DOI: 10.32782/2220-8674-2024-24-1-21
УДК 664.16:634.747

Т. Ярмош, асп, ORCID: 0000-0001-7884-6792
Ф. Перцевой, д.т.н., проф., ORCID: 0000-0002-3111-5017
Т. Маренкова, ст. викл. ORCID: 0000-0001-7481-0848
Сумський національний аграрний університет
e-mail: yarmoshtata@gmail.com, тел.: +380669720201

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОРБІТУ ТА КСИЛІТУ ДЛЯ ЕКСТРАГУВАННЯ БАРВНИХ РЕЧОВИН З БУЗИНИ ЧОРНОЇ

Анотація. У роботі представлено результати дослідження ефективності екстракції пігментів з вичавок бузини за допомогою поліолів. Метою роботи було дослідити ефективність екстракції барвних речовин з вичавок бузини з використанням поліолів (сорбіту та ксиліту).. У дослідженні використовували вичавки плодів бузини чорної зібрані на стадії повного дозрівання у Сумській області 2023 року. В роботі було визначено фізико-хімічні та органолептичні показники свіжих плодів ягід бузини, вичавок бузини свіжих та висушених. Для подальшого дослідження вичавки бузини висушували при температурі (50±5)ºС протягом 6 год. з наступним подрібненням до розміру часток 0,4 – 0,5 мм. В якості еталону порівняння було використано дистильовану воду. Подрібнені вичавки заливали розчинниками у співвідношенні 1:30. Ретельно розмішували та витримували при температурі 60±0,5ºС, тривалості 120 хв.

Отримані спектри екстрактів з використанням підкислених водно-сорбітового та водно-ксилітового розчинів демонстрували максимальні піки в області довжини хвиль 475-500 нм, що відповідає синьо-зеленій частині видимого спектру. Такий характер спектрів є типовим для розчинів, що містять флавоноїди та антоціани – біологічно активні сполуки з вираженою пігментацією. Наявність інтенсивних смуг поглинання в області 400-500 нм у спектрах екстрактів підтверджує присутність цих сполук. Встановлено, що оптимальна концентрація поліолів у водних розчинах для максимального вилучення пігментів складає 10% (мас.). При таких умовах вміст барвних речовин в екстрактах складає 1,683 г/кг у підкисленому водно-сорбітовому розчині, 1,598 г/кг у водно-ксилітовому та 1,40 г/кг у чисто водному розчині. Подальше збільшення концентрації поліолів призводить до значного зростання в'язкості розчинів. Це, в свою чергу, суттєво ускладнює дифузію молекул барвних речовин з твердої фази в рідку, що негативно впливає на масоперенос та, як наслідок, знижує ефективність екстракції.

Ключові слова: натуральні барвники, барвні речовини, екстрагування, бузина чорна, вичавки, антоціани, сорбіт, ксиліт, поліоли.

Постановка проблеми. Антоціани мають важливе значення для здоров’я людини та харчової промисловості завдяки своїм

© Т. Ярмош, Ф. Перцевой, Т. Маренкова, 2024

антиоксидантним і функціональним властивостям. Традиційно екстракцію антоціанів проводять за допомогою органічних розчинників, які мають токсикологічну дію. Пошуки більш екологічних розчинників і методів отримання натуральних барвників є актуальним завданням сучасної науки.

Постановка проблеми. Більшість досліджень у галузі екстракції, спрямовані на пошуки нових екологічно чистих розчинників. Оскільки, більшість традиційних розчинників, таких як гексан, хлороформ, метанол та толуен є небезпечними, токсичними, легкозаймистими, мутагенними та канцерогенними [1, 2]. Їх використання призводить до забруднення довкілля, негативно впливає на організм людини, а також створює значні ризики під час виробництва, транспортування та зберігання. Тому існує доцільність дослідити ефективність поліолів у рослинній сировині, як потенційних екологічночистих та безпечних розчинників. Поліоли, як сполуки з високою полярністю і здатністю утворювати водневі зв'язки, проявляють високу розчинність щодо багатьох органічних сполук, при цьому є біологічно розкладними та мають низьку токсичність.

Аналіз останніх джерел. Цукрові спирти (поліоли) – це органічні сполуки, що належать до групи багатоатомних спиртів. Їх молекули містять декілька гідроксильних груп (-OH), що надає їм характерні властивості. До найбільш відомих представників цукрових спиртів належать сорбіт, маніт, ксиліт, ізомальт та гідрогенізовані гідролізати крохмалю. Завдяки своїм фізико-хімічним властивостям, цукрові спирти широко застосовуються у харчовій промисловості як підсолоджувачі, загусники та структуроутворювачі. Крім того, цукрові спирти надають продуктам відчуття прохолоди в роті, що особливо цінується у виробництві жувальних гумок, льодяників, безалкогольних напоїв та інших освіжаючих продуктах. Цукрові спирти містять низький глікемічний індекс, завдяки чому мають широкий спектр застосування, а також вони не сприяють розвитку карієсу. Однак, цукрові спирти, за винятком еритриту, можуть викликати розлади ШКТ при споживанні у надмірних кількостях.

Сорбіт (E420, шестиатомний спирт) – білі кристалічні гранули без запаху та солодкі на смак, добре розчинні у воді. У природі містяться у фруктах та овочах. Отримують шляхом гідрогенізації глюкози з кукурудзяного сиропу. Також відомий спосіб добування сорбіту за допомогою бактерій Lactobacillus casei, Lactobacillus plantarum, Synechocystis sp. і Zymomonas mobilis [3]. Технологія виробництва сорбіту передбачає підготовку живильного середовища на основі суміші глюкози та фруктози. Як біокаталізатор застосовують фермент глюкозо-фруктозооксидоредуктазу, який

продукується мікроорганізмом Z. mobilis. В результаті ферментативної реакції отримують сорбіт з більшим виходом ніж за традиційною технологією [4].

Сорбіт застосовують, як замінник цукру та підсолоджувач, так як має низький глікемічний індекс (ГІ=9) і не викликає різкого підвищення глюкози в крові. Він має найменший коефіцієнт солодкості (0,6) та найнижчу калорійність (260 ккал/100г). Крім того, створює захисний бар'єр на поверхні зубів, перешкоджаючи розвитку карієсу. Найчастіше його використовують у харчових продуктах для діабетиків, жувальних гумках, напоях, кондитерських низькокалорійних виробах, консервах, хлібобулочній, рибній, молочній й м’ясопереробній промисловості.

Одним із помітних недоліків, пов’язаних із сорбітом, є його здатність викликати розлади травлення та зневоднення організму при великих концентраціях [5]. Він піддається неповному всмоктуванню в тонкому кишечнику, і невсмоктаний сорбіт може притягувати воду в кишечник, що призводить до розладів шлунка. Тому вкрай важливо забезпечити належну гідратацію під час споживання продуктів, що містять сорбіт.

У хлібопекарській промисловості сорбіт використовують, як підсолоджувач, комплексоутворювач та емульгатор. Він ефективно утримує вологу у тісті, покращує водоутримуючу здатність глютену, що в результаті призводить до підвищеної м’якості хлібобулочних виробів. У жувальних гумках сорбіт виконує роль підсолоджувача, який стимулює салівацію та знижує кислотність у ротовій порожнині. Останнім часом, почали застосовувати у харчовій продукції комбінацію сорбіт та ксиліту для з метою зниження вартості. Сорбіт, завдяки своїм фізико-хімічним властивостям та більш низькій вартості, часто використовується як основний наповнювач у низькокалорійному шоколаді. Однак, висока концентрація сорбіту, може погіршувати структуру виробів та надмірне відчуття охолодження в роті.

Ксиліт (Е967, п’ятиатомний спирт) - білі кристалічні гранули без запаху та солодкі на смак, добре розчинні у воді. У природі містяться у фруктах та овочах. В організмі людини та тварини під час метаболізму глюкози утворюється невелика частина сорбіту. За традиційною технологією, ксиліт отримують з рослинної сировини шляхом каталітичного гідрування ксилози в присутності нікелевого каталізатора при температурі 180 °С та тиску 50 атм. Також практикують інший більш економічно ефективний спосіб отримання ксиліту із застосуванням дріжджів та бактерій роду Enterobacter і Corynebacterium [6].

Ксиліт використовують у жувальних гумках, напоях, кондитерських низькокалорійних виробах, консервах, виробах для діабетиків, хлібобулочній, рибній, молочній й м'ясопереробній промисловості. Ксиліт рекомендують вживати хворим на діабет, оскільки метаболізм не потребує інсуліну. Було доведено, що ксиліт запобігає утворенню карієсу, тому він був включений в деякі продукти охорони здоров'я, такі як зубна паста та рідина для полоскання рота. Ксиліт не розкладається бактеріями порожнини рота, що знижує кількість Streptococcus mutans.

Додавання ксиліту до хлібобулочних виробів у концентрації 0-5% призводить до утворення тонкої скоринки. Однак, при збільшенні концентрації понад 15-20% спостерігається зниження інтенсивності кольору та зменшення об'єму готового хліба. Це пов'язано з тим, що ксиліт не ферментується дріжджами, що обмежує процес бродіння та газоутворення [7]. Порівняно з глюкозою або фруктозою, ксиліт не так добре засвоюється в кишечнику людини. Викликає розлади травлення та зневоднення організму при великих концентраціях.

Останнім часом сорбіт та ксиліт почали використовувати, як складову частину евтектичних розчинників. До евтектичних розчинників включають солі, органічні кислоти, цукри та поліоли, які утворюють між собою міцні водневі зв'язки та здатні знижувати температуру плавлення суміші. Складові евтектичних розчинників підбирають експериментально, оскільки не всі речовини можуть взаємодіяти між собою. Поширеність евтектичних розчинників пов'язана з їх універсальність та здатністю розчиняти полярні та неполярні речовини.

Дослідниками [11] була запропоновані суміші розчинників (ксиліт: гліцерин: вода), (фруктоза: гліцерин: вода), (сорбіт: гліцерин: вода) у співвідношенні (1:2:3). Додавання поліолів зумовлено їхньою здатністю утворювати міцні водневі зв'язки, регулювати в'язкість, теплоємність та температуру плавлення. Оскільки швидкість та ефективність екстракції залежить від в'язкості та температури кипіння розчинника. Нижча в'язкість сприяє кращому перемішуванню фаз та проникненню розчинника в матрицю зразка, що, в свою чергу, прискорює масообмін та підвищує вихід екстракту. Тому використання поліолів, як компонентів, робить їх цінними компонентами для створення стабільних і функціональних евтектичних розчинників. Однак, отримані суміші поки що тестуються і практичного використання не отримали.

Дослідниками [8] було досліджено екстракцію антоціанів чорноплідної горобини за допомогою ультразвуку, поліолів (гліцерину, 1,2-пропандіолу, сорбіту), цукрів, аміду та органічних кислот. Екстрагування проводили при температурі 42,7ºС та

тривалості 90 хв. з додаванням 3% гідроксипропіл-β-циклодекстрину, яка додатково підвищує розчинність малорозчинних сполук та подовжує термін зберігання. Однак, отримання барвника за допомогою даної технологіє є дорогим. Також відомо технології використання поліолів для отримання кофеїну. Технологія передбачає [9] екстрагування кавових зерен з водним розчином хлорид холіну та сорбіт у кількості (4:1). Найбільший вихід кофеїну було отримано при екстрагуванні кавових зерен протягом 30 хв. Вихід кофеїну складав 16,59 мг/г сухої маси.

Також відома технологія отримання біологічно активних речовин за допомогою евтектичних розчинників та ультразвуку. Оскільки традиційний метод екстракції показує низьку ефективність і високе енергоспоживання. В якості сировини використовували шкірку мапакуйї, побічного продукту виробництва напоїв, що спричиняє забруднення навколишнього середовища та збільшує витрати на обробку. В якості розчинників використовували холінхлорид та поліоли з органічними кислотами. Оптимальними умовами екстракції було встановлено мікрохвильова потужність 387 W, тривалість 2,5 хв., співвідношення сировина-розчинник (1:20). Дослідники вважають, що природні глибокі евтектичні розчинники є екологічною та нетоксичною альтернативою водно-спиртовій екстракції [12 - 14].

Таким чином, поліоли відкривають нові можливості для розробки ефективних та екологічно чистих технологій екстракції. Однак, для широкого практичного застосування на їх основі необхідні подальші дослідження та оптимізація.

Мета дослідження. дослідити ефективність екстракції барвних речовин з вичавок бузини з використанням поліолів (сорбіту та ксиліту).

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Аналіз літературних джерел показав, що є необхідність дослідити ефективність поліолів для екстрагування барвних речовин з вичавок бузини. Оскільки більшість досліджень отримання барвника з вичавок бузини чорної спрямовані на використання етилового спирту та ферментативних препаратів.

Матеріали і методи дослідження. У роботі було досліджено ефективність екстракції підкислених водних розчинів з додаванням поліолів (сорбіту і ксиліту). В якості джерела барвних речовин використовували висушені вичавки плодів бузини чорної.

Органолептичні та фізико-хімічні показники бузини чорної визначали за стандартними методиками:

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

Екстракцію проводили при температурі 60 ± 0,5 °С протягом 120 хвилин. Оптичну щільність розчинів визначали за допомогою фотоелектричного колориметра КФК-2 в діапазоні довжин хвиль 315-630 нм, кювети з оптичним шляхом 10 мм. Обробку експериментальних даних та візуалізацію результатів здійснювали за допомогою програмного забезпечення OriginPro.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для проведення дослідження були використані вичавки стиглих плодів бузини чорної, зібраних у Сумській області протягом вегетаційного періоду 2023 року.

Вичавки плодів бузини чорної обробки розчином лимонної кислоти з наступним висушуванням при температурі (50±5) °С протягом 6 годин. Для подальшого використання сировину подрібнювали до фракції розміром 0,4-0,5 мм.

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: досліджено автором

З метою максимального вилучення біологічно активних сполук з рослинної сировини було обрано наступні параметри екстракції: співвідношення твердої та рідкої фаз 1:30, температура 60 ± 0,5 °С та час екстракції 120 хвилин. Подрібнену суху сировину екстрагували підкисленими водними розчинами сорбіту та ксиліту. Після завершення процесу екстракт фільтрували та зберігали в охолодженому вигляді (4±2 °С) для подальших досліджень.

Рис. 1. Подрібнені вичавки бузини

Рис. 2. Екстрагування барвних речовин з вичавок бузини

На рис. 3 - 9 відображено графіки залежність оптичної щільності від довжини хвилі для трьох зразків: зразок 1 (вода – сировина - лимонна кислота), зразок 2 (вода – сировина - лимонна кислота – сорбіт) та зразок 3 (вода – сировина - лимонна кислота – ксиліт) в діапазоні довжини хвилі від 350 до 750 нм.

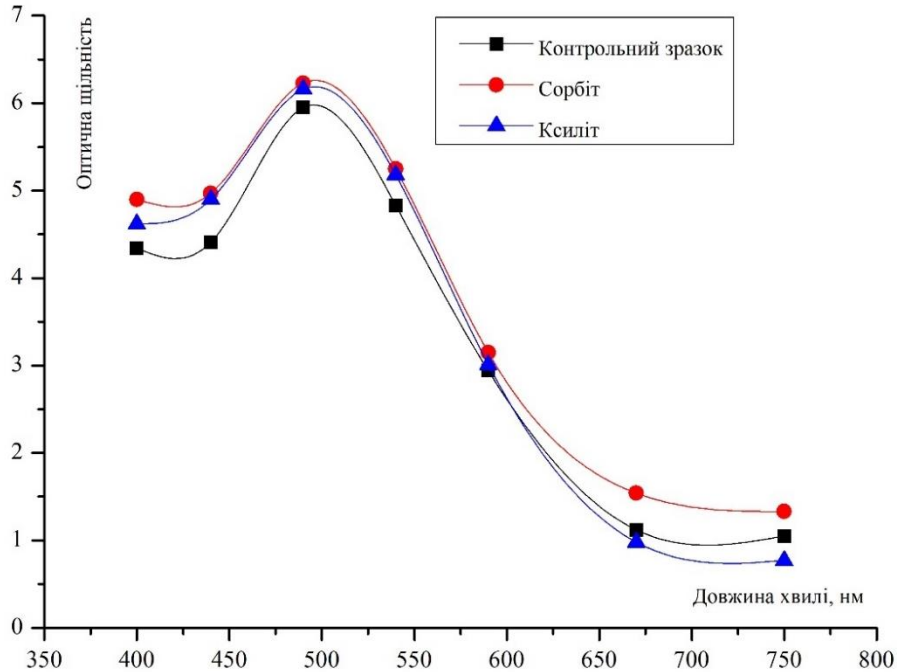

Рис. 3. Залежність оптичної густини екстрактів від концентрації розчинників: водно-сорбітовий розчин (1,5 % мас.), водно-ксилітовий розчин (1,5 % мас.) та дистильована вода (контроль)

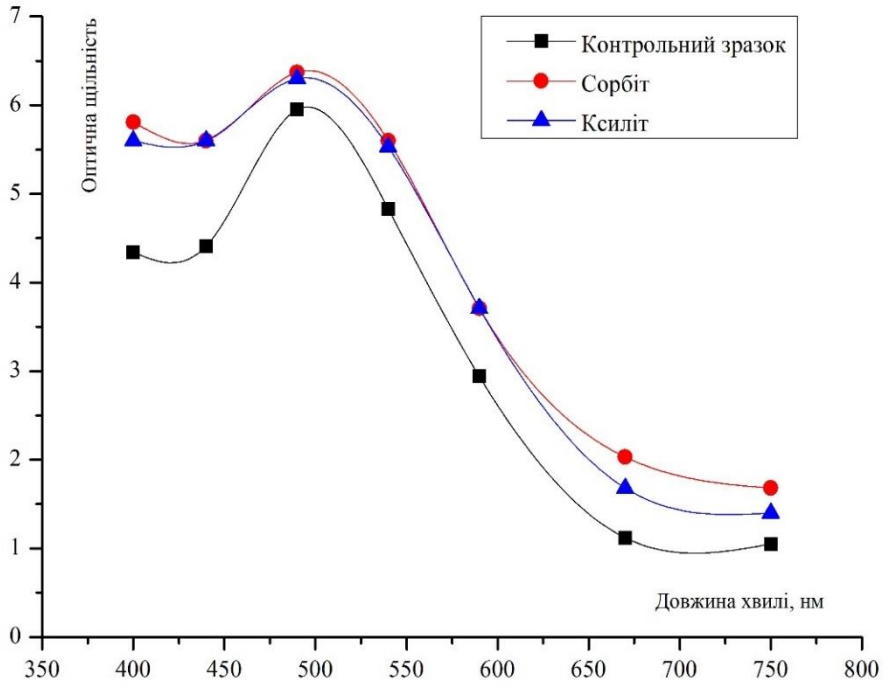

Рис. 4. Залежність оптичної густини екстрактів від концентрації розчинників: водно-сорбітовий розчин (2 % мас.), водно-ксилітовий розчин (2 % мас.) та дистильована вода (контроль).

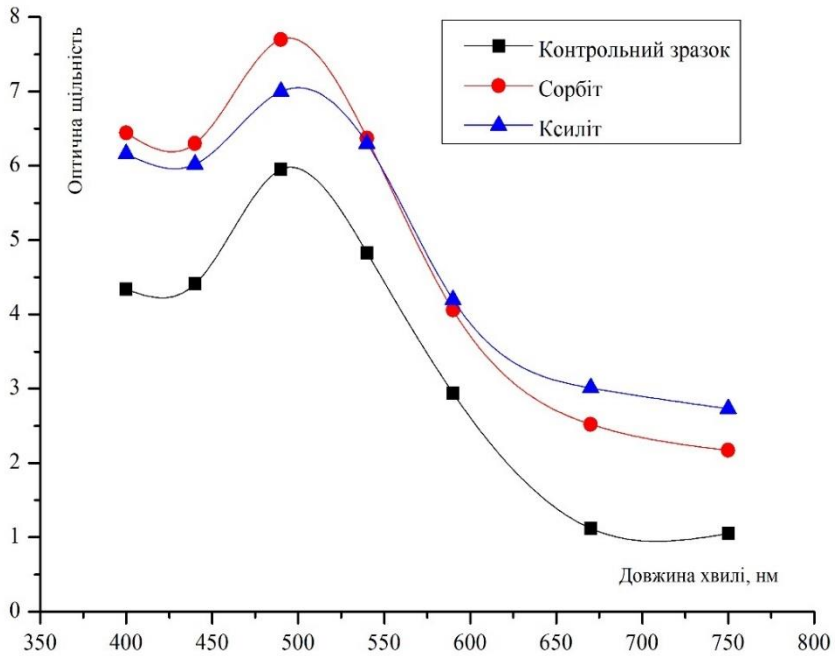

Рис. 5. Залежність оптичної густини екстрактів від концентрації розчинників: водно-сорбітовий розчин (5 % мас.), водно-ксилітовий розчин (5 % мас.) та дистильована вода (контроль)

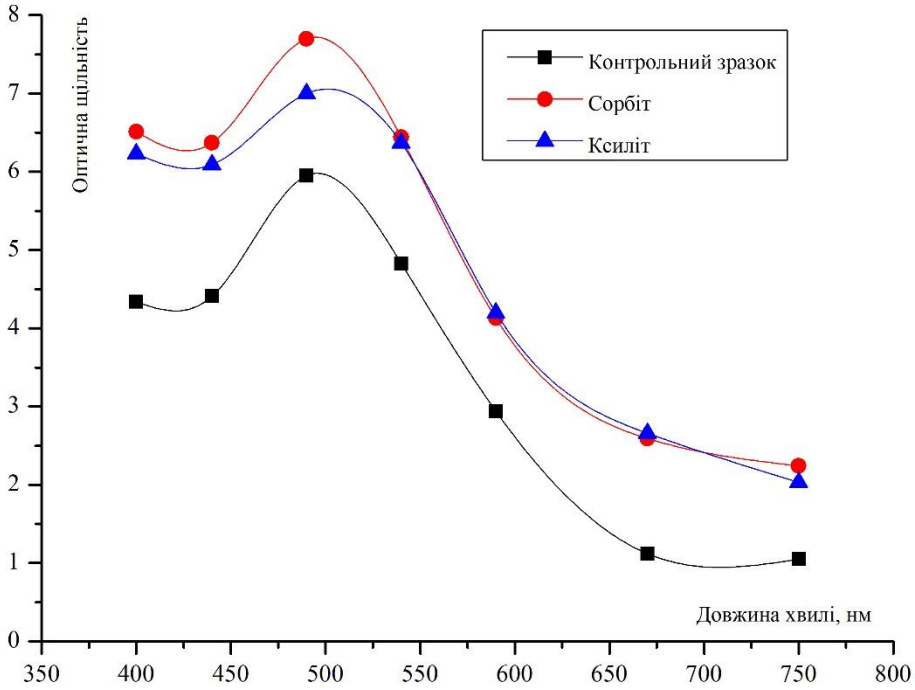

Рис. 6. Залежність оптичної густини екстрактів від концентрації розчинників: водно-сорбітовий розчин (10 % мас.), водно-ксилітовий розчин (10 % мас.) та дистильована вода (контроль)

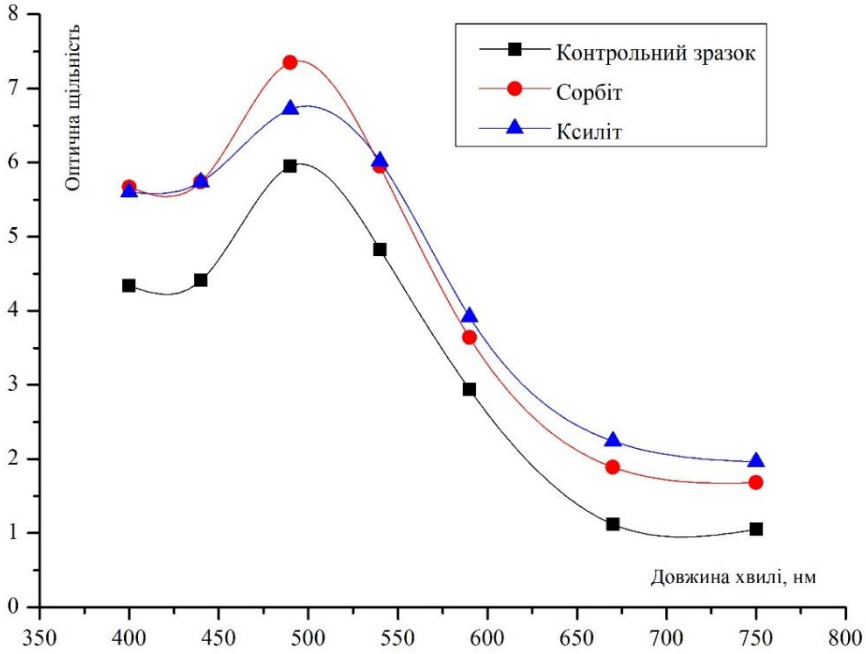

Рис. 7. Залежність оптичної густини екстрактів від концентрації розчинників: водно-сорбітовий розчин (15 % мас.), водно-ксилітовий розчин (15 % мас.) та дистильована вода (контроль)

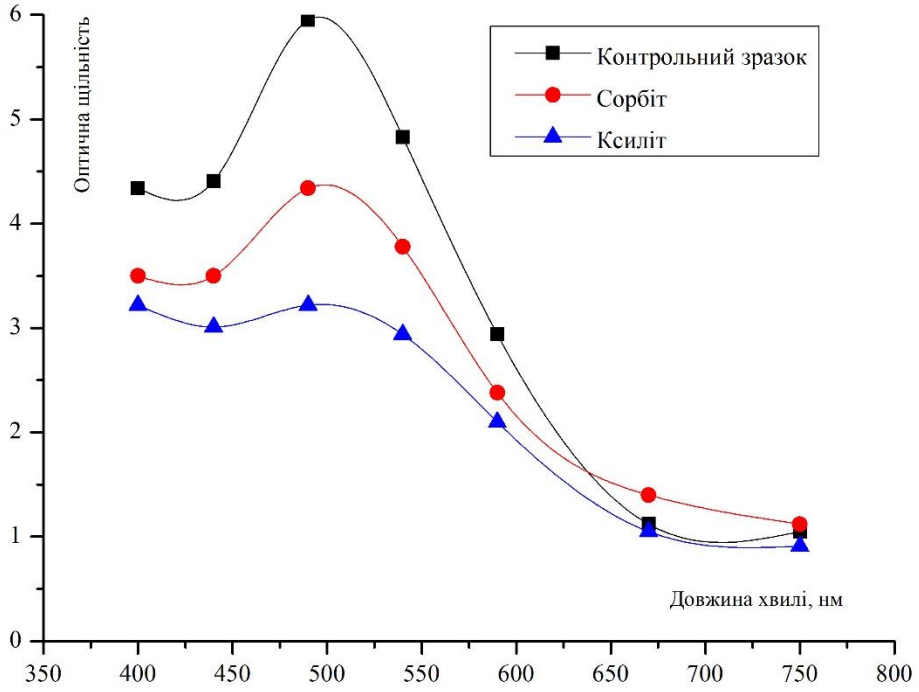

Рис. 8. Залежність оптичної густини екстрактів від концентрації розчинників: водно-сорбітовий розчин (30 % мас.), водно-ксилітовий розчин (30 % мас.) та дистильована вода (контроль)

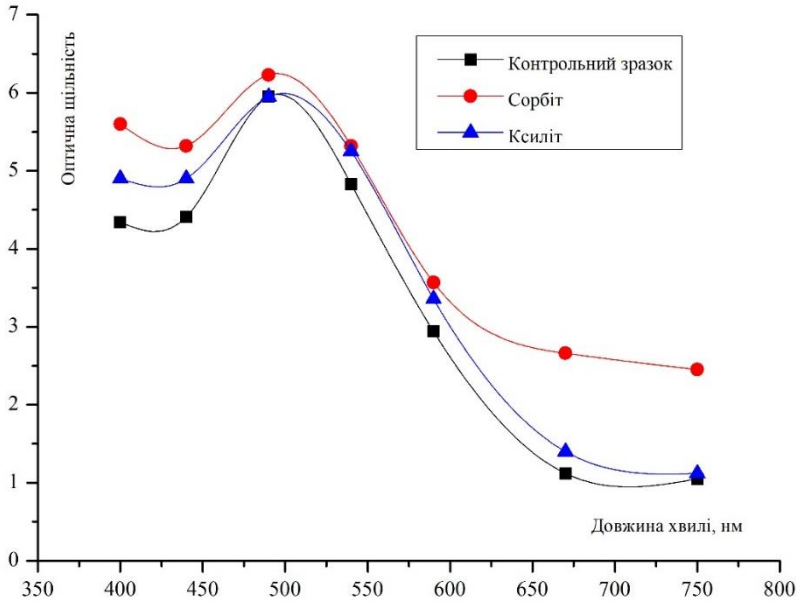

Рис. 9. Залежність оптичної густини екстрактів від концентрації розчинників: водно-сорбітовий розчин (50 % мас.), водно-ксилітовий розчин (50 % мас.) та дистильована вода (контроль)

На вісі абсцис графіків (рис. 3 – 9) представлено довжину хвилі виміряну у нанометрах (нм), яка представляє різні кольори видимого світла, від ультрафіолетового (400 нм) до інфрачервоного (750 нм).

Спектри поглинання екстрактів з вичавок бузини чорної характеризуються широким максимумом поглинання у видимій області спектра з центром у діапазоні 475-500 нм, що відповідає синьо-зеленій частині спектра. Такий характер спектрів є типовим для розчинів, що містять флавоноїди та антоціани – біологічно активні сполуки з вираженою пігментацією. Наявність інтенсивних смуг поглинання в області 400-500 нм у спектрах екстрактів підтверджує присутність цих сполук. Отримані результати свідчать про те, що сорбіт та ксиліт, завдяки здатності утворювати міцні водневі зв'язки з гідроксильними групами флавоноїдів та антоціанів, ефективно вилучають ці сполуки з рослинної сировини та стабілізують їх у розчині.

Проаналізуємо масову концентрацію барвних речовин у отриманих екстрактах, дані представлені у табл. 2.

Аналіз даних, наведених у таблиці 2, свідчить про високу ефективність використання сорбіту та ксиліту як екстрагентів для ізоляції барвних сполук. Оптимальна концентрація поліолів у водних розчинах для максимального вилучення пігментів складає 10% (мас.). При таких умовах вміст барвних речовин в екстрактах сягає 16,83 г/кг у підкисленому водно-сорбітовому розчині, 15,98 г/кг у водно-ксилітовому та 14,0 г/кг у чисто водному розчині. Подальше збільшення концентрації поліолів призводить до значного зростання

Таблиця 2

Концентрація барвних речовин у перерахунку на сірчанокислий кобальт, г/кг

Масова частка розчинника, %	Контрольний зразок	З використанням сорбіту	З використанням етилового спирту
Контрольний зразок	14,0	-	-
1,5		14,24	14,11
2,0		14,36	14,25
5,0		15,73	15,55
10,0		**16,83**	**15,98**
15,0		15,97	14,66
30,0		14,53	14,05
50,0		9,53	7,21

Джерело: досліджено та розроблено автором

в'язкості розчинів. Це, в свою чергу, суттєво ускладнює дифузію молекул барвних речовин з твердої фази в рідку, що негативно

впливає на масоперенос та, як наслідок, знижує ефективність екстракції.

Отже, на основі проведених досліджень можна зробити висновок, що сорбіт та ксиліт збільшують вихід барвних речовин з вичавок бузини у порівнянні з дистильованою водою. Оптимальна концентрація поліолів для максимального вилучення пігментів складає 10% (мас.). Спектральний аналіз підтвердив наявність флавоноїдів та антоціанів в отриманих екстрактах. Характерні максимуми поглинання в синьо-зеленій області спектра свідчать про присутність розгалужених систем кон'югованих зв'язків, характерних для цих сполук. Збільшення концентрації сорбіту та ксиліту понад 10% (мас.) призводить до підвищення в'язкості розчину, що негативно впливає на процес масопереносу. Сорбіт та ксиліт є безпечними для здоров'я, мають низьку токсичність та широко використовуються в харчовій промисловості.

Список використаних джерел

1. Ярмош Т. А., Перцевой Ф. В. Перспективи застосування натуральних барвників рослинного походження. *III Міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених* (Запоріжжя, 30 січня-24 лютого 2023 р.).

2. Ярмош Т. А., Перцевой Ф. В. Перспективи використання вичавок у виробництві натуральних барвників. *Матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів і аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента* (13-17 листопада 2023 р.).

3. A review of polyols – biotechnological production, food applications, regulation, labeling and health effects / T. Rice et al. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2019. Vol. 60, no. 12. P. 2034–2051. https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1625859.

4. Zymomonas mobilis as an emerging biotechnological chassis for the production of industrially relevant compounds / A. Braga et al. *Bioresources and Bioprocessing*. 2021. Vol. 8, no. 1. https://doi.org/10.1186/s40643-021-00483-2.

5. A Systematic Review of the Effects of Polyols on Gastrointestinal Health and Irritable Bowel Syndrome. *Advances in Nutrition*. 2017. https://doi.org/10.3945/an.117.015560.

6. Carneiro, de Paula e Silva, Almeida. Xylitol Production: Identification and Comparison of New Producing Yeasts. *Microorganisms*. 2019. Vol. 7, no. 11. P. 484. https://doi.org/10.3390/microorganisms7110484.

7. Söderling E., Pienihäkkinen K. Effects of xylitol chewing gum and candies on the accumulation of dental plaque: a systematic review. *Clinical*

Oral Investigations. 2021. Vol. 26, no. 1. P. 119–129. https://doi.org/10.1007/s00784-021-04225-8.

8. Natural deep eutectic solvents combined with cyclodextrins: A novel strategy for chokeberry anthocyanins extraction / M. S. Jovanović et al. *Food Chemistry*. 2023. Vol. 405. P. 134816. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134816.

9. Application of the natural deep eutectic solvent choline chloride-sorbitol to extract chlorogenic acid and caffeine from green coffee beans (Coffea canephora). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 2019. Vol. 9, no. 3. P. 82–90. https://doi.org/10.7324/japs.2019.90312.

10. Jablonský M., Šima J. Phytomass Valorization by Deep Eutectic Solvents–Achievements, Perspectives, and Limitations. *Crystals*. 2020. Vol. 10, no. 9. P. 800.

11. Deep Eutectic Solvents Formed by Glycerol and Xylitol, Fructose and Sorbitol: Effect of the Different Sugars in Their Physicochemical Properties / L. Lomba et al. *Molecules*. 2023. Vol. 28, no. 16. P. 6023. https://doi.org/10.3390/molecules28166023.

12. Green extraction of phenolics and terpenoids from passion fruit peels using natural deep eutectic solvents / T. P. Vo et al. *Journal of Food Process Engineering*. 2023. https://doi.org/10.1111/jfpe.14503.

13. Green extraction of phenolics and flavonoids from black mulberry fruit using natural deep eutectic solvents: optimization and surface morphology / T. P. Vo et al. *BMC Chemistry*. 2023. Vol. 17, no. 1. https://doi.org/10.1186/s13065-023-01041-x.

14. Kumar K, Srivastav S, Sharanagat VS. Ultrasound assisted extraction (UAE) of bioactive compounds from fruit and vegetable processing by-products: a review. *Ultrasonics Sonochem.* 2021. Vol. 70. P.105325. https://doi.org/10.1016/j.ultso nch.2020.105325.

Стаття надійшла до редакції 20.09.2024 р.

T. Yarmosh, F. Pertsevoi, T. Marenkova
Sumy National Agrarian University

STUDY OF THE EFFICIENCY OF SORBITUM AND XYLITE FOR THE EXTRACTION OF COLORING SUBSTANCES FROM BLACK ELDER

Summary

The paper presents the results of a study of the efficiency of extraction of pigments from elderberry pomace using polyols. The aim of the work was to investigate the effectiveness of extraction of coloring substances from elderberry pomace using polyols (sorbitol and xylitol). The research used black elderberry fruit pomace collected at the stage of full ripening in the Sumy region in 2023. The paper determined the physicochemical and organoleptic parameters of fresh elderberry fruits, fresh and dried

elderberry extracts. For further research, elderberry juice was dried at a temperature of (50±5)ºC for 6 hours. followed by grinding to a particle size of 0.4-0.5 mm. Distilled water was used as a comparison standard. Crushed squeezes were filled with solvents in a ratio of 1:30. It was thoroughly mixed and kept at a temperature of 60±0.5ºC for 120 minutes. The optical density of solutions was determined using a KFK-2 photoelectric colorimeter in the wavelength range of 315-630 nm, a cuvette with an optical path of 10 mm. Processing of experimental data and visualization of results was carried out using OriginPro software.

The obtained spectra of extracts using acidified water-sorbitol and water-xylitol solutions showed maximum peaks in the wavelength range of 475-500 nm, which corresponds to the blue-green part of the visible spectrum. This type of spectra is typical for solutions containing flavonoids and anthocyanins - biologically active compounds with pronounced pigmentation. The presence of intense absorption bands in the region of 400-500 nm in the spectra of the extracts confirms the presence of these compounds. It was established that the optimal concentration of polyols in aqueous solutions for maximum extraction of pigments is 10% (wt.). Under these conditions, the content of dyes in the extracts is 16.83 g/kg in the acidified water-sorbitol solution, 15.98 g/kg in the water-xylitol solution, and 14.0 g/kg in the pure water solution. A further increase in the concentration of polyols leads to a significant increase in the viscosity of the solutions. This, in turn, significantly complicates the diffusion of dye molecules from the solid phase into the liquid phase, which negatively affects mass transfer and, as a result, reduces the extraction efficiency.

So, on the basis of the conducted research, it can be concluded that sorbitol and xylitol increase the yield of coloring substances from elderberry pomace compared to distilled water. The optimal concentration of polyols for maximum extraction of pigments is 10% (wt.). Spectral analysis confirmed the presence of flavonoids and anthocyanins in the obtained extracts. Characteristic absorption maxima in the blue-green region of the spectrum indicate the presence of branched systems of conjugated bonds characteristic of these compounds. Increasing the concentration of sorbitol and xylitol by more than 10% (wt.) leads to an increase in the viscosity of the solution, which negatively affects the mass transfer process. Sorbitol and xylitol are safe for health, have low toxicity and are widely used in the food industry.

Key words: natural dyes, dyes, extraction, black elderberry, pomace, anthocyanins, sorbitol, xylitol, polyols.