

УДК 547.97: 547.9

FEATURES OF EXTRACTION OF BLACK ELDERBERRY POMACE

O. Kleshchuk, V. Shutyuk*National University of Food Technologies***Key words:**

elderberry,
pomace,
extraction,
color parameters,
color models

Article history:

Received 27.03.2025

Received in revised form
14.04.2025

Accepted 22.04.2025

Corresponding author:

schutyuk@i.ua

ABSTRACT

The paper deals with the production of natural dye from black elderberry pomace. The efficiency of extraction by water-alcohol extractants with different alcohol concentrations and the effect of fermentation on this process were analyzed. It is assumed that anthocyanins have great potential due to their attractive shades of orange, red and purple, as well as water solubility, which greatly simplifies their use in water-based food products.

The results of color changes of water-alcohol extracts obtained during laboratory studies in two color models CMYK and Lab processed in the graphic editor Adobe Photoshop were analyzed.

The influence of changes in color parameters depending on the extractant and the duration of extraction was determined, and the effect of fermentation of raw materials on the quality of the extract was investigated. It has also been proven that the use of the enzyme APRO-ZYME MACERAT ANAX significantly increases the speed of the extraction process of black elderberry pomace. The extraction of pre-fermented pomace was carried out in a LR-2.ST reactor with a EUROSTAR 100 control stirrer with an aqueous-alcoholic solution with different alcohol concentrations.

The effect of different extractants on changing the parameters of the CMYK and Lab color models was investigated. Thus, a decrease in the value of the L parameter means that the extracts become darker, with an increase in a and a decrease in b, the red color is set.

The analysis of the obtained extracts in the CMYK and Lab color models shows that the extraction duration significantly affects the transition of coloring substances from raw materials to the extract. At a process duration of 140 min and a temperature of 40 °C, changes in color parameters when using water and water-alcohol extraction (alcohol concentration of 70%) practically stop, and a transition between pigment colors occurs.

Promising areas of research on the extraction of elderberry pomace to obtain a natural colorant suitable for use in various food industries have been identified. The water-alcohol extraction allows to obtain a dye of a brighter color compared to water extraction. However, the extraction method will affect both the quality of the final product and its cost.

DOI: 10.24263/2225-2916-2025-37-11

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСТРАГУВАННЯ ВИЧАВОК ЯГІД БУЗИНИ ЧОРНОЇ

О. О. Клещук, ORCID ID: 0009-0005-8129-7698

В. В. Шутюк, д-р техн. наук, ORCID ID: 0000-0002-6480-5890

Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто питання отримання натурального барвника з вичавок ягід чорної бузини. Проаналізовано ефективність екстрагування водно-спиртовими екстрагентами з різною концентрацією спирту та вплив ферментування на процес, а також результати зміни кольору екстрактів, отриманих під час лабораторних досліджень у двох колірних моделях СМҮК і Lab. Визначено вплив зміни параметрів кольору залежно від екстрагента і часу екстрагування, досліджено вплив ферментації сировини на якість отриманого екстракту.

Визначено перспективні напрями досліджень екстрагування вичавок ягід бузини для отримання натурального барвника, придатного для застосування в різних галузях харчової промисловості.

Ключові слова: бузина, вичавки, екстракція, параметри кольору, колірні моделі.

Постановка проблеми. Сучасні дослідження натуральних барвників є значущою сферою науки, яка отримала стрімкий розвиток. Синтетичні барвники в останні роки все частіше пов'язують із несприятливими впливами на здоров'я людини. У зв'язку з цим багато виробників харчових продуктів прагнуть замінити синтетичні барвники на натуральні альтернативи. У харчовій промисловості існує ряд пігментів природного походження, які можна використовувати як харчові барвники. Зокрема, антоціани вирізняються великим потенціалом завдяки своїм привабливим відтінкам помаранчевого, червоного та фіолетового кольорів, а також водорозчинності, що значно спрощує їх застосування у водній основі харчових продуктів.

Плоди чорної бузини здавна відомі людям як лікувальний, технологічний харчовий інгредієнт у харчовій промисловості. Науковці у своїх дослідженнях підтвердили цінність плодів бузини в лікуванні та харчуванні людини. Їх вміст багатий на антоціани, аскорбінову кислоту, хризантемін, самбуцин C27H31O15Cl, каротин, рутин тощо [1].

Таблиця 1. Фізико-хімічні показники ягід бузини чорної

Показники	Кількість, %	Показники	Кількість, %
Сухі речовини (загальні)	20±0,2	Сахароза	0,324
Сухі речовини (розчинні)	12,6±0,2	Глюкоза	4,279
Пектин	0,155±0,01	Фруктоза	4,137
Целюлоза	1,55±0,05	Лимонна кислота	0,976
Загальна кислотність	1,25±0,05	Яблучна кислота	0,216
Полімеризований колір	0,0253	Янтарна кислота	0,190
Загальний цукор	8,7±0,1	Антоціани (мг/л)	863,89
Відновлюючий цукор	8,5±0,05	Вітамін С (мг/100 г)	34,10

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сировину з дикорослих рослин збирають у багатьох країнах світу. Проте з початку 1980-х років бузину чорну промисло-

во висаджують і вирощують на дослідних і комерційних ділянках у деяких європейських країнах, США, Канаді, Чилі та Новій Зеландії [2]. Але нині загальне виробництво ягід бузини чорної порівняно з іншими ягідними культурами досить невелике, тому відповідні статистичні дані відсутні або мізерні. Найбільшими операторами вирощування даної культури у XXI ст. є підприємства Німеччини, Данії, Італії, Польщі тощо. Так, у Німеччині виробництво плодів бузини становило 1576 тонн (580 га) у 2013 р. та 1759 тонн (583 га) у 2015 р. [3]. У США найчастіше вирощують гібридні сорти бузини Нігра та Канадська. Такі гібриди стійкі до вірусів, які поширюються на плантаціях бузини нематодами [4].

При переробці бузини чорної отримане сусло піддається мацерації з ферментами для підвищення ефективності соковиділення, посилення виділення антоціанів [5]. Пастеризований сік є безпечною альтернативою споживанню плодів бузини оскільки термічне оброблення значно знижує рівень потенційно токсичного ціаногенного глікозиду [6, 7]. У процесі виробництва концентрованого соку утворюється велика кількість побічних продуктів (25...40% від загальної маси ягід) [8, 9].

Дослідження підтвердили [10], що основна частина поліфенолів і антоціанів чорної бузини залишається у вичавках після віджимання соку. Зокрема, вміст барвних речовин становить 764 мг/100 г у м'якоті, 3198 мг/100 г у шкірці та 49 мг/100 г у кісточках [11]. Незважаючи на їх високу харчову та фармакологічну цінність, вичавки чорної бузини залишаються недостатньо освоєним ресурсом. Для ефективного використання цього матеріалу як джерела барвників важливо враховувати вплив різних факторів на антоціани, щоб звести до мінімуму можливі втрати [12, 13].

Нинішній тренд використання сировини з дикорослих ягід чорної бузини в харчовій промисловості полягає не тільки в тому, що притаманні їм природні компоненти сприяють регулюванню та запобігають дисфункції організму людини в сучасних несприятливих екологічних умовах, що підкреслює актуальність проведених лабораторних досліджень.

Мета дослідження: визначення впливу ферментування вичавок бузини чорною на процес водно-спиртового екстрагування для отримання природного барвника.

Матеріали і методи. Лабораторні дослідження отримання соку та екстракції вичавок з бузини чорної проводились на кафедрі технології консервування Національного університету харчових технологій. Ягоди бузини чорної зібрані в Обухівському районі Київської області восени 2024 р. і зберігались у побутовому холодильнику при температурі -17 ± 1 °C. Перед дослідженнями ягоди розморожувались, промивалися, просушувалися та інспектувалися. В сировині визначались основні фізико-хімічні показники згідно з ДСТУ 2789:2015. Екстракцію попередньо ферментованих вичавок проводили в реакторі LR-2.ST з мішалкою EUROSTAR 100 control водно-спиртовим розчином.

Параметри кольору визначались за допомогою оброблення світлин у графічному редакторі Adobe Photoshop, зроблених фотоапаратом CANON EOS 80D за шкалами HunterLab та CMYC [14].

Результати і обговорення. Для дослідження використовували вичавки ягід бузини, отримані після вичавлювання соку. Екстрагування проводили при температурі 40 °C для чотирьох зразків за таких параметрів:

- перший — неферментований, екстракція водно-спиртова (70%);
- другий — екстракція водою;
- третій — екстракція водно-спиртова (70%);
- четвертий — екстракція водно-спиртова (40%).

Для ферментування зразків вичавок використовували фермент APRO-ZYME MACERAT ANAX, виробник ANAX International Trading GmbH (0,03% від маси м'язги), впродовж 4 год при температурі 20 ± 2 °C. Підготовлені зразки екстрагували впродовж 200 хв (рис. 1).

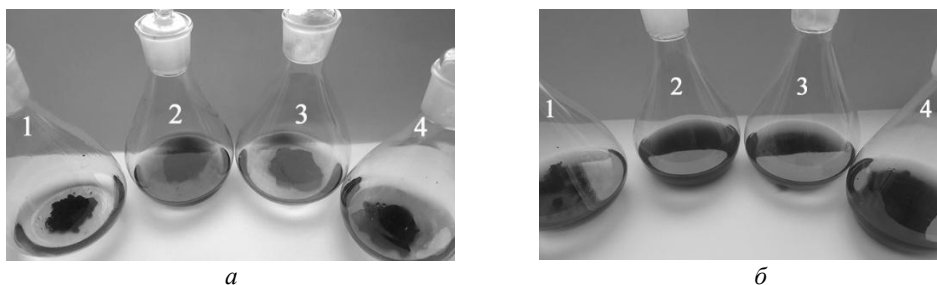


Рис. 1. Результати екстрагування вичавок з бузини через, хв: а — 20; б — 200

Результати оброблення отриманих світлин у графічному редакторі Adobe Photoshop екстрактів в адитивних кольорних моделях CMYK і Lab наведені в табл. 2. Вибір кольірної моделі CMYK пов'язаний з великою кількістю чорного кольору в шкірці ягід бузини чорної в складі вичавок.

Таблиця 2. Градація складових каналів екстрактів в адитивних кольорних моделях CMYK і Lab

Параметр	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
C	7,2	51,7	59,2	47,9
M	71,0	79,8	74,7	70,7
Y	54,3	53,5	53,6	54,4
C	69,5	75,9	75,8	67,8
L	16,32	5,663	5,982	11,307
a	19,821	9,002	5,19	9,327
b	3,143	-6,009	-5,698	-3,87
Варіант кольору CMYK і Lab				

Аналіз отриманих даних свідчить, що швидкість екстрагування ферментованих зразків вища для всіх видів екстрагенту (рис. 1, а), причому на початковому етапі швидкість екстракції водою вища водо-спиртової. Це пояснюється більшою швидкістю екстрагуванням водорозчинних речовин-антоціанів. Зі збільшення тривалості екстрагування інтенсивність насичення екстракту практично вирівнюється (рис. 1, б).

З огляду кольірної моделі CMYK більш ефективним є екстрагування ферментованих вичавок. Так, зразок № 1 (неферментований, екстракція водно-спиртова 70% спирту) має значне зменшення показника блакитного кольору — 7,2, тоді як для інших ферментованих зразків цей показник складає 47,9—59,2. Також неефективним способом є водно-спиртова екстракція (40%) ферментованих вичавок (зразок 4). Практично не відрізняються за насиченістю зразки 2 і 3 — екстракція водна та водно-спиртова (70%).

Аналіз колірної моделі Lab також підтверджує попередні висновки. Так, зразок № 1 має значення параметра b 3,143 значно вище порівняно з іншими зразками, що свідчить про менше насичення синім кольором.

Дослідження кінетики зміни кольорів під час водного екстрагування вичавок (зразок 2) показали, що значення трьох складових колірної моделі СМУК збільшуються впродовж 140 хв екстрагування за винятком жовтого кольору (рис. 2). Жовтий колір на 80 хвилині екстрагування досягає значення 52 одиниць, а пізніше спостерігається стабілізація зміни в кольорі в межах 50...54 одиниць. Зміна значень кольору пояснюється похибкою визначення параметра. Після 140 хв екстрагування спостерігається зменшення насичення блакитного кольору, яке практично компенсується збільшенням чорного кольору.

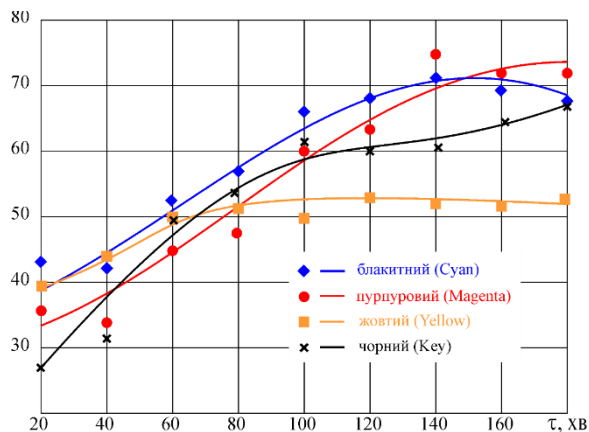


Рис. 2. Результати зміни кольору екстракту з вичавок з бузини (зразок 2) при екстрагуванні в колірній моделі СМУК

У колірній моделі Lab спостерігається подібна ситуація — після 140 хв значення складових колірної моделі практично не змінюються, що можна пояснити закінченням активної фази водного екстрагування вичавок ягід бузини (рис. 3).

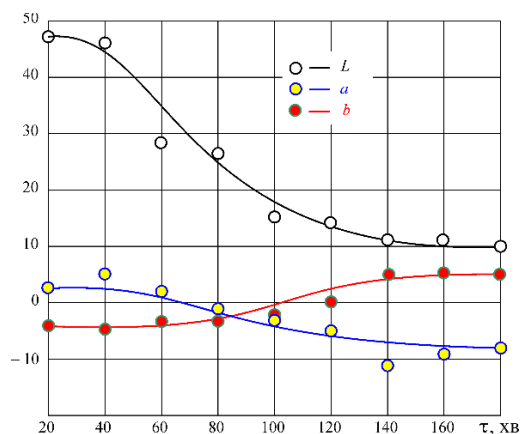


Рис. 3. Результати зміни кольору екстракту з вичавок з бузини (зразок 2) при екстрагуванні в колірній моделі Lab

Водно-спиртове екстрагування вичавок (зразок 3) має дещо інший характер зміни складових колірної моделі СМУК. Так, на початку процесу спостерігається менша

інтенсивність зміни кольору порівняно з водною екстракцією (рис. 4). Для жовтого кольору інтенсивна зміна відбувається в проміжку від 30 до 100 хв, після чого спостерігається незначне зменшення кольору з 57 до 52 одиниць. Для інших кольорів швидке зростання значень починається на 40 хв і зупиняється на 140 хвилині.

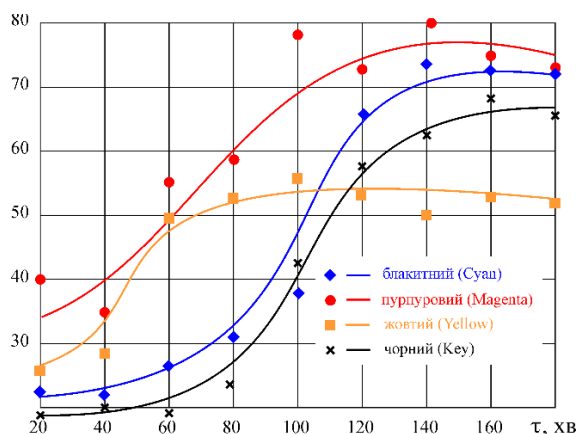


Рис. 4. Результати зміни кольору екстракту з вичавок з брусниці (зразок 3) при екстрагуванні в колірній моделі CMYK

Для інших кольорів (пурпуровий, блакитний і чорний) при водно-спиртовій екстракції спостерігається повільніша зміна кольорів до 60 хвилини процесу порівняно з водною. А далі починаються більш інтенсивні зміни значень кольорів до 140 хвилини (рис. 4), що можна пояснити наявністю в екстрагенті спиртової складової.

Аналіз зміни показників колірної моделі Lab під час водно-спиртової екстракції (рис. 5) показує, що параметр L зменшується під час всього процесу і досягає меншого показника 7 порівняно з водною екстракцією 10. Показник a до 80 хв екстрагування збільшується і досягає свого максимального значення 3, після чого зменшується до 140 хвилини (–15 одиниць), а після цього спостерігається друга хвиля зростання показника. Зміна значення показника b має один екстремум на 90 хв і досягає показника 23 одиниць, після чого зменшується до 4.

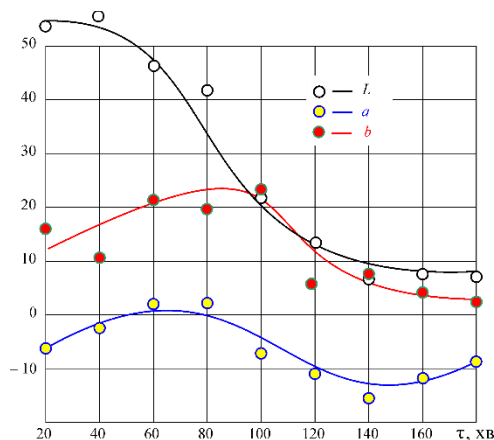


Рис. 5. Результати зміни кольору екстракту з вичавок з брусниці (зразок 3) при екстрагуванні в колірній моделі Lab

Зменшення параметра L означає, що екстракти стають темнішими, зі збільшенням a і зменшенням b встановлюється червоний колір. Така зворотна реакція між параметрами a та b корелює з високим вмістом антоціанів. Навпаки, нижчі значення L , але вищі значення a і b пов'язані з коричневим кольором як можливим наслідком деградації пігменту.

Висновки. У вичавках з ягід бузини чорної при отриманні соку прямого віджиму міститься значна кількість поліфенолів і антоціанів: у м'якоті — 750...770 мг/100 г, у шкірці — 3100...3300 мг/100 г, які доцільно екстрагувати для використання як джерела природних барвників. Для більш ефективного екстрагування мезгу доцільно ферментувати. Це дає змогу отримати екстракт з більш насиченим кольором. Кращі результати досягаються при використанні як екстрагента води чи водно-спиртової суміші з концентрацією спирту 70%.

Аналіз отриманих екстрактів в колірних моделях СМΥК і Lab показує, що тривалість екстрагування значно впливає на перехід барвних речовин із сировини в екстракт. При досягненні тривалості процесу 140 хв та температурі 40 °C зміни параметрів кольорів при використанні водної та водно-спиртової екстракції (концентрація спирту 70%) практично припиняються і відбувається перехід між кольорами пігменту.

Використання отриманих результатів потребує подальших лабораторних досліджень з подальшою апробацією у виробничих умовах розроблених технологічних режимів. Так, водно-спиртова екстракція дає змогу отримати барвник більш яскравого кольору порівняно з водною. Але спосіб екстрагування буде впливати як на якість кінцевого продукту, так і на його собівартість.

ЛІТЕРАТУРА

1. Benderska, O., Bessarab, A., Shutuyuk, V. (2016). Study of the use of edible powders tomato sauce technologies. *Food science and Technology*, 10(3), 59—65.
2. Finn, C. E., Thomas, A. L., Byers, P. L., Serçe, S. (2008). Evaluation of American (*Sambucus canadensis*) and European (*S. nigra*) elderberry genotypes grown in diverse environments and implications for cultivar development. *Hortscience*, 43, 1385—1391. [CrossRef].
3. DStatis (2016). Obst, gemüse, gartenbau. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. Accesed 2016-11-26 at: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/ObstGemueseGartenbau/Tabellen/>.
4. Finn, C. E., Thomas, A. L., Byers, P. L., Serc,e, S. (2008). Evaluation of American (*Sambucus canadensis*) and European (*S. nigra*) elderberry genotypes grown in diverse environments and implications for cultivar development. *HortScience*, 43:1385—1391. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.5.1385>.
5. Vuli'c, J., Vra'car, L., Šumi'c, Z. (2008). Chemical characteristics of cultivated elderberry fruit. *Acta Period. Technol.*, 39, 85—90.
6. Charlebois, D., Byers, P. L., Finn, C. E., Thomas, A. L. (2010). Elderberry: Botany, Horticulture, Potential. *Hortic. Rev.*, 37, 213—280.
7. Mikulic-Petkovsek, M., Schmitzer, V., Slatnar, A., Todorovic, B., Veberic, R., Stampar, F., Ivancic, A. (2014). Investigation of Anthocyanin Profile of Four Elderberry Species and Interspecific Hybrids. *J. Agric. Food Chem.*, 62, 5573—5580.
8. Ercisli, S., Tosun, M., Akbulut, M. (2009). Physico-chemical characteristics of some wild grown European elderberry (*Sambucus nigra* L.) genotypes. *Pharmacogn. Mag.*, 5, 320—337.
9. Diviš, P., Vespalcová, M., Pořízka, J., Matějček, A., Kaplan, J. (2015). Elemental composition of fruits from different Black elder (*Sambucus nigra* L.) cultivars grown in the Czech Republic. *J. Elem.*, 20, 549—557.
10. 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*, 5(11(77)), 62. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.51064>.
11. Setz, C. et al. (2023). European Black Elderberry Fruit Extract Inhibits Replication of SARS-CoV-2 In Vitro. *Nutraceuticals*, 3(1), 91—106. URL: <https://doi.org/10.3390/nutraceuticals3010007>.

12. Душак, О. В., Левківська, Т. М., Панчук, О. В. (2024). Перспективи використання нетрадиційної дикорослої сировини в технологіях концентратів солодких страв. *Продовольчі ресурси*, 12(22), 73—81.
13. Osman, A. G. et al. (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(7), 3148. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules28073148>.
14. Shutyuk, V., Dushchak, O., Bessarab, O. (2024). Physico-chemical characteristics of dried green onion semi-finished products and their rehydration ability. *Ukrainian Food Journal*, 13(4), 753—765.