу дію проти патогенних для людини штамів вірусу грипу А (IAV) KAN-1 та H5N1. Клінічні дослідження на людях показали, що екстракти чорної бузини знижують тяжкість симптомів та тривалість вірусних інфекцій групи В.

Науковцями доведено [4], що більшість поліфенолів і антоціанів у чорній бузині залишаються у вичавках після віджиму соку, так як вміст барвних речовин у м'якоті складає (764 мг/100 г), в шкірці (3198 мг/100 г) та в кісточці (49 мг/100 г) [5]. Незважаючи на високу харчову і фармакологічну цінність, вичавки бузини чорної є недостатньо використаним ресурсом. При використанні вичавок бузини у якості джерела барвників важливо усвідомлювати вплив кожного фактору на антоціани для мінімізації втрат [7].

Термічна обробка є одним із важливих факторів, що впливає на стабільність молекулярної структури антоціанів. Під дією тривалої термічної обробки антоціани зазнають процесу розщеплення та полімеризації. В результаті призводить до деградації та побуріння пігменту у присутності кисню. Доведено [8], що у всіх природних пігментів, включаючи антоціани, стабільність знижується з підвищенням температури. Отже, інтенсивність кольору знижується залежно від часу/температури, тоді як кількість коричневих пігментів полімерної фракції збільшується. З іншого боку термічна обробка може мати позитивний ефект за рахунок інактивації ферментів, які розщеплюють антоціани. Таким чином, короткочасна теплова обробка покращує стабільність антоціанів за рахунок інактивації нативних ферментів.

В процесі термічної обробки кисень виступає в ролі каталізатора в деградації антоціанів, шляхом прямого окисного механізму або за допомогою дії окислювальних ферментів. Дослідниками було доведено [9, 10], що стабільність антоціанів підвищується, якщо зберігати у вакуумі. Видалення кисню з розчину запобігає протіканню термічній деградації. Якщо зберігати харчові продукти при низькій температурі в присутності кисню, то процес деградації протікатиме не так інтенсивно, як при кімнатній температурі.

Наступним фактором, який впливає на інтенсивність та стабільність забарвлення є рН середовище. Зазвичай, антоціани існують у 4 різних формах, в залежності від кислотно-лужної рівноваги. В кислому середовищі рН1 антоціани набувають червоного забарвлення і стають добре розчинними у воді, при рН2-4 набувають фіолетово-червоного кольору, при рН5-6 стають безбарвними, а при рН7 і вище – розкладаються. Усі чотири форми антоціанів можуть співіснувати у кислому середовищі з рН5-6. Однак, потрібно враховувати природу антоціанів, так як вони можуть поводити себе по різному в залежності від сировини.

Аскорбінова кислота виступає у ролі антиоксиданту в організмі людини. Її додають у більшість харчової продукції для покращення біологічної цінності. Але коли аскорбінова кислота вступає у взаємодію з антоціанами, то призводить до деструкції пігменту. Дослідники стверджують [9], що аскорбінова кислота може призводити до деструкції або стабілізації антоціанів, і це залежить від сировини, так як у гранатовому соці вона сприяє стабілізації антоціанів, а у вишневому соці, навпаки, спричиняє швидке розкладання

Ферменти антоціанази також впливають на стабільність антоціанів. Вони виробляються рослиною, і можуть бути присутніми в її тканинах або виникати в результаті мікробного забруднення. Глікозидази розривають ковалентний зв'язок між залишком аглікону і глікозилу антоціану, що призводить до дестабілізації стійкості антоціанів. У присутності кисню ферменти виконують роль каталізатора і прискорюють процес деградації антоціанів. Першим ферментом, який вступає в реакцію з антоціанами є  $\beta$ -глюкозидаза. Під дією ферментів антоціани втрачають здатність до повного розчинення і перетворюються на безбарвні сполуки [11].

Світло є найголовнішим фактором, який впливає на деградацію антоціанів. Було проведено багато досліджень, щодо впливу світла на антоціани та встановлено, що світло необхідне для синтезу антоціанів в рослині, а з іншого боку прискорює розпад пігментів. Зберігання екстрактів протягом 10 діб під прямим сонячним випромінюванням сприяло втраті понад 50% антоціанів, а у темряві – 30%. Окрім втрати антоціанів, також втрачається антиоксидантна активність. Таким чином, чим довше антоціани будуть зберігатися на світлі, тим більші будуть їх втрати.

Таким чином, антоціани є найпоширенішою категорією водорозчинних природних барвників. Їх головне використання — харчові барвники, оскільки вони надають широкий спектр кольорів і можуть замінити синтетичні барвники. Так як синтетичні барвники проявляють токсичність на здоров'я людини. Крім основного використання як пігментів, антоціани також мають важливі антиоксидантні, протипухлинні, антимулагенні та протидіабетичні властивості. Щоб отримати максимальну користь від властивостей антоціанів, важливо знати, як на їхню стабільність впливають фактори навколишнього середовища.

**Метою дослідження** є встановлення оптимальних параметрів настоювання вичавок бузини чорної.

**Виділення недосліджених частин загальної проблеми.** Аналіз літератури показав, що у вітчизняних та закордонних учених недостатньо уваги приділено дослідженню вторинній сировині, а саме вижимок з ягід бузини. Результати дослідження сприятимуть раціональному використанню природних ресурсів, зменшенню кількості харчових відходів та розробці нових продуктів з цінними біологічно активними речовинами.

**Матеріали і методи дослідження.** Дослідження сировини проводилися в лабораторії кафедри технології харчування Сумського національного аграрного університету. Предметом дослідження були вижимки та ягоди бузини чорної, зібрані на території Сумської області у жовтні 2023 року.

Контроль якості сировини проводили за фізико-хімічними та органолептичними показниками за стандартними методиками [13 – 16]:

Сухі речовини (загальні)	ДСТУ 7804:2015
Сухі речовини (розчинні)	ДСТУ ISO 2173:2007
Титрована кислотність	ДСТУ 4957:2008
Масова концентрація фарбувальних речовин	ДСТУ 3845-99

У роботі було досліджено кожен фактор впливу окремо, а саме: температура (t), °С, тривалість (τ), хв; розмір частинок (a), мм; концентрація лимонної кислоти (c), %.

Оптична щільність екстрактів визначалася за допомогою фотоелектричного колориметра КФК-2 при довжині хвилі 315-630 нм і робочій кювети 10 мм. Настоювання при різних температурах проводили у термостаті.

Розмір часток вижимок бузини змінювалася від 0,1 мм – 1 см із кроком варіювання 0,3 мм; температура – від 20 – 90°С; тривалість настоювання від 30 хв. до 180 хв., концентрація лимонної кислоти в екстракті – 0,3% до 3,5%.

**Виклад основного матеріалу.** Для дослідження були використані ягоди бузини чорної на стадії повного дозрівання. З метою імітування виробництва соків, з бузини чорної вичавлювали сік, а вижимки використовували для дослідження. З метою інактивації ферментів, свіжі вижимки бузини обробляли розчином лимонної кислоти та висушували при температурі (50±5°С) протягом 6 год.

Отримані дані вхідного контролю сировини зазначені у табл. 1.

Таблиця 1

**Фізико-хімічні показники плодів та вижимок бузини чорної**

Назва зразка	Масова частка, %		
	Сухі речовини (загальні)	Сухі речовини (розчинні)	Титрована кислотність
Ягоди бузини (свіжі)	15,5±0,5	17,0±0,5	1,6±0,1
Вижимки бузини (свіжі)	30,8±0,5	19,0±0,5	1,4±0,1
Вижимки бузини (висушені)	85,0±0,5	-	-

*Джерело: розроблено автором*

За органолептичними показниками плоди бузини – цілі, округлої форми з діаметром 5-7 мм, чорного кольору та без стороннього запаху з кислувато-солодким смаком, що відповідає даному виду сировини.

Настій готували методом настоювання. В якості розчинника було використано дистильовану воду. Після настоювання настій фільтрували.



Рис. 1. Висушені вижимки бузини чорної: 1 – цілі; 2 – подрібнені  
Джерело: розроблено автором

Залежність оптичної густини водних витяжок з вижимок бузини наведені на рис. 2–6.

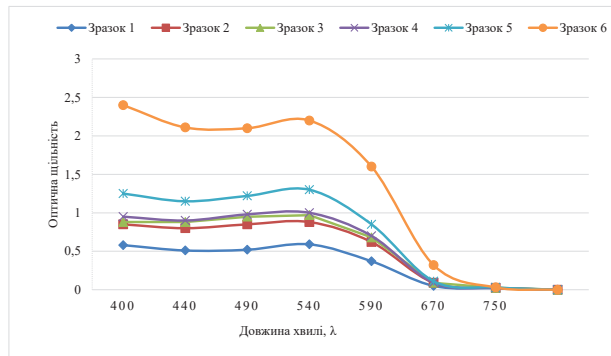


Рис. 2. Залежність оптичної густини водних витяжок з вижимок бузини при температурі  $20 \pm 1,5^\circ\text{C}$ : 1 – 30 хв., 2 – 60 хв., 3 – 90 хв., 4 – 120 хв., 5 – 150 хв., 6 – 180 хв.  
Джерело: розроблено автором

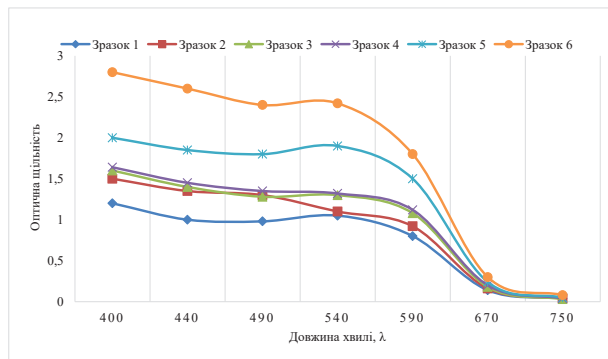


Рис. 3. Залежність оптичної густини водних витяжок з вижимок бузини при температурі  $40 \pm 1,5^\circ\text{C}$ : 1 – 30 хв., 2 – 60 хв., 3 – 90 хв., 4 – 120 хв., 5 – 150 хв., 6 – 180 хв.  
Джерело: розроблено автором

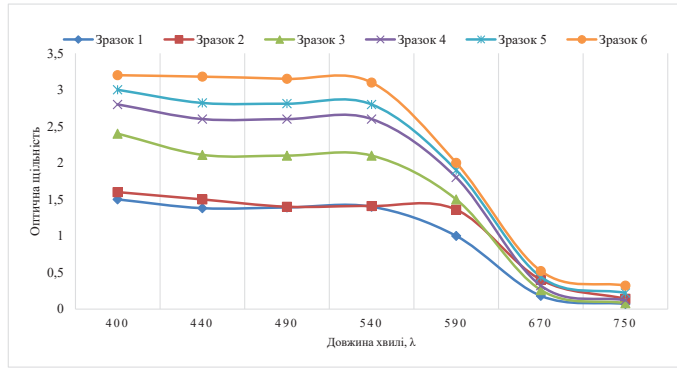


Рис. 4. Залежність оптичної густини водних витяжок з вижимок бузини при температурі  $60 \pm 1,5^\circ\text{C}$ : 1 – 30 хв., 2 – 60 хв., 3 – 90 хв., 4 – 120 хв., 5 – 150 хв., 6 – 180 хв.

Джерело: розроблено автором

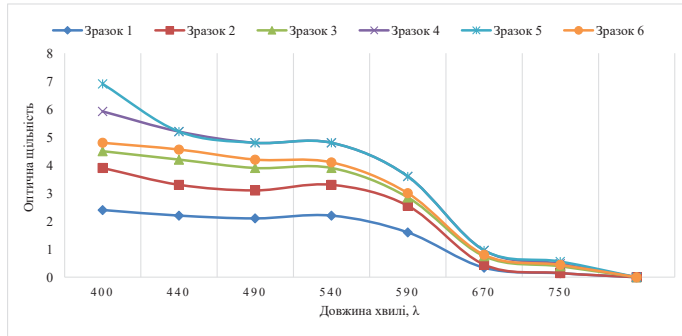


Рис. 5. Залежність оптичної густини водних витяжок з вижимок бузини при температурі  $80 \pm 1,5^\circ\text{C}$ : 1 – 30 хв., 2 – 60 хв., 3 – 90 хв., 4 – 120 хв., 5 – 150 хв., 6 – 180 хв.

Джерело: розроблено автором

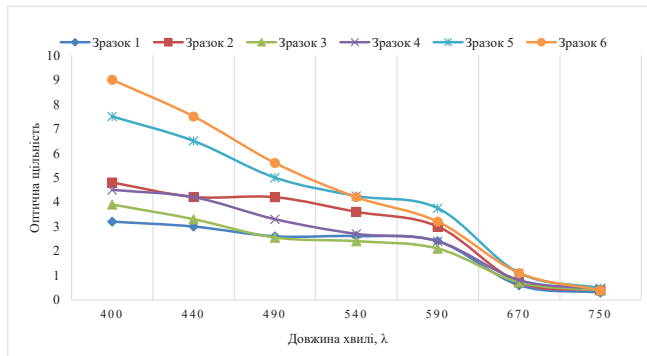


Рис. 6. Залежність оптичної густини водних витяжок з вижимок бузини при температурі  $90 \pm 1,5^\circ\text{C}$ : 1 – 30 хв., 2 – 60 хв., 3 – 90 хв., 4 – 120 хв., 5 – 150 хв., 6 – 180 хв.

Джерело: розроблено автором

Проаналізуємо вплив фактору температура/час на ефективність настоювання з вижимок бузини чорної (табл. 2).

Таблиця 2

**Вплив фактору температура/час на ефективність настоювання з вижимок бузини чорної**

Температура, °С	Концентрація фарбувальних речовин у перерахунку на сірчаноокислий кобальт, г/кг					
	30 хв.	60 хв.	90 хв.	120 хв.	150 хв.	180 хв.
20±1,5	2,06	3,44	4,28	4,88	5,25	5,52
40±1,5	2,75	4,13	5,5	5,86	6,11	9,77
60±1,5	5,98	6,23	6,84	7,94	9,16	10,02
80±1,5	10,51	11,61	12,2	12,83	10,87*	10,26*
90±1,5	8,92	8,43*	4,81*	3,43*	1,38*	0,55*

\* зміна кольору, утворення коричневих пігментів

Джерело: досліджено та розроблено автором

Дані табл. 1 свідчать, що з підвищенням температури та часу ефективність настоювання зростає. Найбільша концентрація фарбувальних речовин (12,83 г/кг) спостерігається при температурі 80°C протягом 90 хв., але при витримці більше ніж 120 хв. спостерігається зниження концентрації (10,26 г/кг), що свідчить про поступову деградацію з утворення коричневих пігментів. При температурі 90°C протягом 30 хв. спостерігається зниження концентрації пігментів з 8,92 г/кг до 0,55 г/кг, що свідчить про руйнування пігментів та зміною кольору до коричневого. Тому проведення настоювання при температурі 80°C і вище є недоцільним.

Максимальна концентрація фарбувальних речовин досягається протягом 90-120 хв. в усіх зразках. Тому подальше збільшення часу настоювання більше ніж 180 години не дає значного приросту концентрації фарбувальних речовин. Таким чином, для максимального вилучення пігментів оптимальними умовами настоювання є температура (t), 60-70 °C; тривалість (τ), 120–180 хв.

Для дослідження фактору кислотність, настоювання проводили при кімнатній температурі (18±2°C) протягом 180 хв. з використанням лимонної кислоти. Спектри поглинання витяжок з вижимок бузини наведені на рис.7 – 8

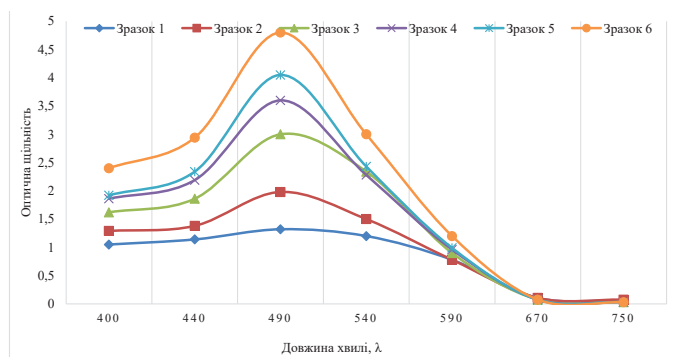


Рис. 7. Залежність оптичної густини водних витяжок з вижимок бузини при додаванні лимонної кислоти: 1 – без кислоти, 2 – 0,3% розчин кислоти, 3 – 0,6% розчин, 4 – 1% розчин, 5 – 1,3% розчин, 6 – 1,6% розчин кислоти

Джерело: розроблено автором



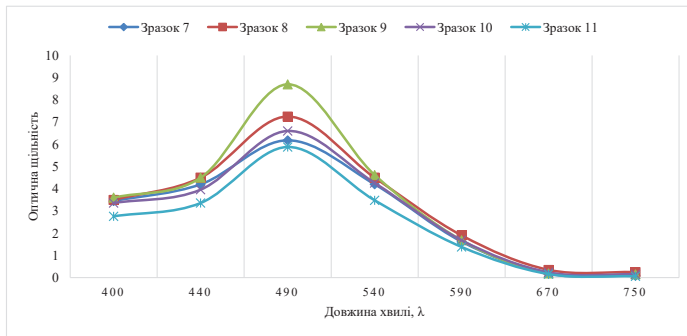


Рис. 8. Залежність оптичної густини водних витяжок з вижимок бузини при додаванні лимонної кислоти: 7 – 2% розчин кислоти, 8 – 2,3% розчин, 9 – 2,6% розчин, 10 – 3% розчин, 11 – 3,3% розчин

Джерело: розроблено автором

Проаналізуємо вплив фактору кислотності на ефективність настоювання з вижимок бузини чорної (табл. 3).

Таблиця 3

**Вплив фактору кислотності на ефективність настоювання з вижимок бузини чорної**

Концентрація лимонної кислоти, с	Значення рН	Концентрація фарбувальних речовин у перерахунку на сірчаноокислий кобальт, г/кг
Без кислоти	4,4	5,5
0,3	3,0	5,86
0,6	2,8	6,35
1,0	2,6	6,47
1,3	2,4	6,6
1,6	2,3	6,6
2,0	2,2	6,6
2,3	2,2	6,6
2,6	2,1	6,6
3,0	2,1	4,27
3,3	2,1	3,66

Джерело: досліджено та розроблено автором

Дані табл. 3 показують, що додавання лимонної кислоти дозволяє стабілізувати колір і збільшити вміст вилученого пігменту. Максимальне значення барвних речовин (6,47 – 6,6 г/кг) досягається при внесенні лимонної кислоти у кількості (1 – 1,3%) від зальної маси. Подальше додавання лимонної кислоти не призводить до значного збільшення пігментів. Проте додавання лимонної кислоти у кількості 3,0% та більше від загальної маси призводить до різкого зниження вмісту пігментів (4,27 г/кг).

Таким чином, оптимальними умовами настоювання з вижимок бузини чорної є внесення лимонної кислоти у кількості 1 – 1,3%, що відповідає значенню рН 2,6 – 2,4.

Для дослідження фактору розмір часток (а), використовували вижимки бузини чорної у цілому вигляді (0,7 мм – 1 см), подрібненими (0,4 мм – 0,5 мм) та (0,1 мм – 0,2 мм), а ягоди бузини цілі висушені. Настоювання проводили при кімнатній температурі ( $18 \pm 2^\circ\text{C}$ ) протягом 180 хв.

Проаналізуємо вплив фактору розмір часток (а) на процес настоювання з вижимок бузини чорної (табл. 4).

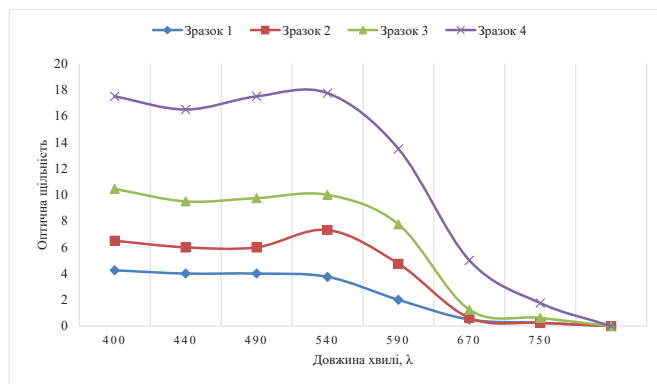


Рис. 9. Оптична густина водних витяжок з вижимок бузини в залежності від розміру часток (а): 1 – цілі ягоди (0,5 мм); 2 – подрібнені вижимки (0,7 мм – 1 см); 3 – подрібнені вижимки (0,4 мм – 0,5 мм); 4 – подрібнені вижимки (0,1 мм – 0,2 мм)

Джерело: розроблено автором

Таблиця 4

#### Вплив фактору розмір часток (а) на процес настоювання з вижимок бузини чорної

Розмір часток, а	Концентрація фарбувальних речовин у перерахунку на сірчаноокислий кобальт, г/кг
Цілі ягоди (0,5 мм)	1,38
Подрібнені вижимки (0,7 мм – 1 см)	8,55
Подрібнені вижимки (0,4 мм – 0,5 мм)	10,38
Подрібнені вижимки (0,1 мм – 0,2 мм)	12,83*

\* зміна кольору

Джерело: досліджено та розроблено автором

Дані табл. 4 показують, що спостерігається чітка залежність концентрації барвних речовин від розміру часток вижимок бузини чорної. Зі зменшенням розміру часток концентрація барвних речовин збільшується. Найбільша концентрація фарбувальних речовин (12,83 г/кг) досягається при розмірі часток 0,1 мм – 0,2 мм. Зі зменшенням розміру часток збільшується площа поверхні вижимок, що призводить до збільшення контакту між розчинником і барвними речовинами, що полегшує їх вивільнення. Крім того, менші частинки легше розпадаються під час настоювання, що збільшує вихід пігментів. Однак, при зменшенні розмірів вижимок бузини чорної (0,1 мм – 0,2 мм) спостерігається часткова зміна кольору з темно-червоного до червоно-коричневого відтінку,

так як подрібнені кісточки ягід впливають на забарвлення. Отже, оптимальними параметрами для настоювання вижимок бузини чорної є фракція (0,5 – 0,4 мм).

**Висновки.** В ході дослідження було встановлено, що механізм настоювання залежить від ряду факторів, які впливають на вилучення пігментів. Тому у роботі було досліджено кожен фактор впливу окремо, а саме: температура (t), °С, тривалість (τ), хв; розмір часток (a), мм; концентрація лимонної кислоти (c), %. Було встановлено, що збільшення температури та тривалості часу настоювання покращує ефективність вилучення пігментів. Оптимальними умовами настоювання є температура (t), 60-70 °С; тривалість (τ), 120–180 хв. Додавання лимонної кислоти дозволяє стабілізувати колір і збільшити вміст пігменту за рахунок зниження рН середовища. Максимальне значення барвних речовин досягається при внесенні лимонної кислоти у кількості (1 – 1,3%) від зальної маси. Подальше додавання лимонної кислоти не призводить до значного збільшення пігментів. Зменшення розміру часток вижимок бузини призводить до збільшення концентрації барвних речовин. Зі зменшенням розміру часток збільшується площа поверхні вижимок, що призводить до збільшення контакту між розчинником і барвними речовинами. Крім того, менші частинки легше розпадаються під час настоювання, що збільшує вихід пігментів. Оптимальними умовами настоювання є розмір часток 0,4 – 0,5 мм; концентрація лимонної кислоти (c), 1 – 1,3 %

Таким чином, оптимальними параметрами настоювання вижимок бузини чорної є: температура (t), 60 – 70°С; тривалість (τ), 120 – 180 хв; розмір часток (a), 0,4 – 0,5 мм.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Black elderberry press cake as a source of bioactive ingredients using green-based extraction approaches / Z. Mutavski et al. *Biology*. 2022. Vol. 11, no. 10. P. 1465. URL: <https://doi.org/10.3390/biology11101465>
2. Mesías F. J., Martín A., Hernández A. Consumers' growing appetite for natural foods: Perceptions towards the use of natural preservatives in fresh fruit. *Food Research International*. 2021. Vol. 150. P. 110749. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110749>
3. Перспективи використання ягід бузини чорної для виробництва барвників / Ярмош Т. А., Перцевой Ф.В. // Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14-16 травня 2024 р.).
4. Khomych G. P., Polozhishnikova L. O. The change in the content of biologically active substances of black elderberry in the production of juice. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2015. Vol. 5, no. 11(77). P. 62. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.51064>
5. European Black Elderberry Fruit Extract Inhibits Replication of SARS-CoV-2 In Vitro / C. Setz et al. *Nutraceuticals*. 2023. Vol. 3, no. 1. P. 91–106. URL: <https://doi.org/10.3390/nutraceuticals3010007>
6. Хомич Г.П. Використання дикорослої сировини для забезпечення харчових продуктів БАП : монографія / Г.П. Хомич, Н.І. Ткач, Полтав. ун-т спожив. кооп. України. Полтава: РВВ ПУСКУ, 2009. 159 с.
7. Elderberry extracts: characterization of the polyphenolic chemical composition, quality consistency, safety, adulteration, and attenuation of oxidative stress- and inflammation-induced health disorders / A. G. Osman et al. *Molecules*. 2023. Vol. 28, no. 7. P. 3148. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules28073148>
8. Ярмош Т. А. Фактори, які впливають на стабільність та деградацію антоціанів / Ярмош Т. А., Перцевой Ф. В. // VI Всеукраїнська науково-практична конфе-

ренція «Стан і перспектив розвитку хімічної, харчової та парфумерно-косметичної галузей промисловості». Хмельницький, ХНТУ, 2024. 143-147 с.

9. Vujanovic M., Djurovic S., Radojkovic M. Chemical composition of essential oils of elderberry (*Sambucus nigra* L.) flowers and fruits. *Acta Periodica Technologica*. 2021. No. 52. P. 229–237. URL: <https://doi.org/10.2298/apt2152229v>

10. Kumar K., Srivastav S., Sharanagat V. S. Ultrasound assisted extraction (UAE) of bioactive compounds from fruit and vegetable processing by-products: A review. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2021. Vol. 70. P. 105325. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ultrsonch.2020.105325>

11. Ameer K., Shahbaz H. M., Kwon J.-H. Green extraction methods for polyphenols from plant matrices and their byproducts: A Review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 2017. Vol. 16, no. 2. P. 295–315. URL: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12253>

12. Кузьмак І. П. Антоціани й антоціанідини як компоненти функціонального харчування: біохімія та вплив на здоров'я людини. *Medical and Clinical Chemistry*. 2022. № 4. С. 111–124. URL: <https://doi.org/10.11603/mcch.2410-681x.2021.i4.12746>

13. ДСТУ 7804:2015 Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення сухих речовин або вологи. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=80802](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=80802)

14. ДСТУ ISO 2173:2007 Продукти з фруктів та овочів. Визначення розчинних сухих речовин рефрактометричним методом (ISO 2173:2003, IDT). URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=84755](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84755)

15. ДСТУ 4957:2008 Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення титрованої кислотності. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=83280](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=83280)

16. ДСТУ 3845-99 Барвники натуральні харчові. Технічні умови. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=92547](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=92547)

## REFERENCES:

1. Mutavski Z. (2022). *Black elderberry press cake as a source of bioactive ingredients using green-based extraction approaches*. *Biology*. 11, 1465.
2. Mesías F. J., Martín A., Hernández A. (2021). *Consumers' growing appetite for natural foods: Perceptions towards the use of natural preservatives in fresh fruit*. *Food Research International*. 150, 110749.
3. Yarmosh T. A., Pertsevoi F.V (2024). *Perspektyvy vykorystannia yahid buzyny chornoj dlia vyrobnytstva barvnykiv. [Prospects for the use of black elderberries for production dyes]*. [in Ukrainian].
4. Khomych G. P., Polozhishnikova L. O. (2015). *The change in the content of biologically active substances of black elderberry in the production of juice*. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 11 (77), 62. [in Ukrainian].
5. Setz C (2023). *European Black Elderberry Fruit Extract Inhibits Replication of SARS-CoV-2 In Vitro*. *Nutraceuticals*. 3, 91 – 106.
6. Khomych G. P., Tkach N. I. (2009). *Vykorystannia dykorosloi syrovyny dlia zabezpechennia kharchovykh produktiv BAR. [The use of wild raw materials for provision food products BAR]*. Poltava: RVV PUSKU. [in Ukrainian].
7. Osman A. G. (2023). *Elderberry extracts: characterization of the polyphenolic chemical composition, quality consistency, safety, adulteration, and attenuation of oxidative stress- and inflammation-induced health disorders*. *Molecules*. 28, 3148.
8. Yarmosh T. A., Pertsevoi F.V (2024). *Faktyr, yaki vplyvaiut na stabilnist ta dehradatsiiu antotsianiv. [Factors affecting the stability and degradation of anthocyanins]*. Khmelnytskyi, KhNTU. [in Ukrainian].
9. Vujanovic M., Djurovic S., Radojkovic M. (2021). *Chemical composition of essential oils of elderberry (*Sambucus nigra* L.) flowers and fruits*. *Acta Periodica Technologica*. 52, 229–237.

10. Kumar K., Srivastav S., Sharanagat V. S (2021). *Ultrasound assisted extraction (UAE) of bioactive compounds from fruit and vegetable processing by-products: Ultrasonics Sonochemistry*. 70, 105325.
  11. Ameer K., Shahbaz H. M., Kwon J.-H.(2017). *Green extraction methods for polyphenols from plant matrices and their byproducts: A Review*. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 16, 295–315.
  12. Kuzmak I.P.(2022). *Antotsiany y antotsianidyny yak komponenty funktsionalnoho kharchuvannia: biokhimiia ta vplyv na zdorovia liudyny. [Anthocyanins and anthocyanidins as components of functional nutrition: biochemistry and impact on human health]*. 4, 111–124. *Medical and Clinical Chemistry*. [in Ukrainian].
  13. DSTU 7804:2015 Produkty pererobiannia fruktiv ta ovochiv. Metody vyznachannia sukhykh rechovyn abo volohy. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=80802](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=80802)
  14. DSTU ISO 2173:2007 Produkty z fruktiv ta ovochiv. Vyznachennia rozchynnykh sukhykh rechovyn refraktometrychnym metodom (ISO 2173:2003, IDT). URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=84755](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84755)
  15. DSTU 4957:2008 Produkty pereroblennia fruktiv ta ovochiv. Metody vyznachennia tytrovanoj kyslotnosti. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=83280](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=83280)
  16. DSTU 3845-99 Barvnyky naturalni kharchovi. Tekhnichni umovy. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=92547](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=92547)
-