

УДК 547.97: 547.9

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.1.51>

ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ АНТОЦІАНОВОВОГО БАРВНИКА З ВИЧАВОК БУЗИНИ ЧОРНОЇ

Ярмош Т. А. – аспірант, асистент кафедри технології харчування

Сумського національного аграрного університету

ORCID ID: 0000-0001-7884-6792

Researcher ID: MFH-9127-2025

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

У роботі представлено результати дослідження отримання антоціанового барвника з вичавок бузини чорної з використання водно-гліцеринового розчинника. У дослідженні використовували вичавки плодів бузини чорної *Sambucus nigra* зібраної на стадії повного дозрівання у Сумській області 2024 року. Встановлено, що масова частка сухих розчинних речовин у вичавках складає $14,80 \pm 0,2\%$, масова частка вологи – $49,3 \pm 0,2\%$, активна кислотність (pH) – $4,3 \pm 0,1$, титрована кислотність у перерахунку на яблучну, лимонну та винну кислоти становить $0,73 \pm 0,03\%$, $0,77 \pm 0,03\%$ та $0,82 \pm 0,03\%$ відповідно.

Технологія антоціанового барвника передбачає змішування вичавок бузини з сорбатом калію, двократне екстрагування у водно-гліцериновому розчині з гідромодулем (1:1) із додаванням лимонної кислоти, відстоювання, фільтрування, змішування екстрактів та концентрування у випарнику при температурі $65 \pm 1,5^\circ\text{C}$ до вмісту сухих речовин $35 \pm 0,2\%$. Готовий барвник з вичавок бузини зберігали у стерильних скляних пляшках з темного скла при температурі $4 \pm 2^\circ\text{C}$, що забезпечувало його протягом 30 діб. Отриманий барвник із бузини характеризується злегка в'язку рідину темно-червоного кольору зі слабким запахом та кислуватим присмаком. Густина при 20°C становить $1080 \pm 2 \text{ кг/м}^3$. Барвник повністю розчинний у воді та водно-спиртових розчинах. Активна кислотність (pH $3,3 \pm 0,1$), титрована кислотність у перерахунку на лимонну, яблучну та винну кислоти становить $0,91 \pm 0,05\%$, $0,87 \pm 0,05\%$ та $0,98 \pm 0,05\%$ відповідно. Вміст сухих речовин – $35 \pm 0,2\%$, а концентрація барвних речовин – $122,0 \pm 0,5 \text{ г/дм}^3$, що підтверджує високу насиченість антоціановими пігментами. Протягом 30 днів зберігання індекс деградації становить $20,5 \pm 0,2\%$, а стабільність – $79,5 \pm 0,3\%$, що вказує на достатню стійкість барвника та його придатність для застосування у виробництві харчових продуктів і напоїв.

Ключові слова: натуральні барвники, синтетичні барвники, барвні речовини, екстрагування, бузина чорна, екстракт, вичавки, антоціани, гліцерин.

Yarmosh T. A., Pertsevoi F. V. Technology of obtaining anthocyan dye from black elder plants

The paper presents the results of the study of anthocyanin dye from black elderberry pomace using a water-glycerol solvent. The study used black elderberry pomace *Sambucus nigra* collected at the stage of full dosage in the Sumy region in 2024. It was found that the mass fraction of dry soluble substances in the pomace is $14.80 \pm 0.2\%$, the mass fraction of moisture is $49.3 \pm 0.2\%$, the active acidity (pH) is 4.3 ± 0.1 , the titrated acidity in terms of malic, citric and tartaric acids is $0.73 \pm 0.03\%$, $0.77 \pm 0.03\%$ and $0.82 \pm 0.03\%$, respectively.

The technology of anthocyanin dye involves mixing elderberry pomace with potassium sorbate, double extraction in a water-glycerol solution with a hydromodule (1:1) with the addition of citric acid, settling, filtering, mixing the extracts and concentrating in an evaporator at a temperature of $65 \pm 1.5^\circ\text{C}$ to a dry matter content of $35 \pm 0.2\%$. The finished elderberry pomace dye was stored in sterile dark glass bottles at a temperature of $4 \pm 2^\circ\text{C}$, which ensured its shelf life of 30 days. The resulting elderberry dye is characterized by a slightly viscous liquid of dark red color with a faint odor and sour taste. The density at 20°C is $1080 \pm 2 \text{ kg/m}^3$. The dye is

completely soluble in water and aqueous-alcoholic solutions. Active acidity (pH 3.3 ± 0.1), titrated acidity in terms of citric, malic and tartaric acids is $0.91 \pm 0.05\%$, $0.87 \pm 0.05\%$ and $0.98 \pm 0.05\%$ respectively. The dry matter content is $35 \pm 0.2\%$, and the concentration of coloring substances is $122.0 \pm 0.5 \text{ g/dm}^3$, which confirms the high saturation with anthocyanin pigments. During 30 days of storage, the degradation index is $20.5 \pm 0.2\%$, and the stability is $79.5 \pm 0.3\%$, which indicates sufficient stability of the dye and its suitability for use in the production of food and beverages.

Key words: natural dyes, synthetic dyes, dyes, extraction, black elderberry, extract, pomace, anthocyanins, glycerin.

Актуальність теми дослідження. Виробництво натуральних барвників із рослинної сировини в Україні має значний потенціал, оскільки країна є одним із провідних експортерів рослинної продукції у світі. Завдяки сприятливим кліматичним умовам, розвиненому агропромислому комплексу та великій площі орних земель, Україна має можливість забезпечувати стабільне виробництво та переробку високоякісної сировини для отримання натуральних барвників.

Особливо перспективними є використання ягідних вичавок, які залишаються після промислової переробки фруктів і ягід (чорниці, бузини, чорної смородини, чорноплідної горобини, малини, вишні, ожини). Вичавки містять високі концентрації природних пігментів, що робить їх цінною вторинною сировиною для виробництва натуральних барвників. Використання вичавок дозволяє знизити витрати на виробництво, мінімізувати відходи харчової промисловості та забезпечити екологічно раціональне використання ресурсів. Враховуючи глобальний тренд на екологічність та здорове харчування, попит на натуральні барвники постійно зростає, що відкриває широкі можливості для розвитку цього сектору в Україні.

Постановка проблеми. Останнім часом натуральні барвники відіграють важливу роль у різних галузях харчової промисловості. Спочатку природні барвники були єдиним джерелом забарвлення харчових продуктів, однак після відкриття перших синтетичних барвників виробники поступово почали віддавати більшу перевагу синтетичним. Це зумовлено тим, що синтетичні барвники мають вищу стійкість до впливу фізико-хімічних факторів, таких як температура, світло, рН середовища, що значно спрощує їх застосування у виробництві.

Однак подальші дослідження встановили, що синтетичні барвники можуть мати негативний ефект на здоров'я людини. Їхнє споживання пов'язують із розвитком алергічних реакцій, бронхіальної астми, порушень функцій внутрішніх органів (печінки, нирок), гіперактивності у дітей, дисфункцій імунної системи, гормональних розладів, канцерогенезу, тератогенезу, змін на рівні ДНК та розладів сну [1–6]. На відміну від синтетичних, натуральні барвники менш стійкі до температури, світла, рН середовища, однак вони містять біологічно активні речовини, що можуть мати антиоксидантні, протизапальні, імуномодуючі та загальнозміцнювальні властивості.

Аналіз останніх джерел. Дослідженням технологій отримання натуральних барвників займалися такі дослідники: Степневська Я. В., Пилипенко Л. М., Ключко О. І., Славіна Н. Г., Кожухар В. В., Поплавська С. О., Колесніченко С. Л., Мамай О. І., Самілик М. М., Валько М. І., Попова Ю. В., Олексієнко В. О., Кузьміна Т. О., Коваленко Н. О. та інші.

Відомі методи отримання барвників з рослинної сировини з використанням етанолу та водно-етанольних розчинів. Більшість досліджень у сфері екстрагування рослинної сировини спрямовано на пошуки ефективного та безпечного розчинника. Одним із перспективних розчинників є гліцерин, оскільки він є нетоксичний і менш пожежонебезпечний у порівнянні з етанолом. Гліцерин вважається,

як перспективний «зелений» розчинник, що може замінити традиційні органічні розчинники в харчовій промисловості завдяки своїй екологічній безпечності, біорозкладності та нетоксичності [7, 8].

Відома технологія отримання натурального барвника з вичавків чорниці та бузини з використанням $MgCl_2$, HCl та носіїв сахарози, крохмалю та ксиліту. Технологія полягає у екстрагуванні подрібнених вичавок з підкисленою водою хлористоводневою кислотою до $pH 3,5$ з гідромодулем (1:1). Отриманий екстракт доводили до значення $pH 8,5$ та додавали 10%-й розчин $MgCl_2$ до утворення осаду. Суміш фільтрували для розділення твердої фази від рідини. До осаду додавали підкислений лимонною та хлористоводневою кислотою спиртовий розчин до повного розчинення осаду і встановлення $pH 1,5$. Розчин з вмістом антоціанів, фільтрували і наносили на носій сахарозу/ крохмаль/ ксиліт. Носій підсушували у вакуумній сушці при температурі $40 \pm 0,5^\circ C$ протягом 30 хв. Встановлено, що оптимальна концентрація кислот спиртового розчину становить 10%, подальше збільшення концентрації погіршує стабільність при зберіганні. Вихід барвних речовин складає 92%, індекс деградації до сировини – 5,2%, стабільність при зберіганні – 64,2%. Другий спосіб отримання барвника з вичавків бузини ідентичний першому, але використовується суміш лимонної та фосфорної кислот. Вихід барвних речовин складає 94,6%, індекс деградації до сировини – 5,0%, стабільність при зберіганні – 79,8%. Недоліком даного методу отримання є складність технологічного процесу, багатостадійне осадження, фільтрація, сушіння, а також використання агресивних кислот хлористоводневої та фосфорної, які можуть спричинити корозію обладнання та потребують додаткових заходів щодо безпеки на виробництві [9].

Дослідниками була розроблена технологія антоціанового барвника з червонокочанної капусти [10]. Виробництво барвника передбачає гідромеханічну обробку сировини (ГМО), подрібнення, екстрагування лужною фракцією електроактивної води (гідромодуль 1:20, $pH 9,5-10,5$, окисно-відновний потенціал -700. -800 мВ), перемішування, настоювання протягом 1,5–2,0 год, фільтрування та концентрування на водяній бані при температурі $85-95^\circ C$ протягом 1 год. до вмісту сухих речовин 18–25%. Отриманий екстракт має відносну густину 1015 кг/м^3 , кислотність $pH 5,3$ та зберігається при температурі $0-5^\circ C$ протягом 14 діб, а при $-18^\circ C$ – 6 міс. Недоліком даної технології є високі температури концентрування барвника та використання лужної фракції електроактивної води, що може призводити до часткової деградації антоціанових сполук, зменшуючи їхню стабільність та погіршуючи колірні характеристики барвника.

На основі соку бузини була розроблена технологія отримання натурального рослинного барвника [11]. Технологія передбачає концентрування бузинового соку з додаванням лимонної кислоти до вмісту сухих речовин $40 \pm 2,5\%$. Отриманий барвник має в'язку консистенцію, темно-червоне забарвлення, а також характерний смак і запах притаманний вихідній сировині. Фізико-хімічні показники барвника: густина – 1302 г/см^3 , активна кислотність (pH) – 3,6, титрована кислотність – 5,43%, вміст барвних речовин – 27 г/дм^3 . Недоліком даної технології є низький вміст барвних речовин.

Розроблено технологію отримання натурального барвника [12] з вичавок чорної смородини та винограду темних сортів. Перший спосіб отримання барвника передбачає подрібнення заморожених вичавок чорної смородини (5 г) та змішування їх із 10 см^3 водно-гліцеринової суміші (1:1) з додаванням лимонної кислоти (10% від маси екстрагенту). Екстрагування здійснювали при температурі

70°C протягом 60 хв. з наступним фільтруванням. Вихід барвних речовин складав 2,8 г/кг. Другий метод відрізняється зменшеною кількістю екстрагенту та нижчою концентрацією кислоти. Заморожені вичавки чорної смородини (5 г) змішували з 5 см³ водно-гліцеринової суміші (1:1) та додавали 5% лимонної кислоти від маси екстрагенту. Процес екстрагування проводили за аналогічних умов (70°C, 60 хв.) з наступним фільтруванням. Вихід барвних речовин становив 7,4 г/кг. Недоліками запропонованої технології є низький вихід барвних речовин. Відповідно до ДСТУ 3845-99 «Барвники натуральні харчові. Технічні умови», масова концентрація барвних речовин для бузинового, виноградного, чорноплідногоровинового та чорносмородинового барвників складає не менше 50 г/дм³, а для ожинового, вишневого і чорничного не менше 30 г/дм³, що значно перевищує отримані показники. Крім того, використання лимонної кислоти у концентрації 10% може спричиняти деградацію антоціанових сполук, що негативно може вплинути на стабільність барвника під час зберігання.

Отже, аналіз сучасних методів отримання натуральних барвників із рослинної сировини свідчить про їхню ефективність у вилученні антоціанових сполук, проте існує ряд технологічних недоліків, які потребують удосконалення. Основними проблемами є використання агресивних реагентів (мінеральних кислот, лугів, органічних розчинників), що потребують вдосконалення.

Мета дослідження – розробка технології отримання антоціанового барвника з вичавок бузини чорної *Sambucus nigra* та оцінка його фізико-хімічних характеристик.

Матеріали і методи дослідження. У роботі було досліджено технологію отримання антоціанового барвника з використанням водно-гліцеринового розчинника. У якості сировини та джерела барвних речовин використовували свіжі вичавки плодів бузини чорної *Sambucus nigra*. Для проведення дослідження були використані вичавки бузини чорної *Sambucus nigra*, зібраних на стадії повної зрілості у Сумській обл. 2024 року.

Органолептичні та фізико-хімічні показники вичавок бузини *Sambucus nigra* визначали за стандартними методиками:

Масова частка сухих розчинних речовин, %	ДСТУ ISO 2173:2007
Масова частка води, %	ДСТУ 7804:2015.
Титрована кислотність у перерахунку, % яблучну, лимонну, винну	ДСТУ 4957:2008
Активна кислотність (pH)	ДСТУ 6045:2008

Органолептичні та фізико-хімічні показники екстракту та барвника визначали за методиками:

Масова частка сухих розчинних речовин, %	ДСТУ ISO 2173:2007
Титрована кислотність у перерахунку, % яблучну, лимонну, винну	ДСТУ 4957:2008
Активна кислотність (pH)	ДСТУ 6045:2008
Масова концентрація фарбувальних речовин, г/дм ³	ДСТУ 3845-99
Густина, г/см ³	ДСТУ 7261:2012
Індекс деград. у % протягом 30 днів зберігання (ІД)	
Стабільність при зберіганні %	

Вміст барвних речовин у екстракті та барвнику визначали за допомогою фотоелектричного колориметра КФК-2 за довжиною хвилі 540 нм, з товщиною кювети 10 мм. Активну кислотність визначали портативному рН метрі AD12 ADWA. Обробку експериментальних даних здійснювали за допомогою програмного забезпечення Excel та OriginPro.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вибір сировини для отримання антоціанового барвника обґрунтований широкою поширеністю та доступністю бузини чорної (*Sambucus nigra* L.) у більшості регіонів країни.

В Україні запатентовано технологію культивування сорту бузини «Чорна рута», який характеризується підвищеним вмістом рутину, що надає рослині високі антиоксидантні властивості та розширює її потенційне застосування. Висока адаптивність цього сорту до агрокліматичних умов України відкриває можливості для його масового вирощування та використання у виробництві натуральних барвників та функціональних продуктів харчування [13].

Проаналізуємо фізико-хімічні показники дослідних вичавок бузини чорної *Sambucus nigra*, що наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники вичавок бузини чорної

Назва показників	Свіжі вичавки бузини чорної
Масова частка сухих розчинних речовин, %	14,80±0,2
Масова частка води, %	49,3±0,2
Активна кислотність (pH)	4,3±0,1
Титрована кислотність (%) у перерахунку яблучну, лимонну, винну	0,73±0,03 0,77±0,03 0,82±0,03

Джерело: досліджено автором

Для отримання натурального барвника з вичавок бузини чорної *Sambucus nigra*, як екстрагент застосовували водно-гліцеринову суміш, оскільки гліцерин є нетоксичною, хімічно стабільною та менш пожежонебезпечною речовиною порівняно з етанолом, що забезпечує безпечність технологічного процесу.

Відповідно до розробленої технологічної схеми (рис. 1), свіжі вичавки бузини чорної *Sambucus nigra* змішують із сорбатом калію (з розрахунку 2г на 1000г вичавок) та піддають екстрагуванню у водно-гліцериновому розчині з гідромодулем (1:1) із додаванням 0,5 г лимонної кислоти. Після завершення першого етапу екстрагування екстракт відстоюють та фільтрують ($d_{\text{сита}}=0,1$ мм), а вичавки знову заливають водно-гліцериновим розчином з гідромодулем (1:1) з додаванням 0,5 г лимонної кислоти, після чого проводять повторне екстрагування при температурі $65\pm0,5^\circ\text{C}$, тривалістю 1 год, з періодичним перемішуванням, відстоюванням та фільтруванням ($d_{\text{сита}}=0,1$ мм).

Отримані екстракти після подвійного екстрагування змішують та концентрують у випарнику при температурі $65\pm1,5^\circ\text{C}$ до вмісту сухих речовин $35\pm0,2\%$. Готовий барвник з вичавок бузини зберігали у стерильних скляних пляшках з темного скла при температурі $4\pm2^\circ\text{C}$, що забезпечувало його протягом 30 діб.

Таблиця 2

**Фізико-хімічні показники екстракту бузини чорної
до концентрування у випарнику**

Показники	Екстракт з бузини
Органолептичні показники	Рідина темно-червоного кольору, зі слабким запахом притаманим відповідному виду сировини з кислуватим присмаком
Густина при 20°C, кг/м ³	1043±2
Розчинність у воді/ водно-спиртових розчинах	Розчинний/ розчинний
Кислотність, pH	3,3±0,1
Титрована кислотність у перерахунку на лимонну кислоту моногідрату, яблучну, винну	0,49±0,05 0,47±0,05 0,53±0,05
Вміст сухих речовин, %	12,1±0,1
Концентрація барвних речовин, г/дм ³	56,3±0,3

Джерело: досліджено автором

Таблиця 3

**Фізико-хімічні показники барвника бузини чорної *Sambucus nigra*
після концентрування**

Показники	Барвник з бузини
Органолептичні показники	Злегка в'язка рідина темно-червоного кольору, зі слабким запахом притаманим відповідному виду сировини з кислуватим присмаком
Густина при 20°C, кг/м ³	1080±2
Розчинність у воді/водно-спиртових розчинах	Розчинний/ розчинний
Кислотність, pH	3,3±0,1
Титрована кислотність (%) у перерахунку на лимонну, яблучну, винну	0,91±0,05 0,87±0,05 0,98±0,05
Вміст сухих речовин, %	35±0,2
Концентрація барвних речовин, г/дм ³	122,0±0,5
Індекс деград. у % до сировини протягом 30 днів зберігання (ІД)	20,5±0,2
Стабільність при зберіганні %	79,5±0,3

Джерело: досліджено автором

Збільшення концентрації гліцерину в екстрактах до 35% масової частки сприяє покращенню процесів дифузії та підвищенню ефективності переходу барвних

речовин у систему «сировина-екстрагент». Проте одночасно це ускладнює процес концентрування у випарнику, що зумовлено зростанням в'язкості екстракту та підвищенням температури кипіння. З огляду на це, було встановлено, що оптимальна концентрація гліцерину у розчиннику становить 10%, що забезпечує ефективне вилучення барвних речовин без погіршення реологічних властивостей барвника.

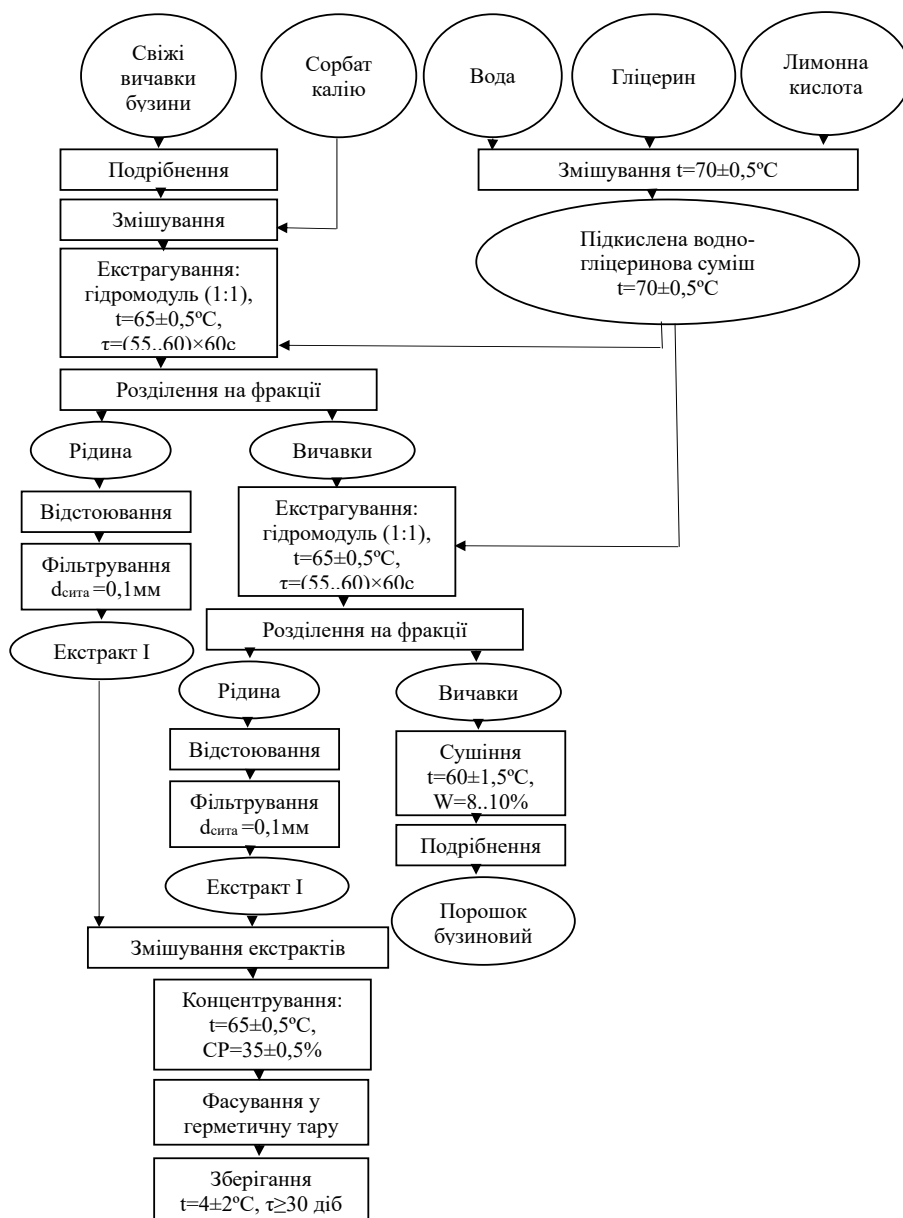


Рис. 1. Технологічна схема виробництва натурального барвника з вичавок бузини чорної *Sambucus nigra*

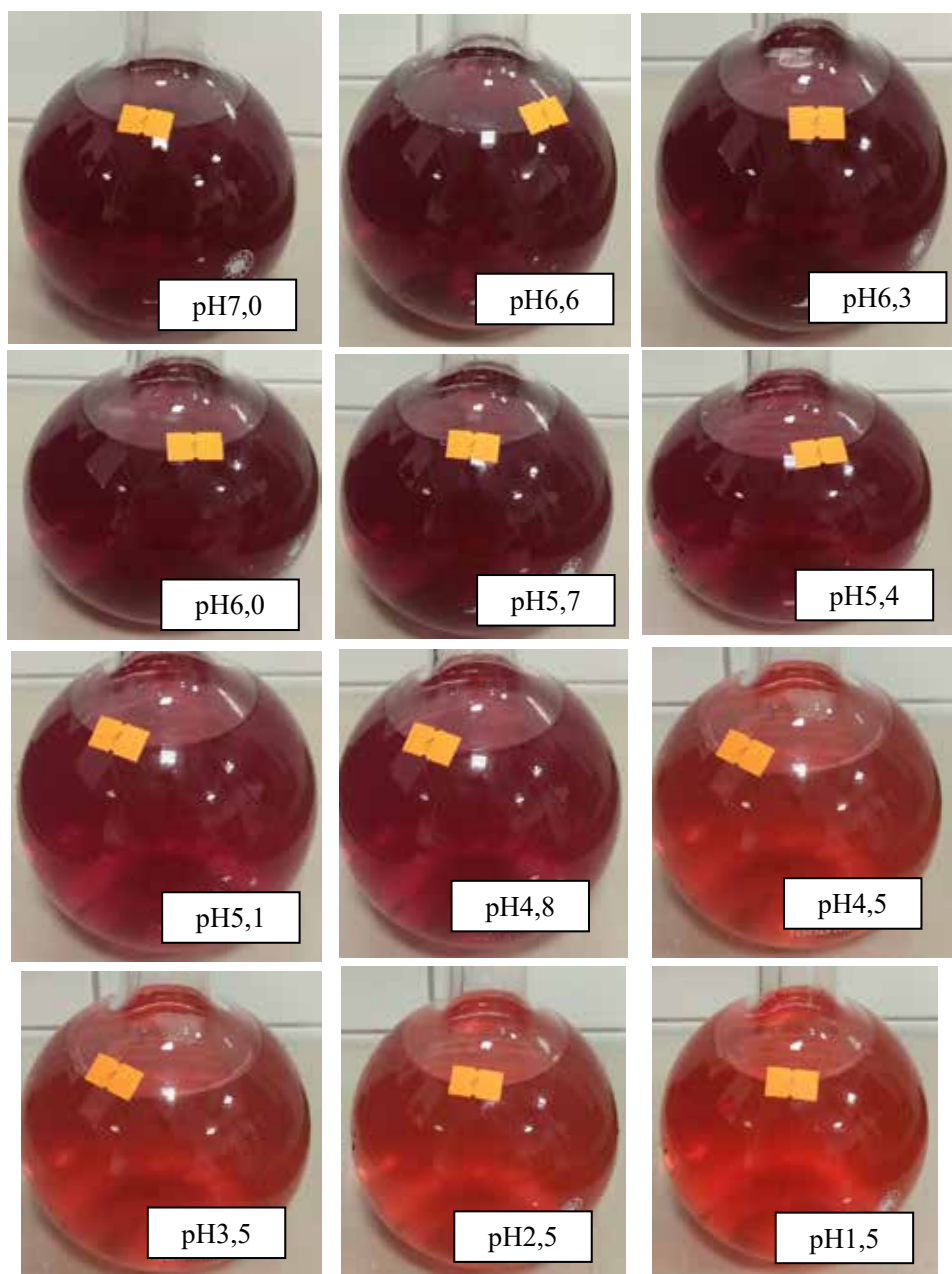


Рис. 2. Зміна забарвлення розведеного барвника (1:1000) з вичавок бузини чорної в залежності від рН середовища

За результатами мікробіологічних досліджень, встановлено, що кількість пліснявих грибків у свіжозібраних ягодах бузини становить $2,0 \times 10^4$ КУО/г. З метою подовження терміну зберігання натурального барвника застосовували сорбат

калію, оскільки без його використання барвник зберігає свої властивості не більше 20 діб. Сорбат калію пригнічує ріст і розмноження пліснявих грибів та дріжджів, що запобігає мікробіологічному псуванню.

Згідно досліджень було встановлено, що збільшення концентрації лимонної кислоти понад 1,5% при виробництві барвника з вичавок бузини, не призводить до суттєвого підвищення виходу барвних речовин. Таким чином, оптимальним та економічно обґрунтованим є використання лимонної кислоти у кількості 1,0%.

Отже, за результатами дослідження було розроблено технологію отримання натурального антоціанового барвника з вичавок бузини чорної *Sambucus nigra*, що дозволяє раціонально використовувати вторинну сировину. Встановлено фізико-хімічні характеристики вичавок, зокрема масову частку сухих розчинних речовин ($14,80 \pm 0,2\%$), вологи ($49,3 \pm 0,2\%$), активну кислотність ($\text{pH } 4,3 \pm 0,1$) та титровану кислотність, що підтверджує їх високу біологічну цінність.

Оптимізована технологія отримання барвника включає змішування вичавок із сорбатом калію, двократне екстрагування у водно-гліцериновому розчині (гідромодуль 1:1) із додаванням лимонної кислоти, відстоювання, фільтрування та концентрування при $65 \pm 1,5^\circ\text{C}$ до вмісту сухих речовин $35 \pm 0,2\%$. Готовий барвник характеризується злегка в'язкою рідиною темно-червоного кольору, густина при 20°C – $1080 \pm 2 \text{ кг/м}^3$, повна розчинність у воді та водно-спиртових розчинах, активна кислотність – $\text{pH } 3,3 \pm 0,1$, а концентрація барвних речовин – $122,0 \pm 0,5 \text{ г/дм}^3$, що підтверджує його високу насиченість антоціановими пігментами.

Дослідження стабільності показало, що протягом 30 днів зберігання при $4 \pm 2^\circ\text{C}$ індекс деградації барвника становить $20,5 \pm 0,2\%$, а загальна стабільність – $79,5 \pm 0,3\%$, що підтверджує його придатність для використання у виробництві харчових продуктів та напоїв. Отримані результати вказують на перспективність розробленої технології та її потенціал для промислового застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Cross Talk between Synthetic Food Colors (Azo Dyes), Oral Flora, and Cardiovascular Disorders / A. John et al. *Applied Sciences*. 2022. Vol. 12, no. 14. P. 7084. URL: <https://doi.org/10.3390/app12147084>
2. Silva M. M., Reboredo F. H., Lidon F. C. Food Colour Additives: A Synoptical Overview on Their Chemical Properties, Applications in Food Products, and Health Side Effects. *Foods*. 2022. Vol. 11, no. 3. P. 379. URL: <https://doi.org/10.3390/foods11030379>
3. Dwivedi K., Kumar G. Genetic Damage Induced by a Food Coloring Dye (Sunset Yellow) on Meristematic Cells of *Brassica campestris* L. *Journal of Environmental and Public Health*. 2015. Vol. 2015. P. 1–5. URL: <https://doi.org/10.1155/2015/319727>
4. Nasri A., Pohjanvirta R. In vitro estrogenic, cytotoxic, and genotoxic profiles of the xenoestrogens 8-prenylnaringenin, genistein and tartrazine. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021. URL: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12629-y>
5. The protective effect of natural phenolic compound on the functional and structural responses of inhibited catalase by a common azo food dye / S. Khataee et al. *Food and Chemical Toxicology*. 2022. Vol. 160. P. 112801. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112801>
6. Recent advancements in natural colorants and their application as coloring in food and in intelligent food packaging / N. Echegaray et al. *Food Chemistry*. 2022. P. 134453. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134453>
7. Ярмош Т., Перцевой Ф. Дослідження ефективності гліцерину для екстрагування барвних речовин з бузини чорної. *Scientific bulletin of the*

Tavria State Agrotechnological University. 2024. Т. 14, № 1. URL: <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2024-24-1-16>

8. Ярмош Т. А., Перцевой Ф. В. Дослідження впливу технологічних чинників на вихід барвних речовин із вижимок бузини чорної. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2024. № 3. С. 151–163. URL: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.3.16>

9. Пат. на винахід 31491. Україна. МПК C09B61/00A23L1/052. Спосіб виробництва харчового барвника з рослинної сировини / Пилипенко Л. М., Олейник Л. Б., Кожухар В. В., Пиленко І. В. заявник та патентовласник Пилипенко Л. М. – № 98094862 ; заявл. 15.09.1998 р. ; опубл. 15.12.2000 р., Бюл. № 7/2000.

10. Пат. на корисну модель 129179. Україна. МПК C09B61/00. Спосіб одержання харчового барвника з рослинної сировини – свіжої червонокачанної капусти / Колесніченко С. Л., Шарова І. В., Поплавська С. О., Кисельов С. В. заявник та патентовласник ОНАХТ. – № 201803915; заявл. 11.04.2018 р. ; опубл. 25.10.2018 р., Бюл. № 20/2018.

11. Стеценко, Н. О. Барвник із соку бузини чорної як джерело функціональних інгредієнтів для виробництва продукції оздоровчого призначення / Н.О. Стеценко // *Modern Advances in Organic Synthesis, Polymer Chemistry and Food Additives* : book of abstract International scientific online conference, Lviv, December 7-8 2021. – Lviv : Lviv Polytechnic National University, 2021. – Р. 122

12. Пат. на корисну модель 98928. Україна. МПК C09B61/00. Спосіб одержання антоціанового барвника /Дишкантюк О. В., Москвічова О. М. заявник та патентовласник одеська національна академія харчових технологій – № u201413071; заявл. 05.12.2014 р. ; опубл. 12.05.2015 р., Бюл. № 9/2015.

13. Нові сорти садових культур селекції НУБіП України. URL:<https://nubip.edu.ua/node/120586>

REFERENCES:

1. John, A., Yang, H.-H., Muhammad, S., Khan, Z. I., Yu, H., Luqman, M., Tofail, M., Hussain, M. I., & Awan, M. U. F. (2022). Cross Talk between Synthetic Food Colors (Azo Dyes), Oral Flora, and Cardiovascular Disorders. *Applied Sciences*, 12(14), 7084.
2. Silva, M. M., Reboredo, F. H., & Lidon, F. C. (2022). Food Colour Additives: A Synoptical Overview on Their Chemical Properties, Applications in Food Products, and Health Side Effects. *Foods*, 11(3), 379.
3. Dwivedi, K., & Kumar, G. (2015). Genetic Damage Induced by a Food Coloring Dye (Sunset Yellow) on Meristematic Cells of *Brassica campestris* L. *Journal of Environmental and Public Health*, 2015, 1–5.
4. Nasri, A., & Pohjanvirta, R. (2021). In vitro estrogenic, cytotoxic, and genotoxic profiles of the xenoestrogens 8-prenylnaringenin, genistein and tartrazine. *Environmental Science and Pollution Research*.
5. Khataee, S., Dehghan, G., Yekta, R., Rashtbari, S., Maleki, S., & Khataee, A. (2022). The protective effect of natural phenolic compound on the functional and structural responses of inhibited catalase by a common azo food dye. *Food and Chemical Toxicology*, 160, 112801.
6. Echegaray, N., Guzel, N., Kumar, M., Guzel, M., Hassoun, A., & Manuel Lorenzo, J. (2022). Recent advancements in natural colorants and their application as coloring in food and in intelligent food packaging. *Food Chemistry*, 134453.
7. Yarmosh, T., & Pertsevyi, F. (2024). Doslidzhennia efektyvnosti hlitserynu dlia ekstraktsi barvnykh rechovyn z buzyny chornoj [Research on the efficiency of glycerin for extracting color substances from black elderberry]. *Scientific Bulletin of the Tavria State Agrotechnological University*, 14(1).
8. Yarmosh, T. A., & Pertsevyi, F. V. (2024). Doslidzhennia vplyvu tekhnolohichnykh chynnykiv na vykhid barvnykh rechovyn iz vyzhymok buzyny chornoj [Research on

the influence of technological factors on the yield of coloring substances from black elderberry pomace]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriya: Tekhnichni nauky*, (3), 151–163.

9. Pylypenko, L. M., Oleinyk, L. B., Kozhukhar, V. V., & Pylenko, I. V. (2000). Sposib vyrobnytstva kharchovoho barvnyka z roslynnoi syrovyny [Method for producing food dye from plant raw materials] (Patent No. 31491). Ukraine.

10. Kolesnichenko, S. L., Sharova, I. V., Poplavska, S. O., & Kyseliov, S. V. (2018). Sposib oderzhannia kharchovoho barvnyka z roslynnoi syrovyny – svizhoi chervonokachannoi kapusty [Method for obtaining a food dye from fresh red cabbage] (Ukrainian Utility Model No. 129179). Ukraine: Odesa National Academy of Food Technologies.

11. Stetsenko, N. O. (2021). Barvnyk iz soku buzyny chornoj yak dzherelo funktsionalnykh inhrediiientiv dlia vyrobnytstva produktsii ozdorovchoho pryznachennia [Elderberry juice dye as a source of functional ingredients for the production of health-oriented products]. *Modern Advances in Organic Synthesis, Polymer Chemistry and Food Additives: Book of Abstracts of the International Scientific Online Conference, Lviv, December 7–8, 2021* (p. 122).

12. Dyshkantiuk, O. V., & Moskvichova, O. M. (2015). Sposib oderzhannia antotsianovoho barvnyka [Method for obtaining anthocyanin dye] (Ukrainian Utility Model No. 98928). Ukraine: Odesa National Academy of Food Technologies.

13. Novi sorty sadovykh kultur selektsii NUBiP Ukrainy [New varieties of garden crops bred by NULES of Ukraine]. Retrieved from <https://nubip.edu.ua/node/120586>